



Četrdeset

U mnogim kulturama i danas četrdeset godina predstavlja prag zrelosti, onu starost koja je neophodna da bi se obavljali poslovi koji zahtevaju iskustvo i, između ostalog, inteligenciju koja se ne može osvojiti sa manje godina. Tako, sa istom idejom, četrdeset godina prepoznaju jednako i Kuran i američki Ustav. U biblijskoj tradiciji, četrdeset godina se često sreće kao životni vek ili pak period vladavine više judejskih kraljeva. Međutim, četrdeset godina se u ovom kontekstu nikad nije odnosilo na tačan vremenski period, već je zapravo označavalo jednu generaciju. tako Jevreji kroz pustinju putuju četrdeset godina do Obećane zemlje, što zapravo označava vreme potrebno da među izbeglicama iz Egipta stasa jedna nova generacija. U međuvremenu, njihov vođa Mojsije u tri navrata provodi na planini Sinaj periode od po četrdeset dana, tokom kojih razgovara sa Bogom. Biblijski pripovedač, odnosno pripovedači, u toj tradiciji sa tih četrdeset dana misle na period potreban da se neko

prilagodi. Na isti način, u islamskoj tradiciji, prorok Muhamed četrdeset dana provodi u pećini, kao što u novozavetnoj priči Isus Hrist četrdeset dana boravi u pustinji. Sa druge strane, po istoj brojevnoj šifri, nakon vaskrsenja, Hrist boravi na zemlji četrdeset dana pre uznesenja, što je u hrišćanskoj praksi otvorilo brojne tradicije, od dužine uskršnjeg posta, do verovanja u četrdeset dana koliko mrtvi borave na zemlji pre odlaska na drugi svet. Igom slučaja, trudnoća kod ljudske vrste traje četrdeset nedelja, a sa druge strane, danas u većini zemalja, radna sedmica broji upravo četrdeset sati. U jednoj od najstarijih priča koja se javlja u gotovo svakoj antičkoj kulturi, uoči velikog potopa kiša neprekidno pada četrdeset dana. A to zapravo znači mnogo, ali ne previše, onoliko koliko je dovoljno da bude zrelo. Ili pak, onoliko koliko je neophodno za razumevanje. Jer, kao što se kaže u arapskoj poslovice, da bi ljude razumeo, moraš provesti sa njima četrdeset dana.

S. B.

Majmuni koji vode

PIŠE: SLOBODAN BUBNJEVIĆ



► PRE 3,5 MILIONA G.

Nakon miliona godina promena, u Africi dolazi do iznenadnog "skoka" u evoluciji primata. Kod pojedinih kominina, niskih četvoronožnih majmuna koji žive u društvenim zajednicama, sve češće se javlja naizgled bezazlena mutacija na genu SRGAP2. No, ona dovodi do ogromne promene u strukturi mozga novih majmunolikih primata. Tako nastaje vrsta *australopithecus afarensis* čije jedinke imaju veći mozak, oči na većoj visini, brže pokrete i sposobne su da čine nešto što na takav način ne može nijedna druga životinja – da hodaju na dve noge.



► PRE 2,5 MILIONA G.

Duplirani gen SRGAP2 se ponovo udvostručava i nastaje još jedna mutacija. Zahvaljujući njoj, mozgovu australopiteku sa postaju veći i sa mnogo dužim sinapsama – praktično sposobni da zaista misle. Nastaju prve vrste roda *homo*. Prvi među njima, *homo habilis*, ima dovoljno razuma da počinje da pravi i koristi alatke od kamena. Upotreba alata razvija inteligenciju, onako kako mozak od početnih 600 kubnih centimetara zapremine kod *habilisa* postaje sve veći i raste do 1500 kod neandertalca.



► PRE 1,5 MILIONA G.

Pokazuje se da se vrste sa sve većim mozgom mnogo bolje prilagođavaju okruženju i rod *homo* polako evoluiru u brojne sve inteligentnije vrste. Dalje genetičke promene dovode do nastanka vrste *homo erectus*, koja nastanjuje Aziju. Uporedo sa njom se razvija vrlo slična, ako ne i ista, kao afrički *homo ergaster*. Pripadnici ovih vrsta poseduju mozak dovoljno razvijen i dovoljno veliki da savladaju razne nove veštine. Jedna od njih je nesumnjivo – vatra. Uporedo sa osvajanjem ove bazične tehnologije, erektusi znatno bolje komuniciraju jedni sa drugima i žive u lovačkim zajednicama. Do toga dolazi upravo zahvaljujući veličini mozga – zbog prevelike lobanje, mladunci su kod ovih vrsta dugo nesposobni da se kreću i brinu o sebi. Zato prva plemena dugo ostaju na istom mestu i dok se ženke staraju o nejakim mladuncima, mužjaci odlaze u potragu za hranom.

