Michael Nielsen

ATRADIMAI KITAIP

NAUJA TINKLŲ MOKSLO ERA

Vertė *Giedrė Bacevičiūtė*

eugrimas.lt | TOBULĖJIMUI
Vilnius

UDK 316.77
Ni46

TEISĖS GINAMOS.
Šį leidinį draudžiama atkurti bet kokia forma ar būdu, viešai skelbti, įskaitant padarymą viešai prieinamą kompiuterių tinklais (internete), išleisti ir versti, platinti jo originalą ar kopijas parduodant, nuomojant, teikiant panaudai ar kitaip perduodant nuosavybėn.

Draudžiama šį kūrinį, esantį bibliotekose, mokymo įstaigose, muziejuose arba archyvuose, mokslinių tyrimų ar asmeninių studijų tikslais atkurti, viešai skelbti ar padaryti viešai prieinamą kompiuterių tinklais tam skirtuose terminaluose tų įstaigų patalpose.

Versta iš knygos:
Reinventing Discovery: the New Era of Networked Science
by Michael Nielsen

Iš anglų kalbos vertė
Giedrė Bacevičiūtė

Redagavo
Ona Balkevičienė

Maketą kūrė
Jurgita Petrulytė ir *Dovilė Kuliešienė*

Viršelį kūrė
Jurgita Petrulytė ir *Artūras Babušis*

Knygų serija „MOKSLAS VISIEMS“ yra leidžiama įgyvendinant Lietuvos mokslų akademijos kartu su partneriais vykdomą projektą „Nacionalinės mokslo populiarinimo priemonių sistemos sukūrimas ir įgyvendinimas“, kuris yra finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis.

ISSN 2351-5368
ISBN 978-609-437-226-1

Copyright © by Michael Nielsen, 2011
Vertimas į lietuvių kalbą © Giedrė Bacevičiūtė, 2013
© Leidykla „Eugrimas“, 2014

TURINYS

Pirmas skyrius:	Atradimai kitaip	**5**
PIRMA DALIS. KOLEKTYVINIO INTELEKTO STIPRINIMAS		*17*
Antras skyrius:	Internetinės priemonės teikia sumanumo	**19**
Trečias skyrius:	Ekspertų pagalbos perskirstymas	**26**
Ketvirtas skyrius:	Bendradarbiavimo internetu modeliai	**49**
Penktas skyrius:	Kolektyvinio intelekto ribotumas ir potencialas	**74**
ANTRA DALIS. TINKLŲ MOKSLAS		*93*
Šeštas skyrius:	Viso pasaulio žinios	**94**
Septintas skyrius:	Mokslo demokratizavimas	**131**
Aštuntas skyrius:	Iššūkis mokslą kurti atvirai	**174**
Devintas skyrius:	Atvirojo mokslo būtinybė	**189**
Priedas:	*Uždavinys, kurį išsprendė Matematikų eruditų projektas*	*212*
	Padėka	*217*
	Rinktiniai šaltiniai ir patarimai tolesniam skaitymui	*220*
	Pastabos	*226*
	Šaltiniai	*244*
	Rodyklė	*258*

PIRMAS SKYRIUS

ATRADIMAI KITAIP

Timas Goversas (*Tim Govers*) nėra tipiškas tinklaraščio autorius. Būdamas Kembridžo universiteto matematikas, T. Goversas yra gavęs aukščiausiąjį apdovanojimą matematikos srityje – *Fieldso medalį*[1], dažnai vadinamą matematikos Nobelio premija. Jo tinklaraštis skleidžia matematikos idėjas ir įžvalgas.

2009 m. sausį T. Goversas nusprendė savo tinklaraštyje atlikti labai neįprastą socialinį eksperimentą. Jis pasirinko reikšmingą ir sudėtingą neišspręstą matematikos uždavinį, kurį, kaip pats sakė, „su malonumu išspręstų“. Tačiau, užuot ėmęsis jį doroti pats arba su keliais artimais kolegomis, sumanė spręsti visiškai atvirai – kad tinklaraštyje būtų skelbiamos idėjos ir pažanga. Jis dar paskelbė atvirą kvietimą: prašė padėti. Kiekvienas galėjo sekti veiksmų eigą ir, jei turėjo kokią nors idėją, galėjo aprašyti komentarų skyrelyje. T. Goversas tikėjosi, kad daug protų bus galingesni nei vienas, kad jie veiks vieni kitus skirtinga erudicija ir įvairiais požiūriais, ir jo sunkaus matematinio uždavinio sprendimą pavers lengvu darbu. Šį eksperimentą jis praminė Matematikų eruditų projektu (*Polymath Project*).

Matematikų eruditų projektas įsibėgėjo lėtai. Praėjus septynioms valandoms po to, kai T. Goversas atvėrė savo tinklaraštį matematinėms diskusijoms, nė vienas asmuo nepateikė jokio komentaro. Pirmas parašė matema-

1 Fieldso medalis kas ketverius metus skiriamas 2–4 matematikams, jaunesniems nei 40 m., ir laikomas aukščiausiu įvertinimu matematikos srityje. Apdovanojimas įsteigtas, pasiūlius (1924 m.) Kanados matematikui Džonui C. Fieldsui (*John C. Fields*) . 2006 metais piniginis prizas buvo 16 000 Kanados dolerių. (Knygoje visos pastabos vertėjos).

tikas iš Britų Kolumbijos universiteto Jozefas Solimosis (*Jozsef Solymosi*): jis siūlė T. Goverso uždavinio variaciją – lengvesnę, tačiau, J. Solimosio manymu, pirminiam uždaviniui ji galėjo teikti aiškumo. Po penkiolikos minučių į bendrą diskusiją įsiterpė Arizonos gimnazijos mokytojas Džeisonas Daeris (*Jason Dyer*). O nuo to praėjus vos trims minutėms, komentarą pridūrė *UCLA* (*University of California, Los Angeles* – Kalifornijos universitetas Los Andžele) matematikas Terensas Tao (*Terence Tao*) – kaip ir T. Goversas, Fieldso medalininkas. Komentarai prasiveržė: per kitas 37 dienas 27 žmonės parašė daugiau nei 800 matematinių komentarų, kuriuos sudarė daugiau nei 170 000 žodžių.

Skaitydamas komentarus, matai idėjas, kurios buvo pasiūlytos, tobulintos ar atsisakytos, ir visa tai daroma neįtikėtinu greičiu. Matai geriausius matematikus, darančius klaidas, nukrypstančius klaidingų sprendimų keliais, kimbančius į juodą darbą tarp gausybės eilinių detalių ir visaip ieškančius tinkamo sprendimo. Iš visų šių klaidingų pradinių pozicijų ir neteisingų sprendimų posūkių matai, kaip ima aiškėti įžvalgos.

„Matematikų eruditų“ procesą T. Goversas apibūdino kaip tiek prilygstantį „normaliam tyrimo procesui, kiek vairavimas prilygsta automobilio stūmimui“. Tepraėjus 37 dienoms, kai projektas prasidėjo, jis paskelbė esąs įsitikinęs, kad mokslininkai universalai išsprendė ne tik pirminį uždavinį, bet ir sunkesnį, kurį apėmė pirminis kaip atskiras atvejis, ir tai apibūdino „kaip šešias vienas įdomiausių savaičių mano matematiniame gyvenime“. Dar liko kelis mėnesius visko „tvarkyti“, tačiau esminis matematikos uždavinys buvo išspręstas. (Jei norėtumėte sužinoti T. Goverso uždavinio smulkmenas, jos yra aprašytos priede. Jei norite toliau skaityti knygą, šias smulkmenas galite ramiai praleisti.)

Mokslininkai universalai nestovi vietoje. Po pirmojo T. Goverso projekto buvo pradėta beveik tuzinas matematikų eruditų ir panašių į matematikų eruditų projektus, ir kai kurie iš jų sprendė daug sunkesnius uždavinius, nei pradinis T. Goverso uždavinys. Šiuose projektuose dalyvavo daugiau nei 100 matematikų ir kitų sričių mokslininkų; matematikos srityje ėmė plisti masinis bendradarbiavimas. Kaip ir pirmasis Matematikų eruditų projektas, keletas šių projektų buvo labai sėkmingi, išties gilinantys matematikos supratimą. Kiti atvejai buvo mažiau sėkmingi – nepasiekė savo tikslų (kartais nepaprastai ambicingų). Nepaisant to, masinio bendradarbiavimo matematika yra naujas galingas būdas spręsti sunkius matematinius uždavinius.

Kodėl masinis bendravimas internetu yra naudingas sprendžiant matematikos uždavinius? Iš dalies todėl, kad net geriausi matematikai gali daug išmokti iš žmonių, turinčių papildomų žinių, ir jie gali būti paskatinti apgalvoti idėjas tokiomis kryptimis, apie kurias anksčiau nebūtų susimąstę. Internetinės priemonės sukuria bendrą erdvę, kur tai gali nutikti, sudaro sąlygas trumpalaikei kolektyvinei operatyvinei atminčiai, kai idėjos daugelio protų gali būti greitai patobulintos. Šios priemonės leidžia į aukštesnį lygį pakelti kūrybinį pokalbį, taigi sąsajos, kurioms atsirasti paprastai prireiktų atsitiktinio įžvalgumo, atsiranda kaip savaime suprantamas dalykas. Tai pagreitina uždavinio sprendimą, išplečia uždavinių, kuriuos gali išspręsti žmogaus protas, seką.

Minėtas Matematikų eruditų projektas yra mažytė daug didesnės istorijos dalis, kaip internetinės priemonės keičia būdą, kuriuo mokslininkai daro atradimus. Šios priemonės yra *kognityvios (pažintinės)*, aktyviai stiprinančios kolektyvinį intelektą, darančios mus sumanesnius, tad geriau sugebančius išspręsti sudėtingiausius mokslinius uždavinius. Kad suprastume, kodėl visa tai yra svarbu, persikelkime mintimis į XVII šimtmetį ir ankstyvuosius moderniojo mokslo atsiradimo metus, į didžiųjų atradimų laikotarpį, kai Galileo Galilėjus (*Galileo Galilei*) pastebėjo Jupiterio palydovus, ir Izaokas Niutonas (*Isaac Newton*) suformulavo gravitacijos dėsnius. Didysis G. Galilėjaus, I. Niutono ir jų amžininkų palikimas nebuvo pavienės reikšmės atradimai. Jie patys savaime buvo mokslinių atradimų metodas, būdas suprasti, kaip gamta veikia.

XVII a. pradžioje iš neeilinio genijaus buvo tikimasi, kad jis bent mažmožiu prisidės prie mokslo pažangos. Išplėtoję mokslinių atradimų metodą, ankstyvieji mokslininkai užtikrino, kad iki amžiaus pabaigos tokie mokslinės pažangos žingsniai bus įprasti dalykai, tikėtinas bet kurio reikalavimus atitinkančio mokslinio tyrinėjimo rezultatas. Kam anksčiau prireikdavo genialumo – tapo įprasta, ir mokslo raida tiesiog prasiveržė.

Tokie atradimų darymo būdų patobulinimai yra daug svarbesni nei bet kuris atskiras atradimas. Jie išplečia žmogaus proto galimybių ribas į naujas gamtos sritis. Šiandien internetinės priemonės siūlo naują galimybę pagerinti atradimų darymo būdą, tokio masto galimybę, kuri nebuvo regėta nuo ankstyvųjų moderniojo mokslo laikų. Esu įsitikinęs, kad mokslo kūrimas – kaip daromi atradimai – per ateinančius dvidešimt metų pasikeis labiau, nei tai įvyko per pastaruosius 300 metų.

Matematikų eruditų projektas atskleidžia tik vieną tokio pasikeitimo aspektą – pokytį to, kaip mokslininkai dirba drauge ir kuria mokslą. Kitas jo aspektas yra dramatiškas mokslininkų galimybių išsiplėtimas, leidžiantis atrasti mokslo prasmę. Pasvarstykite, pavyzdžiui, apie studijas, apie kurias dažnai pasakojama žiniose, esą „tokie ir tokie genai sukelia tokias ir tokias ligas“. Šių studijų atlikimas yra įmanomas dėl žmogaus genetinio žemėlapio, sudaryto per pastaruosius dvidešimt metų. Geriausiai žinoma šio žemėlapio dalis yra žmogaus genomas, kurį mokslininkai užbaigė 2003 m. Mažiau žinomas, bet turbūt net svarbesnis yra 2007 m. baigtas sudaryti haplotipų[2] žemėlapis, kuris vaizduoja, kaip ir kurioje vietovėje skirtingi žmonės gali skirtis savo genetiniais kodais. Šios genetinės variacijos didžia dalimi nulemia nevienodą polinkį sirgti tam tikromis ligomis, o haplotipų žemėlapis parodo, kur šių variacijų pasitaiko – tai nėra tiesiog genetinis atskiro individo žemėlapis, tai – visų žmonių rasių genų žemėlapis.

Genetinis žmonių žemėlapis buvo bendras viso pasaulio daugelio biologų darbas. Savo laboratorijose išgautą naują svarią genetinių duomenų dalį jie perduodavo į tinklu sujungtą centralizuotą aptarnavimo bazę Genų banką (*GenBank*) – nuostabią internete veikiančią genetinės informacijos saugyklą, valdomą JAV Nacionalinio biotechnologijų informacijos centro. Genų bankas apjungia visą genetinę informaciją į vieną, viešai prieinamą internetinę duomenų bazę, ir tai yra kompiliacija – tūkstančių biologų darbas. Tai tokio masto informacija, kurios beveik neįmanoma išanalizuoti rankiniu būdu. Laimei, bet kas pasaulyje gali laisvai atsisiųsti genetinį žemėlapį, o tada, naudodamasis kompiuterio algoritmais, jį nagrinėti ir galbūt atrasti tokius faktus apie žmogaus genomą, apie kuriuos anksčiau net nebuvo įtariama.

Jei tik norite, ir jūs galite tiesiog dabar įeiti į Genų banko tinklalapį ir pradėti ieškoti genetinės informacijos. (Nuorodas į Genų banką ir kitus šaltinius žr. skyrelyje „Pastabos apie šaltinius“, kurio pradžia yra 347 puslapyje*.)

Iš esmės dėl to studijos, susiejančios genus su ligomis, yra įmanomos: mokslininkai iš pradžių suranda didelę sergančių tam tikra liga žmonių grupę,

2 Haplotipas (haploidinis genotipas) yra grupė genų, nedalomas genetinės medžiagos darinys, perduodamas palikuonims vieno iš tėvų.

* Neaišku, kokios knygos puslapį nurodo autorius: šios knygos originale tiek puslapių nėra. *(Vert. past.)*

taip pat kontrolinę grupę, kurie ta liga neserga. Tada jie naudojasi žmonių genetikos žemėlapiu, siekdami aptikti sergamumo šia liga dažnio ir šių dviejų grupių genetinių skirtumų koreliacijas.

Panašus atradimų modelis moksle yra taikomas jau kurį laiką. Daugelio sričių mokslininkai bendradarbiauja interneto tinkle, sukuria milžiniškas duomenų bazes, o remiantis jomis, sumodeliuojama visatos, pasaulio klimato, pasaulio vandenyno, žmonių kalbų ir netgi visų gyvybės rūšių struktūra. Panaudodami šimtų ar tūkstančių mokslininkų darbą, kolektyviai kuriame viso pasaulio žemėlapius. Su šiais jungtiniais žemėlapiais bet kas gali naudoti kompiuterio algoritmus ir aptikti sąsajų, apie kurias niekada nebuvo net įtariama. Toliau šioje knygoje pateiksime pavyzdžių, aprėpiančių viską nuo naujų būdų, kaip galima stebėti gripo proveržių plitimą, iki orbitoje skriejančių ypač didelių juodųjų skylių porų atradimo. Atskiras pasaulio žinias surenkame į vieną milžinišką sistemą. Ši sistema yra per didelė, kad būtų galima įstengti ją sukurti bet kieno individualiu darbu, tačiau naujos kompiuterizuotos priemonės gali padėti aptikti šioje žinių gausoje užslėptas reikšmes.

Matematikų eruditų projektas atskleidžia permainas, kaip mokslininkai bendradarbiauja, kurdami mokslą, Genų bankas ir genetikos studijos parodo permainas, kaip mokslininkai aptinka reikšmes žinių gausoje, o trečia svarbi permaina yra mokslo ir visuomenės santykio pokytis. Šio pokyčio pavyzdys yra tinklalapis *Galaxy Zoo*, kuris pritraukė daugiau nei 200 000 internetinių savanorių padėti astronomams suklasifikuoti galaktikų vaizdus.

Savanoriams yra rodomos galaktikų nuotraukos ir prašoma atsakyti į klausimus, pavyzdžiui, „Ar galaktika yra spiralės, ar elipsės formos?“ ir „Jei spiralės formos, ar jos atšakos sukasi pagal ar prieš laikrodžio rodyklę?“ Tai yra fotografijos, kurios buvo padarytos automatiškai roboto teleskopo, ir iki tol jų nebuvo mačiusios jokio žmogaus akys. *Galaxy Zoo* galite laikyti kosmologiniu objektų surašymu – didžiausiu, koks kada nors buvo atliktas, kuris jau pateikė daugiau nei 150 mln. galaktikos kategorijų.

Astronomai savanoriai, kurie dalyvavo *Galaxy Zoo* projekte, padarė įspūdingų atradimų, pavyzdžiui, neseniai jie atrado visiškai naują galaktikų klasę, „žaliųjų žirnelių galaktikas“ – taip pavadintas dėl to, kad šios galaktikos išties atrodo kaip maži žali žirneliai – jose žvaigždės formuojasi greičiau, nei beveik bet kur kitur visatoje. Jie taip pat atrado tai, kas, manoma, yra pirmasis kada nors

atrastas kvazaro* veidrodžio pavyzdys – milžiniškas dujų debesis, kurio skersmuo yra dešimtys tūkstančių šviesmečių, ir jis ryškiai švyti, nes dujos yra įkaitinamos šalia esančio kvazaro šviesos. Tepraėjus trejiems metams, *Galaxy Zoo* projekto savanoriai parašė 22 mokslinius straipsnius, o daug daugiau jų dar yra rašoma.

Galaxy Zoo – tai tik vienas iš daugelio vadinamo „piliečių mokslo“ (angl. *citizen science*) projektų, kai pritraukiami savanoriai, dauguma iš jų neturintys mokslinio parengimo, kad padėtų išspręsti mokslinio tyrimo problemas. Matysime pavyzdžių iš įvairių mokslo sričių, kur savanoriai pasitelkiami kompiuteriniais žaidimais siekti numatyti baltymų molekulių formą ir kur savanoriai padeda suprasti, kokia buvo dinozaurų evoliucija. Tai yra rimti moksliniai projektai, kai didžiulės savanorių, teturinčių menką mokslinį parengimą, grupės gali spręsti mokslinius uždavinius, neįkandamus mažoms profesionalų grupėms.

Profesionalų komanda negalėtų padaryti to, ko pasiekta *Galaxy Zoo* projektu – net dirbdami visą darbo dieną, profesionalai neturėtų laiko suklasifikuoti šimtų tūkstančių (ar daugiau) galaktikų. Galėtume spėti, kad jie naudotųsi kompiuteriais, siekdami suklasifikuoti galaktikų vaizdus, tačiau, tiesą sakant, savanoriai jas klasifikuoja tiksliau nei net pačios geriausios kompiuterio programos. Taigi tokių projektų, kaip *Galaxy Zoo*, savanoriai išplečia ribas, kokie moksliniai uždaviniai gali būti išspręsti, ir, tai darydami, jie taip pat pakeičia suvokimą, kas gali būti mokslininkas ir ką reiškia būti mokslininku. Ar labai gali skirtis mokslininkas profesionalas ir mokslininkas mėgėjas? Ar vieną dieną pamatysime, kad Nobelio premiją laimėjo milžiniška bendradarbių grupė, kurioje daugiausia diletantų?

Pilietiškumo mokslas yra didesnės mokslo ir visuomenės santykio permainos dalis. *Galaxy Zoo* ir panašūs projektai yra pavyzdžiai organizuotų bendrijų, kurios veda mokslinę bendruomenę ir kitą visuomenės dalį nepramintais keliais. Pamatysime, kad internetinės priemonės leidžia susikurti daugeliui naujų susisiejančiųjų institucijų, įskaitant atviros prieigos publikavimą, visuomenei suteikiantį tiesioginį priėjimą prie mokslo rezultatų, ir mokslinių tinklaraščių – pastarieji padeda sukurti atviresnę ir skaidresnę mokslinę bendruomenę. Kokiais dar būdais galima sukurti mokslininkų ir eilinės visuomenės dalies sąsajas? Ir koks bus ilgalaikis šių naujų susisiejančių institucijų poveikis?

Fabula, kuri plėtojosi iki šiol, yra optimistinė galimybių ir pasaulį keičiančių naujų priemonių istorija. Tačiau šioje istorijoje yra kliūčių, kurios ne-

leidžia mokslininkams kuo plačiau panaudoti internetinių priemonių. Kad būtų aiškiau, prisiminkime anksčiau aptartas studijas, siejančias genus su ligomis. Šioje istorijoje (ją pagražinau) yra vienas esminis, tačiau išties gana mįslingas klausimas: *kodėl* biologai dalijasi genetine informacija Genų banke?

Pasirodys keista – jei esi biologas profesionalas, tau naudingiau informaciją kuo ilgiau išlaikyti paslaptyje. Kam dalytis interneto tinkle savo duomenimis dar iki tol, kol turėsi galimybę straipsnį paskelbti arba savo darbą patentuoti? Mokslo pasaulyje – tai straipsniai, o kai kuriose srityse – patentai; už tai yra apdovanojama, asmuo paaukštinamas. Viešas duomenų skelbimas paprastai niekuo neprisideda prie karjeros, atvirkščiai – jai gali net pakenkti, o padėti jo kolegoms mokslininkams.

Iš dalies dėl šių priežasčių Genų bankas, įsteigtas 1982 m., įsivažiavo lėtai. Nors daugelis biologų buvo patenkinti galimybe prieiti prie kitų kolegų įdedamų duomenų, bet savo duomenų dėti neskubėjo. Tolydžio padėtis keitėsi. Viena šio pasikeitimo priežasčių – 1996 m. Bermudoje surengta istorinė konferencija, kurioje dalyvavo daugelis iškiliausių pasaulio biologų, įskaitant ir kelis vyriausybės finansuojamo Žmogaus genomo projekto vadovus. Dalyvavo ir Kreigas Venteris (*Craig Venter*), kuris vėliau vadovavo iniciatyvai nustatyti žmonių genomo seką.

Nors daugelis konferencijos dalyvių nenorėjo vienašališkai žengti pirmo žingsnio ir dalytis visais savo turimais genetiniais duomenimis dar iki tol, kol juos paskelbė, kiekvienas suprato: mokslas nepaprastai daug išloštų, jei duomenimis būtų dalijamasi atvirai. Taigi jie kelias dienas svarstė šį reikalą ir galiausiai sutarė (susitarimas žinomas kaip Bermudų susitarimas): visa, kas žinoma apie žmogaus genetiką, turėtų būti nedelsiant paskelbta internete bendram naudojimui.

Šis susitarimas nebuvo tik tuščia retorika. Ten buvę biologai turėjo pakankamai įtakos, ir jiems pavyko įtikinti kelias svarbias paramos mokslui įstaigas, kad jos nedelsdamos reikalautų iš dirbančių su žmogaus genomu viešinti duomenis. Mokslininkai, atsisakę tai daryti, negautų finansavimo savo tyrimams. Tai pakeitė „žaidimo“ eigą, ir neatidėliojamas dalijimasis žmogaus genetikos duomenimis tapo norma.

Galiausiai Bermudų susitarimas pasiekė aukščiausiąjį vyriausybinį lygmenį: 2000 m. kovo 14 d. JAV prezidentas Bilas Klintonas (*Bill Clinton*) ir

Jungtinės Karalystės Ministras Pirmininkas Tonis Bleiras (*Tony Blair*) išleido bendrą pareiškimą: gyrė Bermudų susitarime numatytus principus ir ragino kiekvienos valstybės mokslininkus taikyti panašius į šiuos. Vien Bermudų susitarimas ir panašūs vėliau priimti susitarimai informaciją apie žmogaus genomą ir haplotipų žemėlapį padarė viešai prieinamus.

Istorija laiminga, tik nelaiminga pabaiga. Bermudų susitarimas buvo taikomas tik žmogaus genetikos duomenims. Nuo tada ne kartą bandyta plėsti susitarimo esmę, kad būtų dalijamasi didesne genetinių duomenų dalimi, tačiau vis dar yra daug gyvybės formų, kurių genetiniai duomenys neviešinami. Pavyzdžiui, iki 2010 m. dar nebuvo susitarimo pasaulio mastu dalytis duomenimis apie gripo virusą. Pastangos priimti bendrą sprendimą klimpsta lyderiaujančių šalių nesutarimuose. Kad susidarytų geresnis įspūdis, kiek mokslininkų pasiryžę dalytis ne žmonių genetikos duomenimis, atskleisiu, ką neseniai man pasakė vienas mokslininkas: jis jau daugiau nei metus „sėdėjo ant“ ištisos biologinės rūšies (!) genomo. Neturėdami jokio stimulo dalytis, bet turėdami daug priežasčių to nedaryti, mokslininkai duomenis kaupia. Dėl to vis labiau skiriasi mūsų suvokimas apie, sakykim, žmogų (beveik visi genetiniai duomenys yra prieinami internete), ir, tarkim, apie gripo virusą (svarbūs duomenys neprieinami).

Šis pasakojimas sudaro įspūdį, kad į tai įtraukti mokslininkai yra godūs ir elgiasi destruktyviai. Galiausiai, šis tyrimas paprastai yra apmokamas viešųjų fondų lėšomis. Ar dėl to neturėtų mokslininkai savo tyrimų rezultatų pateikti viešai, kai tik juos gauna? Šiose idėjose yra tiesos, tačiau padėtis – sudėtinga. Kad suvoktume, kas vyksta, reikėtų suprasti neįtikėtiną konkurencinį spaudimą, kurį patiria gabūs jauni mokslininkai.

Retai atsiranda laisva gero, ilgalaikio darbo vieta svarbiame universitete – dažniausiai dėl jos kreipiasi šimtai puikios kvalifikacijos kandidatų. Konkurencija dėl darbo yra tokia nuožmi, kad daugiau nei 80 valandų darbo savaitė jauniesiems mokslininkams yra įprastas dalykas. Ir kiek tik įmanoma šio laiko yra skiriama nagrinėti vienam dalykui, kuris padėtų gauti tokį darbą, – kaupiant įspūdingus įrašus apie paskelbtus mokslinius straipsnius. Šie straipsniai padės gauti stipendijas tyrimams ir rekomendacinius laiškus, būtinus ilgalaikiam darbui susirasti.

Gavus nuolatinę tarnybą, viskas sulėtėja, tačiau stipendijų parama dar reikalauja laikytis griežtos darbo etikos. Pasekmė: nors daugelis mokslinin-

kų iš principo sutinka paviešinti savo duomenis dar prieš juos paskelbiant straipsniuose, jie nerimauja, kad, tai darydami, savo konkurentams padės nesąžiningai įgyti pranašumą. Tie konkurentai galėtų pasinaudoti jų žiniomis ir suskubti pirmieji publikuoti savo tyrimų rezultatus arba dar blogiau – duomenis netgi pasivogti ir rezultatus pateikti kaip savus. Dalytis duomenimis būtų įmanoma tik tada, jei visi būtų apsaugoti kolektyviniu susitarimu, tokiu, kaip Bermudų susitarimas.

Dėl panašių priežasčių mokslininkai atsisako prisidėti prie daugelio kitokių interneto tinklo projektų. Pasvarstykime apie Vikipediją – internetinę enciklopediją. Vikipedija pateikia savo vizijos teiginį, kuriuo siekiama sušildyti mokslininkų širdis: *Įsivaizduokite pasaulį, kuriame kiekvienas žmogus gali dalyvauti laisvai dalydamasis žinių visuma. Tai yra mūsų įsipareigojimas*. Galėtume manyti, kad Vikipedijos projektas buvo pradėtas mokslininkų, trokštančių paskleisti visas pasaulio žinias, tačiau būtume neteisūs. Iš tiesų, jį pradėjo Džimis „Džimbo" Veilsas (*Jimmy "Jimbo" Wales*), tuo metu buvęs interneto kompanijos, kurios specializacija – daugiausia suaugusiesiems skirta informacija, vienas iš įkūrėjų, ir Laris Seindžeris (*Larry Sanger*), filosofas, palikęs akademinę bendruomenę, kad galėtų dirbti su Dž. Veilsu, kuriant internetines enciklopedijas.

Tik pradedant plėtoti Vikipediją, mokslininkai dar buvo mažai į ją įsitraukę, nors bet kas pasaulyje gali ją redaguoti, ir, tiesą sakant, ji visa ir yra parašyta jos vartotojų. Tai neįtikėtinai stebinantis projektas, prie kurio gali prisidėti bet kas; jis labai greitai populiarėja ir išreiškia esmines mokslines vertybes. Kodėl neskubėjo prisidėti mokslininkai?

Dėl tos pačios problemos, kaip ir kalbant apie genetinius duomenis: kodėl mokslininkai turėtų gaišti laiką prisidėdami prie Vikipedijos, kai galėtų daryti kažką, labiau gerbiamo jų kolegų, pavyzdžiui, rašyti straipsnį? Pastaroji veikla veda prie darbų, stipendijų ir paaukštinimo. Ir nesvarbu, kad prisidėjimas prie Vikipedijos iš emės galėtų būti vertingesnė veikla. Iš pradžių darbą joje mokslininkai vertino kaip paviršutinišką, tuščią laiko gaišimą, kaip nerimtą mokslą. Džiaugiuosi galėdamas pasakyti, kad, einant metams, tai pasikeitė, ir šiandieninė Vikipedijos sėkmė tam tikru lygiu čia įteisino ir mokslininkų darbą. Bet ar nekeista, kad šių laikų Aleksandrijos biblioteka buvo įkurta ne akademinės visuomenės?

Tai yra tikras galvosūkis. Mokslininkai padėjo sukurti internetą ir pasaulinio masto tinklą. Jie plačiai ėmė naudotis elektroniniu paštu, pirmieji pradėjo stulbinančius projektus – Matematikų eruditų projektą ir *Galaxy Zoo*. O kodėl jie taip nenoriai priėmė Genų banką ir Vikipediją? Todėl, kad, nepaisant radikalios jų išorės, Matematikų eruditų projektas, *Galaxy Zoo* ir panašūs sumanymai savo esme yra konservatyvūs – visų pirma tai projektai, skirti įprastam tikslui – rašyti mokslinius straipsnius. Konservatizmas padeda pritraukti pagalbininkų, kurie nori naudotis nešabloniškomis priemonėmis, sakykim, tinklaraščiais, kad veiksmingiau pasiektų įprastą tikslą (parašytų mokslinį straipsnį).

Tačiau kai išsikeltas tikslas – ne parengti mokslinį straipsnį, bet dalyvauti Genų banke, rašyti Vikipedijoje ir daug kur kitur – tai tiesiogiai neskatina mokslininkų prisidėti. Ir tai yra problema, nes kai kurios pačios geriausios idėjos, kaip pagerinti mokslininkų darbą, yra susijusios su atsiribojimu nuo mokslinių straipsnių rašymo, kaip galutinio mokslinio tyrimo tikslo. Taip yra prarandamos galimybės, trukdančios plėtotis potencialiai Genų banko ir Vikipedijos įtakai.

Šioje knygoje gilinsimės į mokslo istoriją ir kultūrą bei pamatysime, kaip susiklostė padėtis, kai mokslininkai dažniausiai nenori dalytis savo idėjomis ir turimais duomenimis net tada, kai tai pagreitintų mokslo pažangą. Tačiau rasime atsvaros taškus, kuriuose šiandieniniai maži pokyčiai sukurs tokią ateitį, kai mokslininkai tikrai galės pasinaudoti visais internetinių priemonių pranašumais, labai padidinančiais galimybes daryti mokslinius atradimus.

Per revoliucijas kartais įvyksta kažkoks vienas labai įsimintinas įvykis, pavyzdžiui, per Didžiąją Prancūzijos revoliuciją – Bastilijos šturmas arba JAV Nepriklausomybės Deklaracijos pasirašymas. Bet dažnai pačios svarbiausios revoliucijos nėra skelbiamos trimitų gausmu. Jos įvyksta tyliai, per lėtai, kad iš to padarytum naujieną, tačiau pakankamai greitai, kad – jei nesi budrus – revoliucija pasibaigia anksčiau, nei sužinai, kad ji vyksta.

Panašiai vyksta šioje knygoje aprašomi pokyčiai. Tai nėra atskiri įvykiai ar greitai vykstančios permainos. Tai lėta revoliucija, kuri ramiai ilgus metus kaupė jėgas. Iš tikrųjų, tai yra pokyčiai, kuriuos daugelis mokslininkų pražiūrėjo arba nepakankamai įvertino, nes visą dėmesį taip buvo sukaupę į savo pačių specializaciją, kad net nesuprato, kokio plataus masto yra naujųjų internetinių

priemonių poveikis. Jie tarsi sėdintys paplūdimyje banglentininkai, kurie taip stebi lūžtančias bangas, kad net nemato prasidedančio jūros potvynio.

Tačiau neturėtume leistis būti kvailinami šios lėtos, ramios dabartinių pokyčių, kurių tempu eina mokslas, kilmės. Mes esame didžių mokslo kūrimo permainų sūkuryje. Įsivaizduokime, jeigu būtume gyvenę XVII a., moderniojo mokslo apyaušryje. Dauguma to meto žmonių net minties neturėjo apie vykstantį didį virsmą, mūsų suvokimo transformaciją. Net jei nebūtume buvę mokslininkai, argi nebūtume norėję bent žinoti apie tuos nepaprastus pasaulio suvokimo pasikeitimus? Panašaus masto pokytis vyksta ir šiandien – mes atrandame kitaip.

Aš rašau šią knygą, nes esu įsitikinęs: naujas atradimų darymo būdas yra vienas didžiausių mūsų laikų pokyčių. Istorikai, apžvelgiantys pastarųjų šimto metų istoriją, skirs dvi mokslo raidos eras – klasikinio ir besiremiančio interneto tinklais. Mes gyvename perėjimo į antrąją mokslo erą laikais. Perėjimas nebus tolygus, ir gali būti, kad jis žlugs arba nepateisins savo potencialo lūkesčių. Taip pat parašiau šią knygą dėl to, kad ji padėtų sukurti plačiai paplisiantį visuomenės suvokimą apie dabar atsirandančias perspektyvas, suvokimą, kad atviresnis požiūris į mokslą nėra tik graži idėja, tačiau to turi būti reikalaujama iš mokslininkų ir mokslinių institucijų.

Šie pokyčiai yra svarbūs. Pagerinti sąlygas mokslui kurti – tai paspartinti mokslinius atradimus: pagreitinti vėžio gydymą, klimato pokyčio problemos sprendimą, nuolatinį žmonių buvimą kosmose. Tai reiškia fundamentalias įžvalgas keisti žmonijos gyvenimo sąlygas, gilintis į visatos santvarką ir sandarą. Tai reiškia atradimus, apie kuriuos dar net nesvajojome. Per kelerius ateinančius metus turime puikiausią galimybę keisti ir gerinti mokslo kūrimo būdus. Ši knyga ir yra pasakojimas apie šiuos pokyčius, ką jie mums reiškia ir ką turime padaryti, kad jie vyktų.

PIRMA DALIS

KOLEKTYVINIO INTELEKTO STIPRINIMAS

ANTRAS SKYRIUS

INTERNETINĖS PRIEMONĖS TEIKIA SUMANUMO

1999 m. pasaulio šachmatų čempionas Garis Kasparovas žaidė šachmatų partiją prieš „visą pasaulį“. Šio *Microsoft* organizuoto renginio idėja buvo ta, kad bet kas pasaulyje galėjo įeiti į žaidimo tinklalapį ir balsuoti už tai, koks turėtų būti padarytas kitas ėjimas. Dėl kiekvieno ėjimo balsuodavo daugiau nei 5000 asmenų, o per visą žaidimą balsavo daugiau nei 50 000 iš 75 pasaulio valstybių. Dėl kiekvieno ėjimo Pasaulio komanda priimdavo sprendimą kas 24 valandas, ir „laimindavo“ daugiausiai balsų surinkusį ėjimą. Žaidimas buvo paskelbtas kaip „Kasparovas prieš pasaulį“.

Žaidimas viršijo visus lūkesčius. Po 62 ėjimų naujoviškais šachmatais, kai iki tol žaidimo rezultato persvara keitėsi kelis kartus, Pasaulio komanda galiausiai pasidavė. G. Kasparovas tai pavadino „iškiliausiu žaidimu šachmatų istorijoje“ ir atskleidė, kad žaisdamas dažnai negalėdavo pasakyti, kas laimi, o kas pralaimi; taip vyko iki 51-ojo ėjimo, kai persvara akivaizdžiai pasislinko į jo pusę. Po žaidimo G. Kasparovas apie tai parašė knygą ir atskleidė, kad šiam vienam žaidimui jis išeikvojo daugiau energijos nei bet kuriam kitam savo karjeroje, įskaitant ir pasaulio čempionatų žaidimus.

Nors Pasaulio komandai padėjo ir keli stiprūs žaidėjai, nė vienas nebuvo toks stiprus, kaip G. Kasparovas, o vidutinė kiekvieno žaidėjo kvalifikacija

buvo kur kas prastesnė nei jo. Vis dėlto Pasaulio komanda kolektyviai žaidė kur kas stipriau, nei bet kuris iš prisidedančių žaidėjų būtų įprastai žaidęs atskirai – tai išties buvo vienas stipriausių žaidimų šachmatų istorijoje. Reikia atsižvelgti ne tik į tai, kad jie žaidė su pajėgiausiu žaidėju G. Kasparovu, bet ir į tai, kad didžioji dalis jų samprotavimų apie strategiją ir taktiką buvo atliekami viešai, ir šiuo privalumu naudojosi G. Kasparovas. Įsivaizduokite save ne tik žaidžiantį su juo, bet ir turintį jam paaiškinti, kuo grindžiate savo ėjimus!

Kaip tai buvo įmanoma? Kaip tūkstančiai šachmatų žaidėjų, daugiausia iš jų – mėgėjų, galėjo stoti varžytis su G. Kasparovu, kai tuo metu jo meistriškumas buvo aukščiausio lygio? Pasaulio komandą sudarė įvairios patirties šachmatų žaidime turintys žmonės – nuo pradedančiųjų iki didmeistrių. Ėjimai, ekspertų įvertinti kaip akivaizdžiai klaidingi, kartais gaudavo iki 10 proc. balsų, o tai reiškė, kad dalyvauja daug šachmatų naujokų. Darant vieną ėjimą, 2,4 proc. balsų buvo skirti ėjimams, kurie nebuvo blogi, bet, tiesą sakant, prieštaravo šachmatų taisyklėms!

Pasaulio komanda savo žaidimą koordinavo keliais būdais. *Microsoft* įsteigė žaidimo forumą, kur žmonės galėjo žaidimą aptarti, taip pat Pasaulio komandai paskyrė keturis oficialius patarėjus. Jie buvo gabūs šachmatininkai paaugliai, vieni iš geriausių pasaulyje savo amžiaus grupėje, nors nė vienas nebuvo G. Kasparovo lygio žaidėjas. Kiekvienam ėjimui šie patarėjai paskelbdavo savo rekomendacijas *Microsoft* tinklalapyje ir, jei norėdavo, komentarais jas paaiškindavo. Tai būdavo daroma dar gerokai prieš tai, kai Pasaulio komanda baigdavo balsuoti, todėl rekomendacijos galėjo turėti įtakos balsavimui. Žaidimui įsibėgėjus, patarimus taip pat teikė keli kiti stiprūs šachmatų žaidėjai. Ypač buvo įtakinga Didmeistrių šachmatų mokykla – Rusijos šachmatų klubas, kurio nariai buvo keli didmeistriai; beje, į jos patarimus ne visada buvo atsižvelgiama.

Didžioji dalis patarėjų ir kiti stiprūs žaidėjai į diskusiją žaidimo forume nekreipė dėmesio, visai nemėgino užmegzti ryšio su dauguma žmonių, sudarančių Pasaulio komandą, taigi atsiribodavo ir nuo žmonių, kurių balsai nulemdavo Pasaulio komandos ėjimus. Tačiau viena iš patarėjų aktyviai įsitraukė į diskusiją su Pasaulio komanda – neeilinė jaunoji šachmatų žaidėja Irina Kraš (*Ирина Краш*). Būdama 15 metų, ji neseniai buvo tapusi JAV šachmatų čempione tarp moterų. Nors ir ne taip gerai vertinama, kaip du kiti

Pasaulio komandos patarėjai, I. Kraš išties priklausė tarptautiniam jaunųjų šachmatininkų elitui.

Skirtingai nei jos kolegos ekspertai, I. Kraš Pasaulio komandos žaidimo forumui skyrė nemažai laiko ir dėmesio. Nekreipdama dėmesio į užgauliojimus ir įžeidinėjimus, iš forumo diskusijų ji prisirinko puikiausių idėjų ir analizės galimybių, rašė išsamius komentarus, apibūdindama savo mąstymą, kuriuo paremti jos rekomenduojami ėjimai, ir pamažu subūrė stiprių šachmatininkų tinklą, įskaitant ir kelis didmeistrius, siūlančius savo patarimus.

Tuo pačiu metu I. Kraš ir jai talkinanti grupė, draugija, pasivadinusi „Sumanieji šachmatai“, sukūrė viešai prieinamą žaidimo analizės medį (algoritmą), kuris demonstravo galimus ėjimus ir kontraėjimus bei apėmė ir geriausius „už“ ir „prieš“ argumentus skirtingoms žaidimo taktikoms. Šie argumentai rėmėsi ne tik jos asmenine analize, bet ir žaidimo forumo diskusija, jos susirašinėjimu su kitais žaidėjais, įskaitant ir Didmeistrių šachmatų mokyklos narius. Šis analizės algoritmas padėjo Pasaulio komandai derinti savo pastangas, išvengti pastangų dubliavimosi ir tarnavo kaip Pasaulio komandos diskusijų ir balsavimo gairės.

Šachmatininkė I. Kraš tolydžio virto pagrindine Pasaulio komandos nare. Iš dalies tai nulėmė jos žaidimo kokybė. I. Kraš dešimtąjį ėjimą pasiūlė tokį, kad G. Kasparovas pavadino jį „nuostabiu ėjimu, svariu įnašu į šachmatų žaidimą“, ir tai atvėrė naujas žaidimo platybes, perkėlė į dar neatrastas šachmatų erdves. Šis ėjimas sustiprino jos autoritetą Pasaulio komandoje, ir ji tapo koordinatore. 10–50-ajam ėjimams Pasaulio komanda visada rinkdavosi rekomenduotus I. Kraš, net tada, kai jie nesutapdavo su kitų trijų patarėjų rekomendacijomis arba su įtakingų komentatorių, sakykim, Didmeistrių šachmatų mokyklos atstovų, patarimais.

Dėl to kai kurie žmonės sako, kad iš tiesų tai buvo žaidimas „Kasparovas prieš Kraš“, nors įprastomis sąlygomis pirmasis lengvai nurungtų antrąją. G. Kasparovas sakė esąs įsitikinęs, kad jis išties žaidė prieš „Sumaniuosius šachmatus“ – prieš I. Kraš padedamą komandą. I. Kraš atmetė abi šias požiūrių versijas. Keliuose po šio žaidimo parašytuose rašiniuose ji paaiškino, kokiais samprotavimais buvo grindžiami rekomenduoti ėjimai: ji remdavosi daugeliu šaltinių, pradedant anoniminiais žaidimo forumo komentarais, baigiant didmeistrių siūlymais. Ji ne kartą tvirtino: įtikinta kažkieno kito pranašes-

nės analizės, keitė savo pačios idėjas, o kai kada jų ir visai atsisakė. Vadinasi, I. Kraš nei žaidė viena, nei nedidelėje komandoje – labiau nagrinėjo bendras visos Pasaulio komandos pastangas, dėl to geriausiai išmanė visus komandos narių siūlymus. Kiti, stipresni žaidėjai, taip gerai nesuprato skirtingų požiūrių ir todėl nepriimdavo tokių gerų ėjimų sprendimų, nes jie Pasaulio komandai nebuvo toks autoritetas kaip I. Kraš, kad galėtų daryti stiprią įtaką balsavimui. Taigi I. Kraš koordinavimas geriausias visų pagalbininkų idėjas sujungė į rišlią visumą. Rezultatas – Pasaulio komanda pasirodė kur kas geriau, nei būtų pasirodęs bet kuris pavienis komandos žaidėjas, ir tikriausiai geriau nei bet kuris žaidėjas istorijoje, išskyrus G. Kasparovą jo šlovės viršūnėje.

„Kasparovas prieš pasaulį“ nebuvo pirmasis žaidimas, kuriame šachmatų didmeistris varžėsi prieš pasaulį. Trejais metais anksčiau – 1996 – buvęs šachmatų pasaulio čempionas Anatolijus Karpovas (*Анатолий Карпов*) taip pat žaidė tokį žaidimą. Žaidžiant „Karpovas prieš pasaulį“ ėjimams rinktis buvo naudojama kitokia interneto tinklo sistema, nebuvo žaidimo forumo, oficialių žaidimo patarėjų, o Pasaulio komandos nariams tebuvo suteikiama 10 minučių balsuoti už jų pasirenkamą ėjimą. Neturėdama priemonių derinti savo veiksmus, Pasaulio komanda žaidė prastai, ir A. Karpovas ją sutriuškino tik 32 ėjimais. Gal paveiktas A. Karpovo sėkmės, G. Kasparovas prisipažino, kad prieš savo žaidimą jis „nesitikėjo jokių ypatingų sunkumų“ ir buvo įsitikinęs – „sugebės reikalus baigti greičiau nei per 40 ėjimų“. Kaip jis turėjo nustebti!

KOLEKTYVINIO INTELEKTO STIPRINIMAS

Tokie pavyzdžiai, kaip „Kasparovas prieš pasaulį“ ir Matematikų eruditų projektas, parodo, kad žmonių grupės gali naudotis internetinėmis priemonėmis, ir tokiu būdu kolektyviai tapti protingesni. Vadinasi, šios priemonės gali būti panaudotos sustiprinti kolektyvinį intelektą, panašiai kaip tūkstantmečiais buvo naudojami rankiniai įrankiai, siekiant sustiprinti fizinę jėgą. Kaip šie įrankiai leidžia pasireikšti šiam stebinančiam sumanumui? Gal tai tik laimingas atsitiktinumas? Arba gal galima internetines priemones naudoti plačiau – kūrybiniams uždaviniams spręsti, kai būtų viršijamas net protingiausių pavienių asmenų išmoningumas? Ar yra bendro modelio principų, kurie galėtų būti naudojami sustiprinti kolektyvinį intelektą, kažkas panašaus į bendradarbiavimo mokslo modelį?

Bendrų atsakymų į šiuos klausimus yra pasiūlyta: esą internetinės priemonės sukuria galimybę veikti tam tikram kolektyviniam protui, kai žmonės toje grupėje yra tarsi neuronai. Tada kažkokiu būdu šių žmonių-neuronų sąsaja sudaro galingesnį intelektą. Nors ši metafora sužadina vaizduotę, bet turi daug spragų. Žmogaus proto ištakos ir sandara visiškai skiriasi nuo interneto, ir nėra įtikinamos priežasties manyti, kad protas yra tikslus modelis to, kaip veikia kolektyvinis intelektas, ar kaip jis galėtų būti labiausiai sustiprintas. Kad ir ką darytų mūsų kolektyvinis protas, atrodo, jis veikia visai kitaip, nei smegenys. Be to, iki šiol gerai nesuprantame, kaip veikia žmogaus smegenys, taigi minėta metafora ne itin tinka. Jei ketiname suprasti, kaip sustiprinti kolektyvinį intelektą, reikia pažvelgti plačiau, nei tai leidžia kolektyvinio proto metafora.

Apie kolektyvinį intelektą yra parašyta daugelis knygų ir straipsnių žurnaluose. Turbūt geriausiai žinomas šios veiklos pavyzdys yra 2004 m. išleista Džeimso Surovickio (*James Surowiecki*) knyga „Minių išmintis“ (*The Wisdom of Crowds*), kuri paaiškina, kaip didelės žmonių grupės, spręsdamos uždavinius, kartais gali pasiekti nepaprastai gerų rezultatų. Knygą autorius pradeda įspūdingu pasakojimu apie mokslininką Fransį Galtoną (*Francis Galton*).

1906 m. F. Galtonas lankėsi Anglijos kaimo mugėje, o viena iš mugės pramogų buvo svorio spėjimo rungtis, kur žmonės varžėsi, spėdami jaučio svorį. F. Galtonas manė, kad daugumos iš rungtyniaujančių apytikriai įvertinimai bus toli nuo tiesos, ir labai nustebo sužinojęs, kad visų varžovų spėjimų vidurkis (1 197 svarai) buvo tik vienu svaru mažesnis už tikslų svorį – 1 198 svarus. Kitais žodžiais tariant, jei išvestum spėjimų vidurkį, mugės minia kolektyviai svorį atspėjo beveik tobulai. Dž. Surovickio knygoje toliau aptariama daugelis kitų būdų, kaip galima suvienyti kolektyvinę išmintį ir pasiekti itin gerų rezultatų.

Surovickio kūrinio „Minių išmintis“ ir panašių veikalų ribas peržengia dviem būdais. Pirma, mūsų tikslas yra suprasti, kaip internetinės priemonės gali aktyviai *sustiprinti* kolektyvinį intelektą, t. y. mus domina ne tik kolektyvinis intelektas, bet ir tai, kaip sukurti priemones kolektyviniam intelektui padidinti. Antra, mes ne aptariame kasdienes situacijas, kaip minėtas jaučio svorio įvertinimas – mūsų dėmesys sutelktas į uždavinius, kurie yra ties žmogaus gebėjimo išspręsti keblumus riba, tokius sudėtingus dalykus, kaip varžytis

su G. Kasparovu, kai jis buvo pasiekęs meistriškumo viršūnę, arba susidoroti su matematikos uždaviniais, kurie yra iššūkis ir geriausiems pasaulio matematikams. Daugiausia dėmesio skirsime mokslinių uždavinių sprendimui ir, žinoma, su tuo susijusiems sunkumams dėl žmogaus galimybių išspręsti uždavinius ribotumo. Juos išspręsti mokslininkai labai nori, nes tai duotų nepaprastai daug naudos.

Iš pirmo žvilgsnio mintis, kad internetinės priemonės kolektyviai mus gali padaryti protingesnius, prieštarauja pastaruoju metu madingai tam tikrų sluoksnių minčiai esą internetas bukina intelektą. Pavyzdžiui, 2010 m. Nikolasas Karas (*Nicholas Carr*) išleido knygą „Seklumos: kaip internetas veikia žmogaus smegenis“ (*The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*), kurioje teigia: internetas mažina galimybes susikaupti ir mąstyti. N. Karo knyga ir kiti panašūs veikalai atskleidžia daug gerų dalykų, ir apie juos buvo plačiai diskutuojama. Tačiau naujos technologijos retai daro tik vienokią įtaką, ir įsitikinime, kad internetinės priemonės gali tiek stiprinti, tiek silpninti intelektą, prieštaravimo nėra. Juk galima plaktuką naudoti statyti namui ir galima juo susiskaldyti nykštį.

Sudėtingos technologijos ypač dažnai reikalauja nemenkų įgūdžių, kad galėtume jomis kuo geriau naudotis. Automobiliai yra nuostabios priemonės, tačiau žinome, kaip vairuoja pradedantieji. Vertinant internetą padaryti išvadą, kad pagrindinis jo poveikis yra mus padaryti kvailesnius, yra tas pat, kaip žiūrėti į automobilį ir tvirtinti: jis yra pradedančiųjų vairuotojų priemonė numušti išsigandusiems pėstiesiems.

Interneto erdvėje iki šiol esame pradedantieji vairuotojai, ir nekeista, kad kartais internetinės priemonės yra menkai išnaudojamos, didėjant mūsų individualiam ir kolektyviniam kvailumui. Bet, kaip jau matėme, yra ir pavyzdžių, rodančių, kad jas galima naudoti stiprinti kolektyviniam intelektui, todėl stengsimės suprasti, kaip šias priemones galima panaudoti, kad kolektyviai taptume protingesni, ir ką šis pokytis reikš.

Mes vis dar tik pradedame suprasti, kaip galima stiprinti kolektyvinį intelektą. Dauguma iš mūsų turimų priemonių – tinklaraščiai, vikitinklalapiai ir internetiniai forumai – nesukurtos žmonių, kurie, galėtume manyti, yra grupinio elgesio ir intelekto specialistai ar grupinės psichologijos, sociologijos ir ekonomikos ekspertai. Iš tikrųjų jos sukurtos mėgėjų – Meto Mulenvego

(*Matt Mullenweg*); jis buvo 19 metų studentas, kai sukūrė *Wordpress*, vieną iš populiariausių tinklaraščių sudarymo programos rūšių; ir Linuso Torvaldso (*Linus Torvalds*); jis, 21 metų studentas, sukūrė operacinę *Linux* atvirojo kodo sistemą.

Tai įrodo, kad turėtume nelabai patikliai vertinti paplitusią teoriją – nors galima ir daug ko išmokti iš akademinių studijų, bet atsirandantis kolektyvinio intelekto vaizdas yra taip pat neišbaigtas. Dėl šios priežasties savo diskusiją grįsime konkrečiais pavyzdžiais pagal tokį modelį, kaip Matematikų eruditų projektas ir „Kasparovas prieš pasaulį“. Pirmoje šios knygos dalyje nagrinėjome šiuos konkrečius pavyzdžius, siekdami nustatyti tam tikrus principus, kurie rodo, kaip internetinės priemonės gali stiprinti kolektyvinį intelektą.

Pirmoje dalyje diskusiją sąmoningai nukreipiau apie sąlyginai nedidelį pavyzdžių skaičių, galvodamas, kad, išplėtoję konceptualų karkasą kolektyvinio intelekto suvokimui, grįšime prie kiekvieno iš tų pavyzdžių kelis kartus ir juos suprasime daug nuodugniau. Be to, pateikiami ne tik mokslo srities pavyzdžiai, bet taip pat ir, sakykim, šachmatų ir kompiuterių programavimo, todėl, kad kai kurie geriausi kolektyvinio intelekto stiprinimo pavyzdžiai – tarkim, „Kasparovas prieš pasaulį“ – nėra mokslinio pobūdžio, bet, juos nagrinėdami, galime daug ko sužinoti.

Pamažu suvokdami, pamatysime, kad mokslinius uždavinius ypač tinka spręsti kolektyviniu intelektu, o antroje knygos dalyje sutelksime dėmesį į tai, kaip kolektyvinis intelektas keičia mokslą.

TREČIAS SKYRIUS

EKSPERTŲ PAGALBOS PERSKIRSTYMAS

2003 m. jauna moteris Nita Umašankar (*Nita Umashankar*) iš Taskono, Arizonos, išvažiavo metams pagyventi į Indiją ir dirbo pelno nesiekiančioje organizacijoje, padedančioje seksualines paslaugas teikiančioms moterims pasitraukti iš sekso verslo. Tai, ką pamatė, ją sugniuždė. Daugelis šių moterų taip mažai ko nors mokėjo, kad šioms buvo beveik neįmanoma padėti susirasti darbą ne prostitucijos srityje. Grįžusi į Jungtines Amerikos Valstijas, N. Umašankar nusprendė įkurti pelno nesiekiančią organizaciją, kuri siektų susidoroti su šia pagrindine problema, mokydama šios rizikos grupės Indijos merginas technologijų, kad vėliau padėtų joms susirasti darbą technologijų kompanijose.

Praėjus 8 metams, jos įkurta pelno nesiekianti organizacija *ASSET India* atidarė technologijų mokymo centrus penkiuose Indijos miestuose. Jie padėjo šimtams jaunų Indijos žmonių išsivaduoti iš sekso verslo ir žada savo veiklą plėsti. Nelaimei, daugelyje mažesnių miestų, į kuriuos norėtų plėstis, elektros energija tiekiama ne taip, kad galėtų veikti svarbiausios technologijos – belaidžiai interneto prieigos maršrutizatoriai. *ASSET* eksperimentavo, naudodama saulės energija kraunamus belaidžius maršrutizatorius, tačiau suprato, kad šiuo metu rinkoje esantys prietaisai neveiks patikimai tiek daug valandų per parą, kiek jų mokymo centrai yra atidaryti lankytojams.

Siekdama išspręsti maršrutizatorių problemą, *ASSET* ėmėsi netradicinio būdo – pagalbos ieškojo internetiniame mokslinių problemų turguje *InnoCentive*. *InnoCentive* yra toks, kaip tinklalapiai *eBay* arba *Craigslist*, tačiau skirtas spręsti mokslinėms problemoms. Dalyvaujančios organizacijos internete gali skelbti „iššūkius“ – mokslines problemas ir uždavinius, kuriuos nori išspręsti, o prizai už sprendimą dažniausiai yra dešimtys tūkstančių dolerių. Bet kas iš viso pasaulio gali atsisiųsti išsamų „iššūkio“ aprašymą, mėginti išspręsti problemą ir laimėti prizą.

Prizui skirdami 20 000 JAV dolerių, suteiktų Rokfelerio (*Rockfeller*) fondo, *ASSET* tinklalapyje *InnoCentive* paskelbė „iššūkį“ – sukonstruoti patikimą saulės energijos belaidį maršrutizatorių, kuris būtų mažabiudžetis, lengvai prieinamos techninės ir programinės įrangos. Per du mėnesius, kai *InnoCentive* tinklalapyje buvo paskelbtas šis iššūkis, jis buvo parsisiųstas 400 kartų, ir buvo pateikti 27 sprendimai. 20 000 JAV dolerių prizu buvo apdovanotas 31 metų *Texan* programinės įrangos inžinierius Zakaris Braunas (*Zacary Brown*), o jo sukonstruoto maršrutizatoriaus prototipą kuria Arizonos universiteto inžinerijos studentas.

Z. Braunas nebuvo eilinis programinės įrangos inžinierius. Būdamas uolus belaidžio radijo ryšio radistas mėgėjas, plušo, siekdamas užmegzti radijo ryšį su kiekviena pasaulio valstybe. Dar vaikystėje jį sužavėjo tėvo pasakojimas, kaip, Džimiui Karteriui (*Jimmy Carter*) Baltuosiuose rūmuose įdiegus saulės baterijas, elektros energija buvo gaunama iš saulės šviesos, o suaugęs darė bandymus, kaip saulės baterijų energiją tiekti savo bevielei radijo įrangai. Per ilgesnį laiką jis tikėjosi visą savo namuose esantį biurą aprūpinti tik saulės energija. Trumpai tariant, organizacijai *ASSET* Z. Braunas buvo būtent tas asmuo, į kurį ir reikėjo kreiptis. Tinklalapis *InnoCentive* juos suvedė.

Esminė tinklalapio *InnoCentive* idėja yra prielaida, kad pasaulyje egzistuoja milžiniškas nepanaudotas mokslinių atradimų potencialas, kurį galima panaudoti, suvedant reikiamus žmones. Ši prielaida buvo patvirtinta, nes daugiau nei 160 000 žmonių iš 175 valstybių įsiregistravo tinklalapyje *InnoCentive*, ir buvo skirti prizai už daugiau nei 200 priimtų „iššūkių“. „Iššūkiai“ buvo skelbti daugelyje mokslo ir technologijų sričių. Jų pavyzdžiai apima būdų atradimą, kaip taupiau gaminti vaistus nuo tuberkuliozės, sukurti saulės energija maitinamą vabzdžių repelentą, siekiant kovoti su maliarija (neprasimanau!) ir

geresnių būdų, kaip atrinkti žmones, kurie priklauso motorinių neuronų ligos rizikos grupei. Kaip ir Z. Braunas, dauguma problemų sprendėjų teigia, kad jų nugalėti „iššūkiai“ glaudžiai siejasi su jų įgūdžiais ir interesais. Be to, kaip ir kalbant apie *ASSET*, sąryšis dažniausiai užsimezga tarp šalių, kurios kitu atveju būtų susitikusios tik atsitiktinai. Tinklalapis *InnoCentive* tokius ryšius padaro sistemiškus, o ne laimingus vienkartiniais atsitiktinumais, bet tik tam tikru mastu.

Priežastis, dėl ko tinklalapio *InnoCentive* užmegzti ryšiai tokie vertingi, žinoma, yra didžiulis įgūdžių atotrūkis tarp žmonių, metančių „iššūkį“, ir tų, kurie jį išsprendžia. Nors sukurti saulės energiją naudojantį belaidį maršrutizatorių tokiam ekspertui, kaip Z. Braunas, gali prireikti tik kelių dienų, bet *ASSET India* dirbantiems žmonėms tai atimtų kelis mėnesius ar metus, nes jie neturi reikiamos kompetencijos. Kadangi Z. Braunas turi tokį milžinišką lyginamąjį pranašumą, tai jis ir *ASSET* gali dirbti kartu ir turėti bendrą naudą.

Apibendrinus plačiau, reikiamo specialisto pagalba reikiamu metu dažniausiai yra pats vertingiausias dalykas, kuriuo galima pasiremti, sprendžiant kūrybines problemas. Eksperto priežiūra, sprendžiant kūrybinę užduotį, yra prilyginama aplinkybėms, kai vanduo palaiko gyvybę dykumoje – tai yra pamatiniai riboti ištekliai. Tinklalapis *InnoCentive* sukuria vertę, *perskirstydamas ekspertų pagalbą*, taigi tokie žmonės, kaip Z. Braunas, savo kompetenciją gali panaudoti kuo geriausiai: *InnoCentive* padėjo jam nukreipti savo kompetenciją organizacijos *ASSET* problemai spręsti – jei ne *InnoCentive*, Z. Braunas namie būtų užsiėmęs savo laisvalaikio pomėgiais.

Šiame skyriuje matysime, kad būtent galimybė perskirstyti ekspertų pagalbą ir yra svarbiausia internetinėmis priemonėmis stiprinant kolektyvinį intelektą. Pavyzdžiai – tinklalapis *InnoCentive*, Matematikų eruditų projektas ir „Kasparovas prieš pasaulį“ – liudija galimybę reikiamai problemai reikiamu laiku skirti tinkamo eksperto pagalbą. Pirmoje skyriaus dalyje šiuos pavyzdžius nagrinėsime smulkiau ir išvystysime išplėstinę konceptualią schemą, kuri paaiškina, kaip yra perskirstoma ekspertų pagalba. Antroje skyriaus dalyje šią schemą pritaikysime, siekdami suprasti, kaip bendradarbiavimas interaktyviame tinkle gali vykti tokiais būdais, kurie labai skiriasi nuo bendradarbiavimo ne kompiuterio tinkle.

PASITELKIANT NEPASTEBIMAS SIAURŲ SRIČIŲ KOMPETENCIJAS

Nors *ASSET* ir *InnoCentive* istorija yra nepaprasta, bet „Kasparovas prieš pasaulį“ yra netgi įspūdingesnis kolektyvinio intelekto pavyzdys. Kaip ir *ASSET* su *InnoCentive* istorijoje, projektas „Kasparovas prieš pasaulį“ taip pat pasikliovė ekspertų pagalbos perskirstymu. Kad suprastume, kaip tai vyko, grįžkime prie žaidimo ėjimo, pasiūlyto I. Kraš, dešimtojo ėjimo, G. Kasparovo išgirto kaip „nuostabaus ėjimo, svaraus įnašo į šachmatų žaidimą“.

Šis I. Kraš siūlymas neatsirado iš nieko. Dešimtojo ėjimo idėja jai buvo kilusi dar prieš visą mėnesį, prieš tai, kai prasidėjo projektas „Kasparovas prieš pasaulį“ – per mokomąjį užsiėmimą Atvirame pasaulio šachmatų turnyre Filadelfijoje. Tuo metu ji atliko trumpą analizę ir, prieš atidėdama šią idėją, ėjimą aptarė su savo treneriais didmeistriais Georgiu Kacheišviliu ir Ronu Henlėjumi (*Ron Henley*). Tai buvo laimingas atsitiktinumas, kad žaidimas „Kasparovas prieš pasaulį“ susiklostė tokiu būdu, ir I. Kraš galėjo siūlyti ėjimą, kurį ji svarstė Filadelfijoje. Be jokios abejonės, visko valdyti ji negalėjo, nes G. Kasparovas žaidė baltosiomis figūromis ir dėl to galėjo pirmas daryti ėjimą, o šitai jam leido primesti pirminę žaidimo kryptį. Tačiau dar visą savaitę prieš žaidžiant dešimtąjį ėjimą, I. Kraš ir jos treneriai įžvelgė galimybę, kad žaidimas gali pakrypti ta linkme, ir pradėjo nuodugniau nagrinėti argumentus „už“ ir „prieš“ I. Kraš idėją.

Būtina pripažinti, kad beveik visais aspektais G. Kasparovas buvo žymiai pranašesnis šachmatų žaidėjas nei I. Kraš. Atotrūkį tarp jų galima apibūdinti gana tiksliai, nes yra skaitinio reitingo sistema šachmatininkams vertinti. Pagal šią reitingo sistemą skaitinė gero šachmatų klubui priklausančio žaidėjo reitingo išraiška bus 1800–2000. Tarptautinės meistrės, sakykim, I. Kraš, reitingas yra apie 2400.

1999 m., tuo metu, kai G. Kasparovas žaidė šį žaidimą prieš pasaulį, aukščiausias jo reitingas buvo 2851 – tai ne tik aukščiausias reitingas šachmatų istorijoje, bet ir gerokai didesnis, nei bet kurio kito žaidėjo reitingas prieš tai arba nuo tada. 450 reitingo taškų atotrūkis tarp G. Kasparovo ir I. Kraš buvo apytikriai toks pats, kaip atotrūkis tarp I. Kraš ir gero klubui priklausančio žaidėjo. Vadinasi, I. Kraš būtų turėjusi galimybę laimėti partiją prieš G. Kasparovą tik tada, jei jis būtų padaręs didžiulę apmaudžią klaidą. Tuo nenorima

pasakyti, kad I. Kraš yra silpna žaidėja – ji buvo JAV moterų čempionė – bet šio žaidimo metu G. Kasparovas priklausė kitai žaidėjų klasei.

Turint omenyje didžiulį sugebėjimų atotrūkį tarp G. Kasparovo ir I. Kraš, atrodo, labai pasisekė, kad žaidimas išsirutuliojo tokiu būdu, jog atsirado proga I. Kraš pasinaudoti jos kraštutinai savita kompetencija apie debiutą[3], nulėmusia dešimtąjį ėjimą. Šioje siauroje šachmatų nišoje ji buvo pranašesnė už G. Kasparovą, ir Pasaulio komandai tai labai pravertė. Pasakius kitaip – nors I. Kraš buvo prastesnė žaidėja nei G. Kasparovas beveik visose šachmatų srityse, šioje savitoje *siauros srities kompetencijos* srityje pranoko netgi jį.

Nors ir pasisekė, kad konkreti I. Kraš siauros srities kompetencija galėjo padėti Pasaulio komandai įgyti pranašumą, dar nereiškia, kad vien paprasčiausia sėkmė leido Pasaulio komandai žaisti taip gerai. Žaidimas buvo plačiai viešinamas šachmatų bendruomenėje, ir šimtai patyrusių šachmatininkų sekė žaidimo eigą. Šachmatuose yra tiek daug įmanomų variacijų, kad daugelis šių žaidėjų turėjo asmenines atskiros siauros srities kompetencijas, kuriose jie G. Kasparovui prilygo arba netgi jį pranoko.

Svarbiausias dalykas Pasaulio komandai buvo užtikrinti, kad visos šios įprastomis aplinkybėmis nepastebimos siaurų sričių kompetencijos būtų atskleistos ir tinkamai panaudotos, reaguojant į žaidimo netikėtumus. Taigi nors tai, kad I. Kraš *kaip tik* ir pasirodė esąs tas asmuo, kurio siauros srities kompetencija buvo lemtinga dešimtajame ėjime, ir prisidėjo laimingas atsitiktinumas, bet, atsižvelgus į dalyvaujančių patyrusių šachmatininkų skaičių, buvo labai tikėtina, kad kritiniais žaidimo momentais paaiškėtų užslėptos šių žaidėjų siaurų sričių kompetencijos ir tai Pasaulio komandai padėtų prilygti G. Kasparovui.

Tiesą sakant, būtent taip ir nutiko. Pavyzdžiui, pasibaigus žaidimui, I. Kraš, kaip vieną iš trijų jai labiausiai patikusių Pasaulio komandos ėjimų, išskyrė dvidešimt šeštąjį ėjimą. Jis nebuvo I. Kraš ar vieno iš pripažintų šachmatų ekspertų, sekusių žaidimo eigą, idėja: šis ėjimas buvo pasiūlytas vieno

3 Šachmatų žaidimo terminas *debiutas* – pradinė žaidimo dalis, pirmųjų partijos ėjimų grupė. Debiutas dažniausiai trunka 10–20 pirmų ėjimų, po debiuto būna *mitelšpilis*. Per debiutą reikia stengtis išvesti figūras, kovoti dėl centro, dažnai būna atliekama rokiruotė. Dažnai pasikartojančios ir atpažįstamos pirmųjų ėjimų sekos vadinamos debiutu arba gynyba (rečiau – partija ar pradžia), joms suteikiami pavadinimai, pavyzdžiui, ispaniškoji partija ar siciliškoji gynyba. Yra daugybė įvairių debiuto galimybių – nuo ramaus pozicinio žaidimo (Cukertorto debiutas) iki aršaus taktinio (latviškasis gambitas arba dviejų žirgų gynyba).

iš žaidimo aptarimo forumo dalyvių, pasivadinusio Jaša (*Yasha*), vėliau paaiškėjo, kad jis – Jakovas Vaingortenas (*Yaaqov Vaingorten*), gana rimtas, bet ne elitinis jaunas žaidėjas.

Tai buvo šablono dalis, kadangi žaidimo metu I. Kraš dažnai remdavosi daugelio nežinomų žaidėjų arba netgi anonimiškai prisidedančių prie forumo samprotavimais, žmonių, pasivadinusių slapyvardžiais Agentė Skali (*Scully*), Solnuška (*Solnushka*) ir Alekhine via Ouji (*Alekhine via Ouji*) [Karteris Moblėjus (*Carter Mobley*). – *Vert. past.*]. Tuo pačiu metu ji taip pat tardavosi su žinomais šachmatų žaidėjais, tarptautinio masto didmeistriais Kenu Riganu (*Ken Regan*) ir Ančiu Pichlajasalu (*Antti Pihlajasalo*) bei didmeistriu Aleksandru Chalifmanu (*Александр Халифман*) iš Rusijos šachmatų didmeistrių mokyklos. Pasaulio komandos paslaptis – tikrai ne jos sėkmė. Greičiau Pasaulio komandą sudarė tiek galimų talentų, kad, kilus kokiai nors problemai, kažkas iš komandos narių su ja susidorodavo – užpildyti spragą imdavosi kas nors, tam atvejui turintis tinkamiausią siauros srities kompetenciją.

SUMODELIUOTAS ĮŽVALGUMAS

Jau sužinojome, kaip bendradarbiavimu paremti projektai – „Kasparovas prieš pasaulį“ ir *InnoCentive* – pasinaudoja siauros srities kompetencijomis ir kartu įveikia iššūkius, kurie pavieniui nuvestų į aklavietę didžiąją dalį bendradarbiaujančių. Labiausiai pavykusiais interaktyvaus bendradarbiavimo atvejais šis siauros srities kompetencijų pasitelkimas priartėja prie idealaus varianto, kai bendradarbiaujant atsiliepia tokie asmenys, kaip Jaša ir Z. Braunas, turintys tam atvejui reikalingas siauros srities kompetencijas. Ypač kai plečiasi kūrybinis bendradarbiavimas, problemai spręsti galima pasitelkti žmones, pasižyminčius vis įvairesnių sričių kompetencijomis, o tai labai padidina tikimybę, kad tai, kas daugeliui dalyvių atrodo sunki užduotis, kažkam gal bus „įkandama“ ir jis pagalvos: „Ei, juk tai lengva išspręsti“. Vadinasi, galimybė netikėtai rasti kažką naujo tampa įprastu dalyku, užuot buvęs tik atsitiktinis laimingas sutapimas. Bendradarbiaujant pasiekiama kažko panašaus į *sumodeliuotą įžvalgumą* – tai autoriaus Džono Udelo (*Jon Udell*) terminas, kurį čia pritaikiau.

Pasitelkus konkretų istorinį pavyzdį, lengviau suvokti tokio įžvalgumo vertę kūrybiniame darbe. Imkime kad ir Alberto Einšteino (*Albert Einstein*) darbą, kuriant jo gravitacijos teoriją, didžiausią jo įnašą į mokslą, dažnai vadinamą bendrąja reliatyvumo teorija. 1907–1915 m. jis prabėgomis kūrė bendrąją reliatyvumo teoriją, dažnai susidurdamas su didžiuliais sunkumais. Apie 1912 m. A. Enšteinas padarė nelauktą išvadą, kad įprastas erdvinės geometrijos suvokimas, pagal kurį trikampio kampų suma yra lygi 180 laipsnių, yra tik apytikriai tikslus, ir kad reikia naujos geometrijos rūšies, kuri paaiškintų erdvę ir laiką.

O dabar tuo atveju, jei klausiame savęs, kuo laiko ir erdvės geometrija yra susijusi su gravitacija, esame šaunioje draugijoje – atradėjui šitai irgi buvo staigmena. Ėmęsis gilintis į gravitaciją, jis net nemanė, kad apie tai galiausiai ims galvoti kaip apie geometrijos uždavinį. Nepaisant to, 1912 m. A. Enšteiną kankino mintis, kad gravitacija yra kažkaip susijusi su neįprasta geometrijos rūšimi. Ir pakliuvo į aklavietę, nes tokios geometrijos idėjos į jo profesinę kompetenciją neįėjo.

Apie savo bėdą jis pasakė senam draugui matematikui Marseliui Grosmanui (*Marcel Grossmann*): „Grosmanai, privalai man padėti, arba aš išprotėsiu!“ A. Einšteino laimei, draugas buvo kaip tik tas asmuo, į kurį ir reikėjo kreiptis. Jis pasakė: geometrinės idėjos, kurių reikėjo, jau yra visiškai išgvildentos matematiko Bernardo Rymano (*Bernhard Riemann*) prieš kelis dešimtmečius. A. Einšteinas skubiai ėmėsi rymaniškosios geometrijos ir suvokė, kad M. Grosmanas buvo teisus. Ši geometrija tapo matematine bendrojo reliatyvumo kalba.

Laimingi atsitiktiniai sąryšiai (tokie, kaip šis) yra lemiami kūrybiniame darbe, ypač moksle, kur kiekvienas dirbantis mokslininkas galvoje nešiojasi daugybę neišspręstų uždavinių. Kai kurie iš jų yra didžiuliai („Išsiaiškink, kaip atsirado visata“), o kai kurie mažyčiai („Kurgi iš mano apskaičiavimų dingo tas prakeiktas minuso ženklas?“), tačiau visi jie yra ateities pažangos dirva. Jei esate mokslininkas, daugiausiai nuo jūsų priklauso, ar pats išspręsite tuos uždavinius. Jei pasiseks, gal turėsite kelis jus palaikančius kolegas, kurie galės padėti. Tačiau labai retai pasitaikys, kad uždavinį išpręsite kokiu nors visiškai kitu būdu. Kai vienas iš jūsų uždavinių iškils, kalbėsitės apie tai su pažįstamais. Šnekučiuositės, kai staiga – „BUMPT“ – suvoksite, kad jis – būtent tas asmuo, su kuriuo ir reikia apie tai kalbėtis. Kartais jie gali paimti ir išspręsti jūsų uždavinį. Arba duoti kokią nors esminę įžvalgą arba idėją, kuri suteiktų varomosios jėgos įveikti uždavinį.

Toks laimingas atsitiktinumas yra vienas iš nuostabiausių ir svarbiausių dalykų moksle. Deja, tokių laimingų atitikimų būna per retai. Priežastis, kodėl sumodeliuotas įžvalgumas;;;;;;;;;;;ū svarbus, yra ta, kad kūrybiniame darbe dauguma iš mūsų – netgi A. Einšteinas! – daug laiko praleidžiame užstrigę su uždaviniais, kurie būtų sprendžiami pagal nusistovėjusią tvarką, jei tik galėtume rasti tinkamą ekspertą, sugebantį padėti. Tiek pastaruoju metu, tiek prieš 20 metų surasti tą tinkamą ekspertą, ko gero, yra ir buvo sudėtinga. Tačiau, kaip rodo pavyzdžiai (*InnoCentive* ir „Kasparovas prieš pasaulį"), dabar galime sumodeliuoti sistemas, kurios tai paverstų įprasta tvarka. Sumodeliuotas įžvalgumas padeda greitai ir lengvai išspręsti daugelį šių anksčiau, buvusių neišsprendžiamų, uždavinių ir plečia mūsų uždavinių sprendimo sugebėjimų ribas.

KRITINĖ DISKUSIJOS MASĖ

Nelengva perteikti patirtį apie sumodeliuotą įžvalgumą. Viena yra atpasakoti pavyzdžius, bet kas kita – būti vienu iš bendradarbiaujančių, kai sumodeliuotas įžvalgumas taikomas iš tikrųjų. Staiga pasijunti taip, lyg tavo protas būtų užsiauginęs sparnus. Esi išlaisvinamas iš didžiosios dalies kruopštaus darbo reikalaujančių problemų, su kuriomis lengvai susidorotum, jei tik surastum reikiamų įgūdžių turintį ekspertą. Nepaprastai smagu leisti laiką įsigilinus į uždavinius, nes čia turi ypatingos įžvalgos ir pranašumo.

Sumodeliuotas įžvalgumas yra kažkas, ką reikia patirti, kaip reikiant jį supratus. Tačiau, tai pasakius, reikia pridurti, kad yra paprastas pavyzdys, galintis paaiškinti, kodėl sumodeliuotas įžvalgumas yra svarbus, ir kaip jis gali pakeisti bendradarbiavimo prigimties kokybę. Šis pavyzdys yra branduolinė grandininė reakcija. Prisiminę, kas nutinka vykstant grandininei reakcijai, suvoksime, kodėl sumodeliuotas įžvalgumas yra svarbus.

Procesas, kaip vyksta grandininė reakcija, yra paprastas. Įsivaizduokite, kad kažkaip įsigijote mažą gabalėlį urano – urano-235 – tai atominėms bomboms naudojamo urano rūšis. (Yra keli urano izotopai, tačiau ne su visais jais sukeliama branduolinė grandininė reakcija. Nuo dabar ir toliau, kai sakysiu uranas, turėsiu omenyje uraną-235.) Pasirodo, urano atomai nėra labai stabilūs. Skilę urano atomai išspjauna vieną ar daugiau neutronų. Tada

neutronas lekia urano gabalėlio viduje. Uranas, kaip ir visos kietosios medžiagos, tik žmogaus akiai atrodo kietos, o iš tikrųjų didžiąją dalį atomų užima tuščia erdvė, ir neutronas gali keliauti ilgą kelią, kol susiduria su kito urano atomo branduoliu.

Mažame urano gabalėlyje – tarkime, pusėje kilogramo (apie svarą) urano – yra gana didelė tikimybė, kad neutronas niekada nesusidurs su kitu branduoliu, o skris visą kelią ir išskris iš urano gabalėlio, ir keliaus toliau. Tačiau jei urano gabalėlis yra bent šiek tiek didesnis – sakykime, vieno kilogramo – tikimybė, kad neutronas susidauš su kito urano atomo branduoliu, jau yra gerokai didesnė. Tada tas branduolys suskyla ir, pasirodo, išjudina dar tris neutronus. Dabar jau yra keturi po tą uraną zujantys neutronai; keturi todėl, kad prie savo skaičiavimo turime pridėti pirminį neutroną, nuo kurio procesas prasidėjo, o jis juda toliau, netgi po susidūrimo su branduoliu.

Kiekvienas iš tų keturių neutronų, savo ruožtu, tikėtina, susidurs su kitais keturiais branduoliais, dėl to dabar atsiras 16 atsipalaidavusių neutronų. Tikriausiai jie trenksis į dar daugiau branduolių, ir greitai procesas taps nebevaldomas: po keturiasdešimties tokių susidūrimų jau bus trilijonas trilijonų aplink zvimbiančių neutronų. Dėl šio neįtikėtinai greito augimo tempo procesas ir vadinamas grandinine reakcija.

Mažesnės nei kritinės masės urano gabalėlis yra tik inertiškas uolienos luitelis. Viduje esantys atomai kartais suyra ir atpalaiduoja neutronus, tačiau kiekvienam jų vidutinis skaičius vadinamųjų antrinių neutronų, atsiradusių dėl tolesnių susidūrimų, yra mažesnis nei vienas, ir galima grandininė reakcija greitai nutrūksta.

Tik šiek tiek didesniame už kritinę masę urano gabalėlyje, vidutinis antrinių neutronų skaičius yra truputį didesnis už vieną. Ir jei vidutinis antrinių neutronų skaičius bus bent kiek didesnis už vieną, tada prasidės grandininė reakcija ir nevaldomai pasileis kaskadomis. Jei vidutinis antrinių neutronų skaičius yra 1,1, tada po 200 susidūrimų urano viduje skraidys daugiau nei 100 mln. neutronų, sukeliančių vis daugiau susidūrimų.

Štai kodėl du išoriškai panašūs urano gabalėliai elgsis visiškai skirtingai. Vienas sau gulės, būdamas inertiškas, o kitas, tik šiek tiek didesnis, sprogs tūkstančių dinamito tonų jėga. Nežymus dydžio padidėjimas kokybės atžvilgiu gali sukelti visiškai kitokį elgesį.

Kažkas panašaus vyksta ir gero kūrybinio bendradarbiavimo metu. Kai patys mėginame išspręsti sunkų kūrybinį uždavinį, daugelis mūsų idėjų nieko gero neduoda, tačiau sklandžiai kūrybiškai bendradarbiaujant, kai kurios jų – kurių negalėjome patys išplėtoti – yra stimulas kitų žmonių galvose kilti jų pačių „antrinėms“ idėjoms. Šios, savo ruožtu, skatina kitus žmones prieiti prie dar daugiau idėjų ir t. t. Geriausiu atveju pasiekiame tam tikrą kritinę diskusijos masę, kai bendradarbiavimas virsta savaime skatinančiu, ir mes vėl gauname abipusę naudą, laimingai atsitiktinai sutapus interesams.

Tai ir yra tas pokytis, kuris galimas dėl sumodeliuoto įžvalgumo, ir todėl sumodeliuoto įžvalgumo patirtis taip skiriasi nuo įprasto bendradarbiavimo. Tai įvyksta, kai bendradarbiavimas plečiasi: didėja dalyvių skaičius ir įvairovė, taigi didėja tikimybė, kad viena idėja skatins kitą. Pavyzdžiui, T. Goversas, komentavęs Matematikų eruditų projekto eigą, teigė, kad pagrindinis dalykas, pagreitinęs procesą, buvo tai, kad jis pats ir kiti dalyviai dažnai suprasdavo, kad „(jiems) ateidavo minčių, kurios nebūtų atėjusios, jei ne atsitiktinės kito projekto dalyvio pastabos.“ Projekte „Kasparovas prieš pasaulį“ vyko tas pats dalykas: vieno grupės nario idėjai dažnai duodavo kibirkštį kitų narių idėjos, o tai padėjo Pasaulio komandai išnagrinėti daug skirtingų žaidimo krypčių.

Žinoma, grandininės reakcijos modelis kaip bendradarbiavimo modelis neturėtų būti suprantamas per daug pažodžiui. Idėjos nėra neutronai, o bendradarbiavimo tikslas – ne „pasiekti kritinį tašką“, generuojant greitai besipučiančią idėjų gausybę. Mums reikia bent retkarčiais rasti reikiamų idėjų, kurios tikrai priartins prie uždavinio sprendimo. Pasitaiko, kad kažkuri sprendžiamo uždavinio vieta yra sunkiausia, ir čia prireikia esminės įžvalgos, kurios neturi nė vienas iš bendradarbiaujančių. Vis dėlto grandininės reakcijos modelis neblogai paskatina kokybinį pokytį, kuris įvyksta, bendradarbiavimui pasiekus „kritinį tašką“, kai sumodeliuotas įžvalgumas bendradarbiaujant atsiradusių idėjų skaičiui leidžia šoktelėti taip aukštai, kad procesas ima vykti savarankiškai. Šis šuolis uždavinių sprendimą pakeičia ir mus pakelia į naują ir aukštesnį lygmenį.

KOLEKTYVINIO INTELEKTO STIPRINIMAS

Kritiškai įvertinkime lavinamo kolektyvinio intelekto vaizdą. Jis prasideda nuo idėjos, kad didelėje grupėje gali būti milžiniškas profesinių žinių kiekis,

kur kas didesnis, nei jų gali turėti atskiras grupės individas. Geriausia, kai grupę sudaro žmonės, turintys įvairiausių pažintinių sugebėjimų – vadinasi, joje yra daug nesutampančių kompetencijų, bet jos nariai turi gana daug bendro, kad galėtų bendrauti veiksmingai.

Paprastai didžioji šios kompetencijos dalis yra nepastebima. Geras, bet ne didis šachmatininkas gali išmanyti individualias siauros kompetencijos sritis, kuriose jis geriausiems pasaulio didmeistriams prilygsta ar juos net pranoksta, tačiau šachmatų partijoje to nepakanka, kad turėtų persvarą daugelyje tų sričių, kurias išmano prasčiau. Tačiau jei grupė yra gana didelė ir įvairi savo pažintiniais gebėjimais, tuomet, pasitelkus tinkamas priemones, jai gali tapti įmanoma pasinaudoti šiomis siauros srities kompetencijomis, kai tai reikalinga, ir grupė gali stipriai pranokti bet kurio individo talentą. Pasinaudojant sumodeliuotu įžvalgumu, sukuriančiu kritinę diskusijos masę, galima greitai išnagrinėti kur kas daugiau idėjų nei sugebėtų pavienis individas.

Šio bendro paveikslo esmė yra faktas, kad kolektyviai žinome kur kas daugiau, negu net patys talentingiausi individai. Prieš kelis šimtmečius galbūt buvo įmanoma vienai talentingai individualybei – Aristoteliui, Hipatijai ar Leonardui [da Vinčiui (*da Vinci*)] – pranokti visus daugelyje žinių sričių. Šiandien žmonių žinios taip išsiplėtė, kad toliau tai tapo neįmanoma. Jos tapo decentralizuotos ir dabar sukauptos daugybėje protų. Net patys talentingiausi žmonės, sakykim, matematikai T. Goversas ir Terensas (*Terence*) Tao, šachmatininkas G. Kasparovas, turi nepranoktą meistriškumą tik mažytėje mūsų žinių srityje. Net ir jų kompetencijos srityse specializuotais būdais jie dažnai pralenkiami kitų žmonių, pasižyminčių ypatingomis siauros srities kompetencijomis. Tačiau internetinės ekspertų pagalbos perskirstymo priemonės gali sudaryti galimybę, kad siauros srities kompetencija būtų pritaikyta tada, kada ir kur jos labiausiai reikia.

Turėdami tai galvoje, matome, kad svarbiausia, stiprinant kolektyvinį intelektą, siauros srities kompetencijas būtina nukreipti ten, kur jos bus naudingiausios. Internetinių priemonių tikslas – padėti žmonėms suvokti, kur nukreipti savo dėmesį. Kuo geriau jos galės nukreipti žmonių pagalbą, tuo sėkmingesnis bus bendradarbiavimas. Kitaip tariant, internetinės priemonės sukuria *pagalbos architektūrą*, kurios tikslas – padėti dalyviams rasti užduočių, kuriose lyginamasis jų pranašumas būtų didžiausias. Geriausiu atveju ši pagalbos architektūra leis

tinkamo eksperto pagalbą skirti reikiamoms problemoms. Kuo veiksmingiau tokiu būdu bus paskirstyta ekspertų pagalba, tuo sėkmingiau gali būti sprendžiami uždaviniai. (Žr. išnašas knygos pabaigoje apie su tuo susijusios idėjos – *dalyvavimo* architektūros, pasiūlytos technologijų eksperto Timo Orailio (*Tim O'Reilly*) – diskusiją. Ši nuomonė apie kolektyvinį intelektą yra apibendrinta skirsnyje „Apibendrinimas ir anonsas: kaip stiprinti kolektyvinį intelektą", kuriame taip pat apžvelgiama daug idėjų apie kolektyvinio intelekto stiprinimą, nagrinėjamą tolesniame pirmos dalies tekste.

APIBENDRINIMAS IR ANONSAS: KAIP STIPRINTI KOLEKTYVINĮ INTELEKTĄ

Siekiant stiprinti kolektyvinį intelektą, privalu kuo labiau išplėsti bendradarbiavimą, padidinti pažintinių gebėjimų ir galimų kompetencijų įvairovę. Tai padidina uždavinių, kuriuos galima lengvai išspręsti, skaičių. Plečiant bendradarbiavimą, matyti, kad kiekvienas dalyvis šiai veiklai gali skirti ne itin daug laiko. Tai riboja įnašo į bendradarbiavimą, kuriam dalyvis galėtų skirti dėmesio, apimtis. Atsižvelgiant į šį apribojimą, bendradarbiavimo mąstui padidinti, internetinės priemonės turi sukurti dėmesio architektūrą, kuri nukreiptų kiekvieno dalyvio pagalbą ten, kur ji labiausiai tinkama – t. y. ten, kur jie turi didžiausią lyginamąjį pranašumą. Geriausiu atveju bendradarbiaujant bus pasiektas sumodeliuotas įžvalgumas, kai problema, atrodanti sunki ją iškeliančiam asmeniui, rastų savo kelią link asmens, pasižyminčio reikiama siauros srities kompetencija, kad ją lengvai išspręstų (arba paskatintų judėti į priekį). Pasiekiama kritinė diskusijos masė, ir bendradarbiavimas pats save plečia, kai yra nuolat nagrinėjamos naujos idėjos. Kitame – 4-ame – skyriuje pateiksime daugelį bendradarbiavimo pavyzdžių, kurie šiuos tikslus gali padėti įgyvendinti, įskaitant:

- Bendradarbiavimo moduliavimą, t. y. suprantant būdus, kaip užduotį išskaidyti į smulkesnes užduotis, kurių galima imtis nepri-

klausomai viena nuo kitos arba beveik nepriklausomai, todėl gali prisidėti nauji žmonės, vadinasi, padaugėja įmanomų kompetencijų. Skaidyti į modulius dažnai yra sunku: dalis dalyvių turi būti sąmoningi, visiškai atsidavę.

- Skatinimą ir prie bendradarbiavimo prisidėti nors šiek tiek; turi būti mažiau įsitraukimo kliūčių ir taip padaugėtų įmanomų kompetencijų.
- Išsamių ir gerai susistemintų informacijos blokų sukūrimą, kad žmonės galėtų pasiremti ankstesniu darbu. Kuo lengviau galima surasti anksčiau atliktą darbą ir juo pasinaudoti, tuo greičiau plečiasi informacijos blokai.

5-ame skyriuje nagrinėsime kolektyvinio intelekto ribas. Sužinosime, kad, norint, jog kolektyvinis intelektas sėkmingai funkcionuotų, dalyviai turi būti įsipareigoję samprotavimams pagrįsti taikyti bendrą metodologiją, kad galėtų būti išspręsti dalyvių nesutarimai ir netvyrotų nuolatinė nesantaika. Tokia bendro taikymo metodologija yra galima šachmatų, programavimo ir mokslo srityse, tačiau kitose – ne visada, pavyzdžiui, menininkų nuomonė dėl pagrindinių estetikos principų gali skirtis iš esmės. Toks nuomonių išsiskyrimas trukdytų plėstis bendradarbiavimo mastui ir neleistų pasireikšti sumodeliuotam įžvalgumui ir kritinei diskusijų masei.

KAIP BENDRADARBIAVIMAS INTERNETU IŠEINA UŽ ĮPRASTINĖS ORGANIZACIJOS RIBŲ

Sprendžiant problemas naudotis kolektyviniu intelektu nėra nauja. Istoriškai asmenų grupės kūrybinius uždavinius sprendė trimis pagrindiniais būdais: (1) didžiulėmis formaliomis organizacijomis, sudarytomis iš šimtų arba tūkstančių žmonių, kurie gali būti įtraukti, tarkime, į filmo arba naujo elektroninio prietaiso kūrimą; (2) rinkos sistema ir (3) diskusija mažose neformaliose grupėse. Toliau šio skyriaus dalyje nagrinėsime, kaip internetinės priemonės gali suteikti daugiau galimybių, nei šie trys grupinio uždavinių sprendimo būdai.

Kad suprastume, kaip bendradarbiavimas internetu išeina už įprastinės organizacijos ribų, pamąstykime apie filmo kūrimą. Kuriant modernų, populiarumo viršūnę pasieksiantį filmą, galima įdarbinti šimtus arba net tūkstančius žmonių – 2009 m. filmui „Įsikūnijimas“ (*Avatar*) sukurti buvo įdarbinta 2000. Tačiau, skirtingai nei „Kasparovas prieš pasaulį“ aba Matematikų eruditų projektuose, kiekvienas darbuotojas turi jam priskirtą vaidmenį gamybos procese. Filmo meno departamento darbuotojas paprastai neteiks patarimų orkestro smuikininkui, tačiau tai yra būtent toks sprendimų priėmimo būdas, koks buvo taikomas projekte „Kasparovas prieš pasaulį“. Prisiminkime lemtingą dvidešimt šeštąjį ėjimą, kurį pasiūlė Jaša. Kuriant filmą, tai būtų tas pats, lyg į kūrimo aikštelę užklystų kažkoks nepažįstamasis ir režisieriui pateiktų lemtingą patarimą, kuris visiškai pakeistų filmo siužetą, ir pasišalintų.

Žinoma, tokių istorijų yra nutikę ir filmuose. Aktoriaus Melo Gibsono (*Mel Gibson*) žvaigždžių valanda išmušė, kai jo draugas, kuris dalyvavo filmo „Išprotėjęs Maksas“ (*Mad Max*) perklausoje, paprašė pavėžėti į perklausą. M. Gibsonas perklausoje nedalyvavo, tačiau praėjusią naktį vakarėlyje buvo įsivėlęs į triukšmingas peštynes, ir jo veidas buvo nusėtas mėlynėmis. Aktorių atrankos agentas nusprendė, kad tokios išvaizdos žmogaus filmui ir reikia, ir M. Gibsonas buvo pakviestas prisidėti. Filmą jis iš esmės pakeitė ir pradėjo žengti keliu, atvedusiu jį į tarptautinę žvaigždžių lygio šlovę.

Kino pasaulyje tai yra įprasta istorija. Tačiau projekte „Kasparovas prieš pasaulį“ toks atvejis nebuvo laimingas vienkartinis atsitiktinumas, tai – Pasaulio komandos žaidimo pagrindas. Nebuvo jokio iš anksto planuoto, statiško darbo pasidalijimo, kaip įprasta organizacijoje – atvirkščiai – darbu dalijosi dinamiškai, ir kiekvienas žaidėjas turėjo galimybę, bent jau iš principo, būti įtrauktas į kiekvieną ėjimą.

Leiskite tiksliau paaiškinti, ką turiu galvoje, sakydamas „dinamiškas darbo pasidalijimas“: tai toks veiksmas, kai, vos iškilus problemai, visi dalyviai gali greitai į ją sureaguoti. Z. Braunas pastebėjo organizacijos *ASSET* problemą ir suvokė, kad gali ją išspręsti. Jaša stebėjo Pasaulio komandos žaidimą ir suvokė, kad turi ypatingą įžvalgą dvidešimt šeštajam ėjimui. Ir visi Matematikų eruditų projekto dalyviai galėjo sekti greitai besiplėtojančią diskusiją ir į ją įsitraukti, kai tik turėjo ypatingų įžvalgų.

Įprastinėse, ne tinkle bendraujančiose organizacijose, taip lanksčiai reaguoti yra įmanoma tik mažose grupelėse, jei išvis įmanoma. Didesnėse grupėse kiekvienas narys visą dėmesį sutelkia į jam priskirtą sritį. Internetinės priemonės visa tai pakeičia – didžiulėms grupėms sudaro galimybę išnaudoti kiekvieno dalyvio savitos siauros kompetencijos srities išmanymą tada, kai tik šios kompetencijos prireikia. Būtent tai turiu omenyje, sakydamas „dinamiškas darbo pasidalijimas“. Palankiausiomis aplinkybėmis, kaip matėme anksčiau, tai sudarys sąlygas sumodeliuotam įžvalgumui. Bet net tada, kai to nenutiks, dinamiškas darbo pasidalijimas labai skirsis nuo įprastinio statiško darbo pasidalijimo.

