

Uloga utjelovljenja u razumijevanju pojmova

Mia Šetić Beg

Hrvatsko katoličko sveučilište, Odjel za psihologiju, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Jedno je od središnjih pitanja kognitivne znanosti kako su pojmovi reprezentirani u ljudskome umu. Klasični je odgovor na to pitanje pretpostavka o odvojenome semantičkome modulu u kojemu je znanje pohranjeno putem apstraktnih simboličkih reprezentacija. Tako opisan semantički modul odvojen je od drugih sustava kao što su moduli za percepciju i motoriku. U posljednjih dvadesetak godina intenzivno se istražuje i razvija alternativni pristup poznat pod nazivom utjelovljena ili utemeljena spoznaja koji polazi od pretpostavke da je pojmovno znanje u stalnoj interakciji s percepcijom i motorikom, odnosno da je ukorijenjeno u njima putem mehanizma perceptivne simulacije. Cilj je ovoga rada dati pregled različitih teorijskih perspektiva na utjelovljenu spoznaju i evaluirati ih. Detaljno su prikazane teorija sustava perceptivnih simbola, model prožetoga iskustvenika i indeksna hipoteza te empirijski nalazi koji im idu ili ne idu u prilog. Zatim su prikazane i kritike utjelovljene spoznaje koje se odnose na razumijevanje apstraktnih pojmova, kao i odgovori na te kritike. Razmotrena je i ideja o stupnjevima ili kontinuumu utjelovljenja. Nakraju su dane smjernice za daljnja istraživanja koja bi trebala rasvijetliti točnu ulogu utjelovljenja u reprezentaciji znanja.

Ključne riječi: jezik, perceptivna simulacija, pojmovi, reprezentacija znanja, utemeljena spoznaja, utjelovljenje

Uvod

Prema standardnome modelu reprezentacije znanja u kognitivnoj znanosti ljudski je um složeni sustav za obradu informacija (računalo) čije veze s vanjskim svijetom nemaju neko bitno teorijsko značenje (Pylyshyn, 1984). Ključ za

✉ Mia Šetić Beg, Odjel za psihologiju, Hrvatsko katoličko sveučilište, Ilica 242, 10 000 Zagreb, Hrvatska. E-pošta: mia.setic@unicath.hr

Rad je nastao na osnovi neobjavljene doktorske disertacije *Uloga percepcije u pojmovnom procesiranju* obranjene 1. travnja 2016. godine na Filozofskome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Rad je nastao u okviru projekta *Kognitivni procesi u zadacima numeričkog i taktičkog odlučivanja* (HKS-2018-5) koji je financiralo Hrvatsko katoličko sveučilište te projekta *Neurodinamičko modeliranje vidne percepcije i pažnje* (uniri-drustv-18-177) koji financira Sveučilište u Rijeci.

razumijevanje ljudske inteligencije leži u poistovjećivanju jezika i mišljenja s procesom računanja, odnosno manipuliranja simboličkim reprezentacijama korištenjem pravila ili produkcija *ako – onda* (engl. *if-then*; Anderson, 1990; Newell, 1990). Pritom je bitno svojstvo simbola da su arbitrarni s obzirom na objekte koje označavaju, odnosno simbol ni na koji način ne odražava perceptivna svojstva referentnoga objekta (Markman i Dietrich, 2000a, 2000b). U okviru standardnoga modela perceptivni i motorički sustav, iako sami po sebi zanimljivi za proučavanje, ne smatraju se relevantnima za razumijevanje centralnih kognitivnih funkcija kao što su jezik, mišljenje ili rješavanje problema. Umjesto toga oni predstavljaju ulazno-izlazne uređaje (Barsalou, 2020; Wilson, 2002).

Međutim, u zadnjih se dvadesetak godina razvio bitno drugačiji pristup u kognitivnoj znanosti koji postavlja tijelo u fokus istraživačke pažnje, a ne više um koji operira nad apstraktnim simboličkim reprezentacijama. Prema tome pristupu tijelo ima centralnu ulogu u oblikovanju uma jer tijelo kroz akciju stalno stupa u interakciju s okolinom i treba um kako bi moglo funkcionirati (Glenberg, 2010; Glenberg i sur., 2013). Takav pristup koji naglašava važnost osjetnih i motoričkih funkcija za uspješnu interakciju s okolinom nazvan je utjelovljena spoznaja (engl. *embodied cognition*) ili utemeljena spoznaja (engl. *grounded cognition*). S obzirom na obimnost teme, nije moguće pružiti iscrpan prikaz svih istraživanja o utjelovljenoj spoznaji koji ne bi prerastao u knjigu. Stoga je skromniji cilj ovoga preglednog rada dati prikaz reprezentativnih teorija i najvažnijih empirijskih nalaza, kao i pružiti njihovu kritičku evaluaciju, ukazati na točke prijepora i skicirati smjernice za daljnja istraživanja koja bi trebala razriješiti neodgovorena pitanja. Iako ne postoji cjelovita teorija o utjelovljenoj spoznaji koja bi obuhvatila sve kognitivne domene, u području je reprezentacije znanja Barsalou (1999, 2003, 2008) razvio teoriju sustava perceptivnih simbola (engl. *perceptual symbol system*), a u području razumijevanja jezika razvijene su teorija o prožetome iskustveniku (engl. *immersed experienter*; Zwaan, 2004, 2008) i indeksna hipoteza (engl. *indexial hypothesis*; Glenberg i Robertson, 1999; Kaschak i Glenberg, 2000) koje će biti detaljnije opisane u sljedećim poglavljima.

Teorija sustava perceptivnih simbola

Barsalou (1999) je predložio model reprezentacije znanja u kojoj pojmove ne možemo odvojiti od konkretnoga iskustva s njihovim referentnim objektima. Teorija polazi od pretpostavke da je znanje ukorijenjeno (utemeljeno) u sustavima za specifične modalitete kao što su percepcija, motorika i emocije. Iz toga proizlazi da nije potrebna transdukcija u zasebnu amodalitetnu simboličku reprezentaciju. Umjesto transdukcije perceptivna se iskustva spremaju direktno u perceptivne memorijske sustave, a motorička se iskustva spremaju u motoričke memorijske sustave koji se po potrebi mogu reaktivirati i oživjeti. Reaktiviranje perceptivnih iskustava naziva se perceptivnom simulacijom ili indirektnim utjelovljenjem (engl. *off-line embodiment*). Reaktivacija motoričkih iskustava naziva se direktno

utjelovljenje (engl. *on-line embodiment*) zato jer se pritom aktiviraju reprezentacije vlastitoga tijela. Svaki put kad razmišljamo o nekome pojmu djelomično se aktiviraju perceptivna iskustva objekta koji taj pojam označava. Ta iskustva nisu savršena i detaljna, ali dovoljna su da nam omoguće razumijevanje pojma. Dakle, simulacija nije isto što i percepcija jer uključuje određeni stupanj apstrahiranja, odnosno shematizacije kojom se isključuju nebitni detalji i zadržavaju samo ključna obilježja označenoga objekta.

Konstrukt perceptivne simulacije može se promatrati kao vrsta mentalne imaginacije. Međutim, dok je imaginacija svjesni proces koji zahtijeva mentalni napor, simulacije se uglavnom odvijaju na nesvjesnoj razini (Barsalou, 1999, 2003). Simulacije se mogu razviti za bilo koju vrstu iskustva, dakle, za percipirane objekte, motoričke radnje, događaje, mentalna stanja, emocije itd. Vrlo je često simulacija multimodalitetna, što znači da se aktivira više sustava istovremeno. Predikcije derivirane iz teorije sustava perceptivnih simbola detaljno se istražuju u psihologijskim i neuroznanstvenim studijama (Barsalou, 2008; Martin, 2009, 2016; Zwaan, 2016). Primjerice, direktna je posljedica perceptivne simulacije da svojstva senzorno-motoričkih sustava utječu na razumijevanje pojmova, kao što i pojmovna obrada utječe na percepciju i motoriku, a rezultati tih istraživanja detaljno su opisani u sljedećim dvama potpoglavljima.