Nisu potrebni toliki psihološki eksperimenti da bi se ukazalo na razne nesavršenosti ljudskog rasuđivanja. Dovoljno je pogledati oko sebe i videti kako ljudi, vrlo često, donose iracionalne odluke. No, evo i jednog eksperimentalnog primera. Kada se grupi ispitanika ponudi da izaberu hoće li u zaraženom selu sa 600 stanovnika od epidemije sa sigurnošću spasiti 200 ljudi umesto da pokušaju da igraju na neizvesno i spasu sve ili nikog, većina bira sigurniji ishod. No, kada im se ponudi isti ishod, ali tako da im se kaže kako će sigurno umreti 400 ljudi, većina se opredeljuje da ide na rizičniju odluku sve ili ništa. Ovaj

eksperiment su pre 30 godina sprovedi psiholozi Amos Tverski i Danijel Kaneman sa Univerziteta Princeton, no, sve donedavno, nije bilo nijednog potpunog objašnjenja zašto ljudi isti izbor različito sagledavaju kad im se on predstavi na različite načine. No, prošle godine su švajcarski istraživač Igo Mersije sa Univerziteta Nojšatel i Dan Sperbe sa Univerziteta u Budimpešti objavili rad u kome razvoj ljudske inteligencije vide kao razvoj sposobnosti ubeđivanja. Zahvaljujući tome, Mersije i Sperbe uspevaju da protumače razne očigledne nelogičnosti u svakodnevnom rasuđivanju, kao što je spremnost ljudi da kupe inače skup proizvod samo

diskusiju



► PRE 200.000 G.

Dalji rast mozga i lobanje postaje sve veći problem – ženke teže rađaju mladunce sa ogromnom glavom, a odrasle jedinke se teško kreću. Selekcioni pritisak zato zaustavlja dalji rast mozga, ali se bolje razvija njegova unutrašnja struktura. No, nove, sitnije jedinke, čiji je mozak oko 1200 kubnih centimetara, nasleđuju društvene zajednice i sposobnost korišćenja vatre i alatki, koja postaje sve prefinjenija. Sa tim znanjima i nastaje *homo sapiens*. U dolini Kibiš u istočnoj Africi razvijaju se prvi moderni ljudi, prilagođeniji, inteligentniji i veštiji od svih vrsta koje su ikada živjele na Zemlji.



► PRE 30.000 G.

Nakon razdvajanja na tri grupe, jedna skupina prvih ljudi počinje da se širi svetom pre oko 80.000 godina, da bi u narednih pedesetak hiljada godina, nastanila celu planetu. Migracije donose nove izazove, ali čovek sa njima postaje sve veštiji, sve više sposoban da se prilagodi i pokaže – sve veću inteligenciju. Fossilni i arheološki nalazi pokazuju da pre 30.000 godina dolazi do "velikog skoka napred" u inteligentnom ponašanju. Pećinski crteži, figurine i alatke ukazuju na to da ljudi sve više otkrivaju obrede sahranjivanja, umetnost, muziku i trgovinu.



► PRE 12.000 G.

Ima više modela kako dolazi do daljeg razvoja inteligencije – većina se, poput hipoteze britanskog antropologa Ričarda Dunbara, oslanja na ideju o čoveku kao socijalnom biću, koje mora da razvije nove veštine kako bi preživeo unutar primitivne grupe lovaca. S druge strane, model Džefrija Milera razvoj inteligencije objašnjava seksualnom selekcijom, zbog koje jedinke pokušavaju da ovladaju novim veštinama, da se bolje ulepšaju i predstave kako bi se uspešnije reprodukovale. Drugi modeli vide razvoj inteligencije i kao rezultat borbe sa prirodom – u pokušaju da prežive u prirodnom okruženju, prvi ljudi razvijaju socijalne veštine unutar plemena kako bi se uspešnije organizovali, lovili i sklonili od nepogoda.

ako im se on ponudi zajedno sa drugim skupljim od njega. Prema njihovoj hipotezi, ljudi odluke ne donose na osnovu logičkog promišljanja, već u skladu sa željom da ubede druge da su u pravu. Sperbe i Mersije tako objašnjavaju zašto ljudi koji veruju u leteće tanjire ili, na primer, astrologiju, prihvataju samo onaj deo argumentacije koji njima ide u prilog. Prema njihovoj tezi, ta sposobnost je u primitivnim zajednicama omogućavala jedinkama da drugima nametnu svoje stavove. Umesto da skuplja podatke i iz velikog broja informacija zaključuje, primitivni čovek je radije polazio od unapred postavljenih stavova, a onda skupljao

podatke koji im idu u prilog i kojima će ubediti druge. Očigledno, ista ta veština ni danas nimalo nije izgubila na snazi. U eksperimentu Tverskog i Kanemana sa zaraženim selom, u zavisnosti od toga kako im se predloži, ispitanici biraju onaj ishod koji lakše mogu da brane u daljoj diskusiji, a ne onaj koji je logičan. Sagledavajući ljude u zajednici na ovaj način – kao majmune koji ubedljivo diskutuju – ova teorija pokazuje da to što ljudski mozak ne radi uvek logično, ne znači da ne radi u sopstvenu korist. I da je inteligencija, ta pojava koja izmiče jednoj jedinstvenoj defniciji, pre svega veština preživljavanja.

