

# 1

## Kinijai – kaip „Sputniko“ paleidimas Amerikai

Kinas paauglys kamuotais akiniais vargu ar priminė didvyrį, turintį atsilaikyti žūtbutinėje žmonijos kovoje. Vilkintis juodu kostiumu ir baltais marškiniais su juodu kaklaraiščiu Ke Jie susmego kėdėje – trindamas smilkinius visiškai pasinėrė į priešais gulintį uždavinį. Paprastai visad pasitikintis savimi ar net kartais pasipūtęs devyniolikmetis gūžėsi odinėje kėdėje. Jei ne ši aplinka, jis būtų atrodęs tiesiog eilinis vidurinės mokyklos mokinys, vargstantis prie sunkaus geometrijos uždavinio.

Tačiau tą 2017 metų gegužės popietę Ke Jie žūtbutinėje kovoje susirėmė su viena iš protingiausių pasaulio mašinų – „AlphaGo“, dirbtinio intelekto jėgaine, sukurta bene geriausios pasaulio technologijų įmonės „Google“. Mūšio laukas – devyniolikos iš devyniolikos langelių lenta su išdėliotais juodais ir baltais akmenėliais, paprasčiausiais klaidžiai painaus „Go“ žaidimo atributais. Žaisdami „Go“ varžovai savuosius pakaitomis perkelia lentoje, stengdamiesi apsupti priešininko akmenėlius. Nėra Žemėje žmogaus, kuris tai mokėtų geriau už Ke Jie, bet tą dien jis stoji prieš tokio lygio „Go“ žaidėją, su koku dar nebuvo susidūręs niekas.

Tikėtina, kad daugiau kaip prieš 2500 metų išrasto „Go“ istorija ilgesnė už bet kurio stalo žaidimo, populiaraus dar ir šiandien. Senovės Kinijoje „Go“ buvo laikomas viena iš keturių meno formų, kurias turėjo perprasti kiekvienas kinų meistras. Manoma, kad žaidimas suteikia žaidėjams subtilaus Dzen filosofijai būdingo intelektualumo ir išminties. Vakarietiški šachmatai tėra taktinis žaidimas, o „Go“ remiasi kantrių pozicijos ieškojimu siekiant iš lėto apsupti, todėl tapo meno forma, mąstymo pobūdžiu.

Tolimoms „Go“ istorijos ištakoms nenusileidžia paties žaidimo sudėtingumas. Pagrindines žaidimo taisykles paprasta išdėstyti devyniais sakiniais, bet galimų padėčių „Go“ lentoje skaičius peržengia atomų skaičių žinomoje visatoje<sup>1</sup>. Dėl sprendimo galimybių gausumo įveikti „Go“ pasaulio čempioną dirbtinio intelekto bendruomenėje prilygo užkopti į Everesto viršūnę. Jau vien tas mastas vertė atsisakyti minties net bandyti. Poetinės pakraipos žmonės buvo linkę manyti, kad mašinoms tai neįmanoma, nes joms trūksta žmogiškumo, kone mistinės žaidybinės nuojautos. O inžinieriai kuo nuoširdžiausiai manė, kad lentoje per daug galimų variantų, tad kompiuteris nepajėgtų įvertinti.

Tačiau tą dieną „AlphaGo“, galima sakyti, ne tik įveikė Ke Jie – jis sistemiškai išnarstė priešininką. Per tris mačus, be pertraukos trukusius daugiau kaip tris valandas, Ke kompiuterio programai išklojo viską, ką išmanė. Patikrino įvairiais būdais: konservatyviuoju, agresyviuoju, gynybiniu ir tikimybiniu. Atrodė, kad niekas neveiksminga. „AlphaGo“ nepaliko Ke jokių landų. Iš lėto užsmaugė jį užverždamas mazgą.

## Žvilgsnis iš Pekino

Šio žaidimo vertinimas priklausė nuo to, kur būdamas jį žiūrėjai. Kai kuriems stebėtojams iš Jungtinių Valstijų „AlphaGo“ pergalė ne tik signalizavo mašinos pergalę prieš žmogų, bet ir vakarietišku technologijų įmonių pergalę prieš kitus pasaulyje. Pastaruosius du dešimtmečius Silicio slėnio įmonės užvaldė pasaulio technologijų rinkas. Tokios bendrovės kaip „Facebook“ ir „Google“ tapo įprasčiausiomis internetinio bendravimo ir paieškos platformomis. Ir tuo proveržiu nupūtė nuo Žemės paviršiaus vietinius startuolius, pradedant Prancūzija ir baigiant Indonezija. Šie internetiniai triuškiniojai skaitmeniniame pasaulyje Jungtinėms Valstijoms garantavo vyraujančią padėtį, tolygią karinei ir ekonominei galiai realiajame pasaulyje. Su „AlphaGo“, britų startuolio „DeepMind“ produktu, kurį „Google“ įsigijo 2014 metais, Vakarai atrodė nusiteikę toje scenoje vyrauti ir stojus dirbtinio intelekto amžiui.

