

EDICIJA  
**#NETOPIJA**

1. BEZ SKROVIŠTA – *Edvard Snouden, NSA i američka država nadzora*, Glen Grinvald
2. DEEP WEB – *Mračna strana interneta*, Anonimus
3. SILICIJUMSKA DOLINA, Kristof Keze
4. DARKNET – *U digitalnom podzemlju*, Džejmi Bartlet
5. HAKER, TROL, UZBUNJIVAČ, ŠPIJUN: *Mnoga lica Anonimusa*, Gabrijela Kolman
6. ZLOČINI BUDUĆNOSTI, Mark Gudmen
7. ILON MASK: *Tesla, SpaceX i potraga za fantastičnom budućnošću*, Ešli Vens
8. DIGITALNO ZLATO, Natanijel Poper
9. SAJBERPSIHOLOGIJA, Katarina Kacer
10. ZDRAVO, SVETE!, Hana Fraj

Hana Fraj

**ZDRAVO,  
SVETE**

Kako  
biti human u doba  
mašina

Preveo  
Goran Skrobonja

**Laguna**

Naslov originala

Hannah Fry

HELLO WORLD

Copyright © Hannah Fry Limited 2018

All rights reserved.

Translation copyright © 2019 za srpsko izdanje, LAGUNA



Kupovinom knjige sa FSC oznakom pomažete razvoj projekta odgovornog korišćenja šumskih resursa širom sveta.

NC-COC-016937, NC-CW-016937, FSC-C007782

© 1996 Forest Stewardship Council A.C.

*Za Mari Fraj.*

*Hvala ti što nikad nisi „ne“ prihvatila kao odgovor.*



# Sadržaj

<i>Napomena o naslovu</i> . . . . .	9
Uvod . . . . .	13
<b>Moć</b> . . . . .	17
<b>Podaci</b> . . . . .	39
<b>Pravosuđe</b> . . . . .	65
<b>Medicina</b> . . . . .	98
<b>Automobili</b> . . . . .	136
<b>Zločin</b> . . . . .	168
<b>Umetnost</b> . . . . .	205
Zaključak . . . . .	229
<i>Izjave zahvalnosti</i> . . . . .	237
<i>Izvori fotografija</i> . . . . .	241
<i>Napomene</i> . . . . .	243
<i>O autorki</i> . . . . .	291



## Napomena o naslovu

**K**ad sam imala sedam godina, tata je meni i mojim sestrama doneo poklon. Bio je to ZX spektrum, mali osmобitni računar – to je bio naš prvi kompjuter. U vreme kada je stigao u našu kuću, već je zastareo dobrih pet godina, ali iako je bio polovan, istog trena sam pomislila kako u toj malenoj mašini ima nečег veličanstvenog. Spektrum je bio otprilike ravan komodoru 64 (premda su taj imala samo veoma imućna deca iz komšiluka), ali ja sam ga oduvek smatrala mnogo lepšom zverkom. Elegantno crno plastično kućište moglo je da vam stane u šake, a bilo je nečег prisnog u sivim gumenim tasterima i dijagonalnoj traci u bojama duge u uglu.

Za mene je prispeće tog ZX spektruma obeležilo početak nezaboravnog leta koje sam provela u potkrovlju sa starijom sestrom; tamo smo jedna drugoj programirale igru „vešala“, ili kodiranjem crtale jednostavne geometrijske figure. Ipak, sve one „napredne“ stvari usledile su kasnije. Morale smo najpre da ovladamo osnovama.