Pojmovi i perceptivna simulacija obilježja

Da bi se eksperimentalno ispitale pretpostavke teorije sustava perceptivnih simbola, korišten je zadatak verifikacije svojstva. U tome se zadatku ispitaniku najprije prezentira riječ za kategoriju (npr. *mačka*), nakon čega se prezentira svojstvo za koje ispitanik mora odgovoriti je li ono karakteristično za prethodno danu kategoriju (*pandže*, *krila*). Pritom se pretpostavlja da taj zadatak aktivira i koristi pojmovno znanje. Ako je pojmovno znanje ukorijenjeno u modalitetno-specifičnim sustavima, tad se pojave povezane s pojedinim modalitetom trebaju manifestirati i tijekom pojmovnoga procesiranja. Solomon i Barsalou (2001) pokazali su da vidni oblik svojstva koje se ispituje ima utjecaj na zadatak verifikacije svojstva. Kad su ispitanici verificirali svojstvo u prethodnome zadatku, korištenje istoga svojstva u sljedećemu zadatku dovelo je do facilitacije kad je detaljni oblik svojstva bio odgovarajući za oba pojma. Na primjer, do facilitacije je dovelo verificiranje svojstva *griva* kad je prije bio prezentiran pojam *konj*, a zatim pojam *magarac*. S druge strane, do facilitacije nije došlo kad je isto svojstvo *griva* korišteno za različite pojmove (*konj* i *lav*). Naime, griva kod konja i lava ima bitno drugačiji oblik, zbog čega nije moglo doći do facilitacije. Naravno, to objašnjenje ima smisla ako pretpostavimo da je tijekom rješavanja zadatka korištena perceptivna simulacija, odnosno stvorena je mentalna slika o izgledu svojstva povezanoga s pojmom.

Pored toga, u zadatku verifikacije svojstva pojavljuje se i usporavanje izvedbe (gubitak vremena) kad je potrebno promijeniti modalitet u kojemu se verificira

svojstvo. Pecher i suradnici (2003) pokazali su da je potrebno kraće vrijeme za odgovor je li *glasno* svojstvo koncepta *miješalica* (za cement) kad je prethodno trebalo verificirati je li *šuštanje* svojstvo pojma *lišće* (ista perceptivna dimenzija, sluh), u usporedbi sa situacijom kad je prethodno trebalo verificirati je li *kiselo* svojstvo pojma *borovnice* (promjena perceptivne dimenzije, okus). Taj je rezultat pokazao da razmišljanje o nekome pojmu doziva perceptivne informacije iz pamćenja relevantne za taj pojam. Nadalje, budući da promjena fokusa pažnje s jedne perceptivne dimenzije na drugu izaziva gubitak vremena potrebnoga za obradu informacija, isti se gubitak u obradi informacija pojavljuje i za semantičku obradu povezanu s tim dimenzijama. Zanimljivo je da su Niedenthal i suradnici (2005) pokazali da se isti efekt gubitka vremena pojavljuje i kod verifikacije svojstava emocionalnih pojmova.

U prethodno opisanim istraživanjima ne ispituje se direktno percepcija, već se o njezinim efektima naknadno zaključuje na osnovi razlika u brzini reagiranja ispitanika. Zbog toga je otkrivene efekte gubitka vremena moguće objasniti i u okviru amodalitetne teorije uz pretpostavku da su svojstva koja dolaze iz istoga modaliteta međusobno jače povezana nego svojstva iz različitih modaliteta. Direktniju potvrdu za ulogu perceptivne simulacije pružilo bi istraživanje u kojemu tekuća perceptivna obrada utječe na izvedbu u zadatku pojmovnoga znanja. Vermeulen i suradnici (2008) manipulirali su modalitetom perceptivnoga opterećenja u radnome pamćenju ispitanika dok rješava zadatak. Dobili su da je verificiranje vidnih svojstava (*žuto, okruglo*) usporeno kad je opterećeno vidno radno pamćenje, a verificiranje slušnih svojstava (*glasno, tiho*) kad je opterećeno slušno radno pamćenje. Isto tako, van Dantzig i suradnici (2008) otkrili su da do usporenja verifikacije svojstva dolazi kad ispitanici naizmjenično rješavaju zadatak perceptivne detekcije i verifikacije svojstva ako je prethodni perceptivni zadatak bio u drugome modalitetu u usporedbi sa zadatkom koji je bio u istome modalitetu kao i svojstvo koje se verificira. Sličan efekt dobiven je i za motoričke radnje, pri čemu je korišten zadatak imenovanja objekata. Ispitanici su stiskali gumenu loptu dok su imenovali oruđa ili životinje prikazane na slici. Rezultati su pokazali da su ispitanici bili brži u imenovanju oruđa kojima je drška bila okrenuta od ruke koja stiće loptu nego kod oruđa s drškom okrenutom prema ruci. Kod imenovanja životinja nije pronađena takva razlika. Kao i u prethodnome istraživanju, taj se nalaz može pripisati interferenciji između izvođenja radnje i perceptivne simulacije za pojmove koji se odnose na oruđa i koja pokušava angažirati iste resurse koji su aktivni i kod izvođenja radnje. Nakraju treba spomenuti da se efekt perceptivne simulacije pojavljuje ne samo kod obrade pojedinačnoga pojma, već i u situaciji kad ispitanici moraju kreirati pojmovne kombinacije (Barsalou, 2017; Wu i Barsalou, 2009).

Pojmovi i perceptivna simulacija prostora

Richardson i suradnici (2003) ispitali su postoji li povezanost između prostorne reprezentacije i glagola. Koristeći zadatke vidne diskriminacije i vidnoga pamćenja,

pokazali su da postoji interakcija između tipične orijentacije radnje koju označava neki glagol i orijentacije podražaja koji je prikazan. Na primjer, glagol *gurati* povezan je s horizontalnom orijentacijom jer se objekti koje guramo obično nalaze u istoj ravnini kao i izvodač radnje. S druge strane, glagol *poštovati* povezan je s vertikalnom orijentacijom jer osobu koju poštujemo doživljavamo iznad sebe. Kod zadatka vidne diskriminacije ispitanici su čitali i pamtili kratke rečenice, nakon čega su trebali identificirati vidno prezentirani podražaj kao krug ili kvadrat. Vidni je podražaj mogao biti prezentiran na četirima položajima na ekranu: gore, dolje, lijevo ili desno od fiksacijske točke koja je uvijek bila u središtu ekrana. Rezultati su pokazali da je prezentacija glagola s vertikalnom orijentacijom dovela do interakcije s položajem objekta uzduž vertikalne dimenzije (gore ili dolje od fiksacijske točke). Međutim, kad je prezentiran glagol s horizontalnom orijentacijom, nije došlo do interakcije s položajem objekta uzduž horizontalne dimenzije. Slični rezultati dobiveni su i u zadatku vidnoga pamćenja. Rezultati istraživanja Richardsona i suradnika (2003) u skladu su s perceptivno-motoričkim karakterom lingvističkih reprezentacija. Zanimljivo je da to vrijedi čak i za apstraktne glagole kao što je glagol *poštovati*.

