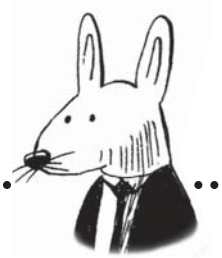
Predgovor



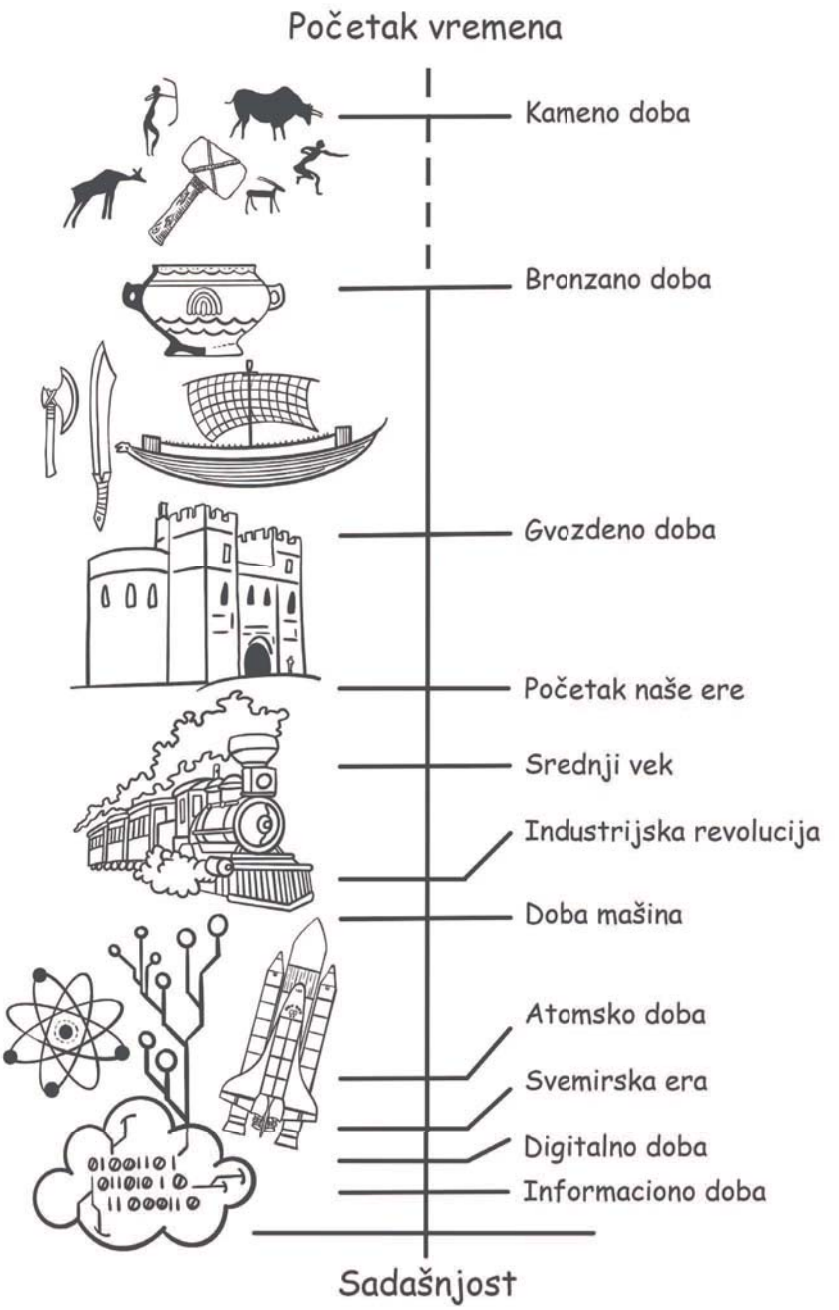
U ovom predgovoru imamo cilj da opišemo evoluciju tehnologije, našu potrebu za automatizacijom i našu odgovornost u donošenju etičkih odluka dok koristimo veštačku inteligenciju u izgradnji budućnosti.

Naša opsesija tehnologijom i automatizacijom

Kroz istoriju su ljudi bili „gladni" da rešavaju probleme, a istovremeno su smanjivani fizički rad i ljudski napor. Oduvek se težilo opstanku i očuvanju ljudske energije razvojem alata i automatizacijom pri izvršavanju zadataka. Neko može tvrditi da smo mi blistavi umovi koji traže inovacije kroz kreativno rešavanja problema ili stvaralački rad u književnosti, muzici i umetnosti, ali ova knjiga nije napisana da bi se raspravljalo o filozofskim pitanjima o ljudskom biću. Ovo je pregled pristupa veštačke inteligencije (Artificial Intelligence - AI) koji se mogu iskoristiti za praktično rešavanje problema iz stvarnog sveta. Mi rešavamo teške probleme da bismo život učinili lakšim, sigurnijim, zdravijim, ispunjenijim i ugodnijim. Sva dostignuća koja danas vidite u istoriji i širom sveta, uključujući AI, bave se potrebama pojedinaca, zajednica i nacija.

Da bismo oblikovali svoju budućnost, moramo razumeti neke ključne prekretnice u prošlosti. U mnogim revolucijama ljudske inovacije su promenile način na koji živimo. Oblikovale su način na koji komuniciramo sa svetom i način na koji o njemu razmišljamo. To nastavljamo da radimo dok ponavljamo i poboljšavamo alate koje koristimo, a koji otvaraju mogućnosti sutrašnjice (slika 0.1).

Ovaj kratki materijal, na visokom nivou, o istoriji i filozofiji je dat samo da biste stekli osnovno razumevanje tehnologije i veštačke inteligencije i da bi vas podstaklo na razmišljanje o odgovornom donošenju odluka prilikom započinjanja vaših projekata.



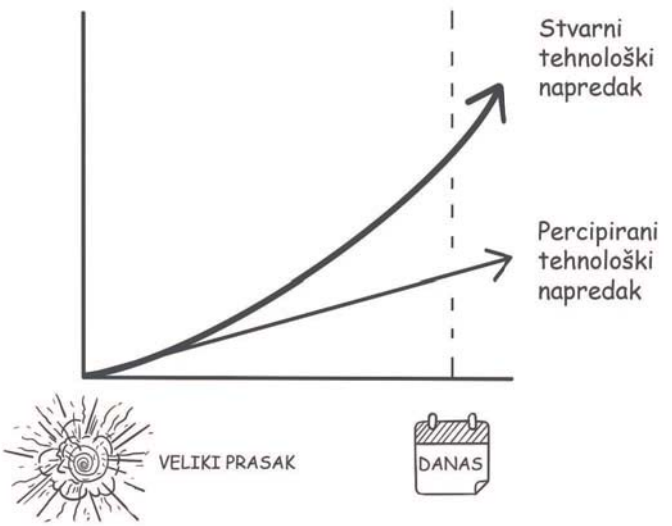
Slika 0.1 Kratki vremenski okvir tehnoloških poboljšanja u istoriji

Na vremenskoj liniji toka događaja primećuje se sažimanje prekretnica u novije vreme. U poslednjih 30 godina najznačajniji napredak je postignut u poboljšanju mikročipova, širokom usvajanju ličnih računara, procvatu umreženih uređaja i digitalizaciji industrije radi probijanja fizičkih granica i povezivanja sveta. Ovo su takođe razlozi što je veštačka inteligencija postala izvodljivo i praktično područje kojim se treba baviti.

- Internet je povezao svet i omogućio prikupljanje ogromnih količina podataka o skoro svemu.
- Napredak u računarskom hardveru dao nam je sredstva za računanje ranije poznatih algoritama koji koriste ogromne količine podataka koje smo prikupili, dok smo, usput, otkrivali nove algoritme.
- Industrije su uvidele potrebu za korišćenjem podataka i algoritama za poboljšavanje odluka, rešavanje težih problema, nuđenje boljih rešenja i optimizaciju naših života, kao što su to ljudi radili od početka čovečanstva.

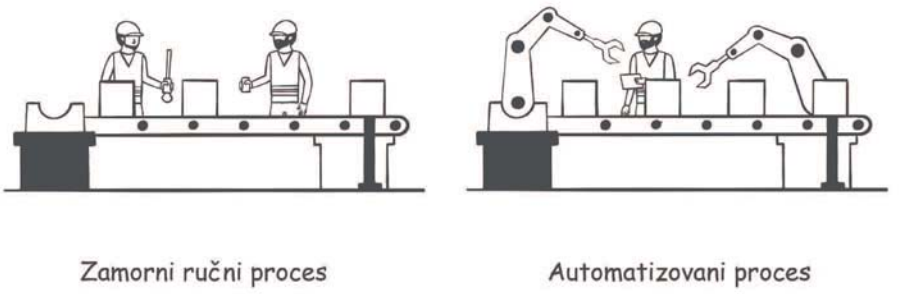
Iako smo skloni da tehnološki napredak smatramo linearnim, ako preispitamo našu istoriju, otkrićemo da je verovatnije da je sad naš napredak eksponencijalan i da će takav biti u budućnosti (slika 0.2). Napredak u tehnologiji kretaće se sve brže u svakoj godini koja dolazi. Treba da se nauče novi alati i tehnologije, ali je *rešavanja problema* u osnovi svega.

Ova knjiga sadrži koncepte na osnovnom nivou, koji pomažu u rešavanju teških problema. Takođe treba da olakša učenje složenijih koncepata.



Slika 0.2 Percipirani tehnološki napredak u odnosu na stvarni tehnološki napredak

Različiti ljudi mogu različito da percipiraju automatizaciju. Za tehnologa automatizacija može značiti pisanje skripata koje čine razvoj, raspoređivanje i distribuciju softvera besprekornim i manje podložnim greškama. Za inženjera to može značiti pojednostavljivanje proizvodne linije radi veće propusnosti ili manje zastoja. Za poljoprivrednika automatizacija može značiti upotrebu alata za optimizaciju prinosa useva pomoću automatskih traktora i sistema za navodnjavanje. Automatizacija je svako rešenje koje smanjuje potrebu za ljudskom energijom da bi se favorizovala produktivnost ili dodala viša vrednost, u poređenju sa onim što bi dodala ručna intervencija (slika 0.3).



