

käigus mõistsime, et on olemas väga erinevaid viise samale probleemile lähenemiseks, toetudes inimlikele tugevustele, mis paradoksaalsel kombel aga võivad olla ka meie nõrkuseks. See on just nagu üleminek vanamoeliselt arvutiüldeselt, mille puhul tuli sisse trükkida krüptilisi verbaalseid käsklusi, tänapäevasele liidesele, mille puhul piisab klõpsamisest ikoonil või pildil. Hiljem selgitame täpsemalt, kuidas see uus lähenemine töötab ning miks see võib alatiseks mängu muuta.

Või siis ka mitte.

Kuid üks on selge. Ajastul, mil me upume informatsiooniküllusesse, tuleb meil ühiskonnana probleemide lahendamise viisid ümber kujundada. Vastasel juhul toob see meile kaasa veel selliseid traagilisi mahamagatud võimalusi, nagu aastakümneid väldanud suutmatuse leida tõhusat ravi maohaavadele. Ehk on just *verifier* siin esirinnas; võib-olla aga osutub see kõrvalnähtuseks ning lahendus tuleb hoopis mõnest uuest suunast. Ükskõik kumba pidi see läheb, on meil nüüd reaalne võimalus jagu saada kauaks ajaks ületamatuks osutunud katsumustest, mis on märksa olulisemad ning palju põnevamad kui ka kõige kummalisem raamat mis tahes raamatukogus.

1. PEATÜKK

Asjatundja mõistus

Kuueistkümnendal sajandil leidsid väljakaevajad Rooma lähedalt varemtest ühe klaasvaasi. Rooma klaasimeistrid olid oma oskuste poolest laialt tuntud, kuid see klaasnõu on midagi erakordset. See koosneb kahest klaasikihist – tumesinisest sisemisest kihist ja valgest pealiskihist. Vaasi pinnal on rikkalikud keerukad nikerdused, mis kujutavad jumalaid ja inimesi. Nüüdseks tuntakse seda Portlandi vaasina briti aristokraadi nime järgi, kes selle ära ostis. Vaas valmistati ligikaudu paar tuhat aastat tagasi. Klaasi lõikamise stiil, mida vaasi loomisel kasutati, on nii keerukas, nii peen, et arheoloogid usuvad, et tollastel meistritel kulus selle valmistamiseks kaks aastat.

Üks võimalus hinnata vaasi loojate meisterlikkust on vaadata, kui kaua läks aega, enne kui keegi suutis luua teise samaväärse klaasnõu: selleks kulus pea kaks tuhat aastat. Koopia valmistamine kujunes tööstusrevolutsiooni osavimate meistrite jaoks tõeliseks väljakutseks. Inspireerituna sellest sümboolse staatuse omandanud vaasist kujundas Josiah Wedgwood terve seeria Wedgwoodi keraamikat. 1851. aasta maailmanäitus oli kõrgetasemeline väljapanek, kus esitleti ajastu silmapaistvaimaid saavutusi – terve maailma tipptehnoloogiat. Ometigi Portlandi vaasi koopiat seal polnud, sest keegi polnud suutnud seda luua. Esimene kvaliteetne koopia valmis alles 1870. aastatel.

Ülesanne oli sedavõrd raske. See on üks esimesi õppetunde asjatundjate kohta.

1. ÕPPETUND

Asjatundjad suudavad teha asju, milleks meie ülejäänud võimelised ei ole.

Oma igapäevaelus oleme kõikjal ümbritsetud keerukatest ekspertteadmistest, see on nii valdav, et enamasti me enam isegi ei märka seda. Enamikul büroodest on oma arvutihooldusmeeskond – need on asjatundjad, kes teevad seda, mida suurem osa meist iialgi mõistma ei hakka. Teel kontorisse kasutavad paljud meist rongi. Meil pole õrna aimugi, kuidas rongi juhtida, rööbaste eest hoolitseda või rongide sõidugraafikut kokku panna. Kui kasutate tööle jõudmiseks isiklikku autot, siis selle hooldamiseks ja remontimiseks läheb vaja asjatundjat; pole just eriti soovitatav sissepritsesüsteemi riket vaid tavateadmistele ning tervele mõistusele tuginedes diagnoosida ja remontida.

Asjatundjad on pädevad, teinekord isegi erakordselt pädevad, tege ma asju, mida teised ei suuda. Kuid siiski ei tähenda see veel seda, et nad on vigade tegemise suhtes immuunsed. Kui teaksime, kuidas täpselt asjatundjad mõtleavad, suudaksime ilmselt aidata neil vigu vältida. Kuid tuleb välja, et seda on lihtsam öelda kui teha. Selles peatükis püüan ma selgitada, miks on nii raske välja selgitada, mida asjatundjad teavad.

Realsed valgusmõõgad ning ebareaalne vaatenurk sõjale

Sõjandus on üks valdkondi, kus on pikka aega valitsenud pinged tõelise asjatundlikkuse ning ekslikult asjatundja arvamusel peetava vahel. Kas te olete kunagi mõelnud, mis olid inspiratsiooniallikaks „Tähesõdade” filmi valgusmõõkadele? Tõenäoliselt said George Lucas ja tema

meeskond inspiratsiooni terminist kerge mõök (saabel)*. See pole mitte mingi aurupungi kaadervärk, mis kihab messingmasinatest, ketastest ja hoobadest – see on lihtsalt raske saabli alternatiiv.

Täiskaalulise mõõgaga võitlema õppimine oli ohtlik ja nii hakkasid vehklemisõpetajad kasutama treeningul kergemaid mõõku, püüdes leida parimat tasakaalu realistlikkuse ja vigastamisohu vahel. Nad tegid meelega järeleandmisi realistlikkuse osas, et vähendada vigastuste riski, lahingus aga jätkasid ratsaväe võitlejad täiskaalus mõõkade kasutamist. Seetõttu oli instruktoritel raske ratsaväelastele õpetada, kuidas võidelda vastasega, kes kasutab pigem toorest jõudu kui osavust. Sõdurid omakorda leidsid, et nende juhendajad on pärast pikaajalist kergete mõõkade kasutamist vormist väljas ja kippusid suhtuma skeptiliselt sellesse, kui asjatundlikud vehklemisõpetajad tegelikult ikkagi on. Sõdurite kogemused lahinguväljal, mis on dokumenteeritud paljudes päevikutes, lubavad meil arvata, et nende skeptiline suhtumine oli pahatihti õigustatud.

Nõnda on viimane ekspertide kohta käiv järeldus oma olemuselt hoiatav.

2. ÕPPETUND

Ekspertteadmised ja -oskused ei pruugi alati olla reaalsusega kooskõlas.

Sajandeid on enamasti peetud iseenesestmõistetavaks, et asjatundlikkusel on mingid erilised, seda teistest eristavad omadused. Üldiselt on eeldatud, et asjatundjad on loogikas tugevamad kui lihtsurelikud ning et nad kasutavad probleemide lahendamiseks just seda loogikat koos oma suurema intelligentsusega. Samuti on asja juurde käinud

* Sõna *light* tähendab inglise keeles nii valgust kui kerget, siinkohal siis kerge mõök alternatiivina raskele. *Siin ja edaspidi tõlkija märkused.*

tugev annus snobismi, vaikumisi on eeldatud, et „tõeline” asjatundlikkus kuulub ainuüksi valgekraedest professionaalide pärusmaale, ning manuaalsed oskused on jäetud „ekspertiisiklubist” välja. Malemängu on sageli peetud ehedaks näiteks sellest, kuidas asjatundlikkus toimib. Osav malemängija suudab kergesti nõrgemat mängijat võita, seega on sellesse kahtlemata kaasatud mingid ekspertteadmised. Ning male on abstraktne, mõistusel põhinev oskus, mitte nagu labased käelised tegevused, olgu selleks siis klaasipuhumine või võitlusväljal kellegi maha löömine.

Kui prantsuse malemeister François-André Danican Philidor 1783. aastal samal ajal korraga kolme pimemalepartiidi mängis, tervitati seda kui üht inimintellekti suurimatest saavutustest. Asjatundlikkus oli midagi, mis eristas inimesi madalamatest olevustest ning ühtaegu ka kõrgklassi intellektuaale alamklassist. See oli turvaline vaatenurk, mis seati tõsisema kahtluse alla alles 1960. aastatel, kui kõik muutuma hakkas.

Murenevad seinad

Üheks esimeseks selle vaatenurga kahtluse alla panijaks osutus malemeistrid käsitlev uuring. 1940. aastatel hakkas hollandi psühholoogi Adriaan de Grooti ja tema kolleegi huvitama, kuidas malemeistrid tegelikult mõtlevad, vastandina sellele, kuidas kõik arvasid, et nad mõtlevad. See viis olulise avastuseni.

3. ÕPPETUND

Asjatundjad ei ole märgatavalt arukamad kui võrreldavad mitte-eksperdid.

De Groot ja tema kolleegid avastasid oma üllatuseks, et malemeistrid ei olnud märkimisväärselt intelligentsemad kui tavalised malemängijad. Ka ei olnud neil eriti palju parem mälu, mis puudutas malelual

suvaliselt asetatud nuppude paigutust. Nende asjatundlikkus tundus pärinevat hoopis teistsugusest allikast: *malemänge puudutavast mälust*.

Malemeistrid eristas tavamängijatest see, et nad mäletasid tohutut hulka gambiite, strateegiaid, taktikaid, malenuppude kombinatsioone/asetusi, varasemaid mänge, ja nii edasi ja edasi, või näiteks kuulsaid ajalukku läinud malepartiisid, mida nad uurinud olid. Olgugi et nad polnud väga osavad meeles pidama suvalist malendite seisu malelual, olid nad väga meisterlikud meeles pidama mittejehuslikke seise, nagu näiteks mingit kindlat kuninga ja mitme toetava malendi asetust. Selliste mälestuste hulk oli vapustav: malemeister valdas reeglina kümneid tuhandeid infokilde male kohta. Hiljem, kui ka teised psühholoogid ekspertide mõtlemist uurima hakkasid, ilmnes, et ka teistel elualadel on samasugune pilt: asjatundjat iseloomustas alati see, et ta valdas kümneid tuhandeid infokillukesi, mille omandamiseks oli enamasti kulunud seitse kuni kümme aastat.

4. ÕPPETUND

Eksperdid valdavad tohutul hulgal fakte oma eriala kohta.

Sellised leiud olid üldkehtivad, seda isegi sügavalt imetletud imelaste puhul, nagu Mozart, kes alustas muusika mängimisega kolmandal ning komponeerimisega viiendal eluaastal. Kui aga vaadata, kui kaua läks aega tema esimeste selliste heliteosteni, *mis olid võrdväärset kogunud heliloojate loominguga*, siis on see periood just seitsme kuni kümne aasta pikkune. See avastus andis teadlastele mõtteainet: võib-olla on asjatundlikkus lihtsalt aja, kogemuste ning harjutamise küsimus. Ehk on nii, et kui sa millegi kallal töötamisele piisavalt aega panustad, siis saabki sinust lõpuks asjatundja.

Ka järgmine hoop senistele vaatekohtadele tuli malemaailmast. 1940. aastatel ilmusid esimesed moodsad arvutid. Juba paarikümne

aasta pärast olid olemas arvutiprogrammid, mis suutsid võita keskmisel tasemel inimmängijat. Üsna varsti suutsid arvutid võita meistreid ning seejärel juba suurmeisterid.

Kõik olid lootnud, et male jääb viimaseks kantsiks, mis tõestab inimese ülimumuslikkust rumalate loomade ja masinate üle. Veelgi ootamatum oli see, et arvutitel oli malest märksa raskem hakkama saada Aasiast pärit iidse ja pealtnäha lihtsa lauamänguga Go. Seda seetõttu, et Go tugineb pigem mitteverbaalsele ruumitunnetusele – sellele, kus pisikesed mustad ja valged nupukesed mängulaual paiknevad – ning see on programmi jaoks raske. See on teema, millega meil edaspidi tuleb veel korduvalt kokku puutuda.

5. ÕPPETUND

See, et inimene peab midagi keeruliseks, ei tähenda veel, et see tõesti keeruline on.

Sellisest ekspertmõtlemise uurimisest saadud õppetunnid ei läinud rakendusteadlaste ning tööstuse tarvis kaduma. Tegelikult viisid need järgmise vältimatu sammuni: võtta need ekspertide kohta omandatud teadmised ning kasutada selleks, et programmeerida arvuteid inimestega paremini koostööd tegema või sooritama tegevusi, mis inimese jaoks on liiga tüütud või keerulised. Selles peatükis tahan ma näidata, mida minusarnased teadlased õpituga peale hakkasid. Mõnel juhul aitas see, mida me ekspertide kohta teadsime, meid väga palju edasi. Teisel juhul aga pani see meid arvama, et ehk oleks meil vaja ekspertide mõtlemisest veel märksa rohkem teada saada.

1970. aastatel tegid psühholoogid Daniel Kahneman, Paul Slovic ja Amos Tversky paralleelselt asjatundlikkuse uuringuid, püüdes välja selgitada, mis tüüpi vigu inimesed teevad. Nad avastasid, et teatud probleemide puhul võivad lihtsad matemaatilised lineaarvõrrandid osutada inimekspertidest tõhusamateks. See tähendab seda, et väike

tarkvarajupp suudab kogunud pangajuhist märksa edukamalt ennustada, kas klient võib laenu tagasimaksmisel hätta jääda või ei, ning seda märksa täpsemalt, usaldusväärsemalt ja odavamalt. See avastus päädis sellega, et terve hulk kesktaseme pangajuhte kaotasid töö ning nende tegevuse võtsid üle arvutid. Tänapäeval, kui sa laenu taotled, võid sa olla üsna kindel, et otsuse selle üle, kas anda sulle laenu või mitte, teeb üks osa arvutitarkvarast. Samamoodi kehtib see juhul, kui su krediitkaardiga järsku kahtlasi tehinguid tegema hakatakse. Tõenäoliselt märkab seda vastav arvutitarkvara, mis annab sellest omakorda teada inimesele, kes kontrollib, ega su kaart või selle kood varastatud ei ole.

Sellel avastusel oli mõju ka mitmele teisele valdkonnale, näiteks meditsiinile. Teadlased soovisid luua tarkvarasüsteeme, mis diagnoosiks haigusi samamoodi, kui arstid seda teevad. Kuid seejuures mõtisklesid nad ka selle üle, kas ei või nende loodud süsteemid ehk lihtsast imiteerimisest kaugemalegi minna ning suurendada eluohtlike haiguste õige diagnoosimise hulka. Esimesed märgid tundusid paljutootavad. 1970. aastate alguses löid Stanfordi ülikooli teadlased programmi MYCIN, mis suutis diagnoosida teatud nakkushaiguste kategooriaid täpsemalt ja usaldusväärsemalt, kui seda tegid inimestest diagnostikud, kes olid oma ala asjatundjad. Arstil tuli vastata reale lihtsatele konkreetset haigusjuhtumit puudutavatele küsimustele ning süsteem andis vastuseks diagnoosi. See osutus nii edukaks, et 1980. aastateks suutsid ekspertsüsteemid juba paljudel aladel anda inimekspertidest paremaid tulemusi ning tundus, et koitmas on uus tarkvarapõhine meditsiin. Siis aga sekkus reaalsus ja esile kerkis terve hulk takistusi.

1986. aasta sügisel kolisin ma Nottinghami, et alustada tööd probleemi kallal, mis ekspertsüsteemide jaoks hulgaliselt raskusi põhjustas. See on tuntud kui „teadmiste omandamise pudelikael”. Järgnevatel aastatel tuli mul sellega üha uuesti ja uuesti kokku puutuda. See

puudutab seda, kuidas inimestelt teadmised kätte saada, et need siis ekspertsüsteemi sisestada. Et kirjutada kas või lihtne tarkvara, tuleb see üles ehitada reaalsest maailmast pärit kindlatele teadmistele. Kuid selliste teadmiste kättesaamine osutus raskemaks ülesandeks, kui keegi oli osanud oodata.

Varem kasutati tarkvara ülesehitamiseks niinimetatud veekose mudelit. Tarkvara arendaja intervjueris klienti ning pani selle alusel kokku dokumendi, milles oli täpselt sõnastatud, mida süsteem tegema peab. Leping sõlmitud, asus tarkvaraarendaja tööle ning ehitas tarkvara valmis. Kliente ehitamisprotsessi ei kaasatud. Kui klient oli lepingule allkirja andnud, oli ta selle esialgse kavaga sama tagasipööramatult seotud kui puunott, mis veevoolust kantuna kosest alla langeb.

Tarkvaraarendajad said ekspertidelt vajaliku info tavapärase küsitlemise teel ning enamik neist oli veendunud, et sellest on küllalt. Kui klient unustas kõneluse käigus mõnd olulist nõudmist mainida, oli see kliendi mure, ning arendaja küsis probleemi lahendamise eest lisaraha. Aga kui sellise tarkvaraga oli pärast üleandmist pidevalt tõrkeid, kui igal uuel versioonil oli uusi probleeme ja kui tarkvara lihtsalt ei teinud seda, mida klient oli soovinud, sai selgeks, et selline lähenemine on puudulik.

Esimesi ekspertsüsteeme loodi kahel viisil. Ühed valmistasid sellised inimesed, kes olid tulnud sellele alale traditsioonilise tarkvaraarenduse suunalt: nemad kasutasid küsitlemist, kuna see oli ainus meetod, mida nad teadsid. Teised valmistasid inimesed, kes olid juba vastava ala eksperdid ning olid peale selle õppinud ekspertsüsteeme rajama. Need inimesed kirjutasi tarkvarasse omaenda teadmised, ilma et neil oleks olnud tarvis kedagi teist küsitleda. Ükskõik kumba teed ka ei valitud, suutsid varajased ekspertsüsteemid teatud kindlalt piiritletud probleemidega inimekspertidest paremini toime tulla. Kui aga ekspertsüsteemide arendajad hakkasid oma süsteeme laiendama,

et lahendada keerukamaid probleeme, sai peagi selgeks, et kumbki lähenemine ei toimi. Tõrked tekkisid puhtalt praktilisel pinnal. Jah, on olemas inimesi, kes tahavad ja suudavad selgeks õppida ekspertsüsteemi loomiseks vajalikud oskused, kuid neid inimesi pole kindlasti mitte piisavalt kõigis valdkondades. Kui ekspertsüsteeme oli plaanis hakata laiemalt kasutama, oli eelduseks see, et nende loomisega tegelevad ekspertsüsteemide arendamise spetsialistid, kes iga uue ala kohta omandavad teadmisi inimekspertidelt ning kõigist teistest kättesaadavatest allikatest.

Küsitlemisel põhineva lähenemise peamisi probleeme on see, et nii jääb liiga palju kahe silma vahele. Mõne eesmärgi jaoks see lähenemine sobib ja seda on mugav kasutada. Suurem osa inimesi peab intervjuud kõige lihtsamaks ning mõistlikumaks informatsiooni kogumise mooduseks. Tegelikult võib sõna *intervjuu* tähendada üsna mitut asja, kõigil neil on omad piirangud. Klassikaliselt tehakse vahet struktureeritud ning struktureerimata intervjuu vahel. Struktureeritud intervjuu puhul on intervjuerijal ette valmistatud rida küsimusi ja terve skeem järelkontrolli küsimusi, mis võetakse käiku intervjueritava teatud vastuste puhul. See kõik kõlab ja paistab väga teaduslikuna, kuid tulemused sõltuvad sellest, kas sul on *õiged* küsimused, mis on sõnastatud *õigel* moel ning on *õigete* vastusevariantidega järelkontrolli küsimuste jaoks. Kui kogutakse teadmisi uue ekspertsüsteemi loomiseks, tuleneb juba selle asja olemusest, et pole võimalik ette teada, millised on õiged küsimused, õige sõnastus või õiged vastusevariandid.

Ja kui sa tead piisavalt, et kujundada struktureeritud intervjuu, siis on sul ilmselt olemas juba ka kõik teadmised, mida läheb tarvis ekspertsüsteemi loomiseks – klassikaline nokk-kinni-saba-lahti-olukord.

Skaala teises otsas on struktureerimata intervjuu. Üks küüniline tarkvaraarendaja on selle kohta sapiselt märkinud: „Hästi, rääkige mulle kõik, mida te teate Fordi kütusesissepritse süsteemidest.”

Sellised probleemid on laialt tuntud eriti just sellistes valdkondades, mis tegelevad inimestelt teadmiste ja uskumuste välja meelitamisega, nagu psühholoogia. Nii polnudki juhus, et Nottinghamis asusin ma tööle just psühholoogia teaduskonnas, rühmas, mis oli spetsialiseerunud tehisintellektile.

Kaartide sorteerimine ja redeli tehnika

Kui küsitleda asjatundjat tema eriala puudutavates küsimustes, tuleb varem või hiljem välja mõni täiesti uus aspekt, mille kohta ta varem sõnagi öelnud pole. Ükskord Nottinghamis andmeid kogudes pärsin ma ühelt geoloogilt, mille järgi täpselt ta välitöödel mingi kivimitüübi kindlaks teeb.

Geoloog laskus põhjalikesse selgitustesse, kuidas ja mille alusel eri kivimeid määrata. Ühel hetkel, parasjagu ühest kindlast kivimist rääkides, luges ta ette rea tunnuseid – näiteks tera suurus ja värvus –, mida ta oli ka kõigi enne kirjeldatud kivimite puhul välja toonud, ning märkis seejärel, et kui tükike sellest kivimist katki murda, on tunda väävli lõhna. See oli esimene kord, mil ta oli maininud kivimite määramistunnusena neile iseloomulikku *lõhna*. Sellest võis järeldada, et kui ma tahaksin olla päris kindel, et minu kogutud informatsioonis pole lünkasid, tuleks mul terve nimekiri uuesti otsast peale läbi võtta ning uurida talt ka kõigi varem kirjeldatud kivimite lõhna kohta. See on just selline probleem, mis küsitlemise puhul sageli esile kerkib. Kui soovid koguda informatsiooni viisil, mis annaks sulle süstemaatilise ning täieliku ülevaate, siis pole intervjuu selleks hea formaat.

Televisiooni jutusaates ei ole mõne juhusliku aspekti või pidepunkti mainimata jätmine just suur probleem. Aga see võib olla väga, väga suur ja tõsine probleem, kui sa püüad kokku koguda täielikku ning korrektset andmehulka meditsiinilise ekspertsüsteemi tarbeks, mille

puhul mõne võtmeaspekti tähelepanuta jätmine võib lõppeda patsiendi surmaga.

Nottinghamis töötasin ma teadlaste Nigel Shadbolti, Mike Burtoni ja Han Reichgelti meeskonna heaks. Nad otsisid meetodeid, mille abil oleks võimalik saada täpsemat teavet kui küsitlemise abil. Me võrdsime süstemaatiliselt erinevaid meetodeid, et pakkuda teadlastele ja arendajatele kindlaid tööendeid, millest lähtudes valida uute ekspert-süsteemide loomisel teadmiste kogumiseks kõige sobivam meetod.

Alustasime esialgu pika kandidaatide nimekirjaga, kuid üsna pea olime meetodite arvu neljale taandanud. Üheks neist pidi jääma intervjuu: meil oli seda tarvis kui alust, kui midagi, millega kõiki teisi meetodeid võrrelda. Kolm ülejäänud meetodit olid oma olemuselt üsna erinevad.

Üks neist meetoditest on tuntud kõva häälega mõtlemise meetodina. See meetod on just niisugune, nagu see kõlab: sa palud eksperdil täita mingit ülesannet – näiteks geoloogil määrata kivimit, mida sa talle kunagi varem näidanud pole – ning ütled, et ta seda tehes valjult mõtleks, nii et sul on võimalik tema mõttekäiku pealt kuulata. See on laialt kasutatav meetod: paljud sõiduõpetajad, kes õpetavad politseinikele sõidukijuhtimist, panevad oma õpilase tunnis valjusti mõtlema. See tehnika aitab märgata samme, mille tegemist eksperdid ise tähelegi ei pane. Kuid siiski, niipea kui sa püüad sellise tehnika abil saada info põhjal tarkvara kirjutama hakata, avastad sa kohe ühe suure puuduse. Enamik inimesi jätab valjuhäälselt mõeldes vadistava idioodi mulje, sest nad lülituvad pidevalt ümber ülesande täitmise ja oma tegevuse selgitamise vahel. Selle tulemusena jõuavad sinuni vaid pooleldi sidusad fragmendid nende mõttekäigust. Probleemiks on ka see, et sageli viitavad eksperdid *sellisele osakesele* või *niisugusele värvile*, mis on audiosalvestusega töötades sinu jaoks täiesti sisutu. Isegi kui sul on sessioonist video, tuleb sul siiski välja selgitada, kas kõne all oleval osake-

sel või värvitoonil on olemas ka tehniline nimetus. Valjusti mõtlemise tugevused kaalub alla selle meetodi piiratus.

Kolmandat meie kasutatud tehnikat nimetatakse kaartide sorteerimiseks. Eksperdil antakse kogum tema uurimisvaldkonna objekte ning palutakse tal need kategooriatesse jagada. Objektideks võivad olla füüsilised esemed, nagu kivimid või fotod, nimekirjad või stsenaariumid – meetod on paindlik. Meie kasutasime sellest tehnikast varianti, mille puhul palutakse eksperdil jagada objektid omal äranägemisel ükskõik millistesse kategooriatesse ning lubatakse tal neid uuesti sorteerida nii mitu korda, kui ta soovib, kasutades iga kord eri kategooriaid.

See on suurepärase meetod mõistmaks, kuidas eksperdid oma valdkonda näevad ja objekte kategooriatesse lahterdavad. Viimane võib suuresti erineda sellest, kuidas kategoriseeriks sama valdkonda algajad või vähikud. Peale selle annab see meetod süstemaatilist teavet kategoriseerimise enda kohta: kui geoloog kasutab kivimite sorteerimiseks kategooriat „kuidas see tükki murtuna lõhnab”, on võimalik jälgida, millisesse kategooriasse iga kivi sobib. Nagu ikka, nii on ka sellel meetodil omad puudused: eksperdid kipuvad kasutama kategooriaid, mis on kas liiga tehnilised või subjektiivsed, nii et intervjuerijal pole õrna aimugi, mida antud kategooria nimetus võiks tähendada, kui ta selle mõistmiseks just mingit uut tehnikat kasutusele ei võta.

Oletame näiteks, et geoloog sorteerib osa kivimeid kategooriasse „ultraaluseline”. See tekitab sinus küsimuse: „Mida see termin kividega seoses tähendada võiks?” Vastuse saamiseks läheb sul tarvis meie valimikust neljandat tehnikat – redeli tehnikat.

Suur osa inimeste teadmistest on struktureeritud hierarhiasse – nn klassikalisse puu-struktuuri, kus tüvi jaguneb mõneks suuremaks oksaks ja iga oks omakorda väiksemateks oksakesteks ning need jällegi lehtedeks. Näiteks, kui sa palud eksperdil endale selgitada, mis on Solutré tera, saad sa reeglina umbes sellise vastuse: „See on pikk kahe-

poolset viimistletud kildtehnikas tera.” Järgmiseks palud sa eksperdil seda põhjalikumalt selgitada: „Kui pikk on selles kontekstis ’pikk?’” või „Mida tähendab ’kahepoolset viimistletud?’”. Sa pead läbi käima mitu tasandit „oksi” ja „oksakesi”, enne kui jõuad „lehtede” tasandile, kuid lõpuks sa jõuad sinna. See on võimas, paindlik tehnika, mis minu arust on lausa hindamatu väärtusega.