Dok sada razmišljam o tome, ne mogu tačno da se setim kada sam napisala svoj prvi računarski program, ali prilično



sam sigurna da znam šta je to bilo. Posredi je isti onaj jednostavni program kojem sam podučavala sve svoje studente na Univerzitetском koledžu u Londonu; isti onaj koji ćete pronaći na prvoj stranici praktično svakog udžbenika iz uvoda u informatiku. Jer među svima onima koji su ikada naučili da programiraju postoji tradicija – gotovo ritualna inicijacija. Kad ste novajlija, prvi vam je zadatak da programirate računar tako da na ekranu prikaže čuvenu frazu:

„ZDRAVO, SVETE“

To je tradicija koja potiče još iz sedamdesetih godina dvadesetog veka, kad ju je Brajan Kernigan uključio kao lekciju u svoj fenomenalno popularni udžbenik iz programiranja.<sup>1</sup> Ta knjiga – pa tako i fraza – obeležila je važnu tačku u istoriji računara. Mikroprocesor tek što je stupio na scenu, najavivši prelazak računara sa onoga što su bili u prošlosti – ogromne mašine za specijaliste, programirane izbušenim karticama i papirnom trakom – u nešto više nalik na personalne kompjutere na kakve smo navikli, sa ekranom, tastaturom i treperavim kursorom. „Zdravo, svete“ je došlo u prvom trenutku kad je ćaskanje sa vašim računarom postalo moguće.

Godinama potom Brajan Kernigan je ispričao novinaru iz *Forbsa* koji ga je intervjuisao kako je dobio nadahnuće za tu frazu. Video je karikaturu sa jajetom i tek ispilelo pile koje pijuće reči „Zdravo, svete!“ posle svog rođenja, i to mu se urezalo u pamćenje.

Nije sasvim jasno ko bi u tom scenariju trebalo da bude pile: mlado i zdravo ljudsko biće koje trijumfalno objavljuje svoj smeli dolazak u svet programiranja? Ili sâm kompjuter, koji se budi iz svakodnevnog sna o proračunskim tabelama i tekstualnim dokumentima, spreman da um poveže

---

sa stvarnim svetom i postupa po volji svog novog gospodara? Možda oboje. Ali to je svakako fraza koja ujedinjuje sve programere i povezuje ih sa svakom mašinom koja je ikada bila programirana.

Postoji još nešto što mi se dopada u vezi s tim izrazom – nešto što nikada nije bilo toliko relevantno ili važno kao sada. Kako kompjuterski algoritmi sve više kontrolišu našu budućnost i odlučuju o njoj, „Zdravo, svete“ podseća na trenutak dijaloga između čoveka i mašine. Na trenutak kada je granica između kontrolora i kontrolisanog praktično neprijetna. To obeležava početak partnerstva – zajedničkog putovanja punog mogućnosti, u kojem jedan ne može postojati bez drugog.

U doba mašina, to je sentiment koji valja imati na umu.



## Uvod

**K**o god je ikad posetio Džouns Bič na Long Ajlendu u državi Njujork svakako je vozio ispod niza nadvožnjaka na putu prema okeanu. Ti nadvožnjaci, prevashodno podignuti tako da zadrže ljude u izlasku i silasku s auto-puta, osobeni su zbog jedne neobične karakteristike. Dok se blago izvijaju iznad saobraćaja, više izuzetno nisko, tako da je povremeno od asfalta do njih visina manja od tri metra.

Postoji razlog za taj čudan dizajn. U dvadesetim godinama dvadesetog veka Robert Mozes, moćni njujorški urbanista, namerio je da svoj tek dovršeni, nagrađivani državni park u Džouns Biču održi kao zabran za bele i bogate Amerikance. Znajući da će ta njegova poželjna klijentela putovati na plažu svojim privatnim automobilima, dok će oni iz siromašnih crnačkih kvartova tamo stizati autobusom, on je namerno pokušao da ograniči pristup podigavši stotine niskih nadvožnjaka duž auto-puta. Previše niskih da ispod njih prolaze autobusi visoki tri i po metra.<sup>1</sup>

---

Rasistički nadvožnjaci nisu jedini beživotni predmeti koji su tiho i prikriveno kontrolisali ljude. Istorija je puna primera sa objektima i izumima sa snagom koja je nadilazila njihovu prvobitnu namenu.<sup>2</sup> Ponekad je to bilo hotimično i zlonamerno uvršteno u njihovo projektovanje, ali u drugim slučajevima bio je to rezultat nesmotrenih omaški: pomislite samo na nedostatak pristupa za invalidska kolica u nekim urbanim oblastima. Povremeno je to nenamerna posledica, kao kad su posredi mehanizovani razboji iz devetnaestog veka. Oni su bili projektovani tako da olakšaju izradu komplikovanih tekstila, ali su na kraju, zbog uticaja na nadnice, nezaposlenost i uslove rada, jamačno postali veći tirani od svakog viktorijanskog kapitaliste.