Zwaan i Yaxley (2003) željeli su ispitati kako relativni položaj riječi može utjecati na prosudbu o semantičkoj povezanosti riječi. U istraživanju su koristili parove riječi koje označavaju objekte koji se međusobno nalaze u vertikalnome prostornom odnosu. Riječi su prezentirane jedna ispod druge, pri čemu je u jednome slučaju prostorni odnos riječi odgovarao stvarnomu prostornom odnosu objekata koje te riječi označavaju, kao na primjer:

NEBO
ZEMLJA

U drugome su slučaju riječi bile prezentirane u suprotnome prostornom odnosu s obzirom na objekte koje označavaju, kao primjerice:

PODRUM
KROV

Zadatak je ispitanika bio odrediti jesu li dvije prezentirane riječi semantički povezane ili nisu. Polovica podražajnih parova bile su riječi koje nisu semantički povezane. Rezultati su pokazali da je vrijeme potrebno za donošenje odluke kraće kod semantički povezanih riječi ako su prezentirane u prostornome odnosu koji odgovara prostornomu odnosu objekata koje označavaju. Taj su efekt Zwaan i Yaxley (2003) nazvali efektom prostorne ikoničnosti. Međutim, oni nisu bili u mogućnosti kontrolirati kako se pažnja distribuira u vidnome polju, što je važno za aktivaciju pozicijskih znakova (pokazivača). Razumno je pretpostaviti da su ispitanici čitali riječi odozgo prema dolje. Isto tako, moguće je da ljudi konstruiraju mentalne reprezentacije objekata u prostoru krećući se odozgo prema dolje. Dakle, dulje vrijeme odlučivanja za obrnuti raspored riječi i njihovih referenata može se

pripisati kršenju uobičajenoga temporalnog poretka dozivanja leksičkih i semantičkih informacija zasnovanih na vezama s prostornim znakovima. Zwaan i Yaxley (2003) isključili su tu mogućnost tako što su pokazali da se efekt prostorne ikoničnosti ne pojavljuje kad su riječi prezentirane horizontalno.

U istraživanju koje su proveli Šetić i Domijan (2007) pokazalo se da vertikalna pozicija prikazane riječi utječe na brzinu verifikacije svojstva. Ispitanicima je usmjeravana pažnja na gornji ili donji dio ekrana, nakon čega je na tome mjestu prezentirana riječ koja označava životinju koja leti (*galeb, orao*) ili životinju koja ne leti (*pas, mačka*). Zadatak ispitanika bio je odrediti označava li riječ životinju koja leti ili ne leti. Osnovna je ideja bila da će usmjeravanje pažnje prema gore ili dolje olakšati ili ubrzati perceptivnu simulaciju pojmova čije referentne objekte tipično susrećemo u gornjem ili donjem dijelu vidnoga polja. Rezultati su doista pokazali da je verifikacija bila brža za riječi za leteće životinje kad su prikazivane u gornjem dijelu ekrana i za riječi za životinje koje ne lete kad su prikazivane u donjem dijelu ekrana. U drugome je eksperimentu pokazano da se isti efekt pojavljuje i kad su ispitanici verificirali označava li prikazana riječ živo biće ili neživu stvar, pri čemu su kao podražaji korištene riječi za životinje kao u prvome eksperimentu i riječi za stvari koje povezujemo s gornjim (*šešir, oblak*) ili donjim (*cipela, pločnik*) dijelom vidnoga polja.

Problem je s rezultatom koji su dobili Šetić i Domijan (2007) da se on može interpretirati i u okviru teorije o korespondenciji polariteta (Lakens, 2011; Proctor i Cho, 2006). Naime, odgovori u zadatku verifikacije (*da* ili *ne*) direktno su preslikani na semantičke kategorije koje treba razlikovati (*leti* ili *ne leti*). Drugim riječima, ispitanici su uvijek odgovarali s *da* na riječi za životinje koje lete pa je moguće da je došlo do strukturalne usklađenosti između podražaja i odgovora (*da – leti; ne – ne leti*) koja je ubrzala vrijeme verifikacije. Međutim, Pecher i suradnici (2010) otklonili su takvu interpretaciju korištenjem zadatka u kojemu se tražilo da se odredi referira li riječ na objekt koji tipično srećemo na nebu (*avion*). U drugome se zadatku tražilo da se odredi referira li riječ na objekt koji tipično srećemo u oceanu (*podmornica*). Kad su se direktno usporedili rezultati u tim dvama zadacima, pokazalo se da se brže reagira na riječ kao što je *avion* kad je prikazana u gornjem dijelu ekrana nego kad je prikazana u donjem dijelu ekrana. S druge strane, na riječ kao što je *podmornica* reagira se brže kad je prikazana u donjem dijelu ekrana nego kad je prikazana u gornjem dijelu ekrana. Taj se efekt pojavljuje neovisno o tome što se u dvama zadacima odgovara različito na istu riječ, što upućuje na zaključak da je perceptivna simulacija bolje objašnjenje opisanih efekata od korespondencije polariteta (van Dantzig i Pecher, 2011). Međutim, Lakens (2011) smatra da tom manipulacijom nije u potpunosti otklonjen utjecaj korespondencije polariteta te da oba mehanizma zajedno djeluju pri generiranju odgovora ispitanika.

Nakraju treba spomenuti da su neka istraživanja povezanosti pojmova i prostora otkrila efekt prostorne interferencije. Estes i suradnici (2008) prezentirali su riječ s implicitnim prostornim značenjem u centru ekrana, a nakon prezentacije riječi

pojavi se znak X na koji su ispitanici trebali reagirati. Pritom se znak mogao pojaviti iznad ili ispod riječi. Zanimljivo je da su ispitanici reagirali sporije, a ne brže kad bi se znak pojavio u dijelu prostora na koji je riječ upućivala. Na primjer, kad je prezentirana riječ *ptica*, ispitanici su bili sporiji u identifikaciji slova X kad je ono bilo prezentirano u gornjemu dijelu ekrana. Sličan efekt dobili su i Verges i Duffy (2009). Međutim, Petrova i suradnici (2018) doveli su u pitanje pouzdanost takvoga efekta jer nisu uspjeli replicirati nalaze Estes i suradnika (2008). Kao odgovor na taj izazov Estes i Barsalou (2018) proveli su metaanalizu svih istraživanja koja su ispitivala efekt prostorne interferencije te su pokušali identificirati moderatorske varijable koje su mogle prikriti efekt. Pokazali su da se efekt prostorne interferencije pojavljuje kad se koristi kratko vrijeme između pojave podražaja i znaka, kad se riječ obradi na dubljoj semantičkoj razini i kad postoji bogatiji semantički kontekst (kad se kao podražaj koriste kratke rečenice ili parovi riječi umjesto jedne riječi). Takvi se nalazi mogu objasniti teorijom kodiranja događaja prema kojoj prezentacija riječi i znaka predstavljaju dva događaja koji mogu utjecati jedan na drugi ako su se spojili u jedinstvenu reprezentaciju. Nadalje, hoće li doći do interferencije ili facilitacije između događaja ovisi o tome koliko se preklapaju njihova obilježja (Amer i sur., 2018).

Model prožetoga iskustvenika

Teorija sustava perceptivnih simbola usmjerena je ponajprije na razumijevanje pojedinačnoga pojma. Međutim, to nije dovoljno za razumijevanje većih značenjskih jedinica kao što su rečenice i tekstovi. Drugim riječima, za razumijevanje značenja rečenice nije dovoljno samo dozvati iz semantičkoga pamćenja značenje svih riječi od kojih se rečenica sastoji. Da bi precizirao ulogu perceptivne simulacije u razumijevanju jezika, Zwaan (2004, 2008) je razvio novi teorijski okvir koji je nazvao prožeti iskustvenik. Osnovna je ideja toga modela da riječi aktiviraju različita upamćena iskustva povezana s objektima koje te riječi označavaju (referenti). Okvir prožetoga iskustvenika razlikuje tri procesa koji se aktiviraju tijekom razumijevanja jezika, a to su:

1. aktivacija;
2. konstrukcija značenja;
3. integracija.

