

Vanja Subotić

Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet, Institut za filozofiju, Čika Ljubina 18–20, RS–11000 Beograd
vanja.subotic@f.bg.ac.rs

Logičko zaključivanje i ekspertiza: prednosti konekcionističkog razmatranja entimema

Sažetak

U kognitivnoj znanosti logičko zaključivanje promatra se ili kao viši kognitivni proces koji se temelji na manipulaciji apstraktnih pravila ili kao viši kognitivni proces koji ne uključuje apstraktna pravila, već je stohastičke naravi. Pokazat ću da se te dvije perspektive mogu povezati s teorijskim i metodološkim obvezivanjem na jednu od dvije suprotstavljene paradigme u kognitivnoj znanosti – bilo na kognitivizam, bilo na konekcionizam. U radu nastojim istaknuti prednosti konekcionističkog modeliranja entimemskog zaključivanja u odnosu na klasične kompjutacijske modele na sljedeći način: (1) preko fenomena kreativnog entimema, tj. slučaja entimemskog zaključivanja kada nije moguće artikulirati nedostajuću premisu, uvodim konekcionistički mehanizam u pozadinu ekspertize koji podrazumijeva prepoznavanje obrazaca, (2) preko termina geštalt obrat obrazlažem da se razlike u obrascima eksperta i početnika ne iscrpljuju u bržem rezoniranju, već da su i kvalitativno drugačiji.

Ključne riječi

ekspertiza, entimem, kognitivizam, konekcionizam, obrazac, William Bechtel

Uvod

Zaključivanje je proces koji je uključen različite vidove mišljenja – u kategorizaciju, razumijevanje, rješavanje problema, donošenje odluka, učenje.* Nerijetko se upravo iz tog razloga zaključivanje promatra kao gotovo sinonim za ljudsku kogniciju (usp. Rips 1990: 321). Kognitivna pozadina svakodnevnog logičkog zaključivanja bila je posebno kontroverzna tema, s jedne strane, među filozofima, a s druge strane, kognitivnim znanstvenicima i psiholozima. Naime, filozofi su pravila prirodne dedukcije smatrali takvima da čuvaju istinu i da ih ljudi *univerzalno* primjenjuju prilikom rasuđivanja. Međutim, kognitivni znanstvenici podijelili su se u dva tabora koja su zastupala međusobno suprotstavljena gledišta: »striktno« i »labavo« gledište.

Po zastupnicima se »striktnog« gledišta zaključivanje odvija u diskretnim koracima od skupa premisa k zaključku preko apstraktno formuliranih pravila. Proces je lokalna u smislu da isključivo ograničen skup prethodnih vjerovanja izraženih premisama ima za posljedicu »okidanje« novog vjerovanja izraženog zaključkom (usp. Rips 1990: 322). Zastupnici »labavog« gledišta zaključivanje vide kao stohastički proces ažuriranja stupnja uvjerenja u premisu na

*

Ovaj je rad nastao u okviru projekta »Dinamički sistemi u prirodi i društvu: filozofski i empirijski aspekti«, ev. br. 179041, koji se odvija uz podršku Ministarstva prosvjete, znanosti i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Zahvaljujem se Miroslavi Trajkovski na ko-

mentiranju ranije verzije rada, kao i na dragocjenim razgovorima o ovoj temi. Također, zahvalnost dugujem i anonimnim recenzentima koji su me uputili na relevantnu literaturu i doprinijeli jasnoći i uvjerljivosti rada.

osnovi kojih se – manje ili više opravdano – izvodi zaključak. Unutar takvog procesa nijedna premisa nema specijalan status niti zaključivanje odlikuje neka specijalna struktura temeljena na manipuliranju apstraktnim pravilima (usp. Rips 1990: 323).

Ipak, ako se promatra šira slika kognitivne znanosti u dvadesetom stoljeću, smatram da se u pripadnike prvog tabora zapravo mogu svrstati zastupnici klasičnog kognitivizma ili tradicionalne simboličke kognitivne znanosti, a u pripadnike drugog tabora zastupnici konekcionizma. Klasični kognitivisti, vodeći se teorijskom pretpostavkom da mozak funkcionira poput digitalnog računala, modelirali su kognitivne procese preko predodžba s kompozicijskom sintaksom i semantikom, ali i preko pravila kojima se operira predodžbama. Konekcionisti su bili uvjereni da pravila nisu neophodna da bi se vjerno simulirali ne samo niži nego i viši kognitivni procesi. Konstruirajući biološki plauzibilne modele, koji su se sastojali od umjetne neuralne mreže s tri paralelno povezana sloja jedinica, a čijim se stupnjem aktivacije predodžba distribuira na razini cjelokupne mreže, time predstavljajući odgovor mreže na problem koji je potrebno riješiti, konekcionisti su htjeli pokazati da se kognitivni procesi mogu shvatiti preko obrazaca koji proizlaze iz ponašanja neuralne mreže (usp. Feldman, Ballard 1982).

Cilj ovog rada bit će pokazati kako se konekcionistička paradigma može primijeniti na razmatranje entimemskog zaključivanja. Okosnica rada bit će model filozofa i kognitivnog znanstvenika Williama Bechtela, zagovornika konekcionizma. U prvom poglavlju predstaviti ću pozadinu konekcionizma u kognitivnoj znanosti krajem dvadesetog stoljeća i modele kojima je Bechtelov model deduktivnog zaključivanja konkurentan. U drugom poglavlju posvetiti ću se finesama Bechtelova modela, eksplicirajući prednosti tog modela u odnosu na modele koji se zasnivaju na apstraktnim pravilima. U trećem poglavlju ukratko ću se osvrnuti i na suvremenije konekcionističke modele. U četvrtom poglavlju pokušat ću učiniti sljedeće: s jedne strane, htjela bih nadomjestiti izvjesnu limitiranost konekcionističkog modela putem fenomena kreativnog entimema koji zahtijeva ekspertizu (usp. Anđelković 2007), čime ću zapravo skicirati kako konekcionizam može doprinijeti slojevitom objašnjenju kognitivne pozadine entimemskog zaključivanja; s druge strane, takvu bih skicu morala dopuniti geštalt razmatranjem procesa deduktivnog zaključivanja Maxa Wertheimera ako želim pokazati da konekcionizam može objasniti i individualne razlike u entimemiranju kod ljudi koji posjeduju ekspertizu i kod ljudi bez ekspertize.¹

Predkonekcionistička era: mentalna pravila i mentalni modeli

Krajem sedamdesetih godina i početkom osamdesetih godina 20. stoljeća značajan broj kognitivnih znanstvenika i psihologa modelirao je zaključivanje po sistemu prirodne dedukcije.² Ideja kojom su se vodili neki od njih (usp. Rips 1983; Rips 1990; Evans 1977) jest da čak i ljudi koji nisu imali formalno obrazovanje u oblasti matematičke logike ipak imaju ispravne intuicije u pogledu toga što se podrazumijeva pod tim da jedna rečenica slijedi iz druge na deduktivno valjan način. Primjera radi, pokazano je da se subjekti slažu u pogledu valjanosti argumenata temeljenih na *modus ponensu*, tj. argumenata čija je forma »ako p , onda q , p , dakle q «, čak i kada su iskazne promjenljive p

i q zamijenjene nasumičnim slovima ili brojevima tako da rečenice ne izgledaju smisljeno (usp. Evans 1977: 300–302).