Kućne mašine koje misle



PIŠE: ŽELJKO ĐURIĆ

Veliki napredak ostvaren na polju veštačke inteligencije usmeren je ka istom cilju: lakšem, jednostavnijem, sigurnijem, dugovečnijem i boljem ljudskom životu. Međutim, većina dosadašnjih uspeha sa veštačkom inteligencijom svodi se na imitaciju obavljanja određenih poslova onako kako bi ih radilo ljudsko biće. No, kako se metode usavršavaju i dolazi se do novih saznanja, ne bi nas iznenadilo skoro stvaranje potpuno novih "vrsta" koje ne bi samo oponašale čoveka već bi isti rezultat postizale na drugi način, nama nesvojstven. Sa stalnim porastom snage računara i sve boljim razumevanjem funkcionisanja ljudskog mozga, samo je pitanje vremena kada će se oni ujediniti. Rezultat je veštačka inteligencija (AI – *artificial intelligence*), ponekad veoma slična onom što smo vidali u naučnofantastičnim filmovima. Na primeru broskog računara HAL u filmu *Odiseja u svemiru 2001* vidimo da su čak i uz veliku predostrožnost greške moguće i često skupo koštaju. Stoga ni ne čudi vrlo postepen razvitak projekata iz ove oblasti, ali ohrabruje činjenica što je uspešnih eksperimenata sve više i što šira javnost sa povećanim interesovanjem prati novitete na polju veštačke

inteligencije. Pravac razvoja se ugrubo može podeliti na dva dela, od kojih bi prvi oponašao ljudsko razmišljanje i reakcije, a drugi bi se zasnovao na samostalnom razmišljanju i donošenju "pametnih" odluka u skladu sa nastalom situacijom i prethodnim iskustvom. Očekivano je da će biti eksperimenata koji za cilj imaju prebacivanje ljudske svesti u neki drugi oblik. Ali, to verovatno nije baš bliska budućnost. Za sada će neke mogućnosti koje popravljaju kvalitet života kao što je prevazilaženje invaliditeta, usporenje starenja i kvalitetnije životno okruženje biti sasvim dovoljni da se razvoj veštačkih inteligencija nastavi.

AUTOMOBILI SA MOZGOM

Koliko smo daleko od inteligentnih automobila? Zamislite vozilo kome zadate da vas odveze u Beč na kafu, tako da ono samo prevali višečasovni put, a potom i da vas vrati nazad. Zavalite se u sedište, sa kolima se dogovorite koji je kafić najpoželjniji, a potom se bacite na redovan dnevni posao ili još bolje udarničku dremku. Izgleda da je takva ideja primamljiva i proizvođačima kola, a prvi ozbiljan probaj na tu temu je napravio Mercedes benz daleke 1980. godine, sa svojim robotizovanim kombi vozilom. Oslanjajući se na kamere ugrađene u prednjem delu, ovo vozilo je postiglo brzinu kretanja od 100 km/h, bez ljudskog uticaja, doduše na putu na kome nije bilo drugih vozila. Mercedes je nastavio dalje sa razvojem svojih sistema, pa su 1995. sa specijalno opremljenim modelom S klase prevalili put od Minhena do Kopenhagena, tokom kog je računar imao kontrolu 95 odsto vremena. Maksimalna postignuta brzina je 175 km/h a najduža prevezena deonica bez ljudske intervencije iznosila je 158 km. I ostali veliki proizvođači i grupacije su se poslednjih godina uključili u razvoj ovih vozila, pa je prošle godine Alan Taub, potpredsednik Dženeral motorsa izjavio da će do 2015. godine u ponudi imati vozila koja mogu da se samostalno kreću uz ljudski nadzor, a da će do 2020. ponuditi vozila potpuno