Slika 0.3 Ručni procesi u odnosu na automatizovane procese

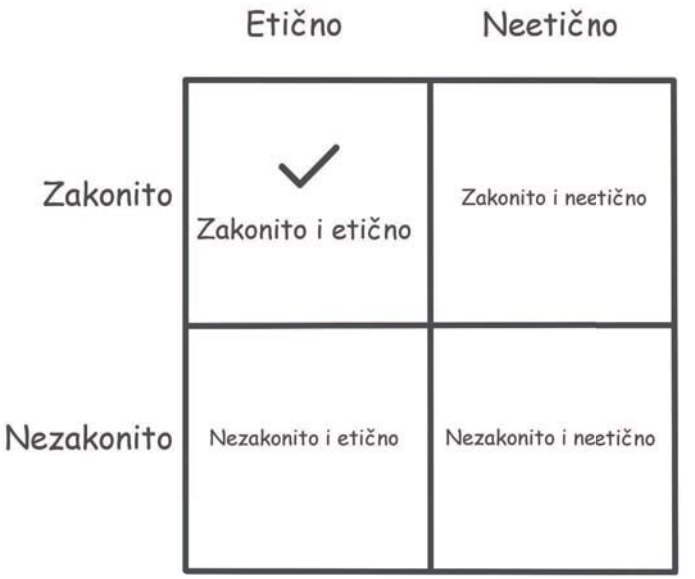
Ako razmišljamo o razlozima da se nešto ne automatizuje, jedan od istaknutih razloga je jednostavno taj što čovek može bolje obaviti zadatak, sa manje rizika za neuspeh, i postići bolju tačnost ako izvršavanje zadatka zahteva intuiciju o nekoliko perspektiva u situaciji kada je potrebno apstraktno kreativno razmišljanje ili kada je važno razumevanje socijalnih interakcija i prirode ljudi.

Medicinske sestre ne obavljaju samo zadatke medicinske nege i lečenja, već se povezuju sa svojim pacijentima i brinu o njima. Studije pokazuju da je ljudska interakcija negom ljudi faktor u procesu lečenja. Nastavnici ne preopterećuju učenike, već pronalaze kreativne načine da prezentuju znanje, savetuju i vode učenike na osnovu njihove sposobnosti, ličnosti i interesovanja. S tim u vezi, postoji mesto za automatizaciju posredstvom tehnologije i mesto za ljude. Korišćenjem današnjih inovacija automatizacija pomoću tehnologije će biti bliski pratilac svakog zanimanja.

Etika, pravna pitanja i naša odgovornost

Možda se pitate zašto je odeljak o etici i odgovornosti sadržan u tehničkoj knjizi. Pa, dok napredujemo ka svetu u kome je tehnologija isprepletena sa načinom na koji živimo, oni koji kreiraju tehnologiju imaju više snage nego što su

svesni. Mali doprinosi mogu imati ogromne popratne efekte. Važno je da naše namere budu dobre i da rezultat našeg rada ne bude štetan (slika 0.4).



Slika 0.4 Cilj za etičku i pravnu primenu tehnologije

Namera i uticaj: Razumevanje vaše vizije i ciljeva

Kada nešto razvijate - poput novog fizičkog proizvoda, servisa ili softvera, uvek postoji pitanje o namerama koje stoje iza toga. Da li razvijate softver koji na svet utiče pozitivno ili je vaša namera zlonamerna? Da li ste razmišljali o širem uticaju onoga što razvijate? Preduzeća uvek pronalaze načine da postanu profitabilnija i moćnija, što je poenta rasta poslovanja. Ona koriste strategije za određivanje najboljih načina za pobedu nad konkurencijom, da pridobiju veći broj kupaca i da postanu što uticajnija. S tim u vezi, preduzeća se moraju zapitati da li su njihove namere čiste, ne samo za opstanak posla, već i za dobrobit njihovih kupaca i društva uopšte. Mnogi poznati naučnici, inženjeri i tehnolozi su izrazili potrebu da se upravlja upotrebom veštačke inteligencije za sprečavanje zloupotrebe. Kao pojedinci, takođe imamo etičku obavezu da činimo ono što je ispravno i uspostavimo snažni osnovni skup vrednosti. Kada se od vas zatraži da učinite nešto što krši vaše principe, važno je da date „pravo glasa" tim principima.

Nenamerna upotreba: Zaštita od zlonamerne upotrebe

Važno je identifikovati neželjenu upotrebu i zaštititi se od nje. Iako se može učiniti da je ovo očigledno i lako ostvarivo, teško je razumeti kako će ljudi koristiti sve što vi kreirate, a još je teže predvideti da li se to poklapa sa vašim vrednostima i vrednostima organizacije.

Primer je zvučnik koji je izumio Peter Jensen 1915. godine. Zvučnik, koji se prvobitno zvao magnavox, u početku je korišćen za puštanje operske muzike u velikim gužvama u San Francisku, što je prilično dobronamerna upotreba tehnologije. Nacistički režim u Nemačkoj je imao, međutim, druge ideje: postavljani su zvučnici na javna mesta na takav način da su svi prolaznici bili prinuđeni da slušaju Hitlerove govore i najave. Budući da su monolozi bili neizbežni, ljudi su postali podložniji da prihvate Hitlerove ideje, pa je nacistički režim dobio većinsku podršku u Nemačkoj. Nije to ono što je Jensen zamišljao kako bi koristio svoj izum, ali nije mogao mnogo da učini u vezi s tim.

Vremena su se promenila, a mi imamo veću kontrolu nad onim što gradimo, posebno nad softverom. Još uvek je teško zamisliti kako se može koristiti tehnologija koju gradite, ali je gotovo zagarantovano da će neko smisliti kako da se koristi na način na koji vi niste nameravali, sa pozitivnim ili negativnim posledicama. Imajući u vidu ovu činjenicu, mi, kao profesionalci u tehnološkoj industriji i organizacije sa kojima sarađujemo, moramo da smislimo što je moguće bolje načine za ublažavanje zlonamerne upotrebe.

Nenamerna predrasuda: Izgradnja rešenja za sve

Kada gradimo AI sisteme, koristimo naše razumevanje konteksta i domena. Takođe koristimo algoritme koji pronalaze obrasce u podacima i deluju na njih. Ne može se poreći da svuda oko nas postoje predrasude prema osobi ili grupi ljudi, ne ograničavajući se na njihov pol, rasu i veru. Mnoge od ovih predrasuda proizlaze iz ponašanja koja se pojavljuju u socijalnim interakcijama, događajima u istoriji i kulturnim i političkim pogledima širom sveta. Ove predrasude utiču na podatke koje prikupljamo. S obzirom da AI algoritmi rade sa ovi podacima, problem je što će mašina „naučiti“ ove predrasude. Iz tehničke perspektive, možemo savršeno da osmislimo sistem, ali ljudi stupaju u interakciju sa ovim sistemima, a naša je odgovornost da umanjimo pristrasnost i predrasude što je više moguće. Algoritmi koje koristimo podjednako su dobri onoliko koliko su dobri i podaci koji im se dodeljuju. Razumevanje podataka i konteksta u kojem se oni koriste je prvi korak u borbi protiv pristrasnosti, a ovo razumevanje će vam pomoći da dođete do boljih rešenja, jer ćete biti dobro upućeni u konkretnu problematiku. Obezbeđivanje uravnoteženih podataka koji sadrže što manju moguću pristrasnost treba da rezultira boljim rešenjima.

Zakon, privatnost i saglasnost: Poznavanje važnosti osnovnih vrednosti

Pravni aspekt onoga što radimo je izuzetno važan. Zakon uređuje šta možemo, a šta ne možemo da činimo u interesu društva u celini. Zbog činjenice da su mnogi zakoni napisani u vreme kada računari i Internet nisu bili toliko važni u našem životu kao što su važni danas, nalazimo mnoštvo sivih područja u razvoju tehnologije i onoga što je dozvoljeno da se radi korišćenjem te tehnologije. Uprkos tome, zakoni se polako menjaju kako bi bili prilagođeni brzim inovacijama u tehnologiji.

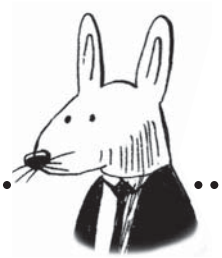
Našu privatnost skoro svakog sata svakog dana kompromitujemo našim interakcijama sa, na primer, računarima, mobilnim telefonima i drugim uređajima. Prenosimo ogromne količine podataka o sebi, neke ličnije od drugih. Kako se ti podaci obrađuju i čuvaju? Ove činjenice bi trebalo da imamo na umu prilikom kreiranja rešenja. Ljudi bi trebalo da imaju izbor koji podaci se prikupljaju, obrađuju i čuvaju, kako se koriste i ko im, potencijalno, može pristupiti. Prema mom iskustvu, ljudi uglavnom prihvataju rešenja koja koriste njihove podatke za poboljšanje proizvoda koje koriste i koji dodaju veću vrednost njihovim životima. Najvažnije je da ljudi više prihvataju predložena rešenja kada im se daje izbor i kad se taj izbor poštuje.

Jedinstvenost: Istraživanje nepoznatog

Singularnost je ideja da kreiramo AI tako da bude generalno inteligentna, da je sposobna da se sama poboljša i da proširi svoju inteligenciju do faze u kojoj postaje superinteligencija. Zabrinjava to što ljudi ne mogu da razumeju ovu važnost, koja bi mogla da promeni civilizaciju kakvu poznajemo, zbog razloga koje ne možemo ni da shvatimo. Neke ljude brine što ova inteligencija može videti ljude kao pretnju; drugi smatraju da smo mi, možda, za superinteligenciju ono što su mravi za nas. Ne obraćamo posebnu pažnju na mrave, niti se brinemo kako oni žive, ali, ako nas iritiraju, mi se sa njima „nosimo“ izolovano.

Bez obzira da li su ove pretpostavke tačan prikaz budućnosti ili ne, moramo biti odgovorni i razmisliti o odlukama koje donosimo, jer, na kraju, te odluke utiču na jednu osobu, grupu ljudi ili svet u celini.

Priznanja

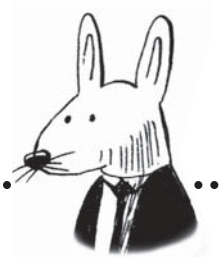


Pisanje ove knjige bio mi je jedan od najizazovnijih, ali i jedan od najboljih poduhvata do danas. Morao sam da nađem vreme kad ga nisam imao, da nađem pravu koncentraciju dok žongliram sa mnogim kontekstima i da pronalazim motivaciju, a uhvaćen sam u stvarnost života. Ovu knjigu ne bih mogao da završim bez pomoći velikog broja neverovatnih ljudi. Naučio sam i odrastao kroz ovo iskustvo. Hvala ti, Berte Batese, što si mi bio fantastičan urednik i mentor. Od tebe sam naučio mnogo štošta o efikasnom učenju i pisanoj komunikaciji. Naše diskusije i debate i tvoja empatija tokom procesa pomogle su da se ova knjiga oblikuje u ono što jeste. Za svaki projekat je potreban neko organizovan sa prstom na pulsu kako bi se osiguralo da poslovi napreduju. Za ovo se zahvaljujem Eleshi Hyde, mom uredniku za razvoj. Rad sa Vama je bilo apsolutno zadovoljstvo. Vi uvek dajete smernice i zanimljive uvide o mom radu. Uvek su nam potrebni ljudi sa kojima možemo da razgovaramo o svojim idejama, a kome biste mogli time dosađivati ako ne svojim prijateljima. Posebno se zahvaljujem Hennie Brink što je uvek bila odličan slušalac i stub za podršku. Dalje, zahvaljujem se Francesu Buontempou i Krzisztofu Kamiczeku na pružanju konstruktivne kritike i objektivnih povratnih informacija iz perspektive pisanja i tehničke perspektive. Vaš doprinos je pomogao da se popune praznine i da se učenje učini pristupačnijim. Takođe se zahvaljujem Deirdreu Hiamu, mom menadžeru projekta, mom recezentu Ivanu Martinoviću, mom uredniku Kieru Simpsonu i mom lektoru Jasonu Everettu.