Takvi rani empirijski rezultati nisu iznenadili filozofe, pogotovo Jerryja Fodora koji je u to vrijeme već razrađivao ideju da ljudi upotrebljavaju *mentalna pravila* kojima se operira nad mentalnim predodžbama. Mentalne predodžbe takve su da imaju sintaksu i semantiku, što znači da su konstituenti jezika misli. Fodor je smatrao da je jezik misli, kojim se strukturiraju procesi mišljenja, predodžbeni sistem isto kao što je to i prirodni jezik.³ Argumentiralo se da se sintaksa jezika misli ne razlikuje od sintakse prirodnog jezika, s obzirom na to da je značenje rečenice funkcija njene sintakse, a proces prevođenja s jezika misli na prirodni jezik, preko pravila i predodžbi, mora sačuvati istovjetnost značenja (usp. Devitt, Sterelny 2002: 159).

Fodor će u koautorskom radu sa Zenonom Pylyshynom iz 1988. godine tvrditi i da postoji strukturna analogija između sintakse prirodnog jezika i jezika misli jer smatraju da obje vrste jezika posjeduju svojstva produktivnosti, sistematičnosti, kompozicionalnosti i inferencijske koherentnosti. Svojstvo produktivnosti oslanja se na činjenicu da je svaki predodžbeno bogat sistem, poput prirodnog jezika ili jezika misli, gledan kao idealizacija, da takav može kodirati beskonačan broj iskaza zahvaljujući konačnim sredstvima. Takva

1

Važno je imati u vidu da se u radu neću baviti zaključivanjem iz perspektive dvojne teorije (engl. *dual process theory*) kojom se postuliraju odvojeni sistemi koji funkcioniraju intuitivno, odnosno prema pravilima. Razlog za to leži u činjenici da u radu hoću postaviti hipotezu o kognitivnom mehanizmu u pozadini entimemiranja, pogotovo kreativnog entimemiranja, a ne opisati sam proces. Budući da me zanima trenutak uviđanja nedostajuće premise kod znanstvenika (a ne *post hoc* racionalizacija i deliberativno postupanje), sve i kad bi taj kognitivni proces pripadao sistemu 1, tj. sistemu intuicije, iz toga nije nužno isključeno da je kognitivna pozadina samih intuicija opet konekcionistička. Za detalje u pogledu toga kako se usvojene pretpostavke dvojne teorije mogu postaviti za okvir deduktivnog zaključivanja vidi u: Skelac, Smokrović 2017.

2

Sistem prirodne dedukcije veže se uz ime Gerharda Gentzena, odnosno za njegovu ideju da se logički veznici – poput konjunkcije, disjunkcije, implikacije, ekvivalencije i negacije – mogu definirati preko pravila uvođenja i eliminacije. Tako se, primjera radi, implikacija uvodi preko sljedećeg pravila: pretpostavimo da p , potom izvodimo pod tom pretpostavkom da q i zaključujemo $p \rightarrow q$ (ako p , onda q). Implikacija se eliminira putem pravila *modus ponens* (usp. Gentzen 1955).

3

Jerry Fodor bio je nesumnjivo pod utjecajem Noama Chomskog kada je formulirao hipotezu jezika misli, pogotovo zato što je tvrdio da je jezik misli urođen. Naime, i Chomsky

smatra da govornik nekog jezika u glavi ima predočena pravila jezika kojim govori i da je svaki govornik rođen s unaprijed programiranom »univerzalnom gramatikom« – skupom pravila koja sačinjavaju jezičku kompetenciju ili govornikovo znanje prirodnog jezika (usp. Chomsky 2009).

4

Međutim, premda Fodor ne pravi razliku između lingvističkih i logičkih pravila, nego kao zajedničku karakteristiku viših kognitivnih procesa, kao što su vladanje jezikom i logičko rasuđivanje, uzima samo to da su ti procesi vođeni formalnim pravilima, Edward Smith, Christopher Langston i Richard Nisbett inzistiraju na tome da lingvistička pravila ne moraju biti eksplicitno predočena, za razliku od logičkih ili inferencijskih pravila (usp. Smith, Langston, Nisbett 1992: 34). Naime, lingvistička pravila, s obzirom na to da su implicitno predočena, smatraju se fiksiranim dijelom kognitivne arhitekture, što znači da nisu podložna utjecaju kontekstualnih faktora, instrukcija koje kognitivni sistem dobiva međudjelovanjem s okolinom. Od inferencijskih pravila, Smith, Langston i Nisbett spominju jedino *modus ponens* kao implicitno reprezentirano pravilo, odnosno kao fiksirani dio kognitivne arhitekture. Važno je imati u vidu da i Fodor, kao i Smith, Langston i Nisbett, kognitivnu arhitekturu shvaća kao *simboličku* ili *klasičnu kognitivističku* arhitekturu i da su za takvu arhitekturu relevantna implicitna ili eksplicitna pravila. Alternativu simboličkoj arhitekturi predstavlja *konekcionistička*.

idealizacija omogućena je time što se rekurzivno uspostavljaju korespondencije između predodžbi i iskaza tako što dijelovi iskaza odgovaraju dijelovima predodžbi (usp. Fodor, Pylyshyn 1988: 33). Ako netko ne prihvaća da je kognicija produktivna, morao bi prihvatiti da je sistematična jer je evidentno da je to što ljudi imaju jezičku sposobnost da razumiju neke rečenice intrinzično povezano sa sposobnošću da razumiju druge rečenice, zahvaljujući sintaktičkim vezama između rečenica. Dalje, razumijevanje rečenice podrazumijeva to da govornik prirodnog jezika procesira rečenicu u svojim mislima, što znači da su misli također sistematične jer među mentalnim predodžbama, koje korespondiraju mislima, postoje strukturne relacije (usp. Fodor, Pylyshyn 1988: 38). Svojstvo kompozicionalnosti postaje važno kada se uvidi da sistematična povezanost rečenica nije arbitrarna sa semantičke točke gledišta. Naime, budući da je jezik sistematičan, svaki leksički dio rečenice mora imati približno isti semantički doprinos u svakoj rečenici u kojoj se javi. Kompozicionalnost, prema tome, implicira i da neki izrazi imaju konstituente. Naposljetku, inferencijska koherentnost podrazumijeva da logički homogene inferencije korespondiraju homogenom skupu psiholoških mehanizama jer su premise svih inferencija izražene mentalnim predodžbama koje zadovoljavaju istu sintaktičku analizu.

Na osnovi strukturne analogije Fodor i Pylyshyn dalje tvrde da su ta svojstva bitna za empirijski točnu teoriju o ljudskim kognitivnim procesima jer su spomenuta svojstva *esencijalna* za kogniciju. Jezik je prikladna metafora preko koje kognitivni znanstvenici razumijevaju i modeliraju kognitivne procese unutar takozvane klasično kompjutacijske ili simboličke paradigme (usp. Bechtel 1994: 434). Takva lingvistička metafora oblikovala je i modeliranje logičkog zaključivanja u psihologiji.⁴

Psiholog Lance Rips 1983. je godine predstavio vlastiti model propozicijskog rezoniranja koji je nazvao »sistem prirodne dedukcije« (engl. *A Natural Deduction System – ANDS*), kojim je trebalo simulirati kako ljudi koriste *privremene pretpostavke* da bi sebi olakšali inferencije. Kako sam Rips naglašava:

»... ključna početna hipoteza ovog modela – koju trenutno dijele i ostali modeli u kognitivnoj psihologiji – jest da deduktivno zaključivanje kod ljudi podrazumijeva primjenu mentalnih inferencijskih pravila na premise da bi se došlo do zaključka.« (Rips 1983: 40)

Pravila se primjenjuju tim redosljedom tako da mentalni dokaz ili mentalno izvođenje zaključka iz premisa odgovara dokazu ili izvođenju u iskaznoj logici. Ako se argument koji se evaluira i inferencijsko pravilo »poklope«, onda je zaključak kognitivno prihvatljiv ili valjan (usp. Rips 1983: 40–41). Prema tome, taj model zapravo pokazuje kako je moguće simulirati ljudsko zaključivanje time što se mentalna inferencijska pravila prikazuju preko kompjutacijskih procedura koje spajaju pravilo s argumentom da bi se dobio dokaz radi evaluiranja argumenta kao valjanog ili nevaljanog. Sposobnost reprezentiranja pretpostavki simulirana je preko stabla asercije koje kodira dokaz u prirodnoj dedukciji u kojem je pretpostavka uvijek prikazana kao novi »list«. Razlog za to što su pretpostavke izolirane taj je što prilikom kompariranja različitih kodiranih dokaza pretpostavka ne mora biti istinita, usprkos tomu što su premise istinite, jer se pretpostavkom upravo ispituju posljedice premisa i zaključka – što je slično situacijama kada ljudi planiraju djelovanje na određeni način i u te svrhe razmatraju različite scenarije kojima anticipiraju potencijalne probleme koji bi ih omeli u tom djelovanju (usp. Rips 1983: 42).