Čitanjem ili slušanjem riječi aktiviraju se leksičke, gramatičke i fonološke reprezentacije, ali isto se tako aktiviraju i iskustvene reprezentacije njihovih referenata. Te iskustvene reprezentacije mogu biti motoričke, perceptivne, emocionalne, a često se mogu pojaviti i u nekoj kombinaciji. Iskustveni se tragovi aktiviraju putem verbalnoga podražaja i omogućavaju rekonstrukciju doživljaja. U tome je smislu razumijevanje zamjensko ili naknadno doživljavanje opisanih događaja kroz integraciju tragova iz stvarnih doživljaja potaknuto lingvističkim

podražajima. U Tablici 1. navedeni su procesi razumijevanja jezika zajedno s lingvističkim i reprezentacijskim jedinicama nad kojima operiraju, kao i referentnim jedinicama koje označavaju.

Tablica 1.

Komponente procesa razumijevanja

Proces	Lingvistička jedinica	Reprezentacijska jedinica	Referentna jedinica
Aktivacija	Riječ/morfem	Funkcionalne mreže	Objekti i akcije
Konstrukcija značenja	Rečenica / intonacijska jedinica	Integrirane mreže	Događaji
Integracija	Povezani diskurs	Niz integriranih mreža	Niz događaja

Komponentni procesi razumijevanja ne operiraju sekvencijalno jedan iza drugoga, već ih treba shvatiti kao međusobno povezane procese između kojih postoji veliko temporalno preklapanje. U Tablici 1. prikazane su i lingvističke jedinice koje predstavljaju ulaznu informaciju za svaki proces. Pretpostavka je da su riječi povezane s nizom iskustvenih tragova povezanih s njihovim referentima. Takav se skup tragova naziva funkcionalna mreža. Funkcionalnu mrežu sačinjava cijeli niz kortikalnih centara, uključujući i primarna osjetna i motorička područja koja se aktiviraju tijekom prezentacije riječi (Pulvermüller, 2002, 2018). Referentne se jedinice odnose na objekte ili događaje u okolini koji su povezani s reprezentacijskim jedinicama.

Na primjer, rečenica *Izviđač je vidio orla na nebu* aktivira vidno iskustvo izviđača, orla i neba. Međutim, perceptivne simulacije tih triju pojmova nisu izolirane, nego se integriraju u događaj viđenja orla kako leti na nebu. Pritom se aktiviraju različite iskustvene informacije koje nisu direktno dane u samoj rečenici, nego su implicirane situacijom koju rečenica opisuje. Najočitija informacija koja nam prva pada na pamet kad pročitatmo rečenicu je da je riječ o događaju koji se odvija u šumi, a ne u gradu. Iz toga proizlazi cijeli niz dodatnih zaključaka. Izviđač vjerojatno ima šešir i gojzerice jer te rekvizite često nose posjetitelji šuma. Nadalje, orao ima raširena krila jer leti, ima perje i glasa se kliktanjem. Ključni je aspekt prožetoga iskustvenika da mala promjena u rečenici može bitno promijeniti simulaciju događaja. Na primjer, rečenica *Izviđač je vidio orla u gnijezdu* ponovno aktivira vidno iskustvo izviđača i orla, ali sad imamo novi pojam – *gnijezdo*. Prilikom integracije perceptivnih simulacija u događaj u tome se slučaju stvara mentalna slika orla u gnijezdu. Pritom su orlu krila skupljena, a ne raširena kao u prethodnoj rečenici. Na taj način dvije rečenice impliciraju dva različita položaja koje zauzima isti referent (*orao*) i time ostavljaju dva različita iskustvena traga. Važno je naglasiti da nijedan od tih zaključaka izvedenih iz simulacije događaja nije eksplicitno dan u rečenici. Prema amodalitetnoj reprezentaciji znanja položaj (ili bilo koji drugi

perceptivni aspekt) referentnoga objekta nebitan je za razumijevanje, osim ako nije direktno opisan riječima u rečenici.

Stanfield i Zwaan (2001) proveli su jedno od prvih istraživanja u kojemu su provjerili teoriju prožetoga iskustvenika. Pokazali su da se perceptivna reprezentacija automatski aktivira tijekom obrade rečenice i kreira mentalni model situacije opisane u rečenici. Ispitanici su rješavali zadatak usporedbe rečenice i slike, pri čemu su morali odrediti odgovara li objekt prikazan na slici objektu spomenutomu u rečenici. Rezultati su pokazali kraće vrijeme usporedbe kad se orijentacija objekta na slici podudarala s orijentacijom koja se implicira u rečenici. Na primjer, ako rečenica govori o čavlu koji je zabijen u zid, nastaje perceptivna simulacija čavla koji je okrenut vodoravno, što se manifestira kao kraće vrijeme potrebno za prepoznavanje čavla kad je orijentiran u istome smjeru kao što implicira rečenica nego kad je orijentiran u nekome drugom smjeru. S druge strane, ako rečenica govori o čavlu koji je zabijen u pod, nastaje perceptivna simulacija čavla koji je okrenut okomito. Zanimljivo je da su Stanfield i Zwaan (2001) mjerili brzinu rješavanja zadataka mentalne rotacije kod istih ispitanika te pokazali da postoji pozitivna korelacija između brzine mentalne rotacije i brzine rješavanja zadatka usporedbe rečenice i slike, što daje dodatnu potvrdu uloge percepcije u nastanku opisanoga efekta. U sličnome su istraživanju Zwaan i suradnici (2002) pokazali da rečenica koja implicira određeni oblik objekta olakšava prepoznavanje toga objekta ako slika objekta odgovara situaciji u rečenici. Na primjer, u rečenici u kojoj se implicira da ptica ima raširena krila jer leti brže je vrijeme reakcije na sliku ptice s raširenim krilima nego na sliku ptice sa skupljenim krilima. S druge strane, ako rečenica implicira da ptica ima skupljena krila jer je sletjela u gnijezdo, dobiva se obrnuti uzorak, tj. kraće je vrijeme potrebno za prepoznavanje ptice sa skupljenim krilima nego za prepoznavanje ptice s raširenim krilima. Zwaan i Pecher (2012) replicirali su nalaze o perceptivnoj simulaciji orijentacije i oblika objekta na koji se referira u rečenici koristeći veliki uzorak ispitanika koje su regrutirali putem interneta.

Perceptivna simulacija ne mora biti statična, već može uključivati reaktivaciju temporalnoga uzorka, odnosno kretanja. Koristeći sličnu logiku kao i u prethodno opisanim istraživanjima, Zwaan i suradnici (2004) ispitali su hoće li razumijevanje rečenica koje uključuju opis kretanja objekta u određenome smjeru utjecati na percepciju stvarnoga kretanja objekta u istome smjeru. U istraživanju su korištene rečenice kao *Suigrač ti je dodao loptu* ili *Ti si dodao loptu suigraču*. Rečenice su prezentirane auditorno preko slušalica. Nakon što je rečenica izgovorena, na ekranu bi se jedna iza druge pojavile dvije slike. Slike su mogle prikazivati isti objekt ili dva različita objekta. Zadatak je ispitanika bio odgovoriti prikazuju li slike isti objekt ili različite objekte. U situaciji kad su slike prikazivale isti objekt u jednome je slučaju prva slika bila manja od druge slike. Na taj se način inducirao dojam kretanja objekta prema ispitaniku (prividno kretanje). U drugome je slučaju prva slika bila veća od druge, čime se inducirao dojam udaljavanja objekta od ispitanika. Rečenica koja je prethodila prezentaciji objekta mogla je govoriti o smjeru kretanja koji je