Tačiau nenorima paneigti statiško darbo pasidalijimo vertės. Esame nepaprastai ištobulinę sugebėjimus gaminti prekes, gerindami statišką darbo pasidalijimą – pagalvokime apie Henrio Fordo (*Henry Ford*) konvejerinę liniją arba Adamo Smito (*Adam Smith*) hipotetinę smeigtukų gamyklą. Bet toks darbo pasidalijimas, kai vyksta numatomas ir pasikartojantis procesas, puikiai tinka gaminant prekes, tačiau jis yra mažiau naudingas sprendžiant sunkius kūrybinius uždavinius, nes tuomet svarbiausia netikėtos įžvalgos ir sąryšiai, kurių nesuplanuosi.

Daugeliu atvejų kūrybinę įžvalgą sureikšmina būtent tai, kad sujungiamos tos idėjos, kurios, kaip anksčiau buvo manoma, yra nesusijusios. Kuo jos labiau nesusijusios, tuo jas susieti yra svarbiau – prisiminkite, kaip stulbinamai A. Einšteinas ir M. Grosmanas susiejo gravitaciją su rymaniškąja geometrija. Dėl šių priežasčių negalima planuoti didžio kūrybinio darbo kaip įprastinio statiško darbo pasidalijimo dalies. Niekas negalėjo numatyti, kad „Kasparovas prieš pasaulį“ išsirutulios tokiu būdu, kaip tai įvyko, ir taip pat nebuvo įmanoma numatyti, kad susidoroti su dešimtuoju ėjimu susiklosčiusia figūrų pozicija prireiks I. Kraš savitos siauros srities kompetencijos. Tuo labiau nebuvo įmanoma numatyti, kad, darant dvidešimt šeštąjį ėjimą, prireiks Jašos. Tokį darbo pasidalijimą buvo galima atlikti tik dinamiškai, kai susiklostydavo atitinkamos aplinkybės.

Tai svarbu dėl to, kad iki šiol, spręsdami sudėtingus kūrybinius uždavinius, turėjome remtis individų arba mažų grupelių genialumu ir atsitiktinėmis sėkmingomis sąveikomis, skatinančiomis padaryti naujų atradimų. Tokiu būdu yra ribojama profesinių žinių, kurias galima pasitelkti, įvairovė. Net išsi-

kėlus užduotį pastatyti filmą, net kai manoma, kad tai būtų nevaržoma veikla, didžioji dalis kūrybinių sprendimų priimama mažos grupės.

Dabar reikėtų pasakyti, kad šiuolaikinės organizacijos nėra visiškai susisaisčiusios su statišku konvejerinės linijos stiliaus dalykų tvarkymu. Jose dažnai vyksta nedidelio masto dinamiškas darbo pasidalijimas, kai kūrybinėse komandose dirba nedidelės grupės. Tai atsitinka, pavyzdžiui, kuriant filmą, taip pat vyksta daugelyje kitų kūrybinių organizacijų, įskaitant ir žymias – *Lockheed Martin's Skunk Works* arba *Manhattan Project*, kuri sukūrė atominę bombą. Valdymo technikos, sakykim, visiškas kokybės valdymas ir taupi gamyba, apima idėjas, kurios padeda padaryti įmanomu dalyku padalyti darbą dinamiškiau; garsus pavyzdys – kaip *Toyota* gamyklos darbininkams užkrovė didžiulę atsakomybę surasti ir sutaisyti sparnų gamybos defektus. Ką naujo duoda internetinės priemonės – tai, kad jos kur kas palengvina didelio masto dinamišką darbo pasidalijimą, leisdamos pasinaudoti profesiniu daug didesnių grupių išmanymu, sprendžiant sunkius kūrybinius uždavinius.

Skirtumas tarp dinamiško ir statiško darbo pasidalijimo taip pat išryškina skirtumą tarp internetinio ir įprastinio didelio masto mokslinio bendradarbiavimo. Pasvarstykite, sakykim, kaip bendradarbiavo 138 smulkiųjų dalelių fizikai, kurių darbas 1983 m. atvedė prie Z bozono – naujos esminės gamtos dalelės – atradimo Europos *CERN*[4] dalelių greitintuve.

Skirtingai nei projekte „Kasparovas prieš pasaulį" arba Matematikų eruditų projekte, kiekvienas žmogus, bendradarbiaujantis *CERN*, buvo pasamdytas atlikti konkrečią užduotį. Užduotis paskirstė pagal kruopščiai parinktas specialybes nuo inžinierių, kurių darbas buvo atvėsinti dalelių srautą, iki statistikos specialistų, kurių darbas – perprasti sudėtingus eksperimento rezultatus. Tokios specializuotos bendradarbiaujančių specialistų komandos gali susidoroti su gana sudėtingais dalykais, tačiau dėl to, kad jų amplua sąlyginai nekinta, o darbo pasidalijimas statiškas, labai didelė dalis siauros srities kompetencijų lieka nematomos, ir, siekiant tikslo, nesuteikia lankstumo. Jų nelankstumas rodo: nors jos gali kurti nepaprastai svarbų mokslą, tai nėra tas modelis, kurį galima lengvai pritaikyti sklandžiau pasiekti rezultatų daugelyje kūrybinio mokslinio darbo sričių.

4 Europos branduolinių mokslinių tyrimų organizacija (pranc. *Organisation européenne pour la recherche nucléaire*, angl. *European Organization for Nuclear Research*), bendrai vadinama *CERN* – didžiausia pasaulyje dalelių fizikos laboratorija, esanti Šveicarijoje.

KAIP BENDRADARBIAVIMAS INTERNETINIU TINKLU PRANOKSTA RINKOS GALIMYBES

Viena iš galingiausių žmonijos priemonių sustiprinti kolektyvinį intelektą yra rinkos sistema, ir daug apie bendradarbiavimą internetu galime sužinoti, jį palyginę su rinkos veikimu. Žinoma, rinkos dėsniai yra tokie įprasti, kad net kyla pagunda juos taikyti kaip savaime suprantamus, o dėmesį sutelkti tik į atvejus, kai yra stiprinamas kolektyvinis kvailumas, pavyzdžiui, 2008 ir 1929 metų krizes. Bet didžiąją dalį laiko rinka išties stiprina kolektyvinį intelektą. Knygoje „Nepažįstamųjų kompanija“ (*The Company of Strangers*) britų ekonomistas Polas Sybraitas (*Paul Seabright*) pasakoja, kaip, praėjus 2 metams po Sovietų Sąjungos žlugimo, jis susitiko su aukšto rango Rusijos pareigūnu, kuris lankėsi Jungtinėje Karalystėje, nes norėjo įgyti žinių apie laisvąją rinką. „Prašau suprasti, kad mes norime pasistūmėti rinkos sistemos link, – pasakė Rusijos pareigūnas. – Tačiau mums reikia suprasti pamatines smulkmenas, kaip tokia sistema veikia. Pasakykite, pavyzdžiui, kas yra atsakingas už duonos tiekimą Londono gyventojams?“

Įprastas, bet vis dėlto netikėtas atsakymas į šį klausimą: rinkos ekonomikoje kiekvienas yra už tai atsakingas. Duonos rinkos kaina kyla ir leidžiasi – tai žinios kolektyviniam elgesiui: ar apsėti kviečių lauką, ar palikti pūdymuoti; ar atidaryti tą naują duonos parduotuvę, kurią galvojote atidaryti ant gatvės kampo; arba – ar šią savaitę pirkti du, ar tris kepalėlius duonos. Kainos yra signalai, padedantys koordinuoti tiekėjo ir vartotojų veiksmus: kai tam tikros prekės poreikis auga, auga ir kaina, tai skatina į rinką ateiti naujus tiekėjus. Rezultatas yra žavingas veiksmų šokis, kuris padeda maistą ant mūsų stalo, pastato automobilius mūsų garažuose ir įdeda išmaniuosius telefonus į mūsų kišenę. Pažįstamumo jausmas mus verčia tai priimti kaip savaime suprantamą dalyką, tačiau šis šokis išties yra stebuklingas masinis bendradarbiavimas, kai rinka tarpininkauja taip sklandžiai, kad jis imamas pastebėti tik tada, kai jo nėra.

Kainos yra naudingos dėl to, kaip pabrėžia ekonomistas Frydrichas fon Hajekas (*Friedrich von Hayek*), kad jos sukaupia didžiulį kiekį paslėptų žinių, kurios kitaip nebūtų matomos žmonėms, kuriems aktualu prekes gaminti ir vartoti. Šių žinių kaupimui ir pranešimui apie tolesnius veiksmus naudodama

kainas, rinka sukuria rezultatus, pranašesnius net už tuos, kuriuos sukurtų sumaniausi ir geriausiai informuoti asmenys. Tai yra galimybė atsirasti dinamiškam darbo pasidalijimui: jei potvynis nušlavė kviečių pasėlius didžiojoje Jungtinių Amerikos Valstijų dalyje, tada kainos pakils, o kiti kviečių tiekėjai įtemptai dirbs, didindami pasiūlą.

Vadinasi, rinkos ir kainų sistema pasižymi daugeliu ypatybių, kurias priskyrėme bendradarbiavimui interneto tinkle. Skirtingai nei įprastinės ne tinkle veikiančios organizacijos, jos abi taiko dinamišką darbo pasidalijimą ir sumodeliuotą įžvalgumą. Tačiau bendradarbiavimas interneto tinkle, kaip antai Matematikų eruditų projekte, ne tinkle veikiančias rinkas pralenkia svarstomų problemų sudėtingumu ir greičiu, kuriuo gali būti pateiktos nenumatytos problemos ir imtasi jas spręsti. Net jei nesidomite matematika, lengva įvertinti šio „kvailo klausimo“, paskelbto Matematikų eruditų projekto dalyvio Rajano Odonelo (*Ryan O'Donnell*), įmantrumą:

> „Ar gali man kas nors padėti atsakyti į šį kvailą klausimą?“
>
> Tarkime, $A = B$ priklauso aibių šeimai, neskaitant paskutinio elemento n. Tada A ir B tankis yra apie $1/2$, kai $KN_{n,n/2-k/2}$. (Manome, kad $k(n) \to \infty$, $k(n)/n \to 0$ šiuo atveju, tiesa?) [. . .]

Tai tik klausimo pradžia, ir jis nepalyginamai skiriasi nuo klausimo „Kiek kainuoja duona?“ R. Odonelo klausimas yra per daug savitas ir priklauso nuo konteksto, kad būtų pateiktas įprastinei netinklinei rinkai. Jis galbūt galėjo įdėti skelbimą matematikams skirtame žurnale ir paprašyti pagalbos, tačiau būtų buvę daugiau rūpesčių nei naudos. Bendradarbiaujant internetu kaip Matematikų eruditų projekte, kam nors gali iškilti toks klausimas, ir gali būti pateiktas kitiems dalyviams ir atsakytas, ir visa tai gali įvykti per kelias minutes ar valandas. Internetinės priemonės tokiu būdu suderina rinkos sąlygomis pasireiškiantį dinamišką darbo pasidalijimą ir sumodeliuotą įžvalgumą su kasdienio pašnekesio lankstumu ir spontaniškumu. Šis derinys – didelis jų žingsnis į priekį nuo netinklinių rinkų, dėl to jie puikiai tinkami spręsti sunkius kūrybinius uždavinius.

Iki šiol skyriau dėmesį įprastoms netinklinėms rinkoms. Žinoma, pastaraisiais metais rinkos prisitaikė internetą ir kitas šiuolaikines komunikacijos

technologijas, ir kadangi taip jau įvyko, jos pasikeitė ir tapo sudėtingesnės. Kuo toliau, tuo labiau rinkos taip pat gali būti naudojamos pateikti labai specifinius ir nuo konteksto priklausomus klausimus. Šiuo požiūriu internetinės priemonės tolydžio įtraukia ir plečia rinkas.

Kažkas panašaus taip pat vyksta ir paskutiniame skirsnyje mūsų aptartose įprastinėse organizacijose – internetinės priemonės jose yra vis dažniau naudojamos kaip koordinacinė valdymo infrastruktūra. Taigi internetinės priemonės gali įtraukti ir plėsti tiek įprastines rinkas, tiek įprastines organizacijas. Ir, kaip netrukus pamatysime, jos taip pat gali įtraukti ir praplėsti trečią istorijoje bendradarbiavimo būdą – mažų grupių diskusiją. Kiekvienu atveju internetinės priemonės teikia galimybę sukurti pagalbos architektūrą, kuri pranoksta netinklinio bendradarbiavimo metodų galimybes.

KAIP BENDRADARBIAVIMAS INTERNETU LYGINAMAS SU NE TINKLE VYKSTANČIA GRUPELĖS DISKUSIJA

Daugeliu atžvilgių bendradarbiavimas interneto tinkle, sakykim, Matematikų eruditų projektas ir „Kasparovas prieš pasaulį“, primena ne tinkle vykstančią grupelės diskusiją. Kaip pamatysime, ne tinkle vykstanti diskusija kai kuriais atžvilgiais tikrai yra geresnė, nei internetinis bendradarbiavimas, bet kitais – gerokai prastesnė. Bet, prieš lygindami šiuos du būdus, pirmiausia sustatykime viską į savo vietas, atmesdami du susijusius, bet klaidingus, argumentus, kurie byloja apie internetinio bendradarbiavimo ir netinklinės diskusijos sąsają.

Pirmas klaidingas įsitikinimas yra manyti, kad interneto tinkle vykstantis bendradarbiavimas yra kažkuo panašus į nuobodų komisijų darbą. Kartais žmonės išgirsta apie tokius projektus, kaip Matematikų eruditų, ir jų mintys šoka prie nepagražintų stereotipų, kurie siejasi su komisijų darbu – „Kupranugaris yra arklys, nes taip nutarė komisija“ – ir t. t. Tiesa, kad daugelis komisijų slopina kūrybingumą ir atsidavimą, tačiau tai nereiškia, kad, bendradarbiaujant internetu, susiduriama su tokiomis pačiomis problemomis. Geriau įsižiūrėjus į tokius projektus, kaip Matematikų eruditų ir „Kasparovas prieš pasaulį“, neatrodo, kad jie panašūs į nedarbingas komisijas. Kaip tik jie yra energingos, kūrybingos ir atsidavusios bendruomenės.

Kaip, bendradarbiaujant tokiu būdu, išvengiama nedarbingų komisijų problemų? Suprasti, kodėl kai kurios grupės dirba gerai, o kitos – ne, yra sunku, ir aš išsamiai šio klausimo negvildensiu. Tačiau yra du galingi veiksniai, kurie padeda paaiškinti, kodėl bendradarbiavimas internetu dažnai puikiai vyksta ten, kur komisijai taip nepavyktų.

Pirma, komisijos dažnai yra sudaromos iš žmonių, kurie yra priversti jose trinti kėdes, o prie tokio bendradarbiavimo, kaip Matematikų eruditų projektas, prisideda uolūs savanoriai. Toks atsidavimas yra visiškai kitoks. Antra, komisijos darbas gali labai sulėtėti dėl kelių sunkumus keliančių narių, o bendradarbiaujant internetu, į tokius žmones galima nekreipti dėmesio. Matematikų eruditų projekte, pavyzdžiui, buvo lengva daugiau informacijos turintiems dalyviams nepaisyti atsitiktinės, gerais norais pagrįstos, bet silpnos pagalbos. Taigi, bendradarbiavimas interneto tinkle yra kitoks, nei komisijos darbas.

Antras klaidingas įsitikinimas, kartais iškeliamas internetinio bendradarbiavimo skeptikų, yra tas, kad bendradarbiavimą internetu visada galima pakeisti lygiaverčiu netinkliniu bendradarbiavimu. Sakykim, jie gali teigti: turint pakankamai kantrybės ir pilną salę matematikų, galima surengti netinklinę Matematikų eruditų projekto imitaciją.

Šis argumentas nevertas dėmesio dėl dviejų dalykų. Pirma, iš praktinės pusės yra kur kas lengviau susirinkti interneto tinkle nei fizinėje erdvėje. Taigi šis prieštaravimas yra truputį panašus į pasakymą, kad automobilio arba keleivinio traukinio išradimas nieko nepakeitė keliavimo prasme – iš principo žmonės visada galėjo ilgus atstumus įveikti arkliu ir brikele. Teiginys yra teisingas, bet turi mažai praktinės svarbos tam, kaip žmonės elgiasi iš tikrųjų. Antras dalykas – žmonių elgesys pilnoje matematikų patalpoje būtų visiškai kitoks, nei buvo Matematikų eruditų projekte. Pasirinktinai pateikiu vieną iš daugelio skirtumų pavyzdžių: jei kažkas realioje, ne tinklo, erdvėje, su mumis kalba, kai esame pavargę ir irzlūs, galime nesuprasti, ką jie pasakė; internetiniame tinkle galime skaityti ir iš naujo tai perskaityti laisvu metu, kai esame budrūs ir kupini entuziazmo. Dėl šių ir daugelio kitų skirtumų galime surengti tokią imitaciją realioje erdvėje, jei padarysime nerealistines prielaidas, kaip elgtųsi patalpoje esantys žmonės. Tuo nenorima pasakyti, kad daug matematikų vienoje patalpoje negalėtų bendradarbiauti, siekdami atlikti puikų darbą. Tačiau tada nebūtų taikomas Matematikų eruditų projekto stiliaus procesas,

o būtų naudojamasi kitokia dėmesio architektūra. Internetinės priemonės iš tikrųjų sudaro galimybes bendradarbiauti naujais būdais.

Jei atmestume šiuos du klaidingus įsitikinimus, kas liktų? Kuo netinklinė diskusija yra tikrai pranašesnė už bendradarbiavimą interneto tinkle? Vienas dalykas ypač gerai pastebimas – tai vertingas akis į akį ryšys. Kūno kalba, veido išraiška, balso tonas ir įprastas neformalus bendravimas yra be galo svarbu veiksmingam bendradarbiavimui, ir jų negalima niekuo pakeisti. Kalbėtis gyvai su patinkančiu žmogumi yra džiugu ir tai įkvepia, o bendradarbiaujant internetu – kažkas prarandama. Žinoma, šis praradimas palaipsniui yra papildomas labiau išraiškingomis bendradarbiavimo technologijomis – vaizdinis pašnekesys per *Skype* programą yra nepaprastai veiksminga bendradarbiavimo priemonė. Per ilgesnį laikotarpį virtualieji pasauliai ir išplėsta tikrovė bendravimą internetu gali padaryti net geresnį nei bendravimą akis į akį. Deja, šiandien internetinė tiesioginio asmenų bendradarbiavimo patirtis labai stokoja netinklinio bendradarbiavimo turtingumo. Kyla pagunda padaryti išvadą, kad bendradarbiavimas internetiniame tinkle negali būti toks geras kaip realusis ne tinkle.

Tokios išvados trūkumas – nesvarbu, kaip surandamas tas tinkamas asmuo, su kuriuo verčiausia dirbti. Tai greičiausiai dėl to, kad visais laikais surasti tinkamiausią asmenį būdavo taip sunku, kad dažniausiai net nesijaudindavome. Ne kompiuterio tinkle gali prireikti kelių mėnesių aptikti naujam bendradarbiui, kurio kompetencija atitiktų mūsiškę būtent reikiamu būdu. Tačiau tai pasikeičia, kai galime užduoti klausimą interneto forume ir po 10 minučių gauti atsakymą iš vieno iškiliausių pasaulyje mūsų pasiteirautos srities ekspertų.

Sprendžiant kūrybinius uždavinius, dažniausiai yra geriau turėti glaustą 20 minučių trukmės tik tekstu išreikštą pabendravimą su ekspertu, kuris lengvai gali išspręsti problemą, nei savaites smagios diskusijos akis į akį su kažkuo, kurio žinios nedaug skiriasi nuo mūsų pačių. Bet kokiu atveju neturime to rinktis. Praktikoje galime naudotis sąlyginai nuasmenintomis priemonėmis, norėdami surasti tinkamą asmenį ar žmones, pasirengusius padėti išspręsti problemą, bei pasinaudoti išraiškingesnėmis priemonėmis – diskusijomis su vaizdu, virtualiuoju pasauliu ir išplėsta tikrove, kad darbas su tuo asmeniu arba tais žmonėmis būtų įmanomai veiksmingas.

Kitais žodžiais tariant, dideli bendradarbiavimo interneto tinkle privalumai, palyginti su bendradarbiavimu tikrovėje, ne tinkle, yra mastas ir pažintinių gebėjimų įvairovė. Įsivaizduokime, kad organizacijos *ASSET India* nariai susirinktų į grupę ir protų šturmo diskusijos būdu apsvarstytų belaidžių maršrutizatorių idėjas. Šioje grupėje nebūtų nė vieno, turinčio tokią pačią kompetenciją, kaip Z. Braunas, nebent jiems neregėtai pasisektų. Didėjant bendradarbiavimo mastui, internetinės priemonės padidina įmanomų kompetencijų skaičių ir sumažina tikimybę, kad grupė atsidurs aklavietėje dėl problemos, kurios niekas grupėje išspręsti negali. Geriausiu atveju atsiras sumodeliuotas įžvalgumas, kritinė diskusijos masė, ir tai leis grupei nuodugniai išnagrinėti daug daugiau idėjų, nei įmanoma mažoje grupėje, turinčioje ribotą kompetenciją.

Kaip internetinės priemonės leidžia praplėsti diskusijos mastą? Atsakymas aiškus: viso pasaulio ekspertams internetinės priemonės padeda lengviau kartu tapti kokios nors grupės dalimi. Tai yra svarbu, tačiau tai tik maža dalis vykstančių dalykų. Iš tikrųjų, naudojantis kruopščiai sumodeliuota dėmesio architektūra, internetinės priemonės į bendradarbiavimą gali įtraukti kur kas daugiau žmonių, nei diskutuojant tiesiogiai ne tinkle. Leiskite paaiškinti, kaip tai veikė Matematikų eruditų projekte. Trumpai kalbant, šio projekto formatas, paremtas komentarais tinklaraščiuose, atrodo panašus į matematikų diskusijas akis į akį, tačiau jis yra pažangesnis trimis svarbiais dalykais.

Pirma, interneto tinkle savo komentarus žmonės pateikia labiau apgalvotus, nei kalbėtų įprastoje matematinėje diskusijoje. Gyvuose pašnekesiuose netgi geriausi matematikai daro dideles pauzes, jiems reikia grįžti į apmąstymus, kartais susipainioja. Šiame projekte dauguma komentarų vieno kokio nors niuanso esmę ištraukdavo palyginti greitai ir sumaniai.

Antra, kiekvienam skaitytojui yra lengva greitai peržvelgti tinklaraščio komentarus. Kai, bendraudamas akis į akį, nesupranti, ką kažkas sako, tai gali taip kiūtoti nesuprasdamas, apie ką jie kalba, dešimt minučių, o tinklaraštyje gali žvilgtelėti į komentarą per kelias sekundes, atkreipti dėmesį į bendrą idėją ir judėti toliau.

Trečia, kai praleidi kokį komentarą, visada žinai, kad gali prie jo grįžti, nes jis yra pasiekiamas ir lengvai surandamas naudojantis ieškos sistema.

Bendras šių trijų skirtumų rezultatas yra daugiau žmonių, galinčių dalyvauti diskusijoje. Didėjant diskusijos mastui, tinklaraščio koordinatorius

suteikia prieigą prie geriausių idėjų, kurias pateikė įvairesniais pažintiniais gebėjimais pasižymintys dalyviai, tad labiausiai tikėtina, kad susikurs sumodeliuotas įžvalgumas ir kritinė diskusijos masė.

Tačiau, plečiantis bendradarbiavimo mastui, keičiasi ir tam būdinga privalumų ir trūkumų pusiausvyra. Viena vertus, bendradarbiavimas turėtų apimti kuo įmanoma didesnę ir kuo skirtingesniais pažintiniais gebėjimais pasižyminčią dalyvių grupę. Kita vertus, kai bendradarbiaujančiųjų jau būna užtektinai, dalyviai nebegali skirti dėmesio viskam, kas vyksta. Jie noromis nenoromis *yra priversti* pradėti skirti dėmesį tik kai kurioms prisidedančiųjų idėjoms. Geriausia, kai pagalbos architektūra dalyvius nukreipia ten, kur ypatingi jų talentai labiausiai tinka žengti tolesniems žingsniams – kur jie turi didžiausią lyginamąjį pranašumą. Taigi kiekvienas dalyvis mato tik dalį didesnio bendro darbo.

Štai paprastas pavyzdys. Tinklalapis *InnoCentive* „iššūkius“ suskirsto pagal temines sritis, kad dalyviai lengviau susirastų juos labiausiai dominantį „iššūkį“. Kitame skyriuje pamatysime kelis rafinuotesnius būdus padėti žmonėms nuspręsti, kur nukreipti savo pagalbą. Tokiu būdu yra įmanoma plėsti mastą nesant būtinybės, kad kiekvienas dalyvis turėtų skirti dėmesio visam bendram darbui. Kitaip sakant, didelio masto bendro darbo suvaldymo menas yra numatyti dalyvių įnašus į bendrą darbą, kad kiekvienas dalyvis matytų tik tuos indėlius, kuriuos jie laikytų vertingiausiais ir labiausiai motyvuojančiais; juk svarbu ne tai, ką matome, o tai, ką teko atmesti. Kuo tie filtrai veikia geriau, tuo geriau galima pagalba yra suderinama su galimybėmis prisidėti.

Nepriekaištinga pagalbos architektūra sudaro galimybes grupei savo pažintiniais gebėjimais geriausiai panaudoti turimą ribotą dėmesį taip, kad bet kuriuo metu kiekvienas dalyvis kuo produktyviau galėtų panaudoti savo lyginamąjį pranašumą. Bendradarbiaujant Matematikų eruditų projekte, tik dalis kelio buvo nueita į šį tikslą. Pasitelkiant geresnę dėmesio architektūrą, yra įmanoma bendradarbiavimo mastą praplėsti net labiau, nei tai pavyko Matematikų eruditų projektui. Kitame skyriuje nagrinėsime kelis modelius, kuriuos galima taikyti, norint praplėsti bendradarbiavimo mastą ir geriau panaudoti įmanomas profesines žinias.

KETVIRTAS SKYRIUS

BENDRADARBIAVIMO INTERNETU MODELIAI

1991 m. rugpjūčio 26 d. 2 val. 12 min. nakties 21 metų suomis, programavimo studentas, Linusas Torvaldsas paskelbė trumpą žinutę internetiniame programuotojų forume. Jos fragmentas buvo toks:

> Kuriu (nemokamai) operacinę sistemą (tai tik pomėgis, nebūkite dideli ir dalykiški, kaip antilopės gnu), skirtą 386(486) AT klonams... Norėčiau sužinoti, kokių savybių dauguma žmonių pageidautų. Lauksiu bet kokių siūlymų, tačiau nepažadu, kad juos įgyvendinsiu :-)

Netruko praeiti ir 14 minučių, kai kitas vartotojas atsakė: „Papasakok daugiau!“, ir uždavė kelis klausimus. Maždaug po šešių savaičių, spalio 5 dieną, L. Torvaldsas parašė antrą žinutę: paskelbė, kad jo operacinės sistemos kodas – netrukus būsiantis pramintas *Linux* – jau yra viešai prieinamas. Jis parašė:

> Tai yra programišiaus programa programišiams. Man buvo malonu ją kurti, ir gal kas nors pasidžiaugs, į ją žiūrėdamas ir netgi modifikuodamas pagal savo poreikius. Ji, žinoma, gana nedidelė, kad būtų suprantama, naudojama ir modifikuojama, o aš laukiu bet kokių komentarų.

L. Torvaldsas buvo niekam nežinomas studentas, dirbantis sąlyginėje izoliacijoje Helsinkio universitete, nepriklausantis jokiai moderniai *Silicon Valley*[5] įsikūrusiai kompanijai. Vis dėlto tai, ką jis paskelbė, buvo įdomu daugeliui programišių. Operacinė sistema yra kompiuterio nervų sistema, ta dalis, kuri priverčia veikti kitas. Duoti užkietėjusiam programišiui operacinės sistemos kodą yra tas pats, kaip menininkams duoti raktus nuo Siksto koplyčios ir paprašyti ją perpiešti. Netrukus buvo suformuotas *Linux* šalininkų adresų sąrašas siuntimui, ir vos per tris mėnesius adresatų sąrašas išaugo iki 196 narių.

L. Torvaldsas ne tik savo sukurtos operacinės sistemos kodą padarė laisvai prieinamą, bet ir paskatino kitus programuotojus siųsti jam kodus, kuriuos būtų galima įtraukti į *Linux* sistemą. Tai darydamas, L. Torvaldsas skatino *Linux* plėtėjų – programuotojų, kurie kolektyviai padėjo tobulinti *Linux* – bendruomenės formavimąsi ir greitą augimą. 1994 m. kovo mėn. *Linux* kūrėjų sąraše buvo įvardyta 80 prisidėjusių žmonių, ir žmonės prisidėjo, siųsdami kodus astronominiu greičiu.

1995 m. įsikūrė kompanija *Red Hat*, kuri rūpinosi vienos iš komerciškai sėkmingos *Linux* versijos rinkodara; 1999 m. *Red Hat* tapo vieša Niujorko akcijų biržos dalyve, kai pirmosios prekybos jos akcijomis dienos pabaigoje jos rinkos vertė buvo 3 mlrd. dolerių. 2008 m. pradžioje *Linux* branduolį – esminę *Linux* operacinės sistemos dalį – sudarė beveik 9 mln. kodo eilučių, kurias parašė bendradarbiaudami daugiau nei 1000 žmonių. Tai yra vienas iš sudėtingiausių kada nors žmogaus sukurtų taikomojo mokslo kūrinių.

Linux taip išplito, kad jį lengva priimti kaip savaime suprantamą dalyką. Nors *Microsoft Windows* išlieka vyraujanti operacinė sistema kompiuteriams, naudojamiems namie ir biuruose, bet daugelyje kitų sričių plačiau naudojama *Linux* sistema. *Google*, *Yahoo!* ir *Amazon* naudojasi milžiniškais *Linux* klasteriais[6], sudarytais iš dešimčių arba šimtų tūkstančių kompiuterių. *Hollywood* animacijos ir vaizdo efektų kompanijose *Linux* yra vyraujanti operacinė siste-

5 *Silicon Valley* – regionas San Francisco pietuose, JAV. Iš čia kilo daugelis didžiausių pasaulyje technologijų korporacijų, taip pat buvo įkurta daugybė nedidelių įmonių. Pavadinimo, išvertus pažodžiui – Silicio slėnis – net kilmė susijusi su daugybe čia tobulintų ir gamintų silicio lustų, o pats regionas siejasi su aukštosiomis technologijomis ir inovacijomis.

6 Klasteris (angl. *cluster*) – vienetas, sudarytas iš kelių vieno tipo elementų, kuris veikia kaip vientisa sistema, turinti tam tikrų savybių. Keli klasterių pavyzdžiai: kompiuterių klasteris – spartaus ryšio kanalais sujungtų kompiuterių grupė, kuri vartotojo požiūriu veikia kaip vienas įrenginys; klasteris, kitaip blokinys – kietojo disko paviršiaus vienetas.

ma, pranokstanti *Windows* ir *MacOS* sistemas, ir itin svarbi *Pixar, Dreamworks* ir *Industrial Light and Magic* kompanijoms. Vartotojams skirtos elektronikos pramonės kompanijos *Sony*, *Nokia* ir *Motorola Linux* sistemą naudoja viskam – nuo mobiliųjų telefonų iki televizorių.

Šis platus operacinės sistemos *Linux* panaudojimas nesunkiai leidžia pamiršti, kokia nepaprasta yra jos istorija. Įsivaizduokite, kad 1991 m. 21 metų suomių programavimo studentas kreiptųsi į jus ir sakytų, kad jis parašė operacinės sistemos pagrindus ir planuoja išplatinti kodą ir ak, beje, tikisi pritraukti savanorių programuotojų armiją, kad ją patobulintų. Pagalvotumėte, kad tai absurdiška. Taip absurdiška, kad net pats L. Torvaldsas neįsivaizdavo, jog taip nutiks.

Linux yra atvirojo kodo programinės įrangos pavyzdys. Atvirojo kodo programinės įrangos projektai pasižymi dviem pagrindiniais bruožais. Pirma, kodas yra viešai prieinamas, taigi kiekvienas, ne tik pirminis jo kūrėjas-programuotojas, gali su juo eksperimentuoti ir keisti kodą. Antra, kiti žmonės yra raginami teikti kodo patobulinimus. Tai galėtų reikšti: siųsti klaidų ataskaitas, kai kažkas pakrypsta neteisinga linkme, arba galbūt patarti, kaip pakeisti vieną kodo liniją, arba parašyti svarbų kodo modulį, susidedantį iš tūkstančių kodo eilučių.

Sėkmingiausi atvirojo kodo projektai pritraukia didžiulį skaičių prisidedančių dalyvių, kurie kartu gali sukurti kur kas sudėtingesnę programą, nei galėtų sukurti bet kuris pavienis programuotojas. Kad geriau įsivaizduotumėte šį mastą, pažymėtina: 2007–2008 m. *Linux* kūrėjai *per dieną* pagrindinį *Linux* kodą papildė vidutiniškai 4300 eilučių, ištrynė 1800 linijas ir modifikavo 1500 linijas. Tai sunkiai įsivaizduojamas pakeitimų greitis – vykdydamas didelio masto programos kūrimo projektą, patyręs programuotojas įprastai parašytų kelis tūkstančius kodo eilučių tik *per metus*.

Žinoma, prie daugumos atviro kodo projektų prisideda mažiau dalyvių, nei prisidėjo prie *Linux*. Populiari atviro kodo projektų „saugykla“, vadinama šaltinio kalve (*SourceForge*), saugo daugiau nei 230 000 atviro kodo projektų. Beveik visi šie projektai yra sukurti tik vieno arba kelių programuotojų. Ir tik maža dalis projektų užkariavo programuotojų vaizduotę, įtraukdami dešimtis, šimtus arba tūkstančius prisidedančių dalyvių.

Atviro duomenų šaltinio projektų ištakos yra programavimo pasaulyje, tačiau savo esme jie nėra susiję tik su programavimu. Tikriau sakant, atviro duomenų

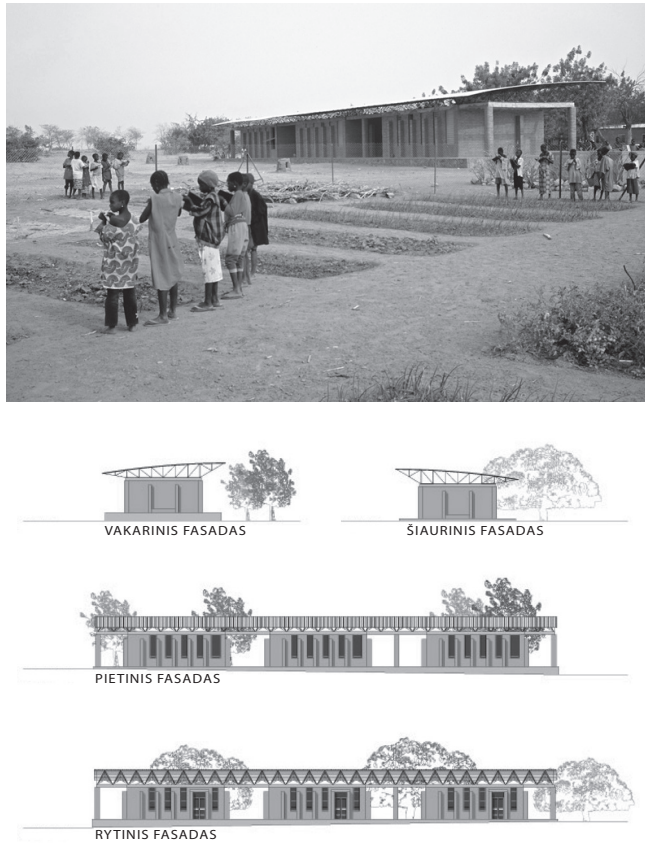
šaltinio projektai yra bendro modelio metodologija, kuri gali būti pritaikyta bet kokiam projektui, įskaitant skaitmeninę informaciją. Jei, pavyzdžiui, esate architektas, galite kurti atviro duomenų šaltinio architektūrą – laisvai viešai dalytis savo pastatų dizaino projektais ir paraginti kitus teikti siūlymus juos gerinti.

2006 m. architektas Kameronas Sinkleiras (*Cameron Sinclaire*) ir žurnalistė Keitė Stor (*Kate Stohr*) pristatė Atviros atchitektūros tinklą (*Open Architecture Network*), kuris padeda kurtis internetinei atviro architektūros duomenų šaltinio bendruomenei – tam tikros rūšies architektūros „šaltinio kalvei". 2010 m. pradžioje šiame tinklalapyje buvo daugiau nei 4000 projektų, daugelis kartu su aukštų planais, aptartomis statybinėmis medžiagomis, užbaigtų pastatų fotografijomis ir t. t., ir visa tai buvo galima kitiems panaudoti dar kartą ir patobulinti.

Tinklalapis ypač daug dėmesio skyrė architektūros projektams, kuriuos galima panaudoti besivystančiame pasaulyje, autoriai taip pat tikėjosi, kad tai padės greičiau išplisti geriausioms architektūros idėjoms ir inovacijoms. 4.1. paveiksle pateikiamas vienas pavyzdys – Vakarų Afrikoje esančios Burkina Faso valstybės (anksčiau žinomos kaip Aukštutinė Volta) Gando mieste, kuriame gyvena 3000 žmonių, pastatytos pradinės mokyklos dizaino projektas. Projektas pateiktas su visų aukštų planais, fasadais ir daugeliu kitų architektūrinio projekto detalių, taip pat baigto pastato nuotraukomis.

Ne tik informacija apie architektūrą gali būti pateikiama kaip atviras duomenų šaltinis. Jei kuriame skaitmeninį meną, galime daryti atviro duomenų šaltinio meną: laisvai dalytis savo skaitmeninio meno failais ir paraginti kitus juos tobulinti. Biologas gali užsiimti atviro duomenų šaltinio biologija: dalytis gyvųjų organizmų DNR konstrukcijomis ir raginti kitus teikti siūlymų jų tobulinimui. Jau egzistuoja biologų bendruomenė, daranti būtent tai.

Jei rašome enciklopediją, galime laisvai išplatinti savo enciklopedijos straipsnių tekstą ir paraginti teikti pastabas. Būtent taip yra rašoma Vikipedija: ji yra atviro duomenų šaltinio projektas. Visuose šiuose projektuose pagrindą sudarantis modelis yra toks pats: paskelbk viešai savo skaitmeninį projektą ir paragink kitus prisidėti prie jo keitimo. Matematikų eruditų projektas ne visai atitinka šį modelį, tačiau jis naudojosi panašiomis idėjomis, kai sukuriama interneto tinklo erdvė, kurioje žmonės gali dalytis savo idėjomis ir stengtis patobulinti kitų idėjas.



4.1. PAVEIKSLAS. *VIRŠUJE*: VAKARŲ AFRIKOS BURKINA FASO VALSTYBĖS GANDO PRADINĖ MOKYKLA.
APAČIOJE: VIENAS IŠ KELIŲ ŠIOS MOKYKLOS ARCHITEKTŪRINIO PROJEKTO DOKUMENTŲ, KURĮ GALIMA NEMOKAMAI ATSISIŲSTI IŠ ATVIROS ATCHITEKTŪROS TINKLO. KITI ŽMONĖS GALI NAUDOTIS ARCHITEKTŪRINIO PROJEKTO DOKUMENTAIS IR MODIFIKUOTI JUOS PAGAL SAVO POREIKĮ. PADĖKA SKIRIAMA ***SIMÉONUI DUCHAUD*** IR ***AGA KHAN***, GAVUSIEMS APDOVANOJIMĄ UŽ ARCHITEKTŪROS PROJEKTĄ.

Iki šiol šioje knygoje pažvelgėme į kelis pavyzdžius, kurie parodo, kaip internetinės priemonės žmonių grupėms gali suteikti sumanumo. Bendradarbiavimas, pasitelkiant atvirą duomenų šaltinį, paprastai turi kitokius tikslus: jis teikia žmonėms laisvę tobulinti ir modifikuoti kitų žmonių darbą ir – tai taikytina stambiems projektams, kaip *Linux* ir Vikipedija – galimybę žmonių

grupėms kurti sudėtingesnius projektus, nei galėtų sukurti bet kuris pavienis žmogus.

Šį tikslų skirtumą atskleidžia toks faktas: nors Vikipedija ir yra įspūdinga, daugeliu temų iškiliausi pasaulio ekspertai galėtų parašyti ir geresnius straipsnius. O dirbančiam su *Linux* kodu reikėtų būti tik gana geram, bet nebūtinai – visais atžvilgiais aukščiausios klasės žinovu. Tačiau, nepaisant šio ketinimų ir ankstesnių pavyzdžių skirtumo, atviro duomenų šaltinio projektai vis dar gali daug išmokyti, kaip stiprinti kolektyvinį intelektą. Bendradarbiavimo projektai, ypač paremti atviru duomenų šaltiniu, buvo labai veiksmingi plečiant bendradarbiavimo mastą ir tokiu būdu didinant bendradarbiaujančių pažintinių gebėjimų įvairovę bei galimų siauros srities kompetencijų gausą.

Šiame skyriuje aptarsime keturis veiksmingus modelius, kuriuos bendradarbiavimo projektai, paremti atviru duomenų šaltiniu, taiko mastui plėsti. Tai (1) įsipareigoti dirbti moduliniu būdu, atrandant protingus būdus suskaidyti visą uždavinį į mažesnius pauždavinius; (2) skatinti prisidėti bent šiek tiek, kad įsitrauktų visi norintys; (3) sudaryti sąlygas lengvai pakartotinai pasinaudoti anksčiau atliktu kitų žmonių darbu; ir (4) naudojant sutartinių signalų mechanizmus, sakykim, vertinimą balais, padėti žmonėms nuspręsti, kur nukreipti savo dėmesį ir pagalbą. Šie modeliai gali būti įtraukiami į bet kokią dėmesio architektūrą, ir tokiu būdu gali būti naudojami stiprinti kolektyvinį intelektą.

SUSKAIDYMO Į MODULIUS SVARBA

Kad suprastume, kaip plečiasi atviru šaltiniu paremto bendradarbiavimo mastas, pažvelkime į tuos laikus, kai *Linux* bendradarbiavimas beveik nustojo plėstis, kai *Linux* plėtotojų bendruomenė vos nesuskilo į dvi atskiras stovyklas, dirbančias prie dviejų skirtingų *Linux* versijų. Incidentas prasidėjo nepiktybiškai 1998 m. rugsėjo 29 d., kai projekto dalyvis Maiklas Harnoisas (*Michael Harnois*) nusiuntė žinutę visam *Linux* branduolio kūrėjų adresatų sąrašui. Jis rašė, kad susiduria su problemomis, susijusiomis su *Linux* duomenų rodymo sistemos dalimi. Toks nusiskundimas nebuvo retas – kaip tik tokių yra daugybė, dėl to *Linux* kūrėjai vis tobulina kodą – ir autoritetingas *Linux* kūrėjas Girtas Ujterhoivenas (*Geert Uytterhoeven*) M. Harnoisui skubiai atsakė – patarė

nešvaistyti laiko, pasakė, kad problema jau sutvarkyta, o vienintelė priežastis, dėl ko M. Harnoisui iškilo problema, buvo ta, kad ją išsprendžiantis kodas dar nebuvo įtrauktas į oficialią *Linux* kodų bazę, tvarkomą L. Torvaldso.

Iki tol visa tai buvo įprasti reikalai. Tačiau tai, ką G. Ujterhoivenas pridūrė po to, įskėlė kibirkštį dideliam sprogimui. Pasakęs, kad, kol problema dar nėra sutvarkyta oficialioje kodų bazėje, problemos sprendimo kopiją jis gali gauti iš tinklalapio *VGER*, kuris yra veidrodinė oficialaus *Linux* kodo paslauga (t. y. kopija), kaip alternatyvi vieta, iš kurios *Linux* duomenis žmonės galėjo atsisiųsti tuo atveju, jei pagrindinis tinklalapis būtų užstrigęs arba sunkiai pasiekiamas. Tačiau augo kai kurių *Linux* kūrėjų nepasitenkinimas L. Torvaldsu: jie manė, kad jis nepakankamai greitai jų pateiktus duomenis integruoja į oficialią *Linux* kodo duomenų bazę. Kita vertus, savanorių grupė, palaikanti *VGER* tinklalapį, priimdavo kai kuriuos iš šių pateikiamų duomenų, ir buvo neblogai žinoma, kad *VGER Linux* pradeda akivaizdžiai lenkti oficialųjį *Linux*.

Praėjus mažiau nei dviem valandoms, kai M. Ujterhoivenas išsiuntė žinutę, L. Torvaldsas visiems adresatams išsiuntė glaustą žinutę – M. Harnoisas „laiko nešvaisto“, o *VGER* neturi ryšio su *Linux* operacinės sistemos plėtojimu. Ši žinutė sukėlė tikrą laviną: net keli labiausiai gerbiami *Linux* bendradarbiai viešai skundėsi, kad tai ne pirmas kartas, kai jis neintegravo svarbių duomenų į oficialų *Linux* kodą. Kai kurie sakėsi kodo duomenis siuntę daugelį kartų, bet negaudavo jokių gavimą patvirtinančių pranešimų, kartais net dėl darbo, kurį jie darydavo jo prašomi. L. Torvaldsas savo ruožtu taip pat išreiškė nusivylimą:

> – Sakau nuoširdžiai: ypač ši diskusija (ir ankstesnės) tik suerzino ir DIDINA įtampą. Jei esate nepatenkinti mano tvarkymusi (su jūsų indėliais), patarčiau truputį pagalvoti, su kuo man galiausiai tenka turėti reikalų.
>
> – Atstokite, žmonės... Man tai neįdomu, aš išeinu atostogų ir daugiau nenoriu apie tai girdėti. Trumpai tariant, nešdinkitės iš mano pašto dėžutės.

Kad bendradarbiavimas būtų sėkmingas, sprendžiamą uždavinį reikia suskaidyti į užduotis, kurias galėtų atlikti vienas asmuo. Iki šio „sprogimo“

Linux bendruomenė taip išaugo, kad peržiūrėti užduotis ir integruoti pateikiamus kodus L. Torvaldsas (ar greičiausiai kas kitas) jau nebeįstengė. Tariant vieno iš *Linux* kūrėjų, Lario Makvojaus (*Larry McVoy*), įsitraukusio į šį nesusipratimą, žodžiais – „Linuso mastas neišsiplėtė“. Dėl to *Linux* plėtojimo bendruomenė ėmė nebedirbti veiksmingai, ir iškilo pavojus suskilti į dvi arba daugiau atskirų bendruomenių. Šitai neįvyko todėl, kad L. Torvaldsas arba kas kitas kažką darė blogai. Kaip tik tai buvo sėkmės pasekmė: bendruomenė taip išaugo, kad ankstesnis reikalų tvarkymo būdas tapo nebeveiksmingas.

Akivaizdus būdas išspręsti problemą – gauto kodo patvirtinimo užduotį paskirstyti keliems žmonėms. Tačiau kai kurie *Linux* sistemos kūrėjai nerimavo, kad neabejotinas L. Torvaldso supratimas apie *Linux* branduolį gali būti būtinas dalykas peržiūrint ir patvirtinant atsiųstus kodus. Ar, atsiųstus duomenis leidus patvirtinti kitiems, nebus sugadinta *Linux* sistema? Gali būti prarastas kažkoks esminis, bet anksčiau nenumatytas funkcionalumas, kuriant *Linux* sistemą. Laimei, šie nuogąstavimai nepasitvirtino. Po karštos diskusijos interneto tinkle ir gyvai susitikus keliems lyderiaujantiems *Linux* kūrėjams, įskaitant L. Torvaldsą ir *VGER* kūrėją Deivą Milerį (*Dave Miller*), pirmasis sutiko perduoti daugiau sprendimų priėmimo teisių pavaduotojams, ir procesas toliau vyko be jokių akivaizdžių neigiamų pasekmių.

Bendradarbiaujant kai kada yra lengva sprendžiamą problemą suskaidyti į mažesnius uždavinius. Prisiminkime galaktikų klasifikaciją *Galaxy Zoo* projekte, kurį aptarėme įvadiniame skyriuje. Projekte *Galaxy Zoo* prašoma bendradarbiaujančių atsakyti į klausimus vienu metu apie tik vieną galaktiką, išskaidant galaktikų klasifikavimo uždavinį į milijonus mažyčių užduotėlių. Tai paprastas, bet veiksmingas būdas suskaidyti bendrą *Galaxy Zoo* uždavinį.

Tačiau skaidyti į modulius kartais yra daug sunkiau. Matematikų eruditų projekte darbas vyko tinklaraštyje skelbiant komentarus. Pirmomis projekto dienomis susidomėjusiems matematikams įsitraukti į diskusiją buvo lengva. Bet komentarų greitai daugėjo ir galiausiai pasiekė 800 komentarų – 170 000 žodžių. Norinčius prisidėti prie diskusijos tai gąsdino, nes komentarai buvo tvarkomi taip, kad nesusidarytų sąlygų stryktelėti diskusijon, pirma nesupratus didžiosios dalies įrašų. Nors Matematikų eruditų projektas, vertinant pagal įprastus matematikos standartus, buvo didelio masto bendradarbiavimas – prisidėjo 27 žmonės, ir, ko gero, būtų buvęs dar didesnio masto, jei diskusija

nebūtų buvusi tokia monolitiška ir būtų labiau moduliuota. Tai savo ruožtu būtų padidinę pažintinių gebėjimų įvairovę ir padarę prieinamą didesnę profesinių žinių įvairovę.

Ar šis monolitinis pasakojamasis stilius yra neišvengiama tokių bendradarbiavimo atvejų, kaip Matematikų eruditų projektas, savybė? Ar yra įmanoma sukurti labiau moduliuotą metodą, bendradarbiavimą suskaidantį į paprojekčius? Galime rasti įžvalgių atsakymų į šiuos klausimus, atidžiau pažiūrėję į tokius didžiulius atviro duomenų šaltinio projektus, kaip operacinė *Linux* sistema. Šiuose projektuose skaidyti į modulius nebuvo lengva, arba tai padaryta atsitiktinai – prireikė labai labai sunkiai dirbti. Projektų dalyviai priėmė sąmoningą įsipareigojimą darbą suskaidyti į modulius ir šio įsipareigojimo beatodairiškai laikėsi net tada, kai tam prireikė daug pastangų. To pavyzdį matėme apžvelgdami, kaip *Linux* bendruomenė reagavo į *VGER* krizę. Bet net įspūdingiau (nors ne taip matoma) yra tai, kaip *Linux* kūrėjų bendruomenė laikosi įsipareigojimo savo veiklą skaidyti į modulius. Pavyzdžiui, originali *Linux* branduolio kodų bazės struktūra paprastai nėra skaidoma į modulius, kad būtų lengva potencialiems kūrėjams prisidėti prie kodo tobulinimo. Išleidžiant *Linux* 2.0 versiją visa *Linux* kodo bazė buvo iš pagrindų perrašyta ir reorganizuota, kad skaidytųsi į modulius. Tai turbūt atrodo visai paprasta, tačiau iš tikrųjų prireikia milžiniškų *Linux* kūrėjų koordinavimo pastangų. Štai kaip tai paaiškina L. Torvaldsas:

> – Kalbant apie *Linux* branduolį, labai greitai tapo aišku, kad norime turėti sistemą, kuo labiau suskaidytą į modulius. Atviro duomenų šaltinio projektų vystymo modelis išties to reikalauja, nes kitaip žmonėms nėra lengva dirbti visiems vienu metu.
>
> ...
>
> – Sukūrus 2.0 versijos duomenų branduolį, *Linux* tikrai išaugo, nes ėmėme naudotis įkeliamų duomenų branduolio moduliais. Tai akivaizdžiai pagerino skaidymą į modulius – sukūrė aiškią struktūrą jiems rašyti. Programuotojai galėjo dirbti su skirtingais moduliais, nerizikuodami vieni kitiems trukdyti. Aš galėjau tinkamai kontroliuoti tai, kas rašoma į duomenų branduolį. Taigi dar pakartosiu: siekis valdyti žmones ir valdyti kodo rengimą atvedė prie tokių pačių struktūrinių sprendimų. Norėdami gerai koordinuoti su *Linux* siste-

ma dirbančius žmones, turėjome padaryti kažką panašaus į duomenų branduolio modulius. Bet, vadovaujantis konstruktyviu požiūriu, tai irgi buvo teisingas pasirinkimas.

Šis sąmoningo ir nuolat taikomo suskaidymo į modulius modelis yra aptinkamas daugumoje didelių atviru duomenų šaltiniu paremtų bendradarbiavimo projektų. Dažnai to prireikia net tuose projektuose, kuriuose, atrodo, įgyvendinti modulių principą būtų lengva, pavyzdžiui, Vikipedijoje. Iš pažiūros ji atrodo esanti tiesiog enciklopedinių straipsnių rinkinys, turintis paprastą, suprantamą modulių struktūrą: tekstai yra natūraliai padalyti į skirtingus straipsnius. Tačiau šis paviršutiniškas modulių principas yra tik istorijos dalis.

Enciklopedijos rašymas apima daugelį uždavinių, neskaitant straipsnių redagavimo, ir šis papildomas sudėtingumas matyti jos sandaroje. Galbūt paprasčiausias pavyzdys yra tas, kad kiekvienas straipsnis turi susijusį „Aptarimo“ puslapį. Jei nežinote, kas yra Vikipedijos „Aptarimo“ puslapis, paleiskite savo tinklo naršyklę ir susiraskite straipsnį „Geologija“ (http://en.wikipedia.org/wiki/Geology). Puslapio viršuje pastebėsite skirtuką „Diskusija“. Spragtelėkite pele šį skirtuką ir įeisite į „Geologijos“ straipsnio „Aptarimo“ puslapį. Štai čia ir vyksta Vikipedijos redaktorių diskusija *apie* šį straipsnį: kokia informacija straipsnis netrukus bus papildytas, kaip jis gali būti patobulintas, ir netgi svarstoma, ar, visų pirma, šis straipsnis iš viso turėtų čia būti. Tokie „Aptarimų“ puslapiai yra vieta kalbėti apie daugelį esminių Vikipedijos uždavinių, kad ji tinkamai funkcionuotų, tačiau to negalima atlikti straipsnių puslapiuose.

Be „Aptarimo“ puslapių, Vikipedijoje taip pat yra gausus kitų specialių puslapių rinkinys, kurių kiekvienas turi tam tikrą paskirtį. Sakykim, puslapis „Kaimo vandens kolonėlė“ (*Village Pump*) yra skirtas diskutuoti apie Vikipedijos politiką, techninius klausimus ir t. t. Yra ir puslapis, kur išvardyti numatoma ištrinti straipsniai.

Daugelyje straipsnių nagrinėjamos temos, įdomios tik pačios Vikipedijos bendruomenei. Kai kurie puslapiai yra smagūs: yra testas, sudarytas iš 1181 klausimo, skirtas pasitikrinti, ar esate vikipediholikas (bet kam, kas noriai išsėdės, atsakinėdamas į visus klausimus, manau, neabejotinas atsakymas yra „taip“); sąrašas straipsnių keistomis antraštėmis („22,86 centimetro nagai“ yra muzikinės grupės *Nine Inch Nails* („Devynių colių nagai“) pavadinimo versija,

išreikšta metrais, bet dabar jau, deja, straipsnis ištrintas); ir daugelis kitų. Kai kurie puslapiai yra liūdni: yra puslapis, išvardijantis velionius Vikipedijos kūrėjus, nuorodos į asmeninius jų puslapius, kur dažnai surasite gedinčių draugų ir šeimos narių bendruomenes.

Vikipedija nėra enciklopedija. Tai virtualusis didmiestis, kurio pagrindinis eksporto į pasaulį dalykas yra enciklopediniai straipsniai, tačiau jis turi ir nuosavą gyvenimą. Visi puslapiai – „Aptarimo“, specialieji, bendruomenės ir patys straipsniai – rodo esmines Vikipedijos sau keliamas užduotis ir milžinišką uždavinį – plėtoti enciklopediją – padeda suskaidyti į daug mažesnes užduotis. Ir, kaip gerai valdomame mieste, šis padalijimas nebuvo nulemtas iš anksto kokio nors centrinio komiteto, bet labiau į gyvenimą įsiliejo organiškai, kaip atsakas į Vikipedijos „gyventojų“, redaktorių, kurie ją rašo, poreikius ir norus.

Kai šis modelis (sąmoningo ir nuolat taikomo skaidymo į modulius) nenaudojamas, nesiplečia atviru duomenų šaltiniu paremto bendradarbiavimo mastas. Pavyzdžiui, buvo daug nepavykusių mėginimų panaudoti *vikio* [bendrai rengiamo ir redaguojamo teksto] bei atviro duomenų šaltinio principus, siekiant parašyti geros kokybės romaną. Vienas aukšto lygio bandymas buvo projektas „Milijonas pingvinų“ (*Million Penguins*), organizuotas knygų leidyklos *Penguin* 2007 m. vasarį ir kovą. Sumanymas buvo pritraukti rašytojus, kad bendradarbiaudami sukurtų romaną, naudodamiesi vikiprograma.

Sprendžiant iš žmonių, prisidėjusių prie projekto, skaičiaus (1500), jis buvo sėkmingas. Tačiau šiems žmonėms niekada nepavyko dirbti kartu veiksmingai, o, kaip literatūros kūrinys, rezultatas buvo nevykęs. Dar projekto pradžioje vienas iš jo koordinatorių, Džonas Elekas (*Jon Elek*), rašė: „Būsiu patenkintas bent tol, kol projektui pavyks išvengti pavirsti į kažką panašaus kaip robotiški-zombiai-teroristai-prieš-Afrikos-ninzes-kosmose-papasakoti-Popiežiaus-Tiaros.“ Tikrasis romanas buvo dar keistesnis. Štai trumpa ištrauka, kad susidarytumėte įspūdį:

> Tą dieną nebuvo galima pasivaikščioti... paplaukioti galbūt buvo įmanoma, bet ne pasivaikščioti – nes Artis buvo banginis, kuprotasis banginis, o jei jau tiksliai, bent tais momentais. Buvo saulėta diena, ir Artis būtų užsidėjęs akinius nuo saulės, tačiau būti banginiu reiškė, kad jis neturėjo ausų, dėl to akiniai ant galvos laikėsi sunkiai. Nesvarbu, galvojo, jis bent jau buvo jaunas ir stiprus.

Nesunku suprasti, kodėl leidykla *Penguin* atliko šį eksperimentą. Bendrai rašomi ir redaguojami tinklalapiai (*vikiai*) buvo sėkmingai naudojami ne tik enciklopedijoms, bet ir daugeliui kitų žinynų parengti – nuo legendinio *Muppet Wiki* (muppet.wikia.com)[7] iki tinklinio JAV žvalgybos institucijų sistemos žinyno (atsiprašau, jo internetinis adresas nėra viešai prieinamas!). Iš pirmo žvilgsnio, romano rašymas atrodo gana panašus į enciklopedijos arba kitokio žinyno rengimą, tačiau skaidymo į modulius lygmuo, kuris yra pakankamas parengti enciklopedijai, nėra pakankamas parašyti aukščiausio lygio romanui, nes kažkokios esminės užduotys lieka neatliktos.

Romane kiekvienas sakinys tikriausiai siejasi su kiekvienu kitu sakiniu, turi galimą ryšį su kiekvienu siužeto posūkiu ir ryšį su viso romano siužeto linija. Geras autorius šiuos ryšius žino ir naudoja pasiekti rezonansui bei skirtingų istorijos dalių ryšiui stiprinti, siekia išvengti nedarnos ir padrikumo. Kad parašytum gerą romaną, vienas iš sau išsikeltų uždavinių visada yra vis lyginti tą sakinį, kurį rašai *dabar*, su kitomis romano dalimis, galvojant apie tai, ar jis sustiprina, ar sumenkina sąsają su visu romanu.

Kad bendradarbiavimu paremtas rašymas būtų sėkmingas, kažkas turi sekti, ar išlaikomos šios galimos sąsajos. Vis dėlto bendrai rengiamo ir redaguojamo teksto principas neteikia jokio natūralaus būdo užduotį išskaidyti, kad būtų prižiūrimas šių sąsajų glaudumas. Taigi, nors bendro rengimo ir redagavimo principas gali puikiai būti taikomas trumpiems, atskiriems straipsniams, tarkim, žinynams, tačiau toks principas netinka kaip bendradarbiavimo būdas, rašant ilgesnius tekstus. Tačiau bendradarbiavimo technologija dar tik prasideda. Kertu lažybų, kad netrukus bus sukurta bendradarbiavimo internetu technologija, greičiausiai kitokia (bet nedaug) nei „vikiprincipo“, kuri leis lengvai sekti skirtingų romano dalių ryšių glaudumą. Tai bus didelis žingsnis link pirmojo gero romano, parašyto bendradarbiaujant atviro duomenų šaltinio principu. (Žinoma, suvaldyti šiuos ryšius yra tik iššūkio dalis – kitame skyriuje aptarsime daugiau iškylančių sunkumų.)Sužinojome, kaip Vikipedija ir panašūs bendrai rengiami ir redaguojami žinynai skaidyti į modulius naudoja kruopščiai atrinktą puslapių struktūrą. Kitą metodą suskaidyti

7 muppet.wikia.com – tai tinklalapis, kuriame pateikiama informacija apie lėlių šou – *Muppet Show* – komedijos žanro televizijos serialą, sukurtą lėlininko Džimo Hensono (*Jim Henson*).

darbą į modulius rodo darbo organizavimas *Firefox* tinklalapių naršyklėje. Jei nežinote, kas yra *Firefox* – tai populiari tinklalapių naršyklės *Internet Explorer* alternatyva. Kaip ir *Linux*, *Firefox* yra atviro duomenų šaltinio projektas. Tačiau *Firefox* kūrėjai savo darbą organizuoja pasitelkdami kitokią metodiką nei *Linux* ar Vikipedija – didžiąją savo darbo dalį organizuoja naudodamiesi *klaidų ieškos sistema*.

Kad suprastumėte, kaip veikia klaidų ieškos sistema, įsivaizduokite, kad esate *Firefox* vartotojas, kuris aptiko klaidą. Pavyzdžiui, aš kartais pastebėdavau tokią klaidą: mano *Firefox* žymeklių sąraše maži paveikslėliai (vadinami tinklalapio ikonomis), esantys šalia mano žymeklių, kartais susipainioja. Vadinasi, šalia žymeklio atsiras ne tas paveikslėlis, arba, regis, dėl neaiškių priežasčių pasirodys atsitiktinė ikona iš kitų tinklalapių. Aš nenumanau, kodėl tai atsitinka, ir tai tik nedidelis erzinantis puikaus produkto dalykas, tačiau jis gali šiek tiek išmušti iš vėžių. Pastebėję šią klaidą, nusprendžiate padėti *Firefox* projektui ir apie tai pranešate. Norėdami tai padaryti, įeisite į internete esančią *Firefox* klaidų ieškos sistemą – tinklalapį, kuriame galėsite įvesti iškilusios problemos aprašymą ir bet kokias kitas smulkmenas, kurios galėtų būti naudingos žmonėms, bandysiantiems tą klaidą ištaisyti: kokio tinklalapio ieškojote, kai pastebėjote šią klaidą, kokia operacine sistema naudojatės, kokia *Firefox* versija įdiegta jūsų kompiuteryje ir t. t.

Aš prašiau jūsų įsivaizduoti kaip vyksta šis procesas, tačiau jums to įsivaizduoti net nereikia – patikrinau *Firefox* klaidų ieškos sistemą ir pamačiau – kažkas, pasivadinęs Bobu (*Bob*), 2008 m. sausio 11 d. padarė būtent tai, apie ką neseniai kalbėjau. Pranešimas apie ikonų klaidą skubiai atsidūrė klaidų ieškos sistemos sąraše „Skubiai taisytinos klaidos“. Šis sąrašas yra *Firefox* centrinio valdymo įrenginys, o daugelis *Firefox* dirbančių kūrėjų šį sąrašą atidžiai peržiūri. Pamatę klaidą, jų manymu, galimą ištaisyti, kimba į darbą. Dėl Bobo ikonų klaidos greitai užsimezgė diskusija. Peržvelgęs diskusiją, supranti, kad klaida yra labai subtili ir, tiesą sakant, susijusi su daugiau nei viena *Firefox* kodo problema. Galiausiai, kol klaida buvo galutinai ištaisyta, į tai buvo įsitraukę tuzinai žmonių.

Klaidų ieškos sistema skirta ne tik taisyti techniniams defektams, ji taip pat naudojama siūlyti ir diegti naujas charakteristikas. Jei norite pasiūlyti į *Firefox* įdiegti naują ypatybę, galite nueiti į klaidų ieškos sistemą, ją pasiūlyti,

ir diskusija prasidės. Jei tos ypatybės norės gana daug žmonių, kažkas pradės ją koduoti. Klaidų ieškos sistema tokiu atveju veikia kaip problemų ir idėjų „švediškas stalas“, ir jos yra „prisikabinusios“ diskusijų gijas.

Tai puikus būdas darbą skaidyti į modulius – nukreipdama dalyvių dėmesį į vieną klausimą, klaidų ieškos sistema apriboja diskusijų apimtį ir tokiu būdu nubrėžia ribas, kiek dėmesio žmonės privalo investuoti, kad dalyvautų procese. Užuot tekę gilintis į iki tol vykusią diskusiją, kaip buvo Matematikų eruditų projekte, dalyviams reikia suprasti čia pat aptarinėjamą dalyką. Tai leidžia įsitraukti didesniam skaičiui žmonių, ir bendradarbiaujant turėti naudos iš daug didesnės kompetencijų įvairovės.

Kitais žodžiais tariant, nuolat taikomas sąmoningas skaidymas į modulius atsiperka tuo, kad niekam nėra būtinybės suprasti viso projekto smulkmenų, o gali prisidėti tose vietose, kurias geriausiai išmano. Bendras poveikis yra lyg virtuali laivų statykla. Daug skirtingų žmonių yra pasiskirstę po visą darbo plotą, dirba prie atskirų laivo dalių, įvairiu pajėgumu, kiekvienam tenka nuosaikaus dydžio ir apimties darbas. Bet bendras rezultatas yra puikus.

Žinoma, skaidymu į modulius istorija dar nesibaigia. Tai vienas iš modelių, padedantis praplėsti bendradarbiavimo mastą. Atskiri moduliai yra lyg pagalbos atomai, iš kurių susidaro pagalbos architektūra. Geriausia, kaip jau matėme, yra sukurti tokią architektūrą, kur šie atskiri moduliai būtų tvarkomi tokiu būdu, kad kiekvienas dalyvis matytų tas užduotis, kurias spręsdamas, jis turėtų didžiausią lyginamąjį pranašumą, ir dėl to prisidėtų geriausiu būdu. Esantys įrankiai, sakykim, tinklaraščiai, *vikiai* ir klaidų ieškos sistemos, tai daro tik netobulai. Tačiau po ilgesnio laiko pradėsime pastebėti, kaip atsiranda pagalbos mokslo konstrukcija, padėsianti sukurti įrankius, kurie leis geriausiai išnaudoti galimą ekspertų pagalbą.

O ką galima pasakyti apie *Linux*? L. Torvaldsas jau seniai nustojo mėginti vadovauti visai *Linux* duomenų branduolio kūrėjų bendruomenei. 2000 m. gegužę vienas rašančiųjų visam *Linux* branduolio adresatų sąrašui skundėsi, kad L. Torvaldsas neatsako į jo žinutes. L. Torvaldsas atsakė taip:

> Turėkite omenyje, kad niekas neskaito kiekvienos žinutės, adresuotos Linux branduoliui. Iš tiesų, niekas, kas tikisi, kad dar turės laiko atlikti būtinus darbus su duomenų branduoliu, neperskaitys

nė pusės jų. Išskyrus Alaną Koksą (*Alan Cox*) (vienas iš L. Torvaldso pavaduotojų), bet jis iš tikrųjų yra ne žmogus, o apie tūkstantis gnomų, dirbančių Svonsio urvuose. Nė vienas atskiras gnomas taip pat neperskaito visų siunčiamų žinučių, jie tik gerai dirba kartu.

Be to, kai kurie iš mūsų net negali perskaityti viso ateinančio asmeninio pašto vien dėl to, kad jo gauname per daug. Atsakau tiek, kiek išgaliu.

Nuo to laiko, kai L. Torvaldsas parašė šią žinutę, operacinė *Linux* sistema labai išaugo. Šiandien nė vienas žmogus, netgi antžmogis A. Koksas, negali sukontroliuoti visų vykstančių darbų. Bendradarbiavimas *Linux'e* ir yra gražus tuo, kad jis organizuotas taip, jog niekam to daryti ir nereikia.

RADIKALUS PAKARTOTINIS NAUDOJIMAS IR INFORMACIJOS BLOKAI

Skaidymas į modulius yra svarbus, tačiau svarbesnis bendradarbiavimo modelis, sudarantis atviro duomenų šaltinio projektų esmę – tai galimybė tokių projektų programuotojams dar kartą panaudoti ir modifikuoti vienam kito darbą. Tai gali atrodyti taip akivaizdu, kad net neverta aptarinėti, tačiau turi tam tikrų netikėtų pasekmių. Neabejotinas poveikis, žinoma, yra tas, kad programuotojai neturi pradėti nuo pradžios, bet gali remtis kitų jau padarytu darbu ir po truputį jį tobulinti. Atviro duomenų šaltinio programuotojai iš tikrųjų kuria bendrai naudojamus informacijos blokus.

Toks blokas neturi kažkokios konkrečios vietos, bet labiau susideda iš visų atvirų duomenų šaltinių kodų, pasiskirsčiusių nesuskaičiuojamoje daugybėje lokacijų visame internete. Tai sudaro galimybes dinamiškam darbo pasidalijimui, kai vieno asmens parašytas kodas vėliau gali būti pataisytas kitų žmonių, kurie tarpusavyje niekada nebuvo susitikę ir kurie pasižymi tokiomis kompetencijomis ir poreikiais, apie kuriuos kiti niekada nebuvo girdėję. Kuo gausesni informacijos blokai, tuo yra platesnis pagrindas bendradarbiauti.

Atviro duomenų šaltinio programuotojų bendruomenė sukuria nepaprastai aktyvius ir gausius informacijos blokus. Dviejų kompiuterių programas kuriančios kompanijos *SAP* mokslininkų, Amito Dešpandės (*Amit*

Deshpande) ir Dirko Railio (*Dirk Riehle*), studija parodo, kad informacijos blokai dabar talpina daugiau nei milijardą eilučių viešai prieinamo kodo, ir jis didėja didesniu nei 300 mln. eilučių per metus greičiu. Norite savo namų kino filmą pagražinti specialiu efektu – liepsnomis? Tam skirtas atviro kodo kompiuterių programos paketas. Norite kontroliuoti savo namų teleskopą robotą? Priklausomai nuo teleskopo, gali būti reikalinga kaip tik programinė atviro duomenų šaltinio įranga. Su programine atviro duomenų šaltinio įranga, kuri yra prieinama, galima padaryti beveik neįsivaizduojamai daug užduočių.

Šių gausių informacijos blokų atsiradimas iš esmės pakeitė programuotojų darbo pobūdį. Prieš tai savo programas jie pradėdavo kurti daugiausiai nuo nulio. Jų didvyriai buvo žmonės, kurie galėdavo per kelias dienas žaibiškai parašyti programą, o mažiau patyrusiems programuotojams būtų prireikę kelių mėnesių. Kad geriau įsivaizduotumėte, kokie įgūdžiai tada buvo vertinami, apsvarstykite šią istoriją, papasakotą vieno iš moderniosios kompiuterių sistemos pradininkų, Alano Kėjaus (*Alan Kay*), gavusio Tiuringo (*Turing*) apdovanojimą, garbingiausią kompiuterių moksle. Tai įdomi istorija apie Donaldo Knato (*Donald Knuth*), kitos kompiuterių srities legendos ir Turingo apdovanojimo laureato, programavimo meistriškumą:

– Kai Stanforde dirbau prie (dirbtinio intelekto) projekto (praeito šimtmečio septintojo dešimtmečio pabaigoje), vienas iš dalykų, kuriuos darydavome per kiekvieną Padėkos šventę, būdavo programavimo varžybos tarp žmonių iš įlankos teritorijoje vykdomų tyrimo projektų. Prizas, kiek prisimenu, buvo kalakutas.

– (Dirbtinio intelekto pradininkas Stanforde profesorius Džonas (*John*)) Makartis (*McCarthy*) parengdavo uždavinius. Vienais metais D. Knatas įsitraukė į varžybas ir laimėjo prizą tiek už trumpiausią laiką, kurio prireikė, kad programa pradėtų veikti, tiek už greičiausiai atliktą algoritmą. Jis tai darė su blogiausia įranga [...] Ir iš esmės jis visus privertė pasijausti iki ausų prisidirbusius.

Šiandien programavimas pasikeitė – didis programuotojas nėra tiesiog kas nors, kas gali greitai išspręsti uždavinį nuo nulio. Didis programuotojas yra kas nors, kas taip pat meistriškai naudojasi informacijos blokais, kas nors, kas, kai jo prašoma išspręsti uždavinį, žino, kaip greitai parinkti ir pritaikyti kodą, paimtą iš šių blokų, ir kaip tai suderinti su poreikiu parašyti papildomą kodą nuo nulio. Toks meistras gali, naudodamasis kitų darbu, spręsti užda-

vinius greičiau ir patikimiau nei kiti silpnesni programuotojai. Tai tam tikra pasyvaus bendradarbiavimo rūšis, kurio veiksmingumas didėja, nes gausėja informacijos blokai. Prieš parašydami nors vieną kodo eilutę, šiandienos programuotojai dažnai remiasi tūkstančių kitų programuotojų jau atliktu darbu. Kai kurie programuotojai mėgsta sakyti: „Geri programuotojai koduoja, o puikūs programuotojai dar kartą panaudoja kitų žmonių kodą."

Programavime informacijos blokai atsirado praeito šimtmečio dešimtojo dešimtmečio pradžioje, kai internetas imtas plačiai taikyti. Tačiau daug paprastesne forma pakartotinio naudojimo ir informacijos blokų idėjos skynėsi sau kelią moksle prieš šimtmečius. Kai kas nors paskelbia apie mokslinį atradimą – kaip įžymiame A. Einšteino straipsnyje, kuriame yra formulė $E = mc^2$ – kiti mokslininkai šį rezultatą gali dar kartą panaudoti savo straipsniuose, cituodami originalų kilmės šaltinį. Tai leidžia mokslininkams remtis ankstesniu darbu jo nekartojant. Citavimas tiek suteikia garbės tikrajam atradėjui, tiek pateikia įrodymų sekos nuorodą. Jei kas nors nori žinoti, kodėl $E = mc^2$, jiems reikia susirasti cituojamą originalų A. Einšteino straipsnį.

Rezultatas toks pats, kaip ir programavime: didis mokslininkas nėra tik asmuo, galintis nepaprastai įžvalgiai įsiskverbti į pasaulio prigimtį, tačiau tai ir asmuo, puikiai išmanantis informacijos blokus – jau paskelbtas mokslines žinias – gali kurti, remdamasis šiomis žiniomis. Šiuo požiūriu mokslas yra vienas didelio masto bendradarbiavimas, kuriamas remiantis informacijos blokais.

Moksliniai nuorodomis paremti informacijos blokai yra galinga, bet gremėziška ir lėta priemonė, kai ją lygini, tarkime, su labai greito informacijos kartotinio naudojimo modeliu tokiuose projektuose, kaip Vikipedija arba *Linux*. Mokslininkas, pritaikęs Vikipedijos arba *Linux* modelį – dar kartą panaudojo kieno nors kito tekstą žodis į žodį, tik šiek tiek patobulino – tikėtina, gaus pasipiktinimo kupiną originalaus teksto autoriaus žinutę (arba dar blogiau).

Tačiau tokie patobulinimai yra daugelio bendradarbiavimo internete projektų gyvybinių jėgų šaltinis, teikiantis galimybę kartotinius tobulinimus atlikti neįtikėtinai greitai, kai žmonės juda tik į priekį, o ne perfrazuoja tai, kas jau yra žinoma. Vidutiniškai aktyvus Vikipedijos straipsnis per savaitę gali būti tikslinamas 20 arba 30 kartų tuzino skirtingų žmonių. Susilaukti tokio paties suminio

idėjų prieaugio daugelyje mokslo sričių gali prireikti kelerių metų. Tokie dalykai, kaip Matematikų eruditų projektas, pagreitina suminį įprasto mokslo plėtojimą – sukuria bendrą erdvę, ir mokslininkai gali greitai pasiremti kito autoriaus idėjomis. Nuorodos greičiausiai yra veiksmingiausia technika kurti informacijos blokams, kurie galėtų būti kuriami pasitelkiant XVII a. technologijas. Tačiau, kaip rodo Matematikų eruditų projektas ir kaip smulkiau nagrinėsime toliau, modernios technologijos dabar siūlo geresnį būdą.

MATHWORKS KONKURSAS

1998 m. programinės įrangos kompanija *MathWorks* du kartus per metus pradėjo rengti kompiuterių programavimo konkursą, kuriame gali dalyvauti bet kas iš viso pasaulio. Kiekvienam konkursui *MathWorks* pateikia atvirą programavimo užduotį. Kad geriau įsivaizduotumėte, kaip vyksta konkursas, panagrinėkite pirmame konkurse 1998 m. pateiktą uždavinį „Kompaktinių diskų pakavimo problema“. Reikėjo parašyti programą, kuri iš ilgo dainų sąrašo išrinktų tokios trukmės, kad jos kuo tiksliau užpildytų 74 minučių trukmės kompaktinę plokštelę. Pavyzdžiui, programai būtų duota užduotis parinkti dainas iš grupės *Pink Floyd* įrašų katalogo. Paleista programa iš katalogo atrinktų dainų sąrašą, kuris kompaktinėje plokštelėje paliktų tik 35 sekundes laisvos vietos. Tačiau jei jūsų programa dainas parinktų geriau, joje liktų gal tik 15 sekundžių laisvos vietos.

Pati kompaktinių diskų pakavimo problema atrodo dirbtinė. Nedaugeliui žmonių kyla poreikis, įrašant duomenis, kiek galima pilniau užpildyti kompaktinę plokštelę. Nepaisant to, šis uždavinys yra būtent toks iššūkis, koks patinka daugeliui programuotojų. Tai paprastas uždavinys, nesudėtinga suprasti, bet galima spręsti įvairiais būdais. Kaip ir visi *MathWorks* konkursai, šis buvo labai populiarus, pritraukė daugiau nei 100 dalyvių iš viso pasaulio.

Kiekviena *MathWorks* konkursui pateikta programa vertinama balais, atsižvelgiant tiek į tai, kaip greitai ji veikia (greičiau veikiančios programos gauna geresnį įvertinimą) ir kaip gerai susidoroja su užduotimi. Programa, kuri kompaktinę plokštelę įrašė kuo pilniau, gavo geresnį kompaktinių diskų pakavimo balą. Konkursantai gali teikti programas bet kuriuo savaitę vykstančio konkurso metu, ir yra skatinami teikti jų kuo daugiau arba kelias tos pačios programos versijas.

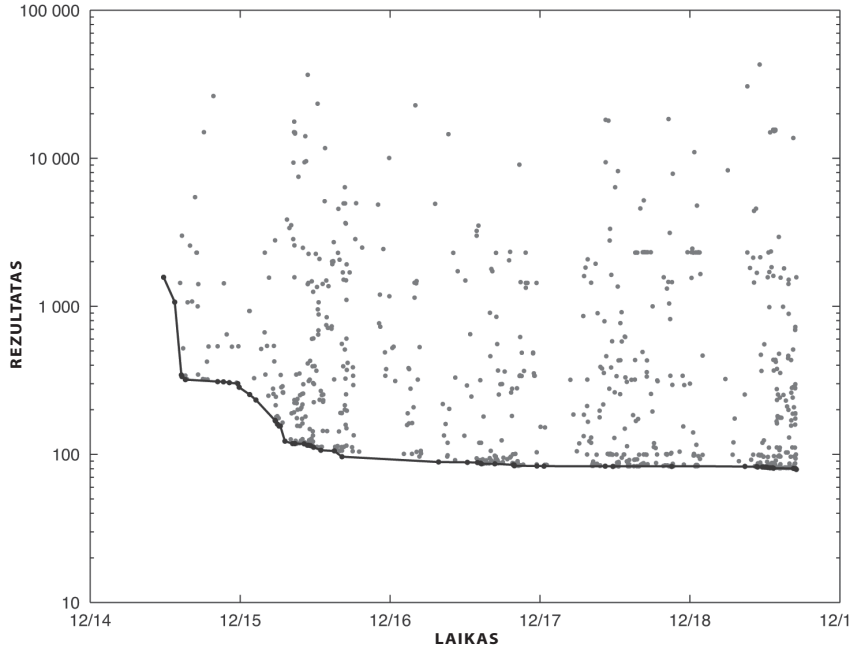
Ką tik pateiktos programos automatiškai yra įvertinamos balais, o įvertinimo rezultatas netrukus pasirodo lyderių skelbimų lentoje. (Prie to, kaip automatizuotas vertinimas yra atliekamas, grįšime netrukus.) Patenkantys į lyderių sąrašo viršų sulaukia trumpų audringų plojimų – užuot laukę iki savaitės pabaigos ir tik tada pateikę savo programas, savo darbus teikia visą savaitę. Galutinis konkurso laimėtojas yra asmuo, kuris konkurso pabaigoje atsiduria lyderių sąrašo viršuje.

MathWorks konkursas yra ypatingas: kažkieno pateiktos programos kodą iškart galima parsisiųsti, tad jį panaudoja kiti žmonės. Vadinasi, bet kas gali ateiti, „pavogti" kieno nors kodą, jį patobulinti ir tada pateikti kaip savo, galbūt peršokdamas tą kitą asmenį lyderių sąraše. Ši galimybė kartotinai panaudoti kitų kodą turi įspūdingų pasekmių. Pirmaujančios programos nuolat yra tobulinamos labai nežymiais pakeitimais, dažnai pakeičiant tik vieną kodo liniją. Pakeitimų atsiranda greitai ir netikėtai, ir kai kurie konkursantai labai įsiaudrina, juos skatina nuolat sulaukiama atsakomoji reakcija ir jausmas, kad jie tik per vieną idėją atsilieka nuo lyderių sąrašo aukštumų. Vienas konkurso dalyvis rašė:

> Mane tarsi „apsėdo". Nors ir esu trijų vaikų tėvas, konkursui skyriau visos darbo dienos laiką. Kiekvieną dieną dirbau dar gal 10 valandų po darbo. Ketvirtadienį tapo aišku, kad man nepavyks rimtai dirbti (tikrajame darbe), taigi penktadienį pasiėmiau laisvadienį.

Tai primena greitą atsako ciklą, kuris kompiuterinius žaidimus paverčia nenugalimu įpročiu. Tu visada gali dar mėginti, kad bent truputėlį pagerintum padėtį. Ginčijamasi, ar tai visada yra geras dalykas – varžovas išreiškė ženklus, lyg jam reikėtų pailsėti nuo kompiuterio – bet ši nuolatinė dėmesio koncentracija taip pat duoda stebinančių rezultatų.

4.2. paveikslo grafikas labai aiškiai rodo konkurso pažangą. Horizontali ašis yra laikas, o vertikali – įvertinimo rezultatas: kompaktinių diskų pakavimo uždavinyje rezultatai žemiau yra geresni. Kiekvienas grafiko taškas vaizduoja konkursui pateiktą programą. Varžybose balai taip nukrito, kad vertikali ašis pakeitė savo mastelį – balai yra šimtus kartų didesni viršuje nei apačioje. Ištisinė linija žymi geriausią rezultatą bet kuriuo laiku. Kaip matyti, linijos trajektorijoje yra atsitiktinių didelių žingsnių, rodančių prasiveržusias idėjas,



4.2. PAVEIKSLAS. *MATHWORKS* PROGRAMAVIMO KONKURSO REZULTATŲ PAŽANGA. REZULTATAI ŽEMIAU YRA GERESNI. PADĖKA: AUTORIŲ TEISĖS, 2011 *THE MATH WORKS INC.* NAUDOJAMA LEIDUS. DĖKOJAME NEDUI GIULĖJUI (*NED GULLEY*) UŽ GRAFIKĄ.

kurios reikšmingai pagerino geriausią rezultatą. Po tokių proveržių dalyviai dažniausiai šiek tiek taiso pirmaujančią programą – randa kuo ją patobulinti, ir toliau programa veikia optimaliai – duoda geriausią rezultatą.

Skirtumas tarp pirmųjų geriausių pateiktų programų ir galutinio laimėtojo yra stulbinantis. Kompaktinių diskų pakavimo konkurse pirmosios geriausios programos veikė greitai, tačiau kompaktinėje plokštelėje palikdavo 6 minučių nepanaudotos erdvės. Laimėjusi programa veikė apytiksliai panašiai greitai, bet nepanaudotos erdvės paliko tik 20 sekundžių, o tai yra beveik 20 kartų pagerintas pirminis rezultatas. Jam pasiekti buvo pasinaudota mažiausiai devynių žmonių pateiktomis programomis ir daugiau nei tuzinais atskirų pateikimų.

Nors tai ir varžybos, *MathWorks* konkursas tokiu būdu daugeliu atžvilgių funkcionuoja kaip didelio masto bendradarbiavimo projektas. Konkurso organizatorius N. Giulėjus apie laimėjusią programą kalbėjo taip: „nė vienas pavienis žmogus šioje planetoje nebūtų galėjęs parašyti tokio optimalaus algori-

tmo. Vis dėlto jis atsirado konkurso pabaigoje, tarsi iš piršto išlaužtas žmonių iš viso pasaulio, kurių dauguma vieni kitų niekada anksčiau nebuvo susitikę.“ Bet tai nebuvo laimingas atsitiktinumas. Kompaktinių diskų pakavimo konkursas buvo pirmas iš daugiau nei dvidešimties *MathWorks* iki šiol surengtų konkursų. Kiekviename konkurse taip pat po truputį yra sukuriama programa, kurią sukonstruoti vargu ar galėtų bet kuris pavienis konkurso dalyvis.

MAŽASIS INDĖLIS

MathWorks konkursas puikiai atskleidžia modelį, kuriuo galima plėsti bendradarbiavimo mastą – tai mažasis indėlis. *MathWorks* konkurse dažniausiai pasitaikanti programos modifikacija, kai pakeičiama tik *viena* programos kodo eilutė. Visiškai teisingai: kažkas ateina ir pakeičia tik *vieną* programos kodo eilutę – labai tikėtina, kad kažkieno kito sukurtos programos! – ir pateikia kaip savo. Kitas dažniausiai pasitaikančių pateikiamų programų tipas – tepakeistos dvi eilutės. Ir taip toliau. Rezultatas toks: net kai žmonės varžosi, pirmaujančių programų evoliucija labai primena diskusiją, daug kartų pasislenkančią į priekį ir atgal, nes lyderio skeptras eina per rankas. Kūrybiniai idėjų mainai, po truputį einant laikui, skatina projekto tobulinimą, kai prie to geriausiai, kaip tik gali, prisideda įvairūs žmonės.

Toks pats mažųjų indėlių modelis yra taikomas daugelyje bendradarbiavimo internetu projektų. Vikipedijos straipsnis redaguojamas dažniausiai pakeičiant tik vieną vienintelę šio straipsnio eilutę. *Linux* sistemoje dažniausias indėlis – pakeista tik viena kodo eilutė. Programinės įrangos kompanijoje *SAP* dviejų mokslininkų, Oliverio Arafato (*Oliver Arafat*) ir D. Railio, studija nustatė, kad šis modelis yra visuotinis: didžiojoje dalyje atvirojo kodo programinės įrangos projektų dažniausiai pasitaikantis pakeitimas – tik viena kodo eilutė, antras pagal dažnumą – dvi eilutės ir t. t. Matematikų eruditų projekte lyderis T. Goversas paprašė dalyvių pateikti tik vieną idėją – atsilaikyti prieš pagundą užsimiršti ir vienam plačiai plėtoti savo idėjas.

Mažieji indėliai sumažina prisidėjimo prie projekto baimę: padrąsina prisidėti daugiau žmonių, taip pat padidina idėjų, kuriomis prisideda bet kuris konkretus asmuo, skaičių. Galiausiai tai išplečia bendradarbiavimui naudingų kompetencijų skalę. Prisiminkime Jašą, Pasaulio komandos narį, kuris prisidėjo prie lemtingo dvidešimt šeštojo šachmatų ėjimo. Jaša, pats vienas žaisdamas

su G. Kasparovu, būtų pralošęs. Tačiau Pasaulio komandai mažas Jašos indėlis buvo labai naudingas, o gal net labai svarbus.

Maži indėliai sužadina idėjas ir įžvalgas, nes žmonės dalijasi idėjomis, kurių negalėtų išplėtoti patys, tačiau jos gali įkvėpti kitus. Jei Matematikų eruditų projekto arba *MathWorks* konkurso dalyvis būtų įstrigęs dėl idėjų trūkumo, jam būtų tereikėję palaukti kelias valandas, žvalgantis naujų idėjų, kurios būtų paskatinusios ir metusios iššūkį. Arba būtų galėjęs pasikapstyti archyvuose, pagalbos ieškodamas senose idėjose. Tokiu būdu mažieji indėliai padeda sukurti gyvą bendruomenę, jausmą, kad kažkas vis vyksta, kad vyksta pažanga. Net tuo metu, kai tu asmeniškai tam priešiniesi, kiti žmonės stumia reikalus į priekį. Mažieji indėliai yra galingas bendradarbiavimo modelis, nes padeda greitai išnagrinėti daug daugiau idėjų, nei tai pavyktų kitokiu atveju.

REZULTATŲ VERTINIMAS IR ŽENKLAI, SKIRTI KOORDINUOTI EKSPERTŲ PAGALBAI

Jau anksčiau sakiau, kad *MathWorks* konkursui pateikiamos programos yra įvertinamos automatiškai, tačiau nepaaiškinau, kaip tai daroma. Įsivaizduokite, kad esate vienas iš konkurso organizatorių, o vienas iš konkurso dalyvių ką tik pateikė savo programą. Kaip turėtumėte ją įvertinti? Akivaizdus atliktinas dalykas (tai iš tikrųjų ir daroma) – programą paleisti ir kelis kartus ją patikrinti su įvesties duomenimis.

Ją galite išbandyti (tarkime) su trimis įvestimis: *The Beatles* katalogu, džiazo kūrinių rinkiniu ir šokių muzikos kolekcija. Taigi pirmą kartą programa kompaktinę plokštelę mėgins užpildyti dainomis, parinktomis iš *The Beatles* katalogo, antru bandymu ims dainas iš džiazo kolekcijos, o trečiu – iš rinkinio šokiams. Tada programą įvertinsite: kaip greitai ji veikia ir kartu kaip užpildo visą kompaktinę plokštelę kiekvienos iš trijų bandomųjų įvesčių atveju. Žinoma, nėra jokio poreikio organizatoriui tai daryti pačiam, „rankiniu būdu“. Visa tai galima atlikti automatiškai, kai tik pateikiamos programos, taigi įvertinimo rezultatą galima apskaičiuoti tuojau pat. Vienintelis įspėjimas: bandomąsias įvestis organizatoriai turi laikyti paslaptyje – jei konkurso dalyviai sužinotų, pavyzdžiui, kad jų programa bus išbandoma su *The Beatles* katalogu, galėtų ją pritaikyti specialiai *The Beatles* katalogui ir sužlugdyti varžybų prasmę. Bet,

darant prielaidą, kad bandomosios įvestys išlaikomos paslaptyje, gaunamas programas organizatoriai gali įvertinti automatizuotai, kai tik jos pateikiamos.

Automatizuotas įvertinimas yra svarbus, nes įvertinimo balai padeda dalyviams sutelkti dėmesį ten, kur galima susilaukti geriausio rezultato. Jei kažkas programą pakeičia ir pagal rezultatą stipriai šokteli į priekį (ar net nedaug jį pagerina), kiti tai pastebi ir bando nustatyti, kas buvo pakeista – galbūt tas žmogus turi puikią naują idėją. Tokiu būdu automatizuotas rezultato nustatymas leidžia programuotojams lengvai sekti geriausias visų idėjas – net jei dalyvių skaičius labai didelis – ir numatyti galimybes panaudoti savo pačių kompetenciją tobulinimui ir varžantis aplenkti kitus.

Sakykim, kai kurie programuotojai yra konkurse naudojamos programavimo kalbos (vadinamos *MATLAB*) visų užkaborių ir pagrindų ekspertai. Jie atidžiai peržiūri kitų sukurtas programas ir pasitelkia savo *MATLAB* žinias padaryti mažyčiams patobulinimams: dažnai pakeičia tik vieną ar dvi *MATLAB* kodo eilutes, kad jis veiksmingiau veiktų, ir užduoties apdorojimo laikas sutrumpėja viena milisekundės dalele. Kiti varžovai specializuojasi kituose dalykuose. Kai kurie, ieškodami įkvėpimo, naršo mokslinę literatūrą. Kiti išmąsto visiškai naujas metodikas. O kai kurie stengiasi sukryžminti jau esančias metodikas.

Automatizuotas skirtingų metodikų rezultato nustatymas atlieka vaidmenį, panašų į rinkos kainų – suteikia informacijos, kurią gali panaudoti konkurso dalyviai, priimdami sprendimus. Nors nerealu vesti diskusiją, į kurią yra įsitraukę daugiau nei 100 žmonių, dalyvaujančių *MathWorks* konkurse – niekas negali skirti tiek laiko ir dėmesio, kad išgirstų daugiau nei 100 atskirų balsų – taigi pateikiamas įvertinimas padeda žmonėms priimti tinkamus sprendimus, kur nukreipti savo dėmesį – duoda parako greitiems tobulinimams.

MathWorks pateikiamas rezultatas nėra nepriekaištingas būdas koordinuoti dėmesį. Kadangi ta pati įvertinimo informacija yra teikiama kiekvienam, tai verčia konkurso dalyvius sutelkti dėmesį panašiais būdais. Pavyzdžiui, jei kas nors šokteli į pirmaujančiųjų sąrašo viršų, tada daugelis dalyvių iškart nukreips dėmesį į šią programą. Žinoma, sutelkti dėmesį yra gerai, tačiau kai kiekvienas seka tuo pačiu pavyzdžiu, tai visa grupė gali nepaisyti daug žadančių tyrinėjimo krypčių. Galėtumėte įsivaizduoti sudėtingesnius signalų perdavimo mechanizmus, kurie plačiau paskirstytų dėmesį ir lemtų geresnį kompetencijos paskirstymą. Pavyzdžiui, žmonės, išmanantys, kaip optimizuoti *MATLAB* kodą, galė-

tų būti nukreipti į programas, kurių visa struktūra greitai keitėsi, bet smulkios detalės dar nebuvo tobulintos. Arba gali būti kažkoks būdas atrasti programų klasterius, kurie pritaiko panašias idėjas. Konkurso dalyviai, kuriems patinka skirtingas metodikas sujungti į vieną, galėtų naudotis šia informacija: ji padėtų kiekviename klasteryje atsirinkti geriausias programas ir jas sujungti.

Atmetus šiuos apribojimus, *MathWorks* rezultatai atlieka puikią funkciją, padėdami koordinuoti skiriamą dėmesį, taigi plėsdami *MathWorks* bendradarbiavimo mastą. Kaip dėmesio nukreipimo būdas, jie veikia daug geriau nei, pavyzdžiui, bet koks mechanizmas, taikytas Matematikų eruditų projekte, kuris buvo paremtas atskirų individų įžvalgumu įvertinti, kurias pateiktas idėjas yra verta plėtoti. Matematikams eruditams galėjo prireikti valandų arba dienų aptikti geriausias naujas idėjas. Ir tai vyksta greitai, ypač jei lyginsime su įprastų mokslinių tyrimų sparta, bet lėtai, jei lyginsime su *MathWorks* pateikiamų rezultatų staigumu. Padėtis projekte „Kasparovas prieš pasaulį“ buvo panaši į Matematikų eruditų projekto, net jei koordinuoti dalyvių pagalbą padėjo I. Kraš analizės medis. Kuo geriau dėmesio architektūra šiuo atveju nukreipia pagalbą, tuo labiau yra stiprinamas kolektyvinis intelektas.