Međutim, bilo bi pogrešno pomisliti da je period sedamdesetih godina 20. st. obilježio konsenzus u kognitivnoj znanosti i psihologiji u pogledu metodoloških i teorijskih postavki pri empirijskom istraživanju zaključivanja ili u pogledu prihvaćanja i interpretacije postojećih rezultata. Da je deduktivno zaključivanje ipak u vezi s nekim pozadinskim znanjem, uvjetovanim određenim kulturnim parametrima, pokazao je Alexander Luria. Tijekom istraživanja koje je Luria 1977. godine proveo među zemljoradnicima iz Uzbekistana dani su silogizmi poput sljedećeg:

»Na dalekom sjeveru, gdje ima snijega, medvjedi su bijeli.
Nova Zemlja je na sjeveru.
Koje su boje medvjedi tamo?« (Luria 1977)

Uzbekistanci su dali loše rezultate jer nikada nisu vidjeli snijeg niti su razumjeli što se pod »snijegom« podrazumijeva. Međutim, u isti mah pokazali su izuzetne rezultate u silogizmima koji su uključivali njima poznate informacije, recimo o uzgajanju pamuka.⁵ Nešto prije Lurie, psiholozi Peter Wason i Philip Johnson-Laird empirijski su pokazali da je ljudima teško u nepoznatim kontekstima primijeniti pravila zaključivanja, poput *modus tollens*, čija je forma »ako p , onda q , nije q , dakle nije p «; nego će se u takvim situacijama prije poslužiti, recimo potvrđivanjem q , što bi se obično okarakteriziralo kao logička greška. Ti autori tvrde, nasuprot glavnoj struji psihologa i kognitivnih znanstvenika, da se logička forma kakvu obrađuju ljudi zahvaljujući mentalnoj logici ne iscrpljuje u sintaksi, nego je u vezi s produbljanjem znanja o vanjskom svijetu, a s kojim je u odnosu povratne sprege (usp. Wason, Johnson-Laird 1972).

Stoga je Philip Johnson-Laird predložio *mentalne modele* kao način za razumijevanje logičkog zaključivanja kod ljudi. Kada ljudi vizualno opažaju objekte u stvarnom svijetu, oni internaliziraju opis svijeta i konstruiraju predodžbu ili mentalni model svijeta koji se zasniva na značenju tog opisa i njihovoj pozadinskom znanju o opisanim objektima (usp. Johnson-Laird 2010: 18245). Mentalni modeli prikazuju što je zajedničko različitim skupovima mogućnostima i to tako što se putem protuprimjera traži novo svojstvo ili relaciju koja nije eksplicirana unutar modela. Na taj se način može postići sveobuhvatno objašnjenje logičkog zaključivanja, bilo u pitanju deduktivno

5

Rezultati Lurie mogu interpretirati i preko efekta »pristranosti-u-vjerovanju« (engl. *belief-bias*), koji je primijećen još 1943. godine i kojim se predviđa da pozadinska, predeksperimentalna vjerovanja koja subjekti vezuju uz zaključak utječu na njihovo evaluiranje argumenta kao ispravnog ili neispravnog (usp. Rips 1990: 331). Međutim, Rips nudi kritiku takvih pokušaja: umjesto što istraživači ciljaju na puko dokumentiranje pristranosti ljudi prilikom evaluiranja Aristotelovih silogizama, kojima se suvremena logika uopće ne bavi, potrebno je dati ekspanatorni okvir za neograničeni skup mogućih inferencijskih problema iskazne logike (usp. Rips 1990: 338). Čini se da je Ripsovo otpisivanje Aristotelove silogistike kao irelevantne za suvremenu logiku u velikoj mjeri neosnovano i nepravedno, imajući u vidu ulogu koju su aristotelovski

entimemi imali u formuliranju relevantne implikacije (usp. Anđelković 2007: 20–22).

6

Strategija (iii) vezuje se za dugogodišnji rad Daniela Kahnemana i Amosa Tverskyja koji su se bavili kognitivnim pristranostima, kao i odlučivanjem i prosuđivanjem u uvjetima neizvjesnosti (usp. Kahneman 2011; Tversky, Kahneman 1974). No posljednja strategija nije mi relevantna za ovaj rad, s obzirom na to da Kahneman i Tversky ne postuliraju nikakvu specifičnu i objedinjujuću kognitivnu arhitekturu kojom se treba pružiti pozadina i viših i nižih kognitivnih procesa; dok takva arhitektura jest pretpostavljena u strategijama (i) i (ii) – u prvom slučaju riječ je o kognitivističkoj ili simboličkoj arhitekturi, u drugom o konekcionističkoj.

ili induktivno zaključivanje: kada ljudi evaluiraju valjanost bilo kakvog argumenta, služe se sasvim spontano različitim strategijama, tj. konstruiraju sasvim različite mentalne modele. Neki će ljudi crtati dijagrame kojima se predočava situacija, neki će rekonstruirati kauzalni slijed događaja, dok će neki pretpostaviti da je nešto slučaj pa izvlačiti posljedice da bi vidjeli hoće li potvrditi ili opovrgnuti početnu pretpostavku (usp. Johnson-Laird 2010: 18248).

Konekcionizam: odsustvo unaprijed kodiranih pravila i prisustvo naučenih obrazaca

Prevladavajuća metoda modeliranja kognitivnih procesa preko lingvistički strukturiranih reprezentacija i pravila dovedena je u pitanje krajem osamdesetih godina 20. stoljeća. Tako, Edward Smith, Christopher Langston i Richard Nisbett diferenciraju različite strategije napada: (i) korištenje modela instanciranja, unutar kojih se zadani problem rješava tako što se iz »pamćenja«, tj. unaprijed kodiranog skupa pravila, »izvlači« odgovarajuća instanca pravila, koja će biti upotrijebljena i u svakom sljedećem, analognom problemu; (ii) korištenje konekcionističkih modela, unutar kojih neuralna mreža, sastavljena od tri sloja međusobno povezanih jedinica koje procesiraju informacije tako što imaju određene stupnjeve aktivacije i jačine povezanosti, obavlja zadani problem zahvaljujući algoritmu za učenje putem kojeg je »naučila« obrazac prisutan u problemu i bez specifičnih pravila može riješiti svaki sljedeći sličan problem, zahvaljujući prepoznavanju obrazaca; (iii) priklanjanje heurističkom pristupu unutar teorije odlučivanja i bihevioralne ekonomije,⁶ kojim se pretpostavlja da ljudi rijetko zaključuju ispravno po pravilima prirodne dedukcije, prije se služe heuristikama koje olakšavaju snalaženje u svakodnevnom životu i ni u kojem slučaju ne mogu se smatrati normiranim (usp. Smith, Langston, Nisbett 1992).