Naposletku, izražavam zahvalnost svim recenzentima koji su odvojili vreme da pročitaju moj rukopis tokom čitavog razvoja i koji su mi pružali neprocenjive povratne informacije koje su, na ovaj ili onaj način, knjigu učinile boljom: Andreu Weineru, Aravu Agarwalu, Charlesu Soetanu, Danu Sheikhu, Davidu Jacobsu, Dhivyi Sivasubramanian, Domingu Salazaru, Gandhiju Rajanu, Heleni Mary Barrameda, Jamesu Zhijunu Liu, Josephu Friedmanu, Jousefu

Muradu, Karanu Nihu, Kelvinu D. Meeksu, Kenu Byrneu, Krzysztofu Kamyczeku, Kyleu Petersonu, Lindi Ristevski, Martinu Lopezu, Peteru Brownu, Philipu Pattersonu, Rodolfu Allendesu, Tejasu Jainu i Weiranu Dengu.

O ovoj knjizi



Knjiga *Algoritmi veštačke inteligencije*, iz edicije „Temeljno i intuitivno“ (Grokking), napisana je i ilustrovana da bi se razumeli i implementirali algoritmi veštačke inteligencije, a njihova upotreba u rešavanju problema učinila dostupnom prosečnoj osobi u tehnološkoj industriji korišćenjem relativnih analogija, praktičnih primera i vizuelnih objašnjenja.

Ko bi trebalo da pročita ovu knjigu

Knjiga *Algoritmi veštačke inteligencije,* iz edicije „Temeljno i intuitivno“ (Grokking), namenjena je programerima softvera i svima u softverskoj industriji koji žele da, kroz praktične primere i vizuelna objašnjenja preko teorijskih dubokih zarona i matematičkih dokaza, otkriju koncepte i algoritme koji stoje iza veštačke inteligencije.

Ova knjiga je namenjena svima koji razumeju osnovne koncepte programiranja na računaru, uključujući promenljive, tipove podataka, nizove, uslovne iskaze, iteratore, klase i funkcije (dovoljno je iskustvo u bilo kojem programskom jeziku) i svakome ko razume osnovne matematičke pojmove, kao što su promenljive podataka, predstavljanje funkcija i crtanje podataka i funkcija na grafikonu.

Kako je organizovana ova knjiga: smernice

Ova knjiga sadrži 10 poglavlja, od kojih se svako fokusira na drugačiji algoritam veštačke inteligencije ili algoritamski pristup. Materijal pokriva osnovne algoritme i koncepte na početku knjige, a oni čine temelj za učenje sofisticiranijih algoritama do kraja knjige.

- Poglavlje 1, *Intuicija veštačke inteligencije*, posvećeno je intuiciji i osnovnim konceptima koji obuhvataju podatke, tipove problema, kategorije algoritama i paradigme i slučajeve korišćenja algoritama veštačke inteligencije.
- U Poglavlju 2, *Osnove pretrage*, predstavljamo suštinske koncepte struktura podataka i pristupe za primitivne algoritme za pretragu i njihovu upotrebu.
- U Poglavlju 3, *Inteligentno pretraživanje*, prevazilazimo primitivne algoritme za pretragu i uvodimo algoritme za pretragu za optimalnije pronalaženje rešenja i pronalaženje rešenja u konkurentnom okruženju.
- U Poglavlju 4, *Evolucioni algoritmi*, „zaranjamo“ u rad genetičkih algoritama u kojima se rešenja problema iterativno generišu i poboljšavaju, oponašajući evoluciju u prirodi.
- Poglavlje 5, *Napredni evolutivni pristupi*, nastavljamo obradu genetičkih algoritama, započetu u prethodnom poglavlju, ali se bavimo naprednim konceptima koji uključuju kako se koraci u algoritmu mogu prilagoditi za optimalno rešavanje različitih tipova problema.
- U Poglavlju 6, *Inteligencija roja: Mravi*“, „kopamo“ po intuiciji inteligencije roja i razrađujemo kako algoritam za optimizaciju kolonijom mrava koristi teoriju kako mravi žive i kako rešavaju teške probleme.
- Poglavlje 7, *Inteligencija roja: Čestice,* nastavljamo obradu algoritama roja, a u isto vreme se koncentrišemo na probleme u vezi sa optimizacijom i kako se rešavaju pomoću optimizacije rojem čestica - jer ona traži dobra rešenja u velikim prostorima za pretragu.
- Poglavlje 8, *Mašinsko učenje*, prolazi kroz radni tok procesa mašinskog učenja za pripremu podataka, obradu, modeliranje i testiranje - za rešavanje problema regresije korišćenjem linearne regresije i problema klasifikacije korišćenjem stabala odlučivanja.
- U Poglavlju 9, *Veštačke neuronske mreže*, otkrivamo intuiciju, logičke korake i matematičke proračune u treningu i korišćenje veštačke neuronske mreže za pronalaženje obrazaca u podacima i za izradu predviđanja.
- U Poglavlju 10, *Učenja uslovljavanjem pomoću Q-učenja,* pokrivamo intuiciju učenja uslovljavanjem iz bihevioralne psihologije i delujemo kroz algoritam Q-učenja da bi agenti naučili da donose dobre odluke u okruženju.

Poglavlja treba čitati redom, od početka do kraja. Koncepti i razumevanje se grade usput dok se napreduje kroz poglavlja. Nakon čitanja svakog poglavlja korisno je referencirati se na Python kod u repozitorijumu da bi se eksperimentisalo i stekao praktičan uvid u to kako se može primeniti odgovarajući algoritam.

O kodu

Primeri koda u ovoj knjizii su napisani korišćenjem pseudokoda da bi se čitalac usredsredio na intuiciju i logičko razmišljanje koje stoji iza algoritama, kao i da se osigura da kod bude dostupan svima, bez obzira na preferencije programskog jezika. Pseudokod je neformalan način da se opišu instrukcije u kodu. Namera nam je da kod bude čitljiviji i razumljiviji - u osnovi, više prilagođen ljudima.

Uz to, svi algoritmi opisani u knjizi imaju primere kodu u jeziku Python, dostupne na Github lokaciji (http://mng.bz/Vgr0). Da bismo vas usmeravali dok učite, uputstva za podešavanje i komentari su dati u izvornom kodu. Jedan od potencijalnih pristupa učenju je čitanje svakog poglavlja, a zatim kratak pregled koda da biste proverili svoje razumevanje odgovarajućih algoritama.

Izvorni kod u Pythonu treba da bude referenca za način na koji bi algoritmi mogli da se implementiraju. Ovi primeri su optimizovani za učenje, a ne za upotrebu u produkciji. Kod je napisan da služi kao sredstvo za podučavanje. Za projekte koji će ući u proizvodnju preporučuje se korišćenje formiranih biblioteka i okvira, pošto su takve kolekcije programa i paketa, obično, optimizovane za što bolje performanse, dobro testirane i dobro podržane.

Forum za diskusiju liveBook

Kupovina knjige *Algoritmi veštačke inteligencije*, iz edicije „Temeljno i intuitivno“ (Grokking), uključuje besplatan pristup privatnom web forumu koji vodi „Manning Publications“, gde možete komentarisati knjigu, postavljajti tehnička pitanja i dobijajti pomoć od autora i drugih korisnika. Da biste pristupili forumu, idite na veb lokaciju http://mng.bz/kVoe. Osim toga, o Manning Publications forumima i pravilima ponašanja možete više saznati na veb lokaciji https://livebook.manning.com/#!/discussion.

Koliko je „Manning Publications“ posvećen svojim čitaocima ogleda se u tome što obezbeđuje mesto gde može doći do smislenog dijaloga između pojedinih čitalaca i između čitalaca i autora. Autor nema obavezu da učestvuje u radu foruma, niti je njegovo učešće vezano za bilo kakav vremenski okvir; njegov

doprinos forumu ostaje dobrovoljan (i neplaćen). Predlažemo da autoru postavljate neka izazovna pitanja da mu interes ne bi zalutao. Forum i arhiva prethodnih diskusija biće dostupni na veb stranici izdavača sve dok je knjiga u štampi.

Ostali mrežni izvori

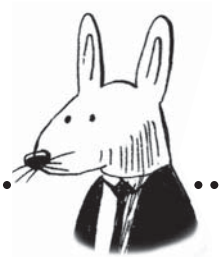
Izvorni kod za *Grokking algoritme veštačke inteligencije* nalazi se na lokaciji

http://mng.bz/Vgr0

Veb lokacija autora

https://rhurbans.com

O autoru



Rishal je od detinjstva bio opsednut računarima, tehnologijom i ludim idejama. Tokom svoje karijere bio je uključen u vođenje timova i projekata, praktično softversko inženjerstvo, strateško planiranje i dizajn celokupnih rešenja za različita međunarodna preduzeća. Takođe je bio zadužen da aktivno gaji kulturu pragmatizma, učenja i razvoja veština u svojoj kompaniji, zajednici i industriji.

Rishal ima strast prema poslovnoj mehanici i strategiji, razvoju veština ljudi i timova, dizajnerskom razmišljanju, veštačkoj inteligenciji i filozofiji. Postavio je temelje raznim digitalnim proizvodima koji pomažu ljudima i preduzećima da budu produktivniji i da se usredsrede na ono što je važno. Takođe je govorio na desetinama konferencija širom sveta da bi kompleksne koncepte napravio pristupačnijim i pomogao ljudima da se uzdignu.

Intuicija veštačke inteligencije

1



U ovom poglavlju obradićemo sledeće teme:

- definicija AI kakvu poznajemo
- intuicija koncepata koji su primenljivi na AI
- tipovi problema u računarstvu i AI i njihove osobine
- pregled algoritama AI o kojima se govori u ovoj knjizi
- upotreba AI u stvarnom svetu

Šta je veštačka inteligencija?

Inteligencija je misterija - koncept koji nema prihvaćenu definiciju. Filozofi, psiholozi, naučnici i inženjeri imaju različito mišljenje o tome šta je inteligencija i kako nastaje. Inteligenciju vidimo u prirodi oko nas, kao što su grupe živih bića koja rade zajedno, a inteligenciju vidimo na način na koji ljudi misle i ponašaju se. Generalno, stvari koje su autonomne, a prilagodljive, smatraju se inteligentnim. *Autonomno* znači da nečemu ne treba stalno davati uputstva, a *adaptivno* znači da može da promeni svoje ponašanje u zavisnosti kako se menjaju okruženje ili prostor problema. Kada posmatramo žive organizme i mašine, vidimo da su podaci osnovni element za rad. Vizuelni elementi koje vidimo su podaci, zvukovi koje čujemo su podaci, mere stvari oko nas su podaci. Mi koristimo podatke, sve ih obrađujemo i na osnovu toga donosimo odluke, tako da je za razumevanje algoritama veštačke inteligencije (AI) bitno osnovno razumevanje koncepata koji okružuju podatke.