Bet žvelgdamas pro savo kabineto langą į Ke Jie, įnikusį į žaidimą, mačiau kai ką kita. Mano rizikos kapitalo fondo būstinė yra Pekino Džonggvansuno (*Zhongguancun*) rajone, neretai vadinamame Kinijos Silicio slėniu. Šiandien Džonggvansunas yra Kinijos veiklos DI srityje šerdis. Čia dirbantiems žmonėms „AlphaGo“ pergalės yra iššūkis ir įkvėpimas. Kinijai dirbtinio intelekto srityje tai prilygsta pirmojo Žemės palydovo paleidimui.

Kai 1957 metų spalį Sovietų Sąjunga paleido pirmąjį dirbtinį palydovą į Žemės orbitą, šis įvykis iššyk labai paveikė amerikiečių dvasią ir vyriausybės politiką – įžiebė visuotinį JAV visuomenės nerimą dėl numanomo sovietų technologinio pranašumo. Amerikiečiai sekė palydovą nakties danguje ir gaudė „Sputniko“ radijo signalus. Įvykis paskatino įkurti Nacionalinės

aeronautikos ir kosmoso administraciją (NASA<sup>\*</sup>), labai pagausino matematikos ir gamtos mokslo finansavimą ir tai buvo „kosmoso lenktynių“ pradžia. Amerika visuotiniu mastu susiėmė taip, kad po dvylikos metų Neilas Armstrongas tapo pirmuoju žmogumi, iškėlusiu koją Mėnulyje.

„AlphaGo“ pirmą reikšmingą pergalę pasiekė 2016 metų kovą, penkių žaidimų serijoje įveikdamas legendinį korėjiečių žaidėją Lee Sedolą rezultatu 4:1. Mačai liko beveik nepastebėti amerikiečių, tačiau penkios dvikovos sutraukė daugiau kaip 280 milijonų Kinijos stebėtojų<sup>2</sup>. Per naktį Kiniją apėmė dirbtinio intelekto karštinė. Kilęs sujudimas gal ir neprilygo Amerikos reakcijai į „Sputniko“ paleidimą, bet pakurstė ugnį kinų technologijų bendruomenėje – ji nuo to laiko nepaliovė liepsnojusi.

Kinų investuotojai, inovatoriai ir vyriausybės pareigūnai, susitelkę į vieną pramonės šaką, turi galios rimtai supurtyti pasaulį. Ir iš tiesų Kinija remia investicijas į DI, tyrimus ir atradimus neregėtu mastu. Pinigai DI startuoliams kliukia iš rizikos kapitalo, technikos gigantų ir Kinijos vyriausybės. Kinų studentams taip pat išsimetė DI virusas, jie stodami renkasi aukštesnės pakopos programas ir į išmaniuosius telefonus parsisiunčia užsienio tyrėjų paskaitas. Startuoliuose išradėjai karštligiškai persuka, perdirba ar tiesiog pakeičia savo įmonių prekių ženklus, kad išsilaikytų ant DI bangos.

Nepraėjus nė dviem mėnesiams po Ke Jie pralaimėjimo „AlphaGo“, centrinė Kinijos valdžia paskelbė ambicingą planą<sup>3</sup> stiprinti dirbtinio intelekto pajėgumą. Tam būtinas didesnis finansavimas, politinė parama ir DI plėtros koordinavimas valstybiniu mastu. Plane numatytos aiškios gairės iki 2020 ir 2025 metų, tikimasi, kad 2030 metais Kinija taps pasaulio inovacijų ir dirbtinio intelekto centru, pirmas teorijos,

<sup>\*</sup> *National Aeronautics and Space Administration.* (Angl.)

technologijų ir praktinio taikymo srityse. Dar 2017 metais kinų rizikos kapitalistai atsiliepė į tą kvietimą mesdami rekordines sumas dirbtinio intelekto startuoliams ir pirmą kartą pranoko Jungtines Valstijas DI finansavimu – jis sudarė 48 procentus viso pasaulinio<sup>4</sup>.