nezavisna od ljudskog uticaja. Da bi ovi projekti zaživeli, nije dovoljno razviti samo veštačku inteligenciju u vozilima, već joj omogućiti pristup odgovarajućim informacijama. Sem vizuelnih i podataka dobijenih od GPS (Global Position System) ova vozila će međusobno razmenjivati informacije o stanju na putevima, zastojsima i sudarima kao i vremenskim prilikama. Mnoga unapređenja se mogu ostvariti implementacijom ovih tehnologija, pa nije daleko situacija u kojoj na raskrsnici nemamo semafor pošto kola bežično komuniciraju sa kontrolorom. U slučaju transportnih vozila imaćemo bržu dostavu pošto ovim vozilima nisu potrebni odmor, spavanje i druge "sitnice" tako važne pripadnicima ljudskog roda. Očekuje se da se drastično smanji i broj udesa, broj povređenih lica i materijalni troškovi. Da delimična upotreba betmobila i ta kafica u Beču više nisu tako daleko, pokazuje i najnoviji uspeh inženjera Gugla koji su sa projektom Google Driverless Car osvojili brojne nagrade i u maju ove godine registrovali modifikovanu toyotu prius, kao prvo vozilo bez ljudskog vozača primereno za upotrebu u javnom prevozu. U svojoj floti automobila, uz dodatne priuse, Gugl je uvrstio i audi tt, kao i jedan leksus model, a svi su testirani u realnim i vrlo zahtevnim uslovima grada San Franciska i okolnih mesta. Sva vozila su uspele da bez ljudske intervencije pređu zacrtanih 1609 km (1000 milja) a sva zajedno su do sada prešla 225.000 kilometara. Sistemi ugrađeni u ova vozila se oslanjaju na veštačku inteligenciju i informacije koje dobijaju od Google Street View usluge, kao i vizuelno, od kamera montiranih na vozila. Tu nije kraj, dodatne informacije se dobijaju od radara za nadzor stanja ispred vozila, zatim GPS uređaja i senzora za vremenske prilike na krovu. Cena ovakvog sistema nije zvanično saopštena, ali se očekuje da bude oko 3000 dolara, te se prve ugradnje očekuju na luksuznim modelima automobila. I da, ako se pitate, jedno od vozila, tačnije jedan od priusa je učestvovao u saobraćajnoj nezgodi i to je jedino Gugl vozilo koje se našlo u takvoj situaciji. Oh da – u trenutku nezgode njime je upravljao čovek.

ROBOTI HIRURZI

Za većinu našeg roda već pomisao na hiruršku intervenciju je dovoljno strašna, a ideja da operaciju izvede robot, bez prisustva čoveka, previše je zastrašujuća. No kako stvari stoje, moraćemo hitno da menjamo naš način razmišljanja, pošto su robotizovani hirurzi budućnost. Stvari su rapidno krenule da se razvijaju krajem devedesetih, kada je Da Vinči hirurški izveo prvi bajpas na srcu. Sistem se sastoji od operativnog robotizovanog stola i konzole kojom upravlja hirurg, a u tom trenutku je osnovna ideja bila da se minimalizuju povrede tkiva i smanji postoperativni period oporavka. To je moguće pošto je robotska operativa preciznija i tačnija nego što ljudska može biti, bez uticaja spoljnih činilaca kao što je umor, emocionalno stanje i drugo. Uspešan nastavak sledi sa Zeus robotskim sistemom uz čiju pomoć su dvojica hirurga iz Njujorka izveli operaciju nad pacijentom koji je bio na operativnom odeljenju u Strazburu, dakle na potpuno drugom kontinentu. To je bio pionirski poduhvat koji je omogućio da se hirurg i pacijent tokom operacije nalaze na različitim lokacijama, pa je transport pacijenta koji je često komplikovan ili nemoguć izbegnut. Prava veštačka inteligencija je na scenu stupila pet godina kasnije, kada je robot samostalno, bez uticaja hirurga izveo operaciju na srcu da bi pacijenta lišio



srčane aritmije. Veštačka inteligencija koja je upravljala ovim robotom je informacije potrebne za izvođenje operacije crpela iz baze u kojoj je pohranjeno 10.000 operacija istog tipa, a provera trenutnog stanja pacijenta je vršena analizom snimka kamera. Po mišljenju lekarskog konzilijuma koji je pratio tok operacije i postoperativno stanje, kvalitet izvedenog zahvata je bio bolji nego što bi se očekivalo od natprosečnog hirurga. U nama bliskoj Ljubljani, pod nadzorom lekarskog tima na čijem je čelu bio doktor Borut Geršak, u septembru 2010. organizovana je operacija femoralne arterije. I dok je operacija koje su izveli roboti već bilo, ova ne samo da je bila samostalna već po prvi put robot nije imitirao pokrete ljudskih ruku (hirurga). To je otvorilo prostora za upotrebu manjih alata, na taj način minimalizujući povrede i smanjujući mogućnost da nešto krene kako ne treba. Nastavak razvoja robotizovanih hirurga kontrolisanih veštačkom inteligencijom je u toku, i po nekim procenama. do 2020. godine će njihova uloga u nekim tipovima operacija biti dominantna.