Definisanje AI

Neki ljudi tvrde da mi ne razumemo šta je AI, jer se borimo da definišemo samu inteligenciju. Salvador Dali je verovao da je ambicija atribut inteligencije; on je rekao: „Inteligencija bez ambicija je ptica bez krila." Albert Einstein je verovao da je mašta važan faktor u inteligenciji; rekao je: „Pravi znak inteligencije je ne znanje, već mašta". A Stephen Hawking je rekao: „Inteligencija je sposobnost prilagođavanja", koja se fokusira na mogućnost prilagođavanja na promene u svetu. Ova tri sjajna uma su imali različite poglede na inteligenciju. Još uvek nemajući tačan definitivnan odgovor šta je inteligencija, bar znamo da svoje shvatanje inteligencije zasnivamo na ljudima kao na dominantnoj (i najinteligentnijoj) vrsti.

Zbog naše zdrave pameti, a da bismo se pridržavali praktične primene u ovoj knjizi, mi ćemo labavo definisati AI kao sintetički sistem koji pokazuje „inteligentno" ponašanje. Umesto toga, u pokušaju da se nešto definiše da li je AI ili nije, pozivamo se na sličnost toga i AI. Nešto može pokazati neke aspekte inteligencije, jer nam pomaže da rešimo teške probleme i obezbeđuje vrednost i korist. Obično su implementacije AI koje simuliraju vid, sluh i druga prirodna čula slične. Rešenja koja su u stanju da samostalno uče, dok se prilagođavaju novim podacima i okruženjima, takođe se posmatraju kao AI.

Evo nekoliko primera u kojima se mogu videti osobine inteligencije:

- sistem koji je uspešan u igranju mnogih tipova složenih igara
- sistem za otkrivanje zloćudnih tumora
- sistem koji generiše umetnička dela zasnovana na malo ulaznih podataka
- samovozeći (autonomni) automobil

Douglas Hofstadter je rekao: „AI je ono što još nije urađeno". U primerima koje smo upravo pomenuli samovozeći automobil može izgledati inteligentno, budući da još uvek nije usavršen. Slično tome, i računar koji sabira brojeve se mogao, pre nekog vremena, smatrati inteligentnim, ali se to sada podrazumeva.

Zaključak je da je *AI* dvosmislen pojam koji različitim ljudima, industrijama i disciplinama znači različito. Algoritmi u ovoj knjizi su klasifikovani kao AI algoritmi u prošlosti ili sadašnjosti; da li omogućavaju određenu definiciju AI ili ne, zapravo nije važno. Važno je da su korisni za rešavanje teških problema.

Shvatanje da su podaci jezgro AI algoritama

Podaci su ulaz u divne algoritme koji izvode podvige za koji se čini da su magija. Pogrešan izbor podataka, slabo predstavljeni podaci ili podaci koji nedostaju algoritmi imaju loš učinak, pa je ishod jednako dobar kao i pruženi podaci. Svet je ispunjen podacima, a ti podaci postoje u oblicima koje ne možemo ni da osetimo. Podaci mogu predstavljati vrednosti koje se mere numerički, poput trenutne temperature na Arktiku, broja riba u ribnjaku ili vaše trenutne starosti u danima. Svi ovi primeri uključuju snimanje tačnih numeričkih vrednosti na osnovu činjenica. Ove podatke je teško pogrešno protumačiti. Temperatura na određenom mestu u određenom trenutku je apsolutno tačna i ne podleže nikakvoj pristrasnosti. Ovaj tip podataka je poznat pod nazivom *kvantitativni podaci*.

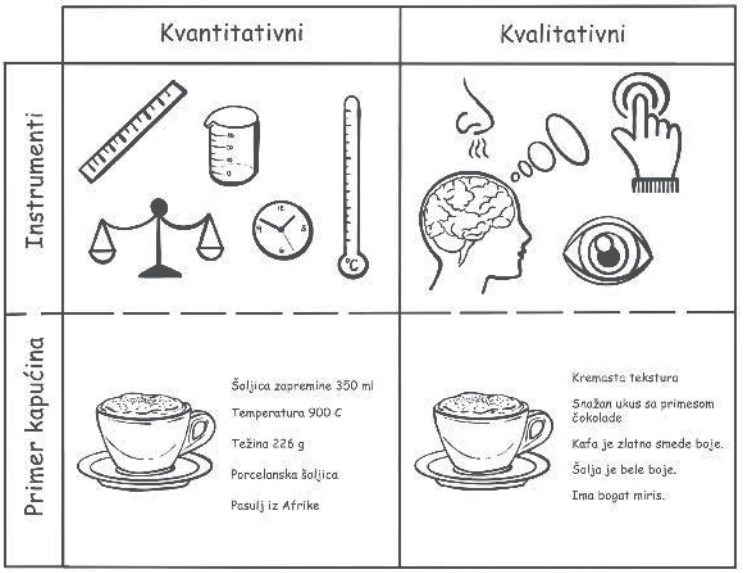
Podaci takođe mogu predstavljati vrednosti zapažanja, poput mirisa cveta ili nečijeg nivoa saglasnosti sa politikom političara. Ovaj tip podataka je poznat kao *kvalitativni podatci;* ponekad ih je teško protumačiti, jer oni ne predstavljaju apsolutnu istinu, već shvatanje nečije istine. Na slici 1.1 ilustrovani su neki primeri kvantitativnih i kvalitativnih podataka oko nas.



Slika 1.1 Primeri podataka oko nas

Podaci su jednostavne neobrađene činjenice koje imaju neko značenje, pa njihovo beleženje obično ne sadrži pristrasnost. U stvarnom svetu, međutim, podatke prikupljaju ljudi, beleže ih i povezuju na osnovu određenog konteksta, uz određeno razumevanje načina na koji se podaci mogu koristiti. Čin konstruisanja smislenih uvida za odgovore na pitanja zasnovana na podacima stvara *informacije*. Dalje, čin korišćenja informacija sa iskustvima i njihova svesna primena kreira *znanje*. To je, delom, ono što pokušavamo da simuliramo pomoću AI algoritama.

Na slici 1.2 pokazano je kako se mogu tumačiti kvantitativni i kvalitativni podaci. Za merenje kvantitativnih podataka se, obično, koriste standardizovani instrumenti, kao što su satovi, kalkulatori i vage, dok se naša čula mirisa, zvuka, ukusa, dodira i vida, kao i naša mišljenja, obično koriste za kreiranje kvalitativnih podataka.



Slika 1.2 Kvalitativni u odnosu na kvantitativne podatke

Podatke, informacije i znanje različiti ljudi mogu različito tumačiti, na osnovu nivoa njihovog razumevanja tog domena i njihovog pogleda na svet, a ova činjenica prouzrokuje posledice na kvalitet rešenja - čineći izuzetno važnim naučni aspekt kreiranja tehnologije. Prateći ponovljive naučne procese sakupljanja podataka, izvođenja eksperimenata i tačnog izveštavanja o nalazima, prilikom obrade podataka pomoću algoritama možemo osigurati tačnije rezultate i bolja rešenja problema.

Posmatranje algoritama kao instrukcija u receptima

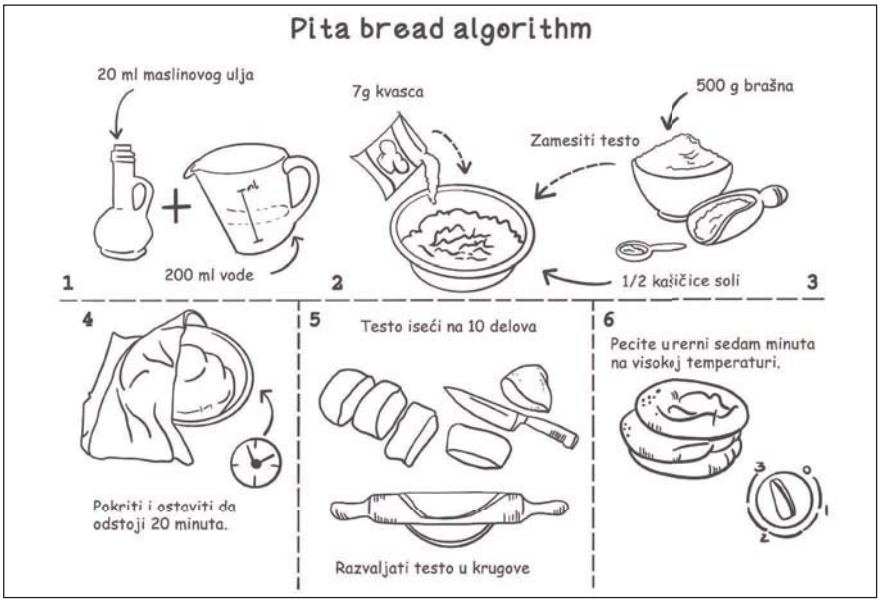
Sada imate labavu definiciju AI i razumete važnost podataka. Budući da ćemo u ovoj knjizi istražiti nekoliko algoritama AI, korisno je da tačno razumete šta je *algoritam*. On je skup instrukcija i pravila donetih kao specifikacija za postizanje određenog cilja. Algoritmi obično prihvataju ulaze i, nakon nekoliko konačnih koraka, u kojima algoritam napreduje kroz promene stanja, produkuje se izlaz.

Čak i nešto tako jednostavno kao što je čitanje knjige može se predstaviti kao algoritam. Evo primera koraka za čitanje ove knjige:

1. Pronađite knjigu *Algoritmi veštačke inteligencije,* edicije *Temeljno i intuitivno (Grokking)*

2. Otvorite knjigu.
3. Dokle god još ima nepročitanih stranica,
   a. pročitajte stranicu
   b. okrenite sledeću stranicu
   c. razmislite o onome što ste naučili
4. Razmislite kako svoja znanja možete da primenite u realnom svetu.

Algoritam se može posmatrati kao recept, kao što se vidi na slici 1.3. Uzimajući u obzir neke sastojke i alate kao ulaze i instrukcije za pravljenje određenog jela, izlaz je obrok.