Moderni izumi nisu nimalo drugačiji. Samo pitajte stanovnike Skantorpa na severu Engleske, koji su sprečeni da otvore AOL naloge pošto je internetski džin uveo novi filter za prostote koji je blokirao naziv njihovog grada.<sup>3\*</sup> Ili Čukvumeku Afigba, Nigerijca koji je otkrio da automatski dozator sapuna za ruke savršeno ispušta sapun kad god njegov beloputi prijatelj stavi šaku ispod mašine, ali odbija da prepozna njegovu tamniju kožu.<sup>4</sup> Ili Marka Zakerberga, koji, dok je 2004. pisao kôd za *Fejsbuk* u svojoj sobi u domu na Harvardu, nikako nije mogao zamisliti da će njegova tvorevina biti optužena za manipulisanje glasanjem u izborima širom sveta.

Iza svih tih izuma stoji algoritam. Nevidljivi delovi kôda koji čine osnovni mehanizam modernog mašinskog doba, algoritmi su podarili svetu sve, od statusa na društvenim mrežama do programa za pretraživanje, od satelitske navigacije do sistema za muzičke preporuke, i podjednako čine deo naše savremene infrastrukture kao nekada mostovi, zgrade

---

\* Engl.: *Scunthorpe* – sadrži niz slova *cunt* – pizda. (Prim. prev.)

---

i fabrike. Oni su u našim bolnicama, sudnicama i automobilima. Koriste ih policijske snage, supermarketi i filmski studiji. Oni su saznali šta volimo, a šta ne; oni nam govore šta da gledamo, šta da čitamo i s kim da se zabavljamo. I sve to vreme oni imaju skrivenu moć da polako i suptilno menjaju pravila o onome što čini ljudsko biće.

U ovoj knjizi ćemo otkriti ogromno mnoštvo algoritama na koje se sve više, ali možda i ne znajući to, oslanjamo. Obratićemo pažnju na ono što oni zahtevaju, ispitati njihovu neproglašenu moć i suočiti se sa neodgovorenim pitanjima koja postavljaju. Susrešćemo se sa algoritmima koje koristi policija kako bi zaključila koga treba uhapsiti, što nas primorava da biramo između zaštite žrtava zločina i nevinosti optuženih. Susrešćemo se sa algoritmima koje koriste sudije da bi doneli presude okrivljenim zločincima, i to od nas zahteva da odlučimo kako želimo da nam izgleda pravosudni sistem. Pronaći ćemo algoritme koje koriste lekari kako bi ovi prevagnuli nad njihovim sopstvenim dijagnozama; algoritme u kolima bez vozača koji insistiraju da definišemo sopstvenu moralnost; algoritme koji odlučuju o tome kako ćemo iskazati emocije; i algoritme dovoljno moćne da podriju našu demokratiju.

Ne želim da kažem da su algoritmi sami po sebi loši. Kao što ćete videti na ovim stranicama, postoji mnogo razloga da budemo pozitivni i optimistični u pogledu onoga što nas čeka. Nijedan objekt ili algoritam nikad sam po sebi nije dobar ili zao. Važno je to kako se oni koriste. GPS je smišljen kako bi lansirao nuklearne projekte, a sada pomaže pri isporuci pica. Pop muzika koja se uzastopno pušta trebalo je da bude sredstvo za mučenje. I koliko god lep bio cvetni venac, ukoliko to baš poželim, mogla bih njime da vas zadavim. Formiranje mišljenja o algoritmu podrazumeva shvatanje

odnosa između ljudskog bića i mašine. Svaka mašina neodvojivo je povezana s ljudima koji su je napravili i koji je koriste.