konzistentan sa smjerom kretanja objekta na slikama ili koji je suprotan od smjera kretanja objekta na slikama. Rezultati su pokazali da je vrijeme potrebno za rješavanje perceptivnoga zadatka kraće kad rečenica govori o istome smjeru kretanja koji je prikazan na slikama nego u situaciji kad rečenica govori o suprotnome smjeru kretanja od onoga prikazanoga na slikama. Time su Zwaan i suradnici (2004) pokazali da se tijekom obrade rečenica aktivira i sustav za percepciju pokreta. Zanimljivo je da su u sličnome istraživanju Kaschak i suradnici (2005) dobili suprotne rezultate. Naime, brže se reagiralo na rečenice koje govore o pokretu u suprotnome smjeru od onoga koji je prikazan na ekranu. Međutim, u tome su istraživanju rečenice prezentirane na isti način, ali je pokret bio prikazan istovremeno s prezentacijom rečenica, a ne nakon nje. Zadatak je ispitanika bio odrediti je li rečenica smisljena. Kaschak i suradnici (2005) interpretirali su te rezultate kao još jednu potvrdu teorije o perceptivnoj simulaciji zato jer je u tim dvama istraživanjima riječ o dvama različitim aspektima perceptivne simulacije. U istraživanju Zwaana i suradnika (2004) ispitalo se kakve posljedice na percepciju pokreta ima prethodna perceptivna simulacija koja se odvijala prije same percepcije. U tome su slučaju tragovi prethodne simulacije poboljšali (ili olakšali) percepciju pokreta u istome smjeru. Međutim, u istraživanju Kaschaka i suradnika (2005) perceptivna simulacija i percepcija odvijale su se istovremeno, zbog čega je došlo do interferencije, odnosno percepcija kretanja u određenome smjeru ometala je izvođenje perceptivne simulacije u istome smjeru kretanja. Dakle, i percepcija i perceptivna simulacija koriste isti reprezentacijski format, što je u skladu s postavkama teorije sustava perceptivnih simbola. S druge strane, opisani se nalazi mogu interpretirati i kao posljedica interakcija unutar amodalitetnoga semantičkog modula koji povezuje informacije ekstrahirane iz vidnoga modaliteta i iz rečenice (Ostarek i Bottini, 2021; Ostarek i sur., 2019). Pritom apstraktna informacijska sukladnost između slike i rečenice dovodi do efikasnijega procesiranja, a ne sukladnost percepcije i perceptivne simulacije.

Indeksna hipoteza

Slično prožetomu iskustveniku, indeksna hipoteza koju su predložili Glenberg i Robertson (1999; Kaschak i Glenberg, 2000) utemeljuje razumijevanje značenja rečenica u senzorno-motoričkome iskustvu. Prema indeksnoj hipotezi postoje tri procesa koji određuju razumijevanje rečenice. Prvi je proces indeksiranje (preslikavanje) riječi i fraza u rečenici na referente u okolini ili na mentalne reprezentacije kao što su perceptivne simulacije (Barsalou, 1999). Indeksiranje određuje sadržaj jezika, odnosno odgovara na pitanje o kome ili o čemu se govori u rečenici. Drugi je proces određivanje afordansi (engl. *affordances*) iz indeksiranih referenata. Afordanse su pojam iz direktne teorije percepcije (Gibson, 1979) kojim se označava što opažacu pružaju objekti koje percipira. Na primjer, afordansa stolice je da na njoj možemo sjediti, afordansa jabuke je da je možemo pojesti ili da je

možemo dati nekomu drugomu, a afordansa štapa je da njime možemo gurati drugi objekt, možemo se na njega osloniti ili možemo njime pokazivati.

Drugim riječima, afordanse opisuju načine na koje možemo stupati u interakciju s objektima u okolini. Ovisno o našim ciljevima različite afordanse istoga objekta mogu iskočiti u prvi plan. Ako smo uganuli nogu, tad nam u prvi plan dolazi svojstvo štapa da se na njega možemo osloniti. S druge strane, ako želimo pogurati neki objekt kroz procijep, onda nam u prvi plan dolazi drugo svojstvo štapa, tj. njegova dužina, zbog čega nam može poslužiti za guranje. Treći je proces preplitanje afordansi pod kontrolom intrinzičnih ograničenja i ograničenja proizašlih iz sintakse. Preplitanje je proces kojim se afordanse kombiniraju u koherentne uzorke, tj. akcije koje se mogu izvesti da bi se ostvario cilj. Preplitanje afordansi za štap, jabuku i procijep omogućuje nam razumijevanje rečenice kao što je sljedeća: *Lidija je gurnula štapom jabuku kroz procijep*. Preplitanje poštuje intrinzična biološka i fizička ograničenja, tako da nam rečenica *Lidija je gurnula koncem jabuku kroz procijep* nema smisla jer se afordansa konca ne uklapa u radnju guranja. Sintaksa rečenice također ograničava preplitanje tako što pruža znakove koji omogućavaju strukturiranje generalne situacije ili događaja koji se opisuje u rečenici.

Indeksna je hipoteza također provjeravana u većemu broju istraživanja, od kojih ćemo prikazati dva reprezentativna. U istraživanju koje su proveli Glenberg i Kaschak (2002) od ispitanika se tražilo da odgovore na pitanje je li prikazana rečenica smisljena ili nije. Korištene su, primjerice, rečenice kao što su *Iva ti je dodala loptu* ili *Ti si dodala loptu Ivi*. Iako to nije bilo relevantno za sam zadatak koji su rješavali ispitanici, polovica smislenih rečenica opisivala je radnju koja se odvija prema ispitaniku, a druga je polovica opisivala radnju koja se odvija od ispitanika, kao što je prikazano u gornjim primjerima. U jednome su uvjetu ispitanici morali odgovoriti je li rečenica smisljena tako da povuku ručicu uređaja za mjerenje vremena reakcije prema sebi, a u drugome su uvjetu morali povlačiti ručicu uređaja od sebe kad je rečenica bila smisljena. Rezultati su pokazali da se pojavila interakcija između impliciranoga smjera kretanja u rečenici i stvarnoga kretanja rukom koje su ispitanici morali napraviti da bi odgovorili na zadatak. Drugim riječima, ispitanici su brže reagirali kad je smjer kretanja ruke (prema ili od vlastitoga tijela) odgovarao smjeru kretanja koji se implicira u rečenici. Taj je rezultat nazvan efektom kompatibilnosti između radnje i rečenice (engl. *action sentence compatibility effect*). Međutim, Papesch (2015) je provela osam eksperimenata u kojima nije uspjela replicirati opisani efekt. Detaljnijom analizom prethodnih rezultata pokazala je da su dokazi koji idu u prilog postojanju toga efekta općenito slabi. Također, u nedavnome pokušaju da se direktno replicira efekt kompatibilnosti radnje i rečenice sudjelovalo je 18 laboratorija i nijedan nije dobio statistički značajan efekt (Morey i sur., u tisku; Zwaan, 2021).

Efektii perceptivne simulacije mogu se pojaviti i u kompleksnijim situacijama koje uključuju integraciju percepcije i motorike, kao što je zauzimanje perspektive. Osnovna je hipoteza da doziv informacija o dijelovima nekoga objekta ovisi o

njihovoj prostornoj organizaciji i o funkcionalnoj perspektivi iz koje se objekt promatra. Na primjer, kad razmišljamo o automobilu, o perspektivi koju zauzimamo ovisi što ćemo konkretno dozvati iz pamćenja, tj. razmišljamo li o perspektivi da vozimo automobil ili o perspektivi da punimo automobil gorivom. Tu su pretpostavku ispitali Borghi i suradnici (2004) u istraživanju u kojemu su ispitanicima bile prezentirane rečenice poput sljedećih: *Jedeš u restoranu, Čekaš ispred restorana* ili *Krećeš se prema restoranu i ulaziš u njega*. Takve su rečenice manipulirale perspektivom iz koje se promatra određeni objekt (u ovome slučaju restoran) tako da ga se može promatrati iznutra, izvana ili iz kombinirane perspektive. Nakon rečenice ispitanicima je bila prezentirana testna riječ koja je označavala dio objekta o kojemu se govori u prethodnoj rečenici ili neka riječ nepovezana s objektom. Od riječi koje su označavale dijelove objekta neke su bile povezane s njegovom unutrašnjošću (*stol*), dok su druge bile više povezane s vanjštinom objekta (*znak*). Zadatak je ispitanika bio odgovoriti označava li prezentirana riječ dio objekta. Rezultati su pokazali značajnu interakciju između perspektive (unutra ili van) i položaja dijela objekta (unutra ili van). Kad zauzmemo perspektivu u kojoj objekt gledamo iznutra, tad je lakše riješiti zadatak za dio objekta koji se nalazi unutra. S druge strane, kad zauzmemo perspektivu u kojoj gledamo objekt izvana, lakše je riješiti zadatak za dio objekta koji se nalazi izvana. Na taj su način Borghi i suradnici (2004) pokazali da kombinirane perceptivne i motoričke reprezentacije (zauzimanje perspektive) imaju važnu ulogu kod doziva pojmovnoga znanja tijekom obrade rečenica.