INDIVIDUALIOS ĮŽVALGOS PAVERTIMAS KOLEKTYVINE

Be to, kad padėjo koordinuoti dėmesį, *MathWorks* rodomi rezultatai taip pat padėjo individualias dalyvių įžvalgas paversti kolektyvinėmis visos grupės įžvalgomis. Kai tik kas nors galvodavo, jog programą patobulino, tai būdavo atspindėta jų įvertinime, iškart suteikiant vertę jų naujai idėjai, ir tai būdavo matoma visiems dalyviams. Kad bendradarbiavimas būtų sėkmingas, turi būti tam tikras būdas, kaip individualias įžvalgas paversti kolektyvinėmis. Kitaip sakant, dirbant kartu reikia žinoti tai, ką žino bendradarbiaujantieji.

Projektas „Kasparovas prieš pasaulį“ parodo, kas nutinka, kai bendradarbiaujant asmeninės įžvalgos netobulai paverčiamos kolektyvinėmis. Kaip jau matėme, siekdama nustatyti ir paskelbti geriausias Pasaulio komandos idėjas, ši komanda pasitikėjo I. Kraš ir jos kolegomis. Be I. Kraš įgūdžių įvertinti ir palyginti analizes, tikėtina, Pasaulio komanda būtų kur kas blogiau sukūrusi geriausias idėjas. Žinoma, net jei I. Kraš ir jos kolegos būtų skyrę daug pastangų, jų fiziškai atliekama metodika nebūtų buvusi tokia greita arba objektyvi,

kaip automatizuotas rezultatų apskaičiavimas *MathWorks* konkurse. Dėl to didelė dalis galimų profesinių Pasaulio komandos žinių buvo iššvaistyta. Pasaulio komandos žaidime dalyvavo daugelis patyrusių šachmatininkų: kai kurie mėgavosi žaidimu, kiti jautėsi atstumti, galvodami, kad jų įžvalgos dingsta bendrame diskusijos šurmulyje. Praėjus keleriems metams po šio žaidimo, vienas dalyvis interneto forume rašė:

Jei reikėtų įvardyti kažką mano gyvenime, kur aš dalyvavau ir ką galėčiau apibūdinti kaip geriausią pavyzdį, kaip bendruomenė neturėtų spręsti problemų, tai būtų turnyras „Kasparovas prieš pasaulį“ (į jį buvau įnikęs ir esu didmeistris (Tarptautinės šachmatų federacijos reitingas – 2276)).

Toks nepasitenkinimas kilo dėl to, kad I. Kraš ir keli kolegos „rankiniu būdu“ įtraukdavo geriausias tūkstančių žmonių idėjas. Jų pastangos buvo nepaprastos, bet, be abejonės, jie to negalėjo atlikti nepriekaišingai. Tai kartkartėmis sukeldavo Pasaulio komandos nusivylimą, ir beveik neabejotina, kad kai kurie savo galimybių negalėdavo atskleisti. Tai yra bendra taisyklė: kuo veiksmingiau bendradarbiaujant pavyksta individualias įžvalgas paversti kolektyvinėmis, tuo veiksmingesnis bus ir bendradarbiavimas.

Iš esmės Pasaulio komandos sistema, skirta individualias įžvalgas paversti kolektyvinėmis, skaudžiai sužlugo lemiamu žaidimui metu. Kaip minėjau, iki penkiasdešimt pirmojo ėjimo žaidimo persvara nukrypdavo tai į vieną, tai į kitą pusę, bet nė viena pusė neįgydavo lemiamo pranašumo. Iki šio ėjimo G. Kasparovo pozicija buvo šiek tiek stipresnė, o Pasaulio komanda kovojo dėl lygiųjų. Gaila, bet per šį ėjimą Pasaulio komandos narys Chosė Unodosas (*Jose Unodos*), pareiškė, kad jis gali „nulaužti“ *Microsoft* balsavimo sistemą ir dirbtinai „prikimšti ėjimų balsadėžę“ už tą ėjimą, kuris jam asmeniškai patiko, tačiau kurio nelaikė stipriu ėjimu I. Kraš ir didžioji dalis kitų geriausių Pasaulio komandos žaidėjų.

Ch. Unodoso pageidaujamas ėjimas balsavimą laimėjo, ir pirmą kartą nuo devintojo ėjimo Pasaulio komanda nežaidė pagal I. Kraš rekomenduotą ėjimą. Šis įvykis padėjo žaidimo persvarai pasislinkti G. Kasparovo naudai ir pakirto Pasaulio komandos dvasią. Dar po vienuolikos ėjimų G. Kasparovas laimėjo; tai buvo liūdna vieno iš didžiausių šachmatų žaidimų istorijoje pabaiga. Kai iškrypsta grupės kelias individualią įžvalgą tinkamai paversti kolektyvine, nustoja funkcionuoti ir kolektyvinis intelektas. Kitame skyriuje įsitikinsime, kad kai kuriose srityse tokios sistemos nesėkmės kolektyvinio intelekto raišką iš esmės apriboja.

PENKTAS SKYRIUS

KOLEKTYVINIO INTELEKTO RIBOTUMAS IR POTENCIALAS

Kolektyvinis intelektas nėra visas problemas išsprendžianti panacėja. Šiame skyriuje nustatysime esminius kriterijus, pagal kuriuos suskirstomos problemos, kurioms spręsti gali būti pasitelktas kolektyvinis intelektas, o kurioms ne. Tada vadovausimės šiais kriterijais, kad suprastume, kodėl moksliniai uždaviniai ypač gerai tinka būti sprendžiami, pasitelkiant kolektyvinį intelektą.

Norėdami tuos kriterijus suprasti, visų pirma panagrinėkime 1985 m. psichologų Garoldo Staserio (*Garold Stasser*) ir Viljamo Tituso (*William Titus*) eksperimentą. Jie nustatė, kad grupės, aptariančios tam tikros rūšies problemą – vykstant politinei diskusijai – dažnai nepaprastai blogai pasinaudoja informacija. Tai gal ir neatrodo neįmanoma – šiaip ar taip, kiekvieną dieną vykstančios politinės diskusijos nėra visada labai informatyvios. Tačiau tai, kaip psichologai įrodė, buvo daug daugiau: kartais grupinė diskusija politinius sprendimus gerokai pablogina, palyginti su sprendimais, kuriuos būtų priėmę individualiai.

G. Staseris ir V. Titusas pradėjo nuo to, kad parengė trijų išgalvotų kandidatų, iš kurių pirmasis buvo fakulteto dėstytojas, į Majamio universiteto, studentų valdybos prezidento postą prisistatymo aprašymus. Juose buvo informacija apie kandidatų politiką, susijusią su studentų interesais: bendrabučio

lankymo valandos, vietinės gėrimo nuostatos ir t. t. Šiuos tris aprašymus psichologai sąmoningai parengė taip, kad vienas iš kandidatų atrodytų akivaizdžiai labiau pageidaujamas nei kiti du. Tai pavyko padaryti pirma apklausiant studentus, kokias savybes jie laiko geromis, o vėliau pagal tai sudaryti aprašymą. Šį, ypač trokštamą, kandidatą pavadinsime Geriausiuoju.

Bandymą atliekant pirmą kartą, kiekvienas studentas gavo išsamius visų trijų kandidatų aprašymus, ir galėjo nuspręsti, kuris iš jų būtų pageidaujamas kandidatas. Nenuostabu, kad 67 proc. studentų pasirinko Geriausiąjį. Tada psichologai studentus suskirstė į grupeles po keturis žmones ir paprašė šių grupių diskutuoti apie tai, kuris kandidatas turėtų tapti prezidentu. Diskusijos pabaigoje studentų ir vėl buvo paprašyta nurodyti jų pageidaujamą kandidatą. Parama Geriausiajam išaugo iki 85 proc.

Taigi iki šiol jokių netikėtumų. Tačiau G. Staseris ir V. Titusas atliko ir antrą eksperimento versiją. Šį kartą aprašymus pakeitė, kad kiekvienas studentas gautų tik *dalį* informacijos apie šiuos tris kandidatus: jie pašalino truputį teigiamos informacijos – dalykus, kurie, tikėtina, studentams patiktų – apie Geriausiąjį, taip pat išėmė šiek tiek neigiamos informacijos apie kiekvieną iš nepageidaujamų kandidatų. Iš esmės pagal bet kurį *vieną* iš dalinių aprašymų dabar galėjo atrodyti, kad kažkuris iš nepageidaujamų kandidatų yra išties geresnis už Geriausiąjį.

Kai studentų buvo paprašyta pasirinkti kandidatą, remiantis šiais daliniais aprašymais, nenuostabu, kad 61 proc. pasirinko nepageidaujamą kandidatą, o Geriausiąjį – tik 25 proc. Po to studentai vėl buvo suskirstyti į grupeles po keturis žmones ir paprašyti aptarti, kuris kandidatas turėtų būti prezidentas. Tačiau buvo vienas gudrus ėjimas: sudarinėdami dalinius aprašymus, psichologai kruopščiai iš jų išėmė *skirtingą* informaciją, kad *kiekviena grupė* vis tiek gautų *išsamią* informaciją apie visus kandidatus. Tokiu būdu kiekviena grupė vis tiek turėjo visą informaciją, kurios jiems reikėtų padaryti išvadą, kad Geriausiasis ir yra išties geriausias kandidatas. Turėkite omenyje: studentai iš anksto buvo įspėti, kad galbūt ne visi jų grupės nariai turi vienodą informaciją apie visus tris kandidatus.

Dabar, atliekant antrosios versijos ekperimentą, manytina, kad po grupinės diskusijos Geriausiajam skiriama procentinė dalis turėtų padidėti, nes studentai pasidalytų turimomis žiniomis ir suprastų, kad Geriausiasis iš tikrųjų

ir yra geresnis kandidatas. Tačiau taip neįvyko. Iš tikrųjų, po diskusijos nepageidaujamam kandidatui skiriami palankumo procentai padidėjo 61–75 proc. Geriausiajam skiriama procentinė dalis, tiesą sakant, sumažėjo 25–20 proc. Grupės nelabai dalijosi informacija, bet toliau palaikė studentų iš anksto susidarytą nuomonę. Kitaip sakant, grupių diskusija sprendimų nepadarė geresnių – net pablogino. Tai buvo kolektyvinio kvailumo, bet ne kolektyvinio intelekto stiprinimo atvejis.

Kas gi čia įvyko? Jau aptarėme daug pavyzdžių, įrodančių, kaip grupės gali pasinaudoti kolektyviniu intelektu, kad užduotį atliktų geriau, nei bet kuris atskiras asmuo grupėje. Vis dėlto G. Staserio ir V. Tituso eksperimentas parodo, kad diskusijos grupę kartais paskatina pasielgti blogiau, nei vidutiniškai pasielgtų atskiras narys. Be to, šis eksperimentas yra tik dalis daug platesnių grupių psichologijoje padarytų išvadų, kurios parodo, kad grupėms – net mažoms arba ekspertų – dažnai kyla sunkumų pasinaudoti kolektyvinių žinių privalumais.

Pavyzdžiui, 1989 m., tolesniame tyrime po pirminio G. Staserio ir V. Tituso eksperimento, grupių diskusijos buvo įrašomos, kad eksperimentuotojai galėtų geriau suprasti, kokiu būdu grupės priima savo sprendimus. Buvo nustatyta: užuot nagrinėjusios turimą informaciją, daugiausiai skirto laiko grupės praleido aptardamos informaciją, kurią visi nariai turėjo *bendrai*. Taigi jei visi žinojo, kad Geriausiasis kandidatas laikėsi nepopuliaraus požiūrio (sakykime) į studentų bendrabučių kambarių lankymą, buvo tikėtina, kad šis faktas bus palyginti per ilgai aptariamas, ir greičiausiai ši informacija bus vėl paminėta ir vėlesnėje diskusijoje. Bet kai kas nors grupėje apie kandidatą turėjo *išskirtinės* informacijos (ją žinojo tiktai jie), ji dažniausiai būdavo aptariama trumpai. Tai buvo svarbu, nes pirminiame eksperimente neigiamos informacijos apie Geriausiąjį dažniausiai turėjo keli grupės nariai, o teigiamos – tik vienas narys.

1996 m. buvo atliktas kitas tęstinis eksperimentas, šį kartą klinikinėje ligoninėje: grupių buvo prašoma nustatyti medicininės diagnozes, remiantis interviu su pacientais vaizdo įrašais. Ir vėl nebuvo pateikiama visa informacija: kiekvienas grupės asmuo matė tik interviu vaizdo įrašo dalį. Sprendimus priimančias grupes sudarė trys skirtingo statuso žmonės: medicinos rezidentas, internas ir studentas. Galbūt tai neturėtų stebinti, bet grupės neįtikėtinai daug

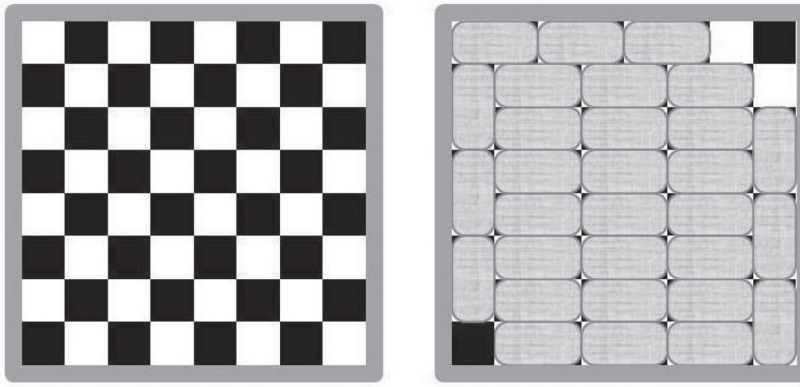
daugiau dėmesio skyrė išskirtinei informacijai, kurią žinojo aukštesnio statuso medicinos rezidentas. Į išskirtinę informaciją, žinomą internų ir studentų, buvo kreipiama mažiau dėmesio.

Šie ir daugelis kitų tyrimų kolektyvinio intelekto paveikslą nutapo niūriomis spalvomis. Jie parodo, kad grupių darbas dažnai netarnauja geram tikslui išnaudoti kolektyvinių žinių privalumus; atvirkščiai – sutelkia dėmesį į žinias, kuriomis disponuoja bendrai, labiau pasitiki aukštesnio statuso grupės narių žiniomis ir dažnai nepaiso žemesnio statuso grupės narių žinių. Dėl to joms nepavyksta individualių įžvalgų paversti kolektyvinėmis, kuriomis dalytųsi visa grupė. Vadinasi, tai yra blogai, jei ketinate pasinaudoti kolektyviniu intelektu.

KOLEKTYVINIO INTELEKTO RIBOTUMAS

Kodėl Matematikų eruditų projektas, „Kasparovas prieš pasaulį“ ir *MathWorks* konkursas pasisekė, o grupės žmonių Staserio–Tituso ir panašiuose bandymuose pasiekia tokių menkų rezultatų? Kalbant tiksliau, kodėl pasisekusiuose projektuose savo geriausias individualias įžvalgas grupės žmonių sugeba paversti kolektyvinėmis, o grupėms Staserio–Tituso ir panašiuose eksperimentuose šio virsmo įgyvendinti nepavyko? Ar tai nulėmė tik minėtais atvejais naudotų procesų skirtingumas? O gal yra kažkokių kitų esminių skirtumų, kurių neįmanoma išspręsti, procesą vien patobulinus? Gal tai skirtumai, atsirandantys dėl aptariamų problemų kilmės?

Kad atsakytume į šiuos klausimus, imsimės spręsti vieną nesunkų galvosūkį. Žodžiais apibūdinsiu vieną mįslę, nors ji yra labiau vaizdinė, o gal bus aiškiau, pažiūrėjus į vaizdinį aiškinimą, kuris yra pateiktas paveikslėlyje ir užraše po juo. Jums duodama tuščia aštuoni su aštuoniais langelių šachmatų lenta ir prašoma ją uždengti vienas su dviem langelių dydžio domino stačiakampiais taip, kad tik du kvadratiniai langeliai liktų neuždengti – kvadratėlis apačios kairėje ir langelis viršaus dešinėje. Ar galite tai padaryti? Jei taip, kokiu būdu? Jei ne, kodėl ne? Neleidžiama domino stačiakampių sugrūsti vieną ant kito, jų suskaidyti arba palikti kyšoti iš už lentos kraštų – viskas galvosūkyje turėtų būti interpretuojama įprastu būdu. Kad užduotis dar supaprastėtų, pareikalausime, kad kiekvienas domino stačiakampis uždengtų du gretimus lentos kvadratėlius – domino stačiakampių negalima padėti įstrižai.



5.1. PAVEIKSLAS. GALVOSŪKIS PRASIDEDA NUO TUŠČIOS AŠTUONI SU AŠTUONIAIS LANGELIŲ ŠACHMATŲ LENTOS, KAIP PARODYTA KAIRĖJE. PRAŠOMA, JEI TAI YRA ĮMANOMA, ŠACHMATŲ LENTĄ UŽDENGTI VIENAS SU DVIEM LANGELIŲ DYDŽIO DOMINO STAČIAKAMPIAIS TAIP, KAD TIK APAČIOS KAIRĖJE IR VIRŠAUS DEŠINĖJE ESANTYS KVADRATINIAI LANGELIAI LIKTŲ NEUŽDENGTI. DEŠINĖJE PAVAIZDAVAU NEPAVYKUSĮ BANDYMĄ: LIEKA DU NEUŽDENGTI LANGELIAI VIRŠUTINIAME DEŠINIAME KAMPE.

Daugumai žmonių šis galvosūkis nepasirodo lengvas. Bet, prieš skaitant toliau, yra verta pakovoti su juo bent kelias minutes. Jei tai darysite ir mėginsite sudėlioti įsivaizduojamus (arba tikrus) domino stačiakampius šachmatų lentoje, suprasite: kad ir kiek stengsitės, to padaryti nepavyks. Atrodytų, lyg yra nenumatyta kliūtis, kuri kažkodėl užkerta kelią į sėkmę.

Iš tikrųjų neįmanoma uždengti šios lentos prašomu būdu. Paaiškinsiu, kodėl. Svarbiausia – padėta lentoje domino figūrėlė iš viso uždengs vieną baltą ir vieną juodą langelį. Padėtos dvi domino figūrėlės uždengs po du juodus ir baltus langelius. Ir taip toliau. Nesvarbu, kiek domino figūrėlių bus padėta lentoje, bendras uždengtų juodų ir baltų langelių skaičius bus toks pats. Bet atkreipkite dėmesį: tiek šachmatų lentos apačioje kairėje, tiek viršuje dešinėje langeliai yra juodi. Taigi, figūrėles norint sudėlioti taip, kad jie būtų vienintelei neuždengti langeliai, reikia kažkokiu būdu uždengti 32 baltus ir 30 juodų langelių. Kadangi jų skaičius nevienodas, taigi nėra būdų, kaip tai būtų įmanoma padaryti.

Nors daugumai žmonių šis galvosūkis pasirodo sunkus išspręsti, kai sprendimas paaiškinamas, jie greitai atsako – „Taip, dabar suprantu!“ Daug lengviau suvokti įžvalgą, kuri padeda rasti uždavinio sprendimą, nei ją atrasti pačiam. Pasakykime šiek tiek kitaip: yra atotrūkis tarp sunkumo suvokti įžval-

gą ir tarp sunkumo pastebėti ją pirmam. Panašus atotrūkis buvo Matematikų eruditų projekte, „Kasparovas prieš pasaulį“ ir *MathWorks* konkurse.

Pasvarstykime apie *MathWorks* konkursą. Parašyti programas, kurios greitai beveik pilnai užpildytų dainomis kompaktinę plokštelę, reikalauja milžiniško išmoningumo. Tačiau, kaip matėme, jau lengva atpažinti kažkieno gerai parašytą programą – paleidi programą su keliomis bandomosiomis įvestimis ir patikrini, ar ji veikia greitai ir ar palieka mažai tuščios erdvės kompaktinėje plokštelėje. Tai ir yra tas atotrūkis tarp programų rašymo sunkumo ir jų įvertinimo paprastumo; jis ir skatina kolektyvinę pažangą *MathWorks* konkurse.

Žaidžiant šachmatais, atpažinti vertingą įžvalgą nėra taip paprasta, tačiau kompetentinga šachmatininkė I. Kraš atpažino ir suprato išskirtinai įžvalgią konkrečios pozicijos analizę, nors pati jos negalėjo pasiūlyti. Geriausios analizės gali net paskatinti tokį patį jausmą – „Aha, kaip sumanu!“ – kaip galvosūkyje su domino stačiakampiais. I. Kraš negali visą laiką žaisti kaip G. Kasparovas, tačiau ji gerai gali atpažinti, kai kiti žmonės žaidžia (bent akimirksnį) šiuo lygmeniu, ir suvokti jų analizes.

O Matematikų eruditų projekto dalyviai galėjo suprasti, kai kitiems kildavo matematinių įžvalgų, pranašesnių už jų pačių, ir jomis galėjo papildyti kolektyvines žinias. Ir vėl tas „Aha!“ jausmas, sukeliamas protingos įžvalgos. Tokiu būdu kiekvienas aptartas projektas pasinaudojo tuo atotrūkiu tarp sugebėjimo turėti ir atpažinti naudingas įžvalgas, kad individualios įžvalgos virstų kolektyvinėmis.

Staserio–Tituso bandymo problema yra ta, kad mažų grupių diskusijos individualių įžvalgų patikimai nepaversdavo kolektyvinėmis. Daugelis tuose bandymuose dalyvavusių studentų, be jokių abejonių, apmąstė padėtį, būtų sutikę, kad tinkamas veikimo būdas – informaciją sistemiškai sujungti ir tada padaryti sprendimą, paremtą visais atitinkamai parengtais aprašymais. Jie to nepadarė, bet ir tai ne keista. Kasdienėse politinėse diskusijose dauguma mūsų nevertiname politikų, susikurdami išsamų jų atstovaujamų pozicijų paveikslą. Per daug stengiamės suvokti, kaip jų požiūriai atitinka mūsų vertybes ir interesus.

Tarkime, Staserio–Tituso eksperimento grupės išties pradėjo savo diskusiją, sistemiškai sujungdamos visą informaciją. Mano žiniomis, toks eksperimentas niekada nebuvo atliktas, tačiau, manau, galime būti tikri, kad

tai rezultatą būtų labai pakeitę. Taigi grupių problema iš dalies buvo prastai funkcionuojantis procesas, o pagerintas būtų davęs žymiai geresnius rezultatus. Tačiau tai nebuvo vien proceso nesėkmė. Net jei grupės būtų sistemiškai pasikeitusios informacija, kai kurie studentai vis tiek turėtų neišsprendžiamų nuomonių skirtumų. Vienam studentui patinka girtauti ir linksmintis vakarėliuose, o kitas griežtai pasisako prieš girtavimą dėl religinių įsitikinimų, todėl jie gali niekada nesutarti dėl politinių pasirinkimų, nors būtų pasitelktas ir geras procesas.

Tai parodo, kad, norėdami stiprinti kolektyvinį intelektą, turime tenkinti esminį reikalavimą – dalyviai turi dalytis ir sutarti dėl žinių ir metodikų. Juk tai žinių ir metodikų visuma, kurias jie naudoja bendradarbiavimui. Šią, bendrai naudojamą, visumą vadinsime *bendrąja praktika*, pasitelkdami žodį *praktika* kaip praktinį žinių taikymą. Ar bendroji praktika yra įmanoma, priklauso nuo to, ar gali, ar negali būti padidintas kolektyvinio intelekto mastas.

Kaip bendrosios praktikos pavyzdį įsivaizduokite didelę grupę žmonių, dirbančių kartu prie minėto domino uždavinio. Kai tik bent vienas supras, kad uždavinio išspręsti neįmanoma, galės greitai tuo įtikinti kitus, nes kiekvienas pagrindimo žingsnis yra akivaizdžiai teisingas – visi turime tuos pačius esminius argumentavimo įgūdžius. Tai yra bendrosios praktikos pavyzdys.

Bendroji praktika – visi įprasti matematinio pagrindimo metodai ir su matematiniu diskursu susijusios normos – panašiai veikia dirbant matematikos srityje; štai kodėl Matematikų eruditų projekte, siekiant matematinių veiksmų pažangos, buvo galima tai atpažinti ir rasti bendrą sutarimą. Taip pat panašiai *MathWorks* konkurse rodomi rezultatai netiesiogiai nustatė bendrąją praktiką: bet kokį programos pakeitimą, kuris pagerindavo rezultatą, dalyviai suprasdavo kaip pažangos rodiklį.

Šachmatuose bendroji praktika nėra tokia stipri, kaip matematikoje arba kompiuterių programavime – netgi geriausi šachmatininkai kartais nesutaria dėl skirtingų analizių vertės. Nepaisant to, yra didžiulė visuma žinių, dėl kurių sutaria stiprieji žaidėjai, ir šios bendros žinios reiškia, kad stipresnieji Pasaulio komandos žaidėjai dažniausiai galėjo sutarti, kurios analizės yra geriausios.

Visa tai yra sprendžiamų uždavinių pavyzdžiai, kur pasireiškia bendroji praktika. Tačiau daugeliui problemų spręsti negalima pasitelkti bendrosios praktikos. Pavyzdžiui, kaip jau matėme, nėra stiprios bendrosios praktikos,

taikomos politikoje. Žmonės gali lengvai nesutarti dėl esminių vertybių. Ir jei grupėje tokios bendrosios praktikos nėra, tada kils neįmanomų išspręsti nesutarimų. Kai toks nesutarimas atsiranda, jo atžvilgiu bendruomenė pradeda skaldytis, o tai riboja galimybes plėsti bendradarbiavimo mastą. Kalbant apie pavienius uždavinius – tarkime, apie užduotį atspėti jaučio svorį Anglijos kaimo mugėje (žr. p. 23) – greičiausiai, tai nėra labai svarbu. Tačiau, dirbant kartu ir einant per daugelį etapų, siekiant išspręsti kokį nors uždavinį, toks susiskaldymas iš pagrindų riboja bendradarbiavimo mastą.

Politika yra tik viena iš daugelio sričių, kurioje stokojama stiprios bendrosios praktikos. Tas pats galioja ir daugeliui vaizduojamojo meno sričių: meno kūrinio įvertinimas yra labai ginčytinas dalykas. Pavyzdžiui, norėdami nuspręsti, kuris iš dviejų tapybos darbų yra geresnis, pasitelkiame savo asmeninius estetikos standartus, kurie gali gana skirtis nuo kitų žmonių supratimo. Panašiai argumentuotai galime nesutarti dėl to, kuris iš dviejų muzikos kūrinių yra geresnis.

Nenorime pasakyti, kad nėra visiškai jokio supratimo apie objektyvius meno standartus. Beveik visi sutinka, kad *The Beatles* yra geresnė grupė už kokią nors atsitiktinių vaikinų grupę. Tačiau, *The Beatles* lygindami su Johanu Sebastianu Bachu (*Johann Sebastian Bach*), protingi žmonės gali nesutarti. Tai pareikšdamas, žinoma, įžeidžiau viso pasaulio muzikos snobus. Bet esmė ta, kad įžeidžiau tiek klasikinės muzikos snobus, kurie negali patikėti, kad *The Beatles* galima imti lyginti su J. S. Bachu, tiek popmuzikos snobus: jie įsitikinę, kad J. S. Bachas priklauso tai kūrėjų tradicijai, kuri jau yra pranokta.

Kai tokios tradicijos gyvuoja kartu, abiejų šalininkams yra baisiai sunku bendradarbiauti, nes nėra jokio pagrindo sutarti, kai siekiama bendros pažangos. Tai nėra neigiamas šių sričių vertinimas – talentingų muzikantų, tapytojų ir politikų veikla balansuoja ant žmogaus galimybių ribos – tačiau labai apriboja galimybę pasinaudoti kolektyviniu intelektu.

Ne tik politika ir vaizduojamieji menai neturi stiprios bendrosios praktikos. Daugeliui akademinių sričių jos taip pat trūksta. Pagalvokime apie anglų literatūros kritiką. Kritikai neketina vieną dieną padėti į šalį savo plunksnų ir sutarti dėl bendro Viljamo Šekspyro (*William Shakespeare*) kūrybos prasmės interpretavimo. Kaip tik nėra jokios prasmės jo siekti. Tokiose srityse nuomonių pliuralizmas yra vertybė, ne trūkumas, o kitoks V. Šekspyro kūrybos supratimas būtų net naudingas.

Tačiau dėl to paties nuomonių pliuralizmo sunku pripažinti ir sujungti geriausias didelės žmonių grupės įžvalgas. Mėginimas bendradarbiauti neišvengiamai įklimpsta į diskusijas apie esmines vertybes ir klausimus, dėl ko iš viso būtų verta prisidėti. Tokiose srityse bendras sutarimas nedidėja, o tai smarkiai riboja galimybes individualias įžvalgas paversti kolektyvinėmis, ir dėl to neleidžia pasinaudoti kolektyviniu intelektu.

Kai kurios veiklos sritys yra atsidūrusios prie ribinės linijos, sritis dalijančios į tas, kuriose galima plėsti kolektyvinio intelekto mastą, ir tas, kuriose negalima. Pavyzdžiui, ekonomikoje yra nemažai vertingų samprotavimo metodų, dėl kurių sutaria dauguma ekonomistų: supratimas, kaip prekyba gali kiekvienam padėti praturtėti, idėja, kad papildoma pinigų emisija dažniausiai sukelia infliaciją, ir t. t. Tačiau ekonomistai *nesutaria* kai kuriais esminiais ekonomikos klausimais. Yra senas sąmojis: penki ekonomistai viename kambaryje pateiks šešias labai skirtingas nuomones. Juokaujama, kad JAV prezidentas Haris Trumenas (*Harry Truman*) paprašė surasti vienrankį ekonomistą, kuris negalėtų sakyti: „Kita vertus...“ [angl. *On the other hand* – pažodžiui „Ant kitos rankos...“].

Taigi, nors ekonomikoje ir yra bendrosios praktikos pavyzdžių, ji ne tokia stipri, kaip kitų sričių bendroji praktika – matematikos, kompiuterių programavimo ir šachmatų. Dėl to ekonomikoje kyla daug klausimų, kurių negalima išspręsti kolektyvinio intelekto metodais. Egzistuoja tik kelios ekonomikos dalys – tam tikrų matematinių modelių tyrimai finansuose ir ekonomikoje – kuriose galioja stipri bendroji praktika, todėl šiose srityse ir galima plėsti kolektyvinio intelekto mastą.

Bendrosios praktikos buvimas nėra vienintelis iššūkis taikyti kolektyvinį intelektą. Yra daug kitų praktinių problemų. Vienas iš pavyzdžių yra savo nuomonės neturėjimas, kai kokios nors grupės nariai gali būti labiau suinteresuoti tiesiog gražiai pabendrauti vienas su kitu, nei kritiškai įvertinti idėjas. Arba grupės gali tapti tarsi kambariais, kuriuose girdimas aidas, kai nariai vienas kito nuomones tiktai sustiprina. Kai kurios grupės nepaiso pagrindinių pilietiškumo elgesio normų. Tokios rūšies normų nepaisymas suardė daug bendradarbiavimų dėl atviro kodo programinės įrangos ir trikdo daugelį interneto tinkle blogai sukurtų forumų, kurie gali tapti rojumi interneto troliams ir kitiems asocialaus elgesio atstovams.

Aptarti projektai su tokiomis ir panašiomis problemomis susidorojo: vieni (Matematikų eruditų projektas) kuo puikiausiai, kiti tik per plauką (Pasaulio komandos svarstymai kartais pasiekdavo žlugimo ribą dėl mandagumo trūkumo). Panašios problemos taip pat sukelia rūpesčių ir tikrovėje, ne tinkle veikiančioms grupėms: yra prirašyta daug apie šias problemas ir kaip su jomis susidoroti. Tai Dž. Surovickio „Minių išmintis“ (*The Wisdom of Crowds*), Kaso Sansteino (*Cass Sunstein*) „Infotopija“ (*Infotopia*) ir daugelio kitų knygos apie verslą ir organizacinį elgesį.

Nors šios praktinės problemos yra svarbios, dažnai jas galima išspręsti, gerai sureguliavus procesą. Tačiau nesvarbu, kad procesas funkcionuoja gerai – vis tiek išlieka pamatinė skiriamoji linija – ar yra bendroji praktika. Tose srityse, kur ji įmanoma, galime padidinti ir kolektyvinio intelekto mastą, ir iš pagrindų patobulinti problemų sprendimo elgesio – sumodeliuoto įžvalgumo ir kritinės diskusijos masės – kokybę. Srityse, kur bendrosios praktikos nėra, tokio paties kokybinio pokyčio internetinės priemonės neteikia.

BENDROJI MOKSLO PRAKTIKA

Mokslas puikiai tinka kolektyviniam intelektui vystyti. Dauguma mokslo sričių turi didžiulius, galingų metodikų, kurias kartu taiko šiose srityse dirbantys mokslininkai, klodus. Yra plačiai sutarta dėl standartų, koks pagrindimas arba analizė, arba eksperimentinė procedūra yra laikomi teisingais. Tai vaizdžiai parodė Matematikų eruditų projektas, kur diskusija vyko nepaprastai korektiškai. Retų nesutarimų dažniausiai kildavo dėl to, kad kažkas padarydavo neabejotiną klaidą pagrįsdamas savo idėjas. Kas nors kitas be jokios pagiežos tą klaidą nurodydavo, o tada ją įvėlęs asmuo pripažindavo klydęs. Tai nereiškia, kad dalyviai niekada neįsiveldavo į spekuliatyvias spėliones, tačiau jas kruopščiai atskirdavo ir nepateikdavo kaip nenuginčijamo fakto. Beveik visais svarbiausiais klausimais dalyviai greitai sutardavo, kada argumentų seka yra teisinga, kada – klaidinga, ir kada idėja – perspektyvi, kada – ne. Būtent šis greitas tarpusavio sutarimas ir leido plėsti bendradarbiavimo mastą.

Kaip pavyzdį, kaip stipriai mokslas laikosi minėtų standartų, aptarkime dar jauno A. Einšteino darbą, dar tada ne tos mokslo pažibos, kurią žinome šiandien, bet niekam nežinomo 26 metų klerko, dirbančio Šveicarijos patentų

biure ir negalinčio susirasti fiziko profesionalo darbo. Būdamas šioje neaiškioje padėtyje, 1905 m. jis paskelbė savo įžymų straipsnį apie specialiąją reliatyvumo teoriją ir iš esmės pakeitė mūsų suvokimą apie erdvę, laiką, energiją ir masę. Kiti mokslininkai iš dalies numatė A. Einšteino išvadas, bet nė vienas taip drąsiai ir tvirtai neišdėstė visos specialaus reliatyvumo reikšmės.

A. Einšteino idėjos buvo tiesiog nesuvokiamos, tačiau argumentai tokie įtikinantys, kad jo veikalas buvo išspausdintas viename iš tais laikais svarbiausių fizikos žurnalų, ir jo idėjas greitai priėmė dauguma iškiliausių fizikų. Kaip nuostabu, kai prašalaitis, beveik visiškai nežinomas, gali imti ir mesti iššūkį daugeliui iš mūsų pačių pagrindinių įsitikinimų apie tai, kaip sutvarkyta visata. Ir, kaip niekada anksčiau, fizikų bendruomenė iš esmės pasakė: „Taip, esate teisus."

Kaip kitą pavyzdį pasvarstykime DNR struktūros atradimą. Jį padarė Džeimsas Vatsonas (*James Watson*) ir Fransis Krikas (*Francis Crick*), remdamiesi duomenimis, kuriuos iš dalies atrado Rozalinda Franklin (*Rosalind Franklin*). Visi trys buvo jauni, mažai žinomi mokslininkai: pirmajam – 24, antrajam – 36 metai, F. Krikas bandė įsitvirtinti kitoje srityje, trumpokai padirbėjęs fiziku ir Britanijos jūrų ministerijoje per Antrąjį pasaulinį karą. R. Franklin buvo 32 metai.

Šį jų atradimą iš dalies lėmė žymus pasaulyje chemikas Linusas Polingas (*Linus Pauling*). Daugiau nei prieš dešimtmetį genialusis mokslininkas padarė nemažai atradimų, kurie galiausiai buvo įvertinti Nobelio premija chemijos srityje. Jei jis būtų galėjęs išsiaiškinti DNR struktūrą, be abejonės, būtų gavęs ir dar vieną apdovanojimą. Vykstant tarsi atradimų lenktynėms, vienu metu jis baisiai išgąsdino Dž. Vatsoną ir F. Kriką, pareikšdamas, kad atrado šią struktūrą. Tačiau Dž. Vatsonas ir F. Krikas pasikalbėjo su L. Polingo sūnumi Peteriu Polingu (*Peter Pauling*), ir jis parodė vyresniojo Polingo siūlomą DNR struktūrą. Jie stebėdamiesi greitai suvokė, kad L. Polingas klydo: puikiausias pasaulio chemikas buvo padaręs paprastą chemijos pagrindų klaidą, kurią turėjo ištaisyti, vadovaudamasis savo paties parašytais vadovėliais.

Dž. Vatsonas ir F. Krikas grįžo prie savo darbo su naujų jėgų antplūdžiu ir netrukus atrado teisingąją struktūrą. Kai tai nutiko, jau niekam neberūpėjo, kad L. Polingas buvo pasaulio įžymybė, o Dž. Vatsonas, F. Krikas ir R. Franklin buvo nežinomi. Mokslininkų bendruomenė atmetė L. Polingo darbą ir dvigubą spiralę pripažino vienu svarbiausių šimtmečio mokslinių atradimų.

A. Einšteino ir Dž. Vatsono, F. Kriko ir R. Franklin pavyzdžiai atskleidžia mokslo bendrosios praktikos jėgą. Daugeliui gyvenimo sričių tai būdinga mažiau, bet moksle dažnai laimi asmuo, turintis įtikinamiausius įrodymus ir geriausią pagrindimą, o ne geriausią reputaciją ir daugiausiai įtakos. L. Polingas gal ir buvo plačiai pripažintas žymiausias pasaulio chemikas, tačiau ir kiti mokslininkai taip pat aiškiai, kaip Dž. Vatsonas ir F. Krikas, galėjo matyti, kad L. Polingo struktūra neteisinga. Dėl šios aiškios bendrosios praktikos mokslas yra puikiai tinkamas kolektyvinio intelekto taikymui.

Ši aiški bendroji praktika dar nereiškia, kad mokslas yra nekaltas ir paprastas procesas. Tikrasis kasdienis mokslo kūrimo procesas yra keblus ir spekuliatyvus, kupinas klaidų ir ginčų. Mokslininkas Ričardas Feinmanas (*Richard Feynman*) turėjo tokią daugybę nesuvaldomų minčių ir „puikių“ idėjų, kurių dauguma vėliau pasirodydavo esančios klaidingos, kad, anot jo biografo Džeimso Gleiko (*James Gleick*), apsukresni kolegos išvedė laiko patikrintą taisyklę: „Teisinga tik tai, ką Feinmanas pasako tris kartus.“

Tą patį galima pasakyti apie daugelį mokslininkų. Mokslinį tyrimą dažnai jie pradeda nuo tik truputį daugiau nei idėjos dvelksmo, nuo įtarimo, kad kokia nors hipotezė yra teisinga. Norėdami ją patikrinti, mokslininkai sudaro planą, dažnai iš pradžių net neaiškų, bet po truputį vis pildomą detalėmis. Bandymus neretai tenka atlikti daug kartų, tolydžio keičiant ir tobulinant eksperimento struktūrą, nes mokslininkas vis geriau supranta, kokių įrodymų reikia, kad įtikintų.

Tai yra lėtas procesas – jame pasitaiko ir daug spekuliacijų, ir ginčų, ir nesėkmingų pradžių, nes mokslininkas po truputį juda vis tvirtesnių argumentų ir įrodymų link. Galutinis tikslas vis dėlto yra argumentų ir įrodymų seka, kurie atitinka bendrąją tos srities praktiką. Ir tai visai nepanašu į diskusiją apie J. S. Bachą, palyginti su *The Beatles*, arba politinę diskusiją, arba diskusiją apie V. Šekspyrą, kai galiausiai gali išlikti esminis požiūrių į pagrindines vertybes išsiskyrimas.

Žinoma, mokslininkai iki šiol kartais skelbia neteisingus arba klaidingai suprastus, arba neįtikinamus straipsnius. Bet net tada, kai mokslininkas publikuoja tokį savo darbo rezultatą, kiti mokslininkai gali grįžti į jo kelio pradžią, pakartoti eksperimentus ir rasti klaidas arba nurodyti pagrindimo trūkumus. Trumpai – jie gali iš naujo patikrinti rezultatus, juos lygindami su toje srityje

galiojančia bendrąja praktika, ir nuspręsti, kad jie yra nepakankami. Tokia galimybė klysti aiškiu būdu leidžia vykti pažangai. Šiuo požiūriu mokslas yra, kaip jau sakiau anksčiau, vienas didelis bendradarbiavimo projektas, kurį sieja bendri įrodymams ir pagrindimui keliami reikalavimai.

Ar yra mokslo sričių, kuriose nėra bendrosios praktikos, panašesnių į ekonomiką sričių, sakykime, kur uždaviniai kelia tiek daug iššūkių, kad ta sritis vis dar yra pirminėje mokslo vystymosi stadijoje, kai bendros žinios ir metodikos dar tik pradeda atsirasti? Pavyzdžiui, vienas iš svarbių neišspręstų fizikos uždavinių yra problema bandant sukurti vieną kvantinę gravitacijos teoriją, kuri sujungtų kvantinės mechanikos teoriją su Einšteino gravitacijos teorija. Tai yra vienas iš sudėtingiausių fizikos uždavinių, kuris dešimtmečiais nugalėdavo geriausius protus.

Devintajame praėjusio šimtmečio dešimtmetyje atsiradusi teorinė šios problemos traktuotė, žinoma kaip stygų teorija, sukėlė daug susidomėjimo ir pamažu ėmė vyrauti kvantinės gravitacijos srityje. Tuo pačiu metu daug mažesnis fizikų skaičius toliau vadovaujasi kitais požiūriais į kvantinę gravitaciją. Pastaraisiais metais tarp skirtingų požiūrių šalininkų ėmė vykti polemika, vadinama „stygų karais“. Daugelis fizikų teigia, kad stygų teorija yra vienintelis pagrįstas požiūris į kvantinę gravitaciją. Kiti, įskaitant Stiveną Hokingą (*Stephen Hawking*), Rodžerį Penrauzą (*Roger Penrose*) ir Ly Smoliną (*Lee Smolin*), įsitikinę, kad yra verta plėtoti kitokius požiūrius.

Visų nuostabai, keli garsūs stygų teorijos šalininkai net nesvarstę ne stygų teorijos šalininkus laiko ne tik neteisiais, bet ir suklaidintais arba net kvailiais. Kai atsiranda toks esminis nuomonių skirtumas, beveik neįmanoma didelėms grupėms bendradarbiauti ginčytinu klausimu. Kolektyvinis intelektas gali būti taikomas tik toms grupėms, kur yra bendroji praktika. Be to, tokį bendradarbiavimą reikia atidžiai saugoti, kad jo nesužlugdytų konkuruojančios grupės.

Padėtis kvantinės gravitacijos srityje yra neįprasta. Daugelyje mokslo sričių eksperimentuodami mokslininkai gali palyginti du besivaržančius reiškinio aiškinimus ir suprasti, kad vienas yra teisingas (ar bent neatmestas eksperimento), o kitas – klaidingas. Arba mokslininkas gali nurodyti kito kolegos eksperimento procedūros spragą, ir visi sutiks: taip, tai išties yra spraga, tai neatitinka standartų, kuriais vadovaujamasi.

Kvantinės gravitacijos srityje studijuojami reiškiniai yra tokie tolimi, kad vis dar nežinoma, kaip daryti bandymus – visa tai dar tik teorija. O išplėtoti

teorinius pagrindus yra toks didelis iššūkis, kad pasirinkti pradines prielaidas tam tikru požiūriu tapo asmeninio skonio reikalu, tad šitai jau darosi panašu į vaizduojamuosius menus. Būtent šios labai neįprastos sąlygos sukliudė sukurti bendrąją praktiką. Daugelyje kitų mokslo sričių gyvuoja bendroji praktika, kurios tvirtai laikomasi. Tokiu būdu mokslas teikia nepaprastą galimybę stiprinti kolektyvinį intelektą.

KOLEKTYVINIO INTELEKTO PANAUDOJIMAS MOKSLUI

Antroje dalyje [pirmoje. – *Autoriaus apsirikimas*] matėme, kaip internetinės priemonės gali būti naudojamos stiprinti kolektyviniam intelektui, sudarant sumanesnes grupes. Eidami prie pirmos dalies pabaigos, pasitelkime šias idėjas įsivaizduoti kai kuriems būdams, kaip internetines priemones galima panaudoti kolektyviniam intelektui stiprinti mokslo srityje. Remdamiesi asmeniniu požiūriu, aprašysime kelis būdus, kaip šios priemonės gali paveikti kasdienį atskiro mokslininko gyvenimą. Būsimuose skyriuose sužinosime, kaip jau šiandien įgyvendinamos ir netgi viršijamos kai kurios iš šių svajonių, taip pat kaip kitai šių svajonių daliai trukdo išsipildyti socialinės mokslo normos ir kaip tai galima pakeisti.

Įsivaizduokite savo, fiziko teoretiko, dirbančio Kalifornijos Technologijų institute (*Caltech*) Pasadenoje, ateitį po kelerių metų. Kiekvieną rytą pradedate darbą sėsdami prie kompiuterio, o jis pateikia dešimties užklausų sąrašą: prašoma pagalbos – tai sąrašas, specialiai parengtas jums, atrinkus iš milijono užklausas, pateiktas per naktį viso pasaulio mokslininkų. Šiose užklausose yra uždaviniai, kuriuos spręsdamas, tikėtina, pasižymite didžiausiu lyginamuoju pranašumu.

Šiandien viena iš užklausų staiga patraukia jūsų akį. Medžiagų mokslininkas Budapešte, Vengrijoje, dirbo prie projekto, kuriuo buvo siekiama sukurti naują kristalą. Iškilo nenumatytų sunkumų, įskaitant labai specifinį uždavinį: apskaičiuoti dalelių elgseną, kai jos padrikai („pasklidusios“) juda ant trikampio tinklelio. Deja, medžiagų mokslininkams dalelių pasklidimas yra dalykas, apie kurį jie mažai težino. Jūs savo ruožtu nedaug išmanote apie kristalus, tačiau esate dalelių difuzijos apskaičiavimo ekspertas ir, tiesą sakant, jau anksčiau esate išsprendęs kelis mokslinių tyrimų uždavinius, panašius į

medžiagų fizikui sunkiai suprantamą problemą. Kelias minutes apmąstęs dalelių difuzijos problemą, esate tikras, kad su šiuo uždaviniu lengvai susidoros jums gerai žinomos matematikos metodikos, kurių medžiagų mokslininkas tikriausiai išvis neišmano.

Nusiunčiate žinutę medžiagų mokslininkui: bendrais bruožais apibūdinate jam iškilusio uždavinio sprendimą. Kelias dienas tarpusavyje bendraujate: sukonkretinate sprendimą, spragas užpildote daugeliu detalių ir savo matematines idėjas išverčiate į medžiagų mokslo kalbą. Dar lieka daug darbo pirminiame projekte, tačiau jau įveikta lemtinga kliūtis. Jūsų atlygis yra patenkintas bendradarbis, be to, tapote straipsnio, kuris bus galiausiai išspausdintas, bendraautoriumi. Taip pat maloni galimybė šiek tiek susipažinti su kristalų fizika ir su tuo, kaip ji susijusi su jūsų kompetencija difuzijoje. Atlygis jūsų bendradarbiui – sutaupyta šimtai valandų, kurias būtų tekę praleisti, kol būtų įgijęs pakankamai kompetencijos išspręsti difuzijos uždavinį. Visa bendruomenė taip pat išlošia – su jūsų pagalba problema buvo išspręsta daug greičiau ir mažesnėmis sąnaudomis, o gauti moksliniai rezultatai yra svaresni, straipsnyje jie paaiškinti tiksliau. Dėl lyginamojo jūsų pranašumo laimi visi – jūs turite įgūdžių greitai išspręsti uždavinį, kurio sprendimas medžiagų mokslininkui atimtų savaites. Kiekvienas iš jūsų gali daryti tai, ką moka geriausiai, o visuomenė sutaupo tūkstančius dolerių.

Tą patį rytą, kai visa tai prasidėjo, savo geriausių atrinktų užklausimų sąraše pastebite kitą labai įdomų užklausimą. Jis – studento iš Bangaloro, Indijos; prašo padėti sužinoti apie pastaruoju metu atliekamus tyrimus, naudojant kompiuterių algoritmus, siekiant stimuliuoti sudėtines kvantines sistemas. Vietinių ekspertų ten nėra, o jie mokosi iš internete randamų straipsnių, kartais, kaip jiems atrodo, painių. Užklausa atėjo jums, bet esate tokių algoritmų žinovas, tad į studento klausimą galite lengvai atsakyti. Be to, savo kompiuterio sistemą nustatėte taip, kad kiekvieną savaitę įspėtų, jei yra kelios studentų užklausos patarti tose srityse, kuriose turite specifinę kompetenciją. Su studentu informacija aktyviai keitėtės dar porą dienų, ir didžioji dalis painiavos išaiškėjo. Darbas su studentu yra automatiškai paminimas jūsų mokslinės veiklos archyve kartu su statistika, rodančia jūsų įnašą į viešąsias paslaugas.

Jums priimtiniausių užklausų sąraše vėl pasirodo kelios užklausos, tačiau nusprendžiate, kad padėti neturite laiko. Tarp jų yra keli kvietimai bendradar-

biauti, maždaug panašūs į atėjusį iš medžiagų mokslininko, tačiau jie skiriasi detalėmis: užklausa iš vietinės mokyklos – prašoma patarti, kokią literatūrą skaityti; iš studento, kurio baigiamojo darbo tema iš dalies sutampa su kelių jūsų senų straipsnių temomis. Visas šias užklausas matys dešimtys arba šimtai žmonių, kurių dauguma, kaip ir jūs, pasižymi specifinėmis kompetencijomis, glaudžiai susijusiomis su užklausomis. Atsakymas į jas yra savanoriškas, ir nė viena užklausų nėra adresuojama tiesiogiai jums.

Visa tai įmanoma dėl reitingavimo algoritmo, kuris prioritetizuoja milijonus kasdien pateikiamų užklausų taip, kad matytumėte tik tas, kurios, tikėtina, jus asmeniškai domina labiausiai, ir jūs turite didžiausią lyginamąjį pranašumą. Reitingavimo algoritmas atsižvelgia į jūsų kompetencijos sritis: į kokias užklausas atsiliepėte; žmonių, kurie pateikė užklausas, istoriją; jūsų teikiamą pirmenybę, sakykim, norą padėti studentams. Išmintingai pasirinkdamas užklausas, galite itin padidinti savo darbo įtaką.

Visame pasaulyje panašūs modeliai pakartotinai taikomi milijonus kartų. Pažintinius gebėjimus tyrinėjanti mokslininkė Otavoje bando pakartoti eksperimentą, kuris rodo, kaip galima susilpninti optinę iliuziją, pakeičiant tam tikrų jos dalių spalvas. Pradėjusi darbą, mėgino suvokti, kaip bandymą pakartoti, vien remiantis bendru originaliojo eksperimento supratimu. Ji padarė nemažą pažangą, bet kartais įstrigdavo; tada žiūrėdavo internete esančią vaizdo medžiagą, kurioje buvo rodoma, kaip tas eksperimentas atliekamas dviejose laboratorijose. Tai padėjo, bet jai vis dar kildavo problemų atkuriant rezultatus.

Įklimpusi po kelių dienų paskutinę naktį ji išsiuntė pagalbos prašymą, tikėdamasi surasti kažką, turintį profesinių žinių tiek apie optines iliuzijas, tiek apie tai, kaip nervų sistema susieja spalvinę informaciją, ateinančią iš skirtingų akies tinklainės kolbelių. Tą rytą mokslininkė gavo žinutę iš Ajovos psichofiziko: jis atsiuntė modifikuotų spalvų schemą ir tam tikras instrukcijas, kaip perkalibruoti spalvų schemą, jei prireiks. Problemą ji išsprendė iškart, o eksperimentas vyksta ir toliau.

Šanchajuje, Kinijoje, tyrimų laboratorijoje biologas dirba vėlai vakare, bandydamas nustatyti genetinę gripo viruso kamieno seką. Nustatęs ieško tinklinių duomenų bazių – nori palyginti genetinį viruso modelį su kitais žinomais virusų kamienais. Jis nustato: kaip ir įtarė, tai – nauja gripo atmaina. Per kelias savaites biologas sukurs skiepus nuo šio viruso. Kurdamas naudoja-

si programine įranga, kuri surenka informaciją iš tuzinų interneto duomenų bazių, objektyviai paklausiančia ir gaunančia atsakymus į tūkstančius klausimų apie virusus, jų genus, jų gaminamus baltymus ir šių baltymų poveikį. Bet, skirtingai nei minėtuose pavyzdžiuose, šie klausimai nėra pateikiami kaip išskirtinės informacijos užklausos – čia programinė įranga automatizuotai pateikia klausimus ir gauna atsakymus; tai vyksta beveik nematant mokslininkams, o žinios, paimtos iš dešimčių tūkstančių biologų, perkuriamos, ir daromi nauji atradimai.

Visame pasaulyje užmezgama milijonai tokių jungčių. Mokslininkai, kurių pastaruoju metu atliekamą darbą stabdo sudėtingos mokslinės problemos, susisiekia su kitais, kurie turi kompetencijos jas greitai išspręsti. Tai yra interneto tinklo ekspertų pagalbos rinka, tam tikros rūšies bendradarbiavimo rinka, kuri teikia galimybę kiekvienam dirbti produktyviau ir geriau atskleisti savo gabumus, daugiau dirbti prie tų problemų, kurių srityje jis pasižymi lyginamuoju pranašumu, o kitus darbus palikti kitiems.

Tokioje bendradarbiavimo rinkoje šie sąryšiai atsiranda planuotai, o ne taip, kaip šiandien – tik laimingo atsitiktinumo dėka. Tuo pačiu metu, kai užsimezga šie mokslininkų ryšiai, su tuo susijęs pasikeitimas žiniomis vyksta sklandžiau, bet kur kas didesniu mastu, nes mokslininkai atsisiunčia ir apdoroja didžiulius duomenų kiekius, t. y. pasinaudoja žiniomis, kurias sukaupė tūkstančiai kitų mokslininkų. Tai ir bendradarbiavimo rinka, tačiau ji skirta ne specializuotiems unikaliems, o standartizuotiems klausimams, kad į juos būtų galima atsakyti automatiškai.

Grįžkime prie individualaus lygmens, prie Pasadenos ir Kalifornijos technologijų instituto. Nors bendradarbiaujate su medžiagų mokslininku iš Vengrijos, didžiąją dalį savo darbo dienos skiriate vienam iš šiuo metu vykdomų projektų – ambicingam užmojui sukurti kvantinį kompiuterį. Kvantiniai kompiuteriai pasitelkiantys kvantinę mechaniką yra hipotetiniai ir skirti problemoms spręsti, kurių neįmanoma išspręsti su įprastu kompiuteriu. Nors universalūs kvantiniai kompiuteriai, žadama, bus nuostabūs prietaisai, juos sukurti yra didžiulis iššūkis, nes kvantų struktūros yra labai subtilios. Norėdami šį iššūkį įveikti, su dviem kolegomis ėmėtės projekto prieš šešis mėnesius sumodeliuoti kvantinį kompiuterį, kurį išties galima ir tobulinti.

Jūsų projektas paremtas savitu požiūriu į kvantinį skaičiavimą, vadinamu topologiniu kvantiniu. Tai požiūris, paremtas daugelio skirtingų mokslo sričių įžvalgomis – nuo matematikos topologijos iki superlaidininkų fizikos ir nuo puslaidininkių gamybos iki visos smulkios kvantinio skaičiavimo teorijos specifikos. Projektas greitai išsiplėtė ir įtraukė daugiau nei 100 mokslininkų iš viso pasaulio, kurie bendradarbiauja internetu.

Kai kurie iš šių mokslininkų yra teoretikai, pasižymintys skirtingomis daugelio su projektu susijusių sričių kompetencijomis. Tačiau dauguma yra eksperimentuotojai, įskaitant kelis žymiausius pasaulyje superlaidininkų ir puslaidininkių srities ekspertus, taip pat medžiagų mokslininkus, kurių specializacija – paruošti aukštos kokybės medžiagų pavyzdžius. Tie eksperimentuotojai dalijasi savo gudrybėmis ir patarimais, ką yra įmanoma padaryti daugumoje pažangių laboratorijų, ir tam tikros rūšies liaudies išmintimi, kuri atskiria pirmaujančias laboratorijas nuo atsiliekančių žingsniu.

Bendradarbiavimas ne visada buvo sklandus siekiant tikslo. Tačiau net tuo metu, kai, rodės, iškildavo nenugalimų kliūčių, dažnai būdavo galima jas nugalėti, kreipiantis į tą pačią bendradarbiavimo rinką. Juk taip šį rytą pradėjote bendradarbiauti vengrų projekte. Tai irgi padėjo pritraukti naujų žmonių ir plėsti naujomis pasitelktinų kompetencijų ratą.

Kadangi bendradarbiavimo mastas augo, jame dalyvauti tapo didžiausiu nuolatiniu įsipareigojimu ir didžiąją dalį dienų jūs skiriate šiam projektui mažiausiai vieną arba dvi valandas per dieną. Tai nuėjo daug toliau, nei iš pradžių įsivaizdavote, nes bendradarbiavimas padėjo išspręsti kliūtis, kurios, jūsų manymu, buvo neįveikiamos, ir, kadangi bendradarbiaujančių pateikiamos idėjos rutuliojasi nuo teorinių iki įmanomų įgyvendinti, kai kurios iš laboratorijų, įsitraukusių į projektą, jau pradeda rengti bandomuosius šių idėjų pavyzdžius.

Kai kurie skaitytojai – ypač tie, kuriems yra tekę paragauti mokslininkų duonos – gali perskaityti ankstesnes pastraipas ir pagalvoti: rožinės svajonės. „Kodėl, – jie gali paklausti, – tie eksperimentuotojai kada nors turėtų vienas kitam padėti tokiu būdu? Realiame pasaulyje jie niekada nesidalytų svarbiausiomis idėjomis, kurios jiems teikia konkurencinio pranašumo.“ Šiandien tai yra tiesa, ir mes įvairiais būdais dar vis grįšime prie šios problemos būsimuose skyriuose. Tačiau, stiprėjant mūsų supratimui, pamatysime: nors tai ir yra

daug sumanumo reikalaujanti problema, ji nėra nenugalima. Vis dėlto dabar šią diskusiją atidėsime.

Tai yra tik kelios idėjos, kurios paskatina jus pagalvoti, kaip internetinės priemonės ir kolektyvinis intelektas gali būti panaudoti pakeisti mokslui. Žinoma, įmanoma ir dar daugiau. Įsivaizduokite visiškai atviru duomenų šaltiniu paremtą mokslinių tyrimų metodą. Įsivaizduokite prie interneto prijungtą mokslinių žinių tinklą, kuriame integruojami ir susiejami duomenys, programavimo kodai, mokslinio pagrindimo sekos, dar neišspręstų problemų aprašymai ir visa kita. Šitas mokslinių žinių tinklas galėtų įtraukti vaizdo medžiagą, virtualiuosius pasaulius, praplėstą tikrovę, taip pat labiau įprastą žiniasklaidos būdą, pavyzdžiui, straipsnius. Ir tai būtų glaudžiai integruota su moksliniu socialiniu tinklu, kuris mokslininkų pagalbą nukreiptų ten, kur ji būtų labiausiai vertinama, kur būtų panaudotas milžiniškas bendradarbiavimo potencialas.

Antroje šios knygos dalyje konkrečiai patyrinėsime, kaip jau šiandien brėkšta tinklų mokslo era, pavyzdžiui, pamatysime, kaip milžiniškos duomenų bazės, kuriose sukaupta didelė dalis pasaulio žinių, yra pritaikomos daryti atradimams, kad neliktų nė vieno žmogaus, kuriam nebūtų prieinama pagalba. Pamatysime, kaip internetinės priemonės leidžia sukurti naujas institucijas, kurios naujoviškai veikia lyg tiltai tarp mokslo ir kitos visuomenės dalies, o tai gali padėti iš naujo nustatyti santykį tarp mokslo ir visuomenės.

Sritis, kur šios idėjos įgyvendinamos geriausiai – tai fundamentalusis mokslas, dėl to antroje dalyje jam ir bus skiriama daugiausia dėmesio, nes taikomasis mokslas dažnai yra plėtojamas mažų grupių, dirbančių slaptai, privačiose kompanijose, ir šis slaptumas riboja jų galimybes plėsti bendradarbiavimo mastą. Bet net ir fundamentaliajame moksle susiduriama su rimtomis kliūtimis, kurias tenka įveikti. Paprastos idėjos – bendradarbiavimo rinka, atviro šaltinio į *vikius* panašūs straipsniai apie mokslinius tyrimus ir dalijimasis duomenimis bei programavimo kodais – sulaukia rimto kultūrinio pasipriešinimo. Mes plėtosime tokią idėją: kad tinklų mokslas pasiektų didžiausią potencialą, jis privalo būti *atviras*, paremtas kultūra, kurioje mokslininkai atvirai ir geranoriškai dalijasi visais savo turimais duomenimis ir mokslinėmis žiniomis. Galiausiai pasvarstysime, kaip ši atviresnė mokslo kultūra gali būti sukurta.

ANTRA DALIS

TINKLŲ MOKSLAS

ŠEŠTAS SKYRIUS

VISO PASAULIO ŽINIOS

Donas Svansonas (*Don Swanson*) nėra iš tų žmonių, iš kurių galima tikėtis medicinos atradimų. Jis pensininkas, bet vis dar aktyviai Čikagos universitete besidarbuojantis informatikas; neturi medicininio pasirengimo, neatlieka medicininių eksperimentų ir niekuomet neturėjo laboratorijos. Tačiau jam pavyko padaryti keletą svarbių atradimų medicinos srityje. Vienas pirmųjų – 1988 m., kai jis tyrė migreną ir surado įrodymų, kad ją sukelia magnio trūkumas organizme. Tuo metu jo idėja kėlė nuostabą kitiems mokslininkams, tyrinėjantiems migreną, tačiau vėliau D. Svansono idėja buvo patikrinta tyrimais ir patvirtinta daugybės terapinių klinikinių tyrimų, kuriuos atliko tradicinės medicinos grupės.

Kaip gali būti, kad asmuo, neturintis jokio medicininio išsilavinimo, galėtų padaryti tokį atradimą? Nors D. Svansonas neturėjo jokių tradicinių medicinos mokslinių tyrimų kvalifikacijų, tačiau turėjo gerą idėją. Jis tikėjo, kad mokslo žinios išaugo iki tokios platybės, kad svarbios subjektų sąsajos klostėsi nepastebėtos ne todėl, kad jos buvo per daug subtilios ar jas būtų buvę labai sunku perprasti, bet todėl, kad niekas neturėjo pakankamai plataus mokslo suvokimo, kad tas sąsajas galėtų pastebėti: gan didelėje šieno krūvoje rasti netgi 50 pėdų ilgumo adatą gali būti sunku.

D. Svansonas tikėjosi aptikti tokias paslėptas sąsajas per medicinos ieškos sistemą *Medline*, kuri leidžia ieškoti milijonų mokslinių medicinos darbų – *Medline* galite įsivaizduoti kaip aukšto lygio žmonijos medicinos žinių žemėlapį. Savo darbą jis pradėjo *Medline* sistemoje ieškodamas migrenos ir

kitų būsenų sąsajų mokslinėje literatūroje. Pateikiame du D. Svansono rastų sąsajų pavyzdžius: (1) migrena yra susijusi su epilepsija, (2) migrena yra susijusi su dažniau nei įprasta susidarančiais kraujo krešuliais. Žinoma, buvo atlikta daugybė migrenos tyrimų, ir mes pateikėme tiktai dvi iš jo surasto ilgo sąsajų sąrašo.

Tačiau D. Svansonas ties šiuo sąrašu nesustojo: paimdavo kiekvieną susijusią būseną ir, pasitelkdamas *Medline* ieškos sistemą, ieškodavo tolesnių sąsajų su ta būsena. Jis sužinojo, kad, pavyzdžiui: (1) magnio trūkumas organizme didina imlumą epilepsijai, (2) trūkstant magnio organizme, daug lengviau susidaro kraujo krešulių. Pradėjęs tyrimą, mokslininkas nė nenutuokė, kad viskas baigsis migrenos ir magnio trūkumo sąryšio nustatymu. Bet, radęs keletą darbų, kuriuose kalbama apie dviejų pakopų magnio trūkumo ir migrenos sąsają, iešką susiaurino ties magnio trūkumu, dėl to galiausiai nustatė vienuolika tokių dviejų pakopų sąsajų su migrena.

Nors tai nebuvo medicinos mokslininkų mėgstami tradicinio pobūdžio įrodymai, tačiau jie įtikinamai liudijo, kad migrena yra susijusi su magnio trūkumu organizme. Iki D. Svansono atradimo buvo keletas veikalų, kuriuose iš anksto (ir iš esmės prabėgomis) kelta prielaida, kad magnio trūkumas galėtų būti susijęs su migrena, tačiau ankstesnieji darbai nebuvo įtikinantys, ir dauguma mokslininkų į juos nekreipė jokio dėmesio. D. Svansono įrodymai buvo labai įtaigūs, ir netrukus atlikti terapiniai klinikiniai tyrimai patvirtino migrenos ir magnio trūkumo sąryšį organizme.

Jei jus kankina migrena, žinote: migrenos ir magnio trūkumo sąryšio atradimas nenulėmė to, kad būtų atrastas vaistas ar patikimas gydymas. Šiuo metu žinoma, kad magnio trūkumas organizme tėra vienas iš daugybės veiksnių, sukeliančių migreną, ir ligšiol pagrindinė migrenos priežastis išlieka miglota ir diskutuojama. Nepaisant to, migrenos ir magnio trūkumo sąryšio atradimas buvo reikšmingas žingsnis link supratimo, kas sukelia migreną ir kaip ją stabdyti. Be to, D. Svansono darbo svarba plačiai peržengia medicinos ribas.

Nors mūsų amžiuje tradicinė išmintis aprauda informacijos sprogimą, tarytum masiškas mūsų žinių išaugimas kažkodėl yra negeras dalykas, šį požiūrį D. Svansonas apvertė aukštyn kojom – žinių gausa jam buvo ne problema, bet galimybė. Jis suprato, kad priemonės, sakykim, *Medline*, praplečia galimybes surasti prasmę kolektyvinėse žmonijos žiniose ir padeda atrasti bendrus mo-

delius, nematomus žmonėms, tokiomis pagalbinėmis priemonėmis nesinaudojantiems. Joks žmogaus protas niekuomet nesugebėtų aprėpti milijonų eksperimentų, saugomų *Medline* sistemoje. Laimei, joks protas to neturi daryti. Dirbant simbiozėje su tokiomis priemonėmis, kaip *Medline*, galime praplėsti savo proto ribas, kad galėtume rasti sąryšius, kurie slypi žmogui neaprėpiamame žinių kiekyje. Iš esmės tokios priemonės sudaro galimybę atsirasti naujam mokslinio atradimo metodui.

GRIPO IEŠKA

Metodas, kurį taikydamas, D. Svansonas atrado migrenos ir magnio sąryšį, tėra vienas iš daugybės naujų kelių, kaip esamose žiniose atrasti paslėptą prasmę. Neseniai *Google* bendrovės ir JAV Ligų kontrolės ir prevencijos centro (LKC) mokslininkai pritaikė kitokį metodą, siekdami sukurti geresnį gripo viruso paplitimo sekimo mechanizmą. Kiekvienais metais nuo gripo miršta 250 000 – 500 000 žmonių visame pasaulyje. Vyriausybės ir sveikatos saugos organizacijos atidžiai stebi gripo plitimą, kad galėtų greitai sureaguoti į viruso proveržius ir užkirsti kelią pandemijai, sakykim, tokiai, kaip 1918 m. ispaniškasis gripas, nuo kurio mirė daugiau kaip 50 mln.

Jungtinėse Amerikos Valstijose gripą stebi LKC, kuris samdo gydytojus visoje šalyje dalyvauti stebėjimo programoje. Ligoniui pajutus gripą primenančius simptomus: karščiavimą ir skaudančią gerklę ar kosulį, gydytojas praneša LKC. Tiktai nedidelė gydytojų dalis dalyvauja LKC programoje, tačiau jų skaičius yra pakankamas, kad LKC galėtų sudaryti tikslų regioninį ir nacionalinį gripo žemėlapį. Atsiradus gripo proveržiui, LKC gali pradėti vakcinacijos programas regione ir apie tai pranešti žiniasklaidoje. Tačiau problema, susijusi su sistema, ta, kad LKC ataskaitose pranešimai apie gripo atvejus pasirodo tiktai po vienos ar dviejų savaičių. Tas laiko tarpas kelia didelį susirūpinimą, nes gripas gali staigiai išplisti per kelias dienas.

Norint pagreitinti LKC sistemą, *Google* bendrovė ir LKC mokslininkai domėjosi, ar ieškos užklausimai, kuriuos interneto naudotojai įveda į *Google* ieškos sistemą, galėtų būti naudojami akimirksniu sekti, kur pasireiškė gripas. Idėja tokia: jei Atlantos gyventojai plūsta ieškoti (sakykime) „vaisto nuo kosulio“, tikėtina, kad Atlantoje išaugo gripo atvejų skaičius.

Siekdami tikslesnių rezultatų, *Google* bendrovės ir LKC mokslininkai paėmė LKC turimus gripo duomenis nuo 2003 iki 2007 m. pradžios ir ištyrė bendrų *Google* ieškos užklausimų sąryšį. Jie rado 45 ieškos užklausimus, ypač susijusius su to laikotarpio duomenimis apie gripą. Remdamiesi šiais užklausimais, mokslininkai sukūrė modelį, kuris, jie tikėjosi, galės būti panaudotas momentiniam gripo atsiradimo vietos nustatymui paprastos *Google* ieškų stebėsenos būdu. Tuomet modelį išbandė, lygindami su nauju duomenų rinkiniu, LKC turimais 2007–2008 m. gripo sezono duomenimis. Jų modelis buvo beveik tobulas (97 proc.)!

Kitais žodžiais tariant, *Google* ieškos užklausos gali būti naudojamos nustatyti, kur pasireiškia gripo protrūkiai ir kokio jie masto, tačiau nesugaištant tiek laiko, kiek prireikia LKC ataskaitoms. Be to, *Google* ieškos užklausos gali būti naudojamos gripo proveržiams nustatyti ne tik Jungtinėse Amerikos Valstijose, bet visur, kur *Google* sistema naudojasi daug žmonių, įskaitant šalis, kuriose nėra į LKC panašių organizacijų, atliekančių ligų stebėseną. *Google* bendrovė sukūrė tinklalapį, pavadintą *Google Flu Trends*, kuris, remdamasis ieškos užklausomis, gripo pasireiškimus stebi 29-iose pasaulio šalyse.

Google Flu Trends rezultatams taikoma keletas įspėjimų.

Visų pirma, daugelis gydytojų JAV dabar naudoja elektronines medicinos įrašų saugojimo sistemas, ir LKC neseniai sudarė partnerystės susitarimą su vienu iš tų sistemų gamintojų – *General Electric* bendrove, kad ši sukurtų naują sekimo sistemą, kuri padėtų beveik realiu laiku pamatyti pranešimus, gautus iš 14 mln. pacientų, apie gripą. Įmanoma ir galbūt tikėtina, kad naujosios LKC sistemos lems, kad *Google Flu Trends* taps neaktualios, bent jau JAV.

Antra, LKC duomenys, kuriais remiantis buvo sukurta *Google*-LKC sistema, nesekė, griežtai kalbant, gripo. Ji labiau sekė „gripą primenančius“ susirgimus, remdamasi pranešimais apie tokius požymius, kaip kosulys ir peršinti gerklė, kurie dažnai siejami su gripu. Kitų susirgimų, pavyzdžiui, peršalimo, požymiai irgi panašūs. 2010 m. atliktas tolesnis tyrimas patvirtino: *Google Flu Trends* žymiai geriau seka į gripą panašius susirgimus nei tikrus laboratorijų patvirtintus gripo atvejus. Tai yra naudinga diagnostinė priemonė, bet toli gražu ne pats geriausias gripo sekimo būdas.

Google ieškos sistemos taikymas siekiant prognozuoti gripą yra įdomu, tačiau dar įdomiau yra kitos jos siūlomos galimybės, kurios peržengia medici-

nos ribas ir įžengia į kiekvieną gyvenimo aspektą. Tolesnis tyrimas jau parodė, kad ieškos užklausos gali būti naudojamos numatyti nedarbo ir būsto kainų tendencijoms ir netgi prognozuoti, ar daina taps hitu, ar ne.

Kas dar įmanoma? Ar *Google* galėtų nustatyti, kurios ieškos užklausos prognozuoja konkrečios įmonės, sakykime, *Microsoft*, akcijų kainų pokyčius? Kaip dėl *Dow Jones* [*Industrial Average*] indekso kaitos? Arba kurį naują verslą technologijų srityje geriausia pradėti? Arba kokie bus kitų JAV prezidento rinkimų rezultatai? Arba numatyti valstybės perversmą neramioje šalyje?

Tarkime, *Google* sekė teisininkų, dirbančių JAV Aukščiausiajame Teisme, ieškas. Ar būtų įmanoma numatyti teismo sprendimus? Arba suprasti, kas svarbu individualia atsakomybe paremtam teisingumui bylos svarstymo metu? Sakykime, *Google* vartotojas atlieka ieškas, kurios leidžia daryti prielaidą, kad planuojamas banko apiplėšimas. Ar *Google* turėtų pranešti teisėsaugos pareigūnams? Žiniasklaidos konferencijoje, vykusioje 2010 m. Abu Dabyje, *Google* generalinis direktorius Erikas Šmitas (*Eric Schmidt*) pasakė: „Vieną dieną kalbėdamiesi supratome, kad galėtume pabandyti prognozuoti akcijų rinką. Bet nutarėme, kad tai būtų nelegalu, todėl tai daryti nustojome."

Sunku žinoti, ar tai turėtų mus nuraminti, ar išgąsdinti. Žinoma, ne tik *Google* gali atlikti tokio pobūdžio duomenų iešką. Daugelis kitų organizacijų, įskaitant bankus, kreditinių kortelių įmones ir populiarius tinklalapius – *Facebook* ir *Twitter* – turi prieigą prie duomenų šaltinių, kurie gali būti panaudoti, siekiant suprasti ir netgi numatyti žmonių elgesį. Jei turite prieigą prie duomenų, taip pat priemonių, kaip juos perprasti, duomenys tampa galia.

KAIP RASTI PRASMĘ VISO PASAULIO ŽINIOSE

Beveik per visą rašytinę istoriją mes, žmonės, gyvenome savo gyvenimą mažyčių informacijos kokonų viduje. Mūsų protingiausi ir labiausiai išprusę protėviai dažnai turėjo prieigą tiktai prie labai mažos žmonijos žinių dalies. Tada, dešimtajame praeito šimtmečio dešimtmetyje – pirmame mūsų šimtmečio dešimtmetyje, per trumpą dviejų dešimtmečių laikotarpį tiesioginė mūsų prieiga prie žinių išsiplėtė bene tūkstantį kartų. Tuo pačiu metu vyko antroji, netgi svarbesnė, žinių plėtra: mūsų gebėjimo rasti prasmę kolektyvinėse žiniose augimas.

Šį augimą matome iš D. Svansono *Medline* ieškos sistemos naudojimo, siekiant rasti sąryšius, esančius kolektyvinėse medicinos žiniose, arba kai *Google* ir LKC sujungė LKC turimas (tačiau neadekvačias) žinias apie praneštus gripo atvejus su *Google* ieškos duomenimis, siekiant rasti geresnį būdą, kaip sekti gripo plitimą. Pavyzdžių galime matyti taip pat kasdieniame gyvenime, pavyzdžiui, *Google* gebėjimas atsakyti į mūsų klausimus, surasti būtent tą tinklalapį, naujienų straipsnį, mokslinį veikalą ar knygą. Priemonės – *Google* ir *Medline* – naujai apibrėžia santykį su žiniomis ir siūlo būdų, kaip rasti paslėptą prasmę, visus „nežinomus žinojimus“, kurie yra numanomi esamose žmonijos žiniose, tačiau dar nebuvo suprasti dėl milžiniško tų žinių masto.

Ankstesniuose šios knygos skyriuose matėme, kaip galima išplėsti kolektyvinį intelektą, perskirstant ekspertų pagalbą, geriau pasinaudoti esamomis profesinėmis žiniomis. Šiame skyriuje aptarsime papildomą kolektyvinio intelekto stiprinimo metodą; jo esmė – kurti priemones, kurios tiesiogiai atliktų pažinimo užduotis, o mes patys veiktume, remdamiesi žiniomis, ieškotume prasmės ir paslėptų sąryšių kolektyvinėse žiniose.

Šis likęs skyrius yra padalytas į dvi dalis.

Pirmoje pasakojama istorija apie astronomijos projektą „*Sloan* skaitmeninė dangaus apžvalga“ (*Sloan Digital Sky Survey*, *SDSS*). Ji tiria visatą, panašiai kaip pirmieji žemėlapių sudarinėtojai tyrė Žemę, naudodama robotą teleskopą plačiam dangaus tyrimui, ir jau yra nufotografuota 930 000 galaktikų. Tos nuotraukos nėra vien gražūs paveikslėliai; remdamiesi jomis, astronomai stengiasi įminti daugybę mįslių apie mūsų visatą. Sužinosime, kaip *SDSS* projektas buvo panaudotas siekiant rasti didžiausią žinomą struktūrą visatoje, gigantišką 1,37 mlrd. šviesmečių amžiaus galaktikų grandinę, aptikti nykštukines galaktikas šalia Paukščių Tako galaktikos ir rasti keletą orbita judančių juodųjų skylių.

Nors šie atradimai yra savaime įdomūs, yra kita priežastis, kodėl mus domina *SDSS* projektas. Nors prieiga prie žmonijos žinių milžiniškai prasiplėtė per pastaruosius du dešimtmečius, daugybė mokslinių žinių dar *nėra* viešai prieinamos, ir prieigą stengiamasi padidinti. Taigi pirmoje šio skyriaus dalyje pasakojama apie informacijos blokų moksle plėtrą, *SDSS* pateikiant kaip konkretų pavyzdį, padedantį suprasti tiek tos plėtros teikiamą naudą, tiek iššūkius. Tas konkretus suvokimas parengia antrai skyriaus daliai, kurioje

praplečiamas mūsų akiratis, siekiant galvoti plačiau. Kokios būtų pasekmės, sukūrus atvirą prieigą prie visų pasaulio žinių? Ir kokiems naujiems atradimų metodams atsirasti sudarytų galimybes?

SKAITMENINIS VISATOS TYRINĖJIMAS

Naujausia žinoma visatos struktūra yra galaktikų grandinė, vadinama Didžiąja Sloano Siena. Ji yra 1,37 mlrd. šviesmečių ilgio, susidedanti iš tūkstančių galaktikų, ir nuo Žemės yra nutolusi maždaug 1 mlrd. šviesmečių atstumu. Atstumas yra toks didžiulis, kad tų galaktikų neįmanoma pamatyti paprasta akimi, bet jei galėtume, pamatytume, kad Didžioji Sloano Siena yra išsidriekusi beveik per trečdalį dangaus – nuo pat Mergelės žvaigždyno, pro Liūto žvaigždyną ir iki pat Vėžio žvaigždyno. Galima įsivaizduoti, koks įspūdingas reginys, visoms toms galaktikoms mirgant po naktinį dangų!

Didžioji Sloano Siena buvo atrasta 2003 m., kai aštuonių mokslininkų komanda, kuriai vadovavo Dž. Ričardas Gotas (*J. Richard Gott*) III iš Prinstono universiteto, nusprendė sudaryti vaizdinį visos mums žinomos visatos žemėlapį. Skamba grandioziškai, tačiau jie tai atliko dėl tos pačios priežasties, dėl to mes braižome miestų ir valstybių žemėlapius: vaizdinė mūsų žinių išraiška gali padėti mums suprasti, ką žinome. Įsivaizduokite, kokia būtų sudėtinga geografija, jei neturėtume žemėlapių – turėtume remtis išimtinai žodiniais apibūdinimais. Problemos, kurias lengva spręsti vizualiai, pavyzdžiui, kiek Žemėje yra žemynų, staiga taptų sudėtingomis mokslinėmis problemomis. Galima įsivaizduoti pirmuosius geografus, rengiančius konferencijas tema „Žemyninių sausumos masių skaičiaus nustatymas“, kai galbūt virtų aršios diskusijos, ar Azija ir Šiaurės Amerika išties yra atskiri žemynai.

Braižant visatos žemėlapį sunku žinoti, kas ten yra. Modernūs teleskopai leidžia matyti trilijonus objektų, tačiau didžiąja dalimi astronomai domisi tiktai maža tų objektų dalele. Gali atrodyti keista, tačiau įsivaizduokite esąs astronomas: ar nenorėtumėte stebėti tai, kas – jūs jau žinote – ypač įdomu, sakykim, didžiulė juodoji skylė Paukščių Tako galaktikos centre, užuot stebėję atsitiktinę žvaigždę kokioje atsitiktinėje galaktikoje? Taigi, dauguma astronomų daugiausia stebi objektus, kurie jau žinomi kaip įdomūs. Tai kaip skirtumas tarp viso didmiesčio tyrinėjimo, siekiant surasti įdomių naujų vietų,

ir pagundos vėl aplankyti jau žinomas vietas. Kad būtų rasta įdomių naujų objektų danguje, kas nors privalo sugalvoti dangų ištirti plačiu užmoju.

Būtent čia svarbų vaidmenį vaidina dangaus apžvalga. Užuot nuodugniai tyrinėję žinomus objektus, dangaus apžvalgoms naudojami teleskopai sistemiškai skenuoja visą dangų ir sudaro platų visatos paveikslą. Dangaus apžvalgos sudaro astronomijos pamatą – jos dažnai duoda užuominų, į kuriuos objektus verta pažvelgti atidžiau.

Viena pirmųjų dangaus apžvalgų buvo „Almagesto“ traktatas, kurį parašė astronomas Ptolemėjus iš Aleksandrijos II mūsų eros amžiuje. Jis neturėjo teleskopo, tačiau plika akimi sugebėjo surinkti įvairios naudingos informacijos apie tai, ką matė danguje, pradedant nuo planetų judėjimo aprašo ir baigiant išsamiu 1022 žvaigždžių katalogu. Norminiu astronomijos traktatu Europoje ir Artimuosiuose Rytuose „Almagestas“ išliko 800 metų.

Kaip jau turbūt spėjote, šių dienų almagestas yra *SDSS*, pavadintas Alfredo P. Sloano (*Alfred P. Sloan*) fondo, kuris yra pagrindinis projekto finansuotojas, garbei. *SDSS* naudoja aukščiausio lygio teleskopą, pastatytą už mažyčio Sunspoto miestelio, esančio aukštai Naujosios Meksikos valstijos Sakramento kalnuose. Teleskopas fiksuoja šviesą didžiuliu – 2,5 metro skersmens – veidrodžiu. Nuostabi vieta ir didžiulis veidrodis reiškia, kad *SDSS* sugeba užfiksuoti labai gerus vaizdus ir gali aprėpti iki pat žinomos visatos krašto. Nuotraukos yra šiek tiek prastesnės kokybės, nei darytos didžiausiais pasaulio teleskopais, tarkim, milžinišku 10,4 metro skersmens teleskopu *Gran Telescopio Canarias*, esančiu Kanarų salose.

Tačiau *SDSS* projekto teleskopas turi vieną labai svarbų privalumą, palyginti su didžiausiais teleskopais – ypatingus plačiakampius lęšius, todėl teleskopas gali greitai fotografuoti didžiulius dangaus plotus. Vienoje nuotraukoje gali užfiksuoti 8 kartus didesnį, nei pilnas mėnulis, plotą. *Gran Telescopio Canarias* teleskopas gali užfiksuoti tiktai 1/16 mėnulio dydžio plotą, dėl to tokia nuotrauka netinkama platesniam tyrinėjimui, kuris būtinas dangaus apžvalgai.

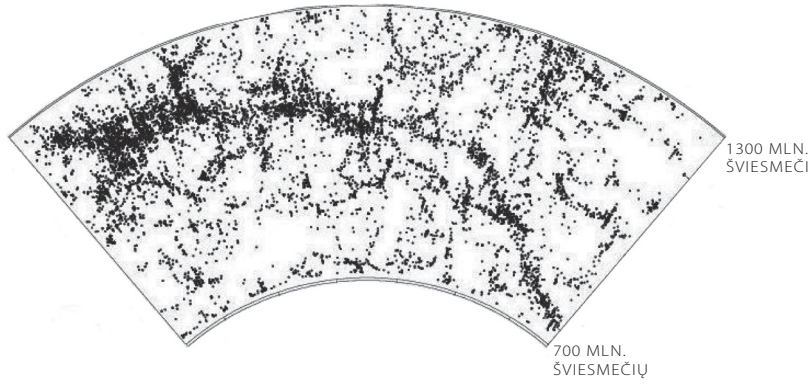
Nuo projekto pradžios 2000 m. *SDSS* ištyrė daugiau nei ¼ dangaus ir nufotografavo 930 000 galaktikų. Kaip matysime, tos nuotraukos jau buvo panaudotos tūkstančiams mokslinių projektų, įskaitant Goto (*Gott*) ir bendradarbių vykdomą visatos žemėlapio sudarymo projektą.

Kaip galima sudaryti visatos žemėlapį? Tai nepaprastai sudėtinga problema. Geriausiu atveju norėtume turėti žemėlapį, kuriame būtų pavaizduoti objektai, esantys santykinai arti astronomine prasme, pavyzdžiui, šalimais esančios žvaigždės, kurios tėra nutolusios keletą šviesmečių, ir tolimiausios galaktikos, esančios už milijardų šviesmečių. Sunku pasiekti abu šiuos tikslus viename žemėlapyje. Sudaryti žemėlapį sunku ir dėl to, kad visata trimatė, o įprasti žemėlapiai – dvimačiai.

Žinoma, yra daugybė būdų, kaip šiuos sunkumus galima būtų išspręsti, tačiau atsiranda kita problema – kuris iš visų būdų, kurie gali būti panaudoti žemėlapio sudarymui, geriausias? Viena ypatybė, puikiai atsiskleidžianti, vaizduojant visatą vienokiu būdu, gali būti beveik nematoma pasirinkus kitokį vaizdavimo būdą. O kas, jei bus pasirinktas netinkamas variantas? Sudaryti Žemės paviršiaus žemėlapį yra daug paprasčiau, tačiau pirmieji žemėlapių sudarinėtojai išbandė daugybę skirtingų vaizdavimo būdų, kol surado geriausią.

Panašiai ir Gotas bei jo bendradarbiai taikė daugybę skirtingų sudarymo būdų. Vienam iš jų žemėlapių buvo paimti galaktikos duomenys iš *SDSS* projekto ir panaudoti pavaizduoti galaktikų pasiskirstymui visatoje. Šis žemėlapis yra parodytas 6.1. paveiksle. Tai nėra įprastas žemėlapis, kaip kelių, todėl reikia pridėti šiek tiek pastangų, norint jį suprasti, tačiau verta atidžiai perskaityti paaiškinimą, kad suprastumėte, kas žemėlapyje pavaizduota. Pagrindinis bruožas yra galaktikų sankaupa viršutiniame kairiajame žemėlapio kampe, kuri yra daug tankesnė nei visame žemėlapyje. Tai buvo pats pirmasis žmonijos žvilgtelėjimas į Didžiąją Sloano Sieną.

Didžioji Sloano Siena tėra vienas iš tūkstančių mokslinių atradimų, padarytų tiriant *SDSS*. Kad geriau suprastumėte *SDSS* projekto poveikį, leiskite trumpai apibūdinti dar du *SDSS* padarytus atradimus. Jūs galbūt jau žinote, kad Paukščių Tako galaktika turi dvi kaimynines galaktikas, vadinamas Didžiuoju ir Mažuoju Magelano debesimis. Jos yra nykštukinės – dvi didžiausios susideda iš maždaug 30 mlrd. ar pan. žvaigždžių, o Paukščių Tako galaktiką sudaro šimtai milijardų žvaigždžių. Jei niekada nebuvote Pietų pusrutulyje, tada niekuomet nematėte Magelano debesų, nes jie yra per toli nutolę į dangaus Pietus, todėl nematomi iš didžiosios dalies Šiaurės pusrutulio. Tačiau juos galima matyti tamsiame nakties danguje Pietų pusrutulyje – atrodo kaip dėmės ar dūmai danguje.



6.1. PAVEIKSLAS. PADIDINTA VIENO IŠ GOTO IR BENDRADARBIŲ SUDARYTŲ VISATOS ŽEMĖLAPIŲ DALIS. ŽEMĖLAPIS PRIMENA GABALĄ PYRAGO. ĮSIVAIZDUOKITE SAVE ANT ŽEMĖS, PAČIAME PYRAGO VIDURYJE, ŽVELGIANČIUS Į VISATĄ. KIEKVIENAS TAŠKELIS ŽEMĖLAPYJE REIŠKIA VIENĄ GALAKTIKĄ IŠ *SDSS*. RADIALINĖ KRYPTIS REIŠKIA ATSTUMĄ IKI GALAKTIKOS, KAI ARTIMIAUSIOS GALAKTIKOS ŽEMĖLAPIO PLOTE YRA NUTOLUSIOS MAŽDAUG 700 MLN., O TOLIMIAUSIOS – MAŽDAUG 1300 MLN. ŠVIESMEČIŲ (KAIP PAŽYMĖTA DEŠINĖJE PUSĖJE). VISOS GALAKTIKOS TAME PLOTE YRA LABAI ARTI DANGAUS PUSIAUJO, DIDŽIOJI ARKA DRIEKIASI IŠILGAI DANGAUS, TIESIAI VIRŠ TIKROJO ŽEMĖS PUSIAUJO, APLINK ŽEMĘ. TAI, KĄ MATOTE ŠIAME PAVEIKSLE, YRA GALAKTIKOS SIAUROJE DANGAUS DALYJE, VISOS LABAI ARTI DANGAUS PUSIAUJO. KAMPINĖ KRYPTIS ŠIAME ŽEMĖLAPIO PLOTE RODO GALAKTIKĄ, IŠSIDĖSČIUSIĄ IŠILGAI DANGAUS PUSIAUJO. KAIRĖJE ŽEMĖLAPIO PUSĖJE ESANČIOS GALAKTIKOS YRA IŠSIDĖSČIUSIOS MERGELĖS, CENTRE – LIŪTO, DEŠINIAME KRAŠTE – VĖŽIO ŽVAIGŽDYNŲ KRYPTIMIS. TANKI GALAKTIKŲ GRANDINĖ, SUSITELKUSI VIRŠUTINIAME KAIRIAME KRAŠTE, YRA DIDŽIOJI SLOANO SIENA. PADĖKA: IŠSPAUSDINTA LEIDUS AMERIKOS ASTRONOMŲ DRAUGIJAI.

Tiksliausiais šiuo metu turimais galaktikos susikūrimo duomenimis, Paukščių Tako galaktika turėtų susidaryti iš dešimties šimtų mažyčių galaktikų. Tačiau iki *SDSS* projekto buvo atrastos tiktai kelios mažytės galaktikos, neskaitant Magelano debesų, ir mokslininkai nerimo: kurgi kitos nykštukės? Kai atsirado *SDSS* tyrimo nuotraukos, keletas astronomų jose ieškojo daugiau nykštukinių galaktikų. Jie tai darė kompiuteriniais algoritmais, o ne rankiniu būdu, nes tai būtų užėmę daugybę laiko visoms nuotraukoms peržiūrėti. Iki šiol pavyko rasti devynias naujas mažytes galaktikas šalimais Paukščių Tako – taigi gerokai priartėta prie trūkstamų nykštukių mįslės įminimo.

Kitas, taikant *SDSS*, padaryto atradimo pavyzdys – astronomų Todo Borosono (*Todd Boroson*) ir Todo Loerio (*Tod Lauer*) 2009 m. atrastos dvi juodosios skylės, besisukančios orbita viena aplink kitą. Būdas, kuriuo astronomai jas surado, jūsų nenustebins – *SDSS* tyrimo darytų galaktikų nuotraukų ieškojo kompiuteryje. Dabar juodosios skylės yra bespalvės ir nuotraukose

nematomos. Tačiau juodąsias skyles supa daugybė šviečiančios materijos, kuri krinta į skyles, todėl juodąsias skyles galaktikų nuotraukose tam tikra prasme įmanoma „pamatyti“, laikyti jas turinčiomis spalvą ir pan. Astronomų darbo sėkmę nulėmė jų sumanus spėjimas, esą jei dvi juodosios skylės orbita judėtų viena aplink kitą, turėtų šiek tiek skirtis jų spalva.

Tokio spėjimo priežastis įdomi. Kai objektai juda gana greitai, privalo būti pasiekta ženkli šviesos greičio dalelytė, ir jų išorės spalva pastebimai pasikeičia. Dėl ko tai atsitinka – ilga istorija, į ją nesigilinsime, tačiau, pavyzdžiui, raudonas objektas, labai greitai judantis Žemės link, pradeda atrodyti šiek tiek melsvesnės spalvos. Mokslininkai argumentavo: dvi juodosios skylės, orbita judančios viena kitos atžvilgiu, turėtų judėti skirtingais greičiais, palyginti su Žeme, todėl viena jų turėtų būti vos vos melsvesnė nei kita.

Remdamiesi šia dvigubos spalvos idėja, T. Borosonas ir T. Loeris kompiuteriais leidosi į medžioklę po *SDSS* projekto duomenis. Jų viltis pasitvirtino, suradus už 4 mlrd. šviesmečių nutolusią galaktiką su tiksliai dvigubos spalvos modeliu, kurio ir ieškojo. Galaktiką astronomai ištyrinėjo nuodugniau ir patvirtino orbita skriejančių juodųjų skylių buvimą, taip pat nurodė, kad abi yra stulbinamai didžiulės – 20 mln. ir 800 mln. kartų Saulės masės – ir viena nuo kitos nutolusios ⅓ šviesmečio, orbitoje susitinka apytiksliai kartą per šimtą metų.

Atradimas sukėlė didžiulį susidomėjimą ir diskusiją su kitais astronomais, spėjančiais, ar galėtų būti koks nors kitas paaiškinimas to, ką mato atradėjai. Šiuo metu orbita skriejančių juodųjų skylių teorija išlieka pagrindiniu kandidatu tarp keleto galimų paaiškinimų. Nesvarbu, kokia bus tiesa, akivaizdu – T. Borosonas ir T. Loeris atrado kažką ypatingo.

Visi šie atradimai yra stulbinantys, tačiau jie ne visiškai atskleidžia *SDSS* projekto daromą milžinišką poveikį astronomijai. Norint suprasti jo mastą, užtenka pažiūrėti, kiek kartų *SDSS* tyrimo rezultatai buvo cituojami (t. y. jais buvo remiamasi) kituose moksliniuose veikaluose. Dauguma astronomijos veikalų yra cituota tiktai keletą kartų, jei išvis cituoti. Jei veikalas buvo cituotas dešimtis kartų, jam labai pasisekė, o šimtus kartų cituotas traktatas yra arba labai įžymus, arba pakeliui į šlovę. Originalus *SDSS* veikalas buvo cituotas kituose darbuose daugiau nei 3000 kartų. Daugelis labai žymių mokslininkų yra cituojami mažiau kartų per visą jų karjerą.

Kad šiek tiek geriau suprastumėte sėkmės mastą, pavyzdžiui, S. Hokingas, vienas žymiausių mokslininkų pasaulyje, yra parašęs tiktai vieną veikalą, kuris buvo cituotas daugiau nei 3000 kartų. Jo traktatas, išleistas 1975 m., buvo cituotas šiek tiek daugiau nei 4000 kartų iki 2011 m. *SDSS* veikalas išleistas 2000 m. ir jau cituotas daugiau nei 3000 kartų. Artimiausiu metu jis pasivys ir aplenks S. Hokingo darbą. Keletas kitų veikalų, nagrinėjančių kitus *SDSS* tyrimo aspektus, irgi cituoti daugiau nei 1000 kartų. Kai *SDSS* projektą palyginau su Ptolemėjaus „Almagestu“, nejuokavau. *SDSS* yra vienas sėkmingiausių projektų visoje astronomijos istorijoje, vertas būti minimas šalia Ptolemėjaus, G. Galilėjaus, I. Niutono ir kitų visų laikų didžiųjų žmonių.