ŽITELJI BUDUĆNOSTI

Verovatno ste već čuli za robotizovane kućne usisivače, možda ste među retkima koji već koriste neki? Uz drastično pojeftinjenje, još jedan razlog zbog kog se očekuje prodajni bum krije se u činjenici da veštačka inteligencija koja upravlja ovim mehaničkim pomoćnicima postaje sve pametnija i pametnija. Oni sada mogu da savladaju stepenice, pa čak i da izađu na kraj sa kućnim ljubimcima. Dalji razvoj se grana, pa tako imamo sve kvalitetnije uređaje za selekciju otpada na kolektorima otpadnih voda u velikim gradskim centrima. Veštačka inteligencija u raznim oblicima koristi se na mnogim drugim poljima – na primer, u istraživanju svemira. Već su poslate ekspedicije na druge planete koje za istraživanje terena i uzimanja uzoraka koriste vozila koja su pod kontrolom veštačke inteligencije, pa umesto dvosmerne radijske veze sa zemljom samostalno odlučuju o pronalaženju najboljeg puta ili uzimanju konkretnog uzorka. Dok se istraživanja obavljaju unutar Sunčevog sistema, boljitak se svodi na eliminisanje vremena potrebnog da radio-signal pređe put do Zemlje – radi se o periodima od nekoliko desetina minuta. Za dalje izlete veštačka inteligencija će biti još značajnija – eliminiše potrebu za ljudskom posadom koja bi trebalo da provede decenije na putu do konačnog odredišta, a i smanjuje značaj direktne veze sa Zemljom pošto bi za upit i odgovor bile potrebne decenije.

Masa koja



PIŠE: IVAN UMLJIĆ

Premda je istina da grupe često donose loše odluke, postoje i suprotni primeri. Stvari, po ovom pitanju, nešto drugačije stoje sa socijalnim insektima. Tako, recimo, 200.000 mrava vojnika (*eciton burchelli*) u stanju je da organizuje prepad u prečniku od 15 metara i da se za samo jedan dan raširi na oblast površine i do 1.500 m². Drugi, još spektakularniji, primer su brežuljci prečnika 30 metara i visine 6 metara koje grade afrički termiti (*macrotermes bellicosus*). Ovi biološki neboderi rezultat su kolektivnog truda nekoliko miliona sićušnih (1-2 milimetara dugih) i potpuno slepih individua. Od veličine ovih brežuljaka još je spektakularnija njihova unutrašnja struktura, a jedna od najsloženijih ikada izgrađenih u životinjskom carstvu delo je vrste *apicotermes lamani*. Duž spoljašnosti njihovog gnezda, postoji čitav splet mikrostruktura koje omogućavaju ventilaciju i razmenu gasova sa spoljašnjim okruženjem. Unutar gnezda, najčešće visokog 20-40 centimetara, nalazi se čitav niz odaja međusobno povezanih spiralnim rampama koje nastaju usled uvijanja i stapanja uzastopnih spratova. Na svakom spratu postoji po nekoliko stepenica, a neke se pružaju kroz čitavo gnezdo. Čak su i najudaljenije odaje povezane ovim prečicama.

DUH KOŠNICE: Ponašanje socijalnih insekata većiti je predmet fascinacije prirodnjaka i svakako jedna od najvećih naučnih zagonetki. Vekovima se smatralo, a tako mnogi misle i danas, da zajednicom socijalnih insekata upravlja nekakav virtuelni misteriozni entitet, sposoban da koordinira aktivnostima ostalih jedinki. Čak i neki savremeni pisci naučne fantastike, kao što je Majkl Krajten, iznova oživljavaju više od jednog veka staru ideju misterioznog "duha košnice", koja se prvi put spominje u knjizi *Život pčela* (1901), slavnog belgijskog

književnika i nobelovca Morisa Meterlinka. Krajten u svojoj noveli *Žrtva* (2002) piše o roju veštačkih nanorobota, nalik roju insekata, predvođenih nekom vrstom "kolektivnog uma" koji im omogućava da donose složene odluke, pa čak i da anticipiraju buduće događaje.

Dugo se smatralo se da je matica, pre svih, taj supervizor koji sakuplja informacije, nadgleda događaje u zajednici i upravlja poslovima radilica, izdajući im odgovarajuća "naređenja". Međutim, danas znamo da nema nikakvog "duha košnice" i da realnost ipak nije toliko trivijalna, ali ni ništa manje interesantna. Nedavna otkrića pokazala su da je ovakvo stanovište, da se nekom zajednicom upravlja hijerarhijski i centralizovano, zapravo potpuno pogrešno. Naime, nijedan socijalni insekt nije sam po sebi ni približno sposoban da ima globalni uvid, niti da centralizuje informacije o stanju čitave zajednice, a kamoli da kontroliše kako radilice obavljaju poslove. Nema ničega nalik nadzorniku ili upravljaču, već zajednica pre podseća na decentralizovani sistem sačinjen od autonomnih jedinica, čije se ponašanje može opisati samo na osnovu jednostavne relacije stimulus-nadražaj.