To znači da je, u suštini, ovo knjiga o ljudskim bićima. Ona govori o tome ko smo, kuda idemo, šta nam je važno i kako se to menja kroz tehnologiju. Ona govori o našem odnosu sa algoritmima koji već postoje, sa onima koji rade kraj nas, pojačavaju naše sposobnosti, koriguju naše greške, rešavaju naše probleme i usput stvaraju nove.

Ona govori o pitanju da li neki algoritam našem društvu donosi konkretnu korist. O tome kada treba da se pouzdate u mašinu pre nego u sopstveni sud, a kada treba da se oduprete tome da mašinama prepustite kontrolu. Ona govori o otvaranju algoritama i pronalaženju njihovih ograničenja; i o pomnom zagledanju nas samih kako bismo pronašli sopstvena. O razdvajanju škodljivosti od dobrobiti i odlučivanju o tome u kakvom svetu želimo da živimo.

Jer budućnost se ne dešava sama od sebe. Mi je stvaramo.

# Moć

**G**ari Kasparov je tačno znao kako da zaplaši protivnike. Sa svoje 34 godine, bio je najbolji šahista koga je svet ikada video, a reputacija mu je bila dovoljno zastrašujuća da se svaki suparnik unervozi. Čak i tako, znao je jedan posebno užasavajući trik od kojeg su njegovi protivnici strepeli. Dok su sedeli, preznojavajući se u verovatno najtežoj partiji svog života, Rus bi nehajno uzeo svoj ručni sat sa mesta gde je ovaj ležao kraj šahovske table, i vratio ga na ruku. Bio je to signal koji su svi umeli da prepoznaju – značilo je to da je Kasparovu dosadilo da se poigrava s protivnikom. Sat je bio znak da je došlo vreme da njegov rival preda partiju. Oni su mogli to da odbiju, ali u svakom slučaju Kasparovljeva pobjeda ubrzo je bila neizbežna.<sup>1</sup>

Ali kada se IBM-ov Dip blu (*Deep Blue* – Duboki plavi) suočio s Kasparovom u slavnim dvoboju u maju 1997, mašina je bila imuna na takvu taktiku. Ishod meča je dobro poznat, ali za priču koja stoji iza toga kako je Dip blu obezbedio



pobedu manje se zna. Ta simbolična pobeda mašine nad čovekom, koja je u mnogo čemu obeležila početak doba algoritma, nije se mogla svesti samo na sirovu računarsku snagu. Da bi pobedio Kasparova, Dip blu je morao da ga shvati ne samo kao veoma efikasan procesor briljantnih šahovskih poteza već i kao ljudsko biće.

Za početak, IBM-ovi inženjeri su doneli oštromnu odluku da Dip blu projektuju tako da izgleda nesigurniji nego što je bio. Za vreme tog zloglasnog obračuna u šest partija, mašina se s vremena na vreme uzdržavala od objavljivanja svog poteza po završetku kalkulacije, ponekad i nekoliko minuta. Sa Kasparovljevog kraja stola, zahvaljujući tom oklevanju, izgledalo je da se mašina muči, da obavlja sve više i više proračuna. Činilo se da to potvrđuje ono što je Kasparov mislio da zna; da je uspešno partiju odveo do pozicije u kojoj je broj mogućnosti toliko nezamislivo velik da Dip blu ne može da donese razboritu odluku.<sup>2</sup> U stvarnosti, međutim, ovaj je dokono sedeo, znajući tačno šta će da odigra, i samo puštao da sat otkucava. Bio je to zloban trik, ali je upalio. Već u prvoj partiji meča Kasparovu je pažnju počelo da odvrća nagađanje o tome koliko bi mašina mogla da bude sposobna.<sup>3</sup>