ATVIRI DUOMENYS

Kas lėmė tokią didžiulę *SDSS* projekto sėkmę? Keletą priežasčių jau aptarėme: *SDSS* turi puikų teleskopą ir plačią dangaus aprėptį. Tačiau šios dvi priežastys negali būti vienintelės. Praėjusio amžiaus penktajame–šeštajame dešimtmečiuose astronomai naudojo milžinišką 5 metrų Palomaro teleskopą San Diego priemiestyje Kalifornijos valstijoje, kuriuo rengė Palomaro observatorijos dangaus apžvalgą (*Palomar Observatory Sky Survey*). Nors Palomaro teleskopas kai kuriais atžvilgiais yra netgi geresnis nei *SDSS* teleskopas, Palomaro apžvalgos projektas turėjo daug silpnesnę įtaką astronomijos mokslui.

Kodėl taip atsitiko? Pagrindinė priežastis yra ta, kad Palomaro apžvalgoje buvo pateiktos stambios nuotraukų plokštės, kurias brangu gabenti ir dauginti, todėl jomis galėjo naudotis tik keletas žmonių. O *SDSS* savo duomenis įdeda į internetą, kad jais galėtų naudotis viso pasaulio astronomai. Nuo 2001 m. pateikė septynis pagrindinius duomenų leidimus: nuotraukas (ir kitus duomenis) įdėjo į internetą, kad visi norintys galėtų parsisiųsti. Jei norite, galite net dabar prisijungti prie *SDSS SkyServer* [tarnybinės stoties] ir parsisiųsti įspūdingas tolimų galaktikų nuotraukas. Visi norintys gali tai padaryti, ir tinklalapis yra sukurtas taip, kad juo lengvai galėtų naudotis ne tik astronomai profesionalai, bet ir plačioji visuomenė.

Tinklalapyje yra pateiktos priemonės nuo ekskursijų į gražiausius dangaus vaizdinius iki galimybės duomenų bazei užduoti profesionalių klausimų, į kuriuos atsakant bus atsiųstos nuotraukos su konkrečiomis pageidaujamomis

charakteristikomis. Tinklalapyje netgi yra pamokėlės, kaip atlikti tam tikrus veiksmus, pavyzdžiui, kaip rasti asteroidus ar žvaigždžių susidarymo regionus kitose galaktikose.

Šis atviras *SDSS* projekto dalijimasis duomenimis atrodo esanti mažytė naujovė, palyginti su radikaliu požiūriu į kolektyvinį intelektą, kurį matėme pavyzdžiuose Matematikų eruditų ir „Kasparovas prieš pasaulį" projektuose. Tačiau *SDSS* atviro dalijimosi duomenimis poveikis yra milžiniškas. Sakykim, T. Borosonas ir T. Loeris – ne *SDSS* projekto grupės nariai – gali užduoti fundamentalius klausimus, apie kuriuos niekas anksčiau nepagalvojo: „Ar galime pasinaudoti *SDSS* tyrimo duomenimis, ieškodami orbitoje judančių juodųjų skylių porų?"

Mokslo atradimus dažnai varžo žinių ribos. Tačiau tokie eksperimentai, kaip *SDSS* tyrimas, sukuria tokią nepaprastą žinių gausą – daugiau nei 70 terabaitų duomenų, toli už žmogaus proto suvokimo ribų – kad jie viršija tą lūkestį. Susidūrę su tokia žinių gausa, daugeliu atvejų esame ribojami ne tiek žinių, kiek klausimų. Mus riboja baimė paklausti kvailiausių ir baisiausių bei kūrybingiausių klausimų.

Atverdamas šiuos duomenis visam pasauliui, *SDSS* projektas suteikė galimybę žmonėms, tokiems, kaip T. Borosonas ir T. Loeris, paklausti tokių klausimų, kurie galbūt niekad nebūtų buvę užduoti, jei prieiga prie duomenų būtų buvusi ribota. Tas pat vyko, D. Svansonui atrandant migrenos ir magnio sąryšį: jis nenaudojo faktų, nes jie dar nebuvo žinomi, tačiau, užduodamas neįprastus klausimus, susijusius su esamomis žiniomis, padarė vertingą atradimą. Tai sumodeliuoto įžvalgumo, apie kurį kalbėjome pirmoje dalyje, variantas. Užuot pasauliui iškėlus klausimą, tikintis atsakymo, *SDSS* projektas pasauliui pateikia duomenis ir tikisi, kad žmonės užduos nelauktus klausimus, kurie prives prie naujų atradimų.

SDSS projekto duomenų dalijimasis nėra svarbus vien dėl teikiamų galimybių naujiems atradimams. Svarbus taip pat todėl, kad toks dalijimasis duomenimis (tai gali atrodyti paprasta ir akivaizdu), iš tikrųjų yra radikalus drąsus žingsnis mokslininkams. Daugelis jų pavydžiai saugo savo duomenis, nes neapdorotų eksperimentinių jų stebėjimų duomenys gali būti svarbių naujų atradimų pagrindas. Tai jų ypatingas pranašumas bendradarbių ir konkurentų atžvilgiu. Jiems galėtų atrodyti neįprasta atskleisti savo duomenis, o dar labiau

neįprasta skatinti kolegas vykdyti nepriklausomas analizes ir galbūt daryti savarankiškus atradimus.

Kažką galite suprasti iš tų, kuriems jau buvo iškilęs pavojus, žiūrėdami į žinomus atvejus, kai duomenys jau buvo iš dalies atskleisti. Pavyzdžiui, jau minėjau Ptolemėjaus *Almagestą,* vieną svarbiausių Antikos laikų mokslinių veikalų. Tačiau man turbūt derėjo Ptolemėjų rašyti kabutėse, nes daugelis mokslo istorikų – ne visi, tačiau daugelis – tiki, kad daugelį žvaigždžių koordinačių savo kataloge Ptolemėjus nuplagijavo nuo astronomo Hiparcho [Nikajiečio], kuris žvaigždžių katalogą sudarė beveik 300 metų anksčiau. Mokslo istorijoje iš tikrųjų gausu pavyzdžių, kai mokslininkai vagia duomenis vieni iš kitų.

Naujojo mokslo pradžioje astronomas Johanesas Kepleris (*Johannes Kepler*) atrado, kad planetos juda elipsėmis aplink Saulę, pasinaudojęs duomenimis, kuriuos jis pavogė iš savo mirusio mokytojo astronomo Ticho Brahės (*Tycho Brahe*). Dž. Vatsonas ir F. Krikas atrado DNR struktūrą, pasinaudoję duomenimis, pasiskolintais iš vienos žymiausių pasaulio kristalografijos mokslininkių R. Franklin. Sakau pasiskolino, nes tai buvo padaryta be jos žinios, tačiau su R. Franklin bendradarbio pagalba, kuris galbūt veikė turėdamas teisę. Pripažįstu, tai yra kraštutiniai pavyzdžiai, tačiau jie parodo, kodėl daugelis mokslininkų visomis išgalėmis stengiasi laikyti savo žinias paslaptyje.

Tuomet kyla klausimas – o kodėl *SDSS* tyrimas taip atvirai dalijasi savo duomenimis? Pažvelkime *SDSS* tyrimo grupės narių akimis. Beveik nekyla abejonių, kad jie galėjo padaryti svarbių atradimų, jei jų nebūtų aplenkę kažkas ne iš jų grupės, pasinaudoję *SDSS* tyrimo duomenimis. Grynai savanaudišku požiūriu – nors atviri duomenys gali būti naudingi mokslui, tačiau tai akivaizdžiai nėra gerai *SDSS* tyrimo grupės narių karjeroms. Kodėl jie su tuo sutinka? Kodėl *SDSS* savo duomenų neužrakina?

Tiesą sakant, *SDSS* tyrimas savo duomenis iš dalies užrakina. Kai *SDSS* teleskopas fotografuoja, nuotraukos ne iš karto paskelbiamos viešai. Trumpą laikotarpį, paprastai nuo keleto mėnesių iki šiek tiek daugiau nei metų, jos prieinamos tiktai *SDSS* tyrimo grupės oficialiems nariams. Tiktai pasibaigus tam laikui, duomenys tampa viešai prieinami visiems norintiems pasauliniu mastu.

Daliniu atvirumu naudojasi *SDSS* tyrimo grupės nariai. Nors daugelyje mokslinių eksperimentų dalyvauja nedidelis skaičius žmonių, *SDSS* tyrimo

grupę sudaro 25 dalyvaujančios akademinės institucijos ir 14 mokslininkų, nepriklausančių nei vienai iš dalyvaujančių institucijų. Iš viso apie 200 mokslininkų yra oficialūs grupės nariai – daug daugiau nei jų reikėjo, norint sukurti ir vykdyti *SDSS* tyrimą. Pagrindiniame dabartinės tyrimo fazės (III etapas) tinklalapio puslapyje netgi kviečiama teikti „užklausas asmenims, norintiems prisidėti prie grupės".

Astronomų bendruomenė yra maža – jai priklauso tiktai keletas tūkstančių pasaulio astronomų profesionalų. Todėl daugelis, galbūt dauguma, jų turi draugą ar kolegą, priklausantį *SDSS* tyrimo grupei, ir jie gali potencialiai bendradarbiauti, naudodami duomenis, netgi pradiniu laikotarpiu, kai jie dar nėra skelbiami.

Šie paaiškinimai praskaidrina *SDSS* tyrime taikomą dalijimosi duomenimis procesą, tačiau neatsako į pradinį klausimą: kodėl duomenys iš dalies skelbiami viešai? Kodėl neužrakinti duomenų visiems laikams? Ir kodėl nebandoma išlaikyti *SDSS* tyrimo grupę kaip įmanoma mažesnės sudėties, siekiant padidinti atskirų narių gaunamą naudą? Prieš atsakydamas į šiuos klausimus, noriu trumpai pakalbėti apie keletą eksperimentų pavyzdžių, kurie savo duomenis skelbia viešai. Šie pavyzdžiai padės suprasti, kodėl ir kada mokslininkai viešai skelbia savo duomenis, ir kodėl atviri duomenys turi didelę reikšmę.

MOKSLINĖS INFORMACIJOS BLOKŲ KŪRIMAS

2009 m. rugsėjį organizacija „Vandenynų observatorijų iniciatyva" (*Ocean Observatories Initiative*) pradėjo statyti greitą duomenų ir elektros energijos tinklą ant Ramiojo vandenyno dugno. Jis praplečia internetą iki vandenyno dugno, pagal galutinį planą ketinama nutiesti 1200 km (750 mylių) kabelio nuo Oregono krantų iki pat Britų Kolumbijos. Šis povandeninis internetas bus nutolęs daugiau nei 100 km (60 mylių) nuo kranto. Kai tinklas bus užbaigtas, prie jo bus prijungti visų rūšių prietaisai, pradedant nuo kamerų iki robotų automobilių ir genomų sekos nustatymo įrengimų.

Įsivaizduokite po vandeniu išsiveržiantį ugnikalnį ir šalimais esančią genomų sekos nustatymo įrangą, kuri įsijungia ir daro momentines genetines fotografijas iki tol dar nematytų mikrobų, atsiradusių ugnikalniui išsiveržus. Arba įsivaizduokite termometrų ir kitų jutiklių tinklą, kuriantį povandeninio

klimato žemėlapį, panašiai kaip *SDSS* projekte braižomas visatos žemėlapis. Tačiau „Vandenyno observatorijų iniciatyva“ žengia netgi toliau nei *SDSS* tyrimas, nuo pat pradžių viešai skelbdama savo duomenis, kad bet kuris pasaulyje asmuo galėtų nedelsdamas juos parsisiųsti, ieškodamas naujų modelių ir užduodamas naujus klausimus. Kokių naujų atradimų bus padaryta turint šių iki šiol negirdėtų žinių apie vandenyno dugną?

Yra braižomi ne tik vandenynų ir visatos žemėlapiai. Dabar bandoma sukurti žmogaus smegenų žemėlapį, pavyzdžiui, Sietlo miesto Aleno smegenų mokslo instituto mokslininkai kuria „Aleno smegenų atlasą“ smegenų atskirų ląstelių tikslumu ir bando nustatyti, kurie genai kuriose smegenų srityse yra aktyvuojami. Tai svarbu, siekiant suprasti, kaip genai lemia protą, ir gali duoti labai daug naudos suvokiant jo veiklą.

Mokslininkai supjaustė 15 smegenų į šimtus tūkstančių griežinėlių, kurių kiekvienas yra ne storesnis nei keletas mikronų, ir nagrinėja kiekvieną griežinėlį: nustato, kurie genai ir kur pradeda veikti. Visa tai atlieka be pertraukų dirbantys penki robotai: kiekvienas jų per dieną išnagrinėja 192 smegenų griežinėlius. Smegenų žemėlapį tikimasi užbaigti iki 2012 m., ir rezultatai bus viešai prieinami visame pasaulyje norintiems parsisiųsti ir analizuoti duomenis. Anksčiau Aleno instituto sudarytas ir 2007 m. baigtas žemėlapis, kaip genetinis kodas reiškiasi pelės smegenyse, jau yra prieinamas viešai. Be to, šis instituto darbas yra dalis didesnio tikslo, nagrinėjant nervus: siekiama nubraižyti žemėlapį visos žmogaus konektomos, t. y. nustatyti kiekvieno neurono, dendrito, aksono ir kiekvienos sinapsės poziciją smegenyse. Įmanoma, kad vieną dieną netolimiausioje ateityje turėsime išsamų, viešai prieinamą visų žmogaus smegenų modelį.

Tai, ką matome tokiuose pavyzdžiuose, kaip *SDSS* projektas, „Vandenyno observatorijų iniciatyva“ ir „Aleno smegenų atlasas“, yra naujas atradimų darymo modelis. *SDSS* sudarinėja visos visatos žemėlapį. „Vandenyno observatorijų iniciatyva“ atliks plataus masto vandenyno dugno stebėjimus. Sudarinėjant „Aleno smegenų atlasą“, braižomas žmogaus smegenų žemėlapis. Yra dar kitų projektų, kurių tikslas – sukurti detalius Žemės atmosferos, Žemės paviršiaus, Žemės klimato, žmonių kalbos, visų gyvybės rūšių genetinės sandaros žemėlapius.

Tikėtina, kad jau rengiamas bet kurio sudėtingo gamtos reiškinio projektas, ir jo tikslas – sudaryti išsamų jo žemėlapį. Daugeliu atveju tai nėra vie-

nas projektas – dažniausiai tai visa planuojamų projektų grandinė, suteikianti vis daugiau detalių žinių. Tai matėme, kalbėdami apie žmogaus genetiką, kur Žmogaus genomo projektas nubraižė pagrindinį žmogaus genų šabloną; vėliau buvo sukurtas haplotipų žemėlapis, kuris nustatė žmogaus genetikos įvairovės variantus; šiuo metu tęstiniai projektai renka dar nuodugnesnę atskirų žmonių grupių genetinių atmainų informaciją.

Astronomijos moksle *SDSS* netrukus pakeis didžiulis sinoptinės apžvalgos teleskopas (*Large Synoptic Survey Telescope*, *LSST*), kuris atliks aukštesnio lygio nei *SDSS* apžvalgą beveik visais įmanomais būdais. *LSST*, statomas Andų kalnuose Čilėje, bus vienas didžiausių teleskopų pasaulyje, kurio veiksmingo veidrodžio skersmuo sieks 6,68 metro; tai yra daug didesnis nei *SDSS* veidrodis, todėl darys daug geresnes nuotraukas. Teleskopas turės tokį platų regos lauką, kad jis sugebės nubraižyti viso matomo dangaus žemėlapį kas keturias dienas, užuot metų metus braižęs dangaus gabalėlio žemėlapį. Beje, visi duomenys iškart viešai bus skelbiami internete.

Vadinasi, šie ir kiti panašūs projektai sudarinėja neįtikėtino, iki tol dar neregėto, tikslumo mūsų pasaulio žemėlapį. Žinoma, panašūs apžvalgos projektai buvo vykdomi per visą mokslo istoriją – nuo „Almagesto“ iki XVIII–XIX a. didžiųjų botanikų. Tačiau tai, kas vyksta šiandien, yra ypatinga ir ligi šiol nematyta. Internetas nepaprastai padidino galimybes dalytis informacija ir iš kuriamų modelių gauti naudos. Tai skatina jų mokslinio poveikio didėjimą – kaip vaizdžiai įrodo *SDSS* projektas. Rezultatas yra šių pastangų skaičiaus ir ambicijos sprogimas, atnešantis didį atradimų amžių, panašų į tyrinėtojų amžių, vyravusį XV–XVIII a., tačiau tada tyrinėtojų pastangos apsiribojo geografinėmis Žemės ribomis, o naujieji atradėjai tiria ir braižo žemėlapius už mokslinio pasaulio ribų.

Kuo didesne duomenų apimtimi dalijamasi internete, tuo labiau kinta tradiciniai stebėjimų ir duomenų nagrinėjimo santykiai. Istoriškai stebėjimas ir analizė buvo sujungti į viena: asmuo, atlikęs eksperimentą, duomenis irgi analizuodavo. Tačiau šiandien darosi vis labiau įprasta, kad vertingiausias analizes vykdo žmonės iš už pirminės laboratorijos ribų. Kai kuriose mokslo srityse darbo pasiskirstymas keičiasi – vieniems asmenims specializuojantis reikia kurti eksperimentinę aparatūrą ir kaupti duomenis, o kiti asmenys tuos eksperimentinius duomenis tik apdoroja.

Pavyzdžiui, atsirado nauja biologų atmaina, vadinamieji bioinformatikai, kurių pagrindinis užsiėmimas nėra auginti ląstelių kultūras arba atlikti kitus tradicinius darbus biologijos laboratorijoje; bioinformatikai – tai programuotojai-biologai, analizuojantys biologinius duomenis. Chemijos srityje atsirado cheminformatikų, o astronomijos – astroinformatikų. Šios disciplinos iš esmės ne atlieka naujus eksperimentus, bet naujos prasmės ieško turimuose duomenyse.

KODĖL DUOMENYS SKELBIAMI VIEŠAI?

Grįžkime prie galvosūkio, kodėl ir kada mokslininkai viešai skelbia savo duomenis. Užuominą pateikia eksperimentų dydis. *SDSS* projektas, „Vandenyno observatorijų iniciatyva“ ir „Aleno smegenų atlasas“ kainuoja (arba kainuos) dešimtis ar šimtus milijonų dolerių, ir juose dalyvauja šimtai ar tūkstančiai žmonių. Anksčiau minėti atviros prieigos duomenų pavyzdžiai – Žmogaus genomo projektas ir haplotipų žemėlapis – taip pat buvo didžiulės apimties projektai, tačiau dauguma mokslinių eksperimentų yra žymiai mažesni. O mažesniuose eksperimentuose atviros prieigos duomenys yra išimtis, o ne taisyklė.

Prieš pradėdamas domėtis atviros prieigos duomenimis, 13 metų dirbau bendrosios praktikos gydytoju ir mačiau šimtus eksperimentų, bet beveik visi buvo maži, atliekami paprastose laboratorijose. Kiek man žinoma, nei vienas iš tų eksperimentų autorių paskelbti duomenų viešai sistemiškai nesistengė. Kaip matėme pirmame skyriuje, mokslininkai iš pradžių labai nenoriai dalijosi genetikos duomenimis internetinėse bazėse, sakykim, Genų banke. Padėtis pasikeitė tik milžiniškomis bendromis pastangomis – buvo paskelbtas Dalijimosi žmogaus genetikos duomenimis Bermudų susitarimas. Pokyčiai prasideda visose mokslo srityse, moksliniams žurnalams ir finansavimo skyrimo agentūroms vykdant politikas, kurios skatina arba įpareigoja duomenis skelbti viešai, kai eksperimentų medžiaga buvo išspausdinta. Tačiau viešai prieinami duomenys vis dar yra išimtis, o ne taisyklė. Vietiniame universitete ir mažoje laboratorijoje duomenis tikriausiai rasite laikomus po užraktu kartais tikrąja to žodžio prasme.

Atrodo, savo duomenis viešai greičiau paskelbs stambūs moksliniai nei maži projektai. Kodėl taip yra? Iš dalies tai galima paaiškinti politiškai. Pa-

galvokite apie *SDSS* projektą. Tipiškas mažas astronomijos projektas gali kainuoti „tiktai“ kelias dešimtis ar šimtus tūkstančių JAV dolerių. Tai milžiniški pinigai, tačiau tai tėra monetos, palyginti su milijardais dolerių, kuriuos visuomenė išleidžia astronomijai. Jei žmonės, vykdantys eksperimentus, gautus duomenis laiko paslaptyje, tai nėra didelė netektis kitiems astronomams. Be to, tie kiti astronomai neturi nė menkiausios teisės skųstis, nes jie savo rezultatų duomenų taip pat neviešina. Tai pastovi nebendradarbiavimo padėtis.

Tačiau dėl savo dydžio *SDSS* projektas yra ypatingas ir nuo kitų skiriasi. Jis toks didžiulis, kad suvalgo didžiąją dalį viso pasaulio biudžeto, skiriamo astronomijai. Jei duomenys būtų laikomi paslaptyje, tuomet astronomams, nepriklausantiems *SDSS* tyrimo grupei, atrodytų, kad visa pinigų suma iš astronomijai skirto biudžeto tiesiog pranyko. Jie turi visas teises reikalauti, kad duomenys būtų skelbiami viešai. Tad jei stambūs projektai neįsipareigoja savo duomenų atskleisti bent iš dalies, tuomet jų prašymai finansuoti rizikuoja būti atmesti žmonių, dirbančių toje pačioje srityje, tačiau nepriklausančių to projekto darbo grupei. Tai skatina stambius mokslinius projektus skelbti nors dalį savo duomenų.

Dalytis moksline informacija viešai trukdo dar vienas veiksnys: gali būti sudėtinga duomenis paskelbti taip, kad jie būtų naudingi ir kitiems. Galima nufotografuoti ir paviešinti mūsų norimas galaktikas, tačiau tos nuotraukos turi ribotas mokslinio panaudojimo galimybes, neturint papildomos įvairių rūšių informacijos, tarkim, kokios spalvos filtrai buvo naudoti; ar nuotrauka buvo kaip nors apdorota, sakykime, siekiant pašalinti blogus ar sugadintus pikselius; ar, darant nuotraukas naktį, danguje buvo rūkas, kuris galėjo pabloginti vaizdo ryškumą, ir t. t.

Daugelio mokslo sričių eksperimentų duomenys vargiai turi prasmės, jei nėra tikslios kalibravimo informacijos. Netgi turint ir duomenis, *ir* kalibravimo informaciją, kiti mokslininkai vis tiek privalo puikiai suprasti eksperimentą, kad galėtų pasinaudoti duomenimis. Be šių dalykų, privalu žinoti, ar visi vartoja tokią pačią techninę terminologiją, tokį patį formatų konvertavimą ir pan. Atskirai šias problemas galima išspręsti, tačiau kartu jos sudaro sunkiai įveikiamą kliūtį, duomenimis norint dalytis tokiu būdu, kad jis būtų naudingas kitiems.

Šie dalijimosi duomenimis klausimai yra dalis platesnės istorijos, kodėl ir kada mokslinėmis žiniomis yra dalijamasi. Ankstesniuose šios knygos sky-

riuose keletą kartų minėjau, kad savo reputaciją ir karjeras mokslininkai kuria rašydami veikalus. Įgyta mokslininko, rašančio vertingus traktatus, reputacija užtikrina gerą mokslinį darbą ir nuolatinę finansinę paramą. O atpildas, gaunamas už dalijimąsi, dažnai yra daug mažiau aiškus, nei atpildas už traktatų rašymą.

Tiesa, keletas didžiulių projektų darbo grupių, sakykim, *SDSS* tyrimas, plačiai užsitarnavo šlovę už dalijimąsi savo duomenimis, tačiau daugelyje mokslo sričių vargiai yra normų, kaip ir kada kažkieno kito duomenų naudojimas turėtų būti pripažįstamas. Paviešinti duomenis mokslininkui yra rizikinga. Paviešinimas nėra kažkas, už ką mokslininkams yra gerai atsidėkojama, nors tai yra labai vertinga, todėl šis veiksmas dar neįprastas, ypač mažesnėse laboratorijose. Mes dar sugrįšime prie klausimo, kaip mokslininkus skatinti dalytis duomenimis (ir prie kitų susijusių klausimų), aštuntame ir devintame skyriuose. Šiame skyriuje rašėme, kad jau yra nemažai (ir nuolat daugėja) viešai prieinamų mokslinių duomenų – juos pateikė *SDSS* ir Žmogaus genomo projektas.

SVAJOJANT APIE DUOMENŲ SAITYNĄ

Kol kas šiame skyriuje nagrinėjome konkrečios, artimiausios perspektyvos – *SDSS* – projektus, tačiau internetas yra be galo lanksti ir išplečiama platforma manipuliuoti žmonijos žiniomis, turinti begalinį potencialą. Norėdami jį suprasti, privalome praplėsti mąstyseną ir internetą vertinti ne kaip dešimties ar dvidešimties, bet kaip šimto ar tūkstančio metų revoliuciją. Pasaulį turime įsivaizduoti tokį, kur mokslinės informacijos blokų sukūrimas yra įgyvendintas. Tai pasaulis, kuriame visos mokslinės žinios yra viešai prieinamos internete ir išreikštos kompiuteriams suprantama kalba. Toliau įsivaizduokite, kad duomenys nėra izoliuoti mažytėse žinių salelėse, kaip yra šiandien, kai atskirai apibūdinami reiškiniai, fundamentaliai susiję savo kilme; kalbame apie aminorūgštis, genus, baltymus, vaistus ir žmonių ligas. Visa tai pakeis duomenų saitynas – jis sujungs visas žinių dalis. Užuot rinkęsi žinias iš visur, išvadas galėsime daryti automatiškai, remdamiesi visomis žmonijos žiniomis ir paslėptus ryšius rasdami tokiu mastu, kad D. Svansono ar netgi *SDSS* tyrimo darbai atrodys nykštukiniai. Šiai svajonei duosime vardą – pavadinsime duomenų saityno svajone.

Duomenų saitynas skamba grandioziškai. Tačiau, kaip matėme, jau atlikome daugybę mažų žingsnelių kurdami duomenų saityną, vykdydami *SDSS* ir Žmogaus genomo projektą. Tolydžio atsiranda žinių tinklas internete, kuris bus skaitomas mašinų, ne žmonių. Jos ras prasmę ir mums padės tai paaiškinti. Šiame skyriuje nagrinėsime, kaip duomenų saitynas bus kuriamas ir ką jis reikš.

Tačiau neišvengsime sunkumų, kurių pasitaiko kiekvienoje diskusijoje apie kompiuterių potencialą, kai siekiama rasti prasmę mokslinėse žiniose: kuo daugiau šiuo potencialu spekuliuojama, tuo toliau einama prie išpūsto dirbtinio intelekto diskusijos, prie mokslinio-fantastinio pobūdžio scenarijaus „internetas-bunda-užvaldyti-pasaulį“. Labai smagu apie tai kalbėti, tačiau per daug lengva būti įklampintam į spekuliacinius klausimus: „Taigi ar mašinos kada nors gali tapti sąmoningos, o, beje, kas yra sąmonė?“ arba „Gerai, galbūt vieną dieną internetas pabus ir perims vadovavimą, ir kas tada?“

Visa tai takelis, jau daugybę kartų mintas anksčiau. Užuot šias diskusijas kartoję, pasirinksime vidurinį takelį tarp artimiausios ateities projektų, kuriuos aptarėme šiame skyriuje, ir plačiai paplitusio dirbtinio intelekto. Ši vidurinio takelio ateitis yra konceptualiai turtinga, įdomi ir per mažai aptarta galbūt todėl, kad svajonės apie dirbtinį intelektą stipriai įtempia technologijos smalsuolių vaizduotę. Atliksime kompiuterių mokslo dabartinių idėjų sintezę, siekdami suprasti, kas vyksta nagrinėjant šiandienos algoritmus ir įsivaizduojant ateitį, kurioje jie gali būti taikomi visu visų mokslinių žinių pajėgumu. Kaip matysime, galimi rezultatai yra įspūdingi.

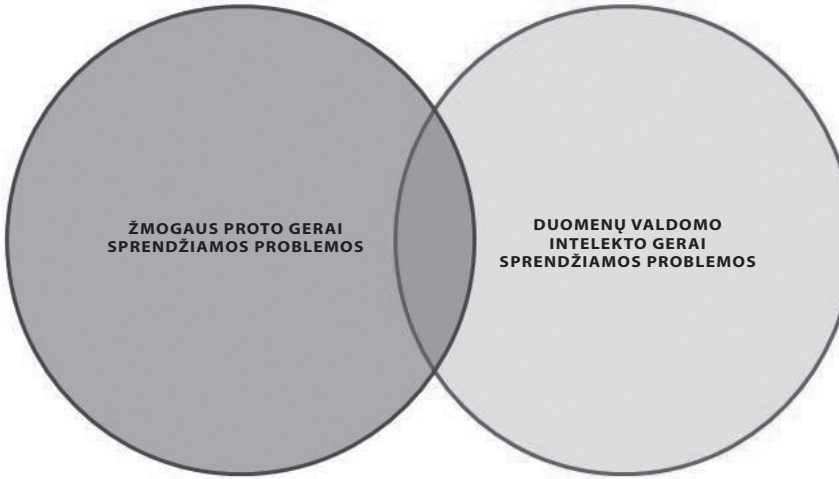
DUOMENŲ VALDOMAS INTELEKTAS

Norint suprasti, kam atlikti duomenų saitynas gali būti naudojamas, pravartu įvardyti kompiuterių sugebėjimą iš duomenų išgauti prasmę. Šį gebėjimą pavadinsiu *duomenų valdomu intelektu.* Tarp duomenų valdomo intelekto pavyzdžių galima paminėti algoritmus, kuriais remdamasis, *Medline* ieškos sistemose D. Svansonas ieškojo migrenos ir magnio sąryšio; jie buvo naudojami susieti *Google* ieškos sistemos užklausas ir Ligų kontrolės ir prevencijos centro gripo duomenis; taip pat jais remiantis buvo ieškoma nykštukinių galaktikų ir orbita skriejančių juodųjų skylių bei rasta Didžioji Sloano Siena *SDSS* tyrimo duomenyse.

Duomenų valdomo intelekto sąvoka nėra nauja, tačiau šiuo metu ji daugiausia vartojama siauresne prasme, nei siūlome apibūdinti duomenų valdomus metodus, priimant verslo sprendimus, pavyzdžiui, oro linijoms gaunant duomenis apie nepasirodysiančius keleivius, kad žinotų, kiek papildomų bilietų gali parduoti. Šią sąvoką siūlau vartoti daug platesne prasme, kaip plačią intelekto kategoriją, panašiai kaip vartojamos žmogaus intelekto arba dirbtinio intelekto sąvokos. Šia plačiąja prasme, duomenų valdomas intelektas yra labai reikalinga sąvoka iš dalies dėl didelio ir greitai augančio duomenų valdomo intelekto pavyzdžių skaičiaus, bet dar svarbiau, kad ši sąvoka pabrėžia ypatingą prasmės radimo metodą, kuriam geriausiai tinka kompiuteriai, ir kuris skiriasi nuo to, kaip žmonės randa prasmę, ir jį papildo.

Žinoma, šovinistai gali prieštarauti mano intelekto sąvokos vartojimui apibrėžiant duomenų valdomą intelektą, esą nėra nieko intelektualaus kompiuteriui naršant po dešimtis milijonų mokslo veikalų arba *SDSS* teleskopui ieškant nykštukinių galaktikų. Tai tik įprastas, mechaniškas darbas, nors toli pralenkiantis žmogaus galimybes. Tačiau tai ir yra esmė – šių problemų mes, žmonės, išvis negalime išspręsti.

Kai reikia išvesti prasmę iš duomenų terabaitų ar petabaitų (tūkstančių terabaitų), mes sugebame ne ką daugiau nei gyvūnai. Geriausiu atveju turime keletą labai specializuotų sugebėjimų šioje srityje, sakykim, apdoroti vaizdinius paveikslus. Taigi ar galime vertinti kompiuterius šioje srityje? Žmogaus



sugebėjimą apdoroti didelius duomenų rinkinius be jokios pašalinės pagalbos galima palyginti su šuns išmanymu apie aritmetiką, ir ne daugiau. Taigi, kol šios problemos gali būti išsprendžiamos galbūt nelabai sumanių kompiuterių, jie yra daug sumanesni nei žmonės. Šis požiūris pavaizduotas paveiksle.

Žmogaus prigimtis linkusi spręsti problemas, priklausančias dešinei paveikslo pusei, kai sprendimui yra vertingiausia įgūdžiai ir išmoningumas. Išankstinis nusistatymas nuvertinti kairėje pusėje esančias problemas, sritį, kurioje tviska duomenų valdomas intelektas, nesmerktinas. Tačiau išankstinį nusistatymą atidėkime į šalį ir pagalvokime apie problemas kairėje. Kokias problemas gali išspręsti kompiuteriai, kurių negalime išspręsti mes? Ir kaip, sujungdami kompiuterių gebėjimą su žmogaus intelektu, galime padaryti, kad šie kartu padarytų daugiau, nei kiekvienas atskirai?

Kaip pavyzdį paminėsime, kad 2005 m. šachmatų tinklalapyje *Playchess.com* vyko vadinamasis šachmatų turnyras, kai galėjo dalyvauti žmonės ir kompiuteriai kaip hibridinės komandos. Kitais žodžiais tariant, turnyras leido sujungti žmogaus intelektą su duomenų valdomu intelektu šachmatus žaidžiančių kompiuterių pavidalu, kurie remiasi didžiulėmis žaidimo pradžios ir pabaigos duomenų bazėmis ir analizuoja nesuskaičiuojamą galybę galimų ėjimų kombinacijų per visą žaidimą.

Vienas iš turnyro dalyvių buvo komanda, kurioje dalyvavo *Hydra* serijos šachmatų kompiuteriai. *Hydra*, tuometinis stipriausias šachmatų kompiuteris pasaulyje, niekuomet nepralaimėjo nei vieno žaidimo, žaisdamas prieš žmones, ir keletą kartų lengvai aplošė aukščiausiosios klasės šachmatų meistrus. Į turnyrą *Hydra* komanda užrašė du savo kompiuterius: vieną žaidžiantį grynai savo jėgomis, o kitą kartu su žmogaus pagalba. Jie taip pat įtraukė keletą komandų, kuriose poromis žaidė stiprūs didmeistriai su galingais šachmatų kompiuteriais.

Savo jėgomis žaidžiantys didmeistriai ar jų kompiuteriai laimėti prieš *Hydras* nesugebėjo, tačiau jas nugalėjo bendros žmonių ir kompiuterių komandos: nei viena *Hydra* ne tik nelaimėjo turnyro, bet ir nepasiekė ketvirtfinalių. Didmeistriai sugebėjo laimėti prieš jas, nes jie žinojo, kada pasikliauti kompiuteriais, o kada tiktai savo protu.

Dar įdomiau, kad turnyrą laimėjo komanda *ZackS*, kurią sudarė du nepajėgūs mėgėjai, naudojantys tris paprastus kompiuterius ir paprastą progra-

minę šachmatų žaidimų įrangą. Jie ne tik aplošė *Hydras,* bet ir didmeistrius su jų galingais šachmatais žaidžiančiais kompiuteriais. *ZackS* komandos nariai rodė išskirtinius įgūdžius, naudodamiesi jų kompiuterių algoritmų duomenų valdomu intelektu, padedančiu žaisti. Būdamas vienas iš turnyro stebėtojų, G. Kasparovas vėliau teigė: „Silpnas žmogus + mašina + geresnis procesas nugalėjo stiprų kompiuterį; ir dar sunkiau patikėti, kad nugalėjo galingą žmogų + mašiną + blogesnį procesą."

Duomenų valdomas intelektas turi platesnius tikslus nei dirbtinis intelektas. Didžiąja dalimi dirbtinis intelektas sprendžia užduotis, kurias gerai sprendžia žmonės, ir mėgdžioja arba tobulina žmonių atlikimą. Pagalvokite apie kompiuterines programas, skirtas žaisti žmonių žaidimams: šaškėms, šachmatams, žaidimui go, ar pastangas išmokyti kompiuterius suprasti žmonių kalbą. Duomenų valdomas intelektas gali būti taikomas spręsti šioms tradiciškai žmonių užduotims: jis gali suprasti žmonių kalbą arba žaisti šachmatais, tačiau ypač sublizga, spręsdamas įvairias problemas, kurioms įveikti reikalingi įgūdžiai, papildantys žmogaus intelektą, sakykim, D. Svansono ieškos mokslinėje medicinos literatūroje arba T. Borosono ir T. Loerio *SDSS* duomenų naršymas, ieškant orbita skriejančių juodųjų skylių poros. Visavertis duomenų valdomas intelektas galėtų žaisti šaškėmis, šachmatais ar go, bet jis nežaistų savo malonumui. Žaistų su tokiu užmoju, kurio sudėtingumas būtų visiškai už žmogaus supratimo ribų.

Intelekto sąvoka dažnai apibūdinami tam tikros rūšies apibendrinti protiniai gebėjimai. Duomenų valdomas intelektas yra labiau orientuotas į tikslą savo prigimtimi, skirtingoms duomenų valdomo intelekto rūšims, naudojamoms spręsti visokioms problemoms. Kitame skyriuje aptarsime akivaizdų pavyzdį, kuriame nagrinėjami algoritmai, biologų taikomi genomo sekai nustatyti. Visiškai kitoks algoritmų rinkinys naudojamas atlikti iešką, pavyzdžiui, *Medline* ieškos sistemoje.

Kiekvienai problemai reikalingas kitokios rūšies duomenų valdomas intelektas. Duomenų valdomas intelektas kai kurių problemų srityje iš pradžių gali pasirodyti gana kvailai, tačiau, žmogui tobulinant metodus, palaipsniui jis tampa sumanesnis. Pavyzdžiui, kai D. Svansonas ieškojo migrenos ir magnio sąryšio, *Medline* ieškos priemonė naudojo santykinai paprastas idėjas. Šiandien ieškos sistemos naudoja daug subtilesnes idėjas, o rytojaus

ieškos sistemos neabejotinai bus dar pažangesnės. Bendrovės, pavyzdžiui, *Google*, kuriam duomenų valdomas intelektas padeda uždirbti pelną, investuoja daugybę pinigų į geresnių metodikų kūrimą, ir tai savo ruožtu kuria tobulinimų ratą.

Kaip duomenų valdomas intelektas yra susijęs su kolektyviniu intelektu? Tiesą sakant, tai nevisiškai tinkamas klausimas šiai diskusijai. Mus domina duomenų valdomas intelektas, kaip būdas išplėsti turimą intelektą, todėl geriau klausti, kaip duomenų valdomas intelektas yra susijęs su pirmoje dalyje nagrinėtomis priemonėmis, kurios kolektyvinį intelektą *sustiprina*? Kaip matėme, tos priemonės paskirsto ekspertų pagalbą, kad ji būtų veiksmingesnė, todėl nėra tiesioginio ryšio tarp priemonių, kurios stiprina kolektyvinį intelektą ir duomenų valdomą intelektą, tačiau abu gali būti naudojami kaip papildantys reiškiniai.

Pavyzdžiui, matėme, kaip duomenų valdoma priemonė – *Medline* – siūlo naujų būdų atrasti prasmę kolektyvinėse didelių žmonių grupių, sakykim, biomedicininės bendruomenės, žiniose, o kita duomenų valdoma priemonė – *Google* – gali stiprinti kolektyvinį intelektą, padėdama surasti informaciją ir žmones, į kuriuos reikėtų atkreipti dėmesį. *Google* bendrovė naudoja mūsų kolektyvinį intelektą savo paslaugai sukurti, naršydama tinklą ir ieškodama turinio, taip pat naudodama tinklo nuorodas rasti aktualiausiems puslapiams. Taigi nors duomenų valdomas, ir kolektyvinis intelektas yra skirtingi, jie gali būti naudojami kartu sustiprinti vienas kitam.

Ši knyga – ne duomenų valdomo intelekto vadovėlis, ir neaprašinėsiu šimtų protingų algoritmų, kurie jau naudojami ar kuriami. Duomenų valdomas intelektas yra svarbus, visų pirma, kaip sąvoka, apimanti *Google* gripo tendencijas, Didžiąją Sloano Sieną ir D. Svansono migrenos ir magnio sąryšio atradimą. Šių pavyzdžių pagrindas – protingi algoritmai, išgaunantys prasmę (esančią už žmogaus suvokimo ribų) iš duomenų.

Duomenų valdomas intelektas tam tikra prasme papildo duomenų saityną: nors jis gali būti taikomas bet kuriam duomenų šaltiniui, potencialiausias būna tada, kai taikomas gausiausiems duomenų šaltiniams, o duomenų saitynas yra įvairiausias šaltinis, kokį tik galima įsivaizduoti. Duomenų valdomas intelektas yra tai, kas leis atskleisti visas pasaulio žinias ir jas įprasminti.

DUOMENŲ VALDOMAS INTELEKTAS BIOLOGIJOJE

Duomenų valdomą intelektą norint sukonkretinti ir parodyti, kaip jis veikia, reikia išsamiau apibūdinti pavyzdį iš biologijos. Pavyzdys rodo, kaip galima panaudoti protingus algoritmus ir mokslinės informacijos blokus, norint atlikti nepaprastą dalyką – atrasti žmogaus genomą. Kad suprastume pavyzdį, visų pirma reikia atgaivinti pagrindines genetikos žinias.

Kaip žinome, kiekvienoje žmogaus kūno ląstelėje yra daugybė DNR molekulių grandinių, pernešančių informaciją, o pastaroji yra mums skirta konstrukcija. Norėdami suprasti, kaip DNR perneša informaciją, prisiminkite dvigubo sraigto DNR struktūrą. Sraigtinės struktūros yra gražios ir įsimintinos, tačiau informacija nėra saugoma jose savaime – saugoma tarp jų. Kas keletą nanometrų kylant sraigtine struktūra, yra molekulių pora, kuri sujungia abi sraigtinės struktūros, kuri vadinama bazine pora, puses.

Tai pora ypač mažų minimolekulių, kurios yra tarpusavyje sulipusios ir prilipusios prie dvigubos sraigtinės struktūros stuburo. Yra keturių rūšių bazinių molekulių: adeninas, citozinas, guaninas ir timinas. Jų pavadinimai dažniausiai vartojami sutrumpinti – A, C, G ir T. A jungiasi su T, o C jungiasi su G, todėl galimos poros yra A-T ir C-G. Todėl vienoje DNR grandinės gijoje galima aprašyti informaciją ilga raidžių seka, pavyzdžiui, CGTCAAGG... – kurios reiškia bazines poras, prilipusias prie vienos sraigto pusės (kitoje sraigto pusėje bus papildančios bazinės poros GCAGTTCC...) Ši seka yra bazinės architektūros aprašymas. Kokiu tikslumu ta architektūra yra apibūdinta, suprasta dar tik iš dalies, tačiau duomenys verčia manyti, kad DNR bazinių porų seka yra mūsų konstrukcijos planas.

Kaip nustatoma asmens DNR seka? Jei pradedama nuo DNR fragmento, kurį sudaro tiktai keletas šimtų bazinių porų, tuomet seką galima tiesiogiai sudaryti naudojant mokyklinės chemijos išmintį – iš esmės vienam mokslininkui atsargiai sumaišius chemines medžiagas laboratorijoje, tačiau jei DNR grandinė yra daug ilgesnė, tuomet seką nustatyti gerokai sunkiau. Įprastą žmogaus DNR grandinę sudaro keletas šimtų milijonų bazinių porų, o tai yra per daug, kad būtų galima taikyti tiesioginį sekos nustatymo metodą. Bet yra protingas būdas, kaip trumpų DNR grandinių tiesioginės sekos nustatymą sujungti su duomenų valdomu intelektu, siekiant nustatyti visą DNR seką.

Norėdami suprasti, kaip tai veikia, įsivaizduokite, kad jums daviau pirmosios knygos apie Harį Poterį – „Haris Poteris ir išminties akmuo“ – egzempliorių. Tačiau, užuot davęs įprastą egzempliorių, paėmiau žirkles ir jį sukarpiau į mažytes dalelytes. Pavyzdžiui, knygos pradžia gali būti sukarpyta į tokias dalis:

„Ponas ir ponia Dursley iš numerio keturi, Priv“;
„et kelias, didžiuodamiesi pranešė, kad jie mes“;
„ra visiškai normalūs, labai ačiū.“

Ir t. t. Dalykus šiek tiek supaprastinau, fragmentus čia parodydamas ta pačia tvarka, kaip jie yra išdėstyti knygos pradžioje. Bet aš noriu, kad įsivaizduotumėte, jog juos padaviau ne ta eilės tvarka arba sumaišiau. Taip pat įsivaizduokite, kad daviau antrą knygos egzempliorių, taip pat sukarpytą į daleles, bet kitokiu būdu:

„Ponia ir ponas Dursley iš num“‘;
„erio keturi, Privet kelias, didžiuodamiesi prane“;
„šė, kad jie yra visiškai normalūs, ač“.

Ir nors fragmentai abiem atvejais yra skirtingi, iš dalies sutampa, ir, jais remiantis, galima nustatyti, kurie fragmentai eina vienas po kito. Atkreipkite dėmesį: pavyzdžiui, fragmentas „Ponas ir ponia Dursley iš numerio keturi, Priv“ iš dalies sutampa su abiem „Ponia ir ponas Dursley iš num“ ir „erio keturi, Privet kelias, didžiuodamiesi prane“. Tai skatina sudėti pastaruosius du fragmentus, kad būtų gauta: „Ponas ir ponia Dursley iš numerio keturi, Privet kelias, didžiuodamiesi prane“.

Tęsdami labai atidžiai, galite atkurti gana ilgas knygos sekas. Užstrigtumėte tiktai tada, jei dalinis fragmentų sutapimas būtų itin trumpas, ir būtų sunku nustatyti, kad jie iš dalies sutampa tame pačiame tekste. Bet jei duočiau trečią (ir ketvirtą...) egzempliorių, be jokios sistemos sukarpytą tokiu pačiu būdu, tikimybė, kad visi iš dalies sutampantys fragmentai būtų per trumpi, žymiai sumažėtų, ir turbūt pavyktų atkurti netgi visą knygą.

Žmonių (ir kitų sudėtingų gyvų organizmų) genomų seka nustatoma panašiai. Nors negalima tiesiogiai nustatyti ilgų DNR grandinių sekų, tačiau

galima padaryti grandinių kopijas, tuomet jas sukarpyti atsitiktiniuose taškuose ir tiesiogiai nustatyti tų fragmentų seką. Tai galima padaryti mokyklinės chemijos metodu, t. y. tai gali padaryti vienas mokslininkas laboratorijoje, ir t. t. Kompiuteriai naudojami nustatyti, kur skirtingi fragmentai iš dalies sutampa, ir vėl juos sulipdyti. (Atsitiktinai praleidau keletą dalykėlių, sakykim, tam tikrų DNR sekų kartojimasis visame žmogaus genome, dėl to atkurti visą DNR seką yra sudėtinga. Šiuos dalykėlius galima įveikti kitais triukais, tačiau bendrą supratimą jau turite).

Dabar įsivaizduokite, kad šiandien norime sudaryti kieno nors DNR seką. Galbūt tėvystei nustatyti. Arba galbūt tai nusikaltimo tyrimo dalis. Nesvarbu, kokia to priežastis. Pasirodo, DNR sekos nustatymą galima supaprastinti, nes (1) etaloninis žmogaus genomas jau žinomas, (2) iš haplotipų žemėlapio žinome, kurių žmonių genomas gali skirtis, ir kurie, atrodo, yra tokie patys.

Kad suprastume, kaip supaprastintas procesas veikia, įsivaizduokite, kad turite *nesukarpytą* „Hario Poterio ir išminties akmens“ egzempliorių. Tada gaunate sukarpytą knygos, kuri yra panaši į originalą, variantą, tačiau yra keli pakeitimai. Tiesą sakant, iš tikrųjų JAV išspausdinta knyga yra šiek tiek kitokia, nei originalus variantas, išleistas Jungtinėje Karalystėje. Vienas pakeitimas ypač akivaizdus: pavadinime buvęs *Išmintis* pakeistas į *Burtininką*, todėl pavadinamas tapo „Haris Poteris ir burtininko akmuo“. Visoje knygoje žodis „išmintis“ pakeistas „burtininku“ – manoma, leidėjas tikėjo, kad šiuo atveju Jungtinėse Amerikos Valstijose knyga taps patrauklesnė.

Visiškai akivaizdu, kad, remiantis nesukarpyto originalaus egzemplioriaus tekstu, būtų daug lengviau nustatyti pakeistos knygos tekstą. Užuot ilgai ieškoję, kuris fragmentas sutampa su kuriuo, galėtume visuomet nustatyti, kuriai knygos daliai priklauso tiriamas fragmentas. Tas pat pasakytina ir dėl žmogaus genomo sekos nustatymo: daug greičiau ir paprasčiau tai galima atlikti, nuolat lyginant su etaloniniu genomu ir haplotipų žemėlapiu.

Tarp kitko, nors Hario Poterio pavyzdys yra žavingas, negaliu susilaikyti nepaminėjęs, kad labai panaši technika *buvo* naudojama Čako Hanseno (*Chuck Hansen*) rašant knygą „JAV branduoliniai ginklai: slaptoji istorija“ (*U.S. Nuclear Weapons: The Secret History*). Savo istoriją autorius parėmė dešimtimis tūkstančių išslaptintų dokumentų, kuriuose įslaptinta informacija buvo iškarpyta fiziškai. Jis nustatė, kad keli to paties dokumento egzemplioriai

kartais būdavo iškarpyti skirtingai, ir, palyginęs įvairias versijas, sunaikintą informaciją kartais galėdavo atkurti!

Algoritmai, kuriuos aprašiau, kalbėdamas apie genomo sekos nustatymą, yra geri duomenų valdomo intelekto pavyzdžiai. Šie algoritmai jokiais būdais nėra ypač protingi. Jie nedaro nieko sudėtingiau, nei atrenka ir pertvarko panašius modelius. Tačiau, šiuos paprastus algoritmus sujungus su milžiniška duomenų apdorojimo galia, galima išspręsti problemą, kurios žmogus be pašalinės pagalbos nebūtų įveikęs. Be to, duomenų valdomą intelektą sujungus su viešais žmogaus genomo duomenimis ir haplotipų žemėlapiu, galima supaprastinti genetinės sekos nustatymą. Šis dalykas daug aiškesnis tada, kai duomenų valdomas intelektas yra sujungiamas su duomenų saitynu.

DUOMENŲ SAITYNO KŪRIMAS

Šiandien duomenų saitynas gyvena savo pirmąsias dienas. Dauguma duomenų yra vis dar įslaptinti. Tuo mastu, kokiu yra dalijamasi duomenimis, daugybė skirtingų technologijų yra naudojama duomenų dalijimosi tikslu. Viešai prieinami duomenų rinkiniai daugiausia išlieka nesusieti vieni su kitais, vis dar tebegyvena savo atskiruose aviliuose. Trumpai tariant, dabartinė duomenų saityno padėtis gali būti apibūdinta kaip netvarkinga ir neišbaigta. Tai nieko blogo: visų naujų technologijų pradžia yra netvarkinga.

Pagalvokime, kokia netvarkinga ankstyva, dešimtojo XIX a. dešimtmečio – pirmojo XX a. dešimtmečio, prieš pirmąjį brolių Raitų (*Wright*) skrydį, aviacijos istorija. Daugybė žmonių laikėsi savo idėjų, kaip pagaminti sunkesnį už orą skraidantį mechanizmą. Pirmieji orlaiviai lėtai išdygo iš to idėjų sąmyšio. Panašiai ir šiandien tūkstančiai žmonių ir organizacijų turi savus nusistatymus, koks duomenų saityno sukūrimo būdas yra geriausias. Visi eina maždaug ta pačia kryptimi, skiriasi tik daugybė detalių.

Galbūt geriausios žinomos pastangos kyla iš akademinės bendruomenės, kur daugybė mokslininkų kuria metodą, vadinamą semantiniu saitynu. Verslo pasaulyje padėtis yra geresnė, nes bendrovės išbando daugybę įvairių dalijimosi duomenimis būdų. Dėl požiūrių daugumos vyksta dideli ginčai, kaip yra geriausia kurti duomenų saityną, ir abi šalys dažnai yra tvirtai įsitikinusios

ir užtikrintos savo metodais, tačiau duomenų saitynas vis dar yra kūdikystės amžiaus, ir per anksti kalbėti, kuris požiūris bus sėkmingas.

Dėl šių priežasčių terminą „duomenų saitynas“ vartosiu gana laisvai, kalbėdamas apie *visus* viešai prieinamus duomenis, paimtus bendrai. Tai šiek tiek perdėta: daug jų vis dar nesusieta arba juos rasti internete sunku. Tačiau susiejimo laikas artėja, ir aš leidau sau šiek tiek savivaliauti.

Jei nežinome, kokia technologija galiausiai bus kuriamas duomenų saitynas, ar galime būti tikri, kad jis plėsis ir klestės? Galime, nes didelis ir vis augantis žmonių skaičius savo duomenimis nori dalytis ir juos susieti su kitais šaltiniais. Mes jau šiek tiek matėme, kaip tai vyksta moksle. Tas pats vyksta ir daugelyje verslų ir vyriausybių, kai kurios jų bent kažkiek duomenų skelbia viešai.

Pavyzdžiui, tinklalapis *Twitter* kai kuriuos savo duomenis skelbia viešai, dėl to buvo sukurtos trečios šalies – *TwitPic* – paslaugos, ir jos palengvina dalijimąsi nuotraukomis *Twitter* tinklalapyje, ir sukurtos tokios paslaugos kaip *Tweetdeck*, kur siūlomas tiesioginis *Twitter* naudojimosi būdas. Kitas pavyzdys – diena po JAV prezidento Barako Obamos (*Barack Obama*) inauguracijos, kai jis išleido memorandumą „Skaidrumas ir atvira vyriausybė“. Šis memorandumas paskatino sukurti tinklalapį *data.gov*, kuriame JAV vyriausybė skelbia daugiau nei 1200 viešai prieinamų duomenų rinkinių nuo energijos naudojimo iki aviacijos katastrofų ir televizijos licencijų.

Tokie pavyzdžiai skatina technologijas vystytis duomenų dalijimosi su didžiausiu skaičiumi naudotojų kryptimi. Nesvarbu, kokia technologija laimės, ji taps duomenų saitynu pagal nutylėjimą. Štai kodėl nebūtina žinoti, kuri technologinė duomenų saityno vizija laimės, kad galėtume padaryti išvadą – duomenų saitynas yra neišvengiamas.

Turbūt iki šiol įspūdingiausi duomenų saityno kūrimo žingsniai atlikti biologijoje. Biologai atrenka gabaliukus iš biologijos pasaulio ir juos ruošia būsimam jungtiniam visos biologijos žemėlapiui. Kai kuriuos jų – žmogaus genomo, haplotipų žemėlapius ir žmogaus konektomos žemėlapio atsiradimą – jau aptarėme, tačiau jų skaičius yra daug didesnis.

Sukurta internetinių duomenų bazių, biologinį pasaulį apibūdinančių labai smulkiu lygmeniu, pavyzdžiui, aprašyta baltymo struktūra ir funkcijos, taip pat daugybė baltymų sąveikų („interaktomas“). Kitos bazės nagrinėja pla-

taus masto biologinį pasaulį, sakykim, aiškina gyvūnų migracijos modelius; kataloguose bandoma sudaryti visų pasaulyje esančių gyvybės rūšių žemėlapius. Internetinių duomenų bazių yra kiekviename tarpiniame lygmenyje – tikra išteklių „pilnakraujystė“, siekianti apibūdinti biologijos pasaulį.

Vikipedijos biologinių duomenų sąraše 2011 m. balandį buvo daugiau nei 100 įrašų. Tos duomenų bazės potencialiai gali būti sujungtos, kad atskleistų biologinėse sistemose esančius ryšius: genetinė informacija yra susieta su informacija apie baltymą, o pastaroji – su baltymų tarpusavio sąveikų informacija, kuri siejama su informacija apie medžiagų apykaitą, ir t. t. – siekiama sukurti jungtinį biologijos žemėlapį.

Kuriamos paslaugos, plėtojančios šį biologinių duomenų saityną, tam tikrą biologijos *Google* atmainą, kur būtų galima greitai rasti atsakymus į sudėtingus klausimus apie gyvybę. Įsivaizduokite ateities pasaulį su klestinčiu biologinių duomenų internetiniu tinklu. Įsivaizduokite, kad būtų sudaromos ką tik gimusių vaikų genomo sekos, kurios vėliau būtų siejamos su milžiniška visuomenės sveikatos duomenų baze ne tik siekiant nustatyti ligas, kuriomis kūdikiai serga dažniausiai – senas mokslinės fantastikos tropas – bet taip pat turint tikslą nustatyti aplinkos veiksnius, galinčius daryti įtaką jų imlumui ligoms.

„Jūsų sūnus turi 80 proc. tikimybę susirgti širdies liga, sulaukęs 40 metų, jei neužsiims aktyvia sportine veikla trečiajame–ketvirtajame gyvenimo dešimtmetyje. Tačiau jei kiekvieną savaitę saikingai mankštinsis po tris valandas, ši tikimybė sumažės iki 15 proc.“. Simptomams atsirandant, gali būti sukurti specialūs vaistai, pritaikyti pagal genetinę konkretaus asmens sandarą ir jo medicininę istoriją.

Šiandien internetinis biologinių duomenų tinklas tėra prototipas. Gyvenimas yra be galo sudėtingas skirtinguose lygmenyse, ir biologinio pasaulio planavimo stadija tik pradinė. Vien nustatyti pagrindines koncepcines kategorijas sudėtinga. Tarkime, geno sąvoka. Visai neseniai studentus mokė, kad genas yra DNR dalis, koduojanti baltymą. Atrodo, visai paprasta. Tačiau iš tikrųjų tai, ką mokslininkai turi omenyje, sakydami genas – kinta, geriau suprantant DNR ir baltymų ryšį.

Manymas, kad genas koduoja baltymus, yra ne visai tikslus. Dabar žinome, kad ta pati DNR seka kartais gali būti iššifruota skirtingais būdais,

skirtingais baltymais. Tuo pačiu metu vienas baltymas gali būti suformuotas, DNR iššifruojant iš skirtingų nesusietų genomo dalių, kartais netgi iš genetinės įvairių chromosomų medžiagos. Tai tiktai du iš daugybės pavyzdžių, rodančių, kaip genų supratimas kinta. Sakant bendriau, gerai suprantant biologiją, daugybė pagrindinių koncepcijų yra apibrėžiamos kitaip. Kai tokio pobūdžio nauji apibrėžimai nustatomi, žinių išraiška gali labai kisti. Nesunku įsivaizduoti, kad kažkada ateityje privalėsime iš esmės pakeisti žinių duomenų bazių struktūrą, kai sužinosime, kad senosios koncepcinės schemos yra neteisingos ir būtinos pakeisti.

KOKIA BUS DUOMENŲ SAITYNO SVARBA MOKSLUI

Klestintis duomenų saitynas mokslą pakeis dvejopai. Visų pirma mokslinių klausimų skaičius ir įvairovė, į kuriuos sugebėsime atsakyti, nepaprastai išaugs. Jau matėme, kaip, taikant *SDSS*, galima rasti atsakymus į tūkstančius naujų klausimų astronomijos srityje. Kuo daugiau bus duomenų šaltinių ir kuo įvairiau jie bus susieti, tuo ryškesnis bus poveikis. Pagalvokite, kaip buvo sujungti *Google* ieškos duomenys ir Ligų kontrolės ir prevencijos centro gripo duomenys. Duomenims egzistuojant atskirai, sunku atsakyti į klausimą „Kur šiuo metu yra gripo protrūkis?“ Bet turint abu duomenų šaltinius atsakyti galima.

Rezultatas yra stebuklingas, kaip „nemokami pietūs“: sujungus du duomenų rinkinius, ne tik galima atsakyti į visus klausimus, į kuriuos iš pradžių buvo galima atsakyti, atskirai remiantis kiekvienu iš tų dviejų rinkinių, bet ir į visiškai naujus, atsiradus dviejų minėtų rinkinių tarpusavio ryšiui. Duomenų saitynui plečiantis, didės ir klausimų, kuriuos bus galima užduoti, skaičius ir įvairovė. Tam tikra prasme klausimai, į kuriuos galima atsakyti, išties yra atsirandantis sudėtingų žinių sistemų turtas – klausimų, į kuriuos sugebama atsakyti, skaičius auga daug sparčiau nei mūsų žinios. O duomenų saitynas siekia sujungti visas pasaulio žinias.

Antras mokslo virsmo būdas, kurį lems duomenų saitynas, yra paties paaiškinimo kitoniškumas. Istoriškai giriame paprastus mokslo paaiškinimus. Daugelis didžiųjų teorijų tiesiog stulbina, aiškindamos daugelį, atrodytų, skirtingų reiškinių, remdamosi viena pagrindine idėja. Pavyzdžiui, Čarlzo Darvino (*Charles Darwin*) natūraliosios atrankos evoliucijos teorija iš esmės yra

pagrįsta viena idėja, nors ši teorija turi stebinančią galią paaiškinti gyvybės evoliuciją. Kitas pavyzdys – Einšteino bendroji reliatyvumo teorija, kuri fiziko Dž. Vylerio buvo įstabiai suglausta į vieną sakinį: „Erdvėlaikis materijai nurodo, kaip judėti; o materija nurodo erdvėlaikui, kaip išsikreipti.“ Ši paprasta idėja, išreikšta matematiškai, paaiškina visus gravitacijos reiškinius nuo kamuolio skrydžio iki planetų judėjimo ir visatos atsiradimo. Tai paaiškinimo stebuklas, ir daugelis mokslininkų (įskaitant ir mane) prasmę staigiai suvokia, kai pirmą kartą tai įsisąmonina.

Tačiau kai kurių reiškinių paaiškinti paprastai negalima. Pagalvokime apie vertimo iš ispanų kalbos į anglų kalbą užduotį. Abiejose kalbose yra daugybė atsitiktinių painiavų, atsiradusių dėl visokių istorinėje jų genezėje vykusių nenumatytų atvejų. Norėdami išversti kokybiškai, neturime kito pasirinkimo, nei įnikti į tas painiavas. Kasdieniame gyvenime vertėjams iš dalies padeda puikus tų kalbų mokėjimas ir sunkiai apibūdinama nuojauta, susiformuojanti per daugelį abiejų kalbų vartojimo metų. Iš tiesų tiksliai paaiškinti, kaip išversti, tikrai labai sunku ir jokiu būdu ne taip paprasta, kaip paaiškinti evoliucijos arba bendrąją reliatyvumo teorijas.

Dar visai neseniai mokslinių paaiškinimų sudėtingumą varžė mūsų pačių proto ribos. Šiandien tai keičiasi, išmokstant naudotis kompiuteriais taip, kad šie sukurtų, o vėliau ir dirbtų su ypač sudėtingais modeliais. Šiam pokyčiui paaiškinti leiskite pateikti mašininio kalbos vertimo pavyzdį. Maždaug šeštajame praeito amžiaus dešimtmetyje, mokslininkai ėmė kurti kompiuterizuotas sistemas automatiškai versti iš vienos kalbos į kitą. Deja, pirmosios sistemos nebuvo itin geros. Jos bandė versti, taikydamos protingus, santykinai paprastus modelius, pagrįstus gramatikos ir kitomis kalbos taisyklėmis. Viskas atrodo gerai, tačiau, nepaisant daugybės pastangų, ši sistema niekad nebuvo labai gera. Pasirodo, kalbos yra per daug sudėtingos, kad jas būtų galima sudėlioti į paprastas taisykles.

Dešimtajame praeito amžiaus dešimtmetyje mokslininkai bandė naują ir visiškai kitokį mašininio vertimo metodą. Jie išmetė tradicines gramatikos ir kalbos taisykles ir pradėjo kaupti milžiniškus tekstų ir vertimų rinkinius iš visų Jungtinių Tautų dokumentų. Jų sumanymas – tuos dokumentus analizuoti *en masse** duomenis valdančiu intelektu ir bandyti sukurti vertimo modelį. Saky-

* *Pranc.;* kaip visumą.

kim, nagrinėdama modelio rinkinį, programa gali pastebėti, kad ispanų kalbos sakiniuose esantis *hola* į anglų kalbą dažnai verčiamas *hello*. Tuo remdamasi, programa nustatytų didelę tikimybę, kad *hola* virsta *hello* verstame tekste, o tikimybė angliškų žodžių, kurie su *hola* nesusiję (pvz.: tigras, suolas ir sausis), būtų daug mažesnė. Programa taip pat išnagrinėtų modelio rinkinį, siekdama nustatyti žodžių judėjimą sakinyje, ir pastebėtų, kad *hola* ir *hello* dažniausiai išlieka tose pačiose sakinio dalyse, o kiti sakinio žodžiai yra daug judresni.

Visa tai kartojant kiekvienai žodžių porai ispanų ir anglų kalbomis, jų programa tolydžio sukūrė statistinį vertimų modelį – ypač sudėtingą. Tačiau, nepaisant to, jis gali būti įdiegtas moderniame kompiuteryje. Nuodugniai neaprašinėsiu jų taikomų modelių, tačiau *hola–hello* pavyzdys padeda suprasti, kaip buvo dirbama. Išanalizavę rinkinį ir sukūrę statistinį modelį, pastarąjį taikė versti naujiems tekstams. Idėja buvo tokia: norint išversti sakinį į ispanų kalbą, jį – kuris pagal modelį turėjo aukščiausią tikimybės laipsnį – reikėjo surasti anglų kalba. Tas aukščiausios tikimybės sakinys būtų rezultatas – vertimas.

Tiesą sakant, kai pirmą kartą išgirdau apie statistinį mašininį vertimą, pagalvojau, kad idėja nedaug žadanti. Mane ji taip stipriai nustebino, kad maniau – matyt, kažką ne taip supratau. Šie modeliai ne tik nesupranta *hola* arba *hello* prasmės – netgi nesupranta pačių pagrindinių dalykų apie kalbą, sakykim, skirtumo tarp daiktavardžių ir veiksmažodžių. Pasirodo, mano skepticizmas pasitvirtino – metodas nelabai tinka, jei pradinis modelio rinkinys turi tiktai kelis milijonus žodžių, bet jei jį sudaro milijardai žodžių, tuomet modelis pradeda veikti išties labai gerai.

Jei jums kada nors *Google* ieškos sistema rezultatą pateikė užsienio kalba, pastebėjote, kad siūlo „tą puslapį išversti“. Šių vertimų neatlieka nei žmonės, nei specialūs algoritmai, sukurti turint nuodugnias atitinkamų kalbų žinias. *Google* taiko neįtikėtinai detalų statistinį modelį, kaip versti. Jis toli gražu nėra tobulas, bet dabar tai yra pati geriausia automatinė vertimo sistema. Pasiūliusi vertimo paslaugą, *Google* be didelių pastangų netrukus laimėjo tarptautinį anglų-arabų ir anglų-kinų kalbų mašininių vertimų konkursą. Išties stebina, kad nei vienas iš *Google* vertėjų nekalba kinų ar arabų kalbomis. Jiems tai nebūtina. Sistema sugebėjo išmokti versti pati.

Šie vertimo modeliai tam tikra prasme yra teorijos ar paaiškinimai, kaip versti. Nors Darvino evoliucijos teorija gali būti glaustai apibendrinta keliais

sakiniais, o Einšteino bendroji reliatyvumo teorija išreikšta viena lygtimi, šios vertimo teorijos yra išreiškiamos modeliais, turinčiais milijardus rodiklių. Galime nesutikti: esą toks statistinis modelis neatrodo panašus į įprastą mokslinį paaiškinimą, ir būtume teisūs – tai nėra paaiškinimas įprasta prasme, bet galbūt tai turėtų būti vertinama kaip naujos rūšies paaiškinimas.

Paaiškinimus paprastai vertiname iš dalies pagal jų sugebėjimą numatyti naujus reiškinius. Verčiant tai reiškia tikslų niekada nematytų sakinių vertimą. Statistiniai vertimo modeliai kol kas geriau atlieka savo darbą nei tradicinė kalbos teorija. Vadinasi, nors modelis ir neskiria daiktavardžio nuo veiksmažodžio, gali pranokti geriausius lingvistinius modelius. Mažų mažiausiai turėtume rimtai vertinti idėją, kad šie statistiniai modeliai išreiškia tiesas, kurių negalima rasti tradiciniuose kalbos vertimo paaiškinimuose.

Ar galėtų būti, kad statistiniuose modeliuose yra daugiau tiesos, nei tradicinėse kalbos teorijose, kur pateikiami veiksmažodžio, daiktavardžio, būdvardžio, veiksnių ir papildinių apibrėžimai, ir t. t.? O galbūt modeliuose yra skirtingos tiesos, iš dalies papildančios viena kitą, iš dalies sutampančios, palyginti su tradicinėmis kalbos teorijomis? Galbūt galėtume sukurti geresnę kalbos teoriją, į vieną paaiškinimą sujungę geriausius tradicinio požiūrio dalykus ir statistiniu modeliu pagrįstą požiūrį? Deja, dar nežinome, kaip tokias jungtines teorijas sukurti, tačiau tai skatina spekuliuoti, kad daiktavardžiai ir veiksmažodžiai, veiksniai ir papildiniai, kiti kalbos reikmenys išties yra atsirandančios sąvokos, kurių gyvavimą galima išvesti iš statistinių kalbos modelių. Šiandien dar nežinoma, kaip tokį išvestinį šuolį padaryti, tačiau tai nereiškia, kad jis neįmanomas.

Kokį statusą turėtume suteikti šios rūšies sudėtingiems aiškinimams? Sukūrus duomenų saityną, kurti tokius aiškinimus taps vis lengviau, ir galiausiai turėsime statistinius visų rūšių sudėtingų reiškinių modelius. Turėsime išmokti, kaip taikyti sudėtingus modelius, tarkim, kalbos, ir ištraukti iš jų atsirandančias sąvokas kaip veiksmažodžiai ir daiktavardžiai. Turėsime išmokti, kaip susitaikyti su tuo, kad tos atsirandančios sąvokos kartais bus ne daugiau nei apytikrės. Trumpai tariant, reikės sukurti daugiau ir geresnių priemonių, skirtų išgauti reikšmėms iš tų sudėtingų modelių.

Visa tai aptarus, vis dar intuityviai atrodo, kad paprastas aiškinimas yra daug teisingesnis nei sudėtingas. Nusistatymas prieš sudėtingus aiškinimus

moksle yra taip įsišaknijęs, kad netgi turi pavadinimą – Okamo skustuvas. Jis tvirtina: jei yra du alternatyvūs to paties reiškinio aiškinimai, pirmenybę reikėtų teikti lengvesniam. Šis įsitikinimas pasireiškia ir kitais būdais. Kai vienas paprastas aiškinimas apima plačią, atrodytų, nesusijusių reiškinių įvairovę, linkstama galvoti, kad tai tiesa. Sušunkame „Eureka!“ – atradome, kaip kažkas, kas atrodo sudėtinga, aiškinama paprastai. Prisiminkime nuostabų I. Niutono atradimą: jo Žemės traukos teorijos paaiškina, kodėl daiktai krinta ant žemės, taip pat planetų judėjimą aplink Saulę. Iki I. Niutono atradimo šie reiškiniai atrodė tarpusavyje visiškai nesusiję: argi nenuostabu, kad tie patys dėsniai paaiškina abu reiškinius!

Mūsų pasitikėjimas paprastų aiškinimų tiesa yra toks stiprus, kad, kada nors aptikę akivaizdžius tokių paaiškinimų neatitikimus, visomis išgalėmis galime stengtis paaiškinimą išgelbėti. Aštuntajame praeito amžiaus dešimtmetyje astronomė Vera Rubin atrado, kad žvaigždės, esančios toliau nuo Paukščių Tako galaktikos, aplink galaktikos ašį sukasi daug greičiau, nei tikėta, remiantis geriausia gravitacijos teorija, tai yra, bendrąja reliatyvumo teorija. Bet, užuot atsisakę bendrojo reliatyvumo, daugelis astronomų pasirinko kelią postuluoti, kad egzistuoja galaktikoje paplitusi nematoma tamsioji materija. Jei ji pasiskirsčiusi reikiamai, tuomet bendrasis reliatyvumas gali teisingai nustatyti žvaigždžių judėjimo ties išorinėmis galaktikos ribomis greitį. Palyginti su tamsiosios materijos populiarumu, santykinai mažas astronomų skaičius ieškojo naujų gravitacijos teorijų.

Iki šiol aš beveik neskyriau tradicinių aiškinimų nuo sudėtingų modelių. Šis linksmas dviejų reiškinių sujungimas kai kuriuos skaitytojus galbūt suerzino. Daugelis žmonių tiki, kad aiškinimas ir modelis neabejotinai ir itin skiriasi: aiškinimuose yra tam tikras tiesos elementas, o modeliai yra paprasčiausios patogios priemonės, naudingos kai kuriems reiškiniams išsiaiškinti, tačiau galų gale jie neatskleidžia jokios tiesos. Šiam požiūriui būdingas intuityvumas, tačiau mokslo istorijoje skirtumas tarp modelių ir aiškinimų išnyko jam dar neatsiradus. Idėjos, atsiradusios kaip „gryniausi“ modeliai, dažnai turi tiesos sėklą, ir tai stebina net jų autorius.

1900 m. fizikas Maksas Plankas (*Max Planck*) bandė suprasti, kaip objekto išskiriamos šviesos spalva ir intensyvumas priklauso nuo temperatūros. Pavyzdžiui, degančios anglys iš pradžių švyti raudona spalva, tačiau, joms

įkaitus, spalva keičiasi ir galiausiai tampa mėlyna. Nustatyti temperatūros ir spalvos ryšį buvo painus dalykas, nes to meto geriausios fizikos teorijos teikė du skirtingus aiškinimus, kuriuos abu eksperimentas neigė!

M. Plankas taikė daugelį idėjų, siekdamas išspręsti šią užduotį. Galiausiai jis sukūrė modelį, kuriame padarė specialią prielaidą, kad su šviesa susijusi energija privalo susidaryti kvantuotais paketais, t. y. turi būti kokio nors pagrindinio vieneto kartotinis. Tai buvo savavališka prielaida, ir pats mokslininkas vėliau teigė: „Aš išties nedaug apie tai mąsčiau“, tai tebuvo triukas, kuris lėmė norimą rezultatą. Iš tikrųjų, vėliau paaiškėjo, kad M. Planko modelyje taikyta idėja davė pradžią vienam iš didžiųjų mokslinių atradimų – kvantinės mechanikos teorijai.

Taigi ar M. Planko idėjas reikėtų vertinti grynai kaip modelį, ar kaip aiškinimą? Tuo metu jos atrodė kaip modelis, tačiau jame buvo daugiau tiesos, nei bet kurioje kitoje teorijoje. Bet kuriuo racionaliu vertinimu, šios idėjos yra tiek modelis, tiek aiškinimas: ir modeliai, ir aiškinimai sudaro tos pačios nepertraukiamos sekos dalį. Taigi, internetinėms priemonėms stiprinant gebėjimą konstruoti ir išgauti prasmę iš sudėtingų modelių, jie taip pat keis mokslinio aiškinimo pobūdį.

SEPTINTAS SKYRIUS

MOKSLO DEMOKRATIZAVIMAS

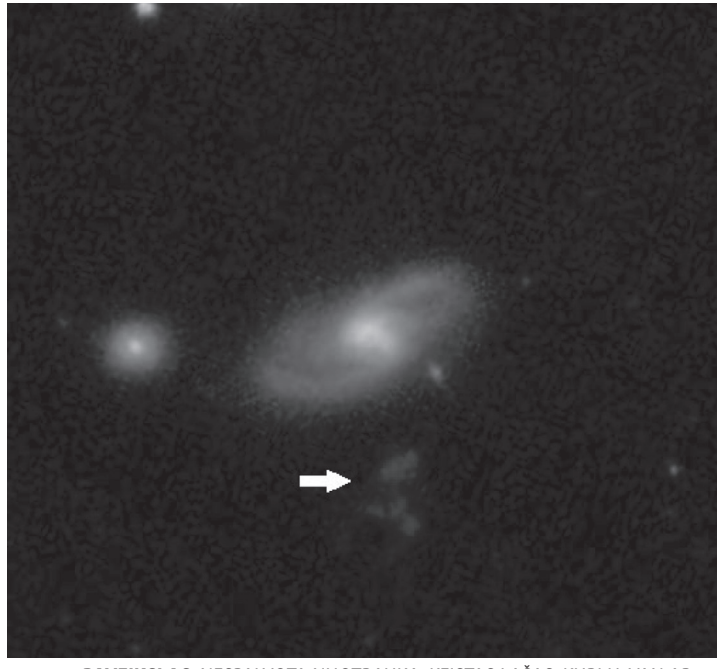
2007 m. rugpjūčio 7 d. 25 metų amžiaus olandų mokyklos mokytoja Hanė van Arkel (*Hanny van Arkel*) naršė po internetą ir užtiko *Galaxy Zoo* projekto tinklalapį. Kaip galbūt prisimenate iš pirmo knygos skyriaus, *Galaxy Zoo* projektas ieško savanorių klasifikuoti galaktikos nuotraukas. Savanoriams rodomos jų nuotraukos, dažnai tų galaktikų, kurių žmonija dar niekada nematė, ir prašoma atsakyti į klausimus, sakykim, „Ar tai spiralinė, ar elipsinė galaktika?“ arba „Jei tai spiralė, ar jos atšakos sukasi pagal ar prieš laikrodžio rodyklę?“ Tai kažkas panašaus į visų laikų didžiausią kosmologinį surašymą, kuriame dalyvauja daugiau kaip 200 000 savanorių, jau suklasifikavusių daugiau nei 150 milijonų galaktikos nuotraukų.

Užklydusią į *Galaxy Zoo* projekto tinklalapį H. van Arkel ši idėja iškart patraukė, ir ji pradėjo klasifikuoti galaktikas laisvalaikiu. Praėjus kelioms dienoms, pastebėjo keistą mėlyną lašą, pakibusį virš vienos iš galaktikų. Tai, ką H. van Arkel pamatė, yra parodyta nespalvotoje nuotraukoje; strėlytė nukreipta į lašą.

Suglumusi rugpjūčio 13 d. ji parašė žinutę internetiniame *Galaxy Zoo* forume – klausė, ar kas nors žino, kas tas mėlynas lašas galėtų būti.

Niekas nežinojo.

Buvo atlikti bandymai. Lašas – ne fotografijos defektas, tai tikras objektas. Siekiant gauti išsamesnės informacijos, stebėta kitais teleskopais, įskaitant



7.1 PAVEIKSLAS. NESPALVOTA NUOTRAUKA: KEISTAS LAŠAS, KURĮ H. VAN ARKEL PASTEBĖJO PIRMOJI. ORIGINALIOJE SPALVOTOJE NUOTRAUKOJE LAŠAS YRA RYŠKIAI MĖLYNOS SPALVOS IR RYŠKIAI KONTRASTUOJA SU VIRŠUJE ESANČIA GALAKTIKA. DĖKOJU SLOANO SKAITMENINĖS DANGAUS APŽVALGOS PROJEKTUI.

galingąjį Viljamo Heršelio (*William Herschel*) teleskopą, esantį Kanarų salose. Stebėjimai parodė, kad mėlynas lašas nuo Žemės nutolęs maždaug tuo pačiu atstumu, kaip ir galaktika, kybanti virš jo, vadinasi, lašas milžiniškas, 10 tūkstančių šviesmečių skersmens. Pasikviesta daugiau ekspertų, bet nei vienas nieko panašaus nebuvo regėjęs.

Paslaptis traukė. Vis daugiau žmonių pradėjo spėlioti, kas tas mėlynas lašas. Objektas buvo pramintas *Hanny Voorwerp* [Hanos objektas] – tai atradėjos vardas ir olandiškas žodis, reiškiantis objektą. Palengva atsirado *vurverpo* paaiškinimas, kuris jį siejo su nepaprastai ryškiais objektais, žinomais kaip kvazarai.

Norėdami suprasti šį paaiškinimą, visų pirma privalome šiek tiek palaukti ir pakalbėti apie kvazarus. Kaip galbūt jau žinote, kvazarai yra vieni keis-

čiausių ir paslaptingiausių objektų visatoje. Jie yra neįtikėtinai ryškūs: Saulės sistemos dydžio kvazaras gali būti toks ryškus, kaip trilijonas saulių, taip pat gali nustelbti milžinišką galaktiką, pavyzdžiui, Paukščių Taką, daugelį kartų. Ačiū Dievui, artimiausi kvazarai yra šimtų milijonų šviesmečių atstumu – jei kvazaras būtų keletą šviesmečių arčiau, Žemė sudegtų.

Kvazarai, atrasti 1963 m., kėlė nuostabą: kaip tokie sąlyginai maži objektai gali taip ryškiai šviesti. Praėjo daugelis metų, kol astronomai ir astrofizikai pagaliau suprato ir sutarė dėl to, kas gi ten vyko, tačiau iki devintojo praeito amžiaus dešimtmečio buvo visuotinai teigiama, kad kvazarai yra valdomi Saulės sistemos dydžio juodųjų skylių, esančių galaktikų centruose. Tos juodosios skylės praryja jas supančią materiją – žvaigždes, dulkes, viską, kai kita materija aplink tą juodąją skylę sukasi, bet į ją neįkrinta, tačiau išvysto panašų į šviesos greitį. Milžiniškas pagreitis sukuria gausybę energijos, kurios dalis yra išmetama šviesos pavidalu. Šviesa, matoma virš Žemės, būtent ir yra kvazaras. Nors šis pradinis kvazarų įvaizdis dabar yra plačiai priimtas, daugelis pagrindinių klausimų yra vis dar neatsakyti.

Suprasdami, kas yra kvazarai, grįžkime prie *vurverpo. Galaxy Zoo* darbuotojai, spręsdami galvosūkį, kas tas *vurverpas* galėtų būti, apsvarstė daugybę galimų paaiškinimų ir pagaliau sutarė dėl paprasto paaiškinimo, kuris, atrodė, atitiko visus faktus: *vurverpas* yra kvazarinis veidrodis – esą maždaug prieš 100 000 metų galaktikoje šalia *vurverpo* buvo kvazaras. Jis užgeso dėl nežinomų priežasčių ir yra nebematomas, bet kol dar švietė, jo šviesa kaitino dujas šalimais esančios nykštukinės galaktikos viduje, dėl to ši švytėjo. Dabar matome tas švytinčias dujas, kurios atrodo kaip mėlynas lašas, tad *vurverpą* galima laikyti kvazariniu veidrodžiu.

Išties tai yra didžiulis veidrodžių rinkinys, pasiskirstęs po milžinišką erdvės regioną, atspindintis kvazaro, švietusio skirtingais jo istorijos laikais, šviesą. Žinoma, terminą „veidrodis“ šiame kontekste vartoju labai laisvai, nes iš *vurverpo* sklindanti šviesa nėra atspindėta, o įkaitintų dujų švytėjimas. Tai tam tikras šviesos atspindys iš kvazaro.

Ne visi astronomai ir astrofizikai tiki kvazarinio veidrodžio paaiškinimu. Kai kuriems atrodo per daug patogu galvoti, kad kvazaras užgeso. Kita jų grupė pateikė alternatyvų *vurverpo* aiškinimą: šalimoje galaktikoje yra kitokios rūšies šaltinis, taip pat veikiamas juodosios skylės, tačiau tai ne kvazaras. Šis

numanomas šaltinis yra vadinamas aktyviuoju galaktikos branduoliu. Tai milžiniško dydžio juodoji skylė, išmetanti vadinamąją čiurkšlę – siaurą 10 tūkstančių šviesmečių ilgio plazmos kūgį. Per atsitiktinumą ta srovė eina *vurverpo* kryptimi. Srovė įkaitina jame esančias dujas, ir jos pradeda švytėti. Taigi, pagal šį paaiškinimą, *vurverpas* yra ne kvazarinis, bet aktyviojo galaktikos branduolio veidrodis (irgi kalbant laisvai)!

Kaip jau minėjau, astronomai ir astrofizikai vis dar bando nustatyti, kuris aiškinimas yra teisingas. Nesvarbu, kuris teisingas; netgi jei prireiks kito aiškinimo, *vurverpas* yra įspūdingas reiškinys. Įsivaizduokite, pavyzdžiui, kad tai išties kvazarinis veidrodis. Kaip matėme, tai reiškia, kad *vurverpas* yra didžiulis veidrodžių rinkinys, atspindintis kvazaro šviesą skirtingais jo gyvavimo laikotarpiais. Vadinasi, šviesa iš *vurverpo* yra šiokia tokia kvazaro biografija, ir, labai atidžiai išnagrinėjus *vurverpą*, galima sužinoti daug: kaip kvazaras gyvavo, kaip išnyko ir netgi kaip atsirado.

Tad *vurverpas* įgauna milžinišką svarbą nagrinėjant kvazarų gyvavimo ciklą. Taip pat jei *vurverpas* išties šviečia dėl čiurkšlės, trykštančios iš aktyviojo galaktikos branduolio, tyrinėjant *vurverpą,* bus puiki galimybė daugiau sužinoti apie aktyvųjį galaktikos branduolį. Bet kuriuo atveju astronomai yra susijaudinę dėl atsiradusių galimybių ir planuoja atlikti tolesnius tyrimus siekdami geriau pažinti *vurverpą*. Viename iš paklausiausių teleskopų, įskaitant Hablo ir kitus kosminius teleskopus, užsitikrintas stebėjimo laikas. Iš šitų ir kitų stebėjimų daugiau sužinosime apie *vurverpą* ir galbūt kvazarus arba aktyvųjį galaktikos branduolį. *Vurverpo* istorija tik prasideda.

KITAIP APIBRĖŽIANT MOKSLO SANTYKĮ SU VISUOMENE

Mums atrodo savaime suprantama, kad mokslą daugiausiai kuria mokslininkai. H. Voorverp istorija iš dalies žavi tuo, kad ši prielaida yra griaunama. Argi nenuostabu, kad 25 metų mokytoja atrado šį didžiulį ir gražų dujų debesį! Kaip neįtikėtina, kad mėgėjas galėjo padaryti tokio lygio atradimą, kuris galėtų pakeisti supratimą apie kvazarus arba aktyvųjį galaktikos branduolį! *Vurverpo* atradimas buvo paskelbtas viso pasaulio žiniasklaidoje, įskaitant reportažus *CNN* ir *BBC* kanaluose, *The Economist* žurnale ir daugelyje kitų didžiųjų žiniasklaidos leidinių.

Nors aš džiaugiuosi H. van Arkel atradimu ir *Galaxy Zoo* projekto komanda, būdamas rašytoju ir pirma pagalvojęs apie viešumą savanaudiškai nusivyliau, nes maniau – *vurverpą* turėsiu išbraukti iš savo knygos ir pakeisti naujesniu pavyzdžiu. Bet, daugiau pamąstęs, *vurverpą* knygoje nutariau palikti: žiniasklaida pati parodė, kad mokslininkų vykdomus tyrimus priimame kaip savaime suprantamą dalyką ir kaip žavimės šios taisyklės išimtimis. *CNN* kanalo antraštė pasako viską: „Neprofesionali astronomė atranda unikalų „kosmoso vaiduoklį““. Koks didis susijaudinimas ir nuostaba, kad tokį svarbų astrofizinį atradimą galėjo padaryti ne mokslininkas!

Galaxy Zoo projektas ir *vurverpas* yra didesnės istorijos, kaip internetinės priemonės tolydžio keičia mokslo ir visuomenės santykį, dalis. Viena derlingiausių šio virsmo sričių yra pilietiškumo mokslas, tokiems projektams, kaip *Galaxy Zoo*, internete įdarbinant savanorius, kad šie padėtų daryti mokslinius atradimus. Pirmoje šio skyriaus dalyje nuodugniai nagrinėsime pilietiškumo mokslą ir pamatysime, kaip jis kinta, kas gali būti mokslininkas, ir kaip tai suteikia galimybių priimti naujų rūšių mokslo problemų sprendimus. Tačiau pilietiškumo mokslas nėra vienintelė sritis, kurioje internetinės priemonės keičia mokslo ir visuomenės santykį.

Antroje šio skyriaus dalyje pažvelgsime į kitas naujas institucijas, kurioms atsirasti padėjo internetinės priemonės, ir pasvarstysime, kaip šios institucijos gali pakeisti mokslo vaidmenį viešuosiuose debatuose ir priimant sprendimus. Ši diskusija galbūt atrodo mažai kuo susijusi su pagrindine šios knygos tema, nes tiesiogiai ji nėra susijusi su tuo, kaip mokslininkai daro atradimus. Tačiau per ilgą laiką šie visuomenės pokyčiai gali stipriai pakeisti kontekstą, kuriame mokslas yra kuriamas, ir todėl verta juos nuodugniai išnagrinėti. Visų pirma išsamiau pagvildenkime *Galaxy Zoo* projektą.

GRĮŽIMAS PRIE *GALAXY ZOO* PROJEKTO

> Galiu nuoširdžiai pasakyti, kad *Galaxy Zoo* projektas yra geriausia, ką gyvenime padariau... Nežinau tiksliai kaip, bet *Galaxy Zoo* kažkaip veikia žmones. Indėliai, tiek kūrybiniai, tiek akademiniai, kuriuos žmonės įnešė į forumą, yra stulbinantys, kaip spiralės vaizdas, ir niekuomet manęs nenuvylė.
>
> – Alisa Šepard (*Alice Sheppard*), savanorė *Galaxy Zoo* projekto vadovė

Galaxy Zoo projektas pradėtas 2007 m. dviejų Oksfordo universiteto mokslininkų: Kevino Šavinskio (*Kevin Schawinski*) ir Kriso Lintoto (*Chris Lintott*). Rašydamas disertaciją, pirmasis žiūrėjo į galaktikos nuotraukas. Galaktikos yra skirtingų dydžių ir formų, tačiau dauguma jų arba spiralinės, kaip Paukščių Takas, arba elipsinės – grubiai tariant, sferiniai žvaigždžių ir dujų kamuoliai. Paprasta išmintis – 2007 m. buvo aišku, kad daugelis elipsinių galaktikų žvaigždžių yra labai senos – jų amžius artėja prie 10 mlrd. m. Senstančių žvaigždžių spalva ir dydis dažnai kinta, jos tampa raudonais milžinais, dėl to daugelis elipsinių galaktikų turi raudonio atspalvį, palyginti su spiralinėmis galaktikomis, kurios yra jaunesnės, ir jas sudaro daugybė naujų mėlynų žvaigždžių.

K. Šavinskis įtarė: klaidingai manoma, jis manė, kad kai kurios elipsinės galaktikos nėra tokios senos, ir jose gali formuotis daugybė naujų žvaigždžių. Norėdamas patikrinti savo spėjimą, mokslininkas savaitę gilinosi į 50 tūkstančių galaktikų nuotraukas iš *SDSS* projekto, ieškodamas, kurios galaktikos yra elipsės, o kurios spiralės formos. Kaip jau minėjau pirmame skyriuje, žmonės vis dar geriau nei kompiuteriai atskiria elipsines galaktikas nuo spiralinių. Baigęs klasifikuoti, K. Šavinskis, naudodamas kompiuterinę programą, išanalizavo kiekvieną elipsinę galaktiką, norėdamas nustatyti, kokia jos dalis yra raudona ar mėlyna.

Kaip jis ir tikėjosi, rezultatai leido manyti, kad buvo klaidingai tvirtinama, jog kai kuriose elipsinėse galaktikose žvaigždės *tebesiformavo*. Deja, poveikis buvo silpnas, ir jis privalėjo išanalizuoti daug daugiau galaktikų, kad savo spėjimą galėtų patvirtinti. Laimei, kaip minėjome pastarajame skyriuje, *SDSS* tyrimas turi 930 000 viešai prieinamų galaktikų nuotraukų. Tai buvo daug žadantis, tačiau bauginantis šaltinis.

Pirmųjų 50 tūkstančių galaktikų klasifikavimas buvo herojiškos savaitės trukmės K. Šavinskio pastangos – suklasifikuoti 50 000 galaktikų per septynias dienas, kasdien dirbant 12 valandų, taigi vienai nuotraukai – 6 sekundės! Netgi dirbant tokiu neįtikėtinu greičiu, prireiktų daugybės mėnesių suklasifikuoti 930 000 galaktikų. Ir nėra jokios tikimybės, kad mokslininkas galėtų išlaikyti tokią pačią spartą. Netgi jei jis paskirtų didžiąją daugumą savo darbo laiko šiai klasifikacijai, tai truktų metų metus.

Vieną 2007 m. kovo dieną K. Šavinskis nuvyko į *Royal Oak* aludę Oksforde kartu su docentu mokslininku, neseniai atvykusiu į Oksfordą, K. Lin-

totu. Prie bokalo jie apsvarstė beprotišką *SDSS* projekto nuotraukų klasifikavimo idėją. Užuot klasifikavę patys, galbūt galėtų sukurti tinklalapį, kuriame prašytų plačiosios visuomenės narių jiems padėti. Mokslininkai privertė savo draugus, tinklalapių kūrėjus, padėti jiems sukurti tinklalapį, ir 2007 m. liepos 11 d. prasidėjo *Galaxy Zoo* projektas su skelbimu, praneštu *BBC* radijo 4-ojo kanalo laidoje *Today*.

Atsakas į *Galaxy Zoo* projekto skelbimą viršijo lūkesčius, ir dėl milžiniško ir staigaus lankytojų skaičiaus naujasis tinklalapis nustojo veikti. Per kitas šešias valandas *Galaxy Zoo* administratoriai dirbo iš peties, kad tinklalapis vėl pradėtų veikti. Savanoriai uoliai siūlėsi padėti dirbti, ir, baigiantis pirmai dienai, daugiau nei 70 tūkstančių galaktikų buvo suklasifikuojamos kas *valandą* – daugiau nei K. Šavinskis sugebėjo per visą herojišką savaitę.

Kiekvieną galaktiką nepriklausomai ištirdavo daugybė savanorių, tad *Galaxy Zoo* administratoriai galėjo automatiškai nustatyti ir pašalinti neteisingas klasifikacijas. Tai leido palyginti rezultatus su atidžiai atlikta astronomų profesionalų klasifikacija. Nors galaktikų klasifikavimo sparta po truputį lėtėjo, palyginti su buvusiu didžiausiu 70 000 per valandą tempu, pirmoji galaktikų klasifikacija *Galaxy Zoo* projekte buvo baigta jau po keleto mėnesių. Atsirado duomenų, kurių K. Šavinskiui trūko projektui užbaigti. Verdiktas: iš tikrųjų įprastinis suvokimas apie spiralines, jas priešpriešinant elipsinėms galaktikoms, klydo, ir kai kuriose elipsinėse galaktikose yra daugybė besiformuojančių žvaigždžių.

Galaxy Zoo projektas prasidėjo nuo K. Šavinskio klausimų, bet pamažu tinklalapis išsiplėtė ir sprendė daug platesnio pobūdžio klausimus. Daugybė atradimų buvo padaryta atsitiktinai, kai savanoriai pastebėdavo ką nors neįprasto nuotraukoje. Taip ir H. van Arkel atrado *vurverpą*.

Antras, sudėtingesnis, atsitiktinio atradimo pavyzdys yra pasakojimas apie „žirnelių“ galaktikas. Pilietiškumo mokslo potencialą ši istorija atskleidžia netgi geriau nei *vurverpas*, todėl ir papasakosiu ją. Atsitiktinai pastebėjau nuostabų straipsnį, kurį parašė viena iš *Galaxy Zoo* projekto savanorių Alisa Šepard; nuorodą į jį rasite knygos pabaigoje esančiose „Pastabose“.