Čini mi se da bi se prema takvoj klasifikaciji Johnson-Laird morao koristiti strategijom napada (i). Mentalni modeli konstruirani su kognitivnom procedurom prevođenja premisa u modele, da bi se premise potom permutirale kako bi zaključak bio testiran u odnosu na protuprimjere. Međutim, da bi se mentalni modeli povezali s vanjskim svijetom, što je i Johnson-Lairdov glavni cilj, instance pravila moraju biti zapamćene, usprkos tomu što se odbija obvezati na to da kognitivne procedure konstruiranja mentalnih modela uključuju pravila. U suprotnom, nije moguće objasniti kako tretirati dvije iste instance različitih mentalnih modela (usp. Rips 1990: 341). Uslijed teorijske nedorečenosti i metodološke manjkavosti Johnson-Lairdove alternative, fokusirat će se na strategiju napada (ii), tj. skicirat će kako konekcionistički modeli prikazuju kognitivnu pozadinu logičkog rasuđivanja preko prepoznavanja obrazaca, koristeći se primjerom modeliranja entimemskog zaključivanja koje je proveo filozof i kognitivni znanstvenik William Bechtel.

Da bi se konekcionistički modeli shvatili kao metodološka alternativa klasičnim kognitivističkim ili simboličkim modelima, potrebno je pokazati da, usprkos kritici Fodora i Pylyshyna, modelirana umjetna neuralna mreža pokazuje sistematičnost. Inicijalna ideja konekcionističkih modelara je sljedeća: svojstvo sistematičnosti, kao i kompozicijska sintaksa i semantika koje su u vezi s tim svojstvom, pripisuju se rečenicama koje neuralna mreža procesira, a nikako, *pace* Fodor, mentalnim mehanizmima koje mreža treba simulirati (usp. Bechtel 1994: 436). Stoga, lingvistički strukturirane reprezentacije

eksterne su kognitivnom sistemu koji procesira rečenice. To znači da se dijelovi rečenice, predstavljeni nizovima simbola koji mogu biti napisani, izgovoreni, pročitani ili generirani kao unutrašnji govor, prevode u *distribuirane predodžbe* koje proizlaze iz procesiranja neuralne mreže i nemaju lokalizirane dijelove povezane relacijom konstitutivnosti.

Bechtel za cilj ima modelirati proces deduktivnog zaključivanja na primjeru entimemskog zaključivanja.⁷ Taj konekcionistički model trebao bi pokazati da: (1) entimemsko zaključivanje nije vođeno *internim* lingvistički strukturiranim reprezentacijama nad kojima se operira formalnim pravilima, (2) prepoznavanje entimema odvija se primjenom eksternih reprezentacija na konkretne slučajeve, (3) kognitivnu pozadinu entimemskog zaključivanja predstavlja prepoznavanje obrazaca koje se uči poput svake druge vještine – što se kognitivni sistem više susreće s različitim argumentima, to će prije razviti ekspertizu u pogledu ispravnog i neispravnog zaključivanja. Neuralna mreža unutar Bechtelova modela bila je »podučavana« dopunjavanju entimema, koristeći se onim argumentima za koje je prethodno »naučila«, zahvaljujući određenom algoritmu, koji imaju valjanu, a koji nevaljanu formu.⁸ Da bi se neki argument predstavio neuralnoj mreži kao entimem, prvo je bilo potrebno varirati neuralne aktivnosti jedinica koje sačinjavaju distribuiranu reprezentaciju druge premise, zaključka, ili samo valjanosti, dok je aktivnost jedinica koje stoje iza reprezentirane prve premise ostala neutralna. Zadatak mreže bio je rekonstruirati nedostajuće dijelove argumenta tako što će dovesti u ekvilibrij varirajuće i neutralne vrijednosti aktiviranih jedinica, što će proizvesti stabilan odgovor, tj. potpun valjan argument. Pokazalo se da je mreža uspješna u popunjavanju obrazaca entimemskog zaključivanja (u čak 97,6 % slučajeva ispravno je »dopunila« argument drugom premisom ili zaključkom), ali su se greške dogodile kad je trebalo simultano odrediti i valjanost i formu argumenta (usp. Bechtel 1994: 443).

Prigovor koji bi se mogao uputiti Bechtelu jest taj da prirodna dedukcija, usprkos tomu što se dopunjavanje entimema može predstaviti kao prepoznavanje obrazaca, iziskuje pravila zaključivanja koja moraju biti unaprijed specificirana jer inače ne bi bilo moguće prijeći s premisa na zaključak; štoviše, potrebno je osmisliti strategiju kojom se cilj – dolazak do valjanog zaključka – ima sve vrijeme u vidu, da bi se onda dodavali potrebni koraci dolaska do cilja. Zastupnici klasičnih kognitivističkih modela, poput Fodora i Pylyshyna, tvrdili bi da je strategija već prisutna u ljudskom umu i da je stoga modeliranje uz korištenje formalnih pravila i sintaktički i semantički strukturiranih reprezentacija ispravan način za simulaciju prirodne dedukcije.

7

Ovdje se može precizirati da su entimemi koje koristi Bechtel *ekspresivno deduktivni* entimemi, tj. nepotpuni izrazi dedukcije. U tom smislu, može se reći da Bechtel sužava polje istraživanja entimema koji mogu biti i *ekspresivno nededuktivni*, tj. nepotpuni izrazi indukcije i abdukcije (usp. Anđelković 2007: 38–39).

8

Na primjeru 192 argumenta mreža je naučila *generalizirati* uz pomoć programiranog algoritma za nadgledano učenje, koji se naziva još i algoritam učenja preko propagiranja greške

unazad (engl. *backward error propagation algorithm*). Taj algoritam funkcionira tako što se u mreži mijenja jačina veza, čime se smanjuje diskrepancija ili povećava stupanj podudarnosti između točnog odgovora na osnovi ulaznih podataka iz okoline koje mreža treba pružiti (primjerice, koji argument od ponuđenih jest valjan) i između odgovora koji su se zapravo generirali u toj situaciji (primjerice, ako je argument *x*, koji je nevaljan, klasificiran kao valjan, a argument *y*, koji je valjan, kao nevaljan). Bechtel prijavljuje uspješnost generalizacije na novim skupovima argumentata u opsegu od 76 % do 84 %.

Konekcionisti, poput Bechtela, tvrde da su te strategije naučene na isti način kao što nastavnik logike objašnjava studentima različite strategije prirodne dedukcije kada vježbaju različite zadatke na seminaru. Razlika između nastavnika i studenta u tome je što nastavnik čim vidi određeni zadatak istovremeno vidi i koja se strategija rješavanja treba upotrijebiti jer se već susreo s nizom zadataka iz prirodne dedukcije. S druge strane, student kao početnik u rješavanju zadataka iz prirodne dedukcije mora ovladati *vještinom biranja pogodne strategije*. Bechtel, pozivajući se na shvaćanje ekspertize braće Dreyfus,⁹ tvrdi da konekcionistički modeli poput njegova upravo pokazuju kako rasuđivanje na razini ekspertize putem pravila biva zamijenjeno *intuitivnim rasuđivanjem* – ekspert brzo prepoznaje sličnosti sa situacijom u kojoj se već našao, zahvaljujući svom bogatom iskustvu. Stoga, Bechtel tvrdi da se deduktivno zaključivanje može shvatiti kao podjela rada između dviju komponenti: internog procesiranja koje se sastoji od prepoznavanja obrazaca zahvaljujući učenju, kao i eksternih simbola koji imaju kompozicijsku sintaksu i semantiku (usp. Bechtel 1994: 446). Na taj se način skicira generalna ideja u vezi s kognitivnom pozadinom logičkog rasuđivanja: taj kognitivni proces počinje s vizualnim ulaznim podacima, simbolički predstavljenim argumentima koji se dalje obrađuju u odnosu na prethodno iskustvo – ekspert vidjevši argument ujedno vidi i kojom se premisom treba dopuniti, ako je entimem, ili koji je tijekom derivacije, ako se treba riješiti zadatak iz prirodne dedukcije.