Iako je Kasparov dobio prvu partiju, u drugoj mu se Dip blu zaista zavukao u glavu. Kasparov je pokušao da namami kompjuter u zamku, žrtvujući mu neke figure, dok se u isto vreme pripremao – nekoliko poteza unapred – da oslobodi svoju kraljicu i krene u napad.<sup>4</sup> Svi šahovski stručnjaci koji su to posmatrali očekivali su da kompjuter proguta mamac, kao i sam Kasparov. Ali nekako, Dip blu je nanjušio podvalu. Na Kasparovljevo zaprepašćenje, računar je shvatio šta velemajstor smera i krenuo da mu blokira kraljicu, upropastivši sve izgleda da čovek pobedi.<sup>5</sup>

---

Kasparov je bio vidno užasnut. Njegova pogrešna procena o tome za šta je kompjuter sposoban izbacila ga je iz ravnoteže. U jednom intervjuu, nekoliko dana posle meča, on je rekao da je Dip blu „načas zaigrao kao bog“.<sup>6</sup> Mnogo godina kasnije, dok se prisećao kako se u tim trenucima osećao, napisao je da je „počinio grešku pretpostavivši da su potezi koji bi za računar bili iznenađujući istovremeno objektivno jaki potezi“.<sup>7</sup> Kako god bilo, genije algoritma je trijumfovao. Njegovo poimanje ljudskog uma i ljudskih nedostataka dovelo je do napada i poraza isuviše ljudskog genija.

Obeshrabren, Kasparov je predao drugu partiju umesto da se bori za remi. Od tog trenutka njegovo samopouzdanje počelo je da se kruni. Treća, četvrta i peta partija završile su se remijem. U šestoj partiji Kasparov je bio slomljen. Meč se okončao rezultatom: Dip blu 3½, Kasparov 2½.

Bio je to neobičan poraz. Kasparov je bio više nego sposoban da se izvuče iz tih pozicija na tabli, ali je potcenio sposobnost algoritma i potom dopustio da ga ovaj preplaši. „Bio sam previše zadivljen načinom na koji je Dip blu igrao“, napisao je on 2017. dok je razmišljao o tom meču. „Toliko sam se zabrinuo zbog onoga za šta bi mogao da bude sposoban da sam zaboravio kako moji problemi pre proističu iz moje loše nego iz njegove dobre igre.“<sup>8</sup>

Kao što ćemo iznova i iznova videti u ovoj knjizi, očekivanja su važna. Priča kako je Dip blu pobedio velemajstora pokazuje da moć jednog algoritma nije ograničena na ono što se nalazi u redovima njegovog koda. Poimanje naših sopstvenih mana i slabosti – kao i onih koje karakterišu mašinu – ključno je za zadržavanje kontrole.

Ali ako neko kao Kasparov nije to uspeo da shvati, kakva nada preostaje nama ostalima? Na ovim stranicama ćemo videti kako su se algoritmi uvukli praktično u svaki vid

modernog života – od zdravstvene nege i zločina, preko transporta do politike. Usput, nekako smo uspeli da ih istovremeno nipodaštavamo, strahujemo od njih i ostajemo zadivljeni njihovim sposobnostima. Krajnji rezultat je to da nemamo pojma koliko im zaista moći prepuštamo, ili jesmo li dopustili da sve ode predaleko.

### **Povratak na osnove**

Pre nego što pređemo na sve to, možda вреди nakratko zastati da se zapitamo šta „algoritam“ zapravo znači. To je termin koji, premda se često koristi, rutinski prenosi premalo stvarnih informacija. To je delom zato što je sama reč prilično nejasna. Zvanično, ona se definiše na sledeći način:<sup>9</sup>

*algoritam* (imenica): Postupak korak po korak za rešavanje problema ili postizanje nekog cilja, posebno kada to čini kompjuter.

I to je to. Algoritam je jednostavno niz logičnih instrukcija koji pokazuje, od početka do kraja, kako izvršiti neki zadatak. Po toj širokoj definiciji, i recept za tortu se može podvesti pod algoritam. Isto važi i za spisak uputstava koja možete dati nekom izgubljenom strancu. *Ikeini* priručnici, *Jutjubova* uputstva za rešavanje problema sa video-snimcima, čak i knjige o samopomoći – teorijski, svaka samostalna lista uputstava za postizanje konkretnog, definisanog cilja može se opisati kao algoritam.

Ali taj termin se ne koristi baš tako. Obično se algoritmi odnose na nešto malo specifičnije. I dalje se oni svode na spisak instrukcija korak po korak, ali ovi algoritmi su gotovo uvek matematički objekti. Oni uzimaju sekvencu

---

matematičkih operacija – primenom jednačina, aritmetike, algebre, infinitezimalnog računa, logike i verovatnoće – i prevode ih u kompjuterski kôd. Popunjavaju se podacima iz stvarnog sveta, dobijaju cilj i počinju da rade proračune kako bi taj cilj postigli. Oni informatiku čine stvarnom naukom, a pritom su doprineli nastanku većine čudesnih modernih mašinskih dostignuća.

Postoji gotovo bezbroj različitih algoritama. Svaki ima sopstvene ciljeve, sopstveni jedinstveni karakter, sopstvene pametne cake i nedostatke, i ne postoji konsenzus o tome kako bi ih najbolje bilo grupisati. Ali u najširem smislu, može biti korisno da se o zadacima u stvarnom svetu koje oni treba da postignu razmišlja u četiri glavne kategorije:<sup>10</sup>

*Određivanje prioriteta: stvaranje uređene liste*

Pretraživač *Gugl* predviđa stranicu koju tražite rangirajući rezultate. *Netfliks* vam sugeriše filmove koje biste sledeće možda želeli da pogledate. *Tom Tom* bira najbržu trasu za vas. Svi oni koriste matematički proces kako bi uredili ogromnu količinu mogućih izbora. *Dip blu* je takođe u suštini bio algoritam za određivanje prioriteta, jer je razmatrao sve moguće poteze na šahovskoj tabli i proračunavao onaj koji će doneti najbolje izgleda za pobedu.

*Klasifikacija: izbor kategorije*

Čim sam prešla dvadeset petu godinu, na *Fejsbuku* su počele da me bombarduju reklame za dijamantno prstenje. A kad sam se konačno udala, po internetu su me proganjale reklame za testove za trudnoću. Za te male gnjavaže mogla sam da zahvalim klasifikacionim algoritmima. Ti algoritmi, koje oglašivači toliko

vole, rade iza kulisa i klasifikuju vas kao nekoga zainteresovanog za te stvari na osnovu vaših osobina. (A mogu biti i u pravu, premda je i dalje gnjavaža kad vam reklame za utvrđivače plodnosti iskoče na laptopu usred nekog sastanka.)

Postoje algoritmi koji automatski mogu da klasifikuju i uklone neprikladnu sadržinu na *Jutjubu*, algoritmi koji će umesto vas obeležiti vaše fotografije sa godišnjeg odmora, i algoritmi koji mogu da vam skeniraju rukopis i klasifikuju svaku oznaku na stranici kao slovo abecede.

#### *Asocijacija: pronalaženje veza*

Asocijacija se odnosi na pronalaženje i obeležavanje veza između različitih stvari. Algoritmi za pronalaženje ljubavnog partnera kao što je *OK Kupid* u svom jezgru imaju asocijaciju, jer tragaju za vezama između članova i predlažu poklapanja na osnovu onoga što pronađu. *Amazonov* modul za preporuke koristi sličnu zamisao, spajajući vaša interesovanja sa interesovanjima ranijih korisnika. To je dovelo do intrigantne sugestije za kupovinu s kojom se suočio korisnik *Redita* po imenu Kerbobotat pošto je na *Amazonu* kupio palicu za bejzbol: „Možda bi vas interesovala ova fantomka?“<sup>11</sup>

#### *Filtriranje: izolovanje onog što je važno*

Algoritmi često moraju da odstrane neke informacije kako bi se fokusirali na ono što je važno, kako bi razdvojili signal od opšteg šuma. Povremeno to čine bukvalno: algoritmi za prepoznavanje govora, poput onih koje koriste Siri, Aleksa i Kortana, moraju najpre da filtriraju vaš glas iz pozadinske buke pre nego

---

što prionu na posao dešifrovanja onoga što govorite. Ponekad to čine figurativno: *Fejsbuk* i *Tviter* filtriraju priče povezane s vašim poznatim interesovanjima kako bi dizajnirali vaš lični, personalizovani sadržaj.