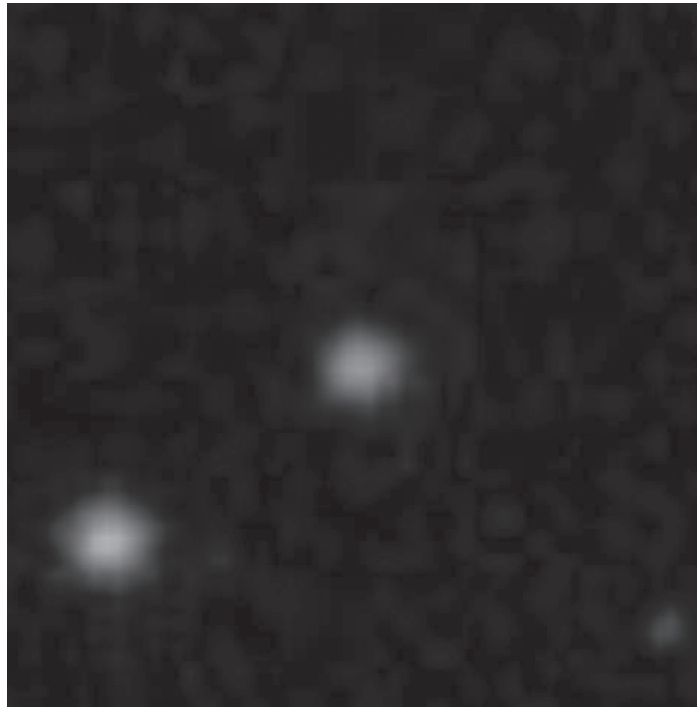
2007 m. liepos 28 d., praėjus dviem savaitėms po *Galaxy Zoo* projekto pirmojo atidarymo, *Galaxy Zoo* forume vartotojas, pasivadinęs *Nightblizzard* („Naktinė pūga“), įdėjo neapibrėžtos žalios galaktikos nuotrauką ir parašė, kad

galaktikoms būti žalios spalvos yra neįprasta. Po keleto savaičių, 2007 m. rugpjūčio 11 d., kažkas kitas atsiuntė keistos žalios galaktikos nuotrauką. Ji buvo neįprastai ryški, ir forumo vartotojas Pat paklausė, ar galaktika galėtų būti kvazaras. Niekas nežinojo.

Kitą dieną, rugpjūčio 12-ąją, trečias vartotojas – visur atsirandanti H. van Arkel – atrado dar vieną keistą žalią galaktiką. Tą galaktiką ji praminė „žirneliu“ ir įdėjo jos nuotrauką forume su žinute „Duokite žirneliui šansą!“ Kiti tinklalapio vartotojai buvo sužavėti ir pradėjo rinkti žirnelius iš savo nuotraukų ir juos dėti į forumo „žirnienę“. Per keletą mėnesių diskusija išsiplėtė. Iš pradžių žmonės daugiausiai talpino objektus ar juokavo žirnelių tema. Tačiau užduodavo ir mąslių klausimų. Kas tiksliai yra žirneliai? Kodėl niekas apie juos anksčiau negirdėjo? Vienas vartotojas pakomentavo: „Astronomijos kursuose jie kalba apie žvaigždes, galaktikas, ūkus, planetas ir t. t., tačiau niekad nemini žirnelių. Tai turėtų būti didžiulė astronomų profesionalų paslaptis. Jie, matyt, nori patys suvalgyti visus žirnelius.“

Iš pradžių žirnelių kolekcija tebuvo linksmas *Galaxy Zoo* savanorių užsiėmimas, bet, žirnelių kolekcijai augant, augo ir juos gaubianti paslaptis. Kai kurie, pasirodo, buvo įprastos žvaigždės ar ūkai, tačiau kelias žalias galaktikas vis dar gaubė paslaptis. Vartotojai nutarė – bandysiu apibūdinti trumpai – kai kurias žirnelių galaktikas supo neįtikėtinai karštos jonizuoto deguonies dujos. Galaktikai tai neįprasta. Kas tos mažos, žalios, ryškiai šviečiančios galaktikos, kurias supa karštas jonizuotas deguonis? Ir kodėl niekas apie jas negirdėjo?

Leiskite čia padaryti pauzę ir paaiškinti, kaip *Galaxy Zoo* vartotojai sugebėjo išsiaiškinti, kad žirnelius supo karštas jonizuotas deguonis. Tai įdomus mokslas, kuris rodo, kokie tapo rimti kai kurie vartotojai. Akivaizdu, jie negalėjo nustatyti deguonies buvimo apsilankydami vienoje iš galaktikų: tai nustatė, išmokę technikos, vadinamos spektrine analize. Mums nereikia gilintis į detales, kaip spektrinė analizė veikia, tačiau pagrindinė idėja yra gana paprasta. Ji pagrįsta vadinamuoju galaktikos spektru. Spektras rodo, kaip iš galaktikos sklindanti šviesa lūžta į skirtingas spalvas, sakykim, į šiek tiek raudonio, daug žalio ir lašo mėlyno. Iš tikrųjų spektras netgi gali parodyti (pavyzdžiui), kad šviesa yra keleto šiek tiek skirtingų žalios spalvos atspalvių mišinys, galima matyti, kokie tiksliai yra šie atspalviai ir jų proporcijos. Taigi spektras yra labai detalus ir tikslus galaktikos nuotraukų išskaidymo į skirtingas spalvas būdas.



7.2. PAVEIKSLAS. PIRMOSIOS ŽIRNELIŲ GALAKTIKOS, KURIAS ATRADO *GALAXY ZOO* PROJEKTO FORUMO NARYS NIGHTBLIZZARD („NAKTINĖ PŪGA“) 2007 M. LIEPOS MĖN. ŽIRNELIS YRA CENTRE. KAIP IR VISUS ŽIRNELIUS, JĮ GANA SUNKU APIBŪDINTI, IR JEI NESATE GERAI SUSIPAŽINĘ SU GALAKTIKOMIS, NORISI GALVOTI, KAD TAI TIK DAR VIENA ELIPSINĖ GALAKTIKA ARBA GALBŪT ŽVAIGŽDĖ. TAČIAU DAUGELIS *GALAXY ZOO* SAVANORIŲ TAPO GALAKTIKOS NUOTRAUKŲ ANALIZĖS EKSPERTAIS IR NETRUKUS SUPRATO, KAD ŽIRNELIAI YRA NEĮPRASTI. DĖKOJU SLOANO SKAITMENINĖS DANGAUS APŽVALGOS PROJEKTUI.

Galaktikos spektras yra svarbus, nes leidžia astronomams nustatyti galaktikos sąrangą. Gali atrodyti keistai, bet viskas gana paprasta: įkaitinta materija, sakykime, natris, pradeda švytėti tam tikru ypatingu spalvų mišiniu. Štai kodėl natrio gatvių žibintai šviečia labai savita geltona/oranžine spalva. Pasirodo, kiekviena medžiaga, ne tiktai natris, bet ir deguonis, vandenilis, anglis ir kitos medžiagos, turi savitą spektrą, t. y. jos švyti tam tikro mišinio spalvomis.

Medžiagos spektras yra kažkas panašaus į parašą, ir, atidžiai ieškant tokių parašų galaktikos spektre, įmanoma nustatyti galaktikos sandarą. Tai vienas įspūdingiausių mokslo atradimų: žiūrint į tolimo objekto spalvą, gali-

ma nustatyti jų sudėtį ir netgi karštumą, nes kaitinamos medžiagos spektras šiek tiek kinta. *SDSS* projektas pateikė kokybiškus spektrus visoms *Galaxy Zoo* projekto galaktikoms, ir, atidžiai žiūrėdami į žirnelių spektrą, *Galaxy Zoo* savanoriai nustatė, kad kai kuriuos žirnelius supo karštos jonizuoto deguonies dujos.

(Negaliu atsispirti nepaminėjęs nuostabaus fakto, kad helio medžiaga buvo atrasta naudojant spektrinę analizę! 1868 m. astronomai Pjeras Žiulis Sezaras Žansenas (*Pierre Jules César Janssen*) ir Džozefas Normanas Lokjeris (*Joseph Norman Lockyer*) nepriklausomai nustatė, kad Saulės spektro ypatybės nepanašios į jokios kitos medžiagos, kada nors matytos Žemėje. Jie padarė teisingą išvadą, kad matė pirmąjį naujos cheminės medžiagos ženklą. Tačiau turėjo praeiti beveik 30 metų, kol chemikas Viljamas Ramzis (*Wiliam Ramsay*) helį atrado Žemėje).

Aptarėme spektrinę analizę, o dabar grįžkime prie *Galaxy Zoo* projekto ir žirnelių paslapties. 2007 m. gruodžio 12 d. šios keistosios galaktikos patraukė *Galaxy Zoo* administratorių K. Šavinskį. Jis nutarė atidžiau pažiūrėti į žirnelius: atliko keletą testų ir greitai patvirtino, kad jos išties yra naujos rūšies galaktika.

Galite pagalvoti, kad astronomai profesionalai jau būtų toliau pasistūmėję ir perėmę projektą. Galų gale *Galaxy Zoo* projekto mėgėjai ką tik atrado visiškai naują galaktikos klasę! Tačiau profesionalai, taip pat K. Šavinskis, buvo užsiėmę kitais dalykais, įskaitant *Hanny vurverpą*, ir jie ne iš karto perėmė šį reikalą į savo rankas. O tai, kas įvyko vėliau, buvo įspūdingas mėgėjų kuriamas mokslas. Projekto pobūdį lėmė *Galaxy Zoo* projekto dalyvis Rikas Nouelas (*Rick Nowell*). Jis peržiūrėjo visas žirnelių nuotraukas *Galaxy Zoo* forume ir sistemiškai identifikavo 39 objektus, kurie, atrodė, gali būti nauja galaktikos rūšis.

R. Nouelo sąrašo įkvėpti, kiti taip pat pradėjo sudarinėti savo sąrašus ir diskutuoti, kokiais kriterijais reikėtų vadovautis, skiriant šią naują galaktikos rūšį nuo panašiai atrodančių objektų, sakykim, žaliųjų žvaigždžių. Projekto tonas pradėjo kisti, siekiant įsigilinti į pačią žirnelių paslapties esmę. Žmonės atrado raudonas galaktikas, turinčias panašias į žaliųjų žirnelių ypatybes, tačiau labiau nutolusias. Diskusija daugiau krypo į detalias galaktikų spektrų ypatybes, ir keletas *Galaxy Zoo* dalyvių tapo tikrais spektrinės analizės žinovais – paprastai šio pobūdžio žinios yra griežtai astronomų profesionalų kompetencija.

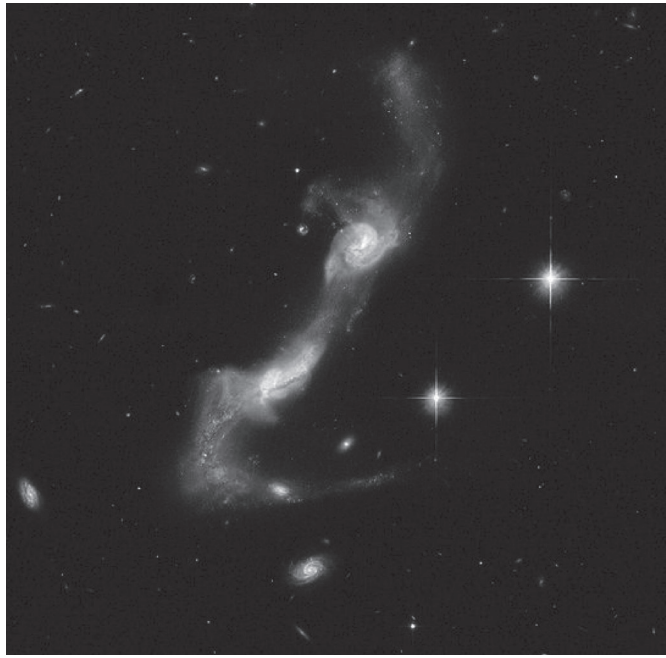
Pirmyn atgal judanti idėjų diskusija šiame etape pradėjo stebinti. Norėčiau ją aprašyti išsamiai, bet netgi santrauka būtų per ilga – ši knyga nėra apie tai, kaip atrasti ir suprasti naują galaktikos rūšį! Bet ši diskusija buvo ypač neįprasta stiliumi. Ji tokia, kad atpažintų bet kuris mokslininkas. Moksliniai atradimai dažnai prasideda nuo nedidelės paslapties, miglotų įtarimų ir pusiau įgyvendintų idėjų – lygiai kaip pradinis miglotas įtarimas, kad žirneliai galėtų būti naujos rūšies galaktika. Pradinis įtarimas palaipsniui išgryninamas. Naujos idėjos pasiūlomos, testuojamos, tobulinamos, kartais atmetamos. Dalyviai tampa apsėsti, jų įtarimams lėtai virstant konkrečiais, detaliais faktais.

Šį tyrimo procesą, pažįstamą kiekvienam mokslininkui, matome būtent *Galaxy Zoo* projekto diskusijoje apie žirnelius. Tai labai primena diskusijas, virusias Matematikų eruditų projekte. *Galaxy Zoo* dalyviai gali būti mėgėjai, apie astronomiją jie žino mažiau, nei daugelis matematikų eruditų apie matematiką. *Galaxy Zoo* projekto diskusijoje daugiau lengvabūdiškumo, tačiau, be skirtumų, tas pats vaisingas idėjų jausmas auga ir yra gryninamas dėl įsitikinimo, kad egzistuoja kažkas, ką reikia sužinoti, ir dėl užsispyrimo prisikasti iki paties dugno. *Galaxy Zoo* dalyviai neturi tokių kompetencijų, kaip kai kurie matematikai eruditai. Tačiau, nepaisant to, jie yra mokslininkai.

Galaxy Zoo projekto dalyviai, palaipsniui kurdami tikslesnius kriterijus, apibūdinančius žirnelių galaktikas, išmaniau surasdavo nuotraukas kandidates. Jie jau neberūšiavo *Galaxy Zoo* nuotraukų ranka – naudojo originalius *SDSS* tyrimo duomenis ir sukūrė subtilias duomenų bazės užklausas, kurios automatiškai naršė po visą *SDSS* projekto duomenų rinkinį, ieškodamos jų kriterijus atitinkančių galaktikų. Atrinktas nuotraukas savanoriai tuomet nuodugniai tyrė, ir buvo sudarytas apytikriai 200, tikėtina, naujos rūšies žirnelių galaktikos nuotraukų sąrašas.

Profesionalai su dideliu susidomėjimu stebėjo diskusiją, ir 2008 m. liepos pradžioje K. Šavinskis, tuo metu jau Jeilio universiteto docentas mokslininkas, ir studentė Karolina Kardamon (*Carolin Cardamone*) nutarė į ją įsitraukti. Bendradarbiaudami su *Galaxy Zoo* projekto dalyviais, jie pradėjo nuodugnią spektrinę žirnelių analizę, naudodami rinktinę kompiuterinę programinę įrangą. *Galaxy Zoo* projekto dalyvių pradėtą darbą baigė per 9 mėn.

Sudarytas žirnelių paveikslas parodė, kad jie išties yra naujos rūšies galaktikos – ypač kompaktiškos, mažesnės nei 10 proc. Paukščių Tako galaktikos



7.3. PAVEIKSLAS. DVI SUSILIEJANČIOS SPIRALINĖS GALAKTIKOS (ŽINOMOS KAIP UGC 8335). DĖKOJU: *NASA, ESA, THE HUBBLE HERITAGE (STSCL/AURA)-ESA/HUBBLE COLLABORATION* IR A. EVANS (VIRDŽINIJOS UNIVERSITETAS, CHARLOTTESWILLE/ NRAO/STONY BROOK UNIVERSITY).

masės ir labai greitai formuoja žvaigždes. Paukščių Takas sukuria tiktai vieną ar dvi, o žirneliai – daugiau nei 40 žvaigždžių kiekvienais metais, nors jos yra daug mažesnės galaktikos. Be to, yra išskirtinai ryškios, palyginti su jų dydžiu.

Žirneliai ir *vurverpas* yra tiktai du iš daugelio atradimų, kuriuos padarė *Galaxy Zoo* projektas. Kitas *Galaxy Zoo* projektas – susiliejančių galaktikų nuotraukų ieška (žr. nuotrauką). Susiliejimai galaktikoms yra labai svarbūs, todėl jie itin domina astronomus ir astrofizikus. Paukščių Takas šiuo metu jungiasi su keliomis nykštukinėmis galaktikomis, ir tikimasi, kad vieną dieną jis susilies su milžiniška Andromedos galaktika, šiuo metu nutolusia per 2 mln. šviesmečių.

Deja, nepaisant jų svarbos, susiliejančias galaktikas nėra taip lengva rasti, todėl daugelyje studijų apie susiliejimus pateikiami pavyzdžiai, kuriuos sudaro tiktai keletas dešimčių susiliejančių galaktikų. *Galaxy Zoo* susiliejimų projektas

greitai surado 3000 susiliejančių galaktikų – susiliejimų lobių skrynią ateities studijoms. Kiti objektai, kurių ieškojo *Galaxy Zoo* dalyviai, buvo gravitaciniai lęšiai (objektai, kurių sunkis iškreipia ir sufokusuoja šviesą iš toliau esančių objektų) ir porinės galaktikos (jos atrodo esančios viena ant kitos, bet iš tiesų viena galaktika yra daug arčiau). Yra netgi *vurverpo* projektas, ir *Galaxy Zoo* dalyviai surado keletą naujų *vurverpų*.

Galaxy Zoo projekto duomenimis buvo remiamasi, rašant 22 mokslinius darbus įvairiausiomis temomis, ir daug daugiau veikalų yra rašoma. Atradimai kartais yra laimingas atsitiktinumas, kaip *vurverpo* atveju, kartais pagrįsti sistemine analize, kaip susiliejimų projektas. Kartais po laimingo atsitiktinumo atliekama išsami sisteminė analizė, pavyzdžiui, žirnelių.

Vėlesni projektai *Galaxy Zoo 2* ir *Galaxy Zoo*: *Hubble* buvo pradėti ir teikia netgi dar išsamesnę informaciją apie kai kurias *SDSS* ir Hablo kosminio teleskopo stebėtas galaktikas. Kiti nauji projektai, sumanyti komandos, kuri pradėjo *Galaxy Zoo* projektą, apima *Moon Zoo*; jo tikslas – geriau suprasti mėnulio kraterius; Saulės audros stebėjimo projektą; tikslas – stebėti Saulėje vykstančius sprogimus. Vienas astronomų, dalyvavusių *Galaxy Zoo 2* projekte, Bobas Nikolas (*Bob Nichol*) iš Portsmuto universiteto, *Galaxy Zoo* priešpriešino kasdienei astronomijai:

> (Savo kasdieniame darbe) galiu užduoti klausimą: „Kiek galaktikų turi per jų vidurį einantį ruožą?“ ir pradėti per visą mano karjerą besitęsiančią iešką, siekdamas atsakyti į šį fundamentalų klausimą. Netgi galiu pasisamdyti keletą neturtingų magistro studentų, kad šie peržiūrėtų 50 000 galaktikų, norėdami atsakyti į šį klausimą (kaip jie padarė Kevinui!). Bet dabar, praėjus dviem dienom nuo (*Galaxy Zoo 2*) projekto pradžios, jau turime duomenų šiam klausimui spręsti, ir viskas vyksta šiek tiek per greitai tokiam senoliui kaip aš... Internetas akivaizdžiai yra revoliucinė šios astronomų kartos technologija... *Galaxy Zoo* projektas puikiai parodo, kokia galinga gali būti ši nauja priemonė, (kai) naudojama spręsti naujiems klausimams.

Panašiai kaip kompiuteris, *Galaxy Zoo* gali rasti modelius didžiuliuose duomenų rinkiniuose, kurie dėl savo dydžio yra už žmogaus suvokimo ribų.

Tačiau *Galaxy Zoo* gali aplenkti netgi kompiuterius, nes analizei gali panaudoti ir žmogaus intelektą, tokios rūšies intelektą, kuris sugeba atpažinti, kad *vurverpas* arba žirnelių galaktika kažkuo išsiskiria iš kitų, ir jas verta giliau panagrinėti. Todėl *Galaxy Zoo* projektas yra hibridas, sugebantis atlikti išsamią didžiulių duomenų rinkinių analizę, kurių neįmanoma išanalizuoti kitu būdu. Tai naujas būdas duomenis paversti žiniomis.

Galaxy Zoo administratoriai vis sutinka astronomų, kurie teigia, kad *Galaxy Zoo* galėtų padėti jų darbe, studijuojant plataus spektro astronomijos klausimus. *Galaxy Zoo* greitai tampa bendros paskirties platforma, vienijančia astronomus profesionalus ir suinteresuotus plačiosios visuomenės narius, kad šie kartu galėtų kurti mokslą.

KAI MĖGĖJAI KONKURUOJA SU PROFESIONALAIS

Pilietiškumo mokslas naudingas ne tik astronomijai. Viena didžiųjų neišspręstų biologijos problemų yra suprasti, kaip genetiniai kodai lemia organizmo formą. Žinoma, daug kartų girdėjome, kad DNR yra „gyvenimo planas“. Nors posakis ir yra girdėtas – visi geri posakiai virsta klišėmis – dar nereiškia, kad kiekvienas asmuo supranta, kaip DNR daro įtaką gyvenimui.

Įsivaizduokite, kad biologai niekada nebuvo matę dramblio straublio. Ar, pažiūrėję į dramblio DNR, jie galėtų pamatyti straublį, kitaip tariant, numatyti straublio buvimą, remdamiesi dramblio genetinio kodo grynai bazinių porų seka? Šiandien atsakymas į šį klausimą neigiamas; kaip DNR nulemia organizmo formą, yra viena iš biologijos paslapčių.

Norėdamas padėti atskleisti šią paslaptį, pilietiškumo mokslo projektas *Foldit* kviečia savanorius internete žaisti tokį kompiuterinį žaidimą: jie prašomi nustatyti, kaip DNR veikia molekules, vadinamas baltymais. Šis iššūkis gali pasirodyti labai nutolęs nuo galimybės numatyti dramblio straublio buvimą. Beje, jis išties *yra* labai nutolęs – tačiau tai yra labai svarbus žingsnis reikiama linkme, nes organizme baltymai atlieka daugelį pačių svarbiausių procesų.

Be mokslinio intereso, *Foldit* projektas taip pat yra įdomus tuo, kad parodo, jog labai sudėtingą darbą gali atlikti savanoriai. *Galaxy Zoo* projekto dalyviai daugiausia vykdė paprastas užduotis: nustatinėjo, ar galaktika yra spiralinė, ar elipsinė. *Foldit* projekto žaidėjai prašomi atlikti užduotis, kurios būtų

išbandymas biochemijos daktarui. Ir, kaip matysime, geriausi *Foldit* projekto žaidėjai šias užduotis įveikė neįtikėtinai gerai.

Prieš nuodugniai aptardami *Foldit* projektą, šiek tiek pakalbėkime apskritai apie baltymus. Biologai kaip apsėsti baltymų tyrimu, beje, dėl rimtos priežasties – baltymai yra molekulės, atliekančios daugumą funkcijų – nuo maisto virškinimo iki raumenų sutraukimo. Geras baltymo pavyzdys galėtų būti hemoglobino molekulė. Hemoglobinas yra viena iš pagrindinių sudedamųjų kraujo dalių – ši molekulė iš plaučių išnešioja deguonį po visą organizmą. Kita svarbi baltymų klasė – imuninės sistemos antikūnai. Kiekvienas antikūnas turi tik jam būdingą formą, kuri leidžia jiems prisikabinti prie virusų ir kitų įsibrovėlių į organizmą, ir imuninė sistema gali su jais kovoti.

Šiuo metu dar tik iš dalies suprantame, kaip DNR veikia baltymą hemoglobiną. Tvirtai žinome, kad tam tikros DNR atkarpos baltymus koduoja, t. y. aprašo konkretų baltymą. Taigi, pavyzdžiui, kažkur DNR yra baltymų kodavimo atkarpa, skirta koduoti hemoglobinui. Ta atkarpa yra ilga DNR bazių grandinė, kuri prasideda taip: CACTCTTCTGGT... Pasirodo, bus lengviau, jei tą bazių giją padalysime į mažesnes atkarpas iš trijų simbolių, kurios vadinamos kodonais: CAC TCT TCT GGT...

Kaip baltymai išsidėsto kiekviename tokiame kodone, esančiame DNR baltymų kodavimo atkarpoje, yra surašoma į atitinkamą aminorūgštimi vadinamo baltymo molekulę. Sakykim, pirmas hemoglobino kodonas – CAC – yra įrašomas į aminorūgštį histidiną. Neaiškinsiu, kas tiksliai histidinas yra arba ką jis daro – mums tai nėra labai svarbu; svarbu, kad bet kur hemoglobino (arba bet kurio kito baltymo) DNR sekoje atsiradęs CAC kodonas transkribuojamas į histidiną. Antras kodonas – TCT – transkribuojamas į aminorūgšties seriną ir t. t. Gautas baltymas yra grandinė, turinti visas tas aminorūgštis – taigi hemoglobinas yra grandinė, kurią sudaro histidinas, serinas ir t. t.

Taigi kol kas viskas puiku: DNR gali būti naudojama kaip baltymų gaminimo receptas. Tačiau baltymai nuo DNR skiriasi, nes kiekvienas jų turi tik jam būdingą formą, o DNR struktūra visiškai vienoda. Ta forma yra nepaprastai svarbi. Pavyzdžiui, kaip jau minėjau, antikūnai imuninėje sistemoje yra baltymai, o antikūno forma nulemia, prie kokio viruso jis gali prikibti. Vyksmas yra toks: kai DNR esanti informacija yra transkribuojama į aminorūgščių

formą baltyme, baltymas „susisuka“ į reikiamą formą. Kaip tas susisukimas vyksta, dar ne visai aišku, tačiau yra keletas pagrindinių patikrintų taisyklių, kurios padės bendrai suprasti, kas vyksta.

Kai kurios aminorūgštys mėgsta būti šalia vandens – jos vadinamos *hidrofilinėmis,* nuo graikiškų žodžių *hydro** ir *philia* – vanduo ir meilė. Kadangi ląstelėje baltymus supa vanduo, baltymas susisuks taip, kad hidrofilinės aminorūgštys išsidėstys išorėje, šalia vandens. Histidinas ir serinas – abu hidrofilinių aminorūgščių pavyzdžiai. *Hidrofobinės* aminorūgštys, priešingai, yra vandens nemėgstančios rūgštys – todėl jos bus susitelkusios baltymo viduje. Kartais šios tendencijos susikerta – kaimyninės aminorūgštys baltyme būna tiek hidrofobinės, tiek hidrofilinės – ir baltymas įgauna labai sudėtingą formą.

Gamta čia naudoja neįtikėtinai protingą triuką. DNR yra visiškai taisyklingas informacijos išdėstymas, dėl to lengva kopijuoti ir pakankamai paprasta ją transkribuoti į aminorūgštis, bet tuomet konkurencija tarp hidrofilijos, hidrofobijos ir kitų jėgų reiškia, kad baltymai gali susisukti į sudėtingas formas. Keičiant DNR, galima pakeisti aminorūgštis baltymo viduje, ir dėl to baltymo forma pakis.

Gudru yra tai, kad nuo taisyklingai išdėstytos DNR grandinės informacijos, kurią lengva kopijuoti, keliaujame prie daugybės galimų baltymo formų, kurios neatrodo labai lengvai kopijuojamos. Tai tarytum per kalkę kopijuotume namo projektą, ir nukopijuota versija kažkaip taptų mažyčiu namo modeliu. DNR ir baltymo ryšys yra gamtos būdas paversti lengvai pasiekiamu dalyku tai, kas atrodo esanti neįmanoma užduotis – nukopijuoti sudėtingas formas.

Tačiau šioje iš pažiūros suprantamoje istorijoje yra ir neaiškumų. Vien tik dėl to, kad žinome DNR seką, dar nereiškia, kad galime lengvai numatyti, kokią formą baltymas įgaus arba ką darys. Tiesą sakant, šiandien dar gana neaišku, kaip baltymai susiformuos. Visos struktūros – tikslios formos – žinomos tiktai 60 000 baltymų, nors ištirtos milijonų baltymų DNR sekos. Dauguma tų struktūrų buvo aptikta *rentgeno spindulių difrakcijos* metodu, kai rentgeno spinduliai nukreipiami į baltymą, ir bandoma išsiaiškinti jo formą, atidžiai žiūrint į rentgeno spindulių šešėlį.

Tai lėtas, brangus, ypatingo kruopštumo reikalaujantis darbas, o metodai tobulėja labai negreitai. Išties norėtųsi – tai greito ir patikimo būdo nustatyti

* Turi būti *hydor* (Red. past.)

formą, remiantis genetiniu apibūdinimu. Jei galėtume išmesti tą lėtą ir brangų rentgeno spindulių difrakcijos etapą, užuot žinoję 60 000, žinotume milijonų baltymų formas. Netgi – o tai dar svarbiau – toks metodas būtų nepaprastai galingas įrankis, kuris padėtų kurti norimų formų baltymus, pavyzdžiui, padėtų sukonstruoti antikūnus kovoti su ligomis.

Norėdami išspręsti baltymų formavimosi problemą, prognozuoti baltymų formą biochemikai ėmėsi kompiuteriais, remdamiesi genetiniu apibūdinimu. Prognozės daromos vadovaujantis idėja, kad baltymas galiausiai susiformuos į žemiausios energijos formą, kaip kamuolys nuriedės į lygumą, esančią tarp dviejų kalvų. Tam tereikia gero metodo, kuris padėtų atrasti baltymo mažiausios energijos formą.

Atrodo, visai įmanoma, tačiau praktiškai sunku patikrinti visas galimas formas, ieškant mažiausios energijos formos. Sunkumą lemia didžiulis skirtingų formų, į kurias baltymas potencialiai gali susiformuoti, skaičius. Paprastai baltymai turi šimtus ar netgi tūkstančius aminorūgščių. Norint nustatyti struktūrą, būtina žinoti tikslią kiekvienos tos aminorūgšties padėtį ir orientaciją.

Esant tokiam dideliam aminorūgščių skaičiui baltyme, galimų formų skaičius yra astronominis, daug didesnis, nei būtų įmanoma patikrinti netgi naudojant ypač galingą kompiuterį. Milžiniškomis pastangomis buvo ieškota protingų algoritmų, kad būtų sumažintas tikrintinų konfigūracijų skaičius, ir tie algoritmai gana sparčiai tobulėja, tačiau laukia dar ilgas kelias, kol kompiuterius bus galima panaudoti patikimam baltymo formų prognozavimui.

2007 m. biochemikas Deividas Beikeris (*David Baker*) ir kompiuterių grafikos mokslininkas Zoranas Popovičius (*Zoran Popović*), abu iš Vašingtono universiteto Sietle, sugalvojo, kaip geriau spręsti šią problemą: reikia sukurti kompiuterinį žaidimą – žaidėjui parodyti baltymą ir suteikti valdymo galimybes keisti jo formą vartant; stumdant aminorūgštis, ir t. t. Kai kurie žaidime esančių valdymų yra panašūs į biochemikų profesionalų naudojamas priemones. Kuo žemesnės energijos formą žaidėjas sukuria, tuo daugiau gauna taškų, todėl daugiausiai taškų surinkusios formos yra geri kandidatai į tikrąją baltymo formą. D. Beikeris ir Z. Popovičius tikėjosi, kad, naujausias kompiuterijos technikas sujungus su kompiuterinių žaidimų žaidėjų užsispyrimu ir sugebėjimu atrinkti modelius bei spręsti erdvinius uždavinius, tai bus geresnis baltymų formų nustatymo metodas nei tradiciniai.

Foldit projektą vertinau skeptiškai: pasirodė panašu į nuobodų mokomąjį kompiuterinį žaidimą, kokius mačiau vaikystėje mokykloje devintame praeito šimtmečio dešimtmetyje. Tačiau žaidimą parsisiunčiau ir ilgas valandas jį žaidžiau kelias dienas iš eilės. Tuo metu pasiteisinimas „atlieku tyrimą savo knygai“ greitai tapo eufemizmu „tai puikus būdas atidėti knygos rašymą“, ir aš prisiverčiau sustoti. Lig šiol šiame žaidime užsiregistravo daugiau nei 75 000 žmonių, kurie žaidžia, nes įdomu. Žaidimas įtikina ir užkrečia, kaip kad visi geri kompiuteriniai žaidimai: sunki, tačiau įmanoma užduotis, momentinis pasiekimų įvertinimas ir jausmas, kad visuomet esi tik per vieną žingsnį nuo rezultatų pagerinimo.

Tai toks pats užkrečiamas žaidimas, kaip ankstesniame skyriuje aptartame *MathWorks* konkurse, ir panašų jausmą patiria daugelis *Galaxy Zoo* projekto dalyvių. Be to, panašiai kaip ir *Galaxy Zoo* projektas, *Foldit* žaidimas turi gilią prasmę daugeliui žaidėjų. A. Einšteinas kartą pasakė, kodėl jį labiau domino mokslas nei politika: „Lygtys man daug svarbesnės, nes politika yra šiai dienai, o lygtys skirtos amžinybei.“.

Klasifikuojant galaktiką arba radus geresnį būdą baltymo formai sukurti, dedamas mažytis, tačiau akivaizdus indėlis į žmonijos žinias. Daugeliui dalyvių *Foldit* ir *Galaxy Zoo* nėra ydingas malonumas, kaip žaidžiant *World of Warcraft* ar kitus internetinius žaidimus – jie duoda kažką svarbaus visuomenei. Vienas geriausių *Foldit* žaidėjų, Aotearoa, rašė: „tai pats sudėtingiausias, įdomiausias, provokuojantis mąstyti, intensyvus, labiausiai užkrečiantis žaidimas, kokį tik žaidžiau“, ir teigė, kad jis suteikia žmonėms galimybę „pasiūlyti kažką veiksmingo pasauliui/visuomenei, sprendžiant vienas iš sudėtingiausių mįslių, užuot švaisčius laiką, žaidžiant „žaidimą“, kuris nesuteiktų tokio „atpildo“, kokį gauni kurdamas baltymų formas!“

Be individualios motyvacijos žaisti, *Foldit* žaidimas taip pat skatina žaidėjus prisidėti prie kolektyvinio problemos sprendimo. Internetiniame diskusijų forume ir vikižaidėjai dalijasi naujienomis ir aptarinėja savo baltymų formų kūrimo strategijas. Žaidimo programavimo kalba paprasta; žaidėjai ja gali sukurti programos vykdymo scenarijus – trumpas programėles – kurios žaidimo užduotis automatizuoja.

Tipiškas programos vykdymo scenarijus gali įgyvendinti baltymo formavimo tobulinimo strategiją arba nustatyti, kurią baltymo formos dalį reikia

tobulinti. Šimtai tokių programos vykdymo scenarijų buvo paskelbti viešai – tai rodo atviro duomenų šaltinio požiūrį į baltymo formų kūrimą. Daugelis žaidėjų dirba grupėmis, svarsto geriausias baltymo formų kūrimo strategijas. Nuveikti darbai matomi kaip žaidimo rezultatai – panašiai kaip ir *MathWorks* konkurse. Dalyvių dėmesį jie sutelkia ten, kur jis būtų naudingiausias: kai vienas iš daugiausiai taškų surinkusių žaidėjų duoda patarimų ar pateikia informacijos apie žaidimo strategijų scenarijų, kiti žaidėjai į tai atkreipia dėmesį. Žaidėjai labai skirtingi – nuo, kaip pats save apibūdino, „išsilavinusio kaimo Jurgio“ iš Dalaso, Teksaso valstijos, iki teatro kritiko iš Pietų Dakotos valstijos ir trijų anūkų močiutės, baigusios aukštąjį mokslą.

Kaip *Foldit* žaidėjams sekasi kurti baltymų formas? Kas dveji metai nuo 1994 vyko pasaulinio masto biochemikų konkursas, kuriame kompiuteriais dalyviai prognozavo baltymų struktūras. *CASP* (*Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction*; Kritinis baltymų struktūros prognozavimo metodų įvertinimas) konkursas yra labai svarbus mokslininkams, kurie prognozuoja baltymų struktūrą. Prieš konkursą *CASP* organizatoriai kreipiasi į institucijas, kurios nustato baltymų struktūrą tradiciniu rentgeno spindulių difrakcijos metodu, ir klausia jų, kokias baltymo struktūras jie tikisi įsisavinti per ateinančius keletą mėnesių. Tuomet nurodytus baltymus pateikia kaip *CASP* galvosūkius. Pradedantys nuo baltymą sudarančių aminorūgščių sekos, dalyviai yra prašomi prognozuoti struktūrą. Konkurso pabaigoje komandoms skiriamos vietos, atsižvelgiant į tai, kaip jų prognozės buvo arti tikrosios struktūros.

Foldit žaidėjai rungėsi abiejuose – 2008 ir 2010 – *CASP* konkursuose. Jie pasirodė ypač gerai: laimėjo vienas aukščiausių vietų daugelyje *CASP* užduočių. *Foldit* kūrėjas Z. Popovičius susumavo 2008 metų konkurso rezultatus: „*Foldit* žaidėjai pasirodė normaliai, tačiau ne geriau nei baltymų formavimo ekspertai, bandantys išspręsti tą pačią problemą, turėdami visas įmanomas priemones. Pasirodo, kad *foldit* pranoko visus visiškai automatizuotus tarnybinės stoties atsakymus“. Taigi mėgėjų komanda gali sėkmingai varžytis su geriausiais pasaulio biochemikais, turinčiais moderniausius kompiuterius.

Z. Popovičius man pasakė: „pagrindinis tikslas yra parodyti, kad ekspertai yra nedviprasmiškai blogesni nei plačioji visuomenė, sprendžianti šią užduotį [...] biochemijos mokslų daktaras nepasirenka savęs erdviniam samprotavi-

mui. Struktūros prognozavimas yra trimatės problemos sprendimas ir mažai kuo susijęs su biochemija“.

Iš tikrųjų netgi baltymų struktūros prognozavimo ekspertai paprastai praleidžia tiktai labai mažą savo darbo laiko dalį tiesiogiai prognozuodami baltymų struktūras. Ir nors jie turi profesionalių žinių, kokių mėgėjai neturi, bet dauguma tų žinių yra įkūnyta žaidimo procese. Tai sudaro gana vienodas galimybes, kad likęs profesionalių žinių skirtumas galėtų būti išspręstas didesniu *Foldit* žaidėjų atsidavimui. Tai simbiozė: profesionalai sukuria sisteminį supratimą, kuris sudaro žaidimo proceso pagrindą, o mėgėjai tada investuodami savo laiką į žaidimą suteikia meniškumo, kuris būtinas norint kuo geriausiai išnaudoti tą sisteminį supratimą.

PILIETIŠKUMO MOKSLAS ŠIANDIEN

Pilietiškumo mokslas nėra interneto eros išradimas. Daugelis ankstyvųjų mokslininkų buvo mėgėjai, dažnai užsiimantys mokslu kaip savo pomėgiu šalia jų pelningesnės profesijos, kaip astrologijos. Bet netgi tada, kai mokslas tapo profesionalus, kai kuriose jo srityse tebevyravo mėgėjai. Pavyzdžiui, daugelis geriausių kometų medžiotojų buvo mėgėjai astronomai, sakykim, Džonas Kaisteris Benetas (*John Caister Bennett*), valstybės tarnautojas Pietų Afrikos Pretorijos mieste, kuris XX a. atrado vieną įspūdingiausių kometų – 1968 metų didžiąją kometą, vadinamą Beneto kometa.

Nors pilietiškumo mokslas nėra naujas reiškinys, internetinės priemonės teikia galimybę jame dalyvauti daug daugiau žmonių – pagalvokite apie *Galaxy Zoo* projekto 200 000 dalyvių ir *Foldit* 75 000 dalyvių ir besiplečiantį mokslinio darbo, kurį žmonės gali atlikti, diapazoną. Norint būti kometų medžiotoju septintajame praeito amžiaus dešimtmetyje, jums būtų reikėję nusipirkti arba pasidaryti teleskopą, išmokti juo naudotis ir tuomet praleisti daugybę daugybę valandų stebint dangų. Norint patekti į mokslo pasaulį ir daryti nuolatinius indėlius į jį, reikėjo peržengti aukštus barjerus. O dabar prie *Galaxy Zoo* projekto arba *Foldit* galite prisijungti per kelias minutes. Klasifikuoti galaktikas įmanoma netgi savo išmaniajame telefone. Internetinės priemonės ne tik panaikino barjerus, bet ir teikia galimybę gauti subtilų interaktyvų mokymą, ir suvienija dalyvius į bendruomenes, kur jie gali vieni

iš kitų pasimokyti ir remti vienas kito darbą. Kaip viso to rezultatą matome pilietiškumo mokslo klestėjimą.

Vienas šio klestėjimo pavyzdžių – internetas pakeitė kometų medžiojimo pobūdį. 1995 m. Europos kosmoso agentūra ir *NASA* paleido į kosmosą erdvėlaivį *SOHO*, kurio tikslas yra daryti ypač geros kokybės Saulės ir jos artimiausių kaimynų nuotraukas. (*SOHO* – Saulės ir heliosferos observatorija). Pasirodo, šalia Saulės yra labai patogi vieta stebėti kometas iš dalies dėl to, kad jos labai gerai apšviestos, iš dalies dėl to, kad jų uodegas pailgina Saulės vėjas.

Paprastai tokių kometų nebūtų matyti nuotraukose dėl Saulės švytėjimo, tačiau vienas iš *SOHO* sumontuotų prietaisų yra specialiai skirtas blokuoti iš pagrindinio Saulės kūno sklindančiai šviesai, kad būtų įmanoma fotografuoti Saulės vainiką – plazminę „atmosferą“ iškart virš jos paviršiaus. *SOHO* komanda nutarė paskelbti jų darytas vainiko nuotraukas internete, ir daugelis kometų medžiotojų mėgėjų pradėjo naršyti po nuotraukas, ieškodami kometų. Labiausiai pasisekė vokiečiui mėgėjui astronomui Raineriui Krachtui (*Rainer Kracht*), kuris kiekvieną savaitę valandų valandas praleidžia labai labai atidžiai žiūrėdamas į *SOHO* darytas nuotraukas, tad jis tapo rezultatyviausiu kometų medžiotoju visoje istorijoje – iki šios akimirkos atrado daugiau nei 250 kometų, beveik vieną iš 15 kada nors atrastų kometų.

Kitas pilietiškumo mokslo pavyzdys yra *eBird* projektas, kurį vykdo Kornelio universiteto Ornitologijos laboratorija. *eBird* projektas prašo mėgėjų paukščių stebėtojų įkelti informaciją į tinklalapį apie jų matytus paukščius: kokių rūšių, kada ir kur juos matė. Susiejęs visus pateiktus stebėjimus, *eBird* projektas gali padėti suprasti apie pasaulio paukščių populiacijas.

Tai dar vienas pavyzdys, kai pilietiškumo mokslas kuriamas remiantis ankstesne tradicija – šį kartą bendradarbiaujant paukščių stebėtojams mėgėjams ir ornitologams profesionalams. Tačiau *eBird* projektas išsiplėtė į iki šiol neregėtą tokio bendradarbiavimo mastą – įkelta daugiau nei 30 mln. paukščių stebėsenos atvejų. Maždaug 2500 paukščių stebėtojų reguliariai įkelia informaciją į tinklalapį apie 50 ar daugiau stebėsenos atvejų, o tinklalapiu reguliariai naudojasi dešimtys tūkstančių žmonių. Surinkti duomenys gali būti panaudoti, pavyzdžiui, kurti diapazono žemėlapiams, kuriuose būtų vaizduojamas tam tikrų rūšių paukščių tankis įvairiose vietovėse. *eBird* projektui surinkus daugiau duomenų (projektas buvo pradėtas 2002 m.),

tokie diapazono žemėlapiai taps vis naudingesni nustatant, tarkim, klimato, šalimais gyvenančių žmonių skaičiaus pokyčių ir kitų aplinkosaugos veiksnių poveikį paukščiams.

Dar vienas pilietiškumo mokslo pavyzdys yra iš dinozaurų tyrinėjimo. Dauguma dinozaurų tyrinėjimų sutelkta tik ties viena ar keliomis suakmenėjusiomis iškasenomis. 2009 rugsėjį paleontologai Endis Farkas (*Andy Farke*), Metjus Vedelis (*Mathew Wedel*) ir Maikas Teiloras (*Mike Taylor*) sugalvojo kurti didžiulę duomenų bazę, kurioje būtų informacijos apie daugybę dinozaurų, duomenis imant iš šimtų ar net tūkstančių mokslinių traktatų. Jie vylėsi, kad, sukūrus tokią bazę, būtų galima atsakyti į daugelį naujų klausimų. Bet, užuot bazę kūrę patys, nutarė pasitelkti platesnės visuomenės žinias ir pastangas. Jie pradėjo Atvirą dinozaurų projektą, kviesdami žmones iš viso pasaulio, hmm, ieškoti veikalų apie dinozaurus.

Kaip jau rašiau, juos labiausiai domina dinozaurų galūnių matmenys. Jei savanoriai randa veikalą, kuriame nagrinėjamas, sakykime, *Stegosaurus* individas su dešiniu šlaunikauliu, kurio ilgis yra 1242 mm, jie turėtų įrašyti šiuos duomenis į duomenų bazę. Projektas jau sukūrė 1659 atskirų dinozaurų pavyzdžių matmenų sąrašą, prie kurio prisidėjo 46 asmenys, kurių daugelis yra mėgėjai. Jie viliasi, kad tai padės atsakyti į klausimus apie (pavyzdžiui) dinozaurų judėjimo evoliuciją.

Dar anksti kalbėti apie Atviro dinozaurų projekto sėkmę, ir nors duomenys renkami greitai, per anksti kalbėti apie tų duomenų naudą, tačiau tai dar vienas pavyzdys, kaip bendruomenė, susidedanti iš mėgėjų ir mokslininkų profesionalų, gali pasiekti geresnių rezultatų, nei bet kuri grupė, dirbanti atskirai.

Iš šių ir anksčiau minėtų pavyzdžių matyti, kaip pilietiškumo mokslininkai įneša savo indėlį į mokslą. Pilietiškumo mokslas gali būti galingas būdas tiek renkant, tiek analizuojant milžiniškus duomenų rinkinius. Tuose rinkiniuose pilietiškumo mokslų specialistai gali įžvelgti kažką neįprasto ir nelaukto, atrasti kažką tokio, kaip *vuverpą* ir žirnelius, padaryti atradimus, kuriems pastebėti būtų sunku sukurti kompiuterinę programą, todėl pilietiškumo mokslas papildo ankstesniame skyriuje aptarto duomenų valdomo intelekto priemones.

Pilietiškumo mokslininkai savo darbu gali simbiotiškai praplėsti ir tų priemonių galias, kaip tai įrodė *Foldit* žaidėjai savo meistrišku baltymų struk-

tūros prognozavimo priemonių naudojimu. Kito šios idėjos panaudojimo pavyzdys – kai *Galaxy Zoo* projekto administratoriai, remdamiesi neseniai *Galaxy Zoo* dalyvių atliktų galaktikų klasifikacijomis, mokė kompiuterį algoritmo, kuris turėjo atskirti spiralines ir elipsines galaktikas. Išankstiniai rezultatai daug žada: algoritmo atliktos klasifikacijos atitinka 90 proc. žmonių klasifikacijų.

Šis rezultatas yra įdomus iš dalies dėl to, kad dangaus apžvalgos ateityje, atliktos įrankių, sakykim, didžiuliu sinoptinės apžvalgos teleskopu (*LSST*, aptartas p. 110), pateiks žymiai daugiau duomenų nei netgi milžiniška *Galaxy Zoo* projekto savanorių minia pajėgtų išanalizuoti. Galbūt *LSST* gauti rezultatai pirmiausia bus išsiaiškinti paprašius mėgėjus išanalizuoti nedidelę duomenų dalį, o tuomet naudojant kompiuterinius algoritmus, išmokytus, remiantis mėgėjų analize, atlikti viso duomenų rinkinio klasifikaciją. Tokios galimybės, kaip šios, skatina didžiulį pilietiškumo mokslo projektų suklestėjimą, paprastiems žmonėms dalyvaujant moksliniuose tyrimuose, o to net nebuvo įmanoma įsivaizduoti anksčiau – viena karta atgal.

KIEK MOKSLO POKYČIŲ LEMS PILIETIŠKUMO MOKSLAS?

Tokie pavyzdžiai, kaip *Galaxy Zoo, Foldit* ir Atviras dinozaurų projektas, yra įdomūs ir geri. Tačiau mokslas yra labai platus, ir nors tikėtina, kad pilietiškumo mokslas sparčiai plėsis per ateinančius metus ir dešimtmečius, dar nereiškia, kad jis taps vyraujančiu mokslo kūrimo metodu. Nors panašūs į *Galaxy Zoo* projektai yra svarbūs, nėra visiškai aišku, ar jie yra įdomybės, ar platesnio mokslo pokyčio pranašai. Ar pilietiškumo mokslas kada nors darys platų ir lemiamą poveikį mokslo kūrimo procesui? Ar jo lemtis yra būti naudingam tiktai keliems konkretiems mokslams?

Atsakyti negaliu. Mes tik pradėjome nagrinėti, kaip internetinės priemonės gali praplėsti pilietiškumo mokslo daromą poveikį. Šiuo atveju viskas kitaip, nei ankstesniame skyriuje aptartų pokyčių požiūriu. Ten, kaip jau matėme, galingos naujos priemonės, skirtos prasmei žiniose rasti, jau kelia revoliuciją daugelyje mokslo sričių, o pilietiškumo mokslo perspektyvos ne tokios aiškios. Ir nors negalime būti tikri, kokia pilietiškumo mokslo svarba

bus ateityje, galime bent jau šiek tiek daugiau galvoti apie jo potencialą, kur jis galėtų būti taikomas, ir kokie galėtų būti jo apribojimai.

Dalis to potencialo yra sukurti pilietiškumo mokslą palaikančias ir skatinančias bendruomenes. Iki interneto atsiradimo daugelis pilietiškumo mokslų specialistų daugiausiai dirbo savarankiškai, neskatinami ir nekritikuojami kolegų. Šiandien padėtis keičiasi. *Galaxy Zoo* projekto forumuose matome bendruomenę, kur žmonės padeda vieni kitiems, palaikančią aplinką, kurioje jie gali mokytis ir tobulėti kaip astronomai, vietą, kur žmonės gali užduoti klausimus, ir kiti draugiškai į juos atsakys. Jie daug kartų kritikavo ir tobulino vienas kito idėjas, kuo žirneliai yra tokie unikalūs, kritikavo vieni kitus, dalijosi smulkmenomis apie problemas, pavyzdžiui, koks yra geriausias galaktikos spektro analizės būdas, arba kaip atlikti duomenų užklausas, kad žirneliai būtų automatiškai surasti *SDSS* duomenyse.

Kai esate tokios, kaip ši, bendruomenės dalis, nuolat gaunate grįžtamąją reakciją, kuri sako: „Ei, tai svarbu, tai išties daug ką *reiškia*“. Pagalvokite, kaip vaikai žaidžia futbolą arba beisbolą gatvėse ir parkuose – jei žaidžia nepailstamai, valanda po valandos, diena po dienos, palaipsniui tapdami geresne bendruomenės dalimi, kuri ne tik reikalauja iš jų geriausių rezultatų, bet ir užtikrina džiaugsmą juos pasiekus. Tai vyksta visose kūrybiškiausiose bendruomenėse.

Šios naujos rūšies bendruomenės kūrimas yra svarbus, bet šiandienos pilietiškumo mokslo projektai turi daug erdvės tobulėti. *Galaxy Zoo, Foldit* ir daugelis kitų pilietiškumo mokslo projektų dar nesukūrė tam tikrų struktūrizuotų plėtros ir vadovavimo ugdymui atspirties taškų, kaip mokslininkai profesionalai turi atspirties taškų, kurie padeda tiems mokslininkams įgyti platų žinių pagrindą, reikalingą daugeliui mokslinio darbo rūšių.

Bus įdomu stebėti pilietiškumo mokslo projektų vystymąsi. Ar išvysime veiksmingo mokymosi aplinką, vietą, kur mėgėjai gali tolydžio mokytis ir įgauti vis daugiau žinių? Ar matysime atsirandančias ugdomojo vadovavimo sistemas, suteikiančias žmonėms struktūrizuotą mokymosi būdą? Įsivaizduokite interneto bendruomenes, susibūrusias prie virtualiųjų seminarų serijų ir konferencijų, internetinių klausimų ir atsakymų sesijų ir diskusijos grupių. Šios ir kitos idėjos gali būti panaudotos kuriant reiklią ir naudingą internetinę bendruomenę, kuri remtų pilietiškumo mokslą.

Didžiausiuose pilietiškumo mokslo projektuose dalyvavo daugybė savanorių – *Galaxy Zoo* projektas surinko daugiau nei 200 000 dalyvių – ir galite galvoti, kažin ar dar liko vietos pilietiškumo mokslo augimui. Arba galbūt visuomenės apetitas pilietiškumo mokslui jau išseko? Egzistuoja viena teisinga nuomonė apie šiuos klausimus, kurią įkvėpė autoriaus Klėjaus Širkio (*Clay Shirky*) iš Niujorko universiteto atlikta panašių klausimų analizė Vikipedijai.

Iš pradžių bandykime išsiaiškinti apytikres bendrų pastangų, skirtų, pavyzdžiui, *Galaxy Zoo* projektui, apimtis. Iki šios dienos *Galaxy Zoo* projekto dalyviai atliko maždaug 150 mln. galaktikų klasifikacijų. Jei kiekviena klasifikacija trunka, sakykime, 12 sek., tai sudaro 500 000 darbo valandų – tiek, kiek įdarbinant 250 darbuotojų visu etatu metams! Nors tai įspūdingas darbo kiekis, tačiau visuomenės mastu tai tik lašelis vandenyne. Amerikiečiai praleidžia vidutiniškai 5 val. per dieną, žiūrėdami televizorių. Apskaičiavus metams, išeitų, kad žiūri daugiau nei 500 mlrd. val. Tai milijonas *Galaxy Zoo* projektų!

Pažvelkime į veiklą, kuri savo mastu artimesnė *Galaxy Zoo* projektui. Anglų futbolo klubo *Manchester United* stadione *Old Trafford* telpa 76 000 žiūrovų. Futbolo rungtynės trunka 2 val., įskaitant pertraukas ir žaidimo stabdymus, taigi žiūrovai praleidžia vidutiniškai 150 000 valandų iš viso, o tai sudaro beveik trečdalį laiko, kurį *Galaxy Zoo* dalyviai praleido, klasifikuodami galaktikas! Kitais žodžiais tariant, įsivaizduokite, kad užpildėte *Manchester United* klubo stadioną žmonėmis, kurie, užuot galėję žiūrėti futbolą, yra prašomi klasifikuoti galaktikas porą valandų. Jei tai padarytumėte tris kartus, tuomet apytiksliai pasiektumėte *Galaxy Zoo* projekto pastangų apimtis.

Žinoma, *Galaxy Zoo* projektas vyksta jau trejus metus iš eilės, o *Manchester United* klubas kasmet žaidžia dešimtis rungtynių namie. Taigi *Galaxy Zoo* projekto dalyviai nuo *Manchester United* klubo aistruolių demonstruojamo atsidavimo atsilieka žingsniu ar dviem. Artimesnis palyginimas – su daug mažesniu futbolo klubu, tokiu kaip *Bristol Rovers*, kuris sutraukia kelis tūkstančius aistruolių į kiekvienas rungtynes, žaidžiamas namie. Taigi pilietiškumo mokslas dar turi daug vietos augti!

K. Širkis sukūrė frazę „pažintinis perteklius“ laisvam visuomenės laikui ir energijai aprašyti – visas mūsų visų laikas, kai neatliekame savo pagrindinių gyvenimo pareigų – uždirbame pragyvenimui ar maitiname savo šeimas. Tai

laikas, skirtas laisvalaikio užsiėmimams: televizijos žiūrėjimui ar bendravimui su draugais, ar atsipalaidavimui užsiimant mėgstama veikla. Dažniausiai tokią veiklą vykdome individualiai arba mažomis grupėmis.

Internetinės priemonės leidžia lengvai koordinuoti sudėtingus kūrybinius projektus, vykdomus didelės grupės. Visuomet buvo įmanoma didelei žmonių grupei susirinkti futbolo rungtynėse, tačiau daug sunkiau suburti didelę grupę žmonių, kad ši kartu dirbtų, siekdama sudėtingo kūrybinio tikslo.

Vienas iš būdų yra sumokėti tiems žmonėms, kad šie susiburtų ir sukurtų hierarchiją, skirstomą į vadovus ir pavaldinius. Tokį reiškinį vadiname bendrove arba ne pelno organizacija, arba vyriausybe. Tačiau be pinigų sunku išlaikyti tokius sudėtingus kūrybinius projektus. Internetinės priemonės stipriai palengvina šios sudėtingos koordinacijos vykdymą, netgi nesiūlant pinigų kaip motyvacijos šaltinio, kaip K. Širkis poetiškai rašė:

> Mes esame pripratę prie pasaulio, kur smulkmenos vyksta dėl meilės, o dideli dalykai vyksta už pinigus. Meilė skatina iškepti pyragą, o pinigai – sudaryti enciklopediją. Tačiau dabar galime daryti didžius dalykus iš meilės.

Galaxy Zoo ir *Foldit* projektai būtent tai ir daro, visuomenės pažinimo perteklių panaudodami spręsti mokslinėms problemoms.

Kiek visuomenės pažintinio pertekliaus bus panaudota pilietiškumo mokslui vykdyti? Šiandien neįmanoma atsakyti. Pilietiškumo mokslas yra dar ankstyvojoje didžios plėtros, kuriai vykti galimybes sudarė internetinės priemonės, stadijoje. Kaip toli jis išsiplės, priklausys nuo vaizduotės mokslininkų, siūlančių naujus susijungimo su pasauliečiais būdus, skatinančius juos ir padėsiančius įnešti indėlius, kurie jiems atrodytų prasmingi.

Šią mintį galima suprasti, pažvelgus į vieną produktyviausių *Galaxy Zoo* projekto dalyvių, Aidą Berges (*Aida Berges*). Ši 53 metų niekur nedirbanti dviejų vaikų motina iš Dominikos Respublikos dabar gyvena Puerto Rike. Ji klasifikuoja šimtus galaktikų kiekvieną savaitę ir jau suklasifikavo daugiau nei 40 000. A. Berges ieškojo žirnelių, *vurverpų*, susiliejančių galaktikų ir daugelio kitų dalykų. Ji atrado dvi supergreitas žvaigždes, kurios juda tokiu dideliu greičiu, kad, galima sakyti, palieka mūsų galaktiką. Iš viso buvo atrasta mažiau

nei 20 tokių žvaigždžių. Ponia Berges prie *Galaxy Zoo* projekto prisidėjo, perskaičiusi apie jį internete, ir apie savo patirtį sakė: „mano gyvenimas neatpažįstamai pasikeitė [...] tai kažkuo priminė grįžimą namo."

Cinikai pasakys, kad daugelis žmonių nėra tokie protingi ar suinteresuoti, kad galėtų įnešti savo indėlį į mokslą. Aš tikiu, kad tokie projektai, kaip *Galaxy Zoo* ir *Foldit*, parodė, kad jie klysta. Daugelis žmonių yra daugiau nei pakankamai protingi, kad galėtų įnešti indėlį į mokslą, ir daugelis jų suinteresuoti. Trūksta tik priemonių, padėsiančių jiems susijungti su moksline bendruomene tokiu būdu, kad jiems būtų leista įnašą padaryti. Šiandien tokias priemones galime sukurti.

KEIČIANT MOKSLO VAIDMENĮ VISUOMENĖJE

1955 m. Džonasui Salkui (*Jonas Salk*) paskelbus apie poliomielito skiepus, jie greitai imti plačiai naudoti turtingose pažangiose šalyse, ir poliomielito susirgimų skaičiai staigiai krito. Tačiau besivystančiose šalyse padėtis buvo kitokia: 1988 m. poliomielitu buvo užsikrėtę apie 350 000 šio pasaulio žmonių. Tais metais Pasaulinė Sveikatos Organizacija (PSO) nusprendė pradėti pasaulinę iniciatyvą, siekdama šią ligą išnaikinti. Ji pasiekė staigią pažangą, ir jau 2003 m. visame pasaulyje buvo užfiksuoti tik 784 nauji susirgimo atvejai, daugelis jų – tik keliose valstybėse.

Blogiausia padėtis buvo Nigerijoje – užfiksuota beveik pusė (355) naujų susirgimo atvejų. PSO nutarė joje pradėti didžiulę skiepų programą, tačiau iniciatyvai trukdė politiniai ir religiniai lyderiai trijų šiaurinių Nigerijos valstijų – Kano, Zamfaros ir Kadunos – kuriose gyvena 18 mln. gyventojų. Šių valstijų lyderiai įspėjo, kad skiepai gali būti užkrėsti medžiagomis, sukeliančiomis ŽIV/AIDS ir nevaisingumą, ir liepė tėvams neleisti savo vaikų skiepyti.

Kano vyriausybė savo pasisakymą prieš skiepus apibūdino kaip „mažesnę iš dviejų blogybių, geriau paaukoti du tris, keturis, penkis ar netgi dešimt vaikų poliomielitui, nei leisti šimtams tūkstančių ar netgi milijonų mergaičių tapti nevaisingoms". Galingos Kano valstijos Šarijos aukščiausios tarybos vadovas teigė, kad skiepai nuo poliomielito yra „sugadinti ir sutepti piktadarių iš Amerikos ir sąjungininkų iš Vakarų". Kano valstijoje skiepijimas buvo sustabdytas ir užfiksuotas poliomielito susirgimo atvejų protrūkis, kuris išsiplėtė į aštuonias kaimynines šalis, todėl 1500 vaikus suparalyžiavo.

Poliomielito skiepai yra toli gražu ne vienintelis pavyzdys, kai gerasis mokslas nebūtinai priveda prie gerų visuomenės sveikatos rezultatų. Jungtinėje Karalystėje tymų, kiaulytės ir raudonukės skiepų skaičius staigiai nukrito šio amžiaus pirmajame dešimtmetyje po to, kai 1998 m. prestižiniame medicinos žurnale *The Lancet* buvo paskelbtas spėjimas, kad skiepai gali sukelti vaikų autizmą. (Traktato metodai turėjo ydų, ir vėliau žurnalas bei daugelis autorių šią prielaidą paneigė.) Tariamasis skiepų ir autizmo ryšys tapo plačiai aptarinėjamu klausimu Jungtinėje Karalystėje, kur ministras pirmininkas T. Bleiras viešai rėmė skiepus, tačiau atsisakė patvirtinti, ar jo sūnus Leo buvo paskiepytas. Skiepų rodiklis nuo 92 nukrito iki 80 proc. Tai gali atrodyti kaip nedidelis skaičiaus mažėjimas, tačiau susirgimų tymais skaičius ženkliai šoktelėjo į viršų – 17 kartų tik per kelerius metus.

Norint suprasti, kodėl susirgimų tymais skaičius buvo toks didelis, ir kodėl skiepijimo rodiklių sumažėjimas yra toks svarbus, atkreipkite dėmesį, kad žmonių, kurie *nebuvo* paskiepyti, skaičius išaugo nuo 8 iki 20 proc. Apytikriai tai reiškė, kad kiekvienas užsikrėtęs tymais žmogus bendrautų su 2,5 karto daugiau ligai imlių žmonių nei anksčiau. Ir jei bet kuris iš jų užsikrėstų, tai savo ruožtu reikštų, kad jie bendrautų su 2,5 karto daugiau ligai imlių žmonių nei anksčiau. Ir t. t. Štai kodėl netgi mažas skiepų rodiklių sumažėjimas gali sukelti didžiulį susirgimų skaičiaus augimą.

Nepaisant skiepų nesėkmių, visuomenė dažnai atlieka gerą darbą, mokslą paversdama į ką nors socialiai gera. Pavyzdžiui, rinkos ir verslininkystė yra galingos institucijos, kurios dažnai padeda paversti mokslą prekėmis, gerinančiomis mūsų gyvenimą. Pagalvokite apie lazerių kūrimą. Kai lazeriai buvo išrasti, daugelis žmonių juos laikė žaisliukais, turinčiais labai ribotas panaudojimo galimybes. Tačiau verslininkai sugalvojo genialius lazerių panaudojimo būdus nuo filmų rodymo (DVD) iki lazerinės regos koregavimo operacijos. Kaip visuomenei, mums sekasi, labai sekasi mokslą panaudoti naujų produktų kūrimui, kad šie galėtų būti tiekiami į rinką.

Ir nors gerai sekasi perkelti mokslą į rinką, daug sunkiau sekasi perkelti mokslą į visuomenės politiką. Rinkoje kiekvienas gali pats nuspręsti, ar jie nori naudoti produktą, ar ne. Jei lazerinė akių chirurgija kelia šiurpą, niekas neverčia ja naudotis. Tačiau politiniai sprendimai, pavyzdžiui, ar vaikų skiepijimas turėtų būti privalomas, dažnai yra kolektyviniai. Jie negali būti priimti pavieniui, kaip rinkoje, jiems privalo pritarti dauguma, kad būtų veiksmingi.

Kai mokslininkai atranda ką nors su stipriomis politinėmis pasekmėmis, sakykime, kad žmonių veiklos nulemtas anglies dioksido išmetimas į aplinką veda prie šiltėjančio pasaulinio klimato – tuomet daugeliu atvejų jie laikomi kaip dar viena suinteresuota grupė, bandanti daryti įtaką vyriausybei. Tačiau mokslas nėra tik suinteresuota grupė. Tai pasaulio suvokimo būdas. Geriausiu atveju mūsų valdančiosios institucijos įtrauktų mokslo būdu įgytas žinias į valstybinę politiką – kad ir kokios netobulos, neapibrėžtos ir laikinos tos žinios būtų, tačiau šiandieninėse demokratinėse valstybėse taip nevyksta. Tai mokslo problema demokratijoje.

Aš nežinau, kaip spręsti skiepų, arba, nekalbant abstrakčiai, mokslo demokratijoje problemą. Kalbu apie šias problemas, nes jos yra konkretūs šiuo metu mokslo atliekamo vaidmens mūsų visuomenėje kritinių ydų pavyzdžiai. Daugeliu atvejų tokie pokyčiai vyksta tik labai lėtai, ir todėl labai norisi tą vaidmenį priimti kaip savaime suprantamą, vertinti kaip natūralią reikalų būseną. Tačiau iš tikrųjų dabartinė reikalų padėtis visiškai nėra natūrali: mokslo vaidmuo iš esmės skyrėsi įvairiose visuomenėse ir skirtingu laiku – pagalvokime, pavyzdžiui, apie visuomenes, kuriose mokslinė mintis buvo visiškai draudžiama.

Istoriškai didžiulius mokslo svarbos pokyčius dažnai lėmė naujos technologijos, kurios sudarydavo galimybes atsirasti naujoms institucijoms. Pagalvokite apie spausdinimo mašinos svarbą, – juk ji paskatino Renesanso, Reformacijos ir Švietimo epochų galias. Mes galime pakeisti mokslo vaidmenį visuomenėje, jei pakeisime institucinius atsakymus į pagrindinius klausimus, pavyzdžiui: „Kas mokslą finansuoja?“ arba „Kaip mokslas yra įtraukiamas į vyriausybės politiką?“ arba netgi „Kas gali būti mokslininkas?“

Kalbėdami apie konkretų pavyzdį, kaip institucijos veikia mokslo atliekamą vaidmenį, grįžkime prie rinkos sistemos. Rinkos svarbą mokslo atliekamam vaidmeniui aiškiai rodo tai, kas vyko, kai rinka buvo draudžiama Sovietų Sąjungoje. Nors Sovietų Sąjunga turėjo vieną geriausių mokslinių tyrimų sistemų pasaulyje, bet neturėdama rinkos sistemos, beveik neturėjo galimybės pateikti mokslinius atradimus savo piliečiams.

Kitas institucijų galios pavyzdys: kaip privalomojo švietimo įvedimas padidino bendrą mokslinį raštingumą. Nors tradicinis daugelio grupių protas skundžiasi mokslinio raštingumo standartais, pagal istorinius standartus mes gyvename pažangiame amžiuje. Tiek rinka, tiek mokyklos atlieka siejamąjį

vaidmenį, sujungdamos mokslą su visuomene tokiu būdu, kuris atneša daug socialinės naudos.

Kaip paskutinį paminėsiu neigiamą pavyzdį. Pagalvokite apie ankstyvosios krikščionių Bažnyčios vykdytą mokslo slopinimą. Tai tęsėsi daugiau kaip tūkstantmetį, nuo tada, kai krikščionis imperatorius Justinianas uždarė Akademiją Atėnuose 529 m. e. m. iki G. Galilėjaus teismo ir namų arešto 1633 m.

Keisdami mūsų visuomenės institucijas, galime radikaliai pakeisti mokslo vaidmenį visuomenėje ir galbūt išspręsti kai kurias svarbiausias jos problemas. Norint tai atlikti, prireiks vaizduotės ir valios išrasti naujus institucinius procesus, kurie spręstų tokias problemas, kaip skiepų arba mokslo demokratijoje problemą. Gali atrodyti neįmanoma institucijas pakeisti tokiu būdu. Daugeliu atvejų institucijos kinta, tik labai lėtai. Tačiau šiandien dar ne tas laikas. Internetinės priemonės yra institucijas kuriančios mašinos. *Galaxy Zoo,* Vikipedija ir *Linux* įrodo, kaip pasidarė daug lengviau kurti institucijas, netgi radikaliai naujo pobūdžio.

Tuo pačiu metu internetinės priemonės keičia esančias institucijas – pagalvokite apie tradicinių muzikos ir laikraščių kompanijų žlugimą per pastaruosius dešimt metų ir tolydų naujų modelių atsiradimą jų vietoje. Taigi gyvename labai įdomiu istorijos laikotarpiu, kai daug lengviau sukurti naujas institucijas ir perkurti gyvuojančias. Tai nereiškia, kad galime lengvai išspręsti, sakykim, skiepų problemą, bet turime galimybę kitaip įsivaizduoti ir iki tam tikro lygio naujoviškai kurti mokslo vaidmenį visuomenėje.

Mes jau pradedame matyti, kaip tai vyksta pilietiškumo mokslo projektuose, *Galaxy Zoo* ir *Foldit* demonstruojant, kaip internetinės priemonės gali būti naudojamos keisti kažką fundamentalaus – kas gali būti mokslininkas. Toliau šioje dalyje aptarsime kitus būdus, kaip internetinės priemonės keičia mokslo atliekamą vaidmenį visuomenėje: kaip jos tobulina visuomenės prieigą tiek prie mokslo rezultatų, tiek prie pačių mokslininkų.

ATVIRA PRIEIGA

Įsivaizduokite, kad esate moteris ir nuėjote pas gydytoją įprastam patikrinimui mamograma, o jis pranešė netikėtą ir baisią žinią – sergate ankstyvosios stadijos krūties vėžiu. Nusiminusi einate namo ir pradedate planuoti, kaip

su liga kovosite. Nutariate, kad visų pirma privalote daugiau apie ją sužinoti. Skaitote internete ir sužinote daugybę naudingos informacijos iš tinklalapio cancer.gov, kurį tvarko JAV Nacionalinis vėžio institutas. Tačiau po kurio laiko visa įžanginė informacija, kurią randate internete, pradeda kartotis. Jūs norite rasti naujausių žinių apie daugiau žadančius tyrimus.

Draugė pamini, kad *Google* turi specialią ieškos sistemą – *Google Scholar* – kuri skirta mokslinės literatūros ieškai, ir kur galima rasti geriausius ir naujausius veikalus apie krūties vėžį. Atsidarote ieškos sistemą, įvedate „krūties vėžys“ ir aptinkate tūkstančius veikalų. Nuostabu! Netgi geriau – *Google Scholar* surikiuoja ieškos rezultatus į eilę pagal *Google* įvertintą svarbą.

Jūs norite parsisiųsti dokumentą, esantį pačiame *Google* sąrašo viršuje, bet sužinote, kad privalote sumokėti 50 dolerių. „Nieko tokio, – pagalvojate. – Sugrįšiu prie šio dokumento vėliau“. Tačiau kai pažiūrite į antroje vietoje esantį dokumentą, sužinote, kad už jį prašoma sumokėti 15 dolerių. Ta pati situacija kartojasi su trečiu veikalu, tačiau jo leidėjas drovisi pasakyti kainą iškart, todėl iš pradžių prašo užsiregistruoti jo tinklalapyje.

Jums toliau naršant po rezultatus, mokesčių modelis kartojasi, ir jūsų džiaugsmas virsta piktu netikėjimu. „Bet, samprotaujate, kiekvienais metais išleidžiant dešimtis milijardų dolerių mokesčių mokėtojų pinigų moksliniams tyrimams, turėtų būti leidžiama bent jau pamatyti tų tyrimų rezultatus?!“ Antra vertus, krūties vėžys yra rimta liga, ir jaučiate pagundą pyktį nuryti ir sumokėti prašomus mokesčius. Tačiau čia tūkstančiai dokumentų. Jokiais būdais jūs negalite sumokėti netgi už mažytę jų dalį.

Tradiciniai moksliniai leidiniai pagrįsti mokėjimo už prieigą modeliu. Daugeliu atvejų tai veikia labai panašiai, kaip žurnalų verslas, ir yra daug mažesnis skirtumas, nei galvotumėte apie pirmaujantį mokslinį žurnalą, pavyzdžiui, *Physical Review Letters* ir *Time,* ir *People* žurnalus. Kaip ir žurnalai, moksliniai leidiniai yra straipsnių rinkiniai, bet, užuot juose aptarinėjus naujienas, politiką ir įžymybes, žurnalų straipsniuose rašoma apie mokslinius atradimus. Žurnalai gali neturėti prašmatnių viršelių ir reklamos, daugumos jų nerasite savo vietiniame spaudos kioske, bet tiek moksliniai, tiek gyvenimo būdo žurnalai daugiausia uždirba iš skaitytojų apmokestinimo. Metinis žurnalo abonementas gali atnešti šimtus ar netgi tūkstančius, ar netgi dešimtis

tūkstančių dolerių pajamų. Ir, kaip ką tik matėme, žurnalai pasipildo savo pajamas, vienkartinę prieigą prie savo tinklalapio apmokestindami paprastai 10–50 JAV dolerių.

Abonementu pagrįstas verslo modelis mokslinių veikalų leidėjų naudojamas jau šimtus metų. Šitas modelis gerai tiko tiek mokslui, tiek visuomenei. Tačiau internetas leidžia pereiti prie naujo modelio – *atvirosios prieigos* prie mokslinių traktatų, kur jie gali būti parsisiųsti nemokamai. Tai dalis praeitame skyriuje aptarto pokyčio, viso pasaulio mokslinėms žinioms palaipsniui tampant prieinamoms internete. Tačiau įspėjame: šiuo metu daugelis medžiagos yra prieinama tik *mokslininkams.* Būtent mokslininkai dažnai dirba universitetuose, kurie turi tūkstančių mokslinių žurnalų abonementų. Mokslininkas gali nemokamai parsisiųsti daugelį straipsnių apie krūties vėžį ar bet kokį jų norimą dalyką, o kiti žmonės privalo už tai susimokėti.

Tai tarytum žmoniją skirianti siena. Vienoje jos pusėje yra daugiau nei 99 proc. žmonių, kitoje – pasaulio mokslinės žinios. *Atvirosios prieigos judėjimas* tą sieną bando nuversti. Kaip pilietiškumo mokslas keičia, kas gali būti mokslininkas, taip ir atvirosios prieigos judėjimas keičia, kas gali prieiti prie mokslo rezultatų.

Vienas iš pagrindinių atvirosios prieigos judėjimo pasiekimų yra populiarus tinklalapis, žinomas kaip fizikos *preprint arXiv* (tariamas kaip *archive*). *Preprint* yra mokslinis, dažnai beveik parengtas veikalas, teikiamas moksliniam žurnalui peržiūrėti ir leisti. Galite atsidaryti *arXiv* jau dabar ir pamatysite šimtus tūkstančių iki vienos minutės senumo pasaulio fizikų juodraštinių traktatų, kuriuos visus galima parsisiųsti nemokamai.

Norite sužinote, ką S. Hokingas galvoja apie šias dienas? Nueikite į *arXiv*, įveskite „Hawking“ ir galėsite perskaityti paskutinį jo veikalą – ne tai, ką jis parašė prieš keletą metų ar dešimtmečių, bet tai, ką baigė vakar arba praeitą savaitę, arba praeitą mėnesį. Norite sužinoti pastarąsias gamtos fundamentalių dalelių ieškos naujienas iš didžiojo hadronų priešpriešinių srautų greitintuvo (*Large Hadron Collider (LHC))?* Nueikite į *arXiv,* įveskite *LHC* ir gausite stulbinamą šūsnį popierių.

Jei jums patinka stebinti žmones, tai galite padaryti kokteilių vakarėlyje tokiu pašnekesiu: „Taigi, ar girdėjote naujienas apie *LHC* Higso dalelių medžioklę? Pasirodo...“ Žinoma, skaityti nelengva. Daugelį darbų parašė fizikai

fizikams, ir jie gali būti labai techniniai, bet netgi labiausiai techniniai veikalai dažnai turi intriguojančius aukso grynuolius, kurie suprantami netgi ir paprastam žmogui.

Tinklalapis *arXiv* dirba taip: fizikas, baigęs naujausią veikalą, atsidaro *arXiv* tinklalapį ir įkelia savo darbą. Moderatoriai greitai patikrina, kad medžiaga nebūtų netinkama – neišvysite *Viagros* reklamos ar daugybės akivaizdžiai kvailų darbų. Po kelių valandų įkelti veikalai atsiranda tinklalapyje, iš kur kiekvienas vartotojas iš bet kurios pasaulio šalies juos gali parsisiųsti ir skaityti. Daugelis fizikų pateikia savo darbus *arXiv,* kai tik jie yra baigti, ir daug anksčiau, nei bus išspausdinti tradiciniame moksliniame žurnale.

Daugiau nei pusė visų fizikos veikalų atsiranda *arXiv*, o kai kuriose fizikos posrityse šis skaičius yra lygus 100 proc. Daugelis fizikų pradeda savo darbo dieną tikrindami *arXiv* ir ieškodami, kas atsirado per naktį. Tai radikaliai pakeistas fizikos mokslas, kur moksliniais atradimais galima dalytis žymiai greičiau. Tuo pat metu daugelį žmonijos turimų žinių apie fiziką *arXiv* pavertė laisvai prieinamomis kiekvienam, turinčiam interneto prieigą. Nesvarbu, ar jus domina fizika, ar ne, bet tai didelė nauda visuomenei, nes šios žinios yra laisvai prieinamos verslininkams ir inžinieriams, žurnalistams ir studentams, ir daugeliui kitų, kurie gali iš to gauti naudos, bet kurie anksčiau šia galimybe pasinaudoti negalėjo.

Tinklalapis *arXiv* yra vienas didžiausių atvirosios prieigos judėjimo pasiekimų. Tačiau daugelyje mokslo sričių – medicinoje, klimatologijoje ir aplinkosaugoje – mokslinės žmonijos žinios vis dar daugiausia prieinamos tiktai mokslininkams ir tiems, kas pasirengę mokėti už prieigą. Dėl šios priežasties iš dalies ir paskatintos *arXiv* sėkmės, keletas organizacijų kuria atvirą prieigą prie kitų mokslų duomenų.

Kaip pavyzdį galima paminėti Atvirąją mokslo biblioteką, arba *PLoS*. Įkurtas 2000 m., *PLoS* projektas daugeliu atžvilgių yra panašesnis į tradicinį žurnalo leidėją nei į *arXiv.* Bet, užuot ėmęs mokestį iš skaitytojų už prieigą prie spaudinių, *PLoS* apmokestina autorius, norinčius, kad jų darbai būtų paskelbti. Tas mokestis finansuoja *PLoS* projekto veiklą, leisdamas *PLoS* siūlyti nemokamą prieigą prie publikacijų internete. Taikydamas šį modelį, *PLoS* projektas greitai sukūrė žurnalus, kurie šiuo metu vertinami kaip patys geriausi savo srityje: žurnalai *PLoS Biology* ir *PLoS Medicine*.

arXiv ir *PLoS* yra tik dvi iš daugybės pastangų, norint paversti atvirąją prieigą mokslinės literatūros norma. Buvo pradėta daug kitų atvirosios prieigos projektų. Šių projektų vertė nuolat auga, ir 2008 m. JAV Kongresas įtraukė Nacionalinių sveikatos institutų (*National Institutes of Health*, *NIH*) Viešosios prieigos politiką į įstatymą. *NIH* politika reikalauja, kad kiekvienas asmuo, kurio darbą finansuoja *NIH*, savo baigtus darbus įkeltų į laisvai prieinamą archyvą per 12 mėn. nuo jų išspausdinimo tradiciniame žurnale. Turinti daugiau nei 30 mlrd. dolerių biudžetą kiekvienais metais, *NIH* yra didžiausia pasaulyje finansavimo skyrimo mokslinei veiklai agentūra, ir ši politika greitai didina viešai prieinamų mokslinių tyrimų apimtis.

Daugelis kitų finansavimo agentūrų ir universitetų visame pasaulyje taiko panašias atvirosios prieigos politikas. Pavyzdžiui, visos Jungtinės Karalystės tyrimų tarybos dabar vykdo politiką, panašią į *NIH*: mokslininkai privalo viešai skelbti savo darbus. Nors didžiulė mokslinių tyrimų apimtis vis dar yra užrakinta už leidėjų mokesčių sienos, bet galime tapti liudininkais milžiniško pokyčio, kai atviroji prieiga taps norma, o ne išimtimi. Jei tai atsitiks, praėjus dešimtmečiams, žmonės su nuostaba žiūrės atgalios, prisimindami laikus, kai nebuvo universalaus priėjimo prie mokslo. Tai bus institucinis pokytis, ne taip jau besiskiriantis nuo rinkos atsiradimo.

Akivaizdžiausia plačiai paplitusios atvirosios prieigos nauda yra individualiems piliečiams – jokių apribojimų sergantiems žmonėms parsisiųsti naujausių tyrimų rezultatus! Tačiau ateityje dar didesnė atvirosios prieigos nauda pasireikš per kitų institucijų, sujungiančių mokslą su kita visuomenės dalimi, kūrimą. Mes jau pradedame tai matyti. Pavyzdžiui, vartotojų sukurti internetinių žinių tinklalapiai *Digg* ir *Slashdot,* reguliariai prisijungia prie naujausių mokslinių tyrimų naujienų, skelbiamų *arXiv* ir *PLoS* bei kitų atvirosios prieigos šaltinių.

Šie nauji tinklalapiai leidžia eiliniams žmonėms kolektyviai samprotauti, kokios tai žinios, ir suteikia galimybę jiems aptarinėti naujienas. Dažnai žmonės diskutuoja apie naujausius kosmologijos ir kvantinės teleportacijos veikalus, paskelbtus *arXiv*, arba apie naujausius genetikos ir evoliucinės biologijos darbus *PLoS*. Kai žmonės naujose naujienų svetainėse paskelbia nuorodas į mokamos prieigos žurnalus, sakykim, į *Nature* ir *Science*, dažnai pasipila skundai, ir vartotojai kartais nurodo piratines kopijas internete kaip alternatyvą. (Aš tam nepritariu, bet tai vyksta!).

Panašiai profesionalų sukurtos internetinės naujienų svetainės, pavyzdžiui, *ScienceNews*, teikia savo nuomonę apie naujausius tyrimus. Juose kalbama tiek apie atvirosios, tiek apie uždaros prieigos pasakojimus, tačiau atvirosios prieigos istorijos dažnai susilaukia daugiau dėmesio, nes žmonės gali tik paspausti nuorodą ir pamatyti originalią tyrimo medžiagą.

Šios svetainės yra langas į mokslinę bendruomenę, papildo ir išplečia tokius išteklius, kaip *arXiv* ir *PLoS*. Žinoma, šių pokyčių poveikis kartais yra nevienodas. Daug naujienų straipsnių buvo parašyta apie abejotinos mokslinės vertės traktatus, kurie buvo paskelbti *arXiv* ir kitose atvirosios prieigos svetainėse. Tačiau kol mokslininkų pusėje yra sąžiningumo įrodymas, atviroji prieiga yra galinga platforma kurti naujas institucijas, gerinančias visuomenės gyvenimą.

Tradicinių mokamos prieigos mokslinės medžiagos leidėjų reakcija į atvirąją prieigą buvo įvairi. Kai kurie patys pradėjo su ja eksperimentuoti, tačiau dauguma, įskaitant keletą didžiausių leidėjų, jaučia atvirosios prieigos judėjimo keliamą grėsmę. Jiems atvirosios prieigos archyvai ir žurnalai nėra įprasti verslo konkurentai. Jie turi potencialą radikaliai pakeisti mokslinės leidybos verslo modelį. Tradiciniai leidėjai turi priimti sunkų sprendimą. Ar jiems vertėtų perimti atvirosios prieigos modelį, kurį turi *PLoS* ir panašūs žurnalai? Ar vertėtų nieko nekeisti? O gal žengti dar toliau ir su atvirąja prieiga kovoti, pavyzdžiui, veikiant politikus, kad šie nepriimtų tokių sprendimų, kaip Nacionalinių sveikatos institutų atvirosios prieigos politika?

Apsispręsti sunku: jei jie pasirinktų atvirosios prieigos kelią, žurnalo pajamos tikriausiai stipriai sumažėtų. Nebent tos bendrovės sukurtų naujus pajamų šaltinius – priešingu atveju jų darbuotojai netektų darbo, o akcininkai prarastų savo pinigus. Sunku apsispręsti po dešimtmečių, o kartais ir šimtmečių sunkaus darbo, kuriant verslą, kuris puikiai tarnavo visuomenei. Tačiau didžiausias visuomenės interesas atitolo nuo to senojo verslo modelio. Nenuostabu, kad daugelis tradicinių leidėjų jaučia pavojų. Esama technologija galbūt pasikeitė, bet tai nereiškia, kad ir verslo modeliai pakito.

Finansiškai čia yra daug pastatyta ant kortos – mokslinė leidyba yra didžiulis verslas. Galbūt nustebsite. Žinoma, kai kalbama apie aukščiausio lygio profesijas, nedaug žmonių galvoja apie mokslinių žurnalų leidybą. Generaliniai mokslinių leidyklų direktoriai nedažnai pasirodo *Forbes* ar *Besiness Week* viršeliuose šalia programinės įrangos magnatų ar rizikos draudimo fondų val-

dytojų. Bet galbūt jie turėtų ten būti, nes mokslinė leidyba yra nepaprastai pelninga.

Didžiausia mokslinių žurnalų leidykla pasaulyje yra bendrovė *Elsevier.* 2009 m. ji uždirbo 1 100 mln. JAV dolerių pelno, daugiau nei trečdalį jų bendrų 3 200 mln. dolerių pajamų. Pajamų dalimi šis pelnas yra artimas pelnams, uždirbamiems *Google*, *Microsoft* ir tiktai keleto kitų bendrovių. *Elsevier* bendrovės verslas yra toks pelningas, kad ją kontroliuojanti bendrovė *Reed Elsevier Group* neseniai pardavė kitą didelę savo verslo dalį – švietimo publikacijų leidėją *Harcourt* – už beveik 5 mlrd. dolerių, siekdama finansuoti *Elsevier* žurnalų leidybos verslo plėtrą.

Nors *Elsevier* bendrovė yra didžiausia mokslinės literatūros leidėja, daugelis kitų tokio pobūdžio leidyklų irgi uždirba labai dideles pinigų sumas. Netgi kai kurios ne pelno mokslinės asociacijos uždirba daugybę pinigų, leisdamos savo narių žurnalus, vėliau iš savo pelno finansuodamos kitas mokslines veiklas. Pavyzdžiui, 2004 m. Amerikos chemikų draugija uždirbo apytikriai 40 mln. JAV dolerių pelno iš savo žurnalų ir internetinių duomenų bazių iš 340 mln. JAV dolerių pajamų. Tai daug mažiau nei *Elsevier,* bet nepamirškite: tai yra ne pelno organizacija!

Kai tiek daug pastatyta ant kortos, nenuostabu, kad kai kurie tradiciniai mokslinių žurnalų leidėjai pradėjo agresyvią lobistinę veiklą prieš atvirąją prieigą. Pagal *Nature* žurnalo paskelbtą 2007 m. ataskaitą, profesinė stambiausių leidėjų sąjunga pasamdė brangų viešųjų ryšių konsultantą Eriką Dezenholą (*Eric Dezenhall*), kad šis padėtų jiems susiremti su atvirosios prieigos judėjimu. E. Dezenholas užsitarnavo „pitbulio“ reputaciją viešųjų ryšių pasaulyje; tarp jo klientų buvo Džefris Skilingas (*Jeffrey Skilling*), pažemintas buvęs *Enron* vadas, ir *ExxonMobil* bendrovė, kuri pasamdė E. Dezenholo bendrovę padėti jiems kovoti su *Greenpeace*.

E. Dezenholas patarė leidėjams susitelkti ties paprastais pranešimais, tarkim, „Vieša prieiga tolygi vyriausybės cenzūrai“, ir pasiūlė jiems bandyti „nupiešti paveikslą, kaip atrodytų pasaulis be kolegų profesionalų peržiūrėtų straipsnių“. (Abi koncepcijos yra klaidingos: atvirojoje prieigoje nėra jokios cenzūros, ir ji nereiškia kolegų profesionalų atliekamos peržiūros). Paklaustas apie sprendimą pasamdyti E. Dezenholą, leidėjų asociacijos viceprezidentas atsakė: „Įprasta samdyti ryšių su visuomene firmą, kai verslas yra apgultas“.

Netrukus po E. Dezenholo konsultacijos leidėjų asociacija įkūrė organizaciją *PRISM*, *Partnership for Research Integrity in Science and Medicine* (Partnerystė mokslo ir medicinos tyrimų vientisumui). *PRISM* pradėjo viešumo akciją, pasisakančią prieš atvirosios prieigos politikas, pavyzdžiui, prieš Nacionalinių sveikatos institutų politiką, teigdama, kad atviroji prieiga keltų grėsmę „žurnalų ekonominiam klestėjimui ir nepriklausomai kolegų peržiūros sistemai“ ir greičiausiai įvestų „pasirinktinį šališkumą mokslo šaltiniams“.

Dezenholo-*PRISM* istorija tėra vienas iš daugelio susirėmimų tradiciniams mokslinės literatūros leidėjams kovojant su atvirosios prieigos judėjimu. Viena vertus, turime situaciją, kur atviroji prieiga kelia grėsmę pelnui ir galiausiai darbo vietoms tiek tradicinėse mokslinės literatūros leidybos bendrovėse, tiek ne pelno mokslinėse bendrijose. Bet, palyginti su tuo, atsiranda nepaprasta galimybė – tokie pavyzdžiai, kaip atvirosios *arXiv* ir *PLoS* ir Nacionalinių sveikatos institutų prieigos politikos, rodo, kad dabar įmanoma visas mokslines žinias padaryti nemokamai prieinamas visai žmonijai.

Tai atneš nepaprastą naudą, kuri bus tokia didžiulė, kad jos nebus galima atsisakyti vien dėl to, kad būtų išsaugota keletas pelningų verslų. Kaip dažnai atsitinka pristatant naujas technologijas, pasveriame gėrį visuomenei prieš blogį grupelei. Tradiciniai leidėjai, kovojantys prieš atvirąją prieigą, turėtų nusipelnyti gailesčio, bet ne paramos.

MOKSLINIŲ TINKLARAŠČIŲ RAŠYMAS

2008 m. balandį autorius Saimonas Singas (*Simon Singh*) parašė straipsnelį į *Guardian* laikraštį, kritikuodamas Britų chiropraktikų asociaciją (BCA)[8]: „jų asociacijos nariai gali padėti vaikams, kenčiantiems nuo aštraus pilvo skausmo, miego ir maitinimosi problemų, dažnų ausų uždegimų, astmos ir ilgalaikio verksmo, netgi jei tam nėra nė mažiausio įrodymo. Ši organizacija yra

8 Chiropraktika – tai gydymo būdas, daugiausia dėmesio skiriantis judamojo aparato ir nervų sistemos sutrikimų gydymui bei poveikiui bendrai sveikatai. Žodis chiropraktika yra kilęs iš graikų kalbos: *cheir* reiškia „ranka“, *praktikos* – „veiklus“. Chiropraktikos seanso metu dažniausiai yra atliekamos stuburo arba kitos kūno dalies korekcijos. Korekcijos metu atlaisvinami užspausti stuburo slankstelių nervai ir, anot chiropraktikų, taip sugrąžinama žmogaus organų sveikata, kūnas skatinamas pats save išgydyti.

gerbiamas chiropraktikos profesijos veidas, bet ji džiaugsmingai remia fiktyvų gydymą“.

BCA atsakymas – S. Singo patraukimas atsakomybėn pagal Jungtinės Karalystės šmeižto įstatymus, teigiant, kad jų gydymo veiksmingumą patvirtino „daugybė įrodymų“. Byla susilaukė didelio Jungtinės Karalystės visuomenės susidomėjimo ir, praėjus 14 mėnesių po jo straipsnio, BCA išleido 7 puslapių dokumentą, kuriame buvo pateikti chiropraktinio gydymo veiksmingumo įrodymai.

To, kas atsitiko vėliau, niekas nesitikėjo. Beveik iškart, vos šį įrodymų dokumentą paskelbus, prasidėjo BCA tyrimas, ir asociacija buvo suplėšyta į gabalus mokslinių tinklaraštininkų sukurtos specialios grupės, veikiančios savo iniciatyva. Štai kaip įvykiai buvo pavaizduoti straipsnyje *The Lawyer* („Teisininkas“), kurį parašė Robertas Daugansas (*Robert Dougans*), teisininkas, atstovavęs S. Singui byloje, ir Deividas Alenas Grynas (*David Allen Green*), tinklaraštininkas, kuris rašė apie bylos eigą:

> Šio įrodymo patikimumas žlugo mažiau nei per dieną dėl to, kad BCA jį gyrė. Tuzinas ar panašiai mokslininkų tinklaraštininkų, įskaitant Karališkosios draugijos narį, galėjo atsekti ir įvertinti kiekvieną mokslinį darbą, kurį citavo BCA, ir galėjo parodyti, kad tie darbai jokiais būdais nerėmė BCA pozicijos. Tai buvo stebinantis ir žlugdantis tinklaraščio pasinaudojimas savo galiomis, ir kai jį oficialiai pakartojo Britų medicinos žurnalas, praėjus keletui savaičių, tai tapo beveik pavėluotai atėjusia mintimi.
>
> Techninis ieškovo įrodymas kontroversiškoje byloje buvo tiesiog sutriuškintas – ir jo sutriuškinimas buvo stebimas – bet ne tradiciniu priešingų ekspertų įrodymų ir brangių medicinos ekspertų kryžminės apklausos būdu, o specialistų tinklaraštininkų. Ir nėra priežasties, kodėl tokie specialistai tinklaraštininkai neturėtų to paties daryti panašiose bylose.

R. Daugansas ir D. A. Grynas bylą pavadino „vikibylinėjimusi“ ir pakomentavo, kad jo svarba bylai gerokai viršijo BCA įrodymų sutriuškinimo faktą. Jie teigė: „Tinklaraštininkai stipriai veikė bylos aprašymą vyraujančioje

žiniasklaidoje ir suteikė Singui įvairių ir argumentuotų požiūrių kiekviename bylos etape sykiu su jo advokatų komandos ir remiančių entuziastų paramos. Singas neabejotinai atsižvelgė į tuos požiūrius priimdamas savo sprendimą.“ Tai įspūdingai įrodė, kaip tinklaraštininkų grupė gali paskatinti visuomenės pokytį.

Panašiai kaip atviroji prieiga ir pilietiškumo mokslas, moksliniai tinklaraščiai yra institucija, kuri keičia mokslo vaidmenį visuomenėje. Daug nekalbėsiu apie mokslinių tinklaraščių rašymą. Priežastis ta, kad nuo pat tinklaraščių (visų jų formų, ne tik mokslinių tinklaraščių) atsiradimo praėjusio amžiaus dešimtojo dešimtmečio pradžioje juos gaubė daugybė sensacingų pasisakymų – aš pasiklydau skaičiuodamas, kiek žurnalų ir laikraščių straipsnių rašė: „Tinklaraščiai daro revoliuciją politikoje!“; „Ir žurnalistikoje!“; „Ne, nedaro!“ ir t. t. Aš nenoriu dar kartą minti šią išmindžiotą dirvą. Bet noriu pakalbėti apie keletą pavyzdžių, leidžiančių pajusti, kaip moksliniai tinklaraščiai gali sukurti mokslinės bendruomenės ir platesnės visuomenės naujos rūšies santykį, papildant ir išplečiant tokias idėjas, kaip atvirosios prieigos.

Vienas puikus plačiausiai skaitomų mokslinių tinklaraščių aspektas yra jų populiarumas. *Pharyngula,* tinklaraštis, kurį rašo biologas Polas Mejersas (*Paul Myers*) iš Minesotos universiteto, yra peržiūrimas daugiau kaip 100 000 kartų per dieną, o tai gali būti palyginta su didžiausio dienraščio, pavyzdžiui, *Des Moines Register* arba *Salt Lake Tribune,* tiražu didžiuliame metropolijos centre. Tai nėra blogai vienam vyrukui, rašančiam laisvalaikiu; be to, tai galimybė sulaukti daug daugiau dėmesio, nei jo reguliariai susilaukia patys žymiausi pagrindiniai žurnalistai.