Novi konekcionizam: duboko učenje i mreže specijalizirane za memoriju

Prije nego što pomoću slučaja ekspertnog znanja prijedem na isticanje prednosti konekcionističke paradigme u odnosu na simboličku, napraviti ću malu digresiju poglavljem u kojem ću se osvrnuti na trendove u tzv. *novom konekcionizmu*. Ovaj osvrt neće biti iscrpan – u te svrhe bilo bi bolje posvetiti sasvim nov rad – ali će poslužiti za pružanje potpunije slike o konekcionističkoj paradigmi. Fokusirat ću se na trendove novog konekcionizma koji bacaju svjetlo na to u kojem pravcu modeli zaključivanja poput Bechtelova mogu napredovati.

Metodološki gledano, glavni nedostatak Bechtelova konekcionističkog modela bio je taj što je u modelu implementirana proaktivna neuralna mreža (engl. *feedforward neural net*). U takvim mrežama kodirane informacije teku od ulaznih k izlaznim jedinicama posredstvom slojeva u kojima su skrivene jedinice. Problemi na koje je naišao Bechtel u vezi su s tim da su sposobnosti učenja proaktivne mreže, kao i sposobnost procesiranja informacija u kratkom vremenskom roku, izrazito ograničene. Za potrebe modeliranja sintaktičkog procesiranja, od sredine devedesetih godina 20. stoljeća, počele su se naširoko koristiti rekurentne neuralne mreže koje je u radu iz 1991. godine patentirao Jeffrey Elman. Naime, Elman, uvidjevši da je za simuliranje kompleksnijih kognitivnih domena potrebno da mreža »pamti« prethodne informacije da bi ih mogla ponovno iskoristiti, programirao je tako da sloj jedinica između ulaznih i izlaznih jedinica, koje kodiraju ulazne i izlazne podatke, predstavlja »skladište« informacija. Informacije iz tog »skladišta« bile bi poslone ulaznim jedinicama na ponovnu obradu. U slučaju Bechtelova modela, da su korištene rekurentne mreže, rezultati prvog treniranja mreže u pogledu određivanja valjanosti i forme argumenata mogli su biti skladištena informacija koja bi se poslala natrag ulaznim podacima za entimemsko zaključiva-

nje. Bechtel nije nigdje precizirao razloge za svoj metodološki izbor proaktivnih mreža, premda jest spomenuo da je potrebna metodološka inovacija, iako se naposljetku odlučio da samo promijeni zadatak koji mreža treba obaviti.

Početak 21. stoljeća obilježili su, s jedne strane, ekspanzija različitih vrsta neuralnih mreža, od kojih je svaka predstavljala značajnu metodološku inovaciju za modeliranje raznovrsnih kognitivnih zadataka, a s druge strane algoritmi *dubokog učenja*. Duboko je učenje statistička tehnika za klasificiranje obrazaca koji nastaju kao rezultat obučavanja neuralne mreže na ogromnom broju podataka za pronalazak intrinzične strukture koja objedinjuje sve te podatke (usp. LeCun, Bengio, Hinton 2015: 436; Skansi 2018). Ovdje ću se pak fokusirati na mreže produžene kratkoročne memorije (engl. *long short-term memory neural networks*) i mreže specijalizirane za memoriju (engl. *modified memory neural networks*), s obzirom na to da predstavljaju derivate inicijalnih Elmanovih rekurentnih mreža i obučavaju se pomoću tehnika dubokog učenja.¹⁰

Mreže produžene kratkoročne memorije sporije se obučavaju u odnosu na Elmanove mreže, i razlikuju se po tome što mogu procesirati čitave nizove podataka, a od komponenti sadrže i ćeliju u kojoj se informacije čuvaju arbitrarno dugo vremena i odatle cirkuliraju kroz mrežu (usp. Skansi 2018). Te mreže mogu i zaboravljati (engl. *forget gate*), tj. vršice se procjena toga što je od prethodnih stanja kroz koje je mreža prolazila trebalo ostati zapamćeno, a što je irelevantno. Mreže specijalizirane za memoriju pokazale su se odličnima u zadacima odgovaranja na pitanja i funkcioniranju zahvaljujući neuralnoj mreži koja služi kao kontrolor tako što procesira inferencije sačuvane u memoriji. U modelu Jasona Westona i kolega (2016) neuralna mreža, zapravo, procesira inferencije u dva koraka: prvo, pronalazi činjenicu koja najviše odgovara pitanju iz korpusa na kojemu se vrši obučavanje, a potom se kartiraju riječi u vektorskom prostoru tako da se činjenica i pitanje što bliže povežu. Naposljetku, imajući u vidu činjenice, sortiraju se mogući odgovori prema vjerojatnosti. Weston i kolege pokazali su da su mreže specijalizirane za memoriju osobito uspješne u odgovorima na pitanja kojima se testiraju osnovna indukcija i dedukcija, što ide u prilog njihovu zaključku da je ključ

9

Braća Herbert i Stuart Dreyfus diferenciraju pet stupnjeva savladavanja vještine: stupanj početnika, naprednog početnika, kompetentnog djelatnika, izvrsnog djelatnika i, naposljetku, stupanj eksperta. Početnici se oslanjaju na pravila da bi procijenili povoljan pravac postupanja, napredni početnik služi se maksimama koje predstavljaju kontekstualizirana pravila, odnosno klasificirano iskustvo u obuhvatnijim normiranim okvirima, dok tek kompetentni djelatnik razvija specifičan plan na osnovi kojeg je odgovoran ne samo za odluku koju je donio na osnovi maksima nego i za ishod te odluke. Izvrsni će djelatnik svaku situaciju iskusiti iz određene perspektive, bez donošenja svjesne odluke o najlukrativnijem pravcu postupanja u danom trenutku, ali tek ekspert može intuitivno donijeti s velikom pouzdanošću najbolju moguću odluku u određenoj situaciji jer ima najbogatije iskustvo pa je njegov sud brži i točniji, a vjerojatnost da će ishod odluke biti pozitivan

visoka. Ono što je za ovaj rad zanimljivo jest to da braća Dreyfus također opisuju eksperta kao osobu koja često ne može pružiti racionalno *post hoc* objašnjenje svog rezoniranja, što je slično fenomenu kreativnog entimema kojim ću se baviti u narednom poglavlju (usp. Dreyfus, Dreyfus 1986).

10

Premda mi definitivno nije bio cilj da ikada tvrdim da su Elmanove mreže najperspektivnije arhitekture u konekcionističkom modeliranju – prije svega jer sam komentirala Bechtelov model iz devedesetih godina 20. st. u kontekstu očigledne metodološke poteškoće koja je mogla biti prevladana tada značajnim novitetom kakav su predstavljale Elmanove mreže – zahvalna sam ipak prvom anonimnom recenzentu što je inzistirao na osvrtanju i na ta dva tipa mreža koje su recentni proizvod inženjerstva u umjetnoj inteligenciji.

za opis mehanizama kako se uči na osnovi obrazaca upravo u tim mrežama (usp. Weston *et al.* 2016: 7–9). U svakom slučaju, konekcionistički modeli od Bechtela pa do Westona i drugih pokazuju tendenciju da se razvijaju i postaju opravdano ambiciozniji što se tiče obuhvaćanja kognitivne pozadine zaključivanja.