Uvjeti u kojima se pojavljuju efekti utjelovljenja

Istraživanja opisana u prethodnim poglavljima upućuju na zaključak da se perceptivna simulacija obvezno aktivira svaki put kad čujemo ili pročitamo neku riječ ili rečenicu. Međutim, postoje i istraživanja koja ukazuju na ograničenja takve aktivacije. Solomon i Barsalou (2004) pokazali su da ispitanici ne koriste uvijek perceptivnu simulaciju prilikom rješavanja zadatka verifikacije svojstava. Kad postoje uvjeti za to, ispitanici koriste asocijativnu snagu između pojmova i riječi koje označavaju njihova svojstva. Drugim riječima, ispitanici imaju na raspolaganju barem dva različita izvora informacija, a o karakteristikama zadatka ovisi za koji će se u konkretnome slučaju odlučiti. Slično tomu, Louwerse i Jeuniaux (2010) pokazali su da se efekt percepcije simulacije pojavljuje u onim zadacima koji u većoj mjeri angažiraju perceptivnu obradu. S druge strane, u zadacima koji se više oslanjaju na lingvističku obradu izvedba ispitanika u većoj je mjeri određena statističkim varijablama kao što je frekvencija pojavljivanja riječi u svakodnevnome govoru.

Maglio i Trope (2012) pokazali su da se efekt utjelovljenja pojavljuje ovisno o tome kako ispitanici pristupaju rješavanju eksperimentalnoga zadatka, odnosno koji način mišljenja (apstraktni ili konkretni) koriste. Jedna je grupa ispitanika morala razmišljati o tome zašto rješava zadatak (apstraktni način), dok je druga grupa bila motivirana da razmišlja kako riješiti zadatak (konkretni način). Rezultati su pokazali

da se efekt utjelovljenja pojavio samo kod grupe kojoj je induciran konkretni način mišljenja, ali ne i kod grupe koja je koristila apstraktni način mišljenja. Nadalje, Ostarek i Huettig (2019) upozoravaju da su efekti utjelovljenja često nekonzistentni jer se ponekad pojavljuju kao facilitacija, odnosno ubrzanje odgovora, a ponekad kao interferencija, odnosno usporenje odgovora u situaciji kad se percepcija poklapa s pojmom. Stoga istraživači moraju posvetiti više pažnje širem kontekstu u koji je uključen eksperimentalni zadatak.

Neuroznanstvena istraživanja ukazuju na postojanje velikih interindividualnih razlika u aktivaciji senzornih i motoričkih područja tijekom pojmovne obrade (Hsu i sur., 2011; Rugg i Thompson-Schill, 2013). Također, preklapanje neuronske aktivacije između pojmovne i perceptivne obrade ovisi o težini zadatka. Kod laganih zadataka ne dolazi do preklapanja, nego se to događa samo kod težih zadataka (Simmons i sur., 2007). Sva ta istraživanja ukazuju na činjenicu da perceptivna simulacija i utjelovljenje nisu jedini i sveobuhvatni mehanizam reprezentacije znanja i razumijevanja, već koegzistiraju i isprepliću se s drugim oblicima reprezentacije kao što su amodalitetni simboli (Dove, 2016; Louwerse, 2018). Kad će se perceptivna simulacija aktivirati i u kojoj će mjeri utjecati na razumijevanje, ovisi o uključenosti jezične komunikacije u situaciju u kojoj se nalaze govornici. Na primjer, veća je vjerojatnost aktivacije perceptivne simulacije kad rečenice opisuju konkretne predmete koji su neposredno dani u govornikovoj okolini. S druge strane, manje je vjerojatna aktivacija perceptivne simulacije kad rečenice opisuju neku drugu okolinu koja nije neposredno vidljiva, kao što je to slučaj s pričama, novinskim izvještajima, povijesnim opisima ili šalama. Najmanja je vjerojatnost za perceptivnu simulaciju kad se čitaju znanstveni radovi, filozofske rasprave ili zakonski akti (Zwaan, 2014).

Utjelovljenje i apstraktni pojmovi

Važan problem za utjelovljenu spoznaju odnosi se na reprezentaciju apstraktnih pojmova, odnosno pojmova koji nemaju direktno opipljiv referentni objekt (Borghini, 2020; Borghini i sur., 2017; Dove, 2016; Kiefer i Harpaintner, 2020). Primjer su takvih pojmova *ljubav*, *prijateljstvo*, *pravo*, *jednakost* ili *uzročnost*. Dok mehanizam perceptivne simulacije može s lakoćom objasniti razumijevanje konkretnih pojmova, ostaje nejasno kako se taj mehanizam može generalizirati na apstraktne pojmove. Barsalou (1999) je predložio da reprezentacija apstraktnih pojmova nastaje putem perceptivne simulacije događaja. Pritom selektivna pažnja odabire ključne aspekte događaja koji sačinjavaju sadržaj apstraktnoga pojma. Pored toga, apstraktni pojmovi mogu biti utemeljeni u perceptivnoj simulaciji internalnih stanja kao što su emocije, motivacija i vjerovanja. U skladu s time Kousta i suradnici (2011) otkrili su da apstraktni pojmovi imaju jače asocijativne veze s riječima koje opisuju emocionalna stanja nego što ih imaju konkretni pojmovi. Također, pokazali su da se prije usvajaju apstraktni pojmovi koji imaju jače asocijativne veze s afektivnim stanjima. Barsalou i Wiemer-Hastings (2005) pokazali su da su introspektivne

informacije bitne za reprezentaciju apstraktnih pojmova, ali ostaje nejasno kako se reprezentiraju znanstveni, tehnički, matematički i drugi pojmovi koji nemaju direktne veze s internalnim stanjima.

Drugačije objašnjenje razumijevanja apstraktnih pojmova predložili su Lakoff i Johnson (1980) analizom metafora u svakodnevnoj komunikaciji. Prema njima metafora nije samo poetsko sredstvo karakteristično za književnost, nego temeljni kognitivni mehanizam putem kojega se ostvaruje preslikavanje između izvorne (konkretne) domene i ciljne (apstraktne) domene. Izvorna je domena utemeljena u konkretnome iskustvu interakcije s okolinom i sastoji se od maloga skupa pojmova koji označavaju prostorne odnose (*gore – dolje, naprijed – natrag, blizu – daleko*), fizičke ontološke pojave (*entitet, spremnik*) i osnovne doživljaje i radnje (*kretanje, hranjenje*). Ti pojmovi ne zahtijevaju daljnju elaboraciju unutar pojmovnoga sustava, već su razumljivi sami po sebi. Ciljnu domenu sačinjava struktura obilježja nekoga apstraktnog pojma za koju pronalazimo sličnosti s izvornom domenom. Preslikavanje se ostvaruje putem pojmovne metafore koja sustavno povezuje dvije domene. Boroditsky (2000) ističe da se u podlozi metaforičkog preslikavanja nalazi mehanizam razumijevanja analogija. U tome smislu cilj je pojmovne metafore pružiti relacijsku strukturu apstraktne domene putem analogije s konkretnom domenom. Na primjer, pojmovna metafora *Ideje su hrana* uspostavlja vezu između konkretnoga iskustva da hranjenjem utažujemo glad i apstraktne intelektualne domene u kojoj usvajanje nove ideje može zadovoljiti naš intelektualni apetit. Pritom je važno napomenuti da analogije nose relacijsku strukturu između domena, ali ne i površna obilježja izvorne domene, pa tako iz pojmovne metafore o idejama kao hrani nećemo izvući zaključak da ideje mogu dovesti do debljanja ili da su neke ideje posebno ukusne.