Pharyngula yra populiariausias mokslinis tinklaraštis, tačiau daugelis ir kitų mokslinių tinklaraščių turi tūkstančius ar dešimtis tūkstančių nuolatinių skaitytojų. Savo balsą už geriausią tinklaraštį pasaulyje aš atiduodu T. Tao – žavaus matematiko iš Kalifornijos universiteto, Los Andželo, tinklaraščiui *Fields Medal*. (Su Tao, kaip vienu iš Matematikų eruditų projekto dalyvių, šiek tiek susipažinome anksčiau). Tao tinklaraštyje yra šimtai straipsnių. Kai kurie jų linksmi („Kvantinė mechanika ir Kapų plėšikė“), tačiau daugumoje straipsnių pateikiama labai techninė matematika.

Kad suprastumėte, apie ką kalbu, iš straipsnių paminėsiu „Nekintamos poerdvinės problemos baigtinės pasekmės“ ir „Perkėlimo principas ir linijinės

lygtys pačiame gražume“. Nors pavadinimai atrodo atstumiantys ne matematikams, tačiau matematikams šie straipsniai yra nepaprastai aiškūs, ir juose pateikiami nuodugnūs sudėtingų temų vertinimai dažnai su mąsliais originaliais apmąstymais.

Nepaisant techninio pobūdžio, Tao tinklaraštį skaito 10 000 žmonių. Iš komentarų skyriaus galima sužinoti: nors dauguma šių žmonių yra matematikai profesionalai, nemažai yra ir studentų, kartais iš labai tolimų vietovių. Kai kurie komentatoriai vargiai turi kokį nors matematinį išsilavinimą – jie tik žmonės, norintys daugiau sužinoti, arba jiems patinka tiesiogiai pažinti vienų pažangiausių pasaulio mokslininkų mąstymą.

Ką apie mokslinių tinklaraščių rašymą galvojame mes? Ar jie pakeis pasaulį? Nemanyčiau, jei išliktų dabartinės formos. Verčiau reikėtų pagalvoti apie mokslinių tinklaraščių rašymą kaip pranašą to, kas yra įmanoma. Mokslinių tinklaraščių rašymas rodo, kas galėtų būti panaikinus kliūtis, skiriančias mokslininkus nuo likusios visuomenės, ir sudarius sąlygas tikrai abipusei informacijos tėkmei. Mano draugas, kuriam pasisekė gyvenime ir jis studijavo Prinstono universitete, kartą man pasakė, kad geriausia, ką jis ten patyrė, buvo ne paskaitos ir netgi ne nauji mokslo draugai, bet susitikimai su ypač kvalifikuotais profesoriais ir suvokimas, kad jie irgi tėra žmonės, kurie kartais nusimena dėl mažmožių arba pasakoja nevykusius juokelius, daro kvailas klaidas, susiduria su didžiais iššūkiais, ir, nepaisant klaidų ir iššūkių, kažkaip sugeba atlikti kažką išskirtinio. „Jei jie tai gali padaryti, galiu ir aš“ – štai kokią pagrindinę pamoką išmoko mano draugas.

Svarbu, kad tinklaraščių rašymas suteikia galimybę kiekvienam, turinčiam interneto ryšį, mestelėti neformalų, labai spartų žvilgsnį į daugelio pasaulio mokslininkų protus. Galite atsidaryti Terenso Tao tinklaraštį ir stebėti, kaip jis stengiasi praplėsti mūsų suvokimą apie vienas giliausių matematinių idėjų. Svarbus ne tik mokslinis turinys – atskleidžiama ir kultūra, tam tikras požiūris į pasaulį. Šis požiūris į pasaulį gali įgyti daugybę įvairių formų.

Fiziko eksperimentalisto Čado Orzelio (*Chad Orzel*) tinklaraštyje galite paskaityti jo įnoringus fizikos aiškinimus savo šuniui arba samprotavimus apie sprogimus laboratorijoje. Turinys gali būti labai įvairialypis, tačiau kuo daugiau skaitai, tuo labiau pradeda ryškėti tam tikras modelis: pradedi bent

truputį suprasti, kaip fizikas eksperimentalistas suvokia pasaulį – kas, jo manymu, yra juokinga, kas svarbu ir kas jį erzina. Jūs neprivalote sutikti su jo požiūriu į pasaulį arba visiškai suprasti jį, tačiau vis dėlto tai įdomu ir neįprasta. Su šiuo požiūriu į pasaulį visuomet buvo galima susidurti gyvenant vienoje iš pasaulio intelekto sostinių – Bostone, Kembridže ar Paryžiuje.

Daugelis tinklaraščių skaitytojų neabejotinai gyvena tokiuose intelekto centruose. Tačiau taip pat dažnai tinklaraštyje pastebima žmonių, negyvenančių intelekto centruose, komentarų. Aš užaugau dideliame mieste (Brisbane) Australijoje. Palyginti su dauguma pasaulio gyventojų, mano jaunystė buvo intelektualiai privilegijuota. Nepaisant to, tik būdamas 16 metų pirmą kartą išgirdau mokslininką, kalbantį neformaliai. Tai pakeitė mano gyvenimą. Dabar kiekvienas, turintis interneto ryšį, gali atsidaryti internetą ir žvilgtelėti, ką mokslininkai galvoja, ir koks yra jų požiūris į pasaulį, ir galbūt netgi prisidėti prie pokalbio. Kelių žmonių gyvenimą tai pakeis?

NAUJŲ INSTITUCIJŲ ĮSIVAIZDAVIMAS

Tokios institucijos, kaip pilietiškumo mokslas, atviroji prieiga ir mokslinių tinklaraščių rašymas, keičia mokslo vaidmenį visuomenėje. Šiandien šios institucijos yra mažos, tačiau greitai auga. Nors S. Singo byla ir Hanės *vurverpo* atradimas yra svarbūs, jų poveikis yra mažytis, palyginti su didžiausiomis visuomenės institucijomis, sakykim, kaip privalomasis švietimas. Tačiau dauguma didžiųjų ir svarbių institucijų iš pradžių buvo mažos ir nereikšmingos – pagalvokite apie varganą mokyklų sistemos arba demokratinės valdžios pradžią. Svarbu ne absoliutus institucijos dydis, bet jos augimo potencialas.

Institucijos yra tai, kas nutinka, kai žmones įkvepia bendra idėja, įkvepia taip stipriai, kad jie pradeda koordinuoti savo veiksmus, siekdami įgyvendinti tą idėją. Internetiniai įrankiai itin palengvina institucijų kūrimą, stiprindami idėjas greičiau nei bet kada anksčiau ir padėdami koordinuoti veiksmus.

Pavyzdžiui, *Galaxy Zoo* projektas prasidėjo 2007 m., kai du vyrukai aludėje galvojo, kaip sutaupyti, pasitelkus akiplėšiškumą ir vaizduotę. Po 3 metų projekte dalyvavo 25 astronomai profesionalai ir 200 000 mėgėjų. Projektas išsiplėtė ir įtraukė tokius projektus, kaip *Moon Zoo* ir *Project Solar Storm Watch* (Saulės audros stebėjimo projektas). Kokį dydį jis pasieks po 10 metų?

Įsivaizduokite, *Galaxy Zoo* nutaria sistemingai prašyti siūlymų iš astronomų visuomenės duomenų rinkinių analizei. Nėra labai sunku įsivaizduoti, kad *Galaxy Zoo* taptų kritiškai svarbi institucija visai astronomijai ir galbūt ir kitiems mokslams. Kokias kitas naujas institucijas turėsime, kurias padės sukurti akiplėšiškumas ir fantazija? Kokius kitus naujus atsakymus rasime į pagrindinius klausimus apie mokslo vaidmenį visuomenėje?

IŠRADINGUMO TRŪKUMO MAŽINIMAS

Labiausiai izoliuota vieta pasaulyje yra Velykų sala – mažytė sala Ramiojo vandenyno pietryčiuose, tiktai 25 km (15 mylių) ilgio, 3500 km (2200 mylių) nutolusi į vakarus nuo Čilės ir 2100 km (1300 mylių) į rytus nuo Pitkerno salų. Pirmieji salos gyventojai buvo polineziečiai, ir jų kultūra klestėjo šimtus metų, gyventojų skaičiui augant nuo 10 000 iki 30 000. Tačiau, gyventojų skaičiui augant, salos gyventojai vartojo vis daugiau salos išteklių, ir apie XVI–XVII a. civilizacija žlugo.

Velykų salos atradėjas europietis olandas keliautojas Jakobas Rogevenas (*Jacob Roggeveen*), atvykęs į salą 1722 m., rado visiškai išeikvotus jos natūralius išteklius. Saloje nebuvo nei vieno medelio, aukštesnio nei 3 m. Šiandien, analizuodami salos žiedadulkes, žinome, kad anksčiau Velykų saloje buvo subtropikų miškas, kuriame augo ne mažiau nei 21 rūšies medžiai, kai kurie buvo iki 30 m aukščio. J. Rogevenas nerado ir nei vieno sausumos paukščio. Salos gyventojams išnaudojus maisto ir medžio atsargas, prasidėjo badas, ir gyventojų skaičius sumažėjo galbūt 90 proc. Velykų salos civilizacija nusirito iki karo padėties ir galiausiai iki kanibalizmo.

Autorius Tomas Haumeris-Diksonas (*Thomas Homer-Dixon*) sukūrė frazę „išradingumo trūkumas“ apibūdinti atotrūkiui tarp visuomenės problemų ir visuomenės gebėjimo jas spręsti. Velykų salos gyventojus įveikė išradingumo trūkumas, nesugebėjimas rasti išeities iš jų pačių sukeltų problemų. Išradingumo trūkumas lėmė jų civilizacijos žlugimą.

Moderni pasaulio visuomenė taip pat susiduria su savo išradingumo trūkumu. Kenčiame nuo tokių problemų, kaip ŽIV/AIDS, kurios daugumoje stipriai šios problemos paliestų Afrikos valstybių vidutinę gyvenimo trukmę mažina 6,5 metų – nuo 54,8 iki 48,3.

Yra branduolinių ginklų problema, branduoliniais ginklais ginkluotai Indijai ir Pakistanui konfliktuojant dėl Kašmyro, ir dviem naujoms ypač galingoms valstybėms pasaulyje – Kinijai ir Indijai – varžantis dėl valdžios Azijos žemyne. Branduoliniam ginklavimuisi tęsiantis, galimų branduolinių konfliktų skaičius sparčiai augs. Susiduriame su potencialiu naftos ir vandens trūkumu ir būsimojo biologinio terorizmo galimybe. Ir, žinoma, iškilusi žinomiausia mūsų laikų egzistencinė grėsmė – žmonijos nulemti klimato pokyčiai.

Daugelį šių problemų suprantame moksliškai. Bet vien dėl to, kad suprantame problemas ir jų sprendimus faktiniu lygmeniu, dar nereiškia, kad galime sukaupti kolektyvinį gebėjimą imtis veiksmų. Mums trūksta institucinio išradingumo, būtino žinias pakeisti į sprendimus. Šiandien internetinės priemonės teikia galimybę kurti naujas institucijas, kurios pakeistų ir kitaip apibrėžtų mokslo ir visuomenės santykį. Tikiuosi, kad ši galimybė padės sukurti lankstesnę visuomenę ir, sakant įsimintinais Hasano Masumo (*Hassan Masum*) ir Marko Tovėjaus (*Mark Tovey*) žodžiais, – padės sumažinti išradingumo trūkumą.

AŠTUNTAS SKYRIUS

IŠŠŪKIS MOKSLĄ KURTI ATVIRAI

1609 m. pabaigoje G. Galilėjus nukreipė vieną iš savo ką tik sukonstruotų teleskopų į naktinį dangų ir pradėjo daryti vieną iš labiausiai stulbinančių atradimų serijų visoje mokslo istorijoje. Pirmasis didis jo atradimas, padarytas 1610 sausį, – keturi didžiausi Jupiterio mėnuliai. Šiandien šis atradimas galbūt atrodo nežymus, tačiau jis labiausiai pakeitė visatos suvokimą nuo Antikos laikų. Atradimas tapo sensacija ir Galilėjus buvo pagerbtas visoje Europoje. Šis atradimas jam lėmė vieno turtingiausių žmonių Europoje, Didžiojo Toskanos grafo Kosimo de Mediči (*Cosimo de'Medici*), globą.

Šlovė ir globa darė spaudimą sėkmę pakartoti, ir G. Galilėjus norėjo padaryti daugiau atradimų, tolygių pastarajam. Jam nereikėjo ilgai laukti. Prieš pat auštant 1610 m. liepos 25 dienai, G. Galilėjus nukreipė teleskopą į Saturną ir pastebėjo, kad jis nebuvo vienas apvalus diskas, kaip iki tol manyta – išilgai pagrindinio Saturno disko pamatė du gumbelius, po vieną kiekvienoje pagrindinio disko pusėje, ir atrodė, tarytum jį sudarytų ne vienas, o trys kūnai. Tie du gumbai ant kiekvienos pagrindinio disko pusės buvo pirmosios užuominos į Saturno žiedus. G. Galilėjaus nelaimei, teleskopas buvo per silpnas, kad jis galėtų įžvelgti žiedus. Šitas atradimas turėjo palaukti olandų mokslininko Kristiano Hiugenso (*Christian Huygens*) 1655 m. Vis dėlto tai buvo dar vienas

reikšmingas atradimas, ir G. Galilėjui, kaip ir K. Hiugensui, dažnai priskiriama žiedų atradimo garbė.

Norėdamas, kad kuo greičiau būtų įvertintas naujasis atradimas, Galilėjus skubiai išsiuntinėjo laiškus keliems kolegoms, įskaitant didįjį jo kolegą ir varžovą astronomą J. Keplerį. G. Galilėjaus laiškas jam (ir kitiems kolegoms) buvo ypatingas. Vietoj tiesmuko aiškinimo, ką pamatė, pranešė, kad naujausią atradimą aprašys anagramos forma:

smaismrmilmepoetaleumibunenugttauiras

Išsiųsdamas šią anagramą, astronomas vengė atskleisti atradimo detales, tačiau tuo pačiu metu užsitikrino: jei kas nors kitas, pavyzdžiui, J. Kepleris, vėliau padarytų tokį patį atradimą, G. Galilėjus galėtų atskleisti anagramos reikšmę ir nuopelnus prisiimti sau. Tai davė jam laiko, per kurį pats sau vienas atradimą galėtų išplėtoti. Tuo pat metu jis parašė ir savo globėjams, Medičių šeimai. Tačiau laiške, siekdamas patenkinti savo globėjus, atskleidė visas atradimo detales ir prašė Medičių šį jo atradimą kurį laiką laikyti paslaptyje.

Tai truko šiek tiek daugiau nei tris mėnesius, kol, J. Keplerio globėjo Šventosios Romos imperatoriaus Rudolfo II prašomas G. Galilėjus nusileido ir atskleidė, kad anagrama buvo rašyta lotynų kalba: *Altissimum planetam regeminum observavi* – apytikriai reiškė, kad jis stebėjo aukščiausią planetą (Saturną), susidedančią iš trijų kūnų.

Šios istorijos pabaiga linksma. G. Galilėjui atradus keturis Jupiterio mėnulius, J. Kepleris sukūrė teoriją, kad Marsas turi turėti du mėnulius todėl, kad Žemė turi vieną mėnulį, Jupiteris – keturis, o Marsas – planeta tarp Žemės ir Jupiterio. Kai J. Kepleris gavo G. Galilėjaus anagramą apie Saturną, jis ilgai dirbo, stengdamasis perskaityti, ir galiausiai perskaitė taip: *Salve umbistineum geminatum Martia proles* – „Būk pasveikintas, dvigubas bumbule, Marso vaikai“. Aha, pagalvojo J. Kepleris, G. Galilėjus turbūt matė du Marso mėnulius. Tačiau J. Kepleris nebuvo tvirtai įsitikinęs, nes viena anagramos raidė liko nepanaudota. J. Keplerio nelaimei, Marso dviejų mėnulių atradimas turėjo palaukti iki 1877 m., kai atsirado žymiai galingesni teleskopai.

PIRMA ATVIROJO MOKSLO REVOLIUCIJA

G. Galilėjus nebuvo vienintelis didis to meto mokslininkas, naudojęs anagramas atradimams skelbti. I. Niutonas, K. Hiugensas ir Robertas Hukas (*Robert Hooke*) taip pat naudojo anagramas, arba šifrus, panašiems tikslams. Iš tikrųjų daugelis to meto mokslininkų savo atradimus skelbė nenoriai. Liūdnai pagarsėjęs I. Niutono ir Gotfrydo Vilhelmo Leibnico (*Gottfried Wilhelm Leibniz*) ginčas dėl to, kas išrado matematinę analizę, kilo, kai septintajame–aštuntajame XVII a. dešimtmetyje I. Niutonas paskelbė išradęs matematinę analizę, bet savo išradimų iki galo neatskleidė iki 1693 m. O G. V. Leibnicas savąją matematinės analizės versiją paskelbė. Įsivaizduokite šiuolaikinę biologiją, jei informacija apie žmogaus genome esančias bazines poras būtų neskelbiama daugiau kaip 30 metų, arba jei informacija apie bazines poras būtų paskelbta anagramos forma („AACCGGGT...“, sakykime, vietoj „CGTCAAGG...“)?

Kodėl G. Galilėjus, I. Niutonas ir kiti ankstyvieji mokslininkai buvo tokie paslaptingi? Slapta atradimo kultūra iš tikrųjų buvo natūralus atsakas į to laiko sąlygas. Dažnai mokslininkai vargu ar gaudavo kokį nors atlyginimą už pasidalijimą savo atradimais, tačiau rizikuodavo daug prarasti. Savo karjeros pradžioje G. Galilėjus padarė klaidą ir parodė savo išrastą karinį kompasą jaunuoliui Baldazarui Kaprai (*Baldassarre Capra*). Baldazaras vėliau šį atradimą norėjo pasisavinti ir G. Galilėjų apkaltino plagijavimu. Atgauti nuopelnus už šį atradimą pareikalavo keleto metų G. Galilėjaus pastangų ir ženklių išlaidų, o kur dar jo reputacija. Tad nekeista, kodėl jis taip paslaptingai pranešė apie Saturną, „susidedantį iš trijų kūnų“.

Toks paslaptingas elgesys šiandien atrodo keistas. Šiandien mokslininkai, padarę atradimą, savo rezultatais pasidalija kaip įmanoma greičiau ir plačiau, paskelbdami moksliniame žurnale. Apie ypač didžius atradimus jie gali parašyti traktatą ir pateikti žurnalui per kelias dienas. Kai kurie moksliniai žurnalai siūlo pagreitintas leidybos paslaugas svarbiausiems traktatams, žadėdami paskelbti atradimus per artimiausias porą savaičių.

Žinoma, šiandien mokslininkai stengiasi kuo greičiau paskelbti apie savo atradimus, nes nuo to priklauso jų gyvenimas – mokslininkui kreipiantis dėl darbo, svarbiausią prašymų dalį sudaro paskelbtų jo veikalų sąrašas. Frazė „paskelbti arba mirti“ tapo kliše šiandieniniame moksle, nes ji glaustai išreiškia

mokslinio gyvenimo esmę. Spausdinimo ir sėkmingos karjeros ryšį jie laiko savaime suprantamu dalyku, tačiau 1610 m., kai G. Galilėjus padarė nemaža didžiųjų atradimų, tokio ryšio nebuvo. Ir negalėjo būti – pirmieji moksliniai žurnalai pradėti spausdinti po 55 metų – 1665.

Kas lėmė šį perėjimą iš uždaros, slaptos atradimo kultūros į šiuolaikinę mokslo kultūrą, kur mokslininkai skuba kuo greičiau paskelbti savo geriausius atrastus rezultatus? Ogi didi mokslo pažanga XVII a. skatino turtingus globėjus pradėti jį remti kaip profesiją. Šią motyvaciją iš dalies skatino mokslinių atradimų teikiama visuomeninė nauda, iš dalies globėjams (pavyzdžiui, Medičiams) atsirandantis prestižas už sąsajas su tokiais atradimais. Abu motyvai stipriausiai pasireiškė, jei informacija apie atradimus buvo plačiai pasidalyta, sakykim, paskelbus moksliniame žurnale.

Tai nulėmė, kad globėjai pradėjo reikalauti judėti į mokslinę kultūrą, kur už dalijmąsi atradimais būtų atlyginta darbais ir prestižu atradėjui. Ši transformacija G. Galilėjaus laikais tik prasidėjo, tačiau, praėjus dviem šimtmečiams po jo mirties, kultūra taip pakito, kad didysis XIX a. fizikas Maiklas Faradėjus (*Michael Faraday*), paklaustas, kokia buvo jo sėkmės paslaptis, atsakė (glaustai galima pasakyti trimis žodžiais): „Dirbti. Baigti. Paskelbti.“ Kol atradimas nepaskelbtas moksliniame žurnale, jis nėra visiškai baigtas.

Transformacija iš uždaros, slaptos atradimo kultūros į atviresnę šiuolaikinio mokslo kultūrą buvo vienas įsimintiniausių istorijos įvykių: prasidėjo masinis mokslinių žurnalų sistemos priėmimas ir augimas. Ta sistema, iš pradžių nesudėtinga, išaugo į turtingą dalijimosi žiniomis visumą mūsų civilizacijai, kolektyvinę ilgalaikę atmintį, kuri yra daugelio žmonijos dalykų pažangos pagrindas. Ši žinių dalijimosi sistema puikiai veikia ir per pastaruosius 300 metų pakito visai nedaug.

Šiandien, kaip matėme, internetinės priemonės siūlo naują galimybę – sukurti kolektyvinę trumpalaikę darbinę atmintį, šnekamąsias bendrybes staigiam kolektyviniam idėjų vystymui. Kartu šios priemonės yra pagrindas stipriai išplėsti ir pagausinti mūsų kolektyvinę ilgalaikę atmintį. Tai nepaprastai įdomios ir daug žadančios galimybes. Jau matėme, kaip iš atvirų Sloano skaitmeninės dangaus apžvalgos projekto duomenų rengiamas pagrindas duomenų interneto tinklui, kuris pakeis pasaulio aiškinimą. Matėme, kaip *Galaxy Zoo, Foldit* ir *arXiv* projektai keičia mokslo ir visuomenės santykį.

Nors šie pavyzdžiai teikia vilčių, tačiau jiems labai trūksta tinklų mokslo potencialo. Egzistuoja pagrindinė kliūtis, kurią būtina įveikti, norint įgyvendinti potencialą. Metėme žvilgsnį į tą kliūtį anksčiau – į kai kurių mokslininkų nenorą dalytis savo duomenimis ir į iš pradžių pasireiškusį mokslininkų nesidomėjimą Vikipedija. Deja, tai nėra atskiri pavyzdžiai, bet greičiau simptominiai požymiai, nes daugelis mokslininkų turi labai giliai įsišaknijusį priešinimąsi darbui internete. Šis priešinimasis trukdo mokslui vystytis tokiu pačiu būdu, kaip slapta atradimų kultūra stabdė mokslo pažangą XVII a. Norėdami suprasti to pasipriešinimo pobūdį, atidžiau pažvelkime į kai kuriuos atrodžiusius daug žadančiais, bet nepasisekusius mokslininkams skirtų internetinių priemonių pavyzdžius.

MOKSLO VIKISVETAINĖ

Nors mokslininkai nenoriai prisidėjo prie Vikipedijos kūrimo projekto pradžioje, tačiau jai augant tai paskatino keletą mokslininkų sukurti mokslinių atradimų *vikių* (bendrai kuriamą ir redaguojamą tinklalapį). Kaip tokio projekto pavyzdį galima paminėti *qwiki* (*Quantum wiki* trumpinys „Kvantinė viki“) projektą, kurį 2005 m. įkūrė Džonas Stoktonas (*John Stockton*), tuometinis Kalifornijos technologijų instituto (*Caltech* – Kaltechas) doktorantas. Skirtingai nei Vikipedija, kuri skirta plačiajai auditorijai, *qwiki* buvo skirta mokslininkams profesionalams, dirbantiems kvantinių skaičiavimų srityje.

Dž. Stoktono *qwiki* projektui buvo keliamas tikslas teikti vieną, centralizuotą nuorodą, kuri apimtų visus naujausius tyrimus, atliktus kvantinių skaičiavimų ir su jais susijusiose srityse, sukurti kažką panašaus į sparčiai augantį, nuolat atnaujinamą „supervadovėlį“. Tačiau *qwiki* potencialas buvo daug didesnis nei vadovėlio: šis projektas būtų be galo plečiamas ir keičiamas, teiktų medžiagą nuo paprasto supažindinimo su pagrindinėmis sąvokomis iki pat detalių naujausių tyrimų rezultatų paaiškinimų ir rodyklių į neišspręstas problemas tyrimų fronte.

Jame galėtų būti animacija ir interaktyvi simuliacija, siekiant apibūdinti pagrindines kvantinių skaičiavimų sąvokas bei pradinę medžiagą, kad tą animaciją ir simuliaciją žmonės galėtų tobulinti. Tai galėtų tapti matematikų eruditų stiliaus bendradarbiavimo vieta, kur teoretikai rinktųsi spręsti sunkiausias teorines kvantinių skaičiavimų problemas naujos rūšies vikimoksle. Arba

galėtų rinktis eksperimentalistai, siekdami dalytis geriausiomis praktikomis, visomis subtiliomis, sunkiai apibūdinamomis eksperimentų detalėmis, kurios dažnai kaip neišreikštos žinios apsunkina duomenų kopijavimą iš vienos laboratorijos į kitą. Netgi jei ši vizija būtų įgyvendinta tik iš dalies, poveikis kvantinių skaičiavimų sričiai būtų ypatingas.

Qwiki projektas atsirado per seminarą, vykusį 2005 m. Kalteche, kuriame man teko dalyvauti. Projekto startas sukėlė gana daug triukšmo. Pokalbiuose seminaro pertraukų metu girdėjau žmones su viltimi sakant, kad *qwiki* tinklalapis galėtų būti toks pat naudingas kvantinių skaičiavimų specialistams, kaip Vikipedija ir *Google* buvo bendrosioms žinioms.

Deja, optimizmas nevirto tų žmonių noru prisidėti prie projekto, atvirkščiai – jie tikėjosi, kad kas nors kitas perims vadovavimą projektui. Galų gale kodėl kas nors norėtų prisidėti prie *qwiki* tinklalapio, kai galėtų daryti ką nors naudinga savo karjerai, pavyzdžiui, rašyti traktatą ar prašymą stipendijai gauti? Kokiam tikslui dalytis savo naujausiomis ir geriausiomis idėjomis *qwiki* projekte, kai tai duos naudos tik varžovams? Ir kodėl reikėjo prisidėti prie *qwiki* projekto, kai jis tebebuvo pirminėse stadijose, ir nebuvo aišku, ar projektas suklestės?

Vienintelė *qwiki* tinklalapio dalis, kuri išties klestėjo, buvo „Mokslininko puslapis“ – tuštybės puslapiai, kur mokslininkai galėjo pateikti savo asmenybės ir savo darbų aprašymus. Daugelis jų noriai leido valandą ar dvi (kartais ir daugiau), tobulindami tuos tuštybės puslapius, tačiau labai mažas jų skaičius norėjo praleisti netgi dešimt minučių, įkeldami medžiagą į kitas *qwiki* tinklalapio dalis. Tai tiesiog nebuvo jų prioritetas.

Šiandien, praėjus 6 metams nuo projekto pradžios, *qwiki* projektas žlugo. Tiktai keletas puslapių yra reguliariai atnaujinami. Brukalo siuntinėtojai atakuoja svetainę, dėdami nuorodas į neaiškius produktus. Beveik visą mokslinę medžiagą į svetainę dėjo pats Dž. Stoktonas, toje pačioje laboratorijoje dirbantys žmonės arba Dž. Stoktono sekėjas, *qwiki* tinklalapio prižiūrėtojas, Stanfordo universiteto magistrantūros studentas Antonis Mileris (*Anthony Miller*).

Projektas žlugo ne dėl Dž. Stoktono ar A. Milerio uolumo ar gebėjimų stokos. Jie sunkiai dirbo, įkeldami didžiulius kiekius nuostabios medžiagos į *qwiki* tinklalapį ir skatindami kitus jiems padėti. Deja, nors daugelis mokslininkų tikėjo, kad šis projektas turi potencialą tapti įspūdingu šaltiniu, tačiau nei vienas iš jų nenorėjo prisidėti prie turinio kūrimo.

Qwiki tinklalapio žlugimą lėmė mąstysena, panaši į mano įžanginiame knygos skyriuje aptartą mąstyseną, kai mokslininkai nenori dalytis turimais duomenimis arba prisidėti prie Vikipedijos kūrimo. Problemos esmė – monomaniakiškas intensyvumas, kurį ambicingi mokslininkai turi naudoti siekdami savo mokslinių publikacijų ir stipendijų. Ypač jauniems mokslininkams šį norą skatina nuožmi kova dėl mokslinių darbų.

Pavyzdžiui, kasmet 1300 asmenų gauna daktaro diplomus JAV universitetuose, bet siūloma tiktai 300 darbo vietų fizikos fakultetuose. Tuo pačiu metu daugelis doktorantūros programų jauniems mokslininkams kala, kad „sėkmė“ – tai gauti darbą mokslinių tyrimų universitete, o visi kiti darbai yra nesėkmė. To rezultatas – didžiulis skaičius mokslininkų nuožmiai grumiasi dėl vietos fakultetuose. Būdamas jaunas studentas, jūs konkuruojate ne tik su 1299 ką tik iškeptais mokslo daktarais – varžotės ir su ankstesnių laidų žmonėmis, kurie vis dar bando gauti darbą fakultetuose. Dėl to daugelis jaunų mokslininkų kenčia nuo didžiulio ir ilgalaikio skausmo, negavę darbo fakultete.

Netgi vidutinio lygio universitetuose laisva vieta gali susilaukti daugiau kaip 100 paraiškų. Tokioje konkurencingoje aplinkoje 80 ir daugiau darbo savaitės valandų yra įprastas dalykas, ir kaip įmanoma daugiau laiko skiriama pagrindiniam tikslui siekti, nes bus galima gauti darbą geriausiame universitete: įspūdingam mokslinių veikalų sąrašui pildyti. Moksliniai straipsniai taip pat suteikia galimybę gauti finansavimą tyrimams bei rekomendacijas, būtinas norint būti priimtam į darbą.

Mokslininkams, kurie jau gavo etatinį darbą, ir toliau reikia stipendijų, kurioms gauti stipri darbo etika privalo būti pagrįsta mokslinių darbų rašymu. Atsižvelgus į išdėstytas mintis, kyla klausimas, kaip mokslininkai galėtų rasti laiko prisidėti prie tokio projekto, kaip *qwiki* tinklalapis*?* Jie gali iš esmės pritarti, kad norėtų, jog *qwiki* tinklalapiui pasisektų, tačiau yra per daug užsiėmę savo darbų ir prašymų stipendijoms gauti rašymu, todėl prisidėti prie projekto neturi laiko.

Qwiki tinklalapis tėra vienas iš daugelio mokslinių *vikių*. Panašios pastangos buvo skiriamos siekiant sukurti *vikius* genetikos mokslui, stygų teorijai, chemijai ir daugeliui kitų dalykų. Panašiai kaip *qwiki* tinklalapis, daug tokių mokslinių *vikių* turi didžiulį potencialą ir nemažą susidomėjimą bei optimizmą, pastebimą jų srityse, tačiau daugelis šių projektų žlugo dar ne-

prasidėję, nes mokslininkai neturėjo laiko ir motyvacijos prie jų prisidėti. Tie moksliniai *vikiai*, kurie pavyko, dažniausiai tėra tradiciškesnių projektų papildinys. Pavyzdžiui, daug laboratorijų turi vidinius *vikius* – saugo susijusią medžiagą savo eksperimentams.

Kitą pasisekusį savo sukurtą *vikį* Matematikų eruditų projektas naudoja gryninti vertingiausioms bendradarbiaujančių matematikų eruditų pastaboms. Matematikų eruditų sukurtas *vikis* paskatino daugybę tūkstančių tinklalapio redagavimo atvejų, padarytų daugiau nei 100 vartotojų, o įkarščio metu redaguoja tuzinai lankytojų, tūkstančiai jų puslapiuose apsilanko per dieną. (Atkreipkite dėmesį, kad aš įkūriau Matematikų eruditų *vikį*, ir todėl nesu nepriklausomas šio *vikio* sėkmės teisėjas). Tačiau Matematikų eruditų *vikis* remia tradicinį tikslą – spręsti matematikos uždavinį ir rašyti veikalą. Kiekviename šių atvejų *vikis* nebuvo savitikslis. Vikimokslas, kad ir kaip daug žadantis atrodo, išlieka svajone.

MOKSLUI SKIRTOS VARTOTOJŲ KOMENTARŲ SVETAINĖS

Ne tik moksliniai *vikiai* žlunga. Keletas organizacijų sukūrė vartotojų komentarų svetaines, kur mokslininkai gali dalytis savo nuomone apie mokslinius darbus ir padėti kitiems mokslininkams nuspręsti, kuriuos veikalus verta skaityti, o kurie neverti jų pastangų. Idėja yra panaši į *Amazon.com*, kur kaupiama vartotojų nuomonė apie knygas, elektros prietaisus ir kitus gaminius. Kiekvienas, kuris kada nors naudojosi *Amazon.com*, žino, kad komentarai kartais gali būti labai naudingi apsisprendžiant dėl vieno ar kito produkto įsigijimo. Galbūt kažkas panašaus būtų naudinga mokslininkams?

Aukščiausio lygio vartotojų komentarų svetainę sukūrė vienas prestižiškiausių mokslinių leidėjų *Nature*. 2006 m. *Nature* įkūrė svetainę, kur mokslininkai galėtų atvirai reikšti savo nuomonę apie veikalus, pateiktus žurnalui *Nature*. Nepaisant didžiulių pastangų ir reklamos, bandymas nebuvo sėkmingas. Galutinėje ataskaitoje prieš nutraukiant bandymą buvo rašoma:

> Buvo labai domimasi atvira kolegų nuomone [...] Mažuma tų autorių, kurie dalyvavo [bandyme], sulaukė atsiliepimų, bet papras-

tai labai mažai, nepaisant didžiulio judėjimo svetainėje. Daugelis komentarų nebuvo techniškai svarbūs. Grįžtamasis ryšys rodo, kad mokslininkai yra nelinkę rašyti atvirų komentarų.

Kitais žodžiais tariant, nors dauguma žmonių norėjo skaityti komentarus apie kitų mokslininkų darbus, tačiau nei vienas nenorėjo jų rašyti. *Nature* bandymas buvo tik viena iš daugybės pastangų sukurti mokslininkams skirtas vartotojų komentarų svetaines.

Ypač daug svetainių buvo sukurta fizikos sričiai galbūt todėl, kad tai pirmasis mokslas, pradėjęs platinti mokslinius darbus internete. Pirmas bandymas – *Quick Reviews* svetainė, įsteigta 1997 m. ir dėl nenaudojimo uždaryta 1998 m. Kita panaši svetainė – *Physics Comments* – sukurta, praėjus keleriems metams, patyrė tokį patį likimą ir buvo uždaryta 2006 m. Dar naujesnė svetainė *Science Advisor* vis dar veikia, tačiau turi daugiau narių (1240) nei atsiliepimų (1119), kaip jau minėjau. Atrodo, daugelis mokslininkų nori skaityti mokslinių darbų komentarus, bet beveik nei vienas nenori savanoriškai jų rašyti.

Kodėl vartotojų komentarų svetainės žlunga? Iš principo dauguma mokslininkų pritaria, kad apgalvoti mokslinių darbų komentarai būtų nepaprastai naudingi. Tačiau jei tai tiesa, tuomet tikra mįslė, kodėl šios svetainės, kurių dauguma buvo sukurtos gerai ir prižiūrimos, žlunga, o atsiliepimų skyriai *Amazon.com* klesti? Problema, su kuria susiduria mokslinių komentarų svetainės, tokia: nors apgalvoti mokslinių darbų komentarai yra nepaprastai naudingi *kitiems* mokslininkams, bet ne kiekvienas yra suinteresuotas juos rašyti.

Įsivaizduokite, kaip viskas atrodo iš individualaus mokslininko, svarstančio komentaro tokioje svetainėje rašymą, perspektyvos. Kam rašyti, kai galėtumėte padaryti kažką naudingesnio sau, pavyzdžiui, rašyti straipsnį arba paraišką stipendijai gauti? Netgi jei ir parašytumėte komentarą, greičiausiai nenorėtumėte viešai kritikuoti kažkieno kito darbo. Pagaliau asmuo, kurį kritikuojate, gali būti anoniminis teisėjas, nuo kurio priklausys jūsų būsimojo veikalo ar paraiškos stipendijai gauti likimas.

Kontrastas tarp mokslininkams skirtų vartotojų komentarų svetainių ir *Amazon.com* atsiliepimų sėkmės didžiulis. Paimkime tik vieną pavyzdį: *Amazon.com* puslapyje rasite daugiau nei 1500 atsiliepimų apie *Pokemon* gaminius – tai didesnis skaičius, nei visų mano minėtų mokslinių komentarų sve-

tainių turimų komentarų skaičius. Galite paprieštarauti – esą daugiau žmonių perka *Pokemon* produktus, nei yra mokslininkų.

Tiesa. Bet pasaulyje yra daugiau nei milijonas mokslininkų profesionalų ir jie praleidžia didžiąją daugumą savo darbinio gyvenimo reikšdami nuomonę apie kitų rašytus darbus, daug daugiau, nei patys entuziastingiausi tėvai gali praleisti žaisdami *Pokemon*. Tai juokinga: masinė kultūra yra gana atvira, kad žmonės norėtų rašyti atsiliepimus apie *Pokemon*, o mokslinė kultūra tokia uždara, kad mokslininkai nesidalytų viešai savo nuomone apie mokslinius darbus. Kai kurie žmonės šią prieštarą laiko įdomia ir stebinančia – tikiu, tai rodo, jog mokslui darosi kažkas negerai.

ŠIUOLAIKINIS IŠŠŪKIS ATVIRAJAM MOKSLUI

Mokslinių *vikių* ir mokslininkams skirtų vartotojų komentarų svetainių žlugimas yra daug didesnio modelio dalis. Projektai Matematikų eruditų projektas, *Galaxy Zoo* ir *Foldit* labai pasisekė, tačiau jų sėkmę iš dalies lėmė fundamentalus konservatizmas – visų jų galutinis tikslas buvo sukurti mokslinius darbus. Tokios priemonės, kaip moksliniai *vikiai* ir vartotojų komentarų svetainės, nuo konservatizmo nuklysta, nes įnašai į šias svetaines yra savitiksliai, ir tiesiogiai nevirsta į mokslinius veikalus. Deja, rezultatas yra toks: karjera besirūpinantys mokslininkai neturi jokios motyvacijos rašyti į tokias svetaines ir pastangas nukreipia į atpildą atnešančią veiklą – mokslinių darbų rašymą.

Didelio užmojo idėjos stiprinti kolektyvinį intelektą, kurias aptarėme pirmoje dalyje, turi nedaug šansų klestėti, nes net tokios pažangios idėjos, kaip moksliniai *vikiai* ir vartotojų komentarų svetainės, jau nebuvo priimtinos. Daugelis priemonių, turinčių potencialą atlikti pačius radikaliausius pokyčius ir patobulinti mokslo darymo procesą, yra nenusisekę projektai. Neatsitiktinai didelis skaičius geriausių kolektyvinio intelekto stiprinimo pavyzdžių iš dalies atėjo iš už mokslo ribų; per dažnai mokslininkai atsilieka, nepirmauja kurdami naujas priemones, skirtas žinių generavimui. Nors matėme keletą įspūdingų į mokslą orientuotų projektų, tačiau jie ištyrinėja tiktai mažytę galimybių sritį. Mes praleidžiame milžinišką galimybę.

Tiesą sakant, netgi bandomos galimybės neklesti taip, kaip turėtų klestėti; kai Sloano skaitmeninės dangaus apžvalgos projektas ir Žmogaus genomo

projektas teikia savo duomenis kitiems mokslininkams, daugumos mokslinių eksperimentų duomenys išlieka slapti. Mokslininkai paprastai vargiai turi kokių nors stimulų atskleisti savo duomenis, todėl ir slepia. Medicinos mokslinių tyrėjų Elizabetos Pizani (*Elizabeth Pisani*) ir Karlos Abauzar (*Carla AbouZahr*) žodžiais, moksle gyvuoja „skelbk [darbus] arba mirk“, o ne „skelbk [duomenis] arba mirk“. Ir kol tai bus tiesa, dauguma pasaulio mokslinių žinių išliks užrakintos, neleidžiant mokslinių duomenų interneto tinklui pasiekti savo įmanomą potencialą.

Tokį patį susirūpinimą kelia mokslininkų demotyvacija kurti naujas internetines priemones. Rašant šią knygą, žinomas fizikas man pasakė, kad Polas Ginspargas (*Paul Ginsparg*), fizikas, sukūręs *arXiv*, „iššvaistė savo talentą“, fizikai sukurdamas *arXiv*, ir kad tai, ką daro, yra panašu į „šiukšlių rinkimą“: gerai, kad kažkas tuo užsiima, bet būtų geriau, kad tai darytų kas nors, turintis mažiau sugebėjimų, nei P. Ginspargas.

Atkreipkite dėmesį, kad taip siaurai mąsto žmogus, kuris *arXiv* naudojasi kiekvieną mielą dieną. P. Ginspargas fizikai (nekalbant apie žmoniją apskritai) padarė turbūt daugiau, nei bet kuris kitas jo kartos fizikas. Tačiau panašios nuomonės dažnai yra išreiškiamos privačiuose mokslininkų pokalbiuose. Į žmones, kurie kuria tokias priemones, kaip *arXiv*, žiūrima kaip į „paprasčiausių“ priemonių kūrėjus, tarytum priemonių, kurios pagreitina mokslo kūrimo procesą, kūrimas yra nereikalingas užsiėmimas.

Šis įvertinimo trūkumas pastebimas ir institucijų lygmeniu: naujų priemonių kūrimas dažnai susilaukia mažai paramos. Panašūs į *Galaxy Zoo* ir *arXiv* projektai neretai pradedami be jokio finansavimo arba turint labai mažą iš dalies dėl to, kad pradinėje stadijoje jų kuriamos priemonės, o ne rašomas mokslinis veikalas. Kaip tokios idėjos, kaip pilietiškumo mokslas ir duomenų saityno kūrimas, gali pasiekti savo potencialą aplinkoje, kur naujų priemonių kūrimas yra vertinamas taip menkai?

Bendras modelis yra toks, kad tinklų mokslo kūrimą stipriai stabdo uždara mokslinė kultūra, kuri labiausiai vertina mokslinių darbų formos indėlius. Žinios, kuriomis dalijamasi neįprastomis priemonėmis, mokslininkų yra nevertinamos, nepaisant jų vidinės mokslinės vertės, todėl mokslininkai nenoriai dirba, pasitelkdami tokias informacijos sklaidos priemones. Todėl tinklų mokslo – tokių idėjų, kaip duomenų saitynas, pilietiškumo mokslas ir bendra-

darbiavimo rinkos – potencialas lieka neįgyvendintas. Norint pasiekti visą jo potencialą, tinklų mokslas privalo būti atviras mokslas.

Šiomis aplinkybėmis ironiška yra tai, kad atviro dalijimosi moksline informacija vertę puikiai suprato šiuolaikinio mokslo kūrėjai prieš daugelį amžių. Būtent tas supratimas siekė šiuolaikinės žurnalų sistemos, kuri turbūt yra pati atviriausia žinių perdavimo sistema, kuri galėjo būti sukurta turint XVII a. priemones. Ta sistema buvo pasiekta skiriant finansavimą mokslininkams, kurie skelbė savo atradimus žurnaluose. Tačiau dabar tas pats finansavimas veiksmingesnių technologijų taikymą *stabdo*, nes mokslininkai vis dar yra skatinami už savo darbų skelbimą tradiciniuose žurnaluose, o už modernių priemonių naudojimą ar kūrimą jiems nesiūloma jokios motyvacijos arba ji yra labai menka.

Iš tiesų, kai mokslininkai mūsų dienomis priešinasi savo duomenų ir idėjų skelbimui, jie nesąmoningai kartoja G. Galilėjaus, I. Niutono ir kitų mokslininkų elgesį – jų paslaptis ir anagramas. Tai gali būti praktinis atsakas į tiesioginį asmeninį susirūpinimą, tačiau tai netinkamas mokslo kūrimo būdas ateityje.

Norėdami išnaudoti visą modernių žinių kūrimo priemonių potencialą, privalome sukurti atvirą mokslinę kultūrą, kur iš žmonių galvų ir laboratorijų būtų perkelta kiek įmanoma daugiau informacijos į tinklą. Tai nebūtų vien tik tradiciniais būdais skelbiama informacija moksliniuose leidiniuose, tai apimtų *visą* informaciją, turinčią mokslinę vertę – nuo neapdorotų eksperimentų duomenų ir kompiuterinio kodo iki visų klausimų, idėjų, tautos žinių ir spėlionių, kurios šiuo metu tūno užrakintos atskirų mokslininkų galvose. Informacija, kuri nėra tinkle, negali padaryti nieko naudingo.

Susipratusiame pasaulyje pasiektume *ekstremalų atvirumą*, t. y. visos mokslinės žinios būtų reiškiamos formomis, kurias perskaitytų ne tik žmonės, bet ir mašinos, kaip dalis duomenų saityno, kad kompiuteriai galėtų padėti rasti prasmę mūsų kolektyvinėse žiniose. Tai atvertų mokslinę bendruomenę visai visuomenei, abiem kryptimis keičiantis informacija ir idėjomis. Tai būtų dalijimosi etika, kur visa mokslui vertinga informacija dedama į tinklą – taigi darbas galėtų būti kūrybiškiau panaudojamas ir modifikuojamas.

Toks ekstremalus atvirumas yra aukščiausia idėjos išraiška, kad kiti galėtų tobulinti ir plėsti atskirų mokslininkų sukurtus darbus galbūt tokiais būdais,

kokie niekada patiems mokslininkams nebūtų atėję į galvą. Praktiškai turėtų egzistuoti tam tikros ribos – pagalvokite apie tokias problemas, kaip paciento konfidencialumas medicinos tyrimuose – tas ribas aptarsime kitame skyriuje. Bet, netgi paisant tų ribų, mano siūlomas atvirumas būtų milžiniškas kultūrinis pokytis to, kaip mokslas yra daromas, antroji atvirojo mokslo revoliucija, kuri praplėstų ir užbaigtų pirmąją atvirojo mokslo revoliuciją, kuri vyko XVII–XVIII a. Kitame skyriuje kalbėsime, kaip atviresnė kultūra galėtų būti pasiekta.

ŠALIN KOMERCIALIZACIJĄ IR MOKSLO PASLAPTIS

Šiame skyriuje matėme, kaip stiprus mokslininkų suinteresuotumas rašytiniais mokslo darbais, kaip galutine mokslinio atradimo išraiška, stabdo naujus ir geresnius mokslo kūrimo būdus. Tačiau kai kuriems mokslininkams egzistuoja dar ir papildomas trukdymas – slaptumo poreikis, nes jie siekia patentų ir papildomų komercinių rezultatų iš savo darbo. Pavyzdžiui, 2001–2003 m. aš dirbau viename dideliame tyrimų centre, užsiimančiame kvantiniais skaičiavimais. Nors centro veikla buvo toli nuo komercinio produkto sukūrimo, centro vadovai tikėjosi, kad vieną dieną tokia komercinė sėkmė ateis.

Kai mokslininkai dalyvavo seminaruose tyrimų centre, jų buvo paprašyta (kuriam laikui) pasirašyti konfidencialumo sutartis, kuriomis jie pasižadėdavo nekalbėti su kitais asmenimis apie seminarų turinį. Daugelis mokslininkų centre kruopščiai fiksavo savo darbą užrašuose, kur kiekvienas puslapis buvo datuotas ir pasirašytas centro pareigūnų, kad būtų lengviau nustatyti įvykių eiliškumą tuo atveju, jei vėliau būtų kreiptasi dėl patentavimo. Toks slaptumas gali padėti atnešti komercinę sėkmę. Tačiau tokiai kultūrai neįmanoma egzistuoti šalia atviros bendradarbiavimo atmosferos, kokią matėme, pavyzdžiui, Matematikų eruditų projekte, arba kuri yra būtina, kad mokslo vikitinklalapiai turėtų pasisekimą.

Šis komercijos valdomas slaptumas yra santykinai naujas reiškinys universitetuose, kuriuose atliekama didžioji dauguma pagrindinių tyrimų. Iš tikrųjų dar visai neseniai universitetai koncentravo daugumą savo mokslinių tyrimų pastangų ties pagrindiniais tyrimais be skubaus komercinio pritaikymo. Situacija pasikeitė per pastaruosius kelis dešimtmečius, didžiąja dauguma JAV Kongresui priėmus vadinamąjį *Bayh-Dole* įstatymą 1980 m.

Bayh-Dole įstatymas suteikė JAV universitetams (o ne vyriausybei, kaip buvo iki tol) nuosavybės teisę į patentus ir kitą intelektinį turtą, sukurtą finansuojant vyriausybei. Priėmus *Bayh-Dole* įstatymą, daugelis universitetų pradėjo plėsti savo užmojus už pagrindinių tyrimų ribų, palaikydami labiau taikomuosius tyrimus – tikėjosi uždirbti pinigų iš papildomų komercinių rezultatų. Tuo pačiu metu ir dėl tos pačios priežasties padaugėjo patentų, susijusių su universitetuose vykdomais pagrindiniais tyrimais.

Daugelis kitų šalių sekė JAV pavyzdžiu ir priėmė panašius į *Bayh-Dole* įstatymus, darančius panašų poveikį jų tyrimų kultūrai. Šių pastangų sėkmė yra abejotina, daug universitetų iš tikrųjų praranda pinigus, stengdamiesi savo tyrimus komercializuoti, tačiau susidomėjimas komercializacija ir intelektinė nuosavybė daugelį mokslininkų pavertė dar paslaptingesniais.

Šis komercijos valdomas slaptumas yra didžiulis kultūrinis pokytis mūsų universitetuose. Istoriškai iki *Bayh-Dole* ir panašių įstatymų pagrindinio mokslo rezultatai paprastai (galiausiai) būdavo atskleidžiami rašto darbų forma, tikint, kad geresnis supratimas, kaip pasaulis veikia, ilgainiui atneštų naudos visiems. Pagrindiniai, pavyzdžiui, elektros ir magnetizmo tyrimai, padėjo pagrindą tokiems atradimams, kaip varikliai ir elektros apšvietimas bei radijas ir televizija. Bazinis kvantinės mechanikos tyrimas buvo tiesiog būtinas puslaidininkių pramonei.

Žinoma idėja, kad kylantis potvynio vanduo pakels visas valtis į viršų. Taigi įvyko gana švarus skilimas inovacijų sistemoje. Vienoje pusėje liko pagrindinių tyrimų sistema, kurios galutiniai rezultatai skelbiami viešai straipsniuose apie tyrimus, laikantis nuomonės, kad tokiu būdu ilgainiui visi gaus naudos. Kitoje pusėje atsidūrė privačių asmenų finansuojami taikomieji tyrimai, kurių tikslas yra trumpalaikis produkto vystymas, ir jie buvo atliekami slapta. *Bayh-Dole* pradėjo šį skirtumą mažinti, ir šiandien vyriausybės ir finansavimo agentūros vis dažniau mato patentų ir kitos intelektinės nuosavybės siekimą, kaip pagrindinę priežastį baziniams tyrimams remti.

Šis pokytis yra tikra kliūtis atviram daljimuisi duomenimis, kuris yra būtinas, kad tinklų mokslas suklestėtų. Tačiau šios kliūties dydžiui ir apimčiai neturėtume teikti per daug reikšmės. Rašydamas šią knygą, kartais kalbėdavausi su žmonėmis, kurie komercijos valdomą slaptumą laiko vienintele didžiausia atvirojo mokslo kliūtimi. Tai nėra tiesa. Didžiąja pagrindinio mokslo dalimi

mokslininkų susirūpinimas komercializacija yra antrame plane, palyginti su jų nepailstamu suinteresuotumu tradicinėmis publikacijomis.

Komercializacija ir patento teisės yra sutinkami išskėstomis rankomis, jei jos ateina, tačiau profesinė sėkmė pasiekiama užsitarnaujant kolegų įvertinimą publikacijomis. Tai akivaizdžiausiai pasireiškia prašymuose priimti į darbą: mokslininkai dažnai pateikia sąrašą patentų ar papildomų komercinių produktų, gautų kaip jų darbo rezultatas, tačiau daugiausia dėmesio skiriama rašytiniams darbams ir stipendijoms. Taip yra daugumoje fizikos ir astronomijos sričių, matematikoje, didžiąja dalimi chemijoje, biologijoje ir daugelyje kitų mokslo sričių. Šiose srityse tiesioginė kliūtis atvirajam mokslui nėra komercializacija, tai kultūra, kad tiktai publikacijų forma pateiktos mokslinės žinios yra vertinamos ir atlyginamos.

Keliose pagrindinio mokslo srityse komercijos skatinamas slaptumas yra svarbiausia. Tai galioja kai kuriems ankstyvos stadijos projektams, kurie vėliau gali privesti prie, pavyzdžiui, vaistų sukūrimo. Tokiose srityse mokslas greičiausiai liks uždaras, slaptas reikalas. Egzistuoja ir daug didesnė pilka zona pagrindiniame moksle, kur susirūpinimas komerciniu slaptumu yra veiksnys, tačiau ne visada vyraujantis.

Tikroji problema – mokslinis darbas, kuris iš principo galėtų būti atviras, tačiau kliūtis – nepagrįstos vėlesnių patentų viltys. Ilgainiui intelektinės nuosavybės vaidmuo pagrindiniame moksle turės būti aptartas. Tačiau atvirojo mokslo pagrindas, vieta, nuo kurios turėtume pradėti, yra mokslo kultūros pokytis, kuriam įvykus, būtų vertinamas ir apdovanojamas ne tik rašytinių darbų rašymas, bet ir nauji dalijimosi duomenimis būdai. Tai pagrindinė problema, ir mes dabar aptarsime.

DEVINTAS SKYRIUS

ATVIROJO MOKSLO BŪTINYBĖ

Įsivaizduokite, kad esate dirbantis mokslininkas, kuris iš visos širdies tiki, kad atvirasis mokslas suteiks milžinišką naudą mokslui ir visuomenei. Suprantate, kad bus sunku pakeisti giliai įsišaknijusią mokslo kultūrą, bet, nepaisydamas to, nusprendžiate visomis išgalėmis imti dalytis savo idėjomis ir duomenimis interneto tinkle, prisidėdamas prie naujų priemonių – mokslo *vikių* ir vartotojų komentarų svetainės – ir padarydamas savo kompiuterio programų kodą laisvai prieinamą. Tam reikia daug laiko ir pastangų, taip pat suprantate, kad be jūsų kolegų noro atsakyti tuo pačiu jūsų gaunama nauda yra maža. Taip yra dėl to, kad dauguma atvirojo mokslo privalumų pasireiškia tik tada, kai jis yra pritaikomas dideliam mokslininkų kolektyvui. O tik kaip vienas mokslininkas negalite priversti kitų kurti atvirąjį mokslą.

Su tokia tipiška patirtimi susidūrė mano kolega ir buvęs studentas Tobijas Osbornas (*Tobias Osborne*), dabar dirbantis Hanoverio universitete Vokietijoje. Nekantraudamas išbandyti atvirojo mokslo galimybes, T. Osbornas 6 mėnesius didelę dalį savo atliekamo tyrimo apie kvantinį skaičiavimą vykdė atvirai – tinklaraštyje. Jis parašė daug nuodugniai apmąstytų gairių, kupinų įžvalgių idėjų, ir jo tinklaraštis pritraukė šalininkų iš kvantinio skaičiavimo bendruomenės – daugiau nei 50 nuolatinių skaitytojų.

Deja, mažai kas iš šių skaitytojų norėjo komentuoti T. Osborno pateiktas gaires arba dalytis savo idėjomis. O be įsitraukusių kolegų bendruomenės per daug pastangų reikėjo skirti atviram darbui vien dėl mažytės grąžos. Galiausiai T. Osbornas nusprendė, kad atvirasis mokslas nefunkcionuos sėkmingai, nes „jis reikalauja, kad didžioji dalis mokslininkų tuo pat metu ir iš esmės pakeistų savo elgesį“. Tokios patirtys, kaip ši, atvirąjį mokslą verčia atrodyti beviltišku dalyku.

Nors tiesa, kad kelias į atvirąjį mokslą bus sunkus, tikintis tiesioginių atskirų mokslininkų veiksmų, dar nereiškia, kad kitiems požiūriams negali pasisekti. Mūsų visuomenė yra išsprendusi daugelį problemų, analogiškų atvirojo mokslo problemai, kur nesusilaukiama tiesioginio atskirų asmenų dalyvavimo, o naudos pasiekiama tik tada, jei daugelis didžiulės grupės žmonių vienu metu sutinka tvarkyti reikalus naujovišku būdu. Pavyzdys yra problema, kuria kelio puse reikia važiuoti.

Jei gyventumėte šalyje, kur žmonės važiuoja kairiąja kelio puse, negalėtumėte vieną dieną pradėti judėjimo, siekiančio, kad būtų vairuojama dešiniąja kelio puse, tiesiog pakeisdamas kelio pusę, kuria vairuojate pats. Tačiau tai nereiškia, kad nėra įmanoma visiems vienu metu to pakeisti.

Būtent tai įvyko Švedijoje 1967 m. rugsėjo 3 d. 5 val. ryto. Švedams buvo priežasčių tai pakeisti: žmonės kaimyninėse šalyse jau važinėjo dešine kelio puse, be to, jau ir dauguma transporto priemonių Švedijoje buvo su vairu kairėje pusėje, dėl to vairuoti dešniąja kelio puse iš tiesų yra ir saugiau. Tačiau, kaip būtų ir atvirojo mokslo atveju, tam, kad būtų pakeistas tiesioginis atskirų individų elgesys, neužteka vien fakto, kad vairuoti dešiniąja puse būtų geriau – prireikė plačiai vykdomos vyriausybės kampanijos ir įstatymų keitimo.

Pakeisti kelio eismo puses atrodo labai nutolęs dalykas nuo mokslo kultūros pakeitimo, tačiau iš tikrųjų pirmoji mokslo atvirėjimo revoliucija pareikalavo panašaus pobūdžio kolektyvinių veiksmų. Mes jau aptarėme, kaip XVII a. mokslininkai dažnai laikydavo jų gautus rezultatus tik sau, jei siunčiamų anagramų nelaikysime dalijimusi informacija! Iš pradžių, kai buvo įvesta mokslinių žurnalų sistema, daugelis mokslininkų į tai žiūrėjo įtariai, nenorėjo dalytis savo tyrimų rezultatais su kitais šioje naujoje žiniasklaidos priemonėje. Nors atskiri mokslininkai galėjo įžvelgti, kad mokslas kaip visuma greičiau progresuotų, jei *visi* mokslininkai laisvai dalytųsi savo atradimų naujienomis, bet tai dar nereiškė, kad jie patys bus labai suinteresuoti publikuoti savo atradimus tuose žurnaluose.

Tai sukėlė problemą ankstyvųjų žurnalų redaktoriams, sakykim, Henriui Oldenburgui (*Henry Oldenburg*), kuris 1665 m. įkūrė pirmąjį pasaulyje mokslinį žurnalą „Karališkosios visuomenės filosofijos veikalai“ (*Philosophical Transactions of the Royal Society*). H. Oldenburgo biografė Merė Boas Hol (*Mary Boas Hall*) pasakoja, kaip H. Oldenburgas rašė mokslininkams ir „maldavo jų informacijos“, kartais vienu metu laiškais kreipdamasis į du konkuruojančius mokslininkus, remdamasis tuo, kad būtų „geriausia pasakyti A, ką daro B, ir atvirkščiai, tikėdamasis, kad taip bus skatinami abu vyrai uoliau dirbti ir būti atviresni.“ Tokiu būdu H. Oldenburgas išprovokavo kelis žymiausius mokslininkus, įskaitant I. Niutoną, K. Hiugensą ir R. Huką, skelbti savo darbus „Filosofijos veikaluose“. Tokio gudravimo poreikio nebeliko tik po kelių H. Oldenburgo ir kitų žmonių darbo dešimtmečių, pakeitusių mokslo kultūrą.

Bendras šablonas, būdingas kelio juostų keitimo ir mokslo atvirumo problemoms – tiek šiandien, tiek XVII a. – yra tas, kad individualūs interesai nėra natūraliai sugretinami su kolektyviniu grupės interesu. Kas nors, tikintis, kad „kiekvienas turėtų taip daryti“, pavyzdžiui, prisidėti prie atvirojo mokslo arba pakeisti eismo pusę, nebūtinai taip pat bus įsitikinęs, kad „aš taip turiu daryti net tuo atveju, jei niekas kitas nedaro“. Socialinių mokslų specialistai tokias problemas vadina kolektyvinio veiksmo problemomis.

Gudrybė, kaip išspręsti kolektyvinio veiksmo problemas, yra rasti būdų, kaip sugretinti individualius ir kolektyvinius interesus. Švedija, nusprendusi eismą perkelti į dešinę juostą, pasitelkė įstatymų vykdomąją valdžią, kad žmonės būtų priversti pakeisti eismo juostą. Vieną dieną individualiai žmonės buvo labiausiai suinteresuoti važiuoti kairiąja kelio puse, o kitą dieną jie tapo suinteresuoti važiuoti dešiniąja kelio puse.

Panaši geniali pirmos atvirojo mokslo revoliucijos mintis buvo susieti individualų ir kolektyvinį interesą mokslininkams atlyginant už dalijimąsi informacija apie jų atradimus moksliniuose žurnaluose. Šiandienos problema yra ta, kad, nors įdiegti naujas technologijas yra kolektyvinis mokslininkų interesas, bet individualūs jų interesai išlieka susiję su publikacijomis žurnaluose. Individualų interesą vėl reikia sugretinti su kolektyviniu.

Gerai, kad gana neblogai žinoma, kaip kolektyvinių veiksmų problemas spręsti. Praeito amžiaus septintajame dešimtmetyje politikos ekonomistas Mankuras Olsonas (*Mancur Olson*) savo veikaluose analizavo tai, ką jis vadino

„kolektyvinio veiksmo logika“, bandydamas suprasti sąlygas, kuriomis grupei priklausantys individai dirbs kartu dėl bendro intereso, ir tas sąlygas, kuriomis to nedarys. Praeito amžiaus dešimtajame dešimtmetyje politikos ekonomistė Elinora Ostrom (*Elinor Ostrom*) iš esmės pagilino M. Olsono analizę specifinei kolektyvinio veiksmo rūšiai, konkrečiai įvardindama, kaip grupės gali dirbti kartu, kad valdytų bendrai turimus išteklius – vandenį ir miškus. Knygos, kurias parašė M. Olsonas ir E. Ostrom, apibūdindami savo atliktą darbą, yra tarp daugiausiai socialinių mokslų istorijoje cituotų knygų, ir jų darbai iki šiol buvo tokie įtakingi, kad 2009 m. M. Ostrom buvo skirta Nobelio premija ekonomikos srityje.

Šiuos darbus paminėjau kaip pesimizmo dėl atvirojo mokslo priešnuodžius. Kai kurie labai protingi žmonės yra praleidę tikrai daug laiko, tyrinėdami realiojo gyvenimo pavyzdžius, kai buvo išspręstos kolektyvinio veiksmo problemos, ir yra labai įtemptai mąstę, kaip gali būti apibendrintos tų pavyzdžių atvejais taikytos strategijos, kad jos padėtų išspręsti kitas kolektyvinio veiksmo problemas. Kaip nustatė M. Olsonas, E. Ostrom ir jų kolegos – nors su kolektyvinio veiksmo problemomis susidoroti sunku, bet nėra neįmanoma.

Prieš numodami ranka į atvirąjį mokslą, šiomis idėjomis turėtume pasinaudoti. Dabar apžvelgsime dvi strategijas, kurias galima panaudoti, siekiant pakeisti mokslo kultūrą. Nė viena jų nėra greitas uždavinio sprendimas, tačiau, pasitelkus pakankamai vaizduotės ir pasiryžimo, šios strategijos gali padėti padaryti mokslą kur kas atviresnį. Nors mano pasakojimas yra paremtas M. Olsono ir E. Ostrom bei jų idėjinių įpėdinių darbais, neišvesiu aiškių sąsajų, nes tai nėra vadovėlis apie politinę ekonomiką. Jei jums įdomu toliau gilintis į galimas sąsajas, prašom žiūrėti skyrelį „Rinktiniai šaltiniai ir patarimai tolesniam skaitymui“, kuris prasideda 220 puslapyje.

PRIEVARTINIS ATVIRASIS MOKSLAS

Anksčiau šioje knygoje aptarėme atvirosios prieigos politikas, kurias pradeda taikyti kai kurios mokslinių stipendijų skyrimo institucijos, kad mokslinio tyrimo rezultatai būtų plačiai prieinami. Prisiminkite, pavyzdžiui, kad JAV Nacionaliniai sveikatos institutai dabar reikalauja, kad mokslininkai per 12 mėn. nuo paskelbimo rašytinius darbus padarytų atvirai prieinamus. Kurie su šia

sąlyga nesutinka, finansavimo turi pasižvalgyti kur nors kitur. Tai yra prievartos politika, panaši į Švedijos vyriausybės taikytą strategiją, siekiant pakeisti eismo puses. Vadinasi, galingos organizacijos – vyriausybės ir mokslinių stipendijų skyrimo agentūros – gali priversti visus bendruomenės narius vienu metu pakeisti savo elgesį.

Remdamosi jų atviros prieigos politikomis, kelios mokslinių stipendijų skyrimo institucijos dabar reikalauja, kad mokslininkai atvirai dalytųsi savo tyrimų *duomenimis*. Ši atvirų duomenų politika yra įkvėpta Bermudų susitarimo dalytis žmonių genetikos duomenimis (žr. p. 11), tačiau taikoma platesniu mastu. Yra daug būdų, kaip visa tai vyksta, taigi leiskite man apibūdinti tik kelis momentus. Siaurose srityse, sakykim, genomo moksle, politika gali būti gana reikli.

Anksčiau šioje knygoje (žr. p. 8) aptarėme, kaip genomiką galima panaudoti nustatyti genų ir ligų sąsajoms; tuo remiantis atlikti tyrimai yra vadinami didelio masto asociaciniais genomo tyrimais (*genome-wide association studies*, *GWAS*). 2007 m. Nacionaliniai sveikatos institutai įvedė politiką, kad duomenys, gauti iš didelio masto asociacinių genomo tyrimų, būtų atvirai prieinami, o tai buvo susiję su tam tikrais apribojimais, siekiant užtikrinti tyrimo dalyvių privatumą.

Ir kitas stambus genomo tyrimų finansuotojas Fondas *Wellcome* (*Wellcome Trust*) dabar reikalauja, kad visi genetiniai duomenys būtų atviriau prieinami, bet su sąlyga, kad bus apsaugotas privatumas ir kiti panašūs susirūpinimą keliantys dalykai. Be to, šios agentūros numato, į kurias internetines duomenų bazes šie duomenys turėtų būti patalpinti, kokiu formatu ir t. t.

Platesnių sričių politikos dėl dalijimosi duomenimis dažniausiai yra mažiau apibrėžtos. Pavyzdžiui, nuo 2006 m. Jungtinės Karalystės Medicinos tyrimų taryba reikalavo, kad visi jos finansiškai remiami mokslininkai pateiktų savo duomenis laisvai prieigai su salyga, kad tai nepažeistų jokių etinių ir teisinių normų. Tačiau ši politika tiksliai neapibrėžia, kokiu būdu arba kur reikia tuos duomenis pateikti.

Daugelio atvirųjų duomenų politikų kūrimo stadija vis dar yra ankstyvoji. Sakykim, nuo 2011 sausio JAV Nacionalinis mokslo fondas pareikalavo, kad į mokslinių stipendijų skyrimo paraiškas būtų įtraukti du puslapiai, kuriuose būtų aprašomas duomenų valdymo planas. Tai dar nėra visavertė atvi-

rųjų duomenų politika, tačiau fondo atstovas komentavo, kad šio reikalavimo paskelbimas yra tiktai „pirmasis pastangų etapas“, siekiant užtikrinti, kad visi duomenys būtų prieinami laisvai. Visa tai apvainikuoja tendencija, kad aukščiausiame politiniame lygmenyje auga atvirų duomenų vertės suvokimas. Tarkim, 2007 m. Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija rekomendavo, kad šalys narės iš viešųjų fondų finansuojamų mokslinių tyrimų duomenis padarytų laisvai prieinamus. Prireikia laiko, kol tokios rekomendacijos imamos taikyti, tačiau ilgainiui jos gali turėti įtakos.

Laisvos prieigos ir atviųjų duomenų politikos yra galingi žingsniai siekiant atvirojo mokslo, tai tokie žingsniai, kuriuos atskiram mokslininkui savarankiškai būtų sunku žengti. Mokslinių stipendijų skyrimo institucijos yra *de facto* valdymo mechanizmas mokslo respublikoje ir turi didžiulių galių priversti vykti pokyčius, turi daugiau galių net už pačius įžymiausius mokslininkus, Nobelio premijos laureatus. Daugelio mokslininkų elgesį lemia ši auksinė taisyklė: „Tie, kas turi auksą, kuria ir taisykles“.

O auksą šiuo atveju turi didelės stipendijų skyrimo institucijos. Jei mokslinių stipendijų skyrimo institucijoms vadovaujantys žmonės nuspręstų, kad kaip dalis stipendijos suteikimo proceso būtų tai, kad siekiantys stipendijų turėtų miesto centre šokti džigą, greitai pasaulio gatvės būtų pilnos šokančių profesorių. O dabar daugelis – įskaitant ir daugelį stipendijas skirstančių pareigūnų – kaltina šią sistemą, manydami, kad ji yra per daug centralizuota ir kontroliuojama. Tačiau praktikoje mokslinių stipendijų skyrimo sistema šiuo metu valdo didžiąją dalį mokslo, ir jei mokslines stipendijas skirstančios institucijos nuspręs rimtai žiūrėti į atvirąjį mokslą, taip pat pasielgs ir mokslininkai.

Įsivaizduokite, pavyzdžiui, kad viena iš didžiųjų mokslinių stipendijų skyrimo agentūrų ėmė prašyti paraiškų teikėjų pateikti ėjimo į viešumą, naudojant tinklaraščius ir internete dedant vaizdo medžiagą, įrodymus. Arba, tarkime, jie ėmė prašyti kandidatų apibūdinti savo indėlį į mokslinius *vikius*, kaip mokslinių tyrimų veiklos įrodymą. Tokio pobūdžio politika daug patarnautų aptariamų priemonių įteisinimui.

Nors stipendijų skyrimo institucijos gali padėti naujoms priemonėms užsitarnauti priimtinumą, jos neturi neribotų galių atvirojo mokslo primesti mokslininkams. Vėl prisiminkite Bermudų susitarimo, numatančio dalytis

žmonių genetikos duomenimis, istoriją. Tie principai nebuvo tiesiog molekuliniams biologams primesti kažkokios centrinės mokslinių stipendijų suteikimo institucijos įsaku. Atvirkščiai – molekulinės biologijos bendruomenės lyderiai susirinko Bermuduose ir nutarė, kad dalijimasis duomenimis geriausiai atitiks visos bendruomenės interesus. Iš esmės atskiri mokslininkai sakė: „Mes norėtume dirbti atvirai, tačiau tik tada, jei ir kiti darys taip pat."

Mokslo stipendijas skiriančios agentūros tada padėjo pasiekti šį tikslą, imdamos vykdyti atvirumo politiką. Tačiau priežastis, kodėl ši politika buvo tokia veiksminga, iš dalies buvo ta, kad ją jau ir taip rėmė žymiausi molekulinės biologijos mokslininkai. Panaši situacija susiklostė ir Švedijoje, kur eismas į dešinę kelio juostą buvo perkeltas tik po dešimtmečius trukusios viešos diskusijos apie šią idėją.

Kad procesas būtų sėkmingas, stipendijų mokslui skyrimo institucijos negali tiesiog prievarta įdiegti atvirumo, jos turi gauti pritarimą ir susitarti su mokslininkų bendruomene. Jei jie to nepadarys, bus labai lengva mokslininkams tiksliai, bet formaliai vykdyti stipendijų skyrimo institucijų reikalavimus, bet netikėti jų dvasia.

Įsivaizduokite ateities mokslininkus, skelbiančius tokius „atvirus" duomenų rinkinius, kurie yra taip varganai aprašyti, jog nesuteikia jokios naudos niekam kitam. Viena yra mokslininkui sumesti neapdorotų duomenų šūsnį kokiu nors niekam nežinomu inernetiniu adresu, visai kas kita – atidžiai aprašyti ir tinkamai juos patikrinti, kad būtų galima integruoti į kitų mokslininkų duomenis, ir aktyviai skatinti kitus mokslininkus atrasti naujas panaudojimo galimybes. Štai ką reikštų mokslinių duomenų tinklalapiui būti geram.

Bendriau kalbant, kad tinklų mokslas realizuotų visą savo potencialą, mokslininkai turėtų uoliai, visiškai nuoširdžiai įsipareigoti dalytis žiniomis naujais būdais. Kad tai įvyktų, stipendijų skyrimo institucijos turi individualiai dirbti su kiekviena mokslininkų bendruomene, išsamiai kalbėdamos su kiekvienos bendruomenės mokslininkais apie būdus, kaip ta bendruomenė galėtų tapti atviresnė.

Ar jie turi duomenų, kuriais galėtų sistemiškai dalytis? Kaip dėl programavimo kodo? Kaip tvarkytis su žmonių klausimais ir pateikiamomis idėjomis bei liaudies išmintimi? Kuo dar galima dalytis? Kaip greitai būtų galima tuo

dalytis? Kokias naujas priemones reikia sukurti, kad tai veiktų veiksmingai? Jei stipendijų skyrimo institucijos tai padarys, jos gali veikti kaip Bermudų tipo susitarimų, skatinančių dalytis mokslinėmis žiniomis, atsiradimo katalizatorius. Ir tokius susitarimus jos gali įtraukti į įdiegiamas politikas. Laukia ilgas ir lėtas darbas, tačiau būsimasis atpildas – milžiniškas kultūrinis pokytis atvirumo link.

ATVIROJO MOKSLO SKATINIMAS

Ateities perspektyva, kai stipendijas skiriančios institucijos sakys – „Jūs dirbsite atviriau“ – sukelia man, kaip mokslininkui, nevienodus jausmus. Nors tai ir skatins naudotis naujomis priemonėmis, mokslininkai prie jų nepuls itin uoliai, nebent sukursime dar ir naujus stimulus jomis naudotis. Šiandienos mokslininkai demonstruoja nepailstamą vidinį impulsą rašyti mokslinius straipsnius, nes būtent juos vertina mokslo bendruomenė. Reikia naujų stimulų, kurie sukeltų panašų vidinį impulsą dalytis duomenimis, programų kodais ir kitomis žiniomis. Kaip galėtume priversti dalytis žiniomis naujais būdais, kad mokslininkams tai būtų taip būtina, kaip šiandien skelbti straipsnius?

Pravartu pažvelgti į šį klausimą iš ekonomikos pozicijų. Įprastoje ekonomikoje būna taip: jei jums parduodu sofą ir gaunu kažkiek grynųjų pinigų, jūs ją įsigyjate, o aš prarandu. Tačiau moksliniai atradimai vyksta kitaip. Jei pasidaliju su jumis žiniomis apie atradimą, žinių apie jį neprarandu. Tokio pobūdžio dalybos yra naudingos visai visuomenei, tačiau, atradimo autoriaus požiūriu, kam tai daryti, jei niekaip neatlyginama: mokslininkai turi daug mažiau priežasčių gaišti laiką ir dėti pastangas siūlydami savo atradimą.

XVII a. mokslinė bendruomenė pasirinko puikų šios problemos sprendimą (naudojamą ir iki šiol). Užuot suteikdami žmonėms išskirtines teises į jų idėjas, kaip tai būtų įprastoje ekonomikoje, sukūrėme reputacija paremtą ekonomiką. Mokslininkai atvirai dalijasi savo atradimais skelbdami moksliniuose straipsniuose – iš esmės, juos atskleisdami – tačiau mainais jie gauna teisę būti gerbiami kaip atradėjai. Tokiu būdu pripažįstami, jie gali kurtis reputaciją, kuri gali patarnauti gaunant mokamą darbą.

Tai tam tikra idėjų nuosavybės teisės rūšis, skatinanti reputacija pagrįstą ekonomiką ir sukurianti mokslui nematomą jėgą, kuri stipriai motyvuoja

mokslininkus dalytis jų tyrimų rezultatais. Tokios reputacijos ekonomikos įtvirtinimas neatsiejamas nuo labai stiprių socialinių normų: mokslininkai privalo priskirti nuopelnus kitiems už jų darbą, jie negali plagijuoti svetimų darbų, ir mokslininkai vertina kitų mokslininkų darbą, atsižvelgdami į įrašus apie jų publikuotus straipsnius. Tačiau šios normos taikomos tik vienam dalijimosi mokslinėmis žiniomis būdui – moksliniams rašytiniams veikalams. Jei galėtume sukurti panašias normas, skatinančias plačiau dalytis mokslinėmis žiniomis ir reputacijos ekonomika, tada ta nematoma mokslo jėga sustiprėtų, o mokslo procesas būtų daug greitesnis.

Kaip tokiu būdu galima praplėsti mokslo reputacijos ekonomiką? Pažvelkime į pavyzdį, kur jau šiomis dienomis tokia plėtra vyksta. Tai istorija, kuri įtraukia tiek tinklalapį *arXiv* – anksčiau aptartą priemonę, kuri leidžia laisvai parsisiųsti paskutinių fizikos tyrimų rezultatus – ir kitą paslaugą fizikams, vadinamą *SPIRES* [*Stanford Physics Information Retrieval System* – Stanfordo fizikos informacijos ieškos sistema]. Projektas *arXiv* ir *SPIRES* sistema kartu sukuria fizikams stimulą dalytis žiniomis naujoviškai. Kad paaiškinčiau, kaip tai vyksta, pirma reikia paaiškinti, ką daro *SPIRES* sistema.

Tarkime, dėl kažkokios priežasties labai reikia sužinoti, kokį poveikį paskutinis S. Hokingo į tinklalapį *arXiv* įkeltas juodraštinis traktatas turi kitų mokslininkų darbams. *SPIRES* sistema gali padėti, pateikdama informaciją, kuriuose į *arXiv* įkeltuose juodraštiniuose traktatuose ir jau žurnaluose paskelbtuose straipsniuose yra nuorodų į tą S. Hokingo juodraštinį straipsnį.

SPIRES sistema, pavyzdžiui, gali pasakyti, kad pastaruoju metu nė vienas juodraštinis traktatas arba publikuotas straipsnis dar necitavo paskutinio S. Hokingo darbo. Arba gal pamatysite, kad jis paskatino daugelį kitų fizikų dirbti prie susijusių idėjų. *SPIRES* sistema gali pateikti platų vaizdą, kaip dažnai S. Hokingo (ar bet kurio kito fiziko) juodraštiniai darbai ir publikuoti straipsniai iš viso iki šiol buvo cituojami, ir kas juos citavo.

Tai paverčia *SPIRES* be galo naudinga priemone, norint įvertinti kandidatus moksliniam darbui. Kai susitinka fizikų samdymo į darbą komitetai įvertinti kandidatų kompetencijai tose srityse, kurias aprėpia *SPIRES* sistema (dalelių fizika ir kai kurios susijusios sritys), nėra neįprasta, kad susitikime kiekvienas išsitrauks nešiojamąjį kompiuterį ir palygins nuorodų įrašus *SPIRES* sistemoje.

Kuo tai susiję su atvirumu ir naujais stimulais dalytis žiniomis? Na, prieš kelis dešimtmečius juodraštinius mokslinius straipsnius dauguma fizikų laikė tiesiog „akmenimis brastai pereiti“, palyginti su įprastinėmis publikacijomis žurnaluose. Jie patys nebuvo vertinami kaip pabaigti darbai. Siekiant karjeros, buvo reikalingi įrašai apie jau paskelbtus veikalus prestižiniuose žurnaluose.

Šiandien esant tinklalapiui *arXiv* ir *SPIRES* sistemai, juodraštiniai traktatai įgijo tam tikrą statusą kaip rezultatai. Ir nėra neįprasta fizikams, pavyzdžiui, savo gyvenimo aprašyme išvardyti juodraštinius straipsnius, kurie dar nebuvo skelbti jokiame žurnale. Ir jei fizikas aptiks, kad kažkas kitas dirba prie projekto, kuris konkuruoja su vienu iš jo projektų, jis gali paskubėti pirmasis ištraukti savo juodraštinį traktatą. Juodraštiniai traktatai dar nėra vertinami taip, kaip jau išspausdinti straipsniai žurnaluose, bet juodraštinis straipsnis, cituotas šimtus kartų *SPIRES* sistemoje, gali duoti stiprų niuksą, pastūmėdamas karjeros laiptais.

Suteikdami būdą parodyti juodraštinių traktatų mokslinę vertę ir poveikį, *SPIRES* sistema ir tinklalapis *arXiv* paskatino fizikus rašyti juodraštinius traktatus, ir šis stimulas yra kitoks, nei rašyti straipsnius tik publikavimui.

Turiu pripažinti, kad, vykstant kultūros permainoms, tai yra visai mažai. Poslinkis į juodraštinius darbus kultūros fizikoje pagreitina dalijimąsi mokslo žiniomis ir šias žinias padaro plačiau prieinamas. Tačiau tai nė iš tolo nėra tokia didelė permaina, kaip anagramų pakeitimas moksliniais žurnalais! Tačiau turėtume atkreipti dėmesį į *arXiv* ir *SPIRES* istoriją, nes ji parodo, kad iš tiesų yra įmanoma sukurti naujus stimulus mokslininkams, kad jie dalytųsi žiniomis. Tuo labiau, tai įvyko be kokios nors vadovaujančios institucijos prievartos.

Kai *SPIRES* sistema sudarė galimybes nustatyti juodraštinių darbų poveikį, naujas stimulas atsirado natūraliai, nes atskiri fizikai pradėjo naudotis *SPIRES* nuorodų ataskaitomis. Moksle, kaip ir daugelyje gyvenimo sričių, ką galima pamatuoti, už tai galima ir atlyginti, o už ką galima gauti atlyginimą – tai galima ir padaryti.

Ar galėtų panaši strategija skatinti mokslininkus dalytis kitokių rūšių mokslinėmis žiniomis? Pagalvokime, pavyzdžiui, apie stimulus dalytis moksliniais duomenimis. Tarkime, kaip kad tai nutiko su juodraštiniais traktatais fizikoje, mokslininkai ėmė reguliariai remtis kitų žmonių duomenimis savo

pačių moksliniuose straipsniuose. Tai jau pradeda vykti ir vyks daug sparčiau, kai atvirųjų duomenų politikos taps įprastesnės.

Sakykim, kažkas sukurs cituotų nuorodų ieškos paslaugą, kuri ne tik atseks straipsnių ir juodraštinių veikalų nuorodas, bet ir cituotus duomenis. Jei ši paslauga funkcionuos gerai, žmonės ja naudosis, norėdami įvertinti kitus mokslininkus. Ir jie aiškiau ims matyti, kokį poveikį turi dalijimasis duomenimis. Šiuo atžvilgiu dalijimasis duomenimis ims labiau padėti, nei žlugdyti mokslininkų karjerą. Išties, mokslininkai ne tik norės dalytis savo duomenimis, bet jiems net atrodys privalumas juos pateikti taip, kad būtų naudingi kitiems mokslininkams. Mokslininkai duomenų tinklalapių kūrimą vertins kaip svarbią savo darbo dalį, o ne kaip jų atitraukimą nuo svarbaus užsiėmimo – rašyti mokslinius straipsnius.

Toks pat stimulas gali būti pritaikytas bet kokios rūšies mokslinėms žinioms: juodraštiniams traktatams, duomenims, kompiuterinių programų kodui, moksliniams *vikiams*, bendradarbiavimo rinkoms ir pan. Kiekvienu atveju bendras modelis yra tas pats: citavimas lemia pagrįstą įvertinimą, šis – atlygį, atlygis pritraukia žmones, kurie yra motyvuoti prisidėti. Tai būdas plėsti mokslo reputacijos ekonomiką.

Praktikoje bus daug komplikacijų ir daug galimų šios temos variacijų. Iš tikrųjų, net mano papasakota istorija apie *arXiv* tinklalapį ir *SPIRES* sistemą buvo per daug supaprastinta – *SPIRES* sistema buvo tik vienas veiksnys iš daugelio, kurie juodraštiniams veikalams suteikė rimtą statusą fizikoje. Tačiau bendras vaizdas yra aiškus.

Ypatingos svarbos dalykas yra kompiuterių programų kodas. Šiandien mokslininkai, kurie rašo ir paleidžia programų kodus, dažnai susilaukia mažai savo darbo vertinimo. Kažkas, kas sukūrė nuostabią atviro duomenų šaltinio kompiuterio programą, kuria naudojasi tūkstančiai kitų mokslininkų, tikėtina, bus menkai įvertintas kolegų mokslininkų. „Tai tik programinė įranga“ – taip tokį darbą komentuos daugelis mokslininkų. Vadovaujantis karjeros siekimo požiūriu, kodo autoriui būtų buvę geriau parašyti kelis trumpučius straipsnelius, kurių niekas neskaitytų.

Tai yra beprotybė: daug mokslinių žinių yra kur kas geriau išreiškiamos kaip programos kodas, nei kaip mokslinis straipsnis. Tačiau šiandien tos žinios dažnai arba išlieka užslėptos, arba yra sugrūdamos į užrašus, nes nėra jokios

paskatos elgtis kitaip. Jei turėtume citavimo – pagrįsto įvertinimo – atlygio ciklą, taikomą programų kodų kūrimui, tada programų kodų rašymas ir dalijimasis jais padėtų, o ne kenktų mokslininkų karjerai.

Tai turėtų daugelį teigiamų pasekmių, bet viena pasekmė būtų ypač lemtinga – tai suteiktų mokslininkams stiprią motyvaciją kurti naujas priemones moksliniams darbams atlikti. Jiems būtų atlyginama už sukūrimą tokių priemonių, kaip *Galaxy Zoo* tinklalapis, *Foldit* žaidimas, *arXiv* tinklalapis ir kiti. Ir jei taip nutiktų, pamatytume, kaip mokslininkai, kuriantys naujas priemones žinių konstravimui, išsiveržia į priekį, o ne velkasi užpakalyje.

Bet yra citavimo – pagrįsto įvertinimo – atlygio idėjos apribojimų. Akivaizdu, nėra nei įmanoma, nei norima apie atradimą spręsti remiantis vien tik tuo, kiek jis buvo cituotas straipsniuose (arba juodraštiniuose veikaluose, arba duomenyse, arba programos kode). Kai tenka įvertinti atradimo svarbą, nėra jokio pakaitalo tam, kad reikia nuodugniai suprasti tą atradimą. Bet, tai pripažinus, reputacijos ekonomikos moksle pagrindas yra nuorodų sistema. Tokiu būdu mokslininkai atseka mokslinių žinių kilmę.

Jei mokslininkai rimtai priimtų ir kitokius indėlius į mokslą, nei vien tik sena rašytinių darbų forma, tada reikėtų išplėsti nuorodų sistemą, sukuriant citavimui naujas priemones ir normas, bet, turint omenyje, kad citavimas yra (ir visada buvo) ribotas mokslinio darbo įvertinimo būdas.

Šiandien daugelis mokslininkų idėją dirbti atviriau laiko beveik neįsivaizduojama. Po to, kai sakydavau kalbas apie atvirąjį mokslą, dažnai prie manęs prieidavo skeptikai ir sakydavo: „Kodėl turėčiau padėti savo konkurentams, tuose naujuose tinklalapiuose dalydamasis idėjomis ir duomenimis? Ar tai nėra tiesiog siūlymas kitiems pavogti mano duomenis arba pirmam publikuoti mano idėjas? Tik koks nors naivuolis galėtų galvoti, kad tai kada nors paplis.“ Kadangi reikalas šiuo metu stovi vietoje, šiame požiūryje yra daug tiesos, tačiau taip pat svarbu suprasti jo ribotumą.

Šie skeptikai pamiršta, kad jie *jau* laisvai dalijasi savo idėjomis ir atradimais, kai tik paskelbia straipsnius, kuriuose aprašomas jų pačių mokslinis darbas. Jie taip užstrigę „popierinės“ citavimo – pagrįsto įvertinimo – atlygio sistemoje, kad ją laiko natūraliu dėsniu ir pamiršta, kad ji yra sukurta, atsižvelgiant į situaciją visuomenėje. Tai yra susitarimas, o visuomeninį susitarimą galima keisti.

Viskas, ko reikia, kad atvirajam mokslui pasisektų – tai, kad dalijimasis mokslinėmis žiniomis naujuose žiniasklaidos kanaluose teiktų tuos pačius privalumus, kuriuos šiandien teikia rašytiniai darbai. Šiuo požiūriu atlygis reputacijai už dalijimąsi žiniomis naujais būdais viršys šių žinių slėpimo naudą. Dabar, tai paminėjus, skeptikai kartais pasakytų: „Bet niekas niekada rimtai nepriims idėjų, kurios buvo paskelbtos *tinklaraštyje* (ar *vikyje*, ar panašiai)."

Šiandien tai gal ir tiesa – nors tai ir keičiasi – tačiau po ilgesnio laiko šis požiūris atrodys trumparegiškas ir ignoruojantis pirmosios atvirojo mokslo revoliucijos pamokas. Mes turime galimybę skatinti tokius pačius pokyčius, kokius H. Oldenburgas ir jo kolegos sukėlė XVII–XVIII šimtmečiais, skatindami mokslininkus dalytis jų mokslinėmis žiniomis, panaudojant pačias galingiausias priemones, kokios ir šiandien yra įmanomos. Galime vėl sugretinti individualių mokslininkų interesus su mokslinės bendruomenės ir visos visuomenės kolektyviniu interesu – kaip įmanoma greičiau skatinti mokslo pažangą.

ATVIRUMO RIBOS

Kokias ribas reikėtų nustatyti mokslo atvirumui? Nors apskritai yra tiesa, kaip aš ir sakiau anksčiau, kad ne tinkle esanti informacija negali padaryti nieko gero, bet tam tikros ribos yra būtinos. Kai kurios ribos yra akivaizdžios: nori nenori, gydytojai negali platinti savo pacientų medicininių įrašų, saugumo ekspertai negali dalytis informacija, kuri sukelia pavojų saugumui, ir t. t. Žinoma, jau dabar yra daug priemonių užkirsti kelią informacijos atskleidimui, kai tai pažeidžia tikimosi privatumo, etikos, saugumo ir teisėtumo ribas, tačiau yra ir kitokio pobūdžio dalykų, į kuriuos reikėtų atsižvelgti.

Ar atvirumas galėtų mokslininkus sutriuškinti? Vienas visų laikų žymiausių matematikų, Aleksanderis Grotendaikas (*Alexander Grothendieck*), buvo įsitikinęs, kad tik jo galimybė būti vienui vienam buvo neišsenkantis jo kūrybingumo šaltinis. Savo autobiografiniuose užrašuose tvirtina, kad tikras kūrybiškumas yra pasekmė noro „tik man pačiam tinkamu būdu suvokti dalykus, apie kuriuos noriu sužinoti, o ne pasikliauti sutartomis sąvokomis, aiškiomis arba numanomomis, kurias nustato platesnis ar siauresnis klanas, kurio narys aš esu".

A. Grotendaikas nėra vienintelis taip manantis. Idėjos, kurias reikia kruopščiai išpuoselėti, gali sunykti arba mirti, jei jos bus pirma laiko pakeistos, atsižvelgiant į kažkieno kito nuomonę. Tikriausiai, jei pereisime prie atviresnės, labiau į bendradarbiavimą nukreiptos kultūros, rizikuosime prarasti proto, būtino aukščiausiai kūrybiškumo formai, savarankiškumą. Ar mažiau žmonių mėgins imtis drąsių veiksmų, kurie neatitiks egzistuojančios mokslinės bendruomenės bendrosios praktikos, bet jais bus siekiama nustatyti naująją praktiką?

Čia susiduriame su bendra problema, kuri yra daugiau nei A. Grotendaiko noras atsiriboti vienatvėje, ar romantiškos vienišų genijų, iš naujo apibrėžiančių sritį, sąvokos. Tai yra problema, kurią aptarėme 3 skyriaus pabaigoje, kad mokslininkai turi labai nedaug laiko, ir tai nulemia jų darbo su kitais suvaržymus. Ar jie turėtų bendradarbiauti tik šiek tiek, ar daug, ar visiškai nebendradarbiauti? Jei pasirinks bendradarbiauti, su kuo turėtų dirbti? Nesvarbu, kaip jiems patinka bendradarbiauti, jų dėmesys ir pagalba nėra beribiai ir turi būti atidžiai planuojami.

Kartais problema išsprendžiama, atsiribojant nuo kitų – kaip ir A. Grotendaiko atveju. Tačiau mokslininkams, kurie pasirenka bendradarbiauti, problemos pasireiškia kitais būdais. Prie Matematikų eruditų projekto, pavyzdžiui, prisidėjo ir keli žmonės, neturintys matematinio išsilavinimo, kurie tikėjosi, spręsdami uždavinį, reikšmingai pastūmėti jį į priekį. Šių žmonių nevienijo bendroji praktika, kuri vienijo daugumą kitų dalyvių – matematikų eruditų. Nors prisidėdami ir turėjo gerų ketinimų, mažai ką tepadėjo. Laimei, silpnų buvo mažai, ir juos buvo galima lengvai ignoruoti. Bet jei tokių būtų buvę daugiau, jie būtų reikalavę žymiai daugiau kitų dalyvių – matematikų eruditų – dėmesio. Panašių problemų gali sukelti pamišėliai, interneto troliai[9] ir nereikalingos informacijos siuntėjai arba netgi tiesiog nemandagūs žmonės.

Šios problemos yra rimtos, bet įveikiamos. Sistema gali būti atvira, nereikalaujant, kad visi dalyviai susilauktų vienodo dėmesio. O ir jūs galite atvirai dalytis savo žiniomis, neprivalėdamas į kitus (ar netgi nė į vieną) kreipti dėmesio. Apskritai, kad atviro bendradarbiavimo sistemos veiktų veiksmingiausiai,

9 Mistinė būtybė trolis – internetiniu žargonu reiškia asmenį, kuris į diskusijų forumą ar tinklaraštį sąmoningai deda kurstančius, provokuojančius, su diskutuojama tema nesusijusius komentarus, siekdamas susilaukti emocinės reakcijos ar tiesiog trikdyti normalią diskusiją.

dalyviams reikia turėti galingus informacijos filtravimo būdus, kad jie galėtų gauti tik labiausiai rūpimą informaciją ir nepaisyti kitokios.

Prisiminkite, pavyzdžiui, kaip *MathWorks* konkurso metu rodomas rezultatas padeda dalyviams atmesti nevertas dėmesio idėjas ir matyti tik geriausias kitų dalyvių idėjas. Jei Matematikų eruditų projekte blogos kokybės indėliai būtų tapę didesne problema, jas taip pat būtų buvę galima nukošti. Geriausiu atveju mokslas yra atviras, bet intensyviai filtruojamas. Tai yra natūrali pasekmė to fakto, kad nors savo dėmesio negalime išplėsti be galo, bet dalijimąsi žiniomis galima išplėsti labiau. Atvirame, bet filtruojamame pasaulyje nekiltų jokių problemų su tokiais žmonėmis, kaip A. Grotendaikas, pasirenkančiais atsiskyrėlio programą.

Ar atvirasis mokslas kartais nebus naudojamas pasiekti tikslams, kuriuos daugelis mokslininkų laiko atstumiančiais? 2009 lapkritį programišiai įsilaužė į vieno iš svarbiausių pasaulyje klimato tyrimų centro Jungtinėje Karalystėje – Rytų Anglijos universiteto Klimato mokslinių tyrimų padalinio – kompiuterių sistemą. Jie parsisiuntė daugiau nei 1000 elektroninio pašto žinučių, siųstų vienas kitam klimato mokslininkų, ir atskleidė elektroninių laiškų (ir daugelio kitų dokumentų) turinį tinklaraštininkams ir žurnalistams.

Šis incidentas susilaukė pasaulio žiniasklaidos dėmesio, nes daugelis klimato pokyčio skeptikų šiais elektroniniais laiškais pasinaudojo ir tvirtino, kad jie pateikia įrodymus, patvirtinančius, kad žmogaus sukelto klimato pokyčio sąvoka yra tiesiog klimato specialistų sąmokslas.