Ekspertsko znanje i kreativni entimem u konekcionističkoj paradigmi

Naravno, konekcionistički modeli imaju svoja ograničenja: za razliku od ljudi, mreže unutar konekcionističkog modeliranja ne razumiju da je premisa izražena iskazom i da postoji razlika između atomskih i molekularnih iskaza koji su spojeni različitim veznicima – mreža pravi isključivo proceduralnu razliku zahvaljujući obrascima argumenata (usp. Bechtel 1994: 457). Iz tog će razloga konekcionističku kognitivnu pozadinu entimemskog zaključivanja dopuniti sljedećim razmatranjima ekspertskog znanja.

Naime, ako se najviši stupanj ekspertnog znanja poveže s fenomenom kreativnog entimema, tj. entimema za koji subjekt ne zna i ne može formulirati nedostajuće premise (usp. Anđelković 2007: 50), može se uvidjeti na kojem je tragu bio Bechtel pozivajući se na ideje braće Dreyfus i u kojem je smislu konekcionističko modeliranje entimemiranja vjernije od simboličkih modela. Ono što kreativni entimem čini epistemički prihvatljivim jest upravo relevantna ekspertiza subjekta – grupa logičara bila bi sklona prihvatiti dokaz logičara *L*, koji je uspio doći do određenog uvida prilikom bavljenja prirodnom dedukcijom, usprkos tomu što ne može eksplicirati svaki korak kojim je došao do dokaza jer je *L* priznati stručnjak koji je *ovladao vještinom*.

Ako se, dalje, prihvati Ryleova distinkcija u pogledu *znanja da* ili *propozicijskog znanja* i *znanja kako* ili vještine (usp. Ryle 2009), kao eksperta opisali bismo onog čije *znanje da*, teorijsko znanje koje se temelji na usvajanju, recimo, pravila, prelazi u *znanje kako* (usp. Anđelković 2007: 159–160). Tako je naš logičar *L* godinama studiozno učio i usvajao pravila na kojima se temelji formalni sistem iskazne i predikatne logike, pokušavao rekonstruirati (nekada uspješno, češće neuspješno) dokaze teorema, čitao udžbenike i vježbao zadatke, da bi na kraju, jednog dana, uspio u tome da sam dokazuje teoreme, smišlja zadatke i teoretizira o prirodnoj dedukciji. Dogodilo bi se nekad da je *L* pogrešno razumio to što čita i da pogrešno riješi zadatak, usprkos tomu što zna prepoznati tip zadatka, recimo da se treba služiti svođenjem na apsurd. Onog momenta kada *L zna kako* dokazati poznate teoreme čim ‘baci pogled’ na znanstveni tekst kolege ili kada gleda u teorem koji je sam formulirao, reći ćemo da je *L* postao ekspert i da je prevladao stupanj posvećenog učenika koji je *znao da* isprati tijek dokaza u udžbeniku tako što se prisjećao koja pravila vrijede u kojem koraku dokaza. Zahvaljujući tom primjeru, možemo razumjeti Bechtelovu ideju da je razlika između početnika i eksperta u tome što onaj drugi intuitivnim rasuđivanjem jednostavno vidi kako treba dopuniti entimem, dok prvi razmatra pravila. Kognitivistički modeli koji robusno opisuju više kognitivne sposobnosti tako da nema mjesta za neizvjesnost dok se god striktno slijede pravila ne bi mogli zahvatiti fluidnost i postupnost stjecanja ekspertize.

Da bih dodatno skicirala konekcionističku pozadinu fenomena kreativnog entimema, tj. podržala prepoznavanje obrazaca kao relevantan kognitivni mehanizam za objašnjenje ekspertize, poslužit ću se i uvidima koji potječu iz ge-

štalt psihologije. Naime, potrebno je razumjeti zašto bi eksperti bili uspješniji u prepoznavanju obrazaca od početnika, ako imamo u vidu da je bar dedukcija takvo zaključivanje da ukoliko se konzistentno primjene jasno definirana pravila, utoliko zaključak mora biti valjan. Stoga su kognitivistički modeli naizgled bolja alternativa jer počivaju na pretpostavci da svi ljudi, nevezano o stupnju ekspertize, mogu konvergirati k uniformnom ocjenjivanju valjanosti argumenata, s obzirom na to da dijele istu mentalnu logiku. Da bi se argumentiralo u prilog konekcionističkih modela, potrebno je teorijski potkovati ključnu Bechtelovu ideju o razlikovanju u prepoznavanju obrazaca, time što će se pokazati ne samo kako se eksperti i početnici razlikuju u brzini i točnosti prepoznavanja obrazaca nego i da su njihovi obrasci *kvalitativno drugačiji*.

Max Wertheimer, jedan od očeva geštalt teorije u psihologiji, iznio je 1925. godine zanimljiv uvid. Naime, da i deduktivno zaključivanje može dovesti do novih uvida, što se inače vezivalo jedino za abduktivno zaključivanje koje leži iza znanstvenih otkrića. S jedne strane, tvrdi Wertheimer, izgleda kao da stalno koristimo instance silogizama u svakodnevnom razmišljanju, ali s druge strane, tradicionalna Aristotelova logika izgleda kao prikladna samo za nekoga tko već posjeduje znanje i jedino ima potrebu za sistemom klasifikacije postojećeg znanja (usp. Wertheimer 1950: 274) Razmotrimo sljedeći primjer koji dajem po uzoru na Wertheimera:

Mala premisa: Prvi promatrani mikrob ima kružni DNK ($S-M$).

Velika premisa: Mikrobi s kružnim DNK nalaze se u prokariotskim ćelijama ($M-P$).

Zaključak: Prvi promatrani mikrob je prokariot ($S-P$) (usp. Wertheimer 1950: 276–277).

Da bi dedukcija vodila novom zaključku, potrebno je ne samo unaprijed znati da je prvi promatrani mikrob prokariot nego je to nešto što treba uslijediti izvođenjem iz premisa. Wertheimer će se zapravo fokusirati na razmatranje male premise: S ili mikrob, definira se kroz karakteristiku c_1 – a to je da je prvi promatrani mikrob u nekom ispitivanju – i tek potom mu se dodaje c_2 ili M – a to je da ima kružni DNK. Dalje, ni c_1 ni c_2 ne kažu ništa o c_3 koja se pojavljuje tek u okviru P u velikoj premisi – a to je da je kružni DNK odlika prokariota. Napredak u znanju sastoji se iz dva momenta:

(1) kada se c_2 i c_3 pripišu Sc_1 jer veza između njih nije nužna, već se otkriva da slučajevi koji posjeduju c_2 posjeduju i c_3 ;

(2) kada se Sc_1 razumije kao član grupe ili instanca grupe koju odlikuje c_3 .

Na taj način, prema Wertheimeru, može doći do kompletne reorganizacije prethodnih uvjerenja koje je netko imao o S -u jer dolazi do »iznenadnog klika« ili »geštalt obrata« u deduktivnom zaključivanju, tako da je S prije zaključivanja, nazovimo ga S' , potpuno logički različit od S nakon zaključivanja, nazovimo ga S'' (usp. Wertheimer 1950: 278). Dakle, S'' shvaćen je nanovo, nanovo formiran u umu i *recentraliziran* zahvaljujući dubljem uvidu u njegovu prirodu i strukturu. Wertheimer inzistira na tome da je prethodno opisani proces vrlo važan u matematici, samim time i u logici jer se tako dolazi do novih teorema ili dokaza teorema. Naime, budući da nekad nema direktnog puta od Sc_1 do P i da pravila u tome ne mogu pomoći, tek kad dođe do recentralizacije Sc_1 na Sc_2 , moguće je uvidjeti daljnji slijed zaključivanja (usp. Wertheimer 1950: 278). Da bi ilustrirao poantu, Wertheimer navodi primjer matematičara Carla Gaussa koji je u osnovnoj školi u trenu izračunao zbroj

brojeva $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8$, grupirajući ih na četiri zbroja koji daju devet i pomnoživši potom četiri devetke (usp. Wertheimer 1950: 279).