Borghini i suradnici (2017) smatraju da nema jedinstvenoga mehanizma za razumijevanje svih apstraktnih pojmova. Umjesto toga postoje različiti reprezentacijski formati koji su prikladni za različite vrste apstraktnih pojmova. S obzirom na kompleksnost i obimnost te teme, fokusirat ćemo se samo na jedan primjer, a to su brojevi. Razumijevanje brojeva može se utemeljiti u reprezentaciji prostora. Mnogobrojne su studije pokazale da brojeve mentalno povezujemo s prostorom tako da ih poredamo po numeričkoj veličini uzduž dimenzije *lijevo – desno*, pri čemu su mali brojevi smješteni lijevo, a veći brojevi desno. Na taj način nastaje mentalna numerička linija koja se automatski aktivira kad percipiramo brojeve i koja nam omogućuje dohvaćanje značenja broja, odnosno njegovu numeričku veličinu (kardinalitet) čak i onda kad je to irelevantno za zadatak (Dehaene, 2011; Fischer i Shaki, 2014; Šetić, 2016). Mentalna numerička linija dio je sustava za percepciju brojnosti objekata u okolini koja pruža analognu reprezentaciju numeričkih veličina (Dehaene, 2011). Međutim, novija istraživanja pokazuju da interakcija između brojeva i prostora može biti i posljedica obilježja eksperimentalnoga zadatka jer se u mnogim istraživanjima koristi zadatak koji eksplicitno traži aktiviranje prostorne reprezentacije (Shaki i Fischer, 2018). Nadalje, Lyons i suradnici (2012) pokazali su da postoji kašnjenje kod usporedbe između

brojeva i brojnosti objekata u odnosu na usporedbu između dviju brojki ili usporedbu između dviju brojnosti. Iz toga su zaključili da su mentalne reprezentacije brojki i brojnosti odvojene. U skladu s time Leibovich i Ansari (2016) napravili su detaljan pregled istraživanja iz kojih su zaključili da su brojke kao simboli „otuđene” od veličina koje predstavljaju i da je reprezentacija brojki neovisna o sustavu za percepciju brojnosti. Taj se zaključak može osporiti barem za male brojeve u rasponu od 1 do 4 jer se pokazalo da postoji interakcija između brojeva spomenutih u rečenici i brojnosti objekata u prostoru u implicitnome zadatku koji nije zahtijevao numeričku obradu (Šetić Beg i sur., 2021; Šetić i Domijan, 2017).

Stupnjevi ili kontinuum utjelovljenja

Rezultati opisani u prethodnim poglavljima upućuju na zaključak da postoje mnogobrojni empirijski nalazi koji idu u prilog utjelovljenju kao specifičnomu obliku reprezentacije znanja, ali postoje i istraživanja u kojima se ne pojavljuje očekivani efekt utjelovljenja. Isto tako, postoje važni teorijski argumenti za utjelovljenje (utemeljenje simbola), ali postoje i argumenti protiv (apstraktni pojmovi). Stoga Meteyard i suradnici (2012) predlažu da utjelovljenje ne treba promatrati kao jedinstveni eksplanatorni mehanizam, već je moguće razlikovati nekoliko pristupa koji se mogu posložiti uzduž jedne dimenzije koju su nazvali kontinuum utjelovljenja. Na tome je kontinuumu moguće razdvojiti barem četiri teorijske pozicije koje se razlikuju s obzirom na funkciju koju pridaju utjelovljenju u kognitivnome funkcioniranju:

1. Nema utjelovljenja – semantička se reprezentacija gradi iz statističkih pravilnosti zajedničkoga pojavljivanja riječi u različitim kontekstima (Burgess i Lund, 1997; Landauer i Dumais, 1997) ili iz strukturiranih reprezentacija *ako – onda* (Anderson, 1990; Newell, 1990; Pylyshyn, 1984);
2. Sekundarno utjelovljenje – utjelovljenje je posljedica slučajnih interakcija u mozgu i nema kauzalnu ulogu u semantici. Drugim riječima, empirijski nalazi opisani u drugome, trećemu i četvrtom poglavlju ne moraju nužno predstavljati potvrdu za utemeljenje, nego se mogu objasniti i interakcijama unutar samoga semantičkog modula, kao što su to pokazali Leshinskaya i Caramazza (2016), Mahon (2015), Mahon i Caramazza (2008), Ostarek i Bottini (2021) te Ostarek i suradnici (2019);
3. Slabo utjelovljenje – zagovara reprezentacijski pluralizam u kojemu paralelno postoje modalitetne i amodalitetne reprezentacije koje se međusobno nadopunjuju i fleksibilno aktiviraju ovisno o kontekstu (Louwrese, 2011, 2018; Zwaan, 2014, 2016). Primjer je toga pristupa teorija sustava perceptivnih simbola (Barsalou, 1999, 2003).
4. Jako utjelovljenje – neuronska aktivacija pri percepciji u potpunosti se preklapa s aktivacijom pri pojmovnoj obradi. Drugim riječima, pojmovi su u potpunosti uronjeni u perceptivno-motoričke sustave i ne postoji zaseban

apstraktni semantički modul (Gallese i Lakoff, 2005; Glenberg i Gallese, 2012). Tu teorijsku poziciju zastupaju indeksna hipoteza (Glenberg i Robertson, 1999; Kaschak i Glenberg, 2000) i model prožetoga iskustvenika (Zwaan, 2004, 2008).

Svaka od tih teorijskih pozicija razlikuje se s obzirom na semantički sadržaj, odnosno reprezentacijski format semantičkoga pamćenja, neuronsku arhitekturu koju predlaže i objašnjenje interakcija između pojmovnoga znanja i percepcije i motorike.

Meteyard i suradnici (2012) zaključuju da prva teorijska pozicija nema empirijsku podršku. Naime, bez uključivanja *ad hoc* pretpostavki klasični modeli reprezentacije znanja ne mogu objasniti utjecaj percepcije i motorike na semantičku obradu. Sekundarno utjelovljenje može objasniti osnovne demonstracijske efekte utjelovljenja, ali mu ne idu u prilog istraživanja koja upućuju na kauzalnu ulogu percepcije i motorike u semantičkoj obradi (Kiefer i Barsalou, 2013), kao ni istraživanja s TMS-om (Buccino i sur., 2005; Glenberg i sur., 2008). S druge strane, čini se da je slabo utjelovljenje najviše usklađeno s podacima jer senzorno-motoričkim sustavima priznaje barem djelomičnu kauzalnu ulogu u semantici, a istovremeno objašnjava zašto se pojavljuje anteriorni pomak u istraživanjima funkcionalnoga oslikavanja mozga (Chatterjee, 2010; Rugg i Thompson-Schill, 2013; Thompson-Schill, 2003) te zašto disfunkcija percepcije i motorike ne mora nužno dovesti do teškoga deficita u semantici (Negri i sur., 2007; Papeo i sur., 2010; Papeo i Rumiati, 2013). Upravo su to problemi za jako utjelovljenje koje pretpostavlja da semantička i perceptivna obrada nužno aktiviraju iste kortikalne centre. Međutim, treba imati na umu da simulacija aktivira sustave za percepciju u manjoj mjeri nego sama percepcija pa je moguće da je ta aktivacija preslaba da bi bila detektirana funkcionalnim oslikavanjem mozga (Martin, 2007). Nadalje, u dosadašnjim su istraživanjima kao podražaji uglavnom korištene pojedinačne riječi. Moguće je da bi korištenje većih semantičkih cjelina kao što su rečenice ili tekstovi proizvelo snažniju perceptivnu simulaciju koja bi bila detektirana prilikom oslikavanja mozga. I dalje, neke neuropsihologijske studije ipak sugeriraju postojanje problema sa semantikom nakon ozljede motoričkoga korteksa (Kemmerer i sur., 2012). Meteyard i suradnici (2012) zaključuju da zasad ne možemo sa sigurnošću odlučiti između druge, treće i četvrte teorijske pozicije te da su potrebna daljnja istraživanja da bi se definitivno odgovorilo na pitanje je li utjelovljenje usputna pojava koja samo prati semantičku obradu ili pak igra bitnu ulogu u razumijevanju pojmova te je li ta uloga samostalna ili uključuje integraciju s amodalitetnom reprezentacijom.