Vienas iš pavyzdžių, kuris parėmė šį priekaištą, buvo laiškas Kevino Trenberto (*Kevin Trenberth*), gerai žinomo Nacionalinio atmosferos mokslinių tyrimų centro Boulderyje, Kolorado valstijoje, klimato mokslininko. Jame K. Trenbertas rašo: „Šiuo momentu atšilimo trūkumo paaiškinti negalime to padaryti, ir tai, kad negalime, yra paradoksalu.“ Iš esmės šis sakinys buvo blogai, be konteksto, pacituotas.

K. Trenbertas aptarinėjo neseniai jo publikuotą straipsnį, kuriame aptarė daug metų vykstančios Žemės paviršiaus temperatūros kaitos priežastis – kodėl būna karštesnių ir šaltesnių metų – ir kaip ši kaita yra susijusi su ilgalaikiu bendru temperatūros padidėjimu. Taip vyksta, galimas daiktas, dėl to, kad keičiasi būdas, kaip paviršiaus karštis yra perskirstomas į vandenyną, į tirpstantį ledą ir t. t. K. Trenberto laiške ir straipsnyje buvo nurodoma, kad nevi-

siškai suprantame visus procesus, sukeliančius šias variacijas, ir dėl to negalime paaiškinti, kodėl kiekvieni konkretūs metai yra karštesni arba šaltesni.

Nors laiške matyti nusivylimas reikalų padėtimi, bet turinys jokiu būdu neprieštarauja autoriaus įsitikinimui, kad ilgainiui temperatūra kils, dėl to įklampinama į trumpalaikes variacijas. Atkreipkite dėmesį, kad klausimas šiuo atveju ne tas, ar pritariate K. Trenberto nuomonei dėl klimato pokyčio. Esmė ta, kad atidus ir sąžiningas klimato pokyčio skeptikas negalėtų interpretuoti K. Trenberto elektroninio laiško turinio kaip iš jo pusės išreiškiančio kokią nors abejonę, jog klimato pokytį sukelia žmonės. Nepaisant to, daugelis skeptikų pasirinko cituoti šį sakinį be konteksto arba iš pykčio, kad pagrįstų savo tikslus, arba darė tai lengvabūdiškai, nuoširdžiai nesuprasdami tikrųjų K. Trenberto laiško ketinimų.

Tokio pobūdžio incidentas rodo, su kokia didele rizika susidurtų klimato mokslininkai, kurie svarsto dirbti atviriau. Viena vertus, atviras dalijimasis idėjomis ir duomenimis turi potencialą pagreitinti atradimų darymą. Kita vertus, kiekviena informacija, kuria pasidalytų klimato mokslininkai, nesvarbu, ar ji būtų reikšminga ar ne, suteiktų progą grupių, kurios nori griauti klimato mokslo reputaciją išpūsdamos mažas problemas arba teikdamos pastabas be konteksto, kaip K. Trenberto atveju, puolimui.

Atsižvelgiant į tai, kaip atvirai turėtų vykti darbas klimato mokslo srityje? Į šį klausimą nelengva atsakyti. Jei iškylančios problemos būtų išskirtinai mokslinės, tada klimato mokslininkai turėtų suskubti dirbti atviriau, tačiau jos ne vien tik mokslinės, bet ir politinės. Aš tikiu, kad teisingas požiūris yra nedaryti kraštutinių permainų, o tolygiau pereiti prie atviresnės sistemos, nustatant ir sutvarkant problemas tada, kai jos iškyla.

Ar gali atvirasis mokslas nulemti klaidinančios informacijos plitimą? Per pastaruosius du dešimtmečius mokslininkai atrado daugiau nei 500 planetų, skriejančių aplink kitas žvaigždes, o ne apie Saulę. Šie atradimai yra įdomūs, tačiau iki šiol visos patvirtintos ne Saulės sistemoje esančios planetos yra dujų gigantai, panašesnės į Jupiterį arba Neptūną, ne į Žemę.

Tikėdamasi pakeisti šią situaciją, 2009 m. pradžioje *NASA* pradėjo vykdyti Keplerio misiją – kosmose įrengė observatoriją, kuri, astronomų įsitikinimu, galėtų atrasti pirmąsias Žemės dydžio planetas, besisukančias aplink kitas žvaigždes. Įprastai *NASA* politika reikalauja tokių misijų duomenis paviešinti po metų, ir

mokslininkai tikėjosi, kad Keplerio duomenys bus paviešinti 2010 birželį. Tačiau 2010 balandį *NASA* konsultacinis komitetas sutiko su neįprastu politikos pakeitimu, leisdama Keplerio komandai iki 2011 vasario slėpti duomenis apie 400 geriausių planetų kandidačių. Tai suteikė jiems daugiau laiko išanalizuoti duomenis ir paskatą būti pirmiesiems, kurie atrado Žemės dydžio planetas.

New York Times straipsnyje Keplerio komandos vadovas Viljamas Borukis (*William Borucki*) yra cituojamas pateisinantis šį laiko pratęsimą, kaip būdą apsisaugoti nuo kitų klaidingų astronomų tvirtinimų apie atradimus: „Jei sakytume – taip, jos yra mažos planetos, galėtumėte būti tikri, kad taip ir yra." 2011 vasarį Keplerio komanda paskelbė, kad jie atrado penkias Žemės dydžio planetas.

Nors atvirai vykdyti mokslą galiausiai yra pageidautina, V. Borukis nėra visiškai neteisus, nerimaudamas dėl neteisingų tvirtinimų. 2010 m. liepos 8 d. dalelių fizikas ir tinklaraštininkas Tomazas Dorigas (*Tommaso Dorigo*) pasinaudojo savo tinklaraščiu ir paskelbė paskalas, kad ilgai ieškota Higso[10] dalelė galiausiai yra atrasta. Jo pranešime buvo pabrėžta, kad jis tik kartoja nepatvirtintas paskalas, bet, nepaisant šio įspėjimo, paskalas pasigavo vyraujantys žiniasklaidos kanalai, ir buvo parašyta straipsnių *Daily Telegraph* laikraštyje (Jungtinė Karalystė) ir žurnale *New Scientist*.

Tepraėjus devynioms dienoms, liepos 17-ą, T. Dorigas savo tinklaraštyje šias paskalas paneigė – tai buvo netiesa. Kai kurie mokslininkai jį kritikavo, priekaištaudami, kad elgėsi neatsakingai arba siekė vien išgarsėti. Tačiau mokslinės paskalos yra mokslinio gyvenimo duona kasdieninė, tai tokie dalykai, apie kuriuos mokslininkai kalba pietaudami arba visuomeniniuose susiėjimuose. Iš tikrųjų, per tokias spekuliatyvias diskusijas dažnai iškeliama naujų idėjų. Todėl tai ir buvo natūrali tema, diskutuotina neformalioje tinklaraščio aplinkoje, kur T. Dorigas galėjo pasišnekučiuoti su savo dalelių fizikos srities draugais ir kolegomis.

10 Standartinio modelio dalelių fizikoje teigiama, jog egzistuoja Higso laukas, užpildantis visą aplinkui esančią erdvę. Su šiuo lauku sąveikaudamos, elementariosios dalelės ir įgyja masę: dalelės, stipriai sąveikaujančios su Higso lauku, įgyja didelę masę, o dalelės, kurios su lauku sąveikauja silpnai, įgyja mažą masę. Higso bozonas yra Higso lauko kvantas. Higso bozonas neturi sunkio ir krūvio. Higso bozonas (H0) – hipotetinė masyvi skaliarinė elementarioji dalelė, numatyta standartinio modelio dalelių fizikoje. Dalelė, kuri gali būti Higso bozonas, eksperimentiškai aptikta 2012 m. liepos 4 d. Higso bozonas labiausiai padeda, aiškinant kitų elementariųjų dalelių masės kilmę, tiksliau – skirtumą tarp bemasio fotono ir reliatyviai sunkių W ir Z bozonų.

Turint tai galvoje, kyla pagunda labiau kritikuoti vyraujančią žiniasklaidą už neatsakingą informacijos paviešinimą. Bet tai irgi būtų nesąžininga. T. Dorigas yra fizikas profesionalas, gerai žinomas ir glaudžiai palaikantis ryšius su dalelių fizikos bendruomene, iš kurio būtų tikimasi, kad šioje srityje jis yra gerai informuotas. Bet, žinoma, šias paskalas pasirinko žiniasklaida.

Šioje vietoje vyrauja tikra įtampa. Tinklaraščiai yra galinga priemonė plėtoti neformalias mokslines diskusijas ir nagrinėti spekuliatyvias idėjas, tačiau kai šis nagrinėjimas vyksta atvirai, iškyla pavojus, kad pagrindinė žiniasklaida, trokštanti sensacingų žinių, jas išplatins ir sudarys įspūdį, kad tai yra tikras faktas. Laimei, tai nėra didelio masto problema. Didžiąja dalimi mokslinių atradimų pagrindinė žiniasklaida nesidomi, o kalbant apie tuos keletą atradimų, kurie sukelia didelį visų susidomėjimą, tokie įvykiai, kaip Dorigo–Higso dalelių incidentas, padės žiniasklaidai būti atsargesnei, pranešant nepatvirtintas paskalas.

Nors žmonės dažnai yra ciniškai nusiteikę žurnalistikos atžvilgiu, dauguma pagrindinių žiniasklaidos priemonių organizacijų puikiai supranta savo patikimumo reputacijos svarbą (arba atvirkščiai) ir jaučiasi nesmagiai, jei tenka praneštas žinias dažnai viešai paneiginėti. Žinias apie Dorigo–Higso daleles teko paneigti daugiau nei pusei tuzino didžiųjų žiniasklaidos organizacijų, daugelis kurių nurodė, kad pirmiausiai paskalas paskleidė *Daily Telegraph* ir *New Scientist.* Tokios reklamos *Daily Telegraph* ir *New Scientist* nenorėjo. Su šia problema ateityje susidursime vis dažniau ir dažniau, bet tai atrodo maža kaina palyginti su atvirojo mokslo privalumais.

Ar, plečiant mokslo mastą, netampa sunkiau patikrinti mokslinių atradimų? Kadangi atvirasis mokslas leidžia praplėsti atradimų procesą, mokslinių įrodymų kilmė pasikeis ir taps sudėtingesnė. Kai kurių atradimų atveju nuodugnus įrodymų pagrįstumo suvokimas gali viršyti atskiro individo galimybes. Štai vienas pirmųjų tokių pavyzdžių. 1983 m. matematikai paskelbė vieno svarbaus matematikos uždavinio, žinomo kaip baigtinių paprastų grupių klasifikacija, sprendimą. Įrodymui užbaigti prireikė beveik 30 metų, nuo 1955 iki 1983, ir į šį procesą buvo įsitraukę 100 matematikų, parašiusių apytiksliai 500 straipsnių į žurnalus. Vėliau įrodyme buvo rasta daug smulkių spragų ir bent viena rimta spraga, kuri dabar jau išspręsta (tikimės!), prie įrodymo pridėjus 2 tomų 1200 puslapių priedą. Praeito amžiaus devintajame

dešimtmetyje nebuvo įprasta, kad mokslinio atradimo įrodymas būtų toks sudėtingas. Šiandien tai jau tampa įprastu dalyku.

Pasirinkime tik vieną sudėtingumo šaltinį – pagalvokime, kad daugelyje mokslo sričių šiuolaikiniai eksperimentai vis dažniau naudoja šimtus tūkstančių ar net milijonus kompiuterio programos kodo eilučių. Beveik neįmanoma eliminuoti visų klaidų iš tokio kodo. Kaip galime būti tikri, kad tokio kodo atnešami rezultatai yra teisingi? Kaip kiti mokslininkai gali patikrinti ir pakartoti tokio eksperimento rezultatus? Be to, situacija pareikalauja vis daugiau jėgų, nes duomenų apdorojimo kompiuteriais sistemos sudėtingėja. Atskiros kompiuterio programos vis dažniau pakeičiamos sudėtingomis programinėmis sistemomis, painiais sąveikaujančių programų tinklais, kartais palaikomais daugelio žmonių iš daugelio skirtingų vietų. Kaip galime garantuoti, kad tokios sudėtingos programinės sistemos sukurs patikimus ir pakartojamus rezultatus?

Tokie ir panašūs rūpesčiai paveikia atradimus nuo dalelių fizikos iki klimato mokslo, nuo biologijos iki astronomijos. Tai tokia rūšis mokslo, kuris yra anapus atskiro žmogaus suvokimo ribų. Kadangi šis naujas įrodymų mastas tampa norma, įrodymų pagrindimo standartai turi evoliucionuoti. Aš nusiteikęs optimistiškai: šį iššūkį pasitiksime pasitelkę sustiprintą kolektyvinį intelektą ne tik siekdami padaryti naujus atradimus, bet ir sukurti patobulintus metodus tiems atradimams patikrinti ir pagrįsti.

PRAKTINIAI ŽINGSNIAI ATVIROJO MOKSLO LINK

Kokius galime žengti praktinius žingsnius atvirojo mokslo kryptimi? Viso pasaulio mastu mūsų vyriausybės kiekvienais metais išleidžia daugiau nei 100 mlrd. dolerių pagrindiniams moksliniams tyrimams. Tai yra *mūsų* pinigai, ir mes turime pareikalauti pokyčių, vedančių prie atviresnės mokslo kultūros. Aš esu įsitikinęs, kad visuomenės finansuojamas mokslas turėtų būti atviras. Pažvelkime į kelis praktinius žingsnius, kuriuos kiekvienas, nuo dirbančio mokslininko iki plačiosios visuomenės narių, gali žengti šio tikslo link.

Ką jūs galėtumėte padaryti, jei esate mokslininkas? Išbandykite atvirąjį mokslą! Įkelkite į interneto tinklą kokių nors savo senų mokslinių duomenų ir seną programavimo kodą. Aprašykite, paskatinkite kitus žmones tuo pasinaudoti ir užsitikrinkite, kad jiems pasakėte: noriu, kad mane paminėtumėte

nuorodose. Pabandykite rašyti tinklaraštį. Pastūmėkite savo komforto zonos ribas – savo tinklaraštyje išplėtokite kai kurias iš tų idėjų, kurios ilgus metus kirbėjo jūsų galvoje, tačiau niekada nebuvo galutinai įgyvendintos.

Turite ką prarasti, o atviras darbas gali įkvėpti naujos gyvybės jūsų idėjoms. Jei tam reikia skirti per daug laiko, prisidėkite keliais nedideliais indėliais į kitus atvirojo mokslo projektus – tarkime, parašykite komentarą moksliniame tinklaraštyje ar prisidėkite prie kokio nors *vikio* kūrimo. Šie indėliai gali būti maži, tačiau jūsų mokslo kolegos pastebės, o tai padės mokslinėje bendruomenėje įtvirtinti naujas priemones, ir jums gali pasirodyti, kad tai apsimoka labiau, nei manėte. Jei esate linkęs į nuotykius, bandykite plėsti ribas. Paklauskite savęs, ar galite pirmas žengti nauju mokslo kūrimo keliu, kaip tai padarė Matematikų eruditų projektas, *Foldit* žaidimas ir *Galaxy Zoo* tinklalapis. Ką galite pakerėti savo vaizduote ir ryžtingumu? Net jei jūsų rizikingas žingsnis atvirajame moksle nebus sėkmingas, apie savo pastangas galvokite kaip apie paslaugą savo bendruomenei. Žinoma, viso savo mokslo neprivalote atlikti atvirai ar net daugiau nei mažą dalelę.

Nepaisant visko, būkite kilnus, pripažindamas kitų mokslininkų nuopelnus, kai jie dalijasi savo mokslinėmis žiniomis naujoviškais būdais. Cituodamas jų idėjas, duomenis ir programinį kodą, kuriais jie dalijasi interneto tinkle, raskite būdų nurodyti šaltinius. Paskatinkite juos tęsti savo atvirą darbą, akcentuoti jį savo gyvenimo aprašyme ir paraiškose dėl mokslinių stipendijų bei rasti būdų, kaip parodyti jo poveikį.

Tokiu būdu gali funkcionuoti naujas citavimo – pagrįsto įvertinimo – atlygio ciklas. Žinoma, kartais susidursite su kolegomis, puoselėjančiais senamadiškas mokslines vertybes, su žmonėmis, kurie niekina naujus dalijimosi žiniomis būdus ir mano, kad vienintelis mokslininkų sėkmės matas – kiek daug straipsnių jie publikavo prestižiniuose ir populiariuose moksliniuose žurnaluose, sakykim, *Nature*. Pasikalbėkite su tais žmonėmis apie naujų dalijimosi žiniomis būdų vertę ir drąsą, kurios prireikia mokslininkams, ypač jauniems, dirbti atvirai. Atvirai, interneto tinkle, dalytis idėjomis, programų kodu ir duomenimis yra taip pat svarbu, kaip skelbti straipsnius, ir tik vadovaujantis senamadiškomis vertybėmis yra teigiama kitaip.

Jei esate mokslininkas, kuris taip pat yra ir programuotojas, jums tenka atlikti ypatingą vaidmenį – suteikiama galimybė sukurti naujas priemones,

kurios iš naujo nustatys, kaip yra daromas mokslas. Drąsiai eksperimentuokite su naujomis idėjomis – tai yra mokslinės programinės įrangos aukso amžius, bet taip pat pasitelkite drąsą vertindami savo darbo vertę.

Panašu, kad šiandien jūsų darbas yra nepakankamai vertinamas senamadiškų kolegų, bet ne iš pykčio, o iš supratimo trūkumo. Paaiškinkite kitiems mokslininkams, kaip jie turėtų cituoti jūsų darbą. Padirbėkite su savo draugais mokslininkais programuotojais ir nustatykite bendras šaltinių nurodymo ir dalijimosi programų kodu normas. Ir tada dirbkite kartu: palaipsniui didinkite spaudimą kitiems mokslininkams, kad šie sektų šiomis normomis. Nesistenkite tik propaguoti savo darbo, tačiau kuo platesniam ratui žmonių atkakliai tvirtinkite, kad programavimo kodo vertė savaime yra mokslinis indėlis, tiek pat vertingas, kiek ir tradiciškesnės šio indėlio formos.

O gal dirbate mokslinių stipendijų skyrimo institucijoje? Pasikalbėkite su žmonėmis iš mokslinių bendruomenių, kurioms teikiate stipendijas, ir paklauskite, kokios žinios dabar yra „užrakintos“ mokslininkų galvose ir laboratorijose. Kokios priemonės veiksmingiausiai leistų pasidalyti šiomis žiniomis? Ar yra galimybė parengti atviros prieigos, atvirų duomenų ir atviro kodo politiką? Kaip galėtume pasistūmėti, nei leidžia šiandienos atviros prieigos ir atvirų duomenų politika? Ar galime pasinaudoti tokiais pavyzdžiais, kaip *arXiv* tinklalapis ir *SPIRES* sistema, kaip modeliais, padėsiančiais sukurti naujas citavimo normas ir naujas pagrįsto įvertinimo priemones bei plėsti mokslo reputacijos ekonomiką? Kalbant abstrakčiau, jei dalyvaujate vyriausybės darbe arba kuriant politiką, tada galite padėti prisidėdamas prie atviros prieigos ir atvirų duomenų idėjos, o dar bendriau – klausimo apie atvirojo mokslo žinomumą.

O ką galėtumėte padaryti, jei nesate mokslininkas, nedirbate mokslinių stipendijų skyrimo institucijoje ir nedirbate politikos srityje, tačiau domitės mokslu ir esate žmonijos gerovės pilietis? Pasišnekėkite su draugais ir pažįstamais mokslininkais. Paklauskite, ką daro, kad jų duomenys būtų laisvai prieinami. Pasiteiraukite, ką daro, norėdami viešai ir greitai pasidalyti savo idėjomis. Paklauskite, kaip dalijasi savo programavimo kodu? Kad atvirasis mokslas būtų sėkmingas reikia keisti mokslininkų bendruomenės vertybes.

Jei visi mokslininkai visa širdimi tikės darbo atvirai – internetiniame tinkle – verte, tada permainų ir įvyks. Iš esmės tai yra pokyčio mūsų širdyse ir mūsų protuose problema. Nėra stipresnės jėgos, leidžiančios pasiekti tokį

pokytį, nei padidinti viešą žinomumą taip, kad *kiekvienas* mūsų visuomenėje suprastų milžinišką atvirojo mokslo vertę ir suvoktų, jog pasiekti mokslo atvirumą yra vienas didžių mūsų amžiaus iššūkių.

Jei kiekvieno pasaulio mokslininko draugai ir šeimos nariai vis klausinėtų, ką jis daro, kad mokslas taptų atviresnis, tada permainos įvyktų. Jei kiekvieno skiriančio stipendijas agento ir kiekvieno mūsų universiteto vadovo draugai ir šeimos nariai klausinėtų, ką jie daro, jog mokslas taptų atviresnis, tada sulauktume pokyčių. Ir jei visuomenė darytų spaudimą mūsų politikams, reikalaudama atviresnės mokslinės kultūros, tada permainos ateitų. Tai turi tapti bendro mūsų visuomenės rūpesčiu, politiniu ir socialiniu klausimu, kurį kiekvienas vertintų kaip esantį lemiamą.

Jūs galite padėti to pasiekti, pasitelkdamas asmenines galias, ryšius ir supratimą, kaip paveikti politikus ir mokslinių stipendijų skyrimo institucijas vykdyti politiką, skatinančią atvirumą. (Aš išvardijau kai kurias tai jau darančias organizacijas skyriuje „Rinktiniai šaltiniai ir patarimai tolesniam skaitymui“ šios knygos pabaigoje.) Kokios rūšies žiniomis mes, kaip visuomenė, tikėsime, kad mokslininkai dalysis su pasauliu ir skatinsime juos dalytis? Ar mes ir toliau vadovausimės dabartiniu savo požiūriu? O gal pasirinksime sukurti mokslo kultūrą, apimančią atvirą dalijimąsi žiniomis, naujų priemonių sukūrimą, kurios padidins galimybes spręsti problemas ir pagreitins mokslinius atradimus?

Žingsniai, kuriuos ką tik apibūdinau – tik žingsneliai, tačiau jie skatins judėti atviresnių mokslo kūrimo būdų link. Išradėjas ir mokslininkas Danielis Hilisas (*Daniel Hillis*) teigia: „yra problemų, kurių, atrodo, neįmanoma išspręsti, jei norėtume jas išspręsti per 2 metus – to visi ir siekia. Tačiau jos pasirodytų paprastos, jei tam skirtume apie 50 metų laikotarpį.“ Atvirojo mokslo problema yra tokio pobūdžio. Šiandien atrodo, kad sukurti atvirąją mokslo kultūrą prireiks neįmanomų mokslininkų darbo specifikos permainų. Tačiau, žengdami mažais žingsneliais, galime po truputį, bet ženkliai keisti kultūrą.

TINKLŲ MOKSLO ERA

Rašiau šią knygą, turėdamas tikslą įžiebti visagalę ugnį mokslininkų bendruomenės širdyse. Mes esame prie unikalaus istorijos momento: pirmą kartą turime neribotas galimybes sukurti galingas naujas priemones mąstymui. *Turime*

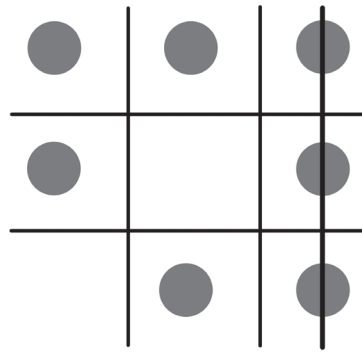
galimybę pakeisti mokslo kūrimo būdą, tačiau mokslininkų bendruomenė, kuri turėtų žengti priešakyje, velkasi pačiame gale, dauguma mokslininkų tvirtai laikosi įsikibę savo darbo metodų ir nepalaiko tų, kurie siekia geresnių būdų. Kaip ir per pirmąją atviresnio mokslo revoliuciją mes, kaip visuomenė, turime aktyviai stengtis išvengti tragedijos dėl prarastos galimybės, skatindami, o kur pridera, priversdami mokslininkus prisidėti prie to naujais būdais. Esu įsitikinęs, kad, dirbdami atkakliai ir atsidavę, turėsime gerą progą mokslą pakeisti visiškai ir iš pagrindų.

Žvelgdami į antrąją XVII a. pusę, galime suprasti, kad vienas iš didžiausių to meto pokyčių buvo moderniojo mokslo išradimas. Kai bus rašoma XX a. pabaigos – XXI a. pradžios istorija, šį laikotarpį laikysime istorijos tarpsniu, kurio metu pasaulio informacija buvo neatpažįstamai pakeista iš inertiškos, pasyvios ir sujungta į vieną sistemą, kuri tai informacijai suteikia gyvybingumo. Pasaulio informacija bunda. Ir šie pokyčiai suteikia galimybę pertvarkyti mokslininkų mąstymo ir darbo metodus ir tokiu būdu padidinti žmonijos galimybes spręsti problemas. Mes atrandame kitaip, o būsimasis rezultatas – nauja tinklų mokslo, kuris paspartins atradimus ne vienoje siauroje mokslo srityje, bet visame moksle, era. Šis atradimas iš naujo pagilins mūsų supratimą, kaip funkcionuoja visata, ir padės išspręsti svarbiausias žmonijos problemas.

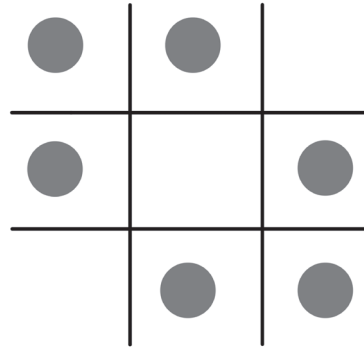
PRIEDAS:

UŽDAVINYS, KURĮ IŠSPRENDĖ MATEMATIKŲ ERUDITŲ PROJEKTAS

Matematikų eruditų projektu buvo siekiama įrodyti matematikos rezultatą, žinomą kaip Heilso-Džiueto tankumo (*density Hales-Jewett (DHJ)*) teorema. Nors *DHJ* įrodymas yra sudėtingas, esminį išdėstymą gali suprasti bet kas. Pažvelkite į pateiktą 3 × 3 langelių tinklelį:



Septynis tinklelio kvadratėlius pažymėjau taškais; kaip matote, per tris iš šių taškų galima nubrėžti liniją. O konfigūracija kitame paveikslėlyje yra *be linijos* – per jokius tris esančius taškus linijos nubrėžti negalite:



Jei šiek tiek pažaisite, pamatysite, kad ši konfigūracija yra ta, kurioje yra daugiausia variantų, kai per taškus išvesti linijos negalima. Jei tinklelyje pažymėsite septynis taškus – nesvarbu kur – visada bus įmanoma kažkur tinklelyje nubrėžti liniją per tris taškus.

O dabar įsivaizduokite, kad tinklą padarėme trimatį, t. y. 3 × 3 × 3, langelių. Pasirodo, trimatyje tinklelyje didžiausioje įmanomoje konfigūracijoje be linijų taškais bus užpildyta 16 langelių. Jei užpildysime 17 tinklelio langelių, tada nesvarbu, kuriuos langelius užpildysime, kažkur tinklelyje vis viena bus įmanoma nubrėžti liniją per tris taškus. Galiu duoti garbės žodį arba, jei pageidaujate, truputį padirbėję ir pasitelkę trimatę vaizduotę, galėsite įsitikinti, kad taip ir yra.

O dabar padarykime šuolį ir įsivaizduokime išplečiantys tinklelį nuo trijų dimensijų iki pasirinkto skaičiaus erdvinių dimensijų. Dimensijų skaičių pavadinsime *n*. Šį sąlygos išplėtimą yra sunku įsivaizduoti vizualiai, taip sunku, kad dauguma matematikų negali to padaryti, todėl uždavinį paverčia į algebrinę formą. Čia nepateiksiu algebros vertinio, bet paaiškinsiu mums rūpimą klausimą: koks yra didžiausios tinklelio konfigūracijos, kai negalima nubrėžti linijos per tris taškus, dydis, kai yra *n* dimensijų? Tą dydį pavadinsime s_n.

Mūsų ankstesnė diskusija rodo, kad $s_2 = 6$, o $s_3 = 16$, tai yra didžiausias konfigūracijų be linijų skaičius, kai yra dvi ir trys dimensijos. Kai yra daugiau

dimensijų, greitai pasidaro nepaprastai sudėtinga apskaičiuoti s_n vertę. Kaip jau matėme, matematikai apskaičiavo, kokios yra s_2 ir s_3 reikšmės, o labiau pasistengę taip pat apskaičiavo s_4, s_5 ir s_6 reikšmes, tačiau niekas pasaulyje nežino, kokia yra tiksli s_7 reikšmė. O kai yra daugiau dimensijų, dar sudėtingiau. Bet net jei yra sunku apskaičiuoti tikslią s_n reikšmę, *DHJ* teorema suteikia dalį informacijos, kokio dydžio yra s_n.

Viena *DHJ* teoremos išvada teigia: kai n dinemsijų skaičius labai didelis, tada s_n dydis – didžiausias konfigūracijų be linijų skaičius – yra tik mažytė visų tinklelio langelių skaičiaus dalelė. Kalbant kitaip, kai n didelis skaičius, užpildžius net ir mažytę tinklelio dalelę, tai nulemia, kad kažkur galima išvesti liniją. Nesvarbu, kaip sumaniai užpildote tinklelio erdvinius langelius, kažkur bus galima nubrėžti liniją. Jei šį teiginį pateiksime šiek tiek formalesniais terminais, tai *DHJ* teorema įrodys, kad tinklelio dalelė $s_n/3_n$, užpildyta didžiausia galima konfigūracija taškų, per kuriuos negalima išvesti linijos, tampa nykstamai maža, kai n stipriai didėja – sakant matematikų žargonu, artėja prie nulio didelio n ribose.

Tai yra nepaprastas teiginys. Kaip jau matėme, dvimatėje ir trimatėje erdvėje galime užpildyti didžiąją dalį tinklelio, kol esame priversti per tris taškus išrikiuoti į vieną liniją, tačiau kai dimensijų skaičius yra didelis, pagal *DHJ* teoremą kažkur tinkle vis vien galima išvesti liniją per tris taškus, net jei taškais yra užpildoma tik mažytė tinklo dalelė. Visai neatrodo akivaizdu, kad taip turėtų būti, bet *DHJ* teorema įrodo, kad tai yra tiesa.

Iki šiol *DHJ* teoremos išvadas aiškinau dėl to, kad daugmaž įsivaizduotumėte, apie ką yra *DHJ* teorema. Iš tikrųjų išsami *DHJ* teoremos formuluotė yra stipresnė, nei mano apibūdintos išvados. Ji nėra pritaikyta tik 3 × 3 × ... langelių tinkleliui, analogiška formuluotė yra teisinga $m \times m \times \ldots$ langelių tinkleliui, kur m gali būti bet koks skaičius. Be to, *DHJ* teorema net įrodo, kad linija bus tam tikro ypatingo tipo linija, vadinama *kombinacine* linija. Čia nesiimsiu apibūdinti, kas yra kombinacinė linija – žiūrėkite šaltinius knygos pabaigoje, jei reikia paaiškinimo, kas ji. Šiuo atveju pakaks žinoti, kad tai yra ypatingos rūšies linija. Pagal pilną *DHJ* teoremos formuluotę – tai, kad, didėjant dimensijų skaičiui n, tinklelio dalelė, kurią sudaro $m \times m \times \ldots$ langelių, užpildyta didžiausiu taškų poaibiu be kombinacių linijų, artėja prie nulio. Kitaip sakant, kai n skaičius stipriai padidėja, užpildžius net mažytę tinklelio langelių dalelę, tai privers kažkur atsirasti kombinacinei linijai.

Kodėl jums turėtų rūpėti *DHJ* teorema? Jei susiduriate su *DHJ* teorema, neturėdamas daug matematinių žinių, tikriausiai, tai atrodo sunkiai suvokiamas uždavinys. *DHJ* teorema atrodo kaip kažkoks galvosūkis, kuris potenciaIiai galėtų būti smagus (bet sudėtingas) užsiėmimas, jei jūsų protas turi polinkį spręsti galvosūkius. Tačiau kuo DHJ teorema yra svarbesnė nei Sudoku galvosūkių sprendimas?

Išvaizda yra apgaulinga. *DHJ* yra svarbi teorema. Pasirodo, jos išsprendimo pasekmė turi įtakos daugeliui kitų svarbių, bet sunkiai įrodomų, matematikos rezultatų, o kai kurie iš jų yra iš, atrodytų, gana nesusijusių sričių. Galvokite apie tai kaip apie sustatytas domino figūrėles – viena krisdama priverčia kristi ir daug kitų svarbių, bet kitais būdais sunkiai pajudinamų, matematikos domino figūrėlių.

Leiskite pateikti pavyzdį, kaip *DHJ* teorema susisieja su kita dalimi matematikos, kuri atrodytų nesusijusi – su uždaviniu suprasti pirminių skaičių struktūrą. Pasirodo, *DHJ* teorema numano gilų skaičių teorijos rezultatą, vadinamą Zemeredžio (*Szemerédi*) teorema. Pirmą kartą šią teoremą 1975 m. įrodė matematikas Edrė Zemeredis (*Endre Szemerédi*), nuo to laiko matematikai atrado dar kelis įrodymus.

Pasitelkę kelias šių įrodymų idėjas, 2004 m. matematikai Benas Grynas (*Ben Green*) ir Terensas Tao (*Terence Tao*) įrodė svarbų naują pirminių[11] skaičių struktūros rezultatą. Kad suprastumėte, ką teigia Gryno ir Tao teorema, pamąstykite apie šią skaičių seką: 199, 409, 619, 829, 1039, 1249, 1459, 1669, 1879, 2089. Jie visi yra pirminiai skaičiai ir tolygiai pasiskirstę – kiekvienas skaičius sekoje yra 210-ia didesnis, nei einantis prieš jį. Pagal Gryno ir Tao teoremą, tolygiai pasiskirsčiusių pirminių skaičių seka gali būti bet kokio ilgio. Norite tolygiai pasiskirsčiusios sekos iš milijono pirminių skaičių? Gryno ir Tao teorema užtikrina, kad tokia seka egzistuoja. Iš tikrųjų teorema nepateikia recepto, kaip galima lengvai atrasti tokią seką, tačiau ji užtikrina: jei jos ilgai ieškosite, galiausiai rasite.

Dabar, tikriausiai, rezultatai apie pirminius skaičius atrodo gana nesusiję su rūpesčiu dėl konfigūracijų be linijų daugiamatėse erdvėse. Tačiau *DHJ* – Zemeridžio ir Zemeridžio–Gryno–Tao teoremų sąsajos parodo, kad tarp *DHJ* ir pirminių skaičių struktūros ryšys išties yra.

11 Pirminis skaičius yra bet kuris natūralusis skaičius, didesnis nei 1, kuris dalijasi tik iš savęs ir vieneto.

DHJ teorema pirmą kartą buvo įrodyta 1991 m. matematikų Hilelio Furstenbergo (*Hillel Furstenberg*) ir Jižako Kacnelsono (*Yitzhak Katznelson*). Taigi kai T. Goversas pasiūlė vykdyti Matematikų eruditų projektą, jis nesiūlė, kad matematikai eruditai pirmą kartą atrastų *DHJ* teoremos įrodymus. Kaip tik siūlė atrasti naujų įrodymų. Galite nustebti, kad geriausi matematikai, tokie, kaip T. Goversas, gali norėti atrasti naujus jau žinomo rezultato įrodymus, tačiau esantis *DHJ* teoremos įrodymas naudojosi netiesioginėmis ir sudėtingesnėmis metodikomis matematikos atšakos, vadinamos ergodine teorija. Nors tai visiškas geras įrodymas, T. Goversas buvo įsitikinęs, kad, atradus naują, paremtą kitokiomis metodikomis, gali būti atrasta papildomų įžvalgų, susijusių su *DHJ* teorema.

T. Goversą konkrečiai domino atrasti įrodymą, kuris būtų susijęs su elementariomis metodikomis, kurioms nebūtini rafinuoti matematiniai skaičiavimai, sakykim, kaip ergodinės teorijos priemonės. Kartais atrasti nauji įrodymai gali paskatinti reikšmingų naujų įžvalgų, kurios padeda suprasti, visų pirma, kodėl rezultatas yra teisingas. Ir išties, būtent taip ir atsitiko atrandant kelis Zeremidžio teoremos įrodymus. Grynas ir Tao, įrodydami savo teoremą apie pirminius skaičius, naudojosi kelių skirtingų Zeremidžio teoremos įrodymų idėjomis. Tai iškėlė kupiną iššūkių ir vertą pastangų tikslą Matematikų eruditų projektui – ieškoti naujų *DHJ* teoremos įrodymų, pasitelkus tik elementarias metodikas.

PADĖKA

Rašant šią knygą man nepaprastai pagelbėjo daugelio žmonių uolumas, įžvalgos ir parama. Ypač dėkoju Peteriui Tallackui, mano vadybininkui, kurio užsidegimas dėl šio projekto, nuovokūs atsiliepimai ir mokėjimas užduoti taiklius klausimus labai reikšmingai patobulino knygą. Taip pat labai dėkoju *Princeton University Press* komandai už jų entuziazmą ir kantrumą man šį leidinį paverčiant tikrove.

Nuoširdi padėka mano redaktorei Ingridai Gnerlich, taip pat Jodi Beder, Bobui Bettendorfui, Christopheriui Chungui, Kathleena'i Cioffi, Peteriui Dougherty'iui, Jessicai Pellien ir Julie Shawvan. Dėkoju Simonui Capelinui, Kelly McNees ir Lee Smolinui už naudingus pirminės knygos versijos komentarus. Padrąsinantys Lee Smolino žodžiai padėjo, kai jau buvau nutaręs knygos nerašyti. Labai dėkoju Evai Amsen, Robui Doddui, Ericui Drexleriui, Johnui Dupuisui, Hassanui Masumui, Christina'i Pikas, Dorothea'i Salo, Lee Smolinui ir Robui Spekkensui už mąslias pastabas, perskaičius juodraštinį variantą. Robas Spekkensas ne tik pateikė smulkius komentarus, bet ir davė kelis išties vertingus siūlymus, kurie itin pagerino visą darbą.

Ačiū Harvey'ui Brownui, Amy'ei Dodd, Danielle'i Fong, Chrisui Ingui, Chrisui Lintottui, Garrettui Lisi'ui, Cameronui Neylonui, Tobiasui Osborne'ui, Peteriui Rohde'ui, Mickey'ui Schaferiui, Carlosui Scheideggeriui, Arfonui Smithui, Johnui Stocktonui ir Markui Tovey'ui už išsamias pastabas pirminiams vieno arba kelių skyrių juodraščiams.

Aštuntas ir devintas šios knygos skyriai yra iš dalies pritaikyti, panaudojus mano rašytą esė į savo tinklaraštį [152], kuri vėliau buvo paskelbta leidinyje *Physics World* [150]. Skiriu padėką Joao Medeirosui ir Matinui Durrani iš *Phy-*

sics World už pagalbą rengiant straipsnį ir kad tai buvo įmanoma. Mano darbą labai praturtino daugelis žmonių iš interneto tinklo atvirojo mokslo bendruomenės, ir siunčiu savo padėką kiekvienam jų. Ypač dėkoju Cameronui Neylonui, Peteriui Suberiui ir daugeliui kitų, kurie nuveikė tiek daug, kad būtų sukurta klestinti internetinio tinklo bendruomenė atvirajam mokslui plėtoti.

Taip pat ačiū daugeliui tų kitų žmonių, kurių įžvalgos suteikė peno mano mąstymui, įskaitant: Scottą Aaronsoną, Halą Abelsoną, Richardą Akermaną, Dave'ą Baconą, Gaviną Bakerį, Travisą Bealsą, Pedro Beltrao, Micą Bermaną, Michaelą Bernsteiną, Peterį Binfieldą, Robiną Blume-Kohoutą, Jeaną-Claude'ą Bradley'ų, Björną Brembsą, Titus'ą Browną, Zacary'į Browną, Howardą Burtoną, Carlą Caves'ą, Ike Chuangą, Keną Coates'ą, Alessandro Cosentino, Johną Cumbersą, Wimą van Damą, Amy Dodd, Robą Doddą, Michaelą Duschenes'ą, Drew Endy, Steveną van Enką, Steve'ą Flammia, Connie French, Chrisą Fuchsą, Joshua Gansą, Alexei'jų Gilchristą, Benjaminą Goodą, Danielį Gottesmaną, Timą Goversą, Christopherį Granade'ą, Ilya Grigoriką, Nicholasą Grueną, Melissa Hagemann, Timo Hannay'ų, Aramą Harrow, Andrew Hesselą, Danielį Holzą, Tadą Homer-Dixoną, Billą Hookerį, Sabine Hossenfelder, Jonathaną Huntą, Heather Joseph, Jasoną Kelly, Mariusą Kempe'ą, Manny Knillą, Steve'ą Kochą, Mattą Leiferį, Hope Leman, Danielį Lemire'į, Debbie Leung, Mike'ą Loukides'ą, Seaną McGee, Bobą McNeesą, Hassaną Masumą, Gerardą Milburną, Leną Mlodinową, Peterį Murray-Rustą, Brianą Myersą, Béla Nagy, Andersą Norgaardą, Jill O'Neill, Tobiasą Osborne'ą, Sebą Paquetą, Heather Piwowar, Jorge'ą Pulliną, Srinivasaną Ramasubramanianą, Neilą Saundersą, Keviną Schawinski, Cosma Shalizi, Alice Sheppard, Johną Sidlesą, Deepaką Singhą, Rolando Somma, Hilary Spencer, Grahamą Steelą, Victoria Stodden, Daną Stowellą, Brianą Sullivaną, Pawelą Szczęsny, Terry Tao, Kaitlin Thaney, Matthew Toddą, Beną Tonerį, Umeshą Vazirani, Ricardo Vidalį, Christianą Weedbrooką, Andrew White'ą, Johną Wilbanksą, Gregą Wilsoną, Shirley Wu, Carlą Zimmerį ir Borą Zivkovićių.

Kiti žmonės, kurių vardai turėtų būti šiame sąraše, tačiau nėra, priimkite mano atsiprašymus ir padėką. Daugiau nei galiu tai išreikšti žodžiais, už jų meilę ir pagalbą dėkoju savo šeimai: Howardui ir Wendy Nielsenams; Stuartui ir Shelly Nielsenams; Kate'i Nielsen ir Scottui Andrewsui; mano dukterėčioms

ir sūnėnams Zie, Cooperiui, Blake'ui ir Bowenui; mano močiutei Ricardo; Robui ir Diane'ai Doddams; Amy Dodd ir Candace ir Jonny'iui Marzano.

Savo didžiausią iš visų padėką skiriu savo žmonai Jenai Dodd. Jos pastabos ir kritika labai pagerino kiekvieną šios knygos aspektą nuo mažiausių detalių iki bendros struktūros bei visų argumentų. Be jos padrąsinimo ir paramos niekada nebūčiau šios knygos pradėjęs ir tikrai niekada nebūčiau jos užbaigęs.

RINKTINIAI ŠALTINIAI IR PATARIMAI TOLESNIAM SKAITYMUI

Nemaža dalimi ši knyga yra darbas, atliktas sintezės būdu, ir aš esu didžiai skolingas kitiems. Smulkias pastabas apie naudotus šaltinius galite rasti nuo p. 226. Čia apibūdinsiu keletą šaltinių, kurie turėjo didžiausią įtaką mano mąstymui, bei patarsiu, ką skaityti toliau.

Kolektyvinis intelektas: Idėja naudoti kompiuterius, kad būtų sustiprintas individualus ir kolektyvinis žmonių intelektas, turi ilgą istoriją. Ankstyvieji įtakingi darbai apima ir garsų Vanevaro Bušo (*Vannevar Bush*) straipsnį „Kaip galėtume pamanyti“ (*As We May Think*) [31], kuris aprašė jo įsivaizduojamą atminties didinimo sistemą ir įkvėpė tiek Daglą Engelbartą (*Douglas Engelbart*) [63], tiek Tedą Nelsoną (*Ted Nelson*) [145] sukurti jų vaisingus darbus. Nors šie darbai yra daugelio dešimtmečių senumo, juose išdėstoma daug dalykų, kuriuos matome šiandienos internete, ir atskleidžiamos ateities galimybės.

Be šių pamatinių veikalų, mano idėjoms apie kolektyvinį intelektą stiprią įtaką darė ekonominės idėjos. Hebertas Saimonas (*Herbert Simon*) [197], atrodo, buvo pirmas asmuo, nurodęs labai svarbų skiriamo dėmesio, kurio vis trūksta kupiname informacijos pasaulyje, vaidmenį. Man taip pat labai patiko Maiklo Goldhaberio (*Michael Goldhaber*) provokuojantis straipsnis [75] leidinyje „Dėmesio ekonomika ir tinklų ryšys“ (*The Attention Economy and the Net*). Tai papildo kompleksiškumo teoretiko Skoto Peidžo (*Scott Page*) darbas, analizuojantis pažintinės įvairovės vertę sprendžiant problemas grupėje [168], ir Hajeko „paslėptų žinių“ sąvoka bei galimybė panaudoti kainas, kaip signalus surinkti šias žinias [93].

Kiti įtakingi darbai susijusiomis temomis apima Hačinso (*Hutchins*) smulkią kolektyvinio intelekto, pasitelkiamo vairuojant laivą, antropologinę

analizę [95], Levio (*Lévy*) knygą apie kolektyvinį intelektą [124] ir įkvepiantį esė rinkinį apie kolektyvinį intelektą, neseniai sudarytą Marko Tovėjaus (*Mark Tovey*) [224]. Rašydami iš visai skirtingo požiūrio taško, Deividas Izlėjus (*David Easley*) ir Džonas Klainbergas (*Jon Kleinberg*) parašė puikų vadovėlį „Tinklai, minios ir rinkos“ (*Networks, Crowds, and Markets*) [59], kuriame apibendrinama daugelis apie tinklus atliktų matematinių ir kiekybinių tyrimų.

Galiausiai rekomenduoju Nikolaso Karo (*Nicholas Carr*) knygą „Seklumos“ (*The Shallows*) [35]. Joje užduodamas esminis klausimas – kaip inernetinės priemonės keičia mūsų (individualų) mąstymo būdą? Aš esu įsitikinęs, kad N. Karo atsakymas yra nepilnas, tačiau šioje knygoje šis svarbus klausimas yra nagrinėjamas stimuliuojamai.

Atvirasis kodas: Geriausias būdas sužinoti apie atvirąjį kodą yra dalyvauti kokiuose nors atvirojo kodo projektuose. Taip pat galite daug sužinoti, skaitydami apie šį kodą, bei iš tokių projektų, kaip *Linux*, ir Vikipedijos diskusijų archyvų. Rašydamas šią knygą, praleidau daug laimingų valandų tik tai ir tedarydamas, ir galiu pasakyti, kad tai ne tik suteikia informacijos, bet dažnai yra ir nepaprastai smagu, lyg pigi kokių moksliukų pramoga.

Taip pat rekomenduoju atidžiai pažiūrėti į *GitHub* tinklalapį (http://github.com), kuris šiuo metu yra svarbiausia vieta darbui, susijusiam su atviruoju kodu. Gera atvirojo kodo apžvalga yra Stiveno Vėberio (*Steven Weber*) veikalas „Atvirojo kodo sėkmė“ (*The Success of Open Source*) [235]. Vienintelis jo trūkumas, kad šiek tiek pasenęs (2004), tačiau šioje knygoje yra ir daug nesenstančių dalykų. Grįžtant dar toliau, yra žymi Eriko Reimondo (*Eric Raymond*) esė „Katedra ir turgus“ (*The Cathedral and the Bazaar*) [178]. Jo esė pati pirmoji mane (ir daugelį kitų) sudomino atviruoju kodu, ir ją tikrai verta skaityti.

Jočajaus Benklerio (*Yochai Benkler*) įžvalgūs veikalai „Koso pingvinas, arba *Linux* ir įmonės prigimtis“ (*Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm*) [12] ir „Tinklų lobis“ (*The Wealth of Networks*) [13] stipriai paveikė daug apmąstymų apie atvirąjį kodą, ypač akademinėje bendruomenėje. Galiausiai, rekomenduoju Nedo Gulėjaus (*Ned Gulley*) ir Karimo Lakhanio (*Karim Lakhani*) nuostabią paskyrą [87] *Mathworks* programuotojų konkurse.

Kolektyvinio intelekto ribos: Informatyvios apžvalgos yra Kaso Sansteino (*Cass Sunstein*) „Infotopijoje“ (*Infotopia*) [212] ir Džeimso Surovickio (*Ja-*

mes Surowiecki) „Minių išmintis“ (*The Wisdom of Crowds*) [214]. Klasikiniai tekstai – tai Čarlzo Makėjaus (*Charles Mackay*) veikalas „Nepaprastai populiari iliuzija ir pakvaišusios minios“ (*Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds*), pirmą kartą išleistas 1841 m. ir nuo to laiko daug kartų išleistas pakartotinai [130], ir Irvingo Lesterio Dženiso „Šabloniškas mąstymas“ (*Groupthink*) [99].

Žinoma, reikšminga mūsų rašytinės kultūros dalis, tiesiogiai arba netiesiogiai, kalba apie iššūkius, kaip problemas spręsti grupėse. Tarp mano požiūriui daugiau įtakos turėjusių veikalų – Beno Ričo (*Ben Rich*) „Skunko darbai“ (*Skunk Works*) [184], Ričardo Raudso (*Richard Rhodes*) „Kuriant atominę bombą“ (*The Making of the Atomic Bomb*) [183] ir Roberto Kolvelo (*Robert Colwell*) „Pentiumo kronikos“ (*Pentium Chronicles*) [45]. Nuklydus šiek tiek toliau „į laukus“, Peterio Bloko (*Peter Block*) knygoje „Bendruomenė: priklausymo jai struktūra“ (*Community: The structure of belonging*) [18] yra daug įžvalgų, kokių problemų iškyla kuriant bendruomenę. Ir, galiausiai, Džeinės Džeikobs (*Jane Jacobs*) šedevras „Didžių Amerikos miestų gyvenimas ir mirtis“ (*The Death and Life of Great American Cities*) [98] yra nepakartojamas skaitinys, kaip labai didelės grupės susidoroja su pagrindine žmonijos problema – kaip sukurti vietą gyventi.

Tinklų mokslas apskritai: Kompiuterių ir tinklo potencialą pakeisti mokslo kūrimo būdus jau aptarinėjo daugelis žmonių ir tai darė ilgą laiką. Tokią diskusiją galima rasti daugelyje anksčiau minėtų veikalų, ypač Vanevaro Bušo (*Vannevar Bush*) [31] ir Daglo Engelbarto (*Douglas Engelbart*) [63] darbuose. Kitus žymūs darbai: Eriko Drekslerio (*Eric Drexler*) [57], Džono Udelo (*Jon Udell*) [227], Kristinės Borgman (*Christine Borgman*) [23] ir Džimo Grėjaus (*Jim Gray*) [83]. Taip pat žiūrėkite Timo Bernerso-Li (*Tim Berners-Lee*) pateiktą originalų siūlymą dėl viso pasaulio tinklo, perspausdintą veikale [14]. Žavingas ir smagus pramanytas tinklų mokslo aprašymas yra Vernoro Vindžo (*Vernor Vinge*) „Vaivorykščių pabaigoje“ (*Rainbows End*) [231].

Duomenų valdomas mokslas: Vienas iš žmonių, kuris pirmasis suprato ir aiškiai pabrėžė duomenų valdomo mokslo vertę, buvo Dž. Grėjus iš *Microsoft Research* organizacijos. Daugelis jo idėjų yra apibendrintos esė [83], kurią esu paminėjęs ir anksčiau. Ši esė yra jaudinančios knygos „Ketvirtoji paradigma“ (*The Fourth Paradigm*) [94], sudarytos iš esė, dalis. Knygą galima

nemokamai parsisiųsti iš interneto tinklo; joje sklandžiai apžvelgta daugelis duomenų valdomo mokslo dalių.

Kitas daug minčių sukeliantis straipsnis yra „Nepagrįstas duomenų veiksmingumas“ (*The Unreasonable Effectiveness of Data*) [88], kurio autoriai yra Alonas Halevis (*Alon Halevy*), Peteris Norvigas (*Peter Norvig*) ir Fernandas Pereira (*Fernando Pereira*). Visi trys autoriai dirba *Google* organizacijoje, kurioje, tikriausiai, bene labiausiai akivaizdi duomenų valdoma kultūra, palyginti su bet kokia kita pasaulio organizacija, o šis straipsnis gerai perteikia radikalų pokytį ateityje, kurį atneš duomenų valdomo pobūdžio mąstymas. Jei turite programuotojo išsilavinimą, taip pat rekomenduoju puikią trumpą P. Norvigo esė [157], kaip parašyti (žinoma, kompiuterio valdomą!) rašybos koregavimo programą, kurią sudarytų tik 21 eilutės kodas.

Yra labai labai daug parašytų tekstų ir straipsnių temomis, susijusiomis su duomenų valdomu intelektu. (Tačiau atkreipkite dėmesį, kad dauguma jais nesinaudoja.) Geras praktinis įvadas parašytas Tobio Segarano (*Toby Segaran*) „Programuojant kolektyvinį intelektą“ (*Programming Collective Intelligence*) [191].

Mokslo demokratizavimas ir pilietiškumo mokslas: Mokslo demokratizavimas turi analogų verslo pasaulyje; jie aptinkami vartotojų generuojamose inovacijose ir atviruose inovacijų modeliuose verslui. Žiūrėkite, pavyzdžiui, Eriko fon Hipelio (*Eric von Hippel*) knygą „Demokratizuojant inovaciją“ (*Democratizing Innovation*) [233], kurios pavadinimas įkvėpė mane panašiai pavadinti 7 skyrių, ir Henrio Česbrau (*Henry Chesbrough*) „Atvirą inovaciją“ (*Open Innovation*) [36]. Už 7 skyriuje išplėtotą požiūrį esu labai dėkingas Klėjaus Širkio (*Clay Shirky*) minčiai, kad mūsų visuomenėje egzistuoja pažintinis perteklius [195, 194; taip pat žiūrėkite 196], kuris gali patarnauti kuriant naujas kolektyvinio veiksmo formas.

Atvirasis mokslas: Mano atvirojo mokslo analizei didelę įtaką turėjo Mankuro Olsono (*Mancur Olson*) veikalas [161] apie kolektyvinį veiksmą ir Elinoros Ostrom (*Elinor Ostrom*) darbas [165], kaip valdyti bendrai naudojamus išteklius – žuvų telkinius ir miškus. Abu šie darbai daug labiau susiję su atviruoju mokslu, nei aš čia apibūdinau. Aš tik glaustai paminėjau daugelį knygoje išsamiai aiškinamų principų, kuriuos E. Ostrom identifikuoja bendrai naudojamų išteklių valdymui. Daugelis jų gali būti vaisingai pritaikyti atvirajam mokslui.

Mane taip pat įkvėpė Roberto Akselrodo (*Robert Axelrod*) darbas [9] apie sąlygas, kuriomis skirtingos šalys imtų bendradarbiauti; didelio masto bendradarbiavimo problema yra kolektyvinio veiksmo problemos pavyzdys. Rašyti apie ankstyvąją atvirojo mokslo istoriją mane paskatino daugelis šaltinių, tačiau ypatingos svarbos turėjo Polo Deivido (*Paul David*) [49], Elizabetos Eizenštein (*Elizabeth Eisenstein*) [61] ir Merės Boas Hol (*Mary Boas Hall*) [89].

Vienas dalykas, kuris skaudino mane, rašant šią knygą, kad atpasakojimo erdvės apribojimai privertė praleisti beveik ištisus *tūkstančius* vykdomų atvirojo mokslo projektų. Laimei, yra daug nuostabių šaltinių, kuriuose galima sekti, kas šiandien vyksta atvirojo mokslo srityje. Leiskite paminėti kelis. Vienas iš vertingiausių – Peterio Saberio (*Peter Suber*) svetainė (http://www.earlham.edu/~peters/hometoc.htm), kurioje yra milžiniški visų atvirojo mokslo aspektų ištekliai, ypač atviros prieigos publikavimas. Puikus jo tinklaraštis (http://www.earlham.edu/~peters/fos/fosblog.html) jau nebeatnaujinamas, tačiau išlieka vertingu istoriniu ištekliu. Labai svarbus P. Saberio tebeleidžiamas Atvirosios prieigos informacinis biuletenis (http://www.earlham.edu/~peters/fos/newsletter/archive.htm).

Kitas nuostabus šaltinis apie atvirąjį mokslą yra Kamerono Neilono (*Cameron Neylon*) tinklaraštis (http://cameronneylon.net/). K. Neilonas yra vienas iš atvirojo nešiojamųjų kompiuterių mokslo pradininkų ir gali pasakyti daug įkvepiančių dalykų apie atvirąjį mokslą. Taip pat galite surasti daug atvirųjų mokslininkų ir atvirojo mokslo projektų, naudodamiesi *Twitter* ir *FriendFeed*. Tinkamas įėjimas į šį pasaulį yra pasinaudojus *Google* ieška, suvedus *Twitter* atvirasis mokslas (Twitter *open science*).

Be visų šių asmenybių, yra ir daug organizacijų, dirbančių atvirojo mokslo srityje. Mokesčių mokėtojų prieigos aljansas (http://www.taxpayeraccess.org/) lobistine veikla siekė paveikti JAV vyriausybės atvirosios prieigos prie mokslinių dokumentų ir mokslinių duomenų politiką. Pavyzdžiui, iš dalies dėl jų lobistinės veiklos atsirado Nacionalinių sveikatos institutų (*National Institutes of Health*, *NIH*) atvirosios prieigos politika, aprašyta 7 skyriuje. Kitos organizacijos, dirbančios ta linkme, kad mokslas taptų atviras, yra organizacija *Science Commons* (http://sciencecommon.sorg), kuri yra organizacijos *Creative Commons* dalis, ir Atvirojo mokslo žinių fondas (*Open Knowledge Foundation*) (http://okfn.org).

Iššūkis sukurti atviresnę kultūrą neapsiriboja tik mokslu. Tai susikerta ir su bendrąja kultūra. Tokie žmonės, kaip Ričardas Stalmanas (*Richard Stallman*) [202], Lorensas Lesigas (*Lawrence Lessig*) [122] ir daugelis kitų, yra apibūdinę privalumus, kuriuos atvirumas suteiks į tinklą susijungusiam pasauliui. Jie sukūrė tokias priemones, kaip organizacijos *Creative Commons* licencijų suteikimas (http://creativecommons.org) ir kopijavimo teisių išsaugojimo licencijos, kad padėtų labiau įsigalėti atvirai kultūrai.

L. Lesigas [122] ypač stipriai paveikė mano mąstymą. Tačiau, nors atvirasis mokslas ir turi daug paralelių su atviros kultūros judėjimu, mokslas susiduria su unikaliomis jėgomis, kurios slopina atvirą dalijimąsi informacija. Vadinasi, tokios priemonės, kaip *Creative Commons* licencijos, kurios buvo be galo veiksmingos judant atviresnės kultūros link, tiesiogiai nėra nukreiptos susidoroti su esminiu iššūkiu mokslui – kad mokslininkams yra atlyginama už straipsnių publikavimą, o ne už kitokiais būdais pasidalijamas mokslines žinias. Taigi nors atvirasis mokslas gali daug ko pasimokyti iš atviros kultūros judėjimo, jam taip pat yra būtinas naujas mąstymas.

PASTABOS

Kai kurie žemiau išvardyti šaltiniai apima ir tinklalapius, kurių internetiniai adresai gali būti išnykę, kai ši knyga bus išleista. Tokius tinklalapius turėtų būti įmanoma iš naujo atidaryti naudojantis programa – Interneto archyvų grąžinimo mechanizmas (*Internet Archive's Wayback Machine*) (http://www.archive.org/web/web.php). Interneto tinklo šaltiniai dažnai yra rašomi neformaliai, ir aš, nurodydamas juos, tiesiog pažodžiui pakartojau tas pačias rašymo ir kitas klaidas.

PIRMAS SKYRIUS. ATRADIMAI KITAIP

5: Goversas pasiūlė Matematikų eruditų projektą savo tinklaraščio skelbimų skiltyje [79]. Daugiau apie Matematikų eruditų projektą žiūrėkite [82].

6: Goverso pranešimas apie tikėtiną pirmojo Matematikų eruditų projekto sėkmę: [81].

6: *Matematikų eruditų procesas tiek prilygo „normaliam tyrimo procesui, kiek vairavimas prilygsta automobilio stūmimui*“: [78].

7: Sąvoką *kolektyvinis intelektas* pirmas įvedė filosofas Pjeras Levis (*Pierre Lévy*) [124]. Įkvepiantis pastarojo laiko bandymas įvertinti kolektyvinį intelektą ir susieti jį su grupės dalyvių kokybinėmis charakteristikomis yra [243].

7: *...mokslo kūrimas ... per ateinančius dvidešimt metų pasikeis labiau, nei tai vyko per pastaruosius 300 metų*: autorius Kevinas Kelis (*Kevin Kelly*) panašiai tvirtina šaltinyje [108] (taip pat žiūrėkite [109]): „Per ateinančius 50 metų moksle įvyks daugiau pokyčių, nei per praėjusius 400 metų.“ Mano ir Kelio samprotavimai, plačiąja prasme, iš dalies sutampa, pavyzdžiui, mes abu akcentuojame bendradarbiavimo svarbą ir didelio masto duomenų rinkimą. Bet yra ir keli žymūs mūsų samprotavimų skirtumai, pavyzdžiui, Kelis pabrėžia tokius pokyčius, kaip trejopai koduotus eksperimentus ir daugiau premijų moksle, o aš manau, kad tai darys palyginti menką įtaką pokyčiams, o štai šios trys toliau išvardytos sritys yra svarbiausios: (1) kolektyvinis intelektas ir duomenų valdomas mokslas bei tai, kaip jie pakeičia mokslo kūrimo būdą; (2) besikeičiantis mokslo ir visuomenės santykis; bei (3) iššūkis pasiekti daug atviresnę mokslo kultūrą.

8.: Genų banko adresas http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/. Duomenis apie žmogaus genomą galima rasti http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/genome/assembly/grc/human/index.shtml, o haplotipų žemėlapis yra prieinamas http://hapmap.ncbi.nlm.nih.gov/.

11: Ataskaitą iš pirmųjų šaltinių apie Bermudų susirinkimą, įskaitant Bermudų susitarimo formuluotę, galima rasti [211]. Klintono (*Clinton*) ir Bleiro (*Blair*) pareiškime dėl dalijimosi genetiniais duomenimis nėra išsamiai minimas Bermudų susitarimas, tačiau išreiškiami principai iš esmės atitinka tuos, dėl kurių buvo susitarta Bermuduose. Šį pareiškimą galima rasti [102].

11: Aš pasitelkiau Bermudų susitarimą kaip kolektyvinio susitarimo pavyzdį, kuris paskatina dalytis duomenimis. Iš tikrųjų, nuo tada, kai buvo įkurtas Genų bankas, jame saugomų genetinių duomenų kiekis kas 18 mėnesių maždaug padvigubėja, ir ši tendencija nebuvo labai pastebimai pagreitinta Bermudų susitarimo. Galite nusistebėti, ar Bermudų susitarimas išties buvo toks svarbus išaugusiam dalijimuisi duomenimis. Žinoma, iš dalies dalijimasis duomenimis padidėjo dėl geriau genų sekas nustatančios technologijos. Bet dalį šio ūgtelėjimo taip pat nulėmė ir tai, kad biologų bendruomenė plačiai skatino laisviau dalytis duomenimis. Bermudų susitarimas tiesiog yra dalis šio plačiai besireiškiančio stimulo, nors turbūt ir labiausiai matomas pasireiškimas.

11: Dėl Bermudų susitarimo papildymų ypač atkreipkite dėmesį į Fort Lauderdale susitarimą [237].

12: Dėl dalijimosi duomenimis apie gripą, žiūrėkite, pavyzdžiui, [20] ir [60] dėl paukščių gripo protrūkio 2006 m., ir [32] dėl kiaulių gripo pandemijos 2009–2010 m.

15: Mes gyvename perėjimo į antrąją mokslo erą laikais: susijęs su šiuo tvirtinimas buvo išsakytas duomenų bazių tyrinėtojo Džimo Grėjaus (*Jim Gray*) [83] (taip pat žiūrėkite tomą, kuriame yra jo esė [94]). Grėjus teigė, kad šiandien įžengiame į vadinamąją mokslinių atradimų „ketvirtąją paradigmą“, ji remiasi labai intensyvaus duomenų srauto mokslu, kuriame kompiuteriai padeda surasti duomenų prasmę. Grėjus nuomone, ši ketvirtoji paradigma yra jo vadinamųjų mokslo paradigmų: pirmosios (empirinių stebėjimų), antrosios (stebėjimus paaiškinančių modelių kūrimo) ir trečiosios (simuliacijų naudojimo, siekiant suprasti sudėtingus reiškinius) papildymas.

Tiesa, kad intensyvaus duomenų srauto mokslas yra svarbus, ir tai aptarsime šeštame skyriuje. Bet Grėjaus koncepcija apie dabartinę mokslo permainą yra per daug siaura. Mokslas susijęs su kur kas daugiau dalykų, nei tik su duomenų prasmės atradimu. Jis taip pat susijęs su tuo, kaip mokslininkai dirba kartu, konstruodami mokslines žinias, ir koks yra mokslinės bendruomenės santykis su visuomene, kaip su visuma. Šiuos mokslo aspektus internetinės priemonės taip pat keičia. Be to, kiekviena iš šių permainų veikia ir sustiprina viena kitą. Taigi, kad, pavyzdžiui, iš tikrųjų suprastume intensyvaus duomenų srauto mokslo poveikį, privalome suprasti ir mokslininkų darbo drauge būdų pokyčius. Grėjaus ketvirtoji paradigma yra tik dalis tų pokyčių, kuriuos nulemia tinklų mokslas.

ANTRAS SKYRIUS.
INTERNETINĖS PRIEMONĖS TEIKIA SUMANUMO

19: Mano pasakojimas apie žaidimą „Kasparovas prieš pasaulį“, visų pirma, paremtas Kasparovo knyga (parašyta kartu su Danieliu Kingu (*Daniel King*)) [107] ir Irinos Kraš (*Ирина Краш*) pasakojimu apie žaidimą (kartu su Kenetu Reganu (*Kenneth Regan*)) [115].

19: „iškiliausias žaidimas šachmatų istorijoje“: iš Kasparovo interviu *Reuters* agentūrai, kuris buvo paimtas vykstant žaidimui [186], kai buvo prieita prie 37-o ėjimo. Tai yra dalis įdomaus ilgesnio Kasparovo komentaro: „Tai yra iškiliausias žaidimas šachmatų istorijoje. Vien tuo, kiek buvo pateikta idėjų, koks buvo sudėtingas žaidimas ir koks tai indėlis šachmatams, šis žaidimas yra svarbiausias iš kada nors žaistų.“

23: Džeimsas Surovickis (*James Surowiecki*), „Minių išmintis“ (*The Wisdom of Crowds*) [214].

24: Nikolaso Karo (*Nicholas Carr*) knyga „Seklumos“ (*The Shallows*) [35] yra praplėsta anksčiau parašyto straipsnio „Ar *Google* padaro mus kvailiais?“ (*Is Google Making Us Stupid?*) [34] versija. Panašių argumentų taip pat yra išsakęs ir Džeironas Lanieris (*Jaron Lanier*) [117].

TREČIAS SKYRIUS.
EKSPERTŲ PAGALBOS PERSKIRSTYMAS

26: Apie *ASSET India*, *InnoCentive* tinklalapį ir Zakarį Brauną (*Zacary Brown*): [29, 222]. Tekstas apie *InnoCentive* tinklalapį yra daug labiau praplėsta ir pritaikyta mano straipsnio versija [153].

28: Kaip ir Z. Braunas, dauguma problemų sprendėjų teigia, kad jų nugalėti „iššūkiai“ glaudžiai siejasi su jų įgūdžiais ir interesais: daugiau apie sėkmingų sprendėjų ypatybes žiūrėkite [116]. Atkreipkite dėmesį, kad šiuo tyrimu taip pat buvo nustatyta, jog dažnai žmonės išsprendžia pateiktus „iššūkius“, kurie formaliai nesutampa su jų profesinės kompetencijos sritimi. Pavyzdžiui, chemikas gali išspręsti biologijos uždavinį. Tai atrodo kaip prieštaravimas tvirtinimui apie glaudų atitikimą turimai kompetencijai, tačiau taip nėra – pagrindinis sunkumas išspręsti biologijos uždavinį gali būti trūkstamas labai specifinės chemijos srities išmanymas. Taigi kai kas nors pažiūri į mesto „iššūkio“ sprendimus smulkių jo dalių lygmenyje, atitikimas kompetencijai dažnai būna išskirtinai artimas.

28: Kadangi Zakaris Braunas turi tokį milžinišką lyginamąjį pranašumą, tai jis ir *ASSET* gali dirbti kartu dėl bendros naudos: „lyginamasis pranašumas“ yra techninė sąvoka iš ekonomikos srities, ir aš šį terminą vartoju ta prasme. Kitur, kai kalbu apie žmones, pritaikančius savo kompetenciją kiek įmanoma „geriausiu“ būdu (ar sakau panašiai), turiu galvoje geriausiu ta prasme, kad pritaiko kompetenciją tam, kad maksimaliai padidintų savo lyginamąjį, o ne absoliutųjį pranašumą.

28: Gausiame informacija pasaulyje labai svarbi žmogaus dėmesio savybė ta, kad jis yra ribotas išteklius, – tai buvo akcentuota pranašingame Herberto Saimono (*Herbert Simon*) straipsnyje [197]. Stulbinamas hipotetinis darbas apie dėmesio ekonomiką yra Maiklo Goldhaberio (*Michael Goldhaber*) straipsnis [75]. Taip pat žiūrėkite [151].

31: Kalbant apie sąvoką „sumodeliuotas įžvalgumas“, Džonas Udelas (*Jon Udell*) panašiai koncepcijai paaiškinti vartojo sąvoką „pagamintas įžvalgumas“ veikale [228]. Aš vietoj jo vartojau „sumodeliuotas įžvalgumas“, nes tai išryškina būdą, kaip galima pasiekti įžvalgumo, kaip apgalvoto plano pasirinkimų rezultato. Sumodeliuoto įžvalgumo idėja, atrodo, yra kilusi programinės įrangos atviro duomenų šaltinio judėjimo metu ir buvo trumpam pasisavinta Eriko Reimondo (*Eric Raymond*) [178] teigiant, kad, surandant ir pašalinant klaidas atviro kodo programoje, „turint pakankamai akių, visos klaidos pasidaro menkos“. Reimondas šį teiginį praminė Linuso dėsniu, *Linux* operacinės sistemos kūrėjo Linuso Torvaldso (*Linus Torvalds*) vardu. Mes galime pritaikyti Linuso dėsnį kitiems problemų sprendimo būdams – „Turint pakankamai akių, visos problemos yra paprastos.“ Tai nėra pažodė tiesa, tačiau tai kažkaip atskleidžia sumodeliuoto įžvalgumo esmę.

32: Grosmanai, privalai man padėti, arba aš išprotėsiu!: visa Einšteino ir Grosmano istorija yra pasakojama [169].

35: Kalbėti apie diskusijos kritinę masę iš dalies įkvėpė veikalo [189] 3 skyrius.

35: Matematikų eruditų projekto dalyviai dažnai *suprasdavo, kad (jiems) ateidavo minčių, kurios nebūtų atėjusios, jei ne atsitiktinės kito projekto dalyvio pastabos* – [80].

36: Apie pažintinių gebėjimų įvairovės vertę žiūrėkite, pavyzdžiui, Skoto Peidžo (*Scott Page*) [168] ir Frydricho fon Hajako (*Friedrich von Hayek*) [93] darbus.

36: Žodžių junginys „pagalbos architektūra“ yra inspiruotas Timo Orailio (*Tim O'Reilly*) elegantiško žodžių junginio „dalyvavimo architektūra“ [162]. Orailis vartoja šią savoką *apibūdinti sistemų, kurios yra sukurtos vartotojų kontribucijoms, kilmei*. Mus domina sistemos, kurios suprojektuotos kūrybinėms problemoms spręsti, ir tokiose sistemose ekspertų dėmesio skyrimas yra lemiamas dalykas.

39: Darbuotojų, kurie dirbo kuriant vaidybinį filmą „Įsikūnijimas“, skaičius paimtas iš [65].

41: 1983 m. Z bozono dalelės atradimas yra apibūdintas [4].

42: kas yra atsakingas už duonos tiekimą Londono gyventojams?: žiūrėkite Polo Sybraito (*Paul Seabright*) veikalą „Nepažįstamųjų kompanija“ (*The Company of Strangers*) [190].

42: Kainas naudingas padaro tai, ... kad jos sukaupia didžiulį kiekį paslėptų žinių: [93].

43: „Kvailas klausimas“ buvo paskelbtas Matematikų eruditų projekto dalyvio Rajano Odonelo (*Ryan O'Donnell*): [159].

44: Dėl požiūrio, kad internetinės priemonės apima ir praplečia tiek įprastines rinkas, tie įprastines organizacijas: susijusią idėją išreiškė teoretikas Jočajus Benkleris (*Yochai Benkler*) savo straipsnyje „Koso pingvinas, arba *Linux* ir įmonės kilmė“ (*Coase's Penguin, or, Linux and The Nature of the Firm*) [12]. Benkleris daugiausia dėmesio skiria kitiems dalykams, jam rūpi ne tiek kūrybinių uždavinių sprendimas, kiek prekių gamyba. Jis

teigia, kad bendradarbiavimas interneto tinkle sudarė galimybes atsirasti trečiajai gamybos formai, neskaitant rinkų ir įprastinių organizacijų, kurią jis vadina „lygiaverte gamyba“.

Mano manymu, tai per siauras požiūris tiek dėl kūrybinių uždavinių sprendimo, tiek dėl prekių gamybos. Internetinės priemonės gali būti naudojamos *apjungti* rinkoms ir įprastinėms organizacijoms kaip atskirus atvejus, taip pat sudaryti sąlygas atsirasti daugeliui naujų gamybos formų ir spręsti kūrybinius uždavinius. Vadinasi, tai nereiškia, kad šiuo metu turime trečiąją gamybos formą. Ką dabar turime – tai gamybos priemones, kurios apima visas ankstesnes formas kaip atskirus atvejus ir sudaro sąlygas atsirasti naujoms formoms.

KETVIRTAS SKYRIUS. BENDRADARBIAVIMO INTERNETU MODELIAI

49: Įžvalgios atvirojo kodo programinės įrangos plėtojimo paskyros apima [12, 13, 178, 235]. Netgi dar labiau naudingi yra nesuskaičiuojami atvirojo duomenų šaltinio projektai, tvarkomi interneto tinkle, sakykim, tinklalapiuose *GitHub* (http://github.com) ir *SourceForge* (http://sourceforge.net).

49: Mano pateikta istorija apie *Linux* daugiausiai yra paremta 1991 ir 1992 m. pranešimais internetinėse konferencijose adresais comp.os.minix, alt.os.linux ir comp.os.linux. Informacijos skaitymas šiuose forumuose man buvo nepaprastai smagus ir netgi prikaustė dėmesį – kai skaitai, pradedi intuityviai suvokti prasmę, iš ko susidėjo modernios programinės įrangos stebuklo kūrimas. Mano pasakojimą apie *Linux* taip pat labai plačiai paveikė [235], be to, ir daugelis kitų šaltinių (smulkiau – žiūrėkite žemiau).

49: Linusas Torvaldsas paskelbė...: 1992 m. sausio 13 d. pranešimas internetinėje konferencijoje comp.os.minix.

50: Linux kūrėjų sąraše buvo įvardyta 80 prisidėjusių žmonių: istoriją apie šį kūrėjų sąrašą žiūrėkite [226]. 1994 kovas – tai pirmas kartas, kai toks sąrašas buvo įtrauktas į *Linux*.

50: 2008 m. pradžioje Linux branduolį...: [114].

51: Apie *Linux* vaidmenį Holivudo animaciją ir vaizdo efektus kuriančioms kompanijoms žiūrėkite [90] apie situaciją 2002 m., laiką, kai *Linux* žengė į šią verslo sritį ir pradėjo joje dominuoti. [187] tvirtinama, kad 2008 m. *Linux* operacinė sistema buvo naudojama „daugiau nei 95 proc. pagrindinių tinklo kompiuterių ir darbalaukių didžiulėse animacijos ir vaizdo efektų kompanijose.“

51: Atvirojo kodo programinės įrangos projektai pasižymi dviem pagrindiniais bruožais: kai kurie atvirojo kodo programų šalininkai teikia pirmenybę labiau įvairius niuansus atspindinčiam atvirojo kodo programų apibūdinimui, nei mano pateiktame apibūdinime. Vyko daugelis sudėtingų ir kartais karštų diskusijų dėl to, kurie projektai turėtų būti laikomi tikrai atvirojo kodo projektais. Tačiau pelno nesiekianti organizacija

„Atvirojo kodo iniciatyva“ (*Open Source Initiative*) iš dalies egzistuoja tam, kad nuspręstų, ar projektas turėtų būti pavadintas atvirojo kodo projektu, ir jei taip, suteiktų sertifikatą. Iš šalies tai gali atrodyti lyg pedantiškas kibimas prie smulkmenų, tačiau tam yra pagrįstos priežastys.

Atvirojo kodo projektuose kartais įžvelgiama grėsmė kokioms nors programinės įrangos kompanijoms, pavyzdžiui, Linusas Torvaldsas kartą pasakė *New York Times*: „Aš ne tam dirbu, kad sužlugdyčiau *Microsoft*. Tai būtų tik visiškai netyčinis šalutinis poveikis.“ [52] Kai kurios kompanijos, išsigandusios atvirojo kodo projektų, reagavo atsakomuoju smūgiu, bandydamos sužlugdyti atvirojo kodo prekinį ženklą, išleisdamos produktus, kuriuos jos priskyrė „atvirojo kodo“ kategorijai, bet kuriems trūko esminių savybių, kuriomis pasižymėjo tikrieji atvirojo kodo projektai.

2001 m. gegužę *Microsoft* vyresnysis viceprezidentas Kreigas Mandis (*Craig Mundie*) [142] paskelbė, kad *Microsoft* ketina išleisti tokius produktus, kaip *Shared Source*, ir teigė, kad „*Shared Source* yra atvirojo kodo programa“. Atidžiau pažiūrėjus į *Shared Source* licenciją, buvo aišku, kad jie labai kreipė vartotojus rinktis *Microsoft* produktus, o kai kuriais atvejais neleisdavo programuotojams keisti kodo.

Tai jau tikrai nėra atvirojo kodo programa! Tokio pobūdžio incidentas rodo, kodėl atvirojo kodo šalininkai kartais supyksta, kai sąvoką atvirasis kodas žmonės vartoja nerūpestingi. Mes vadovausimės nuosaikesniu požiūriu, kuris, mano įsitikinimu, atskleidžia atvirojo kodo esmę, tačiau neįklimpsta į svarstymus, ar apibūdintas projektas tenkina visus griežčiausius patikrinimus, kurių reikalauja kai kurie atvirojo kodo šalininkai.

51: Skaičius – 4 300 kodo eilučių – kuriomis per dieną papildomas *Linux* branduolys, yra paimtas iš informatyvios Grego Kroa-Hartmano (*Greg Kroah-Hartman*) paskaitos apie *Linux* branduolio vystymo procesą [113].

51: patyręs programuotojas įprastai parašytų kelis tūkstančius kodo eilučių tik per metus: šis apskaičiavimas yra paremtas *COCOMO II* programinės įrangos modeliu [19].

51: SourceForge („šaltinio kalvė“) yra namai daugiau nei 230 000 atvirojo duomenų šaltinio projektų: [239].

52: atviro duomenų šaltinio projektai yra bendro modelio metodologija, kuri gali būti pritaikyta bet kokiam projektui, įskaitant skaitmeninę informaciją: Atvirojo duomenų šaltinio metodologija taip pat gali būti pritaikyta ir neskaitmeninei informacijai. Jūs galėtumėte įsivaizduoti, pavyzdžiui, naudojimąsi išspausdintais architektų planais, kaip pastatų dizaino atvirojo šaltinio duomenų baze. Problema, su kuria susiduriama analogiškos informacijos atveju – tai, kad jos vertė linkusi mažėti, jei ji vis pakartotinai kopijuojama, o tai apriboja jos naudingumą atvirojo duomenų šaltinio metodologijai.

52: Atvirasis architektūros tinklas (Open Architecture Network): http://www.openarchitecturenetwork.org. Atvirasis architektūros tinklas buvo pristatytas Kamerono Sinkleiro (*Cameron Sinclair*) paskaitoje: [198].

52: Apie atvirojo duomenų šaltinio biologiją žiūrėkite, pavyzdžiui, veikalo [33] 13 skyrių.

52: Mano pasakojimas apie tai, kaip *Linux* vos neskilo, paremtas, visų pirma, *Linux* branduolio adresatų sąrašu ir šiek tiek papildomos informacijos iš [235].

54: Kalbant apie sunkumą atvirojo duomenų šaltinio projektų plėtojimą skaidyti į modulius, kelis kartus esu girdėjęs ne programuotojų, kurie domisi atvirojo duomenų šaltinio projektais, pastabas, kad programavimas jau „natūraliai yra moduliuotas“. Tai yra neteisingas įsitikinimas ir, panašu, paremtas terminologijos painiojimu. Tiesa, kad daugelis programavimo kalbų skatina modulinę plėtojimo struktūrą, ir dėl to yra lengva *mažas* programas sukurti pagal modulių struktūrą. Tačiau didelio masto sistemoms, tokioms, kaip *Linux*, suskirstymas į modulius reiškia kažką gana skirtingo, ir jį pasiekti yra daug sunkiau. Didelio masto sistemos natūraliai yra ne ką labiau suskirstytos į modulius, nei tapybos paveikslas, kad būtų natūraliai suskirstyta į modulius vien dėl to, kad dažai sudaryti iš modulinių vienetų (molekulių). Jau didesnio masto programinės įrangos projektavimas moduliais reikalauja labai sumanaus plano per kelis abstrakcijos lygmenis, o tai savo ruožtu reikalauja dalies projektuotojų stipraus atsidavimo paisyti moduliavimo principų.

56: Linuso Torvaldso mintis apie suskirstymą į modulius žiūrėkite [223].

59: Million Penguins tinklaraštis yra http://www.amillionpenguins.com/blog/, ir jame yra nuorodos į kitus šaltinius, susijusius su *Million Penguins* projektu, įskaitant vikį, naudotą rašyti romanui. Apie šį projektą sužinojau iš [139], kuriame buvo ta pati ištrauka iš to romano, kurią aš panaudojau.

61: Firefox internetinę klaidų ieškos sistemą galima rasti http://bugzilla.mozilla.org.

61: Ikonėlių klaida *Firefox* naršyklėje yra aprašyta čia: https://bugzilla.mozilla.org/show_bug.cgi?id=411966.

61: Klaidų ieškos sistema skirta ne tik taisyti techniniams defektams, ji taip pat naudojama siūlyti ir diegti naujas charakteristikas: Iš tikrųjų, klaidų ieškos sistema yra tik vienas iš kelių būdų, kuriais *Firefox* kūrėjai gali pasiūlyti naujas charakteristikas. Kiti forumai, naudojami pasiūlyti naujas charakteristikas, apima internete pateikiamą eletroninių adresatų sąrašą, vikį ir netgi kassavaitinę *Firefox* kūrėjų telefoninę konferenciją.

64: ...daugiau nei milijardą eilučių: ši informacija ir programavimo kodo didėjimo greičio rodiklis yra konservatyvūs įvertinimai, paremti Dešpandės ir Railio darbais [51], buvusiais aktualiais 2006 m. pabaigoje.

64: Alano Kėjaus (*Alan Kay*) istorija apie Donaldą Knatą (*Donald Knuth*) yra iš 101 puslapio veikale [192].

65: Geri programuotojai koduoja, o puikūs programuotojai dar kartą panaudoja kitų žmonių kodą: Įvairūs šio posakio variantai daugelį metų buvo užtvindę atvirojo kodo pasaulį, bet man nepavyko nustatyti originalaus šaltinio. Tai yra montažas. Egzistuoja jų ir daugiau – citata yra perfrazuotas posakis, dažnai priskiriamas Pikasui (*Picasso*): „Geri menininkai kopijuoja, puikūs menininkai vagia.“ Aš negalėjau rasti patikimo šaltinio, patvirtinančio, kad jame yra ši Pikaso citata, tačiau palyginkite su T. S. Elioto (*T. S. Eliot*) fraze: „Nebrandūs poetai imituoja, brandūs poetai vagia.“ [62].

66: Daugiau apie *MathWorks* konkursą žiūrėkite [87] ir ypač [88].

67: Mane tarsi „apsėdo“: [86].

*69: Programinės įrangos kompanijoje SAP dviejų mokslininkų, Oliverio Arafato (*Oliver Arafat) *ir D. Railio, studija...*: [3].

71: Iš diskusijos apie siauros srities kompetencijas galėtumėte padaryti išvadą, kad atvirojo kodo programinė įranga daugiausiai yra sudaryta iš atskirų mažyčių dalyvaujančių asmenų indėlių. Bet vien tai, kad maži indėliai dažniausiai pasitaiko, dar nereiškia, kad jie sudaro didžiąją dalį galutinio produkto. Gali būti, kad keli didžiuliai indėliai persvers daugelį mažesnių indėlių. Ir, iš tikrųjų, daugelyje atvirojo duomenų šaltinio projektų taip ir nutinka: smulkūs pokyčiai yra dažniausi, bet galutiniame produkte vis dėlto dominuoja palyginti dideli kodo „gabalai“. Tada yra pagunda pakeisti galvojimo kryptį ir padaryti išvadą, kad maži indėliai nėra tokie svarbūs, o iš tikrųjų tik atitraukia dėmesį. Bet tai yra taip pat neteisinga, šiek tiek panašu, lyg ginčytis, kad „Hamletas“ būtų geresnė pjesė, jei viską išimtume – paliktume tik svarbiausius monologus. Tiek dideli, tiek maži indėliai yra esminiai. Dideli indėliai yra svarbūs dėl akivaizdžios priežasties, o maži indėliai yra svarbūs dėl to, kad jie verčia diskusiją judėti į priekį ir padeda bendradarbiaujant išnagrinėti platesnį idėjų spektrą. Ir nuo šių idėjų gerumo priklauso ir didelių įnašų atsiradimas.

72: bendradarbiaujant reikia žinoti, ką bendradarbiaujantieji žino: Panašu, kad šis teiginys dažnai skirtingais pavidalais yra pakartotas daugelį kartų. Pirmą kartą aš jį kaip reikiant įvertinau perskaitęs [28].

73: Jei reikėtų įvardyti, kažką mano gyvenime, kur aš dalyvavau...: ši citata paimta iš komentuotojo AdmiralBumblebee [30] komentaro tinklalapyje *reddit*. Verta pažymėti, kad šį komentarą paskatino pirminė medžiagos, kuria pradedamas šios knygos 2 skyrius, versija, kurią AdmiralBumblebee laikė „komerciniu akių dūmimu“ ir atspindinčia finansinio rėmėjo požiūrį į žaidimą. Tačiau mano pasakojimas nėra paremtas finansuotojo – *Microsoft* – pateikta informacija, bet visų pirma Kasparovo ir Kraš pasakojimais iš pirmų lūpų bei patvirtintais kelių kitų šaltinių.

5 SKYRIUS. KOLEKTYVINIO INTELEKTO RIBOTUMAS IR POTENCIALAS

74: Staserio (*Stasser*) ir Tituso (*Titus*) eksperimentai yra aprašyti [204], kur yra daug daugiau smulkmenų, nei mano pateiktame pasakojime. Darbo po šių eksperimentų apžvalga yra [203]. Informatyvus platesnis apibendrinimas, kaip gali žlugti kolektyvinio intelekto pastangos, yra Sansteino knyga „Infotopija“ [212].

80: Stipresnieji Pasaulio komandos žaidėjai dažniausiai galėjo sutarti, kurios analizės yra geriausios: buvo ir reikšminga šios taisyklės išimtis, būtent, kad žaidimo pradžioje *Microsoft* paprašė Pasaulio komandos patarėjų nesitarti vienam su kitu, kad jie neturėtų galimybės prieiti prie bendro susitarimo, tačiau daugelio stipresniųjų Pasaulio komandos žaidėjų ryšiai buvo glaudūs, ir jie dažnai galėdavo prieiti prie bendro susitarimo.

82: Apie kolektyvinio intelekto apribojimus ir tokias problemas, kaip savo nuomonės neturėjimas, informacijos kasakados ir t. t., žiūrėkite [99, 212–214] ir ten pateiktas nuorodas.

83: Tam, kad Einšteino idėja būtų greitai priimta, padėjo tai, jog žymūs mokslininkai Lorencas (*Lorentz*) ir Puankarė (*Poincaré*) panašiu metu priėjo prie panašios išvados. Tačiau nors Einšteino reliatyvumo formuluotė buvo netgi radikalesnė, nei Lorenco ir Puankarė formuluotės, ji greitai buvo priimta kaip teisingas mąstymo būdas apie reliatyvumą.

84: Apie DNR įvairovę ir Polingo (*Pauling*) klaidą žiūrėkite Vatsono (*Watson*) memuaruose „Dviguba spiralė" (*The Double Helix*) [234].

85: Teisinga tik tai, ką Feinmanas (Feynman) *pasako tris kartus*: [72].

89: Dėkoju Markui Tovėjui (*Mark Tovey*) už pagalbą, sumanius šį pavyzdį apie optines iliuzijas ir pažintinį mokslą.

90: Apie bendradarbiavimo rinkas taip pat žiūrėkite [246] ir [146].

91: Diskusija apie topologinius kvantinius kompiuterius yra įkvėpta veikalo [22]. Topologiniai kvantiniai kompiuteriai pirmą kartą buvo pristatyti nepaprastame Kitajevo (*Kitaev*) straipsnyje [111].

ŠEŠTAS SKYRIUS.
VISOS PASAULIO ŽINIOS

95: Svansono (*Swanson*) sąryšio tarp magnio trūkumo ir migrenos atradimas yra aptartas [215] ir apžvelgtas [216].

95: Įdomu, kodėl šis sąryšis nebuvo atrastas anksčiau, sakykime, epilepsiją tiriančių mokslininkų, nes kai kurie jų tarytum ir žinojo esant abiejų – epilepsijos ir migrenos – sąryšį su magnio trūkumu. Galima spėti, kad priežastis, dėl ko šis sąryšis liko nepastebėtas, yra ta, kad (1) tie mokslininkai stengėsi epilepsiją suprasti, nesiaiškindami kitų sąlygų, (2) vieno sąryšio, siejančio migreną ir magnio trūkumą, neužtenka, kad būtų galima daryti išvadą. Epilepsija siejama su daugeliu skirtingų susirgimų, daugelis jų neturi tiesioginio ryšio tarpusavyje.

95: Kalbant apie Svansono procedūrą, žinoma, surasti neatrastas žinias iš esamų mokslinių žinių nėra nieko naujo. Tai įprasta procedūra tokiose srityse, kaip kad mano teorinė fizika. Tačiau Svansono sisteminis kompiuterinis šios idėjos taikymas medicinoje buvo naujas reiškinys ir davė pradžią masiniam panašių duomenų išgavimo metodų taikymui daugelyje mokslo sričių.

96: Išplėsto proto sąvoka buvo aptarta [43].

96: Veikalas apie *Google* ieškos užklausų naudojimą gripui stebėti [71].

96: Metinė mirštamumo nuo gripo statistika paimta iš Pasaulinės Sveikatos Organizacijos duomenų [244].

96: Mirštamumo nuo gripo Ispanijoje skaičius yra iš [219].

97: Google gripo tendencijų svetainė http://www.google.rog/flutrends.

97: Ligų kontrolės ir prevencijos centro/*General Electric* gripo stebėjimo sistema yra aptarta [136].

97: Vėlesnis tyrimas, kuris atskleidė, kad *Google* gripo tendencijų sistema atlieka geresnį į gripą panašių susirgimų sekimą, nei laboratorijų patvirtintų gripo atvejų sekimą [163].

98: Dėl ieškos užklausų nedarbui prognozuoti naudojimo žiūrėkite [6]. Dėl ieškos užklausų būstų kainoms prognozuoti naudojimo žiūrėkite [245]. Dėl ieškos užklausų naudojimo, siekiant patobulinti dainų sėkmės dvidešimtuke prognozę, žiūrėkite [73]. Dėl plataus taikymo spektro žiūrėkite [42]. Tyrimas, kuris, naudojant *Twitter,* prognozuoja filmų uždirbsimas pajamas iš kino teatrų, yra [7]. Galiausiai, žiūrėkite [11] dėl susimąstyti verčiančios *Google* kaip „[žmogaus] ketinimo duomenų bazės" diskusijos.

98: Erikas Šmitas (*Eric Schmidt*) privatumo klausimu žiūrėkite [64].

99: Frazę „nežinomus žinojimus" šiame kontekste pasiūlė Džen Dod (*Jen Dodd*) ir Hasanas Masumas (*Hassan Masum*), įkvėpti buvusio JAV gynybos sekretoriaus Donaldo Ramsfeldo (*Donald Rumsfeld*) garsiojo posakio „nežinomi nežinojimai" [188].

100: Didžiosios Sloano sienos atradimas aptartas [77]. Pasirodo, Didžiosios Sloano Sienos galaktikos nėra gravitaciškai tarpusavyje susietos, todėl kai kurie astrofizikai nelaiko jų viena struktūra. Tačiau šiame skyriuje papasakotos istorijos didžioji dalis taikoma ir keletui kitų stambių visatos požymių – aš savo valia pasirinkau Didžiąją Sloano Sieną.

102: Didelio skaičiaus nykštukinių galaktikų šalia Paukščių Tako atradimas buvo aptartas daugybėje darbų. Apžvalgą rasite http://www.SDSS.org/signature.html.

103: Orbita skriejančių juodųjų skylių atradimas buvo aptartas [25]. Tekste aš nurodžiau, kad Borosonas (*Boroson*) ir Loeris (*Lauer*) ieškojo *SDSS* (Sloano skaitmeninės dangaus apžvalgos projekto, *Sloan Digital Sky Survey*) galaktikų nuotraukose. Sakant tiksliau, jie ieškojo 17 500 kvazarų nuotraukų, kurios yra specialios rūšies galaktikos, garsėjančios pačiomis didžiausiomis juodosiomis skylėmis. Daugiau informacijos, kas yra kvazarai ir kodėl jie įdomūs, žiūrėkite aprašymą p. 132–133. Atkreipkite dėmesį, kad vyko gan daug diskusijų astronomijos ir astrofizikos bendruomenėse, svarstant, ar [25] atradimas iš tikrųjų yra pora orbita skriejančių juodųjų skylių, ar galbūt kažkas kitas. Šis klausimas neišspręstas.

104: Sloano skaitmeninės dangaus apžvalgos projektas buvo aptartas [247]. Šio darbo citatų statistika paimta iš *Google Scholar* tarnybos. Skaičiai yra konservatyvūs, nes į juos nėra įtrauktos vėliau publikuotų duomenų ir daugelio kitų pagrindinių veikalų iš *SDSS* citatos.

105: SDSS susistemino daugelį savo politikų apie bendradarbiavimą ir dalijimąsi duomenimis http://www.SDSS.org/collaboration/. Nepaprastai įdomu skaityti.

105: SDSS SkyServer adresas http://skyserver.SDSS.org.

107: Apie Vatsoną (*Watson*), Kriką (*Crick*) ir Franklin (*Franklin*) žiūrėkite Vatsono memuaruose, *The Double Helif* [234].

108: SDSS 3-io etapo svetainės adresas http://www.SDSS3.org.

108: Mano nuomonė apie „Vandenynų observatorijų iniciatyvą“ yra pagrįsta informacija projekto svetainėje, adresas http://www.oceanleadership.org/programs-and-partnerships/ocean-observing/ooi/ ir [50].

109: Smegenų žemėlapių sudarymas yra per platus dalykas, kad pateikčiau išsamų nuorodų sąrašą. Aleno (*Allen*) smegenų atlaso veikalo apžvalga pateikiama Džonos Lėrer (*Jonah Lehrer*) nuostabiame straipsnyje [120]. Daugelis mano minimų faktų yra iš šio straipsnio. Veikalas, kuriame skelbiamas genų pasireiškimo pelės smegenyse atlasas, yra [121]. Progresas ir iššūkiai, susiję su žmogaus konektomos žemėlapio sudarymu, yra apžvelgiami [119] ir [125].

111: Bioinformatika ir chemoinformatika yra jau gerai įsitvirtinusios mokslo sritys su ženklia literatūra, ir aš nebandysiu išskirti vienos atskiros nuorodos. Astroinformatika atsirado neseniai. Žiūrėkite [24] dėl astroinformatikos poreikio manifesto.