Generalno, svaki pojedinačni socijalni insekt opremljen je relativno siromašnim repertoarom ponašanja. Kada su, recimo, mravi u pitanju, svaka jedinka može u proseku da ispolji oko 20 različitih elementarnih oblika ponašanja (prema Edvardu Vilsonu), a organizovanost koja emergira (pojavljuje se, izranja) na nivou zajednice počiva na interakcijama među jedinkama koje ispoljavaju sasvim jednostavne oblike ponašanja. Štaviše, videćemo da nekom pojedinačnom socijalnom insektu nije ni neophodna bilo kakva individualna predstava, niti bilo kakva kognitivna mapa, uputstvo ili eksplicitno znanje o globalnom stanju stvari u zajednici, a da su ključni pojmovi koji opisuju

odlučuje

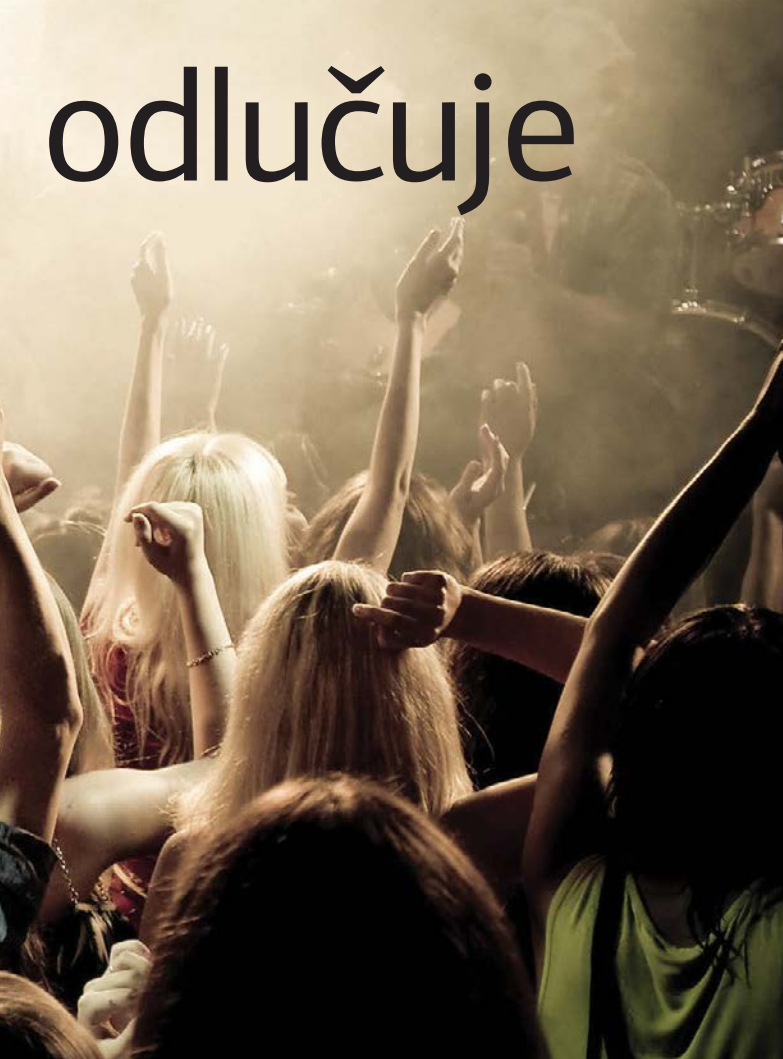


foto Veroljub Umelić

Autor je urednik "Pčelarskog žurnala"
www.pcelarskizurnal.com

Mudrost gomile

Savremene demokratske kulture gaje neobično veliko poverenje u eksperte i skeptične su prema masama. Za mnoge sociologe, psihologe, filozofe i ekonomiste, mase su sinonim za iracionalnost i ludilo. Poznato je, recimo, da je Niče govorio da je "ludilo izuzetak kada su u pitanju pojedinci, ali da po pravilu karakteriše grupe". Istoričar Karlajl tvrdio je kako "ne veruje u kolektivnu mudrost sastavljenu od gluposti pojedinaca", a francuski sociolog Gustav le Bon, autor nekih od najpoznatijih socioloških rasprava o masama, smatrao je da se one nikada ne ponašaju racionalno i da je "u njima akumulirana glupost a ne mudrost". Za parlamente je govorio "da donose odluke od opšteg interesa koje nisu ništa bolje nego da ih je donela bilo koja nasumice sakupljena grupa imbecila". Henri Dejvid Toro je takođe gajio sumnju u "mudrost gomile" tvrdeći da "mase nikada neće dostići standard svojih najboljih pripadnika, već da će pre degradirati sebe do nivoa onih najgorih". Sličan stav izneo je pre skoro dva i po milenijuma i Platon u svom čuvenom dijalogu *Država*, kada je na listi oblika vladavine demokratiju rangirao na pretposlednje mesto, iza aristokratije, timokratije i oligarhije. Po njegovom mišljenju, od demokratije je jedino gora tiranija.

ponašanje zajednica socijalnih insekata decentralizacija, stigmergija i samoorganizacija.