Kada se čitava struktura procesa zaključivanja shvati geštalovski, odnosno da takav proces podrazumijeva neposrednu senzornu percepciju logičkih relacija (usp. Anđelković 2007: 141), što je slično procesu zaključivanja kroz koji prolazi umjetna neuralna mreža u Bechtelovu modelu, kada vizualni input koji čine simboli argumenta, transformira tako da dopuni određeni entimem, onda se može pristupiti reinterpetaciji odnosa eksperta i početnika. Naime, ne samo što ekspert brže uviđa obrasce nego je ekspert sposoban za kreativno entimemiranje, tj. za dolaženje do novog uvida, usprkos nemogućnosti formuliranja prešućene premise zahvaljujući kvalitativno drugačijem obrascu ili obrascu u kojem je došlo do »iznenadnog klika« ili »geštal obrata«. Početnik, prateći pravila, ne može premostiti jaz između premise i zaključka i dok je god u periodu stjecanja vještine, njegovi su obrasci relativno jednostavni i oslanjaju se na do tada primijećene rutine. Međutim, ekspert je taj koji može ekspeditivno doći do novog zaključka kada zakažu rutinski putovi od premisa do zaključka.

U prilog takvoj mojoj analizi idu sljedeća dva istraživanja. Prvo istraživanje koje ću spomenuti jest seminalno istraživanje Williama Chasea i Herberta Simona, gdje se pokazalo da ono što leži u osnovi vještine igranja šaha jest sposobnost da se brzo opažaju obrasci tijeka partije i raspoređenosti figura u određenim trenutcima partije (usp. Chase, Simon 1973). Prema tim istraživanjima, ekspertno znanje u domeni šaha ne bi bilo ispravno primjenjivanje pravila igre, koja šahist zna bolje od laika, nego takvo znanje počiva u izloženosti velikom broju obrazaca. Modeliranje obavljanja kognitivnog zadatka, kao što je igranje šaha, bilo bi stoga prikladnije unutar konekcionističkog nego simboličkog okvira. Drugo istraživanje koje su objavili Kathy Johnson i Carolyn Mervis tiče se procesa kategorizacije od strane eksperata i početnika (usp. Johnson, Mervis 1997). Ovim istraživanjem sugerira se da eksperti uviđaju daleko suptilnija perceptivna svojstva nego početnici, tako da, pored brzine u zaključivanju, eksperti i u doslovnom smislu vide svijet na bogatiji i kvalitativno drugačiji način.

Zaključak

Svaki psiholog ili kognitivni znanstvenik koji postavlja hipotezu ili teoriju o logičkom zaključivanju mora prvo riješiti dilemu koliko *psihološki realnih* tipova zaključivanja ima (usp. Rips 1990: 326). Ukoliko se odluči na to da postulira postojanje jednog relevantnog procesa zaključivanja koji treba ispitivati, utoliko je u tom slučaju njegov zadatak pokazati kako se takav proces manifestira u rješavanju silogizama, testiranju hipoteza i postavljanju analogija. Izbor tog procesa koji bi ujedinio deduktivno i induktivno zaključivanje, prethodno ovisi o izboru kognitivne arhitekture – u slučaju konekcionizma, kakav zagovara i Bechtel, proces obavlja neuralna mreža, dok Johnson-Laird smatra da se taj proces implementira unutar mentalnih modela. S druge strane, psiholog ili kognitivni znanstvenik može se i odlučiti na oštru demarkaciju između deduktivnog i induktivnog zaključivanja, pri čemu onda u istom mah mora objasniti dva tipa zaključivanja u terminima dva različita tipa kognitivnih procesa – u slučaju kognitivizma, kakav prihvata Rips, to su dva domenski specifična procesa vođena apstraktnim inferencijskim pravilima.¹¹

Ako se vratimo etiketama »striktnog« i »labavog« gledišta radi plastičnijeg prikazivanja suprotstavljenih teorijskih i metodoloških pozicija unutar kognitivne znanosti i psihologije zaključivanja, moguće je sumirati opće prednosti i mane predstavljenih rivalskih modela (usp. Rips 1990: 350). »Striktno« gledište u prednosti je spram »labavog« kada se radi o deduktivnom zaključivanju jer se njime pruža dobro objašnjenje uniformnosti intuicija ljudi u pogledu evaluiranja instanci *modusa ponensa* kao valjanih ili produktivnosti inferencijskih procesa. Da bi se uopće objasnile greške koje katkad rezultiraju iz inferencijskih procesa, teorija koja obuhvaća to gledište mora ipak i uključivati *ad hoc* komponente poput ograničenosti radne memorije ili konverzacijskih i kontekstnih faktora. »Labavo« gledište pak, iako robusnije od »striktnog« i obuhvaća i deduktivno i induktivno zaključivanje pod jedan kognitivni domenogeneralni mehanizam, kao glavnu manu ima nemogućnost da se opravdaju ili objasne sasvim nova i izolirana vjerovanja jer je pojedinačno vjerovanje izraženo jednom premisom uvijek podređeno cjelini (neuralnoj mreži ili mentalnom modelu). Također, to stajalište ne može pružiti objašnjenje nekih permanentnih generalizacija, nego izgleda kao da svaka nova informacija ili svako novo vjerovanje izraženo premisom čini generalizacije inherentno privremenim.

Međutim, na samom kraju navela bih još jednu specifičnu prednost konekcionističkog modela *à la* Bechtel i još jednu specifičnu manu simboličkih modela, koje su se diferencirale na pozadini razmatranja kreativnog entimema i ekspertskog znanja, čime želim zaokružiti argumentaciju u korist »labavog« gledišta. Naime, klasično viđenje kognicije postulira hijerarhijski sistem razina: viša razina, na kojem su više kognitivne sposobnosti, lokalizirana je i striktno odvojena od nižih kognitivnih sposobnosti (usp. Fodor, Pylyshyn 1988: 52). Kada se na takvoj razini ne može prepoznati kognitivni zadatak uslijed kršenja nekog od pravila ili kada se obrazac ne može mapirati na reprezentaciju naspram strukture, simbolički modeli postaju neupotrebljivi (usp. Fodor, Pylyshyn 1988: 53). Slučaj kreativnog entimema, kada subjekt ne može, shodno pravilima, tek tako dopuniti nedostajuću premisu jer ju ne može formulirati, predstavlja upravo slučaj kada simbolički model ne bi mogao ni prepoznati kognitivni zadatak, pa samim time ne bi se mogao smatrati vjernom simulacijom jednog vrlo važnog kognitivnog fenomena kao što je ljudska kreativnost. Takav fenomen podrazumijeva na neki način *odstupanje od pravila*. Konekcionistički se modeli odlično snalaze s takvim opisom ljudskog ponašanja – s greškama, nesigurnostima, neodređenostima i odstupanjima od pravila – zahvaljujući *postupnoj degradaciji* koja se javlja kada su dijelovi mreže oštećeni ili kad je mreža preopterećena procesiranjem (usp. McClelland, Rumelhart, Hinton 1986: 29). U tim graničnim slučajevima samo procesiranje neće prestati funkcionirati, isto kao što mozak ne prestaje funkcionirati kada je oštećen ili privremeno blokiran neki dio. Metodološki razlog za to je, između ostalog, što konekcionistička arhitektura ne postulira striktno određene kognitivne procese zahvaljujući dozi stohastičnosti. Poka-

11

Pored dileme oko kvantitete psihološki realnih tipova zaključivanja, postoji i dilema u pogledu razine objašnjenja kojom se psiholog ili kognitivni znanstvenik mora baviti. U slučaju konekcionizma, relevantna razina objašnjenja jest niža razina ili subsimbolička razina, koja konstituira aktivnost jedinica unutar

neuralne mreže. Viša, simbolička razina, koji konstituiraju eksplicitna ili implicitna pravila, jest nivo relevantan za kognitivizam. Mnogi konekcionisti (usp. Smolensky 1988) tvrde da se viša razina može aproksimirati na osnovi niže razine.

zivala sam da se teorijski razlog može naći preko termina geštalt psihologije u reinterpretaciji obrazaca koji proizlaze iz ponašanja mreže.