Järgmisel kolmel aastal kasutasime neid meetodeid, et välja peilida teadmisi ekspertidelt, kelle eriala varieerus näiteks meditsiinidiagnostikast kuni geoloogia ja arheoloogiani. Töötlesime saadud andmeid eri vaatenurkadest lähtudes: kui palju teadmisi me iga meetodiga minuti jooksul kätte saada suutsime; kui kaua aega kulus iga tehnika abil saadud informatsiooni töötlemiseks, nii et saaksime seda ekspertsüsteemi loomisel kasutada; kui mitu ekspertsüsteemi reeglit sai iga tehnika abil minuti jooksul välja meelitada, jne. Samuti proovisime nende tehnikate eri variante – näiteks katsetasime, kas tulemused olenevad sellest, kas ekspert sorteerib füüsilisi esemeid või nende esemete piltide või kaarte, millele on kirjutatud nende esemete nimetused. Lõpuks oli meil terve kuhi vastuseid ning hulk põhjanevaid artikleid. Kuid nagu teadustöö puhul ikka, tekitasid vastused rohkesti uusi küsimusi, millest mõned kippusid mind veel pikki aastaid piinama.

Mustrite sobitamine – sina suudad, kuid arvuti mitte

Meie töö Nottinghamis keskendus iga üksiku meetodi efektiivsuse mõõtmisele. See oli küll kasulik, kuid meil polnud aega uurida midagi enam kui vaid arve. Ma ei suutnud aga kuidagi oma mõtetest välja tõrjuda seda geoloogi valjult mõtlemise sessiooni, kui ta mulle seletas, mille põhjal ta määrab ära minu antud kiviminäidise. Pool tundi rääkis geoloog ühest ja samast kiviminäidisest – üsna tavalise välimusega

kivist, mis oli umbes minu rusika suurune. See polnud isegi selline kivim, mis oleks teda vaimustanud. Midagi tõeliselt põnevat juhtus aga siis, kui ma näitasin talle *üht teist* kiviminäidist ning esitasin pisut teistsuguse küsimuse. Esimese kivimi puhul olin palunud, et ta räägiks mulle, *kuidas ta määrab*, mis tüüpi kivimiga on tegu. Teise kiviminäidise puhul aga palusin ma lihtsalt, et ta *ütleks* mulle, *mis* kivimiga on tegemist. Ta määras selle hetkega, isegi enne, kui olin jõudnud kivitüki tema ette lauale asetada. Polnud vähimatki võimalust, et ta selle ühe sekundi jooksul oleks läbi töötanud poole tunni jagu teadmisi kivimitest: ta määras kivimi, *kasutades täiesti teistsugust mõttekäiku kui see, mida ta oli kasutanud esimesel sessioonil*. Kuid milline oli see mõttekäik ja kuidas see toimis ning mida võis sellest järeldada?

Need küsimused viivad meid uuesti tagasi tehisintellekti uurimise keskse probleemi juurde, küsimuse juurde, mis ka pool sajandit hiljem on ikka veel suur ja lahendamata saladus.

Küsimus on muustrite sobitamises. See on midagi, mida inimesed suudavad teha väga kiiresti. Inimestel on arenenud võime teha hetkeotsuseid, sest eri võimaluste pikk ja hoolikas läbi kaalumine võis kergesti lõppeda kellegi endast suurema hammaste vahel. See on klassikaline näide, kuidas miski on meile nii tuttavlikuks ning omaseks muutunud, et me seda enam tähelegi ei pane. Samuti on see hea näide sellest, kuidas midagi nii igapäevast, millele keegi enam tähelepanu ei pööra, võib osutuda määravaks just nimelt selle tõttu, et see on kõikjal ning kõigesse kaasatud.

Mustrite sobitamine saadab meid igal pool. See ongi intelligentsus, mis peitub meie silmade taga, kui vaatame maailma. Kuid arvutid ei suuda inimeste kombel mustreid sobitada. Arvuti tunneb ära tooli ühel fotol, kuid ei tunne ära sedasama tooli teisel fotol, kui see on pildistatud pisut teise nurga alt. Arvuti ei suuda tuvastada pargipinki, kui see on keset kena pargivaadet. Arvutid võivad juhtida kosmoselaeva Marsile,

kuid need ei suuda öelda, kas pildil on kujutatud tool või sebra.

Arvutid kasutavad eksplitsiitset, loogilist, sammammulist arutluskäiku. Paljude probleemide lahendamiseks on see lähenemine tõhus, seda enam, et inimesed ei ole sellist tüüpi arutlemises eriti võimekad. Jah, me saame sellega hakkama, kuid meie aju pole seadistatud nii, et see meie jaoks lihtne oleks. Seega on väga hea, kui meil on arvutid, mis selle töö meie eest ära teevad. Inimesed on häälestatud infot töötlemise hoopis teisel moel – seda nimetatakse paralleelseks töötlemiseks.

Olgu siinkohal toodud ka üks näide, mis illustreerib kenasti nende kahe lähenemise erinevusi. Kui sa kirjutad pangalaenu tarkvara, siis ehitad sa süsteemi sisse selle, et KUI taotlejal on vanust alla kahekümne ühe JA kui tema pangakontol on alla tuhande dollari, SIIS ei tohi talle laenata enam kui viissada dollarit. Tarkvara töötab kordamööda kõik need punktid läbi, kontrollides, kas need kehtivad antud taotleja kohta, ning langetab seejärel otsuse.