## Žaidimo taisyklių keitėjas

Kinijos valdžios parama šiai sričiai auga, ir čia glūdi nauja dirbtinio intelekto ir ekonomikos santykio paradigma. Nors dirbtinio intelekto mokslas nuolat progresavo kelis dešimtmečius, tik visai neseniai tie akademiniai pasiekimai įgijo taikomąjį pobūdį.

Techniniai sunkumai įveikti žmogų „Go“ žaidime man jau buvo žinomi anksčiau. Kaip jaunas doktorantūros studentas, tyrinėjantis dirbtinį intelektą Carnegie'o ir Mellono universitete, 1986 metais, vadovaujamas pirmaujančio DI tyrinėtojo Rajaus Reddy, sukūriau pirmąją programą, kuriai pavyko įveikti vieną „Othello“ žaidimo pasaulio pirmenybių komandos narį. „Othello“ yra supaprastinta „Go“ versija, žaidžiama aštuonių iš aštuonių langelių lentoje. Tuo metu tai atrodė neblogas pasiekimas, tačiau technologija, kuria rėmiausi, tiko tik nesudėtingiems stalo žaidimams.

Taip nutiko ir 1997 metais – IBM bendrovės kompiuteris „Deep Blue“ įveikė pasaulio šachmatų čempioną Garį Kasparovą mače, pavadintame „Paskutiniu „smegenų pasipriešinimu“. Tas įvykis sukėlė nerimą, kad mūsų robotai valdovai pradės kryžiaus žygius prieš žmoniją, tačiau realiai reikšmingos įtakos pasaulyje neturėjo, išskyrus tai, kad išaugo IBM akcijų kaina. Dirbtinis intelektas per menkai buvo pritaikomas praktiškai, mokslininkai sugaišo dešimtmečius, kol sulaukė reikšmingo lūžio.

„Deep Blue“ pergalę iš esmės išplėšė brutaliai: rėmėsi programa, galinčia staigiai generuoti ir įvertinti kiekvieno ėjimo pozicijas. Tikri šachmatų čempionai tą programą dar patobulino remdamiesi euristika\*. Taip, pergalė buvo įspūdingas inžinerijos laimėjimas, tačiau ją lėmė tik seniai sukurtos technologijos, veiksmingos tik tam tikriems uždaviniams spręsti. Atitraukite „Deep Blue“ kompiuterinę sistemą nuo paprastos geometrinės aštuonių iš aštuonių langelių šachmatų lentos, ir ši įranga visai neatrodys protaujanti. Pagaliau ir grėsmę ji kelė tik vieninteliam dalykui Žemėje – pasaulio šachmatų čempiono kėdei, kad ji gali būti paveržta.

Šį kartą viskas klojosi kitaip. Nors Ke Jie su „AlphaGo“ susirungė tik „Go“ lentoje, šis mačas lėmė reikšmingas permainas realiaame pasaulyje – „AlphaGo“ mačų sukelta DI karštinė paskatino kinus tobulinti į pergalę atvedusias ankstesnes technologijas.

„AlphaGo“ grindžiama mašinų giliuoju mokymusi\*\*, novatorišku tyrėjų požiūriu į dirbtinį intelektą, ir tai padidino kognityvines įrangos galimybes. Giliuoju mokymusi pagrįstos programėlės dabar geriau už žmones identifikuoja veidus, atpažįsta balsą, jos geba teikti paskolas ir vairuoti automobilius. Ilgus dešimtmečius atrodė, kad dirbtinio intelekto raidos rezultatą patirsime tik po penkmečio. Tačiau sparti giliojo mokymosi pažanga per kelerius pastaruosius metus tą permainą visiškai priartino. Ji paskatins milžinišką našumo šuolį, bet kartu ir žlugdys darbo rinką – o tai reiškia, kad labai paveiks žmones – socialiai ir psichologiškai, – nes dirbtinis intelektas užims žmonių vietą daugelyje pramonės šakų.

\* Problemų sprendimo metodika, kai sprendimo ieškoma bandymų ir klaidų nustatymo būdu.

\*\* *Deep learning.* (Angl.)

Stebėdamas Ke Jie mačą sunerimau ne dėl DI robotų-žudikų, kuriais gąsdina kai kurie technologai, o dėl tikrojo pasaulio demonų – gaivalų, kuriuos gali išjudinti masinis nedarbas ir dėl jo kylantys socialiniai neramumai. Grėsmė darbo vietai ateis daug greičiau, nei tikėjosi dauguma ekspertų, ir nė neskirstydama pagal išsilavinimą kirs vienodai – ir itin išsimokslinusiems, ir menkai išsilavinusiems. To ypatingo mačo tarp „AlphaGo“ ir Ke Jie dieną gilusis mokymasis nuvainikavo geriausią „Go“ žaidėją. Ta pati darbus pasiglemžianti technologija netrukus užklups ir ne vieno mūsų gamyklą ar įstaigą.

### **„AlphaGo“ mašinos paslaptis**

Stebint tą mačą man švystelėjo ir viltis. Po dviejų valandų ir penkiasdešimt vienos minutės Ke Jie pastangos visiškai žlugo. Šiame susirėmime jis iš savęs išspaudė viską, bet suprato, kad to neužteks. Užsikniaubė ant lentos kietai sučiaupęs lūpas, antakis sutrūkčiojo. Jausdamas, kad ilgiau nesulaikys emocijų, nusiėmė akinius ir atgalia ranka nusišluostė ašaras. Tai tetruko sekundę, bet visi stebėtojai tą jo nuoskaudą matė.

Šios ašaros sukėlė užuojautos ir paramos Ke laviną. Per tuos tris mačus Ke, galima sakyti, išgyveno žmogiškųjų emocijų amerikietiškus kalnelius: pasitikėjimą savimi, nerimą, nuogąstavimą, viltį ir širdgėlą. Jis pasirodė turįs kovotojo dvasią, bet aš tose partijose mačiau tikros meilės apraišką: norą susiimti su neįveikiamu priešininiku tiesiog iš meilės pačiam žaidimui, jo istorijai ir jį žaidžiantiems žmonėms. Tie žmonės, matę Ke nusivylimą, reagavo gerumu. „AlphaGo“ gal ir nugalėjo, bet Ke tapo žmonių čempionu. Ir stebint tą ryšį – pasireiškusios meilės ir atsako jį ją – man akimirksnį šmėkštelėjo tarsi užuomina, kaip žmonės ras darbo ir matys prasmę dirbtinio intelekto amžiuje.

Aš tikiu, kad sumanus DI pritaikymas suteiks Kinijai didžiausią galimybę pasivyti – ir galbūt pralenkti – Jungtines Valstijas, bet dar svarbiau, jog ta permaina yra gera proga visiems žmonėms atskleisti tikrąjį žmogiškumą, kuriuo turėtume dalytis.

Kad suprastume kodėl – turime suvokti technologijos esmę ir kaip ji pakeis mūsų pasaulį.

## Trumpa mašinų giliojo mokymosi istorija

Mašinos mokymasis – plačiausia srities, apimančios gilųjų mokymąsi, sąvoka – tai istoriją pakeitusi technologija, kuriai pavyko išlikti per pusšimtį audringų tyrinėjimo metų. Nuo pat pradžių dirbtinis intelektas patyrė virtinę klestėjimo ir žlugimo ciklų. Didelių lūkesčių periodus keitė DI speigai, kai dėl nuviliančių praktinių rezultatų būdavo labai apkarpomamas finansavimas. Kad suprastume, kodėl viską pakeitė gilusis mokymasis, turime prisiminti nueitą kelią.

Šeštojo dešimtmečio viduryje dirbtinio intelekto pradininkai nusistatė nepaprastai didingą, bet aiškiai apibrėžtą misiją – sukurti kompiuterinę sistemą, imituojančią protaujantį žmogų. Tikslas aiškumas ir užduoties sudėtingumas – ta nepaprasta samplaika – pritraukė geriausius gimstančios kompiuterių mokslo srities protus: Marviną Minsky, Johną McCarthy ir Herbertą Simoną.

Devintojo dešimtmečio pradžioje tai pakerėjo ir mano vaizduotę, mat tuo metu buvau smalsus Kolumbijos universiteto paskutinio kurso studentas. Esu gimęs Taivane septintojo dešimtmečio pradžioje, bet vienuolikos persikrausčiau į Tenesį ir pagrindinę bei vidurinę mokyklą baigiau ten. Ketverius metus prasimokęs Kolumbijos universitete Niujorke gerai žinojau,



kad noriu toliau gilintis į DI. 1983 metais rašydamas prašymą į kompiuterių mokslo doktorantūros programą motyvaciniame laiške netgi pridėjau „išsamų“ ir toli siekiantį tos srities apibūdinimą: „Dirbtinio intelekto sritis – tai žmonių mokymosi proceso mechanizmo tyrimas, kiekybinis mąstymo proceso įvertinimas, gilinimasis į žmonių elgesio veiksnius, suvokimas, dėl ko protas apskritai įmanomas. Tai yra paskutinis žmonijos žingsnis suprasti save, ir aš tikiuosi prisidėti prie šio naujo, bet daug žadančio mokslo raidos.“

Ta paraiška padėjo man patekti į aukščiausio lygio Kompiuterių mokslo fakultetą Carnegie'o ir Mellono universitete, naujausių DI tyrinėjimų terpę. Ji taip pat liudijo, koks buvau tos srities neišmanėlis, tiek pervertindamas mūsų galią save suprasti, tiek neįvertindamas DI gebos tam tikrose srityse pasiekti antžmogišką intelekto lygį.

Prieš tai, kai pradėjau mokslus, dirbtinio intelekto sritis buvo pasidalijusi į dvi stovyklas: viena laikėsi taisyklių metodo, kita – neuronų tinklų metodo. „Taisyklių“ (kartais vadina mos „simbolinių sistemų“ arba „ekspertų sistemų“) stovyklos atstovai stengėsi išmokyti kompiuterius mąstyti koduodami logikos taisyklių seriją: jeigu X, tai Y. Šis būdas buvo veiksmingas paprastiems ir aiškiai apibrėžtiems žaidimams („žaislinėms problemoms“), bet sugniuždavo, kai galimų pasirinkimų ar žingsnių erdvė išsiplėsdavo. Kad programos būtų lengviau pritaikomos realiojo pasaulio problemoms spręsti, „taisyklių“ stovykla bandė tartis su sprendžiamų problemų ekspertais ir jų samprotavimus kodu įrašyti į programos sprendimą. (Iš čia ir pavadinimas „ekspertų sistemos“.)

O „neuronų tinklų“ stovykla mąstė kitaip. Užuo t mėginusi išmokyti kompiuterį žmogaus pramanytų taisyklių, stengėsi išanalizuoti patį žmogaus protą. Laikydami esi minties, kad painūs

žinduolių smegenų neuronų tinklai yra vienintelis mums žinomas protavimą lemiantis dalykas, šie tyrinėtojai nutarė gilintis tiesiog į šaltinį. Jų metodas – atkartoti esminę smegenų architektūrą, sukurti dirbtinių neuronų, galinčių priimti ir perduoti informaciją, sluoksnius struktūroje, kuri yra giminiška biologinių neuronų tinklams. Tiesiog daugybę šio fenomeno pavyzdžių – nuotraukų, šachmatų žaidimų, garsų – sukėlė į neuronų tinklus, kad patys jie rastų sąsajas tarp duomenų. Kitais žodžiais tariant, kuo mažiau žmogaus įsikišimo, tuo geriau.

Šių dviejų požiūrių skirtumus galima iliustruoti pavyzdžiu, kaip sprendžiama paprasta užduotis, pavyzdžiui, kaip nustatoma, ar nuotraukoje yra katė, ar ne. Taisyklių metodo šalininkai bandys numatyti „jei, tai...“ taisykles, kad padėtų programai priimti sprendimą: „Jei ant apskritos formos paviršiaus yra du trikampėliai, tai tikėtina, kad nuotraukoje katė.“ Neuronų tinklo atstovai subruks į programą milijonus paprastų nuotraukų, pažymėtų tiesiog „katė“ arba „nėra katės“, ir leis programai pačiai išsiaiškinti, kokie bruožai iš milijonų atvaizdų daugiausia siejasi su pavadinimu „katė“.

Pirmos šeštojo ir septintojo dešimtmečių dirbtinių neuronų tinklų versijos teikė daug žadančių rezultatų ir kėlė didelį susidomėjimą, bet tada, 1969 metais, tie, kurie atstovavo „taisyklių“ stovyklai, daugelį to metodo sekėjų perorientavo įtikinę, kad neuronų tinklai nepatikimi ir naudotini ribotai. Neuronų tinklų metodas neteko populiarumo, ir aštuntąjį praeito amžiaus dešimtmetį užklupo pirmoji DI žiema.

Kitais dešimtmečiais neuronų tinklai tai trumpam kažkuo nustebindavo, tai vėl būdavo beveik visų užmiršti. 1986 metais pasinaudojau neuronų tinklams artima technika (paslėptaisiais Markovo modeliais\*) pirmajai pasaulyje nuo kalbėtojo neprik-

\* *Hidden Markov Models.* (Angl.)

lausomai balso atpažinimo programai „Sphinx“ sukurti. Tą mano pasiekimą aprašė „New York Times“, o „Business Week“ programą paskelbė reikšmingiausiu metų išradimu. Tik to neužteko, kad neuronų tinklai atgautų populiarumą; DI užsitęsusi ledynmetį kentė iki pat XXI amžiaus pradžios.

Neuronų tinklų metodą galiausiai atgaivino ir DI renesansą įžiebė – jis tebesitęsia iki šiol – dvi esminės dedamosios, susijusios su neuronų tinklais: permainingos ir didelis techninis lūžis. Neuronų tinklams būtini du dalykai – milžiniška kompiuterių galia ir duomenų mastas. Apdorojama duomenis programa mokosi atpažinti šablonus iš daugybės pavyzdžių, o kompiuterių galia leidžia programai išnagrinėti tuos pavyzdžius didele sparta.

Šios mokslo srities apyaušriu šeštajame dešimtmetyje nebuvo nei pakankamai duomenų, nei kompiuterių galios, tačiau per keletą dešimtmečių visa tai pasikeitė. Šiandien mūsų išmanieji telefonai milijonus kartų galingesni už pažangiausius NASA superkompiuterius, 1969 metais pasiuntusius Neilą Armstrongą į Mėnulį. O internetas priartino kuo įvairiausias skaitmeninės informacijos – tekstų, atvaizdų, vaizdo įrašų, spustelėjimų, pirkimų, žinučių ir kt. – proveržį. Ta milžiniška duomenų gausa suteikė mokslininkams galimybę parengti\* savo tinklus ir daug pigios kompiuterių galios toms jų pratyboms.

Tik kompiuterių tinklų galimybės dar buvo labai ribotos. Tiksliams sudėtingų problemų rezultatams gauti reikėjo daug dirbtinių neuronų sluoksnių, tačiau mokslininkai dar nebuvo atradę efektyvaus būdo susieti juos atitinkamai sluoksniuodami. Didysis techninis giliojo mokymosi proveržis pagaliau įvyko pirmojo šio amžiaus dešimtmečio viduryje, kai garsus tyrinėtojas Geoffrey Hintonas rado būdą efektyviai mokyti tuos

\* Mokyti.

naujus neuronų tinklų sluoksnius. Tarytum gavę steroidinių preparatų senieji neuronų tinklai atgijo – padidėjo jų geba atlikti tokias užduotis kaip kalbos ir objektų atpažinimas.

Netrukus tie patobulinti neuronų tinklai, kurių geba pramin-ta kompiuterio giliuoju mokymusi, daugelyje užduočių ėmė pranokti senuosius modelius. Tik dėl daug metų vyravusio iš-ankstinio nusistatymo prieš neuronų tinklus DI tyrėjai praleido pro akis nuošalią grupę, pasiekusią išskirtinių rezultatų. Lūžio tašku laikomi 2012 metai, kai Hintono komandos sukurtas neuronų tinklas sutriuškino konkurentus<sup>5</sup> tarptautinėse vaizdų atpažinimo varžybose.

Dešimtmečius tyrinėjant DI išbuvę nepopuliarūs neuronų tinklai per naktį virto pagrindine DI srities kryptimi, šį kartą jau giliojo mokymosi pavidalu. Tas proveržis žadėjo ištirpdyti pastarosios DI žiemos ledą ir pirmą kartą iš tikrųjų priartinti galimybę DI galią panaudoti daugeliui realiojo pasaulio proble-mų spręsti. Tyrinėtojai, futurologai ir techniniai vadovai – visi sušneko apie milžinišką šios srities potencialą šifruoti žmonių kalbą, versti dokumentus, atpažinti vaizdus, nuspėti pirkėjų elgseną, atskleisti apgavystes, pasirinkti geriausius sprendimus, padėti robotams matyti ir netgi vairuoti automobilį.

## **Kur slypi giliojo mokymosi paslaptis**

Tai koks gi iš tiesų yra giliojo mokymosi principas? Iš esmės šie algoritmai parenka geriausią sprendimą norimam rezulta-tui gauti pasinaudodami milžiniška tam tikros srities duomenų gausa. Jie tai atlieka mokydami atpažinti užslėptus šablonus ir sąsajas tarp tam tikrų duomenų požymių ir siekiamo rezulta-to. Šis šablonų paieškos procesas yra lengvesnis, kai duomenys

įvardyti pagal siekiamą rezultatą: „katė“, palyginti su „nėra katės“; „spustelėta“ *versus* „nespustelėta“; „laimėjo“ *versus* „pralaimėjo“. Vėliau algoritmas gali pasiremti šia koreliacijų gausa ir priimti tinkamesnius sprendimus, nei tai padarytų žmogus, nes žmonės stebėtojais daugelio sąsajų nepastebi ar neįvertina jų reikšmingumo.