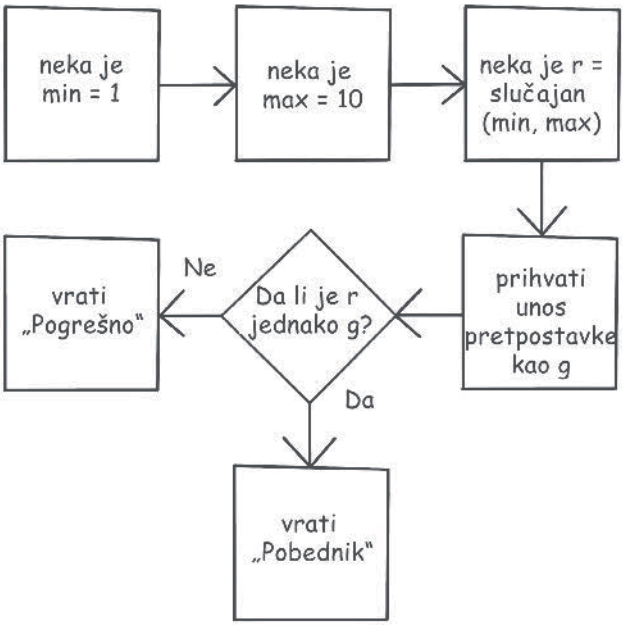


Slika 1.3 Primer koji pokazuje sličnost algoritma i recepta

Algoritmi se koriste za mnoštvo različitih rešenja. Na primer, možemo da omogućimo uživo video ćaskanje širom sveta pomoću algoritama kompresije, a možemo i da se krećemo po gradovima preko aplikacija za mape koje koriste algoritme za usmeravanje u realnom vremenu. Čak i jednostavni program „Zdravo, svete!" ima mnogo algoritama u igri za prevođenje čitljivog programa - unesite jezik u mašinski kod i sledite uputstva koja se nalaze na hardveru. Ako dovoljno dobro pogledate, možete posvuda pronaći algoritme.

Da bismo ilustrovali nešto bliže povezano sa algoritmima u ovoj knjizi, na slici 1.4 prikazan je algoritam igre pogađanja brojeva koji je predstavljen kao dijagram toka. Kompjuter generiše slučajni broj u određenom opsegu, a igrač pokušava da

pogodi taj broj. Primetićete da algoritam ima diskretne korake koji izvršavaju radnju ili određuju odluku pre prelaska na sledeću operaciju.



Slika 1.4 Dijagram toka algoritma za pogađanje brojeva

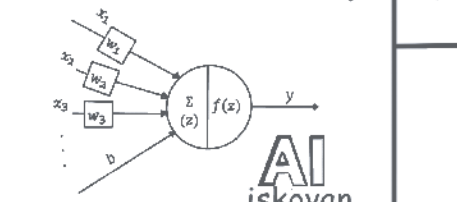
S obzirom na naše razumevanje tehnologije, podataka, inteligencije i algoritama, AI algoritmi su skupovi uputstava koji koriste podatke za kreiranje takvih sistema koji pokazuju inteligentno ponašanje i rešavaju teške probleme.

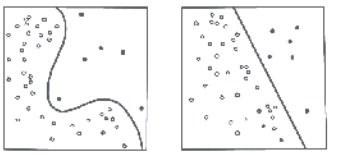
Kratka istorija veštačke inteligencije

Kratki osvrt na korake napravljene u AI koristan je da razumemo da se stare tehnologije i nove ideje mogu iskoristiti za rešavanje problema na inovativne načine. AI nije nova ideja. Istorija je ispunjena mitovima o mehaničkim ljudima i mašinama koje autonomno „razmišljaju". Osvrćući se unazad, otkrivamo da stojimo na ramenima divova. Možda i sami možemo, na skroman način, doprineti ukupnom znanju.

Pogled na dešavanja u prošlosti naglašava važnost razumevanja osnova AI; algoritmi od pre nekoliko decenija su ključni u mnogim modernim implementacijama AI. Ovu knjigu započinjemo sa osnovnim algoritmima koji pomažu da se izgradi intuicija za rešavanje problema i postepeno prelazimo na zanimljivije i modernije pristupe.

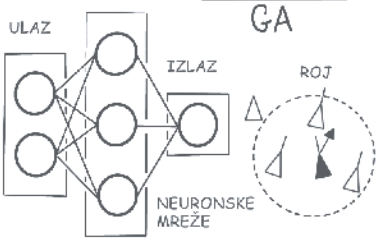
Na slici 1.5 nije prikazana detaljna lista dostignuća u AI, već samo mali skup primera. Istorija je puna mnogih drugih otkrića i kvantnih skokova.

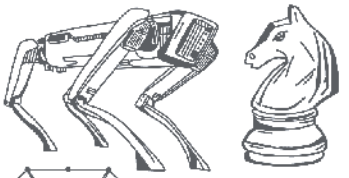


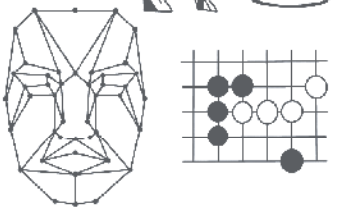












1950-ih

Smišljen je termin „veštačka inteligencija".
Uveden je koncept veštačke neuronske mreže.
Izumljen je model Perceptrona.
Izumljen je programski jezik LISP.

1960-ih

Uvedeni su ML modeli za predviđanje.
Unimate robot radi na liniji za sklapanje automobila.
Robot Shakey ima prirodno kretanje i sposobnost rešavanja problema.
Papir koji ističe nedostatke Perceptrona kreira sumnju u koncept.

1970-ih

BKG pobeđuje u igri backgammon (sa srećom).
Popularizuju se evolucioni algoritmi.
Freddi robot može da koristi vizuelnu percepciju.
Izumljen je programski jezik Prolog.

1980-ih

Pojavila se LISP mašina za ekspertne sisteme.
Napravljen HOPE okvir za učenje neuronskih mreža preko uvođenja povratnog širenja.
Popularizuje se inteligencija roja.

1990-ih

TD-Gammon pokazuje snagu učenja uslovljavanjem.
Mercedes izveo eksperimente sa autonomnim automobilom.
IBM-ov računar Deep Blue postaje prvak sveta u šahu, pobedivši Garija Kasparova.
Poraslo korišćenje internet botova i pretraga.

2000-ih

Rešena je igra dame.
Prvi put primenjene neuronske mreže u aplikacijama za prepoznavanje lica.
Tehnološki giganti razvijaju pametne glasovne asistente.
Googleova aplikacija AlphaGo postaje prvak u Gou, pobedivši prvaka sveta u Seulu.
Razvijen hardver specifičan za AI i IoT uređaje.
Upotrebljena AI prilikom detekcije tumora (uspešnija nego lekarska detekcija).

Slika 1.5 Evolucija AI

Tipovi problema i paradigme rešavanja problema

AI algoritmi su moćni, ali nisu srebrni meci[1] koji mogu rešiti svaki problem. A šta su problemi? U ovom odeljku razmatramo različite tipove problema koje smo, uglavnom, iskusili u računarstvu, pokazujući kako možemo početi da stičemo intuiciju o njima. Ova intuicija nam može pomoći da identifikujemo te probleme u stvarnom svetu i da nas usmeri na izbor algoritama koji se koriste u rešavanju.

Za opisivanje problema u računarstvu i AI koristi se nekoliko termina. Problemi su klasifikovani na osnovu *konteksta* i *cilja*.

Problemi sa pretragom: Pronađite put do rešenja

Problem pretrage podrazumeva situaciju u kojoj ima više mogućih rešenja, od kojih svako predstavlja niz koraka (putanja) ka cilju. Neka rešenja sadrže podskupove putanja koji se preklapaju; neka su bolja od drugih; a neka su jeftinija za realizaciju od drugih. Bolje rešenje je određeno konkretnim problemom koji je u pitanju; jeftinije rešenje znači da je računski jeftinije za izvršavanje. Primer je određivanje najkraće putanje između gradova na mapi. Mogu biti dostupne mnoge rute, sa različitim udaljenostima i uslovima u saobraćaju, ali su neki pravci bolji od drugih. Mnogi algoritmi AI su zasnovani na konceptu pretraživanja prostora rešenja.

Problemi sa optimizacijom: Pronađite dobro rešenje

Problem optimizacije podrazumeva situaciju u kojoj postoji ogroman broj validnih rešenja, a apsolutno najbolje rešenje je teško naći. Problemi sa optimizacijom obično imaju ogroman broj mogućnosti, od kojih se svaka razlikuje po tome koliko dobro rešava problem. Primer je pakovanje prtljaga u prtljažnik automobila na takav način da se maksimalno iskoristi prostor. Dostupne su mnoge kombinacije, a ako je prtljažnik efikasno spakovan, u njega može da stane više prtljaga.

Lokalno najbolje nasuprot globalno najboljem rešenju

Budući da problemi sa optimizacijom imaju mnogo rešenja, a s obzirom da ova rešenja postoje u različitim tačkama prostora za pretragu, „na scenu" stupaju koncepti *lokalno najbolji* i g*lobalno najbolji*. *Lokalno najbolje* rešenje je najbolje rešenje u određenoj oblasti u prostoru za pretragu, a *globalno najbolje* je najbolje rešenje u čitavom prostoru za pretragu. Obično postoji mnogo najboljih lokalnih rešenja i jedno globalno najbolje rešenje. Razmislite, na primer, o potrazi za najboljim restoranom. Možda ćete pronaći najbolji restoran u vašem lokalnom području, ali to možda nije najbolji restoran u zemlji ili najbolji restoran na svetu.

1 eng. *silver bullet* - Fraza koja se često koristi da potencira nešto što daje trenutno i izuzetno efikasno, naizgled magično, rešenje određenog problema ili poteškoće, posebno one koja je obično veoma složena ili je teško rešiva. Fraza se, gotovo uvek, koristi u izjavi da takvo rešenje ne postoji.[op.prev.]

Problemi sa predviđanjem i klasifikacijom: Učite iz obrazaca u podacima

Problemi sa *predviđanjem* su problemi u kojima imamo podatke o nečemu i želimo da pokušamo da pronađemo obrasce u njima. Na primer, možda imamo podatke o različitim vozilima i zapreminama njihovih motora, kao i o potrošnji goriva svakog vozila. Možemo li predvideti potrošnju goriva novog modela vozila na osnovu zapremine njegovog motora? Ako postoji povezanost između podataka o zapremini motora i potrošnje goriva, ovo predviđanje je moguće.

Problemi sa klasifikacijom slični su problemima sa predviđanjem, ali, umesto da pokušavamo da pronađemo tačno predviđanje, kao što je potrošnja goriva, pokušavamo da nađemo kategoriju nečega, zasnovanu na osobinama tog nečega. S obzirom na dimenzije vozila, zapreminu motora i broj sedišta, možemo li predvideti da li je to vozilo motocikl, limuzina ili sportski automobil? Problemi klasifikacije zahtevaju pronalaženje obrazaca u podacima koje grupišu primere u kategorije. Interpolacija je važan koncept prilikom pronalaženja obrazaca u podacima, jer nove tačke podataka procenjujemo na osnovu poznatih podataka.

Problemi klastera: Identifikujte obrasce u podacima

Problemi klastera obuhvataju scenarije u kojima se, iz podataka, otkrivaju trendovi i odnosi. Za grupisanje primera na različite načine koriste se različiti aspekti podataka. Na primer, imajući u vidu podatke o troškovima i lokaciji restorana, možemo otkriti da mlađi ljudi često posećuju mesta gde je hrana jeftinija.

Klasterisanje ima za cilj pronalaženje relacija u podacima, čak i kada nije postavljeno precizno pitanje. Ovaj pristup je takođe koristan za bolje razumevanje podataka da biste se informisali šta biste mogli da uradite sa njima.