DECENTRALIZACIJA: Jedan od najzanimljivijih primera kolektivne inteligencije predstavlja grupno odlučivanje pčelinjeg roja o novom staništu. Tom prilikom, oko 5 odsto pčela radilica odlazi u izviđanje,

vraćajući se sa obiljem informacija o potencijalnim kandidatima za novi dom. Nakon viščasovnog, a ponekad i višednevnog "preglasavanja" praćenog plesovima pčela, roj donosi odluku da se uputi ka novom domu. Proces odlučivanja u pčelinjim rojevima široko je raspršen na ansambl relativno malih jedinica za procesuiranje informacija, od kojih svaka poseduje minijaturan deo ukupne količine informacija upotrebljenih prilikom donošenja konačne odluke. Srž ovog "demokratskog" procesa predstavlja nadmetanje raznih koalicija izvidnica okupljenih oko različitih lokacija koje se trude da privuku neopredeljene izvidnice za svoju lokaciju. Članice svake koalicije obavestavaju novopridošle članove izvodeći njihajuće plesove različitog intenziteta, shodno kvalitetu lokacije. Što je lokacija bolja jači je njihajući ples i veća bujica pridošlica. Ono što je ovde veoma važno jeste da kada se neopredeljena izvidnica odluči za novu lokaciju, ona ne podražava slepo pčelu čije plesanje je sledila. Umesto toga, lično ispituje oglašenu lokaciju, i tek ako se lično uveri da je to vredna lokacija, ona izvodi ples njoj u prilog i time pridobija još više pčela. Putem ovakvog nezavisnog odlučivanja izvidnice izbegavaju širenje grešaka u procenjivanju lokacija. Samo za sasvim dobru lokaciju plesačice će privući još više pčela, tako da će se snažno uvećati podrška toj opciji. Posledica ove umreženosti jeste da izvidnice izbegavaju masovnu pomamu za najlošije opcije. Konačno, kada se bude formirao *kvorum* oko jedne lokacije, čitav roj će se uputiti ka novom staništu.

STIGMERGIJA: Prvo ozbiljnije teorijsko objašnjenje aktivnosti socijalnih insekata pružio je pre pola veka francuski biolog Pjer-Pol Grase, koji je uveo termin *stigmergija* kako bi objasnio fascinante graditeljske sposobnosti termita, odnosno odgovorio na pitanje, kako milioni potpuno slepih sićušnih radilica termita uspevaju da izgrade gnezdo impresivnih dimenzija – svojevrsni biološki neboder prečnika 30 metara i visine 6 metara. Grase je pokazao da koordinacija i regulacija aktivnosti tokom izgradnje ne zavisi toliko od sazajnih sposobnosti samih radilica, već da je prevashodno povezana sa strukturom njihovog gnezda koje se nalazi u procesu izgradnje. Drugim rečima, nadražaji iz neposrednog okruženja jednog termita određuju njegove individualne aktivnosti. Tako, recimo, kada radilica obavi određenu radnju, menja se i konfiguracija građevine koja je pokrenula njenu aktivnost. Nova izmenjena konfiguracija građevine determinisaće dalje postupanje te iste ili bilo koje druge radilice iz zajednice i tako dalje. Ovaj proces vodiće gotovo perfektnoj koordinaciji kolektivnog rada, a na nas će ostaviti snažan utisak da zajednica prati precizno definisan plan.

SAMOORGANIZACIJA: Poznato je da mravi međusobno komuniciraju pomoću hemijskih supstanci koje se nazivaju feromoni i, kada neki mrav pronađe lokaciju bogatu hranom, brzo se vraća u gnezdo ostavljajući za sobom feromonski trag, odnosno putokaz ostalim radilicama iz gnezda prema izvoru hrane. Sledeći mrav koji je ispratio trag svog prethodnika ostaviće, takođe, duž puta koji je prešao, svoj sopstveni feromonski trag čime će pojačano označiti putanju prema hrani. Formiranje traga rezultat je sledeće povratne sprege: što više mrava koristi trag, on postaje još privlačniji ostalim mravima. Naravno, feromonski trag može da nestane nakon izvesnog vremena, ako ne bude više mrava koji će ostavljati feromone, zbog toga što je izvor hrane iscrpljen do kraja. Udaljenost gnezda od izvora hrane veoma je bitna u ovom kontekstu. Kada je zajednica mrava suočena sa kraćom i dužom putanjom do izvora hrane, a suočena je zapravo sa bezbroj mogućih putanja, posle izvesnog vremena, a uz pomoć tragova koje su ostavili prethodnici, odlučiće se za najkraću putanju. U početku, mravi će da bi došli do hrane koristiti obe putanje. Prva dva mrava krenuće, jedan dužim, a drugi kraćim putem. Onaj koji je krenuo kraćim putem, prvi će se vratiti u gnezdo, a njegovim putem, prateći feromonski trag, odlazi drugi mrav. Nešto kasnije, prvi mrav koji se kretao dužom putanjom vratiće se u gnezdo, a njegovim putem krenuće sledeći mrav i tako dalje. Zbog toga što je kraći i što je potrebno manje vremena za njegov prelazak, kraći put će ubrzo postati mnogo privlačniji mravima jer je tuda prošao veći broj mrava koji je ostavio veću količinu feromona, što će samo još više privući ostale mrave da se upute za njihovim feromonskim tragom.