Tam pasiekti būtinas didelis kiekis susijusių duomenų, aiškus algoritmas, nusistatyta siaura sritis ir konkretus tikslas. Jeigu kurio iš šių dėmenų trūksta, nieko nepavyks. Per mažai duomenų? Algoritmas neturi pakankamai pavyzdžių, kad atrinktų prasmingas sąsajas. Pernelyg bendras tikslas? Algoritmui trūks aiškių gairių optimizuoti. Gilusis mokymasis dar žinomas kaip „siaurasis DI“ – intelektas, kuris ima duomenis iš vienos tam tikros srities ir panaudoja juos vienam tam tikram rezultatui optimizuoti. Nors ši technologija ir išpūdinga, ji ne universali, tai toli gražu dar ne „visuotinis DI“, galintis viską, ką gali žmogus. Natūraliausiai gilusis mokymasis pritaikomas tokiose srityse kaip draudimas ar pinigų skolinimas. Aktualių duomenų apie skolininkus užtektinai (kredito istorija, pajamos, naudojimosi kortele išrašai) ir siektinas tikslas aiškus (iki minimumo sumažinti blogų paskolų). Tolesnis giliojo mokymosi žingsnis – atsirastų žmogaus nevairuojami automobiliai, kurie turės regos gebą, tai yra „matys“ aplinkui: atpažins šablonus kameros pikseliuose (raudoni aštuonkampiai), nustatys, su kuo jie siejasi („Stop“ ženklai), ir pasinaudodami ta informacija darys sprendimus (spausti stabdžius ir lėtai sustoti), optimalius norimam tikslui pasiekti (saugiai nuvežti namo per trumpiausią laiką).

Žmonės kompiuterių gilusis mokymasis džiugina būtent todėl, kad jo esminė galia – geba atpažinti šabloną, siekti optimalaus rezultato, priimti sprendimą – gali būti pritaikoma įvairiausioms kasdienėms problemoms spręsti. Štai kodėl

tokios bendrovės kaip „Google“ ir „Facebook“ puolė graibstyti tą saujelę giliojo mokymosi ekspertų ir moka jiems milijonus dolerių, skatindamos vykdyti ambicingus tyrimų projektus. 2013 metais „Google“ įsigijo Geoffrey Hintono įkurtą startuolį, dar kitais metais – už daugiau kaip 500 milijonų JAV dolerių<sup>6</sup> nupirko britų DI startuolį „DeepMind“ (įmonę, kuri ėmėsi kurti „AlphaGo“). Šių projektų rezultatai kėlė nuostabą apžvalgininkams ir šmėkščiojo antraštėse. Turėjo įtakos kultūrinei laiko dvasiai ir įkvėpė nuojautą, kad stovime ant skardžio – prieš mus nauja era, kurioje mašinos iš esmės suteiks žmonijai naujų galimybių ir / arba negailestingai juos išstums.

## DI ir tarptautiniai tyrinėjimai

Kaip su visu tuo susijusi Kinija? Tiesą pasakius, giliojo mokymosi gimimo istorija plėtojosi išimtinai Jungtinėse Valstijose, Kanadoje ir Jungtinėje Karalystėje. Vėliau į šią sritį ėmė investuoti keletas kinų antrepnierių ir rizikos kapitalo fondų, tokių kaip mano. Tačiau dauguma Kinijos technologijų bendruomenės nebuvo gerai pasirengusi giliojo mokymosi perversmui iki pat to lūžio, prilygstančio „Sputniko“ paleidimui, 2016 metais, praėjus visam dešimtmečiui po revoliucinio straipsnio apie tą sritį pasirodymo akademinuose leidiniuose ir ketveriems metams, kai tai pasitvirtino kompiuterio vaizdų atpažinimo varžybose.

Amerikos universitetai ir technologijų įmonės daugybę dešimtmečių mėgavosi tuo, kad šalis moka pritraukti talentus iš viso pasaulio. Pažanga DI srityje nebuvo išimtis. Jungtinės Valstijos atrodė tarsi flagmanas, kuris tikrai augs, kai elitiniai tyrinėtojai pasinaudos dosniai finansuojančia Silicio slėnio

terpe, unikalia kultūrine aplinka ir labai stipriomis įmonėmis. Daugelio analitikų akyse pasaulio mastu Kinijos technologijų pramonė DI srityje buvo pasmerkta tenkintis tuo pačiu vaidmeniu, koks jai teko daug dešimtmečių: pamėgdžiotojų, gero-kai atsiliekančio nuo pirmaujančiųjų.