Zaključak

Na osnovi pregleda literature može se zaključiti da postoji interakcija između percepcije, motorike, emocija i kognitivnih struktura i procesa uključenih u reprezentaciju znanja. Iz toga proizlazi da je ljudski um utjelovljen u istim onim procesima koji mu omogućuju uspješnu interakciju s okolinom, a efekti utjelovljenja manifestiraju se u jezičnome razumijevanju, pojmovnoj obradi i socijalnoj percepciji (Barsalou, 2020). Međutim, i dalje ostaje otvoreno pitanje je li i u kojoj je mjeri utjelovljenje relevantno za reprezentaciju znanja (Dove, 2016; Leshinskaya i Caramazza, 2016; Ostarek i Huettig, 2019), odnosno doprinosi li suštinski razumijevanju pojmova ili je riječ o usputnoj pojavi koja nastaje zbog razloga koji su nebitni za samo razumijevanje, kao što je širenje aktivacije u distribuiranoj neuronskoj mreži (Mahon, 2015; Mahon i Caramazza, 2008; Ostarek i sur., 2019). U tome je smislu korisno teorijsko razgraničenje između sekundarnoga, slaboga i jakog utjelovljenja (Meteyard i sur., 2012). Zasad nije moguće dati definitivan zaključak koja od navedenih teorijskih pozicija bolje objašnjava dane podatke te su potrebna daljnja kognitivna i neuroznanstvena istraživanja da bi se potvrdila ili opovrgnula kauzalna veza između utjelovljenja i razumijevanja. Buduća istraživanja trebala bi također razjasniti granice utjelovljenja, odnosno utvrditi empirijska ograničenja kad se efekti percepcije i motorike pojavljuju, a kad izostaju i zašto (Zwaan, 2021). Također, potrebno je razviti računalne i neuroračunalne modele koji mogu podržati perceptivnu simulaciju i koji bi trebali razjasniti može li simulacija potpuno zamijeniti klasične modele reprezentacije znanja kao što su semantičke mreže (Pezzulo i sur., 2011, 2013; Roy, 2005; Roy i Reiter, 2005) ili će biti potrebno napraviti kompromisna rješenja koja će uključivati i utjelovljenje i klasičnu simboličku reprezentaciju da bi se došlo do cjelovite teorije o reprezentaciji znanja (Andrews i sur., 2009; Domijan i Šetić, 2016; Louwerse, 2011, 2018; Perniss i Vigliocco, 2014; Pulvermüller, 2013; Riordan i Jones, 2011).

Literatura

- Amer, T., Gozli, D. G. i Pratt, J. (2018). Biasing spatial attention with semantic information: An event coding approach. *Psychological Research*, 82(5), 840–858. <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0867-5>
- Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9780203771730>
- Andrews, M., Vigliocco, G. i Vinson, D. P. (2009). Integrating experiential and distributional data to learn semantic representations. *Psychological Review*, 116, 463–498. <https://doi.org/10.1037/a0016261>
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577–660. <https://doi.org/10.1017/s0140525x99002149>

- Barsalou, L. W. (2003). Situated simulation in the human conceptual system. *Language and Cognitive Processes*, 18, 513–562. <https://doi.org/10.1080/01690960344000026>
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Barsalou, L. W. (2017). Cognitively plausible theories of concept composition. U: Y. Winter i J. A. Hampton (Ur.), *Compositionality and concepts in linguistics and psychology* (str. 9–30). Springer Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45977-6_2
- Barsalou, L. W. (2020). Challenges and opportunities for grounding cognition. *Journal of Cognition*, 3, 31. <https://doi.org/10.5334/joc.116>
- Barsalou, L. W. i Wiemer-Hastings, K. (2005). Situating abstract concepts. U: D. Pecher i R. Zwaan (Ur.), *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thought* (str. 129–163). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511499968.007>
- Borghini, A. M. (2020). A future of words: Language and the challenge of abstract concepts. *Journal of Cognition*, 3, 42. <https://doi.org/10.5334/joc.134>
- Borghini, A. M., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Cimatti, F., Scorolli, C. i Tummolini, L. (2017). The challenge of abstract concepts. *Psychological Bulletin*, 143, 263–292. <https://doi.org/10.1037/bul0000089>
- Borghini, A. M., Glenberg, A. M. i Kaschak, M. P. (2004). Putting words in perspective. *Memory & Cognition*, 32, 863–873. <https://doi.org/10.3758/bf03196865>
- Boroditsky, L. (2000). Metaphoric structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, 75, 1–28. [https://doi.org/10.1016/s0010-0277\(99\)00073-6](https://doi.org/10.1016/s0010-0277(99)00073-6)
- Buccino, G., Raggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V. i Rizzolatti, G. (2005). Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: A combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24, 355–363. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.020>
- Burgess, C. i Lund, K. (1997). Modeling parsing constraints with high-dimensional contextspace. *Language and Cognitive Processes*, 12, 177–210. <https://doi.org/10.1080/016909697386844>
- Chatterjee, A. (2010). Disembodying cognition. *Language & Cognition*, 2, 79–116. <https://doi.org/10.1515/LANGCOG.2010.004>
- Dehaene, S. (2011). *The number sense* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Domijan, D. i Šetić, M. (2016). Resonant dynamics of grounded cognition: Explanation of behavioral and neuroimaging data using the ART neural network. *Frontiers in Psychology*, 7(139), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00139>
- Dove, G. (2016). Three symbol ungrounding problems: Abstract concepts and the future of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1109–1121. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0825-4>

- Estes, Z. i Barsalou, L. W. (2018). A comprehensive meta-analysis of spatial interference from linguistic cues: Beyond Petrova et al. (2018). *Psychological Science*, 29, 1558–1564. <https://doi.org/10.1177/0956797618794131>
- Estes, Z., Verges, M. i Barsalou, L. W. (2008). Head up, foot down: Object words orient attention to the objects' typical location. *Psychological Science*, 19, 93–97. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02051.x>
- Fischer, M. H. i Shaki, S. (2014). Spatial associations in numerical cognition: From single digits to arithmetic. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67, 1461–1483. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.927515>
- Gallese, V. i Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 455–479. <https://doi.org/10.1080/02643290442000310>
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.
- Glenberg, A. M. (2010). Embodiment as a unifying perspective for psychology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1, 586–596. <https://doi.org/10.1002/wcs.55>
- Glenberg, A. M. i Gallese, V. (2012). Action-based language: A theory of language acquisition, comprehension, and production. *Cortex*, 48, 905–922. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.04.010>
- Glenberg, A. M. i Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558–565. <https://doi.org/10.3758/bf03196313>
- Glenberg, A. M. i Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *Discourse Processes*, 28, 1–26. <https://doi.org/10.1080/01638539909545067>
- Glenberg, A. M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D. