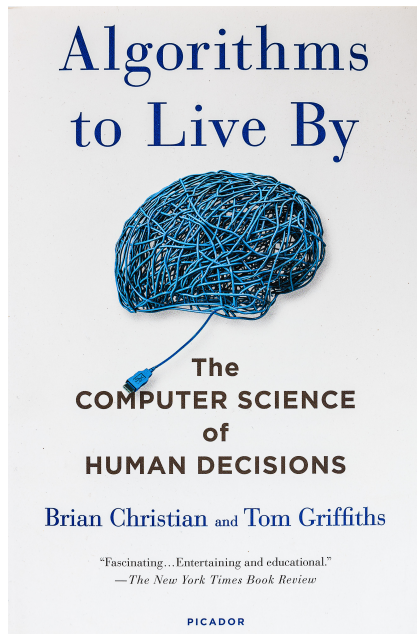


Brian Christian in Tom Griffiths, Algorithms to Live by, The Computer Science of Human Decisions, Picador, Henry Holt and Company, New York 2017, 351 str.

Prvi avtor je pisec poljudnoznanstvene literature (in tudi pesnik) z izobrazbo iz računalništva in filozofije. Je tudi gostujoči strokovnjak na kalifornijski univerzi v Berkeleyju. Drugi avtor je profesor psihologije in kognitivne znanosti na omenjeni univerzi. Vodi *Računalniški laboratorij za področje kognitivne znanosti*.

V knjigi ne boste našli matematičnih formul. Računalniški algoritmi so deloma razloženi, a na zelo poljuden način. Poudarek pa je predvsem na komentiranju teh algoritmov in povezavi z vsakdanjim življenjem ter odločanjem in organiziranjem na raznih nivojih družbe. Navedena je zgodovina algoritmov in na kratko so predstavljeni njihovi avtorji. Knjiga je lepo napisana in snovi je ogromno.

Prvo poglavje nosi naslov *Optimalna zaustavitev* in je eno od najbolj dostopnih in zanimivih. Ko je astronomu in matematiku Johannesu Keplerju leta 1611 umrla prva žena, je iskal novo in v izbor vzel enajst žensk. Četrta mu je bila privlačna, ker je bila visoka in atletske postave. Vendar je iskal naprej in naslednja, Susanna Reuttinger mu je bila zelo všeč, ker je bila mila in prijazna, marljiva in naklonjena Keplerjevim otrokom iz prvega zakona. Vendar je Kepler obiskal za vsak primer na hitro še preostale kandidatke. Na koncu se je vrnil k Suzani, ki je sprejela njegovo dvorjenje. Zakon je bil srečen in imela sta še šest otrok. Večkrat Keplerjeva metoda ne deluje dobro, ker že obravnavane priložnosti niso več na voljo. Kot pravi slovenski pregovor: *Priložnost zamujena ne vrne se nobena*. V tem primeru nima smisla pregledovati do konca, približno v skladu z rekom: *Kdor preveč (i)zbira, zbirk dobi*, se pravi, dobi tisto, česar drugi niso hoteli vzeti. Matematiki in računalnikarji so analizirali, kdaj se spleča zaustaviti iskanje pri raznih pogojih. Odločitev za prvo ponudbo večinoma ni pametna, razen če



obstaja objektivni kriterij, po katerem je očitno odlična. To razloži, zakaj recimo brezposelni pogosto ne želijo vzeti prve službe, ki je na voljo. Knjiga vsebuje veliko informacij o reševanju tovrstnih problemov.

Donald Shoup je profesor urbanega načrtovanja na znani kalifornijski univerzi UCLA. Znan je po raziskavah parkiranja. Njegov najpreprostejši recept je, da naj bo cena vsaj tako visoka, da je zmeraj na voljo kako mesto. Še bolje, zasedenost naj ne presega kakih 85 %. Sicer namreč vozniki izgubljajo čas s kroženjem in povzročajo zastoje in onesnaženje. San Francisco je po njegovih nasvetih uvedel cene parkiranja, ki rastejo s povpraševanjem.

V knjigi so še poglavja o *raziskovanju in izkoriščanju, sortiranju, predpomnilnikih, časovnem načrtovanju opravil, Bayesovem pravilu v statistiki*.