Teoreetiliselt on võimalik arvuti häälestada ka nii, et see kontrollib samal ajal korraga nii KUI kui ka JA küsimust. See ongi paralleelne töötlemine – kahe või enama toiminguga üheaegne sooritamine.

Ilmselgelt on see märksa kiirem kui meetod, mille puhul üks inimene igat punkti järgemööda kontrollima peab, eriti siis, kui kõne all on sadu punkte. Paralleelne töötlemine võib olla kordades kiirem ning muuta teostatavaks toimingud, mis muidu kõne allagi ei tuleks. Kuid siiski tuleb ka selle eest lõivu maksta. Paralleelne töötlemine vajab väga hoolikat juhtimist. Paralleelset töötlust kasutava tarkvara ja riistvara väljatöötamine on tavapärase tarkvara ja riistvara väljatöötamisest väga erinev.

Sammammulise järjestikuse töötamise ning paralleelse töötamise vahel on ka teisi kaugeleulatuvaid ning mõtlemapanevaid erinevusi. Inimene võib näiteks heita pilgu pildile, millel on täpiline loom lume taustal. Ta näeb täppe, näeb, et tegemist on koeraga, näeb must-val-

get värvigammat ja mõtleb kohe *dalmaatsia koera* peale, mis ongi õige vastus. Enamasti pole tarvis pilti isegi kuigi kaua uurida. Aju töötleb paralleelselt ja ühel ajal kõiki stiimuleid ning väljastab vähem kui sekundiga õige vastuse.

Arvuti aga ei saaks sellise ülesandega üldsegi mitte nii hästi hakkama. Juba algusest peale oleks sel raske aru saada, kas tegemist on pigem täppide kui triipudega või ehk on need lihtsalt suvalised värvilaigud.

Edasi tekiks arvutil raskusi adumisega, kus lõpeb loom ja kus algab lumi. Arvuti ei pruugi tegelikult üldse arugi saada, et tema ees on pilt loomast.

Ja isegi kui arvuti mõistaks, et tegemist on loomaga, oleks sel väga raske välja nuputada, kas tegemist on koera või hoopis kassi, hundi või sebraga.

See ei ärata just väga suurt lootust, et arvuti võiks lõpuks õige vastuseni jõuda.

Mustrite sobitamine võib olla elegantne ning tõhus probleemide lahendamise meetod. Meedikud rakendavad seda näiteks patsiendi löövet uurides. Arsti silmad haaravad visuaalset teavet – lööbe ulatus, värvus, kui palju kõrgemale ulatub lööve normaalsest nahapinnast – ja tema aju võtab kiiresti kokku kõik eelnevad korrad, mil ta on mõnd sarnast asja näinud. Nii paneb arst diagnoosi. Teadlane, kes töötab suure hulga visuaalsete andmetega – diagrammide, graafikute, tabelitega –, võib need läbi sirvida ning juba esimese pilguga tuvastada, millised andmed on tähtsad ja millised vähemtähtsad. Minus taastärkas uuenenud austus mustrite sobitamise vastu siis, kui mõistsin seoses omaenda tööga, et selle kasutamine võib tunduvalt aidata haarata visuaalseid andmeid. Hiljem räägime sellest pisut pikemalt, sest mustrite sobitamine mängib olulist rolli ka Voynichi käsikirja loos.

Kogu lugu inimese ja arvuti erisustest on muidugi märksa keerukam, kuid see on pealispinna all peidus olev peamine sõnum. Arvutid

on tugevad sammsammulises lahenduseseni jõudmises. Inimaju seadistus muudab meid osavaks hoopis milleski muus. Meie peas tegeleb informatsiooniga samal ajal tohutu hulk ajurakke: eri rakud või rakude grupid on kõik hõivatud ühe ülesande eri aspektidega. See on tõhus viis töödelda just sellist infot, mis ümbritseb meid kõikjal reaalses maailmas: korrapäratut, segast, ebatäielikku infot, mille puhul üks objekt on osaliselt teise varjus ning teine objekt paistab sellise nurga alt, mis on meie jaoks täiesti uus. Peale selle pole meil eriti palju aega, et otsustada, mida me täpselt näeme, sest üritame parasjagu ületada tiheda liiklusega tänavat ning ei soovi lõpetada järjekordse arvuna liiklusõnnetuste statistikas.

Aga kõigil neil plussidel ja miinustel on oma hind: need muudavad palju tõenäolisemaks selle, et sa teed vigu, kui kasutad sammsammulist arutluskäiku. Samuti muudab see märksa tõenäolisemaks, et teed sujuvalt mõne tõsise vea, kui määrad mustri valesti. See on teema, millega ma oma teel üha uuesti ja uuesti kokku puutusin, kui püüdsin inimlikes eksimustes selgust saada.