Deterministički modeli: Isti rezultat svaki put kada se izračuna

Deterministički modeli su modeli koji, s obzirom na određeni ulaz, daju dosledan izlaz. Na primer, zavisno od doba dana, kao što je podne u određenom gradu, uvek možemo očekivati da će biti dnevnog svetla, a u ponoć uvek možemo očekivati mrak. Očigledno je da ovaj jednostavan primer ne uzima u obzir neobično trajanje dnevnog svetla u blizini polova planete (polarni dan i polarna noć).

Stohastički / probabilistički modeli: Potencijalno drugačiji rezultat svaki put kada se izračuna

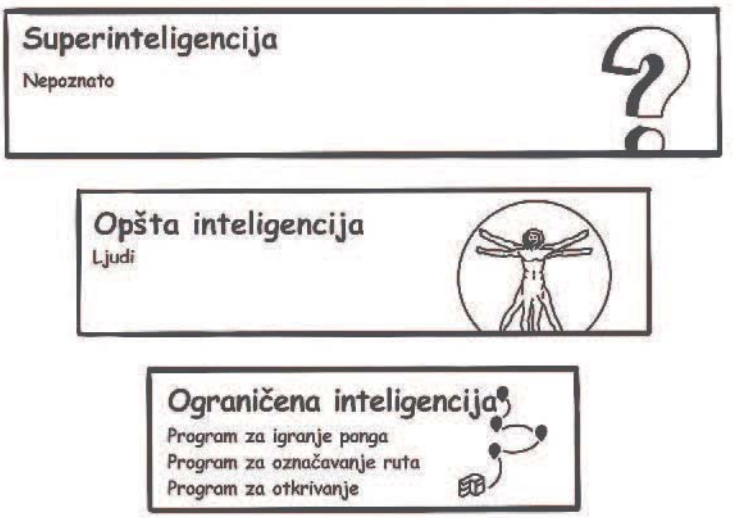
Probabilistički modeli su modeli koji, s obzirom na određeni ulaz, vraćaju rezultat iz skupa mogućih ishoda. Oni obično imaju element kontrolisane slučajnosti koji doprinosi mogućem skupu ishoda. Zavisno od doba dana, u podne, na primer, možemo očekivati da vreme bude sunčano, oblačno ili kišovito; u ovom trenutku nema fiksnog vremena.

Intuicija koncepata veštačke inteligencije

AI je „vruća" tema, kao i mašinsko i duboko učenje. Pokušaji da se razumeju ovi različiti, ali slični koncepti, mogu biti zastrašujuće iskustvo. Pored toga, unutar AI domena postoje razlike između različitih nivoa inteligencije.

U ovom odeljku ćemo da demistifikujemo neke od tih koncepata. Ovaj odeljak je takođe putokaz za teme koje su obuhvaćene u ovoj knjizi.

Koncentrišimo se na različite nivoe AI, predstavljene na slici 1.6.



Slika 1.6 Nivoi AI

Ograničena inteligencija: Rešenja za posebne namene

Sistemi *ograničene inteligencije* rešavaju probleme u određenom kontekstu ili domenu. Oni obično ne mogu da reše problem u jednom kontekstu i da to isto razumevanje primene u drugom. Na primer, sistem razvijen za razumevanje interakcije sa kupcima i ponašanje prilikom potrošnje ne bi mogao da identifikuje mačke na slici. Da bi nešto bilo efikasno u rešavanju problema, mora, obično, da bude prilično specijalizovano za domen problema, što otežava prilagođavanje drugim problemima.

Različiti sistemi ograničene inteligencije se mogu kombinovati na razumne načine kako bi se kreiralo nešto veće što se, po svojoj inteligenciji, čini opštijim. Primer je glasovni pomoćnik. Ovaj sistem može da razume prirodni jezik, što je, samo po sebi, sićušan problem, ali kroz integraciju sa drugim sistemima ograničene

inteligencije, kao što su veb pretrage i programi za preporučivanje muzike, može da pokaže kvalitete opšte inteligencije.

Opšta inteligencija: Rešenja nalik čovekovim

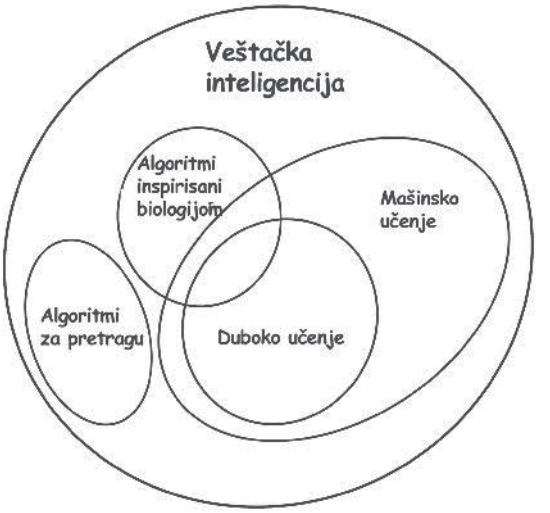
Opšta inteligencija je inteligencija slična ljudskoj. Kao ljudi, u stanju smo da učimo na osnovu različitih iskustava i interakcija u svetu i da primenimo to razumevanje od jednog do drugog problema. Na primer, ako ste kao dete osećali bol kada ste dodirivali nešto vruće, možete ekstrapolirati i znati da i druge vruće stvari mogu da vas povrede. Opšta inteligencija kod ljudi je, međutim, više od pukog rezonovanja poput „vruće stvari mogu biti škodljive". Opšta inteligencija obuhvata memoriju, prostorno rasuđivanje putem vizuelnih unosa, korišćenje znanja i još mnogo čega. Postizanje opšte inteligencije u mašini čini se da je, kratkoročno gledano, malo verovatno. Međutim, napredak u kvantnom računanju, obradi podataka i algoritmima inteligencije mogao bi da u budućnosti realno stvori opštu inteligenciju.

Superinteligencija: Velika nepoznanica

Neke ideje *superinteligencije* se pojavljuju u naučno-fantastičnim filmovima čija su radnje smeštene u postapokaliptične svetove, u kojima su sve mašine povezane, sposobne da rasuđuju o stvarima izvan našeg razumevanja i dominiraju ljudima. Postoje mnoge filozofske rasprave da li bi ljudi mogli da naprave nešto što je inteligentnije od nas samih. Superinteligencija je velika nepoznanica i još dugo će biti špekulacija o bilo kakvim pokušajima njenog definisanja.

Stara i nova AI

Ponekad se koriste pojmovi stara i nova AI. *Stara AI* se često shvata kao skup sistema u kojima su ljudi kodirali pravila koja uzrokuju da algoritam pokazuje inteligentno ponašanje - pomoću dubokog poznavanja problema ili metodom pokušaja i pogrešaka. Primer stare AI je osoba koja ručno kreira stablo odluka i pravila i opcije po celom drvetu odluke. *Nova AI* ima za cilj kreiranje algoritama i modela koji uče iz podataka i kreiraju sopstvena pravila koja se izvode podjednako tačno, ili, bolje, od pravila koja je kreirao čovek. Razlika je u tome što ovi potonji mogu pronaći važne obrasce u podacima koje određena osoba možda nikada neće naći ili bi joj trebalo mnogo više vremena da ih pronađe. Algoritmi pretrage se često posmatraju kao stara veštačka inteligencija, ali je njihovo robusno razumevanje korisno za učenje složenijih pristupa. U ovoj knjizi imamo cilj da predstavimo najpopularnije algoritme veštačke inteligencije i da postepeno nadograđujemo svaki koncept. Na slici 1.7 ilustrovana je relacija između različitih koncepata u okviru veštačke inteligencije.



Slika 1.7 Kategorizacija pojmova u okviru AI

Algoritmi za pretragu

Algoritmi za pretragu su korisni za rešavanje problema u kojima se zahteva nekoliko radnji da bi se postigao cilj, kao što je pronalaženje puta kroz lavirint ili određivanje najboljeg poteza u igri. Algoritmi za pretragu procenjuju buduća stanja i pokušavaju da pronađu optimalnu putanju do najvrednijeg cilja. Obično imamo previše mogućih rešenja da bismo forsirali grubu silu za svako od njih. Čak i mali prostori za pretragu mogu rezultirati hiljadama sati rada računara kako bi se pronašlo najbolje rešenje. Algoritmi za pretragu obezbeđuju pametne načine za procenu prostora za pretragu. Oni se koriste u mrežnim pretraživačima, aplikacijama za traženje ruta na mapama, pa čak i u agentima za igranje igara.

Algoritmi inspirisani biologijom

Kada pogledamo svet oko sebe, primećujemo neverovatne pojedinosti kod raznih stvorenja, biljaka i drugih živih organizama. Primeri obuhvataju saradnju mrava u prikupljanju hrane, jato ptica pri migraciji, procenu načina na koji funkcioniše mozak i evoluciju različitih organizama da bi se stvorilo jače potomstvo. Posmatrajući i učeći iz različitih pojava, stekli smo znanje kako deluju ovi organski sistemi i kako jednostavna pravila mogu rezultirati inteligentnim ponašanjem u nastajanju. Neki od ovih fenomena su inspirisali algoritme koji su korisni u AI, poput evolucionih algoritama i algoritama inteligencije roja.

Evolucioni algoritmi su inspirisani teorijom evolucije koju je definisao Charles Darwin. Koncept je da se populacija reprodukuje kako bi kreirala nove jedinke, a da kroz ovaj proces mešavina gena i mutacija produkuje jedinke koje imaju bolje

osobine od svojih predaka. *Inteligencija roja* je grupa naizgled „glupih" pojedinaca koji pokazuju inteligentno ponašanje. Optimizacija kolonijom mrava i optimizacija rojem čestica su dva popularna algoritma koja ćemo istražiti u ovoj knjizi.

Algoritmi mašinskog učenja

Mašinsko učenje usvaja statistički pristup modelima obuke za učenje iz podataka. Pod „kišobranom" mašinskog učenja postoji niz algoritama koji se mogu iskoristiti za poboljšanje razumevanja relacija u podacima, donošenje odluka i predviđanja na osnovu tih podataka.

U mašinskom učenju postoje tri glavna pristupa:

- *Nadgledano učenje* podrazumeva modele treninga sa algoritmima gde podaci treninga imaju poznate ishode na postavljeno pitanje, kao što je, na primer, određivanje tipa voća, ako imamo skup podataka koji uključuje težinu, boju, teksturu i oznaku voća za svaki primer.
- *Nenadgledano učenje* razotkriva skrivene relacije i strukture unutar podataka, koje nas vode ka postavljanju relevantnih pitanja skupu podataka. Može da pronalazi obrasce u svojstvima sličnog voća i grupiše ih u skladu sa tim, što može dati tačna pitanja koja želimo da postavimo podacima. Ovi osnovni koncepti i algoritmi nam pomažu da u budućnosti napravimo osnovu za istraživanje naprednih algoritama.
- *Učenje uslovljavanjem* je inspirisano bihevioralnom psihologijom. Ukratko, opisuje nagrađivanje pojedinca (ako je izvršena korisna radnja) ili kažnjavanje toga pojedinca (ako je izvršena nepovoljna radnja). Primer kod ljudi bi mogao biti kada dete ostvari dobre rezultate, na osnovu svog svedočanstva obično biva nagrađeno, ali loš učinak ponekad rezultira kaznom, što uslovljava ponašanje za postizanje dobrih rezultata. Učenje uslovljavanjem je korisno za istraživanje kako računarski programi ili roboti komuniciraju sa dinamičkim okruženjima. Primer je robot koji ima zadatak da otvori vrata; kažnjava se kad ne otvori vrata, a dobije nagradu kad ih otvori. Vremenom, posle mnogih pokušaja, robot „nauči" redosled radnji potrebnih za otvaranje vrata.

Algoritmi dubokog učenja

Duboko učenje, koje proizilazi iz mašinskog učenja, predstavlja širu porodicu pristupa i algoritama koji se koriste za postizanje ograničene inteligencije i težnju ka opštoj inteligenciji. Duboko učenje obično podrazumeva da se pristupom pokušava rešiti problem na opštiji način, poput prostornog rasuđivanja, ili se primenjuje na probleme koji zahtevaju više generalizacije, kao što su računarski vid i

prepoznavanje govora. Opšte probleme ljudi dobro rešavaju. Na primer, vizuelne obrasce možemo podudarati u skoro bilo kojem kontekstu. Duboko učenje se takođe bavi nadgledanim učenjem, nenedgledanim učenjem i učenjem uslovljavanjem. Pristupi dubokog učenja obično koriste mnogo slojeva veštačkih neuronskih mreža. Korišćenjem različitih slojeva inteligentnih komponenata svaki sloj rešava specijalizovane probleme; svi zajedno, slojevi rešavaju složene probleme prema višem cilju. Identifikovanje nekog objekta na slici, na primer, je opšti problem, ali se taj problem može raložiti na razumevanje boje, prepoznavanje oblika objekta i utvrđivanje odnosa između objekata, da bi bio ostvaren cilj.

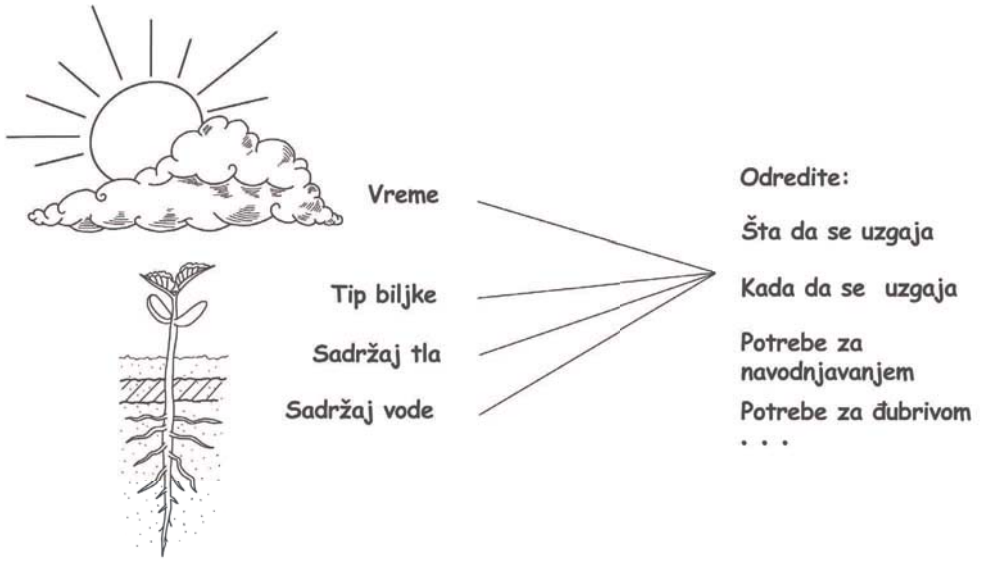
Načini primene algoritama veštačke inteligencije

Načini primene tehnika AI su, potencijalno, bezbrojni. Tamo gde postoje podaci i problemi za rešavanje postoje potencijalne mogućnosti za primenu AI. Imajući u vidu okruženje koje se stalno menja, razvoj interakcija među ljudima i promene u onome što ljudi i industrije zahtevaju, AI se može primeniti, na inovativne načine, za rešavanje problema iz stvarnog sveta. U ovom odeljku opisujemo primenu AI u različitim granama industrije.

Poljoprivreda: Optimalan rast biljaka

Jedna od najvažnijih privrednih grana koja održava ljudski život je poljoprivreda. Moramo da ekonomično uzgajamo kvalitetne useve za masovnu potrošnju. Mnogi poljoprivrednici uzgajaju useve u komercijalnim razmerama da bi nam omogućili povoljnu kupovinu voća i povrća u prodavnicama. Usevi rastu različito, što zavisi, između ostalog, od vrste useva, hranljivih sastojaka u zemljištu, sadržaja vode u tlu, bakterija u vodi i vremenskih prilika na području gde se gaje. Cilj je da se u sezoni uzgoji što više visokokvalitetnih proizvoda, jer određeni usevi uglavnom dobro rastu samo tokom određenih godišnja doba.

Poljoprivrednici i poljoprivredne organizacije godinama prikupljaju podatke o svojim farmama i usevima. Imajući u vidu te podatke, možemo iskoristiti mašine za pronalaženje obrazaca i relacija između promenljivih u procesu uzgoja useva i identifikovati faktore koji najviše doprinose uspešnom rastu. Pored toga, koristeći moderne digitalne senzore, možemo zabeležiti vremenske prilike, atribute tla, stanje vode i rast useva u realnom vremenu. Ovi podaci, u kombinaciji sa inteligentnim algoritmima, mogu, u realnom vremenu, omogućiti preporuke i prilagođavanja za optimalan rast (slika 1.8).



Slika 1.8 Korišćenje podataka za optimizaciju ratarske kulture

Bankarstvo: Otkrivanje prevara

Potreba za bankarstvom postala je očigledna kada su ljudi morali da nađu zajedničku, konzistentnu valutu za trgovinu različitim proizvodima i uslugama. Banke su se tokom godina menjale kako bi ponudile različite mogućnosti deponovanja novca, ulaganja novca i plaćanja. Tokom vremena pojedini ljudi pronalaze kreativne načine da prevare sistem. Jedan od najvećih problema - ne samo u bankarstvu, već i u većini finansijskih institucija, kao, na primer, kod osiguravajućih društava, je prevara. *Prevara* se dešava kada neko nečastan učini nešto protivzakonito da bi stekao neku korist za sebe. Prevara se obično dešava kada postoje „rupe" u procesu koje se eksploatišu ili prevara zavara nekoga pri obelodanjivanju informacija. Budući da je industrija finansijskih usluga u velikoj meri povezana putem Interneta i ličnih uređaja, više transakcija se dešava elektronskim putem preko računarske mreže, nego lično, pomoću fizičkog novca. Uz ogromne količine dostupnih podataka o transakcijama, možemo, u realnom vremenu, pronaći obrasce transakcija specifične za ponašanje pojedinca u potrošnji, koji mogu biti neobični. Ovi podaci pomažu finansijskim institucijama da uštede ogroman novac i da zaštite klijente koji ništa ne sumnjaju da ne budu opljačkani.

Sajber sigurnost: Otkrivanje napada i upravljanje njima

Jedna od zanimljivih nuspojava buma Interneta je sajber sigurnost. Pomoću Interneta šaljemo i primamo osetljive informacije - direktne poruke u realnom vremenu, detalje o kreditnoj kartici, e-adrese i druge važne poverljive informacije koje bi

mogle biti zloupotrebljene ako bi dospele u pogrešne ruke. Hiljade servera širom sveta primaju podatke, obrađuju ih i skladište. Napadači pokušavaju da ugroze ove sisteme da bi dobili pristup podacima, uređajima ili, čak, objektima.

Korišćenjem AI možemo identifikovati i blokirati potencijalne napade na servere. Neke velike internet kompanije čuvaju podatke kako određeni pojedinci komuniciraju sa njihovim servisom, uključujući ID-je njihovih uređaja, geolokacije i ponašanje prilikom korišćenja; kada se otkrije neobično ponašanje, mere bezbednosti ograničavaju pristup. Neke internet kompanije takođe mogu da blokiraju i preusmeravaju zlonamerni saobraćaj tokom napada distribuiranim uskraćivanjem usluga (Distributed Denial-of-Service - DDoS), što uključuje preopterećenje servisa lažnim zahtevima u pokušaju da se sruši servis ili spreči pristup autentičnih korisnika. Ovi neautentični zahtevi se mogu identifikovati i preusmeriti kako bi se minimalizovao uticaj napada razumevanjem kako korisnik koristi podatke, sisteme i mrežu.

Zdravstvena zaštita: Postavljanje dijagnoze pacijentima

Zdravstvena zaštita je bila stalna briga tokom čovekove istorije. Potreban nam je pristup dijagnozi i lečenju različitih bolesti na različitim lokacijama u različito vreme, pre nego što problem postane ozbiljniji ili čak fatalan. Kada pogledamo dijagnozu pacijenta, možemo da vidimo ogromne razmere zabeleženog znanja o ljudskom telu, poznatim problemima, iskustvu u rešavanju ovih problema i bezbroj rezultata skeniranja tela. Tradicionalno, lekari su morali da analiziraju slike skeniranja da bi otkrili prisustvo tumora, ali je ovaj pristup rezultirao otkrivanjem samo najvećih, uznapredovanih tumora. Napredak u dubokom učenju poboljšao je otkrivanje tumora na slikama koje su generisane skeniranjem. Sada lekari mogu ranije da otkriju rak, što znači da pacijent može na vreme da dobije potreban tretman i da ima veće šanse za izlečenje i oporavak.

Dalje, AI se može koristiti za pronalaženje obrazaca u simptomima, tegobama, naslednim genima, geografskim lokacijama i slično. Potencijalno bismo mogli znati da postoji velika verovatnoća da se kod nekog čoveka razvije određena bolest i da budemo spremni za upravljanje tom bolešću pre nego što se ona razvije. Na slici 1.9 ilustrovano je prepoznavanje karakteristika skeniranja mozga pomoću dubokog učenja.



Slika 1.9 Korišćenje mašinskog učenja za prepoznavanje karakteristika u skeniranju mozga

Logistika: Usmeravanje i optimizacija

Logistička industrija je ogromno tržište različitih tipova vozila koja dostavljaju različite tipove robe na različite lokacije, sa različitim zahtevima i rokovima. Zamislite složenost u planiranju isporuke kod velike veb lokacije za e-trgovinu. Bilo da se isporučuje roba za široku potrošnju, građevinska oprema, delovi za mašine ili gorivo, sistem treba da bude optimalan koliko god je moguće da bi se osiguralo da se zadovolji potražnja i da se troškovi svedu na minimum.