V poglavju o *pretiranem prilagajanju podatkom* imamo neko statistiko o zadovoljstvu z življenjem po n letih, preteklih od poroke ($n = 1, 2, \dots, 10$). Številska mera za zadovoljstvo v tej statistiki rahlo niha: dol – gor – dol – gor, z vrednostmi med približno 7,8 in 7,4. Podatke (deset točk) lahko aproksimiramo z rahlo padajočo linearno funkcijo časa t , merjenega v letih. Knjiga kaže tudi aproksimacijo s kvadratno funkcijo, čeprav se matematik za kaj takega ne bi odločil. Nazadnje knjiga skozi deset točk napelje interpolacijski polinom devete stopnje, ki daje povsem noro ekstrapolacijo za vrednosti $t > 11$. Že pri $t = 11$ naj bi zadovoljstvo padlo na vrednost pod 6! Zanimivo je, če podatkom dodamo nekoliko šuma. Simuliranih je deset takih različnih motenj. Na linearno aproksimacijo to vpliva minimalno. Pri kvadratni aproksimaciji se ekstrapolacije za $t > 12$ lahko že bolj in bolj razhajajo. Pri interpolacijskem polinomu devete stopnje pa šum lahko povzroči močne nihaje na intervalu $1 < t < 10$. Že tako čudno ekstrapolacijo pa vrže povsem iz tira. Tako naj bi pri $t = 11$ v treh primerih (od desetih naključno izbranih malih motenj začetnih podatkov) zadovoljstvo poskočilo na več kot 9, v štirih pa padlo na manj kot 6! Interpolacija s polinomi visokih stopenj je torej slabo pogojena. Kljub nekoliko nenavadni uporabljeni terminologiji so ti grafi v knjigi res zanimivi in odlična ilustracija nesmisla pretiranega prilagajanja podatkom. Menda je v ZDA v napovedovanju razširjenosti zadnje epidemije nekdo uporabil »kubični« model, ki je dal optimistične napovedi po želji oblasti.

Sledi poglavje o *relaksacijskih metodah*, s katerimi se lotevamo problema trgovskega potnika in podobnih nalog, pri katerih optimalna rešitev zahteva preveč računanja. Mimogrede, relaksacijo že dolgo poznajo fiziki, ki uporabljajo izraz »zanemarimo« ...

Poglavje *Slučajnost* razloži med drugim, kako se številnih težkih problemov lahko lotimo z metodo Monte Carlo.

Zanimiv pa je tudi vpliv slučajnosti na raziskovanje. Italijanski mikrobiolog Salvador Luria, ki je pred fašizmom pobegnil v ZDA, je leta 1943 opazoval kolega na igralnem avtomatu. Sam se je ukvarjal z vprašanjem, kako bakterije razvijejo odpornost proti bakteriofagom. Ali so, kot je sam verjel, zaradi slučajnih mutacij – kot so slučajni izidi hazardiranja – nekatere bakterije bolj odporne na te viruse? Takrat še dejavni lamarkisti so imeli drugačne teorije.

Zamislil si je poskus, ki sta ga izvedla s kolegom Maxom Delbrückom. Ločeno sta vzgajala več linij iste vrste bakterij in jih po več generacijah, ko so se genetsko že malce razlikovale, izpostavila bakteriofagom. Izkazalo se je, da je bil delež odpornih bakterij v različnih linijah različen. Slučajne mutacije in naravna selekcija uspešnih mutacij so torej tisto, kar privede do odpornosti. Slučajnost v tej zgodbi je dvojna: k odkritju je pomagalo slučajno opazovanje hazardiranja.

Oba mikrobiologa sta dobila, skupaj z Alfredom Hersheyjem, leta 1969 Nobelovo nagrado za fiziologijo ali medicino. Mimogrede, bakteriofagi zdaj postajajo spet zanimivi zaradi odpornosti bakterij na antibiotike. Bakteriofagi so izredno specializirani, posamezna vrsta navadno deluje le proti eni vrsti bakterij.

V poglavju o *mrežah* imamo razložen *eksponentni umik*, ki igra veliko vlogo pri konfliktih v komunikacijskih in računalniških omrežjih. Če recimo računalnik ne more doseči določene strani na medmrežju, večinoma ne bo poskušal znova v enakih časovnih razmikih. Prvič bo poskusil po času t , ob neuspehu čez $2t$, ob ponovnem neuspehu čez $4t$... Tako ne preobremenjujemo po nepotrebnem omrežja, saj je morda strežnik na drugi strani izpadel in traja dalj časa, da začne spet delovati. Tudi pri vnašanju gesla nekateri sistemi delujejo podobno in tako onemogočajo dolgo poskušanje nepooblaščenih. Pozabljivemu lastniku pa omogočijo, da najde geslo, ki ga je, upajmo, zabeležil na varnem mestu. Knjiga pravi, da tako lahko ravnamo tudi v odnosih s težavnimi prijatelji, ki ne pridejo na povabilo. S tem si prihranimo precej razočaranj, vendar ohranimo možnost ponovnega stika.