ROJEVI I MOZGOVI: Najbolji deo cele priče je što neki savremeni neurobiolozi, kao što je Tomas Sili smatraju da je ponašanje pčelinjih rojeva izuzetno podseća na ono što se odigrava u mozgovima primata. U svojoj nedavno objavljenoj knjizi *Pčelinja demokratija* (*Honeybee Democracy*, Princeton University Press, 2010) Sili ističe da bi neko me ovakvo poređenje možda moglo da deluje bizarno pošto su rojevi i mozgovni krajnje različiti biološki sistemi čije se podjedinice – pčele i neuroni – dijametralno razlikuju. "Međutim, ako roj pčela posmatramo kao 1,5 kilogram pčela koje odlučuju, a mozak kao masu neurona, takođe, tešku 1,5 kilogram koja, takođe, odlučuje, onda ispada da

Inteligencija roja

Bezbrojni primeri kolektivnog donošenja odluka doveli su do nastanka jedne nove naučne oblasti nazvane *inteligencija roja*, moderne poddiscipline veštačke inteligencije inspirisane biološkim sistemima koja se bavi dizajnom sistema sa velikim brojem činilaca i njihovom primenom u optimizaciji i robotici. Umesto na sofisticiranom kontroloru ili nadzorniku koji upravlja globalnim ponašanjem čitavog sistema, princip inteligencije roja bazira se na kooperaciji jednostavnih, nesofisticiranih entiteta sa ciljem rešavanja nekih veoma složenih zadataka. Iza ove "organizacije bez organizatora" stoji nekoliko skrivenih mehanizama koji, kao i kod socijalnih insekata, omogućavaju da se ovi nesofisticirani činioči, koji imaju posla samo sa parcijalnim informacijama o svom okruženju, izbore sa neizvesnim situacijama i da pronađu rešenja kompleksnih problema. Termin *inteligencija roja* skovali su 1989. godine Đerardo Beni i Jing Vang kako bi opisali metode za optimizaciju i kontrolu robota u kontekstu robotičkih sistema kod kojih se jednostavni roboti rojevi organizuju kroz interakcije sa najbližim susedima. U međuvremenu, ovaj pojam počeo je da se koristi za označavanje znatno šireg polja istraživanja, a literatura o ovoj temi se značajno namnožila. U biologiji, ovim pojmom se opisuje karakteristično ponašanje životinja kada dve ili više jedinica nezavisno, ili barem delimično nezavisno, primaju ograničene pakete informacija koje kroz socijalnu interakciju kombinuju i procesuiraju kako bi se obezbedilo rešenje nekog kognitivnog problema na način na koji to ne bi mogla da ostvari neka izolovana jedinka. Drugim rečima, inteligencija roja je mehanizam koji individue mogu da upotrebe kako bi nadmašile svoja kognitivna ograničenja. Imajući u vidu da živi svet odlikuju sasvim različite sazajne sposobnosti, neke životinje mogu da reše izvesni kognitivni problem samo kroz priključivanje nekoj grupi i uz pomoć inteligencije roja. Pojedinačna pčela iz roja koji odlučuje o budućem staništu, termit koji vredno učestvuje u izgradnji gnezda ili mrav koji se uputio ka izvoru hrane, svi oni imaju izuzetno ograničene sazajne sposobnosti. Tek u međusobnoj interakciji članova zajednice, da li putem feromona kod mrava ili putem plesova kod pčela, ili kroz aktivan stigmergijski odnos sa neposrednim životnim okruženjem, i bez bilo kakvog globalnog uvida u stanje u zajednici, izranja ono što se naziva inteligencijom roja.

su ovi prirodni sistemi zapravo izuzetno slični pošto su i jedan i drugi oblikovani kroz proces prirodne selekcije kao sazajne jedinice sposobne da prihvate i procesuiraju informacije sa ciljem donošenja odluke." Štaviše, prema Siliju, i rojevi i mozgovni sistemi odlučivanja lišeni centralne figure (lidera) u odlučivanju koja poseduje sinoptičko znanje i izuzetnu inteligenciju i koja usmerava sve ostale u najboljem pravcu delovanja. Umesto toga, i u mozgovima i u rojevima, proces odlučivanja je široko raspršen na ansamblu relativno malih jedinica za procesuiranje informacija, od kojih svaka poseduje minijaturni deo ukupne količine informacija upotrebljenih prilikom donošenja konačne odluke. "Teško je oteti se utisku", zaključuje autor *Pčelinje demokratije*, "da je prirodna selekcija organizovala pčelinje rojeve i mozgovne primata na intrigantno slične načine kako bi izgradila prvoklasne grupe za donošenje odluka sačinjene od skupa slabo informisanih i sazajno ograničenih jedinica."

VREME

Copyright © NP Vreme, Beograd

Upotreba materijala iz ovog fajla u bilo koje svrhe osim za
ličnu arhivu dozvoljena je samo uz pisano odobrenje NP Vreme

PDF IZDANJE RAZVILI: Saša Marković i Ivan Hrašovec

OBRADA: Marjana Hrašovec