Kaip matysime tolesniuose skyriuose, toks požiūris buvo klaidingas. Jis rėmėsi pasenusiomis prielaidomis apie kinų technologijų aplinką, esminio dalyko – kas yra vykstančio DI per-versmo varomoji jėga – nesuvokimu. Vakarai galbūt įžiebė giliojo mokymosi ugnį, bet iš jos karščio, kurį generuoja DI, labiausiai pasipelnys Kinija. Ši globali permaina yra dviejų transformacijų produktas: perėjimo iš atradimų amžiaus į taikymo amžių ir perėjimo iš žinių amžiaus į duomenų amžių.

Klaidingą tikėjimą dideliu Jungtinių Valstijų pranašumu DI srityje iš esmės palaiko įspūdis, kad gyvename išradimų amžiuje, laikmečiu, kai DI tyrinėtojai nuolat laužo senąsias paradigmas ir pagaliau įveikia ilgai neįmintas mįsles. Šį įspūdį pagyvina nuolat plūstantis kvapą gniaužiančių žiniasklaidos pranešimų srautas, bylojantis apie pastaruosius DI gebos rezultatus: dirbtinis intelektas kai kurias vėžio rūšis jau diagnozuoja geriau nei gydytojai, įveikia blefu grįsto kortų žaidimo „Texas Hold'em“ laimėtojus, pats savaime be žmogaus mokosi. Kai kiekvienas naujas poslinkis sutinkamas su tokiu žiniasklaidos dėmesiu, natūralu, kad atsitiktinis stebėtojas ar netgi patyręs analitikas įsivaizduoja tarsi dirbtinio intelekto tyrinėjimų srityje nuolat būtų atrandama iš esmės nauja žemė.

Manau, toks įspūdis klaidingas. Dauguma tų naujų etapų tėra praėjusio dešimtmečio išradimų, kaipantai: iš pradžių giliojo mokymosi, paskui ir kitų technologijų, tokių kaip paremiamasis mokymasis ir perkeliama mokymasis, – praktinis

\* Teksaso pokeris – pokerio variantas.

pritaikymas naujoms problemoms spręsti. Tyrinėtojams čia svarbu gerai išmanyti, turėti gerų įgūdžių: gebėti patobulinti sudėtingus matematinius algoritmus, operuoti milžiniškais duomenų kiekiais, pritaikyti neuronų tinklus įvairiems atvejams. Dažnai tose srityse būtinos mokslų daktaro lygio žinios. Tačiau ši pažanga tėra palaipsnis tobulinimas ir optimizavimas, kuris reikšmingai paskatina giliojo mokymosi pažangą.

## Pritaikymo amžius

Nauji laimėjimai iš tiesų teparodo, kaip neįtikimai giliojo mokymosi galia atpažinti šablonus ir prognozuoti pritaikoma skirtingose sferose, tokiose kaip ligų diagnozavimas, draudimo poliso išdavimas, automobilio vairavimas ar kinų kalbos sakinio vertimas į anglų kalbą raštu. Jie neliudija staigaus progreso „visuotinio DI“ link ar kokio kito reikšmingo lūžio giliojo mokymosi lygmeniu. Dabar prasidėjęs pritaikymo amžius, ir investuoti besiruošiančioms bendrovėms reikės talentingų antreprenierių, inžinierių ir produkto vadybininkų. Giliojo mokymosi pionierius Andrew Ng palygino DI su Thomaso Edisono išradimu pažaboti elektrą<sup>7</sup> – tai buvo technologinis perversmas. Šio išradimo pritaikymas iš pagrindų pakeitė begalę įvairių pramonės šakų: XIX amžiaus inovatoriai netruko elektrą pritaikyti maisto ruošai, patalpoms apšviesti, pramonės įrenginiams. DI inovatoriai giliojo mokymosi atžvilgiu daro tą patį. Didžioji dalis sunkaus, bet abstraktaus DI tyrinėjimų darbo jau atlikta, dabar metas antreprenieriams pasiraitoti rankoves ir imtis juodo darbo: versti algoritmus tvarių verslu.

Tai jokia būdu nemenkina dabartinio jaudulio dėl DI; tačiau tik įgyvendinti mokslo laimėjimai įgyja prasmę, ir tai iš tiesų