Na Havajih so uvedli podoben sistem za pogojno izpuščene kriminalce, odvisne od droge. Kazni za kršitve so vnaprej jasne, takojšnje in eksponentno naraščajo. Najprej dan zapora čez vikend, pri ponovitvi dva dni čez vikend ... Datumi testov za prisotnost mamil so slučajni. Na Havajih je

to imelo zelo dobre rezultate – veliko boljše od stare prakse dolgotrajnega gledanja skozi prste in nato drastičnih zapornih kazni.

Knjiga povleče tudi vzporednice med računalniškim komuniciranjem in lingvistiko. Pisca pravita, da so sredi dvajsetega stoletja v lingvistiki prevladovala teorije Noama Chomskega, ki so predpostavljale popoln, slovnično pravilen govor v celih stavkih. V šestdesetih in sedemdesetih letih so lingvisti ugotovili, da je to večinoma daleč od dejanskega stanja. Tudi računalniški strokovnjaki, ki se ukvarjajo s pretvarjanjem govora v pisno obliko, imajo probleme z nedokončanimi stavki.

Pogovor je zapletena stvar in bistvena je interakcija med osebama (osebami). Za govorca so zelo pomembni odzivi poslušalca (morda samo »ja«, »hm«, »aha«) in mimika obraza. Temu se prilagaja komunikacija. Računalniška omrežja prav tako sporočajo pošiljatelju, ali so poslani paketi podatkov prispeli. Če pa pripovedujemo zanimivo zgodbo in poslušalec začne gledati v telefon, bosta naša zgodba in še posebej njen zaključek postala klavrna. Vsi, ki smo kdaj predavali, vemo, da nezainteresiranost poslušalcev ubija voljo in poslabša kakovost prezentacije. (To seveda manj prizadene tiste, ki samo berejo ali projicirajo svoje zapiske.)

Zadnje poglavje je *Teorija iger*. Zanimivo je, da centralizirano optimiranje avtomobilskega prometa ni bistveno boljše od običajne anarhije, ko vsak želi priti čim prej na cilj in se ne ozira na druge. Prihranek na času naj bi bil največ 25 %.

Lepo je razložen v anglosaških debatah pogosto uporabljen izraz *žaloi-gra na gmajni*, angleško *tragedy of the commons*. Z njim je leta 1968 ekolog Garrett Hardin opisal stanje, ko skupni pašnik uporablja več kmetov. Vsak bi moral pasti le toliko živali, da bi ostalo dovolj trave za preostale. Človeška narava pa je taka, da pogosto posameznik pase več živali, kot bi smel. Kršenje pravil igre opravičuje z: »Meni pomeni veliko, za vsakega drugega udeleženca pa je nastali primanjkljaj majhen.« Če večina premišluje tako, je pašnik kmalu neuporaben.

Knjiga trdi, da je glavni razlog za to, da si številni Američani ne vzamejo dopusta ali le nekaj dni na leto, ta, da želijo pokazati lojalnost podjetju in tako napredovati ali vsaj ne izgubiti službe. Če večina premišluje tako, so tudi preostali praktično prisiljeni, da skoparijo z dopustom. In to kljub statistikam, ki kažejo, da dva ali trije tedni dopusta letno pomenijo boljše zdravje in daljše življenje. Podobno je s pridobivanjem in porabo fosilnih goriv. Pomaga lahko le zavezujoč dogovor ali sprememba pravil.

Navedimo še primer (ki ni iz knjige), ko je sprememba pravil skupaj z inovativnimi idejami odpravila posledice »žaloigre na gmajni«. Pretirana paša in posek sta v Sahelu savano marsikje spremenila v polpuščavo s posameznimi grmički. Avstralski agronom Tony Rinaudo je opazil, da ti grmički poganjajo iz korenin že pred leti ali celo desetletji posekanih dreves. V zameno za hrano, potrebno zaradi katastrofalne suše, so domači lastniki zemljišč po njegovih navodilih zredčili grmičke na le nekaj vej, ki so jih potem varovali in le izrezovali odvečne poganjke. Ključna je bila tudi sprememba pravil. Prepovedali so staro prakso, da si lahko posekal pri sosedu, če je zmanjkalo na tvojem. V nekaj letih so zrastle lepa drevesca. Ko je potreba po hrani izginila, so sicer številni svoja debla takoj požagali. Bolj daljnovidni, sprva v manjšini, pa so drevesa ohranjali in vzgajali nova, ker so v njihovi bližini bolj uspevale tudi druge poljedelske kulture. Neškodljivo obrezovanje drevesa da neprimerno več krme za živali, kot bi sekanje grmička, iz katerega je zrastle drevo. Sčasoma je dobra praksa dobivala vse več posnemovalcev. Rinaudo je iz Avstralije prinesel tudi akacije z užitnimi stroki, ki so se dobro obnesle. Tako so samo v državi Niger pogozdili 50 tisoč kvadratnih kilometrov, se pravi več kot za dve Sloveniji.