Cilj ovog rada bio je pokazati zašto bismo barem u slučaju kreativnog entimemiranja morali preferirati konekcionističke modele, čime se postavlja nov izazov pred simboličke modele: ako se i dalje pretendira na sveobuhvatno objašnjenje fenomena zaključivanja uz pomoć slijeđenja urođenih pravila, onda je u tom okviru potrebno naći i kognitivne mehanizme koji bi bili odgovorni za kreativno entimemiranje. Imajući u vidu da je kreativno entimemiranje specijalan slučaj deduktivnog i induktivnog zaključivanja i uzevši u obzir trenutne inovacije u vidu algoritama dubokog učenja i mreža specijaliziranih za memoriju, može se plauzibilno pretpostaviti da će ista konekcionistička struktura biti primjenjiva i na analizu kognitivne pozadine ostalih vrsta ljudskog logičkog zaključivanja.

Literatura

Andelković, Miroslava, *Kreativni entimem*, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 2007.

Bechtel, William, »Natural Deduction in Connectionist Systems«, *Synthese* 101 (1994) 3, str. 433–463, doi: <https://doi.org/10.1007/BF01063897>.

Chase, William G.; Simon, Herbert, »The Minds' Eye in Chess«, u: William G. Chase (ur.), *Visual Information Processing: Proceedings of the Eighth Annual Carnegie Symposium on Cognition*, Academic Press, Inc., New York 1973., str. 215–281.

Chomsky, Noam, *Cartesian Linguistics*, Cambridge University Press, Cambridge 2009.

Devitt, Michael; Sterelny, Kim, *Jezik i stvarnost: Uvod u filozofiju jezika*, KruZak, Zagreb 2002.

Dreyfus, Herbert L.; Dreyfus, Stuart E., *Minds Over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*, Basil Blackwell, Oxford 1986.

Evans, Jonathan St. B. T., »Linguistic Factors in Reasoning«, *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 29 (1977) 2, str. 297–306, doi: <https://doi.org/10.1080/14640747708400605>.

Elman, Jeffrey, »Distributed Representations, Simple Recurrent Networks, and Grammatical Structure«, *Machine Learning* 7 (1991) 3–4, str. 195–225, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1022699029236>.

Feldman, Jerome A.; Ballard, Dana H., »Connectionist Models and their Properties«, *Cognitive Science* 6 (1982) 12, str. 205–254, doi: [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(82\)80001-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(82)80001-3).

Fodor, Jerry A.; Pylyshyn, Zenon W., »Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Analysis«, *Cognition* 28 (1988) 1, str. 3–71, doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(88\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(88)90031-5).

Gentzen, Gerhard, *Recherches sur la déduction logique*, preveli Jean Ladrière, Robert Feys, Presses Universitaires de France, Pariz 1955.

Johnson-Laird, Phillip N., »Mental Models and Human Reasoning«, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (2010) 43, str. 18243–18250, doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1012933107>.

Johnson, Kathy E.; Mervis, Carolyn B., »Effects of varying levels of expertise on the basic level of categorization«, *Journal of Experimental Psychology: General* 126 (1997) 3, str. 248–277, doi: <https://doi.org/10.1037/0096-3445.126.3.248>.

Kahneman, Daniel, *Thinking Fast and Slow*, Farrar, Straus, and Giroux, New York 1997.

LeCun, Yann; Bengio, Yoshua; Hinton, Geoffrey, »Deep learning«, *Nature* 521 (2015), str. 436–444, doi: <https://doi.org/10.1038/nature14539>.

Luria, Alexander, *Cognitive Development: Its Cultural and Social Foundations*, Harvard University Press, Cambridge 1976.

McClelland, James L.; Rumelhart, David E.; Hinton, Geoffrey, »The Appeal of Parallel Distributed Processing«, u: James McClelland, David Rumelhart (ur.), *Parallel Distributed Processing*, sv. 1, MIT Press, Cambridge 1986., str. 3–44.

Rips, Lance J., »Cognitive Processes in Propositional Reasoning«, *Psychological Review* 90 (1983) 1, str. 38–71, doi: <https://doi.org/10.1037/0033-295X.90.1.38>.

Rips, Lance J., »Reasoning«, *Annual Review of Psychology* 41 (1990), str. 321–353, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.41.020190.001541>.

Ryle, Gilbert, »Knowing How and Knowing That«, u: Gilbert Ryle, *Collected Papers*, sv. 2, Routledge, London 2009., str. 222–236.

Skansi, Sandro, *Introduction to Deep Learning: From Logical Calculus to Artificial Intelligence*, Springer International Publishing, Cham 2018.

Skelac, Ines; Smokrović, Nenad, »Utjecaj prirodnog jezika na zaključivanje«, *Filozofska istraživanja* 37 (2017) 4, str. 709–722, doi: <https://doi.org/10.21464/fi37406>.

Smith, Edward E.; Langston, Christopher; Nisbett, Richard E., »The Case for Rules in Reasoning«, *Cognitive Science* 16 (1992) 1, str. 1–40, doi: https://doi.org/10.1207/s15516709cog1601_1.

Smolensky, Paul, »On the Proper Treatment of Connectionism«, *Behavioral and Brain Sciences* 11 (1988) 1, str. 1–23, doi: <https://doi.org/10.1017/S0140525X00052432>.

Tversky, Amos; Kahneman, Daniel, »Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases«, *Science* 185 (1974) 4157, str. 1124–1131, doi: <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>.

Wason, Peter C.; Johnson-Laird, Phillip N., *Psychology of Reasoning: Structure and Content*, Harvard University Press, Cambridge 1972.

Wertheimer, Max, »The Syllogism and Productive Thinking«, u: William Ellis (ur.), *The Source Book of Gestalt Psychology*, Routledge, Kegan Paul Ltd., London 1950., str. 274–283.

Weston, Jason *et al.*, »Towards AI-Complete Question Answering: A Set of Prerequisite Toy Tasks«, *Under review as a conference paper at ICLR 2016* (2016). Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1502.05698> (pristupljeno 6. 12. 2019.).

Vanja Subotić

Logical Reasoning and Expertise: Extolling the Virtues of Connectionist Account of Enthymemes

Abstract

Cognitive scientists used to deem reasoning either as a higher cognitive process based on the manipulation of abstract rules or as a higher cognitive process that is stochastic rather than involving abstract rules. I maintain that these different perspectives are closely intertwined with a theoretical and methodological endorsement of either cognitivism or connectionism. Cognitivism and connectionism represent two prevailing and opposed paradigms in cognitive science. I aim to extoll the virtues of connectionist models of enthymematic reasoning by the following means: (1) via the phenomenon of creative enthymeme, viz. the inference where one cannot even articulate the missing premise, I introduce a connectionist mechanism of pattern recognition as underlying expertise; (2) via Gestalt switch or Gestalt click, I demonstrate how differences in pattern recognition of an expert and a novice can be construed as qualitatively different, and not merely a matter of faster reasoning.

Keywords

enthymemes, expertise, cognitivism, connectionism, pattern, William Bechtel