Možda ste čuli za problem trgovačkog putnika[2] (Traveling Salesperson Problem, TSP): prodavac mora da poseti nekoliko lokacija da bi završio posao, a cilj je da se pronađe najkraća udaljenost za izvršavanje ovog zadatka. Logistički problemi su slični, ali su, obično, izuzetno složeni zbog promenljivog okruženja stvarnog sveta. Posredstvom AI možemo da pronađemo optimalne rute između lokacija u pogledu vremena i udaljenosti. Dalje, možemo da pronađemo najbolje rute zasnovane na obrascima saobraćaja, građevinskim blokadama, pa čak i na tipovima puta, zasnovanim na vozilu koje se koristi. Pored toga, možemo da izračunamo najbolji način pakovanja za svako vozilo i šta treba spakovati u svako vozilo na takav način da je svaka isporuka optimizovana.

Telekom: Optimizacija mreža

Telekomunikaciona industrija je odigrala ogromnu ulogu u povezivanju sveta. Kompanije iz te industrije postavljaju skupu infrastrukturu kablova, tornjeva i satelita da bi kreirale mrežu koju mnogi potrošači i organizacije mogu koristiti za komunikaciju putem Interneta ili privatnih mreža. Rukovanje ovom opremom je skupo, pa optimizacija mreže omogućava više veza, što većem broju ljudi omogućava pristup brzim vezama. AI se može koristiti za nadgledanje ponašanja na mreži i za optimizaciju usmeravanja. Pored toga, ove mreže beleže zahteve i odgovore; prikupljeni podaci se mogu koristiti za optimizovanje mreže na osnovu poznatog opterećenja određenih pojedinaca, područja i specifičnih lokalnih mreža. Podaci mreže takođe mogu biti od ključne važnosti za razumevanje gde se nalaze ljudi i čime se bave, što je korisno za urbano planiranje.

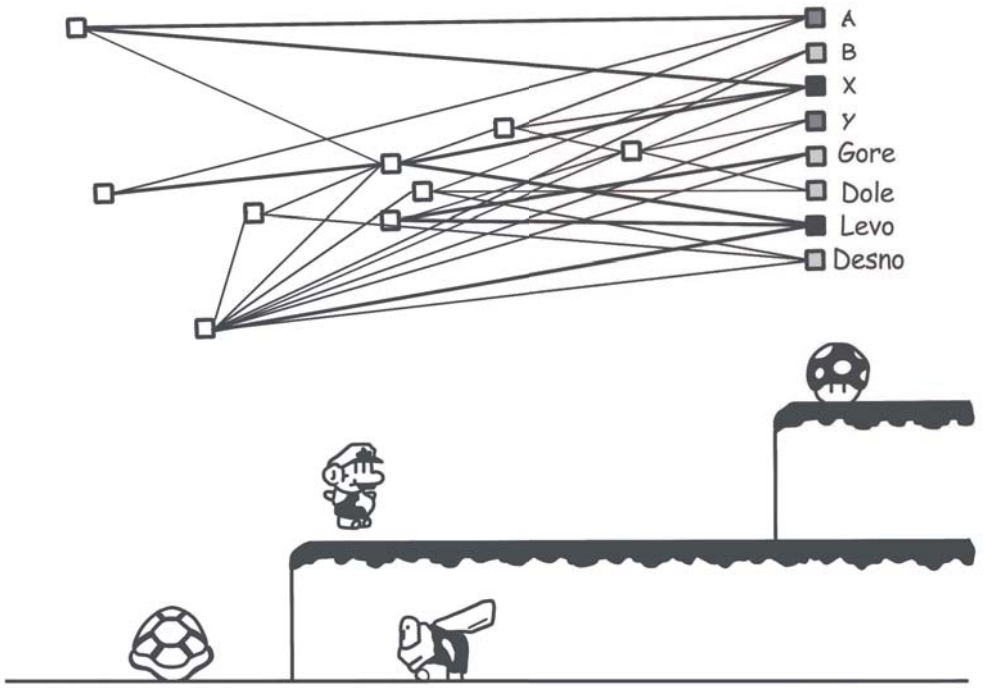
2 Problem trgovačkog putnika je predstavik velike klase problema poznatih kao kombinatorni problemi optimizacije. U regularnom obliku TSP, mapa gradova je dodeljena prodavcu i on mora da poseti sve gradove samo jednom, kako bi završio obilazak, tako da je dužina turneje, među svim mogućim putovanjima, najkraća za ovu mapu. S obzirom na skup gradova i troškova putovanja između svakog mogućeg para, cilj je da se pronađe najbolji mogući način posete svih gradovima i vraćanje na početnu tačku, s najmanjim mogućim troškovima putovanja - prema: Nevena Dovičin, Zbornik radova, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad [op.prev.]

Igre: Kreiranje AI agenata[3]

Otkako su kućni i lični računari prvi put postali široko dostupni, igre su bile predmet prodaje za računarske sisteme. One su postale popularne veoma rano u istoriji personalnih računara. Ako se vratimo unazad, možda ćete se setiti arkadnih mašina, televizijskih konzola i ličnih računara sa igračkim mogućnostima. U igrama šah, bekgemon, ali i u drugim, dominirale su AI mašine. Ako igra nije previše složena, računar može, potencijalno, da pronađe sve mogućnosti i da na osnovu tog znanja donese odluku, brže nego što to može čovek. Nedavno je računar uspeo da pobedi čoveka šampiona u strateškoj igri Go. Igra Go ima jednostavna pravila za igranje i za kontrolu teritorije, ali je izuzetno kompleksna u pogledu odluka koje treba doneti da bi se ostvario pobednički scenario. Računar ne može da kreira sve mogućnosti za pobedu nad najboljim igračima-ljudima, jer je prostor za pretragu preveliki; umesto toga, on zahteva opštiji algoritam koji može apstraktno da „razmišlja», da određuje strategiju i planira kretanje ka cilju. Taj algoritam je već bio izmišljen i uspeo je da pobedi svetske šampione. Takođe je prilagođen za druge aplikacije, poput igranja Atari igara i modernih igara za više igrača. Ovaj sistem se naziva Alpha Go.

Nekoliko istraživačkih organizacija razvilo je AI sisteme koji su sposobni za igranje izuzetno složenih igara, bolje od ljudskih igrača i timova. Cilj je da se kreiraju opšti pristupi koji se mogu prilagoditi različitim kontekstima. Prema nominalnoj vrednosti, ovi AI algoritmi za igranje igara mogu izgledati nevažni, ali je rezultat razvoja ovih sistema takav da se pristup može efikasno primeniti na druge važne prostore problema. Na slici 1.10 ilustrovano je kako algoritam učenja uslovljavanjem može da nauči da igra klasičnu video-igru, poput Marija.

3 Agenti su prirodna metafora za razumevanje i korišćenje inteligentnih sistema. Agent može biti bilo koji entitet koji percepira okolinu putem senzora/receptora i deluje na nju kroz aktuatore. Agent se kreće u ciklusu opažanje-razmišljanje-delovanje. ljudski agent (senzori: oči, uši i drugi organi koji rade kao senzori; aktuatori: šake, noge i vokalni trakt); agent robot (senzori: kamere, infracrveni merač daljine, NLP za senzore; aktuator: razni motori); softverski agent (senzori: pritisci na tastere, sadržaj datoteke kao senzorski ulaz i deluje na te ulaze i prikazuje izlaz na ekranu). Otuda je svet oko nas prepun agenata poput termostata, senzora za požar, mobilnog telefona, kamere, a čak smo i mi agenti u nekom kontekstu. [op.prev.]



Slika 1.10 Korišćenje neuronskih mreža za učenje igranja igara

Umetnost: Stvaranje remek-dela

Jedinstveni, zanimljivi umetnici stvorili su prelepe slike. Svaki umetnik ima svoj način izražavanja sveta oko sebe. Takođe postoje neverovatna muzička dela koja narodne mase cene. U oba slučaja kvalitet umetnosti se ne može meriti kvantitativno; umesto toga, meri se kvalitativno (prema tome koliko ljudi uživaju u delu). Faktore koji su uključeni je teško razumeti i uhvatiti; koncept je vođen emocijama.

Mnogi istraživački projekti usmereni su na izgradnju AI koja generiše umetnička dela. Koncept uključuje generalizaciju. Trebalo bi da algoritam poseduje široko i opšte razumevanje teme da bi kreirao nešto što odgovara parametrima te teme. Na primer, Van Gogh AI bi trebalo da razume sva Van Goghova dela i da iz njih izvuče stil i „osećaj", tako da te podatke može primeniti na druge slike. Isto razmišljanje se može primeniti i na izvlačenje nevidljivih obrazaca u podacima u oblastima kao što su zdravstvena zaštita, sajber bezbednost i finansije.

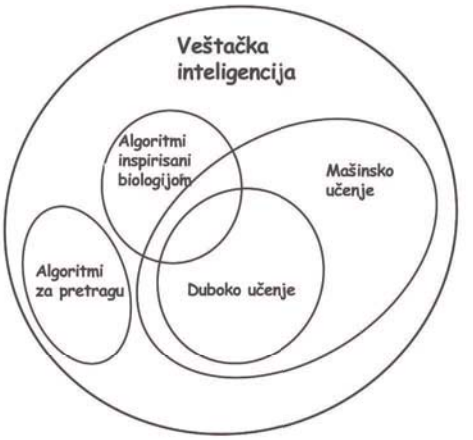
Sada, kada imamo apstraktnu intuiciju o tome šta je AI, o kategorizaciji tema unutar nje, o problemima koje namerava da reši i o nekim slučajevima upotrebe, usredsredićemo se na jedan od najstarijih i najjednostavnijih oblika oponašanja inteligencije - na algoritme za pretragu. Algoritmi za pretragu daju dobro utemeljenje u nekim konceptima koje koriste drugi sofisticiraniji AI algoritmi koji su istraženi u ovoj knjizi.

SAŽETAK INTUICIJE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

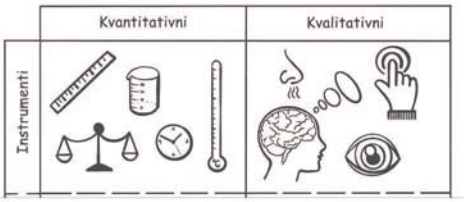
AI je teško definisati. Ne postoji jasan konsenzus.

Na implementaciju gledajte kao na nešto što je slično AI, što pokazuje inteligenciju.

AI obuhvata mnoge discipline.

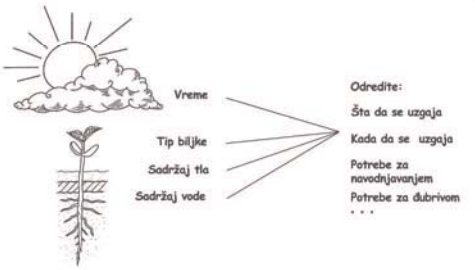


Implementacije AI skoro uvek imaju prostora za greške.
Budite oprezni u pogledu posledica ovoga.



Kvalitet i priprema podataka su bitni.

AI ima mnogo načina primene i aplikacija. Razmišljajte svojom glavom!





Skeniranje mozga



Skeniranje mozga sa prepoznavanjem karakteristika

Budite odgovorni kada razvijate tehnologiju.