116: Pranešimas apie 2005 m. Playchess.com laisvojo stiliaus šachmatų turnyrą yra pateiktas [37], komentaras apie laimėtojus [39]. Gario Kasparovo komentarai apie turnyro rezultatus pateikiami intriguojančiame straipsnyje [106], kuriame daug įdomios informacijos kompiuterių ir šachmatų klausimais. Papildomą komentarą apie *Hydra* dalyvavimą galima rasti [38]. Įdomu, kad *Hydra* dukart žaidė ir pralaimėjo nuotoliniame šachmatų žaidime prieš nuotolinių šachmatų didmeistrį Arno Nikelį (*Arno Nickel*). Tačiau, žaidžiant tas partijas, Nikeliui buvo leista naudotis kompiuterinėmis šachmatų programomis. Išsami *Hydra* žaidimų ataskaita yra pateikta [40].

121: Čako Hanseno (*Chuck Hansen*) knyga yra [92]. Mano pasakojimas apie Hanseno metodologiją yra atpasakotas Ričardo Raudso (*Richard Rhodes*) knygoje *How to Write*, [182], p. 61.

122: Apie semantinį saityną žiūrėkite [16, 15] ir http://www.w3.org/standards/semanticweb/. Intriguojantis alternatyvus požiūris pateiktas [88].

123: Obamos skaidrumo ir atviros vyriausybės memorandumą rasite [158].

126: Nuostabi Einšteino bendrosios reliatyvumo teorijos santrauka: „Erdvėlaikis materijai nurodo, kaip judėti; o materija nurodo erdvėlaikui, kaip išsikreipti“ priklauso Džonui Vyleriui (*John Wheeler*) [240].

127: šie modeliai nesupranta „hola“ ar „hello“ prasmės: aš vartojau terminą nesupranta įprasta kasdienine prasme. Tačiau įtariu, kad vieną dieną pamatysime, kad tai, ką mes reiškiame žodžiu supratimas, yra iš dalies (tačiau tik iš dalies) užfiksuota tam tikra statistine asociacija tuose modeliuose.

127: nei vienas iš Google *vertėjų nekalba kinų ar arabų kalbomis*: [69].

130: Planko (*Planck*) komentaras „Aš išties nedaug apie tai [kvantinę teoriją] mąsčiau“ yra iš Heldžo Krago (*Helge Krag*) straipsnio [112].

SEPTINTAS SKYRIUS. MOKSLO DEMOKRATIZAVIMAS

131: Mano nuomonė apie *Galaxy Zoo* projektą yra paremta *Galaxy Zoo* tinklaraščiu: http://blogs.zooniverse.org/galaxyzoo/, *Galaxy Zoo* forumu: http://www.galaxyzooforum.org ir Kriso Lintoto (*Chris Lintott*) ir Keitės Lend (*Kate Land)* straipsniu [127]. Medžiaga apie Hanės *vurverpą* taip pat apima Hanės van Arkel tinklaraštį: http://www.hannyswoorwerp.com/ ir pradinę diskusiją, kurią pradėjo Hanė van Arkel (*Hanny van Arkel*) [67]. Pirmasis *Galaxy Zoo* veikalas apie *vurverpą* yra [128].

132: Alternatyvus *vurverpo* paaiškinimas pateikiamas [105, 177]. Keletą vieno iš *Galaxy Zoo* įkūrėjų ir *Zoo* administratoriaus Kriso Lintoto komentarų apie alternatyvų paaiškinimą galima rasti [126].

137: Alisos Šepard (*Alice Sheppard*) nuomonė apie žirnelių galaktikų atradimą pateikiama [193]. Atkreipkite dėmesį, kad *Zoo* savanorių matytos galaktikų nuotraukos yra klaidingos spalvos: daugelis „žaliųjų žirnelių“ yra raudonesni.

140: Trumpas straipsnelis maloniam skaitymui apie helio atradimą [118].

143: Bobo Nikolso *(Bob Nichols*) citata: „Aš galiu užduoti klausimą, „kiek galaktikų turi per jų vidurį einantį ruožą“, ir pradėčiau visą karjerą besitęsiančią ieško, siekdamas atsakyti į šį pagrindinį klausimą...“ yra iš [149].

144: Foldit yra adresu: http://fold.it. Geros *Foldit* projekto apžvalgos yra [46, 21].

148: Aotearoa apie *Foldit* žiūrėkite [1] ir [2].

149: 2008 metų CASP *Foldit* rezultatai yra [174].

150: Apie Džono Kaisterio Beneto (*John Caister Bennett*) žaliosios kometos atradimą 1968 metais žiūrėkite [104].

151: Kometų medžiotojo Rainerio Krachto (*Rainer Kracht*) svetainė: http://www.rkracht.de/, kur pateikiamas jo atrastų kometų sąrašas. Apie SOHO kometų medžioklės sėkmės prielaidą žiūrėkite http://sungrazer.nrl.navy.mil/.

151: eBird svetainės adresas http://ebird.org., o projektas yra aprašytas [210]. Informacija apie indėlių skaičių ir indėlių autorius yra iš http://www.avianknowledge.net/content/datasets ir [209].

152: Atvirojo dinozaurų projekto adresas http://opendino.wordpress.com/. Projekto apžvalga pateikiama [220].

153: Galaxy Zoo duomenų naudojimas siekiant išmokyti kompiuterį algoritmo yra aprašytas [10].

155: Klėjaus Širkio (*Clay Shirky*) Vikipedijos analizė pateikta [195]. Šis straipsnis taip pat davė pradžią frazei „pažintinis perteklius“. Širkis išplėtojo šias idėjas knygos apimtimi [194].

155: Amerikiečiai praleidžia vidutiniškai 5 valandas per dieną žiūrėdami televizorių: [156].

156: Klėjaus Širkio idėja apie „didžių dalykų darymą iš meilės“ yra išplėtota jo įžvalginėje knygoje *Here Comes Everybody* [196]. Citata: „Mes esame pripratę prie pasaulio, kur

smulkmenos vyksta dėl meilės, o dideli dalykai vyksta už pinigus...“ yra iš minėtos knygos p. 104.

157: mano gyvenimas neatpažįstamai pasikeitė visiems laikams...: [132].

157: 1988 m. duomenys apie poliomielito protrūkį yra iš [141].

157: Duomenys apie 2003 m. poliomielito protrūkį yra iš Pasaulinės poliomielito išnaikinimo iniciatyvos 2003 m. metinės ataskaitos, esančios http://polioeradication.org.

157: Nigerijos poliomielito skiepijimo programos boikotavimas yra aptartas [101].

158: Literatūros apie skiepų ir autizmo sąryšį apžvalga pateikiama [68]. Toje apžvalgoje pateikti įrodymai verčia galvoti, kad jokio priežastinio ryšio nėra.

158: Statistika apie tymų, kiaulytės, raudonukės skiepus ir tymų infekcijų statistika yra iš [135], remiantis Sveikatos apsaugos agentūros duomenimis.

162: Vienas geriausių šaltinių apie atvirąją prieigą yra Peterio Saberio (*Peter Suber*) tinklaraštis *Open Access News,* adresas http://www.earlham.edu/~peters/fos/fosblog.html. Nuo 2010 m. balandžio mėn. tinklaraštis neberašomas, tačiau verta panaršyti po jo archyvus. Saberis parengė Atvirosios prieigos apžvalgą [207] ir tvarkaraštį [208]; abu labai naudingi norint susidaryti didesnį atvirosios prieigos vaizdą. Saberis ir kiti toliau tęsia *Open Access Tracking Project* (Atvirosios prieigos sekimo projektą), kurio archyvai pateikiami http://oatp.tumblr.com/. Knygos apimties informacija apie atvirosios prieigos apžvalgą pateikiama [241].

162: arXiv yra internete http://www.arxiv.org. Atkreipkite dėmesį, kad *arXiv* prasidėjo fizikos srityje, tačiau nuo savo įsteigimo pasklido po kitas disciplinas – matematiką ir kompiuterių mokslą. Šioje knygoje dėmesį sutelkiau į fizikos aspektus ir kartais apie šį projektą kalbėjau kaip apie fizikos *arXiv*, nes fizika yra ta sritis, kurioje *arXiv* dominuoja daugiausiai.

163: Viešosios mokslo bibliotekos (*PLoS*) svetainės adresas http://plos.org. *PLoS* nebuvo pirmas atvirosios prieigos žurnalas, tačiau jis buvo vienas iš pirmųjų, ir aš savo dėmesį sutelkiau į jį, nes jis daugeliu atvejų diktavo madą.

164: Nacionalinių sveikatos institutų (*National Institutes of Health*, *NIH*) Viešosios prieigos politikos apžvalga pateikiama [206]. Apžvalga trumpa, tačiau joje yra daug informatyvių nuorodų.

164: NIH biudžeto informacija yra iš http://www.nih.gov/about/budget.htm.

166: Elsevier pajamų ir pelno rodikliai yra pagrįsti 2009 m. *Reed Elsevier* metine ataskaita [181].

166: Amerikos chemikų draugijos pajamų ir pelno rodikliai yra iš [131].

166: Mano nuomonė apie Eriką Dezenholą (*Eric Dezenhall*) ir leidėjų profesinę sąjungą (Amerikos leidėjų asociaciją) yra paremta [70], papildoma informacija iš [100]. Citatos iš *PRISM* yra iš [176].

167: Saimono Singo *(Simon Singh*) straipsnio originalas, kuriame jis kritikuoja Britų chiropraktikų asociaciją (*BCA*), yra [199]. Daganso (*Dougans*) ir Gryno (*Green*) straipsnis apie Šing (*Shingh*) bylą yra [56]. Mano diskusija taip pat yra premta Beno Goldakro (*Ben Goldacre*) [74] ir Martino Robinso (*Martin Robbins*) straipsniais [185]. *BCA* chiropraktikos gydymo veiksmingumo įrodymų aprašymas yra [221].

Panašus į vikio bylinėjimąsi atvirojo šaltinio programinės įrangos pasaulyje buvo atvejis, kai *SCO* bendrovė teigė, kad jai nuosavybės teise priklausantis kodas buvo įtrauktas į *Linux* operacinę sistemą, dėl to *SCO* padavė į teismą *Novell* ir *IBM* bendroves. Bylos buvo labai išsamiai nagrinėtos bendruomenės svetainėje *Groklaw* (http://groklaw.net), kurį pradėjo juristo padėjėja Pamela Jones.

169: Pharyngula yra http://scenceblogs.com/pharyngula/. *Des Moines Register* ir *Salt Lake Tribune* tiražų duomenys paimti iš Tiražų audito biuro [8].

172: Mano pasakojimas apie Velykų salą yra paremtas Džeredo Daimondo (*Jared Diamond*) knyga *Collapse* [53]. Velykų salos istorijos atkūrimas yra sudėtingas ir nelengvas procesas, ir daug ginčų tarp mokslininkų keliantis objektas; nenuostabu, kad su Daimondo nuomone kai kurie nesutinka.

172: Apie gyvenimo trukmės trumpėjimą dėl ŽIV/AIDS labiausiai paveiktose Afrikos valstybėse žiūrėkite [103].

172: Apie išradingumo trūkumo mažinimą žiūrėkite [133].

AŠTUNTAS SKYRIUS. IŠŠŪKIS MOKSLĄ KURTI ATVIRAI

174: Mano nuomonė apie Galilėjaus darbą paremta [238].

176: Daugiau informacijos apie Galilėjaus ir Baldazaro Kapros (*Baldassare Capra*) reikalą žiūrėkite [17].

177: Mano nuomonė apie atvirojo dalijimosi mokslo atradimais pradžią yra paremta iš dalies Polo Deivido (*Paul David*) straipsniu [49]. Deividas teigia, kad nieko nėra logiškai neišvengiamo, kad mokslas taptų atviras, ir kad tai didžiąja dalimi yra nulemta mokslinę bendruomenę veikiančių išorinių, o ne tik jėgų mokslo viduje. Deivido analizė sutelkta ties ankstyviausiomis šiuolaikinio mokslo dalimis ir pabrėžia, kaip monarchų ir kitų globėjų siekiamas prestižas paskatino atvirą rezultatų skelbimą. Mano nuomone, aš irgi pabrėžiau, kad motyvacija kilo iš atvirojo mokslo teikiamos naudos visuomenei. Atrodo, ši motyvacija įgijo daugiau jėgos pastaruoju metu, monarchų galiai susilpnėjus.

178: Qwiki tinklalapis yra internete adresu http://qwiki.stanford.edu/wiki/Main_Page. Savo *qwiki* tinklalapio aprašyme nurodau, kad yra reguliariai atnaujinami tiktai keli puslapiai. Iš tiesų svetainės dalis, kuri susilaukia gana reguliaraus dėmesio, yra *Complexity Zoo*, kompiuterių mokslininkams skirtas puslapis, kuriame kalbama apie įvairias kompiuterijos problemas. Tačiau *Complexity Zoo* reikia aptarti atskirai, nes jis pagrįstas projektu, kuris iš pradžių buvo visiškai nesusijęs su *qwiki* ir tik vėliau susiliejo su *qwiki*. Šios diskusijos tikslu aš traktuoju *Complexity Zoo* kaip atskirą vienetą. Žinoma, įdomu paklausti, kodėl *Complexity Zoo* pasisekė, o kiti *qwiki* projektai žlugo. Išsamiai atsakyti į šį klausimą yra sunku, tačiau trumpai galima pasakyti, kad *Complexity Zoo* yra daug siauresnio diapazono nei *qwiki*, ir todėl vienas atsidavęs

žmogus (Skotas Aronsonas (*Scott Aaronson*), šiuo metu IT magistras) sugebėjo išvystyti šį projektą iki tokio lygio, kad jis tapo ypač naudingas ir žinomas šaltinis kompiuterių mokslo bendruomenei. Jo jau užsitarnautos geros reputacijos ir siauro diapazono junginys padėjo pritraukti žmonių, kurie vis įneša indėlį į šį projektą.

178: Vikimokslo sąvoka pirmą kartą buvo pristatyta, atrodo, Kevino Kelio (*Kevin Kelly*) veikale [108]. Daugelis žmonių nepriklausomai siūlė panašias idėjas (ir kai kuriais atvejais anksčiau nei Kelis). Įdomią diskusiją, kurioje dalyvauja ankstyvųjų Vikiprojekto dalyviai, galima rasti *Meatball* vikyje: [137] ir [138].

180: Fizikų įdarbinimo ir mokslų baigimo duomenys yra paremti Amerikos fizikos instituto medžiaga „Naujausi užimtumo duomenys fizikams ir susijusiems mokslininkams“, kurią galima rasti http://www.aip.org/statistics/. Aš pasirinkau fiziką dėl esamų patikimų duomenų. Juokingos situacijos kitose mokslo srityse patvirtina, kad padėtis panaši.

181: Tie moksliniai vikiai, kurie pavyko, dažniausiai tėra tradiciškesnių projektų papildinys – akivaizdi šios taisyklės išimtis yra Genų vikis, sėkmingas vikio pagrindu veikiantis projektas, skirtas genams aiškinti. Genų vikis pavyko iš dalies dėl to, kad jis nebuvo nepriklausomas, o greičiau Vikipedijos paprojektis: jei kada nors ieškojote informacijos apie genus Vikipedijoje, tuomet yra tikimybė, kad matėte darbą, atliktą Genų vikio projekto. Genų vikis yra pildomas daugybės žmonių, kurie jau redaguoja ir tobulina Vikipediją; jam tarnauja geras Vikipedijos puslapių matomumas ieškos sistemose.

181: Kitą požiūrį į mokslines vartotojų komentarų svetaines rasite [148].

181: Galutinė ataskaita apie *Nature* viešų kolegų komentarų bandymą [167].

181: Nors mokslinės vartotojų komentarų svetainės žlunga, mokslininkai ne visada nėra linkę komentuoti internete apie kitų mokslininkų darbus. Mes matėme pavyzdį, aptartą p. 168, kai mokslo tinklaraštininkai tyrė Britų chiropraktikos sąjungos siūlomus chiropatijos veiksmingumo įrodymus jų ginče su Saimonu Singu (*Simon Singh*). Tarp kitų pavyzdžių galima paminėti (1) Matematikų eruditų bendradarbiavimą [173] 2010 m., kai grupė matematikų, kompiuterijos mokslininkų ir fizikų bendradarbiavo internete, analizuodami pateiktą sprendimą vienos didžiausių atvirų problemų kompiuterijos moksle; (2) tinklaraščiu paremta diskusija internete [180], analizuojanti NASA'os 2010 m. pranešimą [242], kad jie atrado gyvybės formas, turinčias arseno; (3) 1000 fakultetas (http://f1000.com/), svetainė, kurioje aktyviai verbuojamas ribotas skaičius aukšto lygio mokslininkų tyrėjų biomedicinos veikalų apžvalgoms rašyti; ir (4) *MathSciNet* (http://www.ams.org/mathscinet/), panaši matematikų svetainė. Kiekvienu atveju potencialių dalyvių motyvacija gana skiriasi nuo mano aptartų vartotojų komentarų svetainių. Paskatų čia nenagrinėsiu – šio skyriaus tikslas nėra išsamiai analizuoti mokslininkų komentarų internete įpročių, tačiau atkreipkite dėmesį, kad kiekvienu atveju nuodugni analizė rodo: paskatos mokslininkams už komentarų įdėjimą yra daug stipresnės, nei siūlomos vartotojų komentarų svetainėse.

184: „publikuok [darbus] arba mirk“, ne „skelbk [duomenis] arba mirk“ yra iš [171].

DEVINTAS SKYRIUS. ATVIROJO MOKSLO BŪTINYBĖ

189: Tobijaus Osborno (*Tobias Osborne*) tyrimų tinklaraštį apie kvantinį skaičiavimą galima rasti http://tjoresearchnotes.wordpress.com/. Atvirojo nešiojamųjų kompiuterių mokslo idėją smulkiai išplėtojo Žanas Klodas Bredlėjus (*Jean-Claude Bradley*) [26] ir Kameronas Neilonas (*Cameron Neylon*) [147]. Taip pat žiūrėkite Bredlėjaus tinklaraštį (http://usefulchem.blogspot.com/) ir Neilono tinklaraštį (http://cameronneylon.net/).

190: atvirasis mokslas *reikalauja, kad didžioji dalis mokslininkų tuo pat metu ir iš esmės pakeistų savo elgesį:* [164].

190: Smulkmenas, kaip Švedijoje buvo pakeistos vairavimo kryptys nuo važiavimo kairiąja eismo puse į važiavimo dešiniąja eismo puse, galima rasti [217] ir [97]. Mano pasakojimo kalbos stilius yra įkvėptas nuostabios Stiveno Pinkerio (*Stephen Pinker*) [170] sentencijos, jis rašė: „Perėjimas nuo vairavimo kaire eismo puse prie vairavimo dešine eismo puse negalėjo prasidėti nuo bebaimių individualistų arba prastuomenės judėjimo, bet turėjo būti primestas „viršaus apačiai“ (būtent tai ir įvyko Švedijoje 1967 metų rugsėjo 3 dieną 5 valandą ryto).“

191: Iš tiesų, *Journal des Sçavans* turi pretenzijų būti pirmuoju pasaulyje mokslo žurnalu, nes jis buvo pradėtas leisti pora mėnesių anksčiau, nei „Karališkosios visuomenės filosofijos veikalai“ (*Philosophical Transactions of the Royal Society*). Tačiau tai yra ginčytinas dalykas, nes *Journal des Sçavans* leisdavo tiek mokslinio, tiek nemokslinio turinio medžiagą.

191: Merės Boas Hol (*Mary Boas Hall*) komentarai apie Oldenburgo (*Oldenburg*) maldavimą tų laikų mokslininkų informacijos yra pateikti [89] (p. 159).

193: Politika dalytis genetikos duomenimis greitai evoliucionuoja. Plačią Nacionalinių sveikatos institutų politikos apžvalgą, įskaitant didelio masto genomo asociacinius tyrimus, žiūrėkite [143]. Apie specifinę Nacionalinio žmogaus genomo tyrimų instituto politiką, palaikančią Bermudų susitarimą, žiūrėkite [96]. Apie Fondo *Wellcome* politiką skaitykite [236].

193: Jungtinės Karalystės Medicinos tyrimų tarybos atvirųjų duomenų politika yra [229].

194: fondo atstovas komentavo, kad šio reikalavimo paskelbimas yra tiktai „pirmasis pastangų etapas“, siekiant užtikrinti, kad visi duomenys būtų prieinami laisvai: [140].

194: Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (*Organization for Economic Co-operation and Development* (*OECD*)) rekomendacijos dėl laisvos prieigos prie visuomeninėmis lėšomis finansuotų mokslinių tyrimų duomenų yra [160].

194: Sąvoka „mokslo respublika“ paimta iš Maiklo Polanijaus (*Michael Polanyi*) nuostabios esė [172] tuo pačiu pavadinimu. Be kitų dalykų, ši esė kalba apie pavojus per daug centralizuotos mokslo kontrolės, būtent tokios rūšies centralizuotos kontrolės, kokią šiandien turi mokslinių stipendijų skyrimo institucijos. (Kai Polanijus tai rašė, mokslinių stipendijų skyrimo institucijos valdė daug mažesnius biudžetus ir dėl to turėjo daug mažiau galių). Aš sutinku su Polanijaus susirūpinimu – išties, tai veda į

pagundą parašyti toliau tą mintį plėtojančią esė apie „Mokslo oligarchiją“ – tačiau esamos diskusijos esmė, žinoma, rasti geriausias išeitis tame pasaulyje, kuriame gyvename, o ne kažkokiame idealizuotame.

196: Apie idėjų nuosavybės teises bei nematomą jėgą moksle žiūrėkite [172, 48]; įdomus bendro pobūdžio straipsnis, aiškinantis nematomas jėgas – [230]. Aš nežinau, iš kur kilo terminas „reputacijos ekonomika“, jis pradėtas plačiai vartoti praeito amžiaus dešimtajame dešimtmetyje (o gal ir anksčiau), tačiau pati idėja yra daug senesnė.

197: SPIRES sistemos http://www.slac.stanford.edu/spires/. Fizikos veikalų juodraščių tinklalapio *arXiv*, kaip minėta, adresas http://arxiv.org.

198: Apie naujus būdus pagrįstai įvertinti mokslą žiūrėkite, pavyzdžiui, [175] ir ten pateiktus šaltinius.

200: Dėl naujų priemonių mokslinių žinių formulavimui sukūrimo didžiąją dalį atsakomybės šias priemones sukurti užkroviau mokslininkams. Jūs galite prieštarauti, kad tokių priemonių sukūrimas yra akademinių bibliotekų ir mokslinės literatūros leidėjų darbas, tačiau yra daug priežasčių galvoti, kad tinkama vieta tokioms priemonėms atsirasti yra tarp pačių mokslininkų. Pasvarstykite, pavyzdžiui, kad beveik visi šioje knygoje mano apibūdinti pavyzdžiai – nuo Matematikų eruditų projekto iki Genų banko ir iki tinklalapio *arXiv* – buvo sukurti mokslininkų. Bibliotekos ir mokslinės literatūros leidėjai didžiąja dalimi nėra pasirengę dirbti dėl tokių rizikingų ir radikalių inovacijų – jie yra orientuoti į ramiai tekantį esamų būdų daryti dalykus tobulėjimą. Nors bibliotekos ir mokslinės literatūros leidyklos samdo daugelį talentingų žmonių, bet kai jie bando radikaliai naujas priemones, dažnai pasijunta kovojantys su milžiniška institucine inercija. Dėl to geriausia vieta atsirasti naujoms priemonėms yra tarp pačių mokslininkų. Mano įsitikinimu, šiame procese tinkama vieta bibliotekoms ir mokslinės literatūros leidykloms – vėlesniame etape – būti partneriais, kurie gali padėti palaikyti ir plėtoti labiausiai pasisekusias priemones. Būtent tai ir atsitiko su tokiais projektais, kaip tinklalapis *arXiv* ir Genų bankas, kuriuos pradėjo mokslininkai, tačiau jų augimas ir plėtra vyko bendradarbiaujant su Kornelio universiteto ir JAV Nacionaline medicinos (*National Library of Medicine*) bibliotekomis.

200: Tęsiant temą ta pačia gaida, galite taip pat nusistebėti: argi kurti naujas kompiuterinės įrangos priemones nėra centralizuotų institucijų darbas? Tai buvo išbandyta, pavyzdžiui, biologijoje, kur daugelis kompiuterinės įrangos priemonių yra kuriama JAV Nacionaliniame biotechnologijų informacijos centre (*National Center for Biotechnology Information*, *NCBI*), kuris yra JAV Nacionalinės medicinos bibliotekos dalis. *NCBI* yra atsakingas už Genų banko valdymą, taip pat yra pradėjęs arba parėmęs daugelį kitų svarbių internetinio tinklo duomenų bazių biologijos srityje. Bet *NCBI*, suteikęs vertingas paslaugas, taip pat centralizuotai koordinuoja inovacijas ir išstumia potencialius konkurentus, kurie negali tikėtis konkuruoti su pilnomis *NCBI* kišenėmis. Esu įsitikinęs, kad ilgainiui šiam mokslui reikia taikyti labiau decentralizuotą požiūrį į inovacijas.

200: Apie pagrįsto mokslo įvertinimo ribas žiūrėkite [154].

201: Privatumo, etikos, saugumo ir teisėtumo lūkesčiai plėtosis. Interneto svetainėje *Patients Like Me* [Aš patinku pacientams] (http://patientslikeme.com) prašoma pacientų savanoriškai pasidalyti savo medicinine informacija, ir daugelis jų yra tai padarę, ir iš dalies taip, kad tą informaciją būtų galima naudoti tyrimų tikslais.

201: Grotendaiko (*Grothendieck*) citata yra iš [85]. Taip pat žiūrėkite diskusiją veikalo [200] 18 skyriuje, kur aš perskaičiau apie šią citatą.

202: Dėmesio ir pagalbos valdymo bendradarbiaujant problema buvo tiriama eksperimentiniu būdu, tai aprašyta [76]. Šių tyrimų rezultatai atitinka čia pateiktą analizę, jais buvo nustatyta, kad problemų sprendimas grupėje gali tapti mažiau veiksmingas, jei kiekvienas bendraus su kitais.

203: Pasakojimą apie Trenberto (*Trenberth*) elektroninį laišką kartu su nuoroda į originalų laišką (panašu, kad tikrąjį) galima rasti [44]. Trenberto straipsnis [225] yra gana skaitomas.

204: Apie Keplerio (*Kepler*) duomenų valdymą žiūrėkite [91, 166]. Apie 2011 m. vasario mėn. pranešimą apie Žemės dydžio planetas žiūrėkite [129]. Atkreipkite dėmesį, kad 2010 m. rugsėjį kita komanda nepriklausomai paskelbė [232] suradusi į Žemę panašią planetą šalia žvaigždės *Gliese 581*. Nuo tada dėl šio atradimo yra ginčijamasi [110].

205: Dorigo pranešimas, kad jis girdėjo paskalas, jog buvo atrasta Higso dalelė, yra [54], o jo išsižadėjimas šio pranešimo yra [55]. Paviešinimas vyraujančiuose žiniasklaidos kanaluose apima [47, 41].

205: Diskusija apie baigtinių paprastų grupių klasifikacijos istoriją yra pateikta [201]. Esama šios klasifikacijos būklė yra aptariama [5].

206: Kaip kiti mokslininkai gali patikrinti ir pakartoti tokio eksperimento rezultatus?: žiūrėkite, pavyzdžiui, [205] ir ten pateiktas nuorodas.

207: Apie „mokslą, kuris yra anapus atskiro žmogaus suvokimo ribų“ žiūrėkite [155].

207: Viso pasaulio mastu mūsų vyriausybės kiekvienais metais išleidžia daugiau nei 100 mlrd. dolerių pagrindiniams moksliniams tyrimams: šis tvirtinimas paremtas JAV Nacionalinio mokslo fondo ataskaitos 4 skyriumi [144]. Sprendžiant pagal šioje ataskaitoje pateiktus skaičius, JAV vyriausybė kiekvienais metais išleidžia 39 mlrd. dolerių pagrindiniams moksliniams tyrimams. Šioje ataskaitoje nėra tiesiogiai apskaičiuota, kiek visame pasaulyje vyriausybės išleidžia pagrindiniams moksliniams tyrimams, todėl skaičius 100 mlrd. dolerių yra suma, paremta keliais šioje ataskaitoje pateiktais kitais skaičiais.

210: Danielio Hiliso (*Daniel Hillis*) citata „yra problemų, kurių, atrodo, neįmanoma...“ yra iš Stiuarto Brendo (*Stewart Brand*) knygos „Ilgos dabarties laikrodis“ (*The Clock of the Long Now*) p. 157 [27].

PRIEDAS

212: Mandagų įvadą į Heilso-Džiueto tankumo (*density Hales-Jewett (DHJ)*) teoremą, įskaitant kombinacinių linijų koncepcijos paaiškinimą, galima rasti veikale [66].

215: Apie Zemeredžio (*Szemerédi*) teoremą žiūrėkite [218]. Gryno (*Green*) ir Tao teorema įrodymas yra [84].

215: Originalus *DHJ* teoremos įrodymas buvo pateiktas [66].

ŠALTINIAI

[1] Aotearoa. Komentaras tinklaraštyje paskelbtas *Boing Boing* (tinklaraštyje) 2009 05 03. http://
www.boingboing.net/2009/05/03/wasting-time-for-a-g.html#comment-481275.

[2] Aotearoa. Komentaras tinklaraštyje paskelbtas *Nature newsblog* 2009 03 23. http://blogs.nature.com/news/2008/05/addictive_protein_folding_game.html#comment-97818.

[3] Oliver Arafat and Dirk Riehle. The commit size distribution of open source software. *Proceedings of the 42nd Hawaiian International Conference on System Sciences*, 2008.

[4] G. Arnison et al. Experimental observation of lepton pairs of invariant mass around 95 GeV/*c*2 at the CERN SPS collider. *Physics Letters B*, 126(5):398–410, 1983.

[5] Michael Aschbacher. The status of the classification of the finite simple groups. *Notices of the American Mathematical Society*, 51(7):736–740, August 2004. http://www.ams.org/notices/200407/fea-aschbacher.pdf.

[6] Nikolaos Askitas and Klaus F. Zimmermann. Google econometrics and unemployment forecasting. *Applied Economics Quarterly*, 55:107–120, 2009.

[7] Sitaram Asur and Bernardo A. Huberman. Predicting the future with social media. *eprint arXiv:1003.5699*, 2010.

[8] Audit Bureau of Circulations. ACCESS ABC: eCirc for US newspapers, 2010. http://abcas3.accessabc.com/ecirc/newstitlesearchus.asp.

[9] Robert M. Axelrod. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books, 1984.

[10] Manda Banerji, Ofer Lahav, Chris J. Lintott, Filipe B. Abdalla, Kevin Schawinski, Steven P. Bamford, Dan Andreescu, Phil Murray, M. Jordan Raddick, Anze Slosar, Alex Szalay, Daniel Thomas, and Jan Vandenberg. Galaxy Zoo: Reproducing galaxy morphologies via machine learning. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 406(1):342–353, July 2010. eprint arXiv:0908.2033.

[11] J. Battelle. *The Search: How Google and Its Rivals Rewrote the Rules of Business and Transformed Our Culture*. Boston: Nicholas Brealey, 2005.

[12] Yochai Benkler. Coase's penguin, or, *Linux* and *The Nature of the Firm*. *The Yale Law Journal*, 112:369–446, 2002.

[13] Yochai Benkler. *The Wealth of Networks*. New Haven: Yale University Press, 2006.

[14] Tim Berners-Lee. *Weaving the Web*. New York: Harper Business, 2000.

[15] Tim Berners-Lee and James Hendler. Publishing on the semantic web. *Nature*, 410:1023–1024, April 26, 2001.

[16] Tim Berners-Lee, James Hendler, and Ora Lassila. The semantic web. *Scientific American*, May 17, 2001.
[17] Mario Biagioli. *Galileo's Instruments of credit: Telescopes, images, secrecy*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.
[18] Peter Block. *Community: The Structure of Belonging*. San Francisco: Berrett Koehler, 2008.
[19] Barry Boehm, Bradford Clark, Ellis Horowitz, Ray Madachy, Richard Shelby, and Chris Westland. Cost models for future software life cycle processes: COCOMO 2.0. *Annals of Software Engineering*, 1(1):57–94, 1995.
[20] Peter Bogner, Ilaria Capua, David J. Lipman, and Nancy J. Cox et al. A global initiative on sharing avian flu data. *Nature*, 442:981, August 31, 2006.
[21] John Bohannon. Gamers unravel the secret life of protein. *Wired*, 17(5), April 20, 2009. http://www.wired.com/medtech/genetics/magazine/17-05/ff_protein?currentPage=all.
[22] Parsa Bonderson, Sankar Das Sarma, Michael Freedman, and Chetan Nayak. A blueprint for a topologically fault-tolerant quantum computer. *eprint arXiv:1003.2856*, 2010.
[23] Christine L. Borgman. *Scholarship in the Digital Age*. Cambrdge, MA: MIT Press, 2007.
[24] Kirk D. Borne et al. Astroinformatics: A 21st century approach to astronomy. *eprint arXiv: 0909.3892*, 2009. Position paper for Astro2010 Decadal Survey State, available at http://arxiv.org/abs/0909.3892.
[25] Todd A. Boroson and Tod R. Lauer. A candidate sub-parsec supermassive binary black hole system. *Nature*, 458:53–55, March 5, 2009.
[26] Jean-Claude Bradley. Open notebook science. *Drexel CoAS E-Learning* (blog), September 26, 2006. http://drexel-coas-elearning.blogspot.com/2006/09/open-notebook-science.html.
[27] Stewart Brand. *The Clock of the Long Now*. New York: Basic Books, 2000.
[28] John Seely Brown and Paul Duguid. *The Social Life of Information*. Boston: Harvard Business School Press, 2000.
[29] Zacary Brown. I'm a solver. *Perspectives on Innovation* (blog), February 4, 2009. http://blog.innocentive.com/2009/02/04/im-a-solver-zacary-brown/.
[30] Admiral Bumblebee. Comment on submission "Kasparov versus the World," 2007. http://www.reddit.com/r/reddit.com/comments/2hvex/kasparov_versus_the_world/.
[31] Vannevar Bush. As we may think. *Atlantic Monthly*, July 1945.
[32] Declan Butler. Flu database row escalates. *The Great Beyond* (blog), September 14, 2009. http://blogs.nature.com/news/thegreatbeyond/2009/09/flu_database_row_escalates.html.
[33] Robert H. Carlson. *Biology Is Technology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2010.
[34] Nicholas Carr. Is Google making us stupid? *Atlantic Monthly*, July/August, 2008.
[35] Nicholas Carr. *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*. New York: W. W. Norton & Company, 2010.

[36] Henry William Chesbrough. *Open Innovation: The new Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business Press, 2006.
[37] Chess Base. Dark horse ZackS wins Freestyle chess tournament, June 19, 2005. http://www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=2461.
[38] Chess Base. Hydra misses the quarter-finals of Freestyle tournament, June 11, 2005. http://www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=2446.
[39] Chess Base. PAL / CSS report from the dark horse's mouth, June 22, 2005. http://www.chessbase.com/newsdetail.asp?newsid=2467.
[40] The chess games of Hydra (Computer). http://www.chessgames.com/perl/chessplayer?pid=87303.
[41] Tom Chivers. Large Hadron Collider rival Tevatron "has found Higgs boson," say rumours. *Daily Telegraph*, July 12, 2010.
[42] Hyunyoung Choi and Hal Varian. Predicting the present with Google trends. *Google Research blog*, April 12, 2009. http://googleresearch.blogspot.com/2009/04/predicting-present-with-google-trends.html.
[43] Andy Clark and David J. Chalmers. The extended mind. *Analysis*, 58:10–23, 1998.
[44] "Climategate" exposed: Conservative media distort stolen emails in latest attack on global warming consensus. *Media Matters*, December 1, 2009. http://mediamatters.org/research/200912010002.
[45] Robert P. Colwell. *The Pentium Chronicles*. Hoboker, NJ: IEEE Computer Society, 2006.
[46] Seth Cooper, Firas Khatib, Adrien Treuille, Janos Barbero, Jeehyung Lee, Michael Beenen, Andrew Leaver-Fay, David Baker, Zoran Popović & Foldit players. Predicting protein structures with a multiplayer online game. *Nature*, 466:756–760, August 5, 2010.
[47] Rachel Courtland. Higgs boson: Is a result imminent? *New Scientist*, July 9, 2010.
[48] Partha Dasgupta and Paul A. David. Toward a new economics of science. *Research Policy*, 23:487–521, 1994.
[49] Paul A. David. The historical origins of "open science": An essay on patronage, reputation and common agency contracting in the scientific revolution. *Capitalism and Society*, 3(2), 2008.
[50] John R. Delaney and Roger S. Barga. A 2020 vision for ocean science. In Tony Hey, Stewart Tansley, and Kristin Tolle, editors, *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Seattle: Microsoft Research, 2009. http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/.
[51] Amit Deshpande and Dierk Riehle. The total growth of open source. In *Proceedings of the Fourth Conference on Open Source Systems*, 2008.
[52] David Diamond. The way we live now: Questions for Linus Torvalds. *New York Times*, September 28, 2003.
[53] Jared Diamond. *Collapse*. New York: Penguin Books, 2005.
[54] Tommaso Dorigo. Rumors about a light Higgs. *A Quantum Diaries Survivor* (blog),

July 8, 2010. http://www.science20.com/quantum_diaries_survivor/rumors_about_light_higgs.
[55] Tommaso Dorigo. So was the rumor more than just a rumor, or was it an honest rumor? *A Quantum Diaries Survivor* (blog), July 17, 2010. http://www.science20.com/quantum_diaries_survivor/so_was_rumor_more_just_rumor_or_was_it_honest_rumor.
[56] Robert Dougans and David Allen Green. Virtual veracity. *The Lawyer*, July 5, 2010.
[57] K. Eric Drexler. Hypertext publishing and the evolution of knowledge. *Social Intelligence*, 1:87–120, 1991.
[58] Jason Dyer. A gentle introduction to the Polymath Project. *The Number Warrior* (blog), March 25, 2009. http://numberwarrior.wordpress.com/2009/03/25/a-gentle-introduction-to-the-polymath-project/.
[59] David Easley and Jon Kleinberg. *Networks, Crowds, and Markets*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
[60] Nature editorial. Dreams of flu data. *Nature*, 440:255–256, March 16, 2006.
[61] Elizabeth L. Eisenstein. *The Printing Revolution in Early Modern Europe (2nd ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
[62] T. S. Eliot. *The Sacred Wood: Essays on Poetry and Criticism*. London: Methune, 1920.
[63] Douglas C. Engelbart. Augmenting human intellect: A conceptual framework. *Stanford Research Institute Report*, October 1962.
[64] Jon Fortt. Top 5 moments from Eric Schmidt's talk in Abu Dhabi. *Fortune Tech* (blog), March 11, 2010. http://brainstormtech.blogs.fortune.cnn.com/2010/03/11/top-five-moments-from-eric-schmidt%27s-talk-in-abu-dhabi/.
[65] Full cast and crew for Avatar. *Internet Movie Database (IMDb)*. http://www.imdb.com/title/tt0499549/fullcredits.
[66] Hillel Furstenberg and Yitzhak Katznelson. A density version of the Hales-Jewett theorem. *Journal d'Analyse Mathematique*, 57:64–119, 1991.
[67] Galaxy Zoo Forum. The Hanny's Voorwerp, 2007–∞. http://www.galaxyzooforum.org/index.php?topic=3802.0.
[68] Jeffrey S. Gerber and Paul A. Offit. Vaccines and autism: A tale of shifting hypotheses. *Clinical Infectious Diseases*, 48:456–461, 2009.
[69] Jim Giles. Google tops translation rankings. *Nature News*, November 7, 2006. http://www.nature.com/news/2006/061106/full/news061106-6.html.
[70] Jim Giles. PR's "pit bull" takes on open access. *Nature*, 445:347, February 1, 2007.
[71] Jeremy Ginsberg, Matthew H. Mohebbi, Rajan S. Patel, Lynnette Brammer, Mark S. Smolinski, and Larry Brilliant. Detecting influenza epidemics using search engine query data. *Nature*, 457:1012–1015, February 19, 2009.
[72] James Gleick. *Genius: The Life and Science of Richard Feynman*. Toronto: Random House of Canada, 1993.
[73] Sharad Goel, Jake M. Hofman, Sébastien Lahaie, David M. Pennock, and Duncan J. Watts. What can search predict? http://www.cam.cornell.edu/~sharad/papers/sear-

chpreds.pdf, 2009.
[74] Ben Goldacre. An intrepid, ragged band of bloggers. *Guardian*, July 29, 2009. http://www.badscience.net/2009/07/we-are-more-possible-than-you-can-powerfully-imagine/.
[75] Michael H. Goldhaber. The attention economy and the net. *First Monday*, 2(4–7), April 1997.
[76] Robert L. Goldstone, Michael E. Roberts, and Todd M. Gureckis. Emergent processes in group behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 17(1):10–15, 2008.
[77] J. Richard Gott III, Mario Juri´c, David Schlegel, Fiona Hoyle, Michael Vogeley, Max Tegmark, Neta Bahcall, and Jon Brinkmann. A map of the universe. *Astrophysical Journal*, 624(2):463–484, 2005.
[78] W. Timothy Govers. Comment on *Govers's weblog*, February 2, 2009. http:// govers.wordpress.com/2009/02/01/questions-of-procedure/#comment-1701.
[79] W. Timothy Govers. Is massively collaborative mathematics possible? *Govers's weblog*, January 27, 2009. http://govers.wordpress.com/2009/01/27/is-massively-collaborative-mathematics-possible/.
[80] W. Timothy Govers. Polymath1 and open collaborative mathematics. *Govers's weblog*, March 10, 2009. http://govers.wordpress.com/2009/03/10/polymath1-and-open-collaborative-mathematics/.
[81] W. Timothy Govers. Problem solved (probably). *Govers's weblog*, March 10, 2009. http://govers.wordpress.com/2009/03/10/problem-solved-probably/.
[82] W. Timothy Govers and Michael Nielsen, Massively collaborative mathematics, *Nature* 461, October 15, 2009.
[83] Jim Gray. eScience: A transformed scientific method. In Tony Hey, Stewart Tansley, and Kristin Tolle, editors, *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Seattle: Microsoft Research, 2009. http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/.
[84] Ben Green and Terence Tao. The primes contain arbitrarily long arithmetic progressions. *Annals of Mathematics*, 167:481–547, 2008.
[85] Alexander Grothendieck. *Recoltes et Semailles*. 1986. http://www.fermentmagazine.org/rands/recoltes1.html.
[86] Ned Gulley. In praise of tweaking: A wiki-like programming contest. *Interactions*, 11(3):18–23, May–June 2004.
[87] Ned Gulley and Karim R. Lakhani. The determinants of individual performance and collective value in private-collective software innovation. Harvard Business School Working Paper 10–65, 2010.
[88] Alon Halevy, Peter Norvig, and Fernando Pereira. The unreasonable effectiveness of data. *IEEE Intelligent Systems*, 24:8–12, 2009.
[89] Marie Boas Hall. *Henry Oldenburg: Shaping the Royal Society*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
[90] Michael J. Hammel. Industry of change: *Linux* storms Hollywood. *Linux Journal*,

February 2002. http://www.*Linux*journal.com/article/5472.
[91] Eric Hand. Telescope team may be allowed to sit on exoplanet data. *Nature News*, April 14, 2010. http://www.nature.com/news/2010/100414/full/news.2010.182.html.
[92] Chuck Hansen. *U.S. Nuclear Weapons: The Secret History*. Arlington, Aerofax, 1988.
[93] Friedrich von Hayek. The use of knowledge in society. *American Economic Review*, 35(4):519–530, 1945.
[94] Tony Hey, Stewart Tansley, and Kristin Tolle, editors. *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Seattle: Microsoft Research, 2009. http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/.
[95] Edwin Hutchins. *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
[96] National Human Genome Research Institute. Reaffirmation and extension of NHGRI rapid data release policies: Large-scale sequencing and other community resource projects, February 2003. http://www.genome.gov/10506537.
[97] In one instant a left-lane nation swerves right. *Life*, September 15, 1967.
[98] Jane Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities*. Toronto: Random House of Canada, 1961.
[99] Irving Lester Janis. *Groupthink: Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascoes*. Boston: Houghton Mifflin, 1983.
[100] Eamon Javers. The pit bull of public relations. *Business Week*, April 17, 2006.
[101] Ayodele Samuel Jegede. What led to the Nigerian boycott of the polio vaccination campaign? *PLoS Medicine*, 4(3):e73, 2007. http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0040073.
[102] Joint statement by President Clinton and Prime Minister Blair. March 14, 2000. http://clinton4.nara.gov/WH/EOP/OSTP/html/00314.html.
[103] Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. Socio-economic impact of the epidemic and the strengthening of national capacities to combat HIV/AIDS, June 15, 2001. http://data.unaids.org/Publications/External-Documents/GAS26-rt3_en.pdf.
[104] Jonathan Spencer Jones. J. C. Bennett (1914–1990). *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 35:353, 1994.
[105] G. I. G. Jozsa, M. A. Garrett, T. A. Oosterloo, H. Rampadarath, Z. Paragi, H. van Arkel, C. Lintott, W. C. Keel, K. Schawinski, and E. Edmondson. Revealing Hanny's Voorwerp: Radio observations of IC 2497. *Astronomy and Astrophysics*, 500(2):L33–L36, 2009. eprint arXiv:0905.1851.
[106] Garry Kasparov. The chess master and the computer. *New York Review of Books*, 57(2), February 11, 2010.
[107] Garry Kasparov with Daniel King. *Kasparov Against the World*. KasparovChess Online, 2000.
[108] Kevin Kelly. Speculations on the future of science. *Edge: The Third Culture*, 2006. http://www.edge.org/3rd_culture/kelly06/kelly06_index.html.
[109] Kevin Kelly. *What Technology Wants*. New York: : ng, 2010.
[110] Richard A. Kerr. Recently discovered habitable world may not exist. *Science Now*,

October 12, 2010. http://news.sciencemag.org/sciencenow/2010/10/recently-discovered-habitable-world.html.
[111] A. Yu Kitaev. Fault-tolerant quantum computation by anyons. *Annals of Physics*, 303(1):2–30, 2003.
[112] Helge Kragh. Max Planck: The reluctant revolutionary. *Physics World*, December 2000. http://physicsworld.com/cws/article/print/373.
[113] Greg Kroah-Hartman. The *Linux* kernel. Online video from Google Tech Talks. http://www.youtube.com/watch?v=L2SED6sewRw.
[114] Greg Kroah-Hartman, Jonathan Corbet, and Amanda McPherson. *Linux* kernel development. *The Linux Foundation*, April 2008.
[115] Irina Kraš with Kenneth W. Regan. The greatest game in the history of chess, parts I, II, and III. Available at http://www.cse.buffalo.edu/~regan/chess/K-W/KHR99i.html, 1999.
[116] Karim R. Lakhani, Lars Bo Jeppesen, Peter A. Lohse, and Jill A. Panetta. The value of openness in scientific problem solving. Harvard Business School Working Paper 07-050, 2007.
[117] Jaron Lanier. *You Are Not a Gadget: A Manifesto*. Toronto: Random House of Canada, 2010.
[118] Hadley Leggett. Aug. 18, 1868: Helium discovered during total solar eclipse. *Wired*, August 18, 2009. http://www.wired.com/thisdayintech/2009/08/dayintech_0818/.
[119] Jonah Lehrer. Making connections. *Nature*, 457:524–527, January 28, 2009.
[120] Jonah Lehrer. Scientists map the brain, gene by gene. *Wired*, 17, March 28, 2009. http://www.wired.com/medtech/health/magazine/17-04/ff_brainatlas.
[121] Ed S. Lein *et al*. Genome-wide atlas of gene expression in the adult mouse brain. *Nature*, 445:168–176, January 11, 2007.
[122] Lawrence Lessig. *Free Culture: How Big Media Uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control Creativity*. New York: Penguin, 2004. http://www.free-culture.cc/freecontent/.
[123] Pierre Lévy. *L'intelligence collective*. Paris: La Découverte, 1994.
[124] Pierre Lévy. *Collective Intelligence*. Cambridge, MA: Perseus Books, 1997. Translated from the French original [123] by Robert Bononno.
[125] Jeff W. Lichtman, R. Clay Reid, Hanspeter Pfister, and Michael F. Cohen. Discovering the wiring diagram of the brain. In Tony Hey, Stewart Tansley, and Kristin Tolle, editors, *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery*. Seattle: Microsoft Research, 2009. http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/.
[126] Chris Lintott. He said that they said that he said. . . . *Galaxy Zoo* (blog), 2009. http://blogs.zooniverse.org/galaxyzoo/2009/07/09/he-said-that-they-said-that-he-said/.
[127] Chris Lintott and Kate Land. Eyeballing the universe. *Physics World*, 21:27–30, 2008.
[128] Chris J. Lintott, Kevin Schawinski, William Keel, Hanny van Arkel, Nicola Bennert, Edward Edmondson, Daniel Thomas, Daniel J. B. Smith, Peter D. Herbert, Matt

J. Jarvis, Shanil Virani, Dan Andreescu, Steven P. Bamford, Kate Land, Phil Murray, Robert C. Nichol, M. Jordan Raddick, Anže Slosar, Alex Szalay, and Jan Vandenberg. Galaxy Zoo: "Hanny's Voorwerp", a quasar light echo? *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 399(1):129–140, October 2009. eprint arXiv:0906.5304.

[129] Jack J. Lissauer, Daniel C. Fabrycky, Eric B. Ford, William J. Borucki, Francois Fressin, Geoffrey W. Marcy, Jerome A. Orosz, Jason F. Rowe, Guillermo Torres, William F. Welsh, Natalie M. Batalha, Stephen T. Bryson, Lars A. Buchhave, Douglas A. Caldwell, Joshua A. Carter, David Charbonneau, Jessie L. Christiansen, William D. Cochran, Jean-Michel Desert, Edward W. Dunham, Michael N. Fanelli, Jonathan J. Fortney, Thomas N. Gautier III, John C. Geary, Ronald L. Gilliland, Michael R. Haas, Jennifer R. Hall, Matthew J. Holman, David G. Koch, David W. Latham, Eric Lopez, Sean McCauliff, Neil Miller, Robert C. Morehead, Elisa V. Quintana, Darin Ragozzine, Dimitar Sasselov, Donald R. Short, and Jason H. Steffen. A closely packed system of low-mass, low-density planets transiting Kepler-11. *Nature*, 470:53–58, February 3, 2011.

[130] Charles Mackay. *Extraordinary popular delusions and the madness of crowds* (1841). Toronto: Random House of Canada, 1995.

[131] Emma Marris. American Chemical Society: Chemical reaction. *Nature*, 437:807–809, October 6, 2005.

[132] Karen Masters. She's an astronomer: Aida Berges. *Galaxy Zoo* (blog), October 1, 2009. http://blogs.zooniverse.org/galaxyzoo/2009/10/01/shes-an-astronomer-aida-berges/.

[133] Hassan Masum and Mark Tovey. Given enough minds...: Bridging the ingenuity gap. *First Monday* 11 (7), July 2006.

[134] Hassan Masum and Mark Tovey, editors. *The Reputation Society*. Cambridge, MA: MIT Press, forthcoming.

[135] Peter McIntyre and Julie Leask. Improving uptake of MMR vaccine. *British Medical Journal*, 336:729–730, 2008.

[136] Lucas Mearian. CDC adopts new, near real-time flu tracking system. *ComputerWorld*, November 5, 2009.

[137] Meatball Wiki. WikiAsScience. http://meatballwiki.org/wiki/WikiAsScience.

[138] Meatball Wiki. WikiSciencePublication. http://meatballwiki.org/wiki/WikiSciencePublication.

[139] David Mehegan. Author(s)! author(s)! *Off the Shelf* (blog), April 10, 2007. http://www.boston.com/ae/books/blog/2007/04/authors_authors_2.html.

[140] Jeffrey Mervis. NSF to ask every grant applicant for data management plan. *ScienceInsider*, May 5, 2010. http://news.sciencemag.org/scienceinsider/2010/05/nsf-to-ask-every-grant-applicant.html.

[141] Morbidity and mortality weekly report. United States Center for Disease Control, October 13, 2006.

[142] Craig Mundie. The commercial software model. Speech at the New York University Stern School of Business, May 2001. http://www.microsoft.com/presspass/exec/

craig/05-03sharedSource.mspx.
[143] National Institutes of Health. NIH data sharing policy (as of April 17, 2007). http://grants.nih.gov/grants/policy/data_sharing/.
[144] National Science Foundation. Science and engineering indicators, 2010. http://www.nsf.gov/statistics/seind10/pdfstart.htm.
[145] Theodor Holm Nelson. *Literary Machines*. Sausalito, CA: Mindful Press, 1987.
[146] Cameron Neylon. The science exchange. *Science in the Open* (blog), April 16, 2008. http://cameronneylon.net/blog/the-science-exchange/.
[147] Cameron Neylon. Scientists lead the push for open data sharing. *Research Information*, April/May 2009. http://www.researchinformation.info/features/feature.php?feature_id=214.
[148] Cameron Neylon and Shirley Wu.Article-level metrics and the evolution of scientific impact. *PLoS Biology* 7(11): e1000242, 2009.
[149] Bob Nichol. This is my first time... *Galaxy Zoo* (blog), February 19, 2009. http://blogs.zooniverse.org/galaxyzoo/2009/02/19/this-is-my-first-time/.
[150] Michael Nielsen. Doing science in the open. *Physics World*, May 2009. http://physicsworld.com/cws/article/print/38904.
[151] Michael Nielsen. The economics of scientific collaboration. *Michael Nielsen's blog*, December 29, 2008. http://michaelnielsen.org/blog/the-economics-of-scientific-collaboration/.
[152] Michael Nielsen. The future of science. *Michael Nielsen's blog*, July 17, 2008. http://michaelnielsen.org/blog/the-future-of-science-2/.
[153] Michael Nielsen, Information awakening, Nature Physics 5, April 2009.
[154] Michael Nielsen. The mismeasurement of science. *Michael Nielsen's blog*, November 29, 2010. http://michaelnielsen.org/blog/the-mismeasurement-of-science/, and to appear in [134].
[155] Michael Nielsen. Science beyond individual understanding. *Michael Nielsen's blog*, September 24, 2008. http://michaelnielsen.org/blog/science-beyond-individual-understanding/.
[156] Nielsen Media Research. Three screen report. *Nielsen wire* (blog), Q1 2009. http://blog.nielsen.com/ nielsenwire/online_mobile/americans-watching-more-tv-than-ever/.
[157] Peter Norvig. How to write a spelling corrector. http://norvig.com/spell-correct.html.
[158] Barack Obama. Transparency and open government. *Federal Register*, 74(15), January 26, 2009. http://www.whitehouse.gov/the_press_office/TransparencyandOpenGovernment/.
[159] Ryan O'Donnell. Comment on *Govers's weblog*, February 6, 2009. http://govers.wordpress.com/2009/02/06/dhj-the-triangle-removalapproach/#comment-1913.
[160] OECD. OECD principles and guidelines for access to research data from public funding. OECD Report, April 2007. http://www.oecd.org/document/55/0,3343,

en_2649_201185_38500791_1_1_1_1,00.html.
[161] Mancur Olson. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.
[162] Tim O'Reilly. The architecture of participation, June 2004. http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/articles/architecture_of_participation.html.
[163] Justin R. Ortiz, Hong Zhou, David K. Shay, Kathleen M. Neuzil, and Christopher H. Goss. Does Google influenza tracking correlate with laboratory tests positive for influenza? Conference abstract. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 181:A2626, 2010.
[164] Tobias J. Osborne. Over 6 months later. *Tobias J. Osborne's research notes* (blog), October 4, 2010. http://tjoresearchnotes.wordpress.com/2009/10/04/over-6-months-later/.
[165] Elinor Ostrom. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
[166] Dennis Overbye. In the hunt for planets, who owns the data? *New York Times*, June 14, 2010. http://www.nytimes.com/2010/06/15/science/space/15kepler.html.
[167] Overview: Nature's peer review trial. *Nature*, December 2006. http://www.nature.com/nature/peerreview/debate/nature05535.html.
[168] Scott E. Page. *The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2008.
[169] A. Pais. *Subtle Is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 1982.
[170] Stephen Pinker. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. New York: Penguin, 2003.
[171] Elizabeth Pisani and Carla AbouZahr. Sharing health data: Good intentions are not enough. *Bulletin of the World Health Organization*, 88(6), 2010.
[172] Michael Polanyi. The republic of science: Its political and economic theory. *Minerva*, 1:54–74, 1962. http://www.missouriwestern.edu/orgs/polanyi/mp-repsc.htm.
[173] Polymath participants. Deolalikar P vs NP paper. *Polymath wiki*, 2010–. http://michaelnielsen.org/polymath1/index.php?title=Deolalikar's_P!%3DNP_paper.
[174] Zoran Popović. CASP8 results. *Foldit blog*, December 17, 2008. http://fold.it/portal/node/729520.
[175] Jason Priem, Dario Taraborelli, Paul Groth, and Cameron Neylon. Altmetrics: A manifesto. October 26, 2010. http://altmetrics.org/manifesto/.
[176] PRISM: Current issues. http://web.archive.org/web/20080330235026/http://www.prismcoalition.org/topics.htm.
[177] H. Rampadarath, M. A. Garrett, G. I. G. Józsa, T. Muxlow, T. A. Oosterloo, Z. Paragi, R. Beswick, H. van Arkel, W. C. Keel, and K. Schawinski. Hanny's Voorwerp: Evidence of AGN activity and a nuclear starburst in the central regions of IC 2497. *eprint arXiv:1006.4096*, 2010.
[178] Eric S. Raymond. The Cathedral and the Bazaar. Published online and reprinted in

[179]. http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/cathedral-bazaar/.
[179] Eric S. Raymond. *The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2001.
[180] Rosie Redfield. Arsenic-associated bacteria (NASA's claims). *Rrresearch* (blog), December 4, 2010. http://rrresearch.blogspot.com/2010/12/arsenic-associated-bacteria-nasas.html.
[181] Reed Elsevier. Annual reports and financial statements, 2009. http://reports.reedelsevier.com/ar09/
[182] Richard Rhodes. *How to Write*. New York: Harper Collins, 1995.
[183] Richard Rhodes. *The Making of the Atomic Bomb*. New York: Simon & Schuster, 1986.
[184] Ben Rich. *Skunk Works: A Personal Memoir of My Years of Lockheed*. Boston: Little, Brown and Company, 1996.
[185] Martin Robbins. A review of the BCA's evidence for chiropractic. *The Lay Scientist: Martin's blog*, 2009. http://www.layscience.net/node/598.
[186] Bill Rosato. Chess champion Kasparov meets match on internet. *Reuters (London)*, September 3, 1999.
[187] Robin Rowe. *Linux* #1 operating system in Hollywood. http://www.*Linux*movies.org, 2008.
[188] Donald Rumsfeld. United States Department of Defense News Briefing, February 12, 2002. http://www.defense.gov/transcripts/transcript.aspx?transcriptid=2636.
[189] Thomas C. Schelling. *Micromotives and Macrobehavior*. New York: W. W. Norton & Company, 1978.
[190] Paul Seabright. *The Company of Strangers: A Natural History of Economic Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2004.
[191] Toby Segaran. *Programming Collective Intelligence*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2007.
[192] D. Shasha and C. Lazere. *Out of Their Minds: The Lives and Discoveries of 15 Great Computer Scientists*. New York: Springer-Verlag, 1998.
[193] Alice Sheppard. Peas in the universe, goodwill and a history of Zooite collaboration on the peas project. *Galaxy Zoo* (blog), July 7, 2009. http://blogs.zooniverse.org/galaxyzoo/2009/07/07/peas-in-the-universe-goodwill-and-a-history-of-zooite-collaboration-on-the-peas-project/.
[194] Clay Shirky. *Cognitive surplus: Creativity and generosity in a connected age*. Penguin, 2010.
[195] Clay Shirky. Gin, television, and social surplus. *Here Comes Everybody* (blog), April 26, 2008. http://www.shirky.com/herecomeseverybody/2008/04/looking-for-the-mouse.html.
[196] Clay Shirky. *Here comes everybody: The power of organizing without organizations*. New York: Penguin, 2008.
[197] Herbert A. Simon. Designing organizations for an information-rich world. In Mar-

tin Greenberger, editor, *Computers, Communication, and the Public Interest*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1971.

[198] Cameron Sinclair. Cameron Sinclair on open-source architecture. *TED: Ideas Worth Spreading*, 2006. http://www.ted.com/talks/cameron_sinclair_on_open_source_architecture.html.

[199] Simon Singh. Beware the spinal trap. *Guardian*, April 19, 2008.

[200] Lee Smolin. *The Trouble with Physics*. London: Allen Lane, 2006.

[201] Ron Solomon. On finite simple groups and their classification. *Notices of the American Mathematical Society*, 42(2):231–239, February 1995. http://www.ams.org/notices/199502/solomon.pdf.

[202] Richard M. Stallman. *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. Boston: Free Software Foundation, 2002. http://www.gnu.org/philosophy/fsfs/rms-essays.pdf.

[203] Garol Stasser and William Titus. Hidden profiles: A brief history. *Psychological Inquiry*, 14(3&4):304–313, 2003.

[204] Garold Stasser and William Titus. Pooling of unshared information in group decision making: Biased information sampling during discussion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(6):1467–1478, 1985.

[205] Victoria Stodden, David Donoho, Sergey Fomel, Michael P. Friedlander, Mark Gerstein, Randy LeVeque, Ian Mitchell, Lisa Larrimore Ouellette, Chris Wiggins, Nicholas W. Bramble, Patrick O. Brown, Vincent J. Carey, Laura DeNardis, Robert Gentleman, J. Daniel Gezelter, Alyssa Goodman, Matthew G. Knepley, Joy E. Moore, Frank A. Pasquale, Joshua Rolnick, Michael Seringhaus, and Ramesh Subramanian. Reproducible research: Addressing the need for data and code sharing in computational science. *Computing in Science and Engineering*, p 12(5):8–12, Sep/Oct 2010.

[206] Peter Suber. A day worth celebrating. *Open Access News* (blog), April 17, 2008. http://www.earlham.edu/~peters/fos/2008/04/day-worth-celebrating.html.

[207] Peter Suber. Open access overview. http://www.earlham.edu/~peters/fos/overview.htm.

[208] Peter Suber. Timeline of the open access movement. http://www.earlham.edu/~peters/fos/timeline.htm.

[209] Brian Sullivan. Do you eBird?—open thread. *Chip Notes: eBird Buzz* (blog), May 23, 2009. http://ebirdforum.blogspot.com/2009/05/do-you-ebird-tell-us-about-yourself.html.

[210] Brian L. Sullivan, Christopher L. Wood, Marshall J. Iliff, Rick E. Bonney, Daniel Finka, and Steve Kellinga. eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142(10):2282–2292, 2009.

[211] John Sulston. Heritage of humanity. *Le Monde Diplomatique (English Edition)*, November 2002.

[212] Cass R. Sunstein. *Infotopia: How Many Minds Produce Knowledge*. New York: Oxford University Press, 2006.

[213] Cass R. Sunstein. *Republic.com 2.0*. Princeton University Press, 2007.
[214] James Surowiecki. *The Wisdom of Crowds*. New York: Doubleday, 2004.
[215] Don R. Swanson. Migraine and magnesium: Eleven neglected connections. *Perspectives in Biology and Medicine*, 31(4):526–557, 1988.
[216] Don R. Swanson. Medical literature as a potential source of new knowledge. *Bulletin of the Medical Library Association*, 78(1):29–37, 1990.
[217] Sweden: Switch to the right. *Time*, September 15, 1967.
[218] Endre Szemerédi. On sets of integers containing no *k* elements in arithmetic progression. *Acta Arithmetica*, 27:199–245, 1975.
[219] Jeffery K. Taubenberger and David M. Morens. 1918 Influenza: The Mother of All Pandemics. *Emerging Infectious Diseases*, 12:15–22, 2006.
[220] Michael P. Taylor, Andrew A. Farke, and Mathew J. Wede. The open dinosaur project. *Palaeontological Association Newsletter*, (73), 2010. http://opendino.wordpress.com/2010/04/22/new-odp-article-in-the-palaeontological-association-newsletter/.
[221] Third update on BCA v Simon Singh, June 2009. http://www.chiropractic-uk.co.uk/gfx/uploads/textbox/Singh/BCA%20Statement%20170609.pdf.
[222] 31-year-old Texas native develops solar-powered wireless router for ASSET India, a non-profit organization focused on educating marginalized children in India in technology. *InnoCentive Press Release*, September 25, 2008. http://www.marketwire.com/press-release/31-Year-Old-Texas-Native-Develops-Solar-Powered-Wireless-Router-ASSET-India-Non-Profit-903974.htm.
[223] Linus Torvalds. The *Linux* edge. In *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. editors, Chris DiBona, Sam Ockman, and Mark Stone, Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 1999.
[224] Mark Tovey, editor. *Collective Intelligence: Creating a Prosperous World at Peace*. Oakton, VA: Earth Intelligence Network, 2008.
[225] Kevin Trenberth. An imperative for climate change planning: Tracking Earth's global energy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1:19–27, 2009. http://www.cgd.ucar.edu/cas/Trenberth/trenberth.papers/EnergyDiagnostics09final2.pdf.
[226] Ilkka Tuomi. Evolution of the *Linux* Credits file: Methodological challenges and reference data for open source research. *First Monday*, 9(6), 2004.
[227] Jon Udell. Internet groupware for scientific collaboration. 2000. http://jonudell.net/GroupwareReport.html.
[228] Jon Udell. Sam's encounter with manufactured serendipity. *Jon Udell's Radio blog*, March 4, 2002. http://radio-weblogs.com/0100887/2002/03/04.html.
[229] UK Medical Research Council policy on data sharing and preservation. http://www.mrc.ac.uk/Ourresearch/Ethicsresearchguidance/Datasharinginitiative/Policy/index.htm.
[230] Edna Ullmann-Margalit. Invisible-hand explanations. *Synthese*, 39(2): 263–291, 1978.
[231] Vernor Vinge. *Rainbows End*. New York: Tor, 2007.

[232] Steven S. Vogt, R. Paul Butler, Eugenio J. Rivera, Nader Haghighipour, Gregory W. Henry, and Michael H. Williamson. The Lick-Carnegie Exoplanet Survey: A 3.1 M_Earth planet in the habitable zone of the nearby M3V star Gliese 581. *eprint arXiv:1009.5733*, 2010.

[233] Eric von Hippel. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.

[234] James D. Watson. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*. New York: Simon and Schuster, 1980.

[235] Steven Weber. *The Success of Open Source*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2004.

[236] Wellcome Trust. Policy on data management and sharing. 2010. http://www.wellcome.ac.uk/About-us/Policy/Policy-and-position-statements/WTX035043.htm.

[237] Wellcome Trust. Sharing data from large-scale biological research projects: A system of tripartite responsibility. 2003. http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@policy_communications/documents/web_document/wtd003207.pdf.

[238] Richard S. Westfall. Science and patronage: Galileo and the telescope. *Isis*, 76:11–30, 1985.

[239] What is SourceForge.net? http://sourceforge.net/apps/trac/sourceforge/wiki/What%20is%20SourceForge.net?

[240] John A. Wheeler. *A Journey into Gravity and Spacetime*. New York: Scientific American Library, 1990.

[241] John Willinsky. *The Access Principle*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2006.

[242] Felisa Wolfe-Simon, Jodi Switzer Blum, Thomas R. Kulp, Gwyneth W. Gordon, Shelley E. Hoeft, Jennifer Pett-Ridge, John F. Stolz, Samuel M. Webb, Peter K. Weber, Paul C. W. Davies, Ariel D. Anbar, and Ronald S. Oremland. A bacterium that can grow by using arsenic instead of phosphorus. *Science*, December 2, 2010.

[243] Anita Williams Woolley, Christopher F. Chabris, Alex Pentland, Nada Hashmi, and Thomas W. Malone. Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004):686–688, October 29, 2010.

[244] World Health Organization. Influenza fact sheet number 211, March 2003. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/2003/fs211/en/.

[245] Lynn Wu and Erik Brynjolfsson. The future of prediction: How Google searches foreshadow housing prices and sales. Presented at the 2009 Workshop on Information Systems and Economics (WISE 2009), 2009. http://pages.stern.nyu.edu/bakos/wise/papers/wise2009-3b3_paper.pdf.

[246] Shirley Wu. Envisioning the scientific community as One Big Lab. *One Big Lab* (blog), April 14, 2008. http://onebiglab.blogspot.com/2008/04/envisioning-scientific-community-as-one.html.

[247] Donald G. York *et al*. The Sloan digital sky survey: Technical summary. *Astronomical Journal*, 120(3):1579–1587, September 2000.

RODYKLĖ

A

Abauzar, Karla (*Carla AbouZahr*) 184
Akselrodas, Robertas (*Robert Axelrod*) 224
aktyvieji galaktikos branduoliai (AGB) 134
„Aleno smegenų atlasas“ 109, 111
„*Almagestas*“ (Ptolemėjus) 101, 105, 107, 110
Amazon (Amazon.com) 50, 181, 182
Amerikos chemikų draugija 166
Anatolijus Karpovas (*Анатолий Карпов*) 22
Andromedos galaktika 142
antikūnai 145, 147
Aotearoa 148
apibendrinimas 37
Arafatas, Oliveris (*Oliver Arafat*) 69
Aronsonas, Skotas (*Scott Aaronson) 218*
arXiv tinklalapis 162–165, 167, 177, 184, 197–200, 209
ASSET India organizacija 26–29, 39, 47
astroinformatika 111
astronomija 99, 101, 104, 105, 110–112, 125, 138, 141, 143, 144, 172, 188, 207
atmosfera 109, 151, 186, 203
Atviras dinozaurų projektas 152, 153
atviras duomenų šaltinis 51–54, 57–61, 63, 64, 92, 149, 199
atvirasis mokslas 176, 183, 185–192, 194, 196, 200, 201, 203, 204, 206–210, 218, 223–225
Atviras mokslo žinių fondas (*Open Knowledge Foundation*) 224
atvirieji duomenys 105, 107, 108, 193, 194, 199, 209
atvirojo kodo programinė įranga 51, 69, 82
atvirosios prieigos judėjimas 162, 163, 165–167

B

baltymai 10, 90, 113, 123–125, 144–150, 152
Baltymų struktūros prognozavimo metodų kritinis įvertinimas (*Critical Assessment of Techniques) 149*
Bayh-Dole įstatymas 186, 187
Beikeris, Deividas (David Baker) 147
bendradarbiavimas 6, 22, 28, 31, 33, 35–39, 41–48, 53–60, 62, 63, 65, 68–70, 72, 73, 80–83, 86, 90–92, 151, 178, 186, 194, 199, 202, 224
bendradarbiavimo rinkos 90–92, 199
bendroji praktika 80–83, 85–87, 111, 202
bendroji reliatyvumo teorija 32, 126, 128, 129
Benetas, Džonas Kaisteris (*John Caister Bennett*) 150
Benkleris, Jočajus (*Yochai Benkler*) 221
Berges, Aida (*Aida Berges*) 156, 157
Bermudų susitarimas 11–13, 111, 193, 194
Bernersas-Li, Timas (*Bernes-Lee Tim*) 222
bibliotekos 13, 163
bioinformatikai 111
biologija 52, 111, 119, 123–125, 144, 164, 176, 188, 195, 207
Bleiras, Tonis (*Tony Blair*) 12, 158

Blokas, Peteris (*Peter Block*) 222
Boas Hol, Merė (*Mary Boas Hall*) 191, 224
Borgman, Kristinė (*Borgman Christine*) 222
Borosonas, Todas (*Todd Boroson*) 103, 104, 106, 117
Borukis, Viljamas (*William Borucki*) 205
botanika 110
Brahė, Tycho (*Tycho Brahe*) 107
Braunas, Zakaris (*Zacary Brown*) 27, 28, 31, 39, 47
Britų chiropraktikų asociacija 167
Burkina Fasas 52, 53
Bušas, Vanevaras (*Vannevar Bush*) 220, 222

C

CERN dalelių greitintuvas 41
Česbrau, Henris (*Henry Chesbrough*) 223
Chalifmanas, Aleksandras (*Александр Халифман*) 31
cheminformatikai 111
chiropraktika 167, 168
citavimas 65, 199, 200, 209
citavimo – pagrįstojo įvertinimo – atlygio ciklas 200, 208
Creative Commons organizacija 224, 225

D

Daeris, Džeisonas (*Jason Dyer*) 6
dalijimasis duomenimis 92, 106, 108, 111–113, 122, 123, 193, 195, 199
darbo pasidalijimas 39–41, 43, 63
Daugansas, Robertas (*Robert Dougans*) 168
Deividas, Polas (*Paul David*) 224
dėmesio architektūra 37, 46–48, 54, 72
demokratija 159, 160
Dešpandė, Amitas (*Amit Deshpande*) 63
Dezenholas, Erikas (*Eric Dezenhall*) 166, 167
didelio masto asociaciniai genomo tyrimai (*genome-wide association studies (GWAS)*) 193
didysis hadronų priešpriešinių srautų greitintuvas (*Large Hadron Collide, (LHC*)) 162
Didžioji Sloano Siena 100, 102, 103, 114, 118
Didžiulis sinoptinės apžvalgos teleskopas (*Large Synoptic Survey Telescope (LSST)*) 110, 153
Digg (tinklalapis) 164
dinozaurai 10, 152, 153
diskusija 5, 6, 20, 21, 25, 33, 35, 37–39, 44, 46–48, 55, 56, 58, 61, 62, 69, 71, 73–76, 79, 82, 83, 85, 92, 100, 104, 114, 118, 135, 138, 140, 141, 148, 154, 195, 202, 205, 206, 213, 221, 222
DNR 52, 84, 107, 119–121, 124, 125, 144–146
Dorigas, Tomazas (*Tommaso Dorigo*) 205, 206
Dreksleris, Erikas (*Eric Drexler*) 222
duomenų bazė 8, 9, 55, 89, 90, 92, 105, 116, 123–125, 141, 152, 166, 193
duomenų saitynas 113, 114, 118, 122–125, 128, 184, 185
duomenų valdomas intelektas 114–119, 122, 152, 223
duomenys 12, 92, 97, 98, 102, 106– 108, 110–113, 119, 125, 151, 152, 184, 193, 194, 205, 209
Džeikobs, Džeinė (*Jane Jacobs*) 222
Dženisas, Irvingas Lesteris (*Irving Lester Janis*) 222

E

eBird projektas 151
Einšteinas, Albertas (*Albert Einstein*) 32, 33, 40, 65, 83–86, 126, 128, 148
Eizenštein, Elizabeta (*Elizabeth Eisenstein*) 224
ekonomika 24, 42, 82, 86, 192, 196, 197,

199, 200, 209, 220
Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (*Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)*) 194
ekspertų pagalbos perskirstymas 28, 29, 36, 37, 99, 118
Elekas, Džonas (*Jon Elek*) 59
Elsevier, leidykla 166
Engelbartas, Daglas (*Douglas Engelbart*) 220
ergodinė teorija 216

F

Facebook 98
Faradėjus, Maiklas (*Michael Faraday*) 177
Farkas, Endis (*Andy Farke*) 152
Feinmanas, Ričardas (*Richard Feynman*) 85
Fieldso medalis 5
Firefox naršyklė 61
fizika 41, 84, 86–88, 91, 130, 162, 163, 170, 180, 182, 188, 197–199, 205–207
Foldit, žaidimas 144, 145, 148–150, 152–154, 156, 157, 160, 177, 183, 200, 208
Fondas *Wellcome* (*Wellcome Trust*) 193
Fordas, Henris (*Henry Ford*) 40
forumai 20–22, 24, 31, 46, 49, 73, 82, 131 135, 137–140, 148, 154, 202
Franklin, Rozalinda (*Rosalind Franklin*) 84, 85, 107
Furstenbergas, Hilelis (*Hillel Furstenberg*) 216

G

galaktikos 9, 99, 100, 102, 103, 129, 131, 133, 134, 136–143, 154
Galaxy Zoo projektas 9, 10, 14, 56, 131, 133, 135–144, 148, 150, 153–157, 160, 171, 172, 177, 183, 184, 200, 208
Galilėjas, Galileo (*Galilei Galileo*) 7, 105, 160, 174–177, 185
Galtonas, Fransis (*Francis Galton*) 23
garbė 65, 101, 175, 213
genetika 9, 11, 12, 110, 111, 119, 164, 180, 193, 195
genetinis kodas 8, 109, 144
Genų bankas 8, 9, 11, 14, 111
Gibsonas, Melas (*Mel Gibson*) 39
Ginspargas, Polas (*Paul Ginsparg*) 184
Gleikas, Džeimsas (*James Gleick*) 85
Goldhaberis, Maiklas (*Michael Goldhaber*) 220
Google 50, 96–99, 114, 118, 124, 125, 127, 161, 166, 179, 223, 224
Google Scholar ieškos sistema 161
Gotas, Dž. Ričardas (*J. Richard Gott*) 100–103
Goversas, Timas (*Tim Govers*) 5, 6, 35, 36, 69, 216
grandininės reakcijos 33–35
gravitacija 7, 32, 40, 86, 126, 129
gravitacijos teorija 32, 86, 129
gravitaciniai lęšiai 143
Grėjus, Džimas (*Jim Gray*) 222
gripo virusas 12, 89, 96
Grosmanas, Marselis (*Marcel Grossmann*) 32, 40
Grotendaikas, Aleksanderis (*Alexander Grothendieck*) 201–203
grupinė psichologija 24
Grynas, Benas (*Ben Green*) 215
Grynas, Deividas Alenas (*David Allen Green*) 168
Gryno ir Tao teorema 216
Gulėjus, Nedas (*Ned Gulley*) 221
GWAS – didelio masto genomo asociaciniaityrimai (*genome-wide association studies)* 193
gyvūnų migracijos modeliai 124

H

Hablo kosminis teleskopas 134, 143

Hačinsas, Edvinas (*Edwin Hutchins*) 220
Halevis, Alonas (*Alon Halevy*) 223
Hansenas, Čakas (*Chuck Hansen*) 121
haplotipų žemėlapis 8, 12, 110, 111, 121–123
Harnoisas, Maiklas (*Michael Harnois*) 54, 55
Haumeris-Diksonas, Tomas (*Thomas Homer-Dixon*) 172
helis 140
hemoglobinas 145
Henlėjus, Ronas (*Ron Henley*) 29
hidrofilinės aminorūgštys 146
Higso dalelė 162, 205, 206
Hilisas, Danielis (*Daniel Hillis*) 210
Hiparchas 107
Hipelis, Erikas fon (*Eric von Hippel*) 223
Hiugensas, Kristianas (*Christiaan Huygens*) 174–176, 191
Hokingas, Stivenas (*Stephen Hawking*) 86, 105, 162, 197
Hukas, Robertas (*Robert Hooke*) 176, 191
Hydra šachmatų kompiuteriai 116, 117

I, Y
Yahoo! 50
ieškos sistema 47, 61, 62, 94–97, 99, 114, 117, 118, 127, 161, 197
Indija 26, 88, 173
informacijos blokai 38, 63–66, 99, 108, 113, 119
„Infotopija“ *(Sansteino)* 83, 221
InnoCentive, tinklalapis 27–29, 31, 33, 48
institucinis išradingumas 173
intelektinės nuosavybės siekimas 187
intensyvaus duomenų srauto mokslas 227
interaktomas 123
internetas 24, 65, 108, 110, 113, 114, 143, 151, 162
internetinės priemonės 7, 10, 11, 14, 15, 22–25, 27, 28, 36–38, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 53, 83, 87, 92, 130, 135, 150, 153, 156, 160, 173, 177, 178, 184
„Įsikūnijimas“ (*Avatar*) 39
išmanieji telefonai 42,150
„Išprotėjęs Maksas“ (*Mad Max*) 39
išradingumo trūkumas 172, 173, 239
Izlėjus, Deividas (*David Easley*) 221
įžvalgumas 7, 31–33, 35–38, 40 ,43, 47, 48, 72, 83, 106

J
Jaša (*Yasha*) (Jakovas Vaingertenas) (*Yaaqov Vaingorten*)) 31, 39, 69
„JAV branduoliniai ginklai: slaptoji istorija“ (*U.S. Nuclear Weapons: The SecretHistory*) 121
juodosios skylės 100, 103, 104, 133
juodraštiniai traktatai 162, 197–199
juodraštinių traktatų tinklalapis *arXiv* 162–165, 167, 177, 184, 197–199, 200, 209
Justinianas (imperatorius) 160

K
Kacheišvilis, Georgis 29
Kacnelsonas, Jižakas (*Katznelson Yitzhak*) 216
kalbos 71, 109, 126–128
kalbos vertimas 126, 128
kalbos vertimas mašininiu būdu 126
Kapra, Baldazaras (*Baldassare Capra*) 176
„Karališkosios visuomenės filosofijos veikalai“ (*Philosophical Transactions of the Royal Society*) 191, 241
Karas, Nikolasas (*Nicholas Carr*) 24, 221, 228
Kardamon, Karolina (*Carolin Cardamone*) 141
karjera 11, 19, 104, 107, 113, 143, 176, 177, 179, 183, 198–200
Karpovas, Anatolijus (*Анатолий Карпов*) 22
Karteris, Džimis (*Jimmy Carter*) 27

„Kasparovas prieš pasaulį“ 19, 22, 25, 28, 29, 31, 33, 35, 39, 40, 41, 44, 72, 73, 77, 79, 106
Kėjus, Alanas (*Alan Kay*) 64
Kelis, Kevinas (*Kevin Kelly*) 226, 240
Keplerio misija 204
Kepleris, Johanesas (*Johannes Kepler*) 107
klaidinanti informacija 204
klaidingi tvirtinimai 205
klaidų ieškos sistema 61, 62, 232
Klainbergas, Džonas (*Jon Kleinberg*) 221
klimato pokytis 15, 173, 203, 204
klimato žėmėlapiai 109
Klintonas, Bilas (*Bill Clinton*) 11, 227
Knatas, Donaldas (*Donald Knuth*) 64, 232
Koksas, Alanas (*Alan Cox*) 63
kolegų peržiūra 167
kolektyvinė įžvalga 72, 73
kolektyvinio intelekto stiprinimas 99, 183
kolektyvinio veiksmo problemos 191, 192, 224
kolektyvinis intelektas 23, 25, 38, 72–74, 86, 92, 118, 220, 226
Kolvelis, Robertas (*Robert Colwell*) 222
kombinacinė linija 214
komentarų svetainės 181–183, 189, 249
kometų medžiotojai 150, 151, 237
kompetencija 46, 47, 71
kompiuteriniai žaidimai 10, 67, 144, 147, 148
kompiuterio programos kodas 67, 69, 199, 200, 207
konektoma 109, 123, 236
konfigūracijos be išvedamų linijų 213–215
konkurencija 12, 146
Kornelio universiteto ornitologijos laboratorija 151
Kosmosas 15, 59, 135, 151, 204
Kraš, Irina (*Ирина Краш*) 20–22
Krikas, Fransis (*Francis Crick*) 84, 85, 107
kritinė masė 34–38, 47, 48, 83
kvantinė gravitacijos teorija 86
kvantinė mechanika 86, 90, 130, 169, 187
kvantinis skaičiavimas 91, 178, 179, 186, 189
kvazarai 10, 132–134, 138
kvazarų veidrodis 10, 133, 134

L

Lakanis, Karimas (*Karim Lakhani*) 221
Lanyras, Džeronas (*Jaron Lanier*) 228, 251
lazeriai 158
Leibnicas, Gotfridas Viljamas (*Gottfried Wilhelm Leibniz*) 156
Lesigas, Lorencas (*Lawrence Lessig*) 234
Levis, Pjeras (*Pierre Lévy*) 226
Ligų kontrolės ir prevencijos centras (LKC) 96, 114, 125, 236
Lintotas, Krisas (*Chris Lintott*) 136, 217, 237, 245, 250, 251
Linuso dėsnis 229
Linux 26, 49–57, 61–63, 221, 229–233, 245, 249–251, 255, 257
*Lockheed Martin's Skunk Works (*organizacija) 41
Loeris, Todas (*Tod Lauer*) 103, 104, 106, 117, 235
Lokjeris, Džozefas Normanas (*Joseph Norman Lockyer*) 140
lyginamasis pranašumas 228

M

Makartis, Džonas (*John McCarthy*) 64
Makėjus, Čarlzas (*Charles Mackay*) 222
Manhattan Project (organizacija) 41
mašininis vertimas 126
Masumas, Hasanas (*Hassan Masum*) 173, 217, 218, 235, 252
matematika 6
„Matematikų eruditų projektas“ 5–9, 14, 22, 25, 28, 35, 39, 41, 43–48, 52, 56,

57, 62, 66, 69, 70, 72, 77, 79, 83, 141, 169, 181, 183, 186, 202, 203, 208, 212, 216, 226, 229, 242
MathWorks konkursas 66–72, 79, 80, 148, 149, 203, 221, 233
MATLAB 71
Medičiai (*Medici*), kaip mokslo globėjai 174
Medicinos tyrimų taryba (*Medical Research Council*) 257
Medline (ieškos zsistema) 94–96, 99, 114, 117
Microsoft 19, 20, 50, 73, 98, 166, 222, 231, 233, 247, 249–252
Mileris, Antonis (*Anthony Miller*) 179
„Milijonas pingvinų“ (*Million Penguins*) projektas 59
„Minių išmintis“ (*The Wisdom of Crowds*) 23, 83, 222, 228
Mokesčių mokėtojų prieigos aljansas 224
mokslinių stipendijų skyrimo institucijos 192–194, 241
Moon Zoo projektas 171
Mulenvegas, Metas (*Matt Mullenweg*) 24
Muppet's vikis 60
Myersas, Polas (*Paul Myers*) 169

N

Nacionalinė medicinos biblioteka 242
Nacionaliniai sveikatos institutai (*National Institutes of Health*, *NIH*) 192, 193
Nacionalinis mokslo fondas, JAV 193
NASA politika ir duomenų paskelbimas
natūraliosios atrankos evoliucija 125
Nature (atviras kolegų profesionalų peržiūros tinklalapis) 164, 166, 181, 182, 208, 221, 229, 240, 245
Nauelas, Rikas (*Rick Nowell*) 140
Neilonas, Kameronas (*Cameron Neylon*) 224
Nelsonas, Tedas (*Ted Nelson*) 220
„Nepažįstamųjų kompanija“ (The Company of Strangers) 42, 229
Nikelis, Arno (*Arno Nickel*) 236
Nikolas, Bobas (*Bob Nichol*) 143
Niutonas, Izaokas (*Isaac Newton*) 7, 105, 129, 176, 185, 191
Norvigas, Peteris (*Peter Norvig*) 223
nykštukinės galaktikos 133

O

Obama, Barakas (*Barack Obama*) 123
Odonelas, Rajanas (*Ryan O'Donnell*) 43
Okamo skustuvas 129
Oldenburgas, Henris (*Henry Oldenburg*) 191, 201
Olsonas, Mankuras (*Mancur Olson*) 191, 192, 223
Orailis, Timas (*Tim O'Reilly*) 37
Orzelis, Čadas (*Chad Orzel*) 170
Osbornas, Tobijas (*Tobias Osborne*) 189, 190, 217, 218
Ostrom, Elinora (*Elinor Ostrom*) 192, 223

P

pagalbos architektūra 36, 48, 62
Palomaro observatorijos dangaus apžvalga (*Palomar Observatory Sky Survey*) 105
patentai 12
paukščių stebėtojai 151
Paukščių Tako galaktika 102, 103
Peidžas, Skotas (*Scott Page*) 220
Penguin 60
Penrauzas, Rodžeris (*Roger Penrose*) 86
Pereira, Fernandas (*Fernando Pereira*) 223
Pharyngula (tinklaraštis) 169
Physics Comments (tinklalapis) 182
Pichlajasalo, Antis (*Antti Pihlajasalo*) 31
pilietiškumo mokslas 135, 150–153, 155, 162, 184
Pisani, Elizabeta (*Elizabeth Pisani*) 184
Planko modelis 130

Plankas, Maksas (*Max Planck*) 129, 130
Playchess.com (tinklalapis) 116
Polanijus, Maiklas (*Michael Polanyi*) 241
Polingas, Linusas (*Linus Pauling*) 84
Polingas, Peteris (*Peter Pauling*) 84
Popovičius, Zoranas (*Zoran Popović*) 147, 149
PRISM (*Partnership for Research Integrity in Science and Medicine*) organizacija 167, 238, 254

Q
Quick Reviews (tinklalapis) 182
qwiki 178–180, 239

R
Railis, Dirkas (*Dirk Riehle*) 64, 69, 232
Ramzis, Viljamas (*William Ramsay*) 140
Raudsas, Ričardas (*Richard Rhodes*) 222, 236
Red Hat 50
Reed Elsevier Group (bendrovė) 166
Reganas, Kenas (*Ken Regan*) 31
Reimondas, Erikas (*Eric Raymond*) 221, 229
rentgeno spindulių difrakcija 146, 147, 149
reputacijos ekonomika 197, 242
Ričas, Benas (*Ben Rich*) 222
Rogevenas, Jakobas (Jacob Roggeveen) 172
Rokfelerio fondas 27
Rubin, Vera (*Vera Rubin*) 129
Rudolfas II (Keplerio globėjas) 175
Rymanas, Bernardas (*Bernhard Riemann*) 32

S, Š
Saberis, Peteris (*Peter Suber*) 224
Šachmatai 21–23, 29–31, 69, 73, 78–81, 116, 228
Šachmatų didmeistrių mokykla 31
Saimonas, Herbertas (*Herbert Simon*) 220
Sansteinas, Kasas (*Cass Sunstein*) 81, 221, 233
SAP 63, 69, 233
„Saulės audros stebėjimo“ projektas (*Project Solar Storm Watch*) 144, 171
Šavinskis, Kevinas (*Kevin Schawinski*) 136, 137, 140, 141
Science Advisor (tinklalapis) 182
Science Commons (organizacija) 224
ScienceNews (tinklalapis) 165
Segaranas, Tobis (*Toby Segaran*) 223, 255
„Seklumos“ (*The Shallows*) 24, 221, 228
Seindžeris, Laris (*Larry Sanger*) 13
Šepard, Alisa (*Alice Sheppard*) 135, 137
Singas, Saimonas (*Simon Singh*) 167, 168, 169, 171
Sinkleiras, Kameronas (*Cameron Sinclair*) 52, 231
Širkis, Klėjus (*Clay Shirky*) 155, 156, 223
skepticizmas 127
skiepai nuo poliomielito 157
Skilingas, Džefris (*Jeffrey Skilling*) 166
„Skunko darbai“ (*Skunk Works*) 222
Slashdot (tinklalapis) 164
Sloano skaitmeninės dangaus apžvalgos projektas (*Sloan Digital Sky Survey (SDSS)*); 95, 101–110, 112–115, 134–136, 140, 143, 154
smegenų atlasai 109, 111
Smitas, Adamas (*Adam Smith*) 40
Šmitas, Erikas (*Eric Schmidt*) 98
Smolinas, Ly (*Lee Smolin*) 86, 217
Solimosis, Jozefas (*Jozsef Solymosi*) 6
SourceForge 51
spektrinė analizė 138
SPIRES sistema 197–199, 209
Stalmanas, Ričardas (*Richard Stallman*) 225
Staseris, Garoldas (Garold Stasser) 74–77
Stoktonas, Džonas (*John Stockton*) 178–179

Stor, Keitė (*Kate Stohr*) 52
stygų teorija 86, 180
sudėtingos programinės sistemos 207
„Sumanieji šachmatai“ (komanda) 21
sumodeliuotas įžvalgumas 33, 35, 37, 47, 48, 229
Surovickis, Džeimsas (*James Surowiecki*) 23, 83, 221
Svansonas, Donas (*Don Swanson*) 94–96, 99, 106, 113, 114, 117, 118, 234
Sybraitas, Polas (*Paul Seabright*) 42, 229

T
tamsioji materija 129
tankumo Heilso-Džiueto (*DHJ*) teorema 212, 244
Tao, Terensas (*Terence Tao*) 6, 36, 169, 170, 215, 216, 218, 244
Teiloras, Maikas (*Mike Taylor*) 152
Titusas, Viljamas (*William Titus*) 74–79, 218
Torvaldsas, Linusas (*Linus Torvalds*) 24, 49–51, 55–57, 62, 63, 229–232, 247, 257
Tovėjus, Markas (*Mark Tovey*) 173, 221, 234
Trenbertas, Kevinas (*Kevin Trenberth*) 203, 204, 243
troliai, interneto 82, 202
Trumanas, Haris (*Harry Truman*) 82
Twitter 98, 123, 224

U
Udelas, Džonas (*Jon Udell*) 31, 222, 229
Ujterhoivenas, Gyrtas (*Geert Uytterhoeven*) 54, 55
Umašankar, Nita (*Nita Umashankar*) 26
Unodosas, Chosė *(Jose Unodos)* 73

V, W
Vaingortenas, Jakovas (*Yaaqov Vaingorten*) 31, 39, 69
vakcinacija 96
van Arkel, Hanė (*Hanny van Arkel*) 131, 132, 135, 137, 138, 237
„Vandenynų observatorijų iniciatyva“, organizacija (*Ocean Observatories Initiative*) 108
vartotojų komentarų svetainės 181–183, 189
Vėberis, Stivenas (*Steven Weber*) 221
Vedelis, Metju (*Mathew Wedel*) 152
Veilsas, Džimis (*Jimmy Wales*) 13
Velykų sala 172, 239
Venteris, Kreigas (*Craig Venter*) 11
verslas 161, 165, 166
vertimas 126–128
vėžys 15, 160–162
VGER Linux 55, 56
Vikipedija 13, 52–54, 58, 60, 61, 65, 69, 124, 155, 160, 178–179, 221, 237, 240
Vindžas, Vernoras (*Vernor Vinge*) 222
virtualieji pasauliai 46
Visiškas kokybės valdymas 41
visuomenė 9, 10, 13, 15, 88, 92, 105, 112, 124, 134, 135, 137, 148, 152, 155, 156, 158–160, 164–175, 177, 185, 189, 190, 196, 200, 205, 20, 210, 223
visuotinis atšilimas 203
vurverpai 132–135, 137, 140, 142–144, 156, 171
Vurverp, Hanė (*Hanny Voorwerp*) 132
Vyleris, Džonas (*John Wheeler*) 126, 236
Wordpress (tinklaraštis) 25, 237

Z, Ž
ZackS komanda 116, 117
žaliųjų žirnelių galaktikos 9
Žansenas, Pjeras Žiulis Sezaras (*Pierre Jules César Janssen*) 140
Z bozonas 41, 205, 229
Zemeredis, Endrė (*Endre Szemerédi*) 215

Zemeredžio teorema 215
ŽIV/AIDS 157, 172, 239
žmogaus genomas 8, 11, 12, 110, 111, 113, 114, 119, 121–123, 176, 183
žurnalai, moksliniai 162, 165, 166, 176, 177, 190

Nielsen, Michael A.

Ni-46 Atradimai kitaip : nauja tinklų mokslo era / Michael Nielsen ; iš anglų kalbos vertė Giedrė Bacevičiūtė. – Vilnius : Eugrimas, 2014. – 268 p. : iliustr.

ISBN 978-609-437-226-1

Maiklas Nilsenas savo knygoje „Atradimai kitaip“ imasi tyrinėti interneto, kaip mokslo atradimų variklio, reikšmę žmonijai. Šis šiuolaikinių technologijų produktas leidžia plėtoti Atvirojo mokslo idėją, suteikiant mokslininkams galimybę bendradarbiauti per atstumą ir operatyviai keistis turimais duomenimis. Tai neabejotinai keičia mūsų kolektyvinio intelekto prigimtį ir atveria kelius naujiems moksliniams pasiekimams.

UDK 316.77

Michael Nielsen

ATRADIMAI KITAIP

NAUJA TINKLŲ MOKSLO ERA

Projekto vadovė *Vaiva Švagždienė*
Redaktorė *Ona Balkevičienė*
Maketuotojos *Jurgita Petrulytė* ir *Dovilė Kuliešienė*
Viršelio dailininkai *Jurgita Petrulytė* ir *Artūras Babušis*

Išleido
Leidykla „Eugrimas“, Kalvarijų g. 98-42, LT-08211 Vilnius
Tel./faks. (8 5) 273 39 55, el. p. info@eugrimas.lt, www.eugrimas.lt

Spausdino
UAB „BALTO print“, Utenos g. 41a, LT-08217 Vilnius