Algoritmi su ogromnom većinom sazđani tako da izvode kombinaciju gore navedenog. Na primer, *Uber pul*, koji pronalazi poklapanja između potencijalnih putnika i drugih koji se kreću u istom smeru. S obzirom na tačku vašeg polaska i prispeća, on mora da filtrira moguće trase koje bi vas dovele do kuće, traga za vezama sa drugim korisnicima koji su se zaputili u istom smeru, i odabere grupu kojoj će vas dodeliti – sve to dok iznalazi prioritete za trase s najmanje skretanja za vozača, kako bi vožnja bila što efikasnija.<sup>12</sup>

Dakle, to je ono što algoritmi mogu da rade. E sad, kako im to uspeva? Pa, opet, iako su mogućnosti praktično beskrajne, postoji način da se stvari destiluju. Možete zamisliti pristup koji algoritmi koriste tako da uopšteno spada u jednu od dve ključne paradigme, a sa obe ćemo se susresti u ovoj knjizi.

#### *Algoritmi zasnovani na pravilima*

Prvi tip algoritama se zasniva na pravilima. Njihova uputstva konstruiše ljudsko biće i ona su direktna i nedvosmislena. Možete zamislite te algoritme kao da pratite logiku recepta za tortu. Prvi korak: uradite ovo. Drugi korak: ako je ovo, onda je ono. To ne znači da su ovi algoritmi jednostavni – ima mnogo prostora da se izrade moćni programi u okviru ove paradigme.

#### *Algoritmi mašinskog učenja*

Drugi tip je inspirisan načinom na koji uče živa bića. Kao analogiju, pomislite na to da podučavate psa da

vam da šapu. Ne morate da napravite precizan spisak uputstava i prenesete ga psu. Kao treneru, potreban vam je u glavi samo jasan cilj odnosno ono što želite da pas uradi, i neki način da ga nagradite kad postupi kako treba. To se svodi na podsticanje dobrog ponašanja, prenebregavanje lošeg, i davanje psu dovoljno prakse da ustanovi sam šta treba da čini. Algoritamski ekvivalent poznat je kao *algoritam mašinskog učenja*, koji se podvodi pod široki kišobran *veštačke inteligencije* ili *AI*.<sup>\*</sup> Mašini date podatke, cilj i povratnu reakciju kad je ona na dobrom putu – i ostavite je da pronade najbolji način da cilj na kraju i postigne.

Oba ova tipa imaju svoje argumente i za i protiv. Pošto algoritmi zasnovani na pravilima sadrže uputstva koja su napisali ljudi, njih je lako shvatiti. U teoriji, svako može da ih otvori i sledi logiku onoga što se dešava unutra.<sup>13</sup> Ali taj njihov blagoslov ujedno je i kletva. Algoritmi zasnovani na pravilima deluju samo za probleme za čije rešavanje ljudska bića umeju da napišu instrukcije.

Nasuprot tome, algoritmi mašinskog učenja nedavno su se veoma dobro pokazali u savladavanju problema za čije rešavanje ne vredi pisati listu uputstava. Oni mogu da prepoznaju objekte na slikama, razumeju reči dok ih izgovaramo i prevode s jednog jezika na drugi – a to je ono sa čim su se algoritmi zasnovani na pravilima oduvek mučili. Loša strana je to da ukoliko prepustite mašini da sama pronade rešenje, put kojim ona do njega dođe često nema mnogo smisla za ljudskog posmatrača. Unutrašnja struktura može predstavljati pravu misteriju, čak i za najpametnije žive programere.

---

<sup>\*</sup> Od engl. *Artificial Intelligence*. (Prim. prev.)