Mimogrede, francoski pisatelj Jean Giono je leta 1953 napisal čudovito knjižico *Mož, ki je sadil drevesa*. Opisuje samotarskega pastirja, ki s pogozdovanjem spremeni pokrajino. Prevedena je bila v številne jezike, tudi v slovenščino. Mnogi so prišli v Francijo, celo z drugega konca sveta zaradi te resnično zelo prepričljivo napisane zgodbe – in bili strašno razočarani ter večkrat jezni, ker je izmišljena.

Gornja afriška zgodba pa je resnična in mnogo mnogo večja, a še zdaleč ni deležna take popularnosti. Je pa Rinaudo leta 2018 za svoje več desetletno delo dobil *The Right Livelihood Award*. Ta nagrada je nastala po neuspešnem poskusu, da bi Nobelovo nagrado za ekonomijo dopolnili z nagrado za varstvo okolja in trajnostne rešitve.

V spletni trgovini *Amazon Marketplace* včasih najdemo noro visoke cene drugih ponudnikov za kak artikel, ki ni več v redni prodaji. Knjiga razloži, da je to navadno posledica računalniških algoritmov. V enem primeru je program nekega ponudnika avtomatično postavil ceno, ki je bila 99,8 odstotka cene drugega ponudnika. Program drugega pa je nato ceno nastavil na 127 odstotkov cene prvega. Očitno je ponudnik poznal algoritem prvega in vedel, da lahko tako tudi konkurentovo ceno potisne v višave. Verjetno je tudi upal, da ima prvi ponudnik na zalogi samo en kos. Kaj se zgodi po

več ponovitvah teh algoritmov, če ne prvi ne drugi nimata vgrajene kake varovalke, si ni težko predstavljati. Eksponentna rast je zelo hitra. V danem primeru je cena starega učbenika razvojne biologije zrasla na dobrih 23 milijonov dolarjev (plus 3,99 dolarja za poštnino).

Velike anomalije lahko nastanejo tudi pri dražbah in so zato neizčrpna tema nekaterih televizijskih serij.

Knjiga dela reklamo za sistem, ki ga je uvedel ekonomist William Vickrey, dobitnik Nobelove nagrade. Udeleženci dražbe oddajo zaprte ponudbe. Zmaga tisti, ki je ponudil največ. Plačati pa mora toliko, kot je bila druga najvišja ponudba. To naj bi pomagalo k bolj realnim cenam.

Knjiga pravi, da je ugibanje o namerah drugih in ustrezno izbiranje strategije zelo naporno in večkrat vodi k plazu slabih odločitev. To se recimo kaže v nastanku in poku finančnih balonov. Številni investitorji so namreč pripravljeni plačati za delnice malo manj, kot ocenjujejo, da bodo v bližnji prihodnosti pripravljeni plačati drugi na borzi. Realna vrednost podjetij je večkrat v drugem planu ali pa sploh ni upoštevana. Množično špekuliranje se včasih izkaže kot kolektivna zabloda. (Eden izmed najhujših primerov katastrofalnih odzivov na domnevne namere in nato poteze nasprotnika je nenadzorovana eskalacija, ki je privedla do prve svetovne vojne.)

Na koncu imamo nekaj zaključkov. Določene optimizacije so pretežke celo za računalnike. Zato bodimo zadovoljni z »dovolj dobrimi« rešitvami. Knjiga pravi, da si ne želimo preveč preišljevanja. Pisca sta želela intervjuje z mnogimi strokovnjaki in ugotovila, da lažje prideta do njih, če začneta z vprašanjem: »Ali imate čas naslednji torek med 12. in 13. uro«, kot z »Kdaj naslednji teden bi imeli čas?« Bodimo »kognitivno prijazni« in ne povzročajmo stanj, v katerih morajo drugi ugibati o naših željah in namerah. Vljudno povejmo, kaj bi si sami želeli. Za skupni izlet ali druženje predlagajmo le nekaj možnosti. Morda to ni »fino vedenje«, je pa za vse lažje in bolj produktivno.

Navedli smo le nekaj bolj dostopnih in manj tehničnih zgodb te vsebinsko bogate knjige. Samo besedilo se konča na strani 262. Nato imamo še obsežne *Opombe* z referencami in bibliografijo.

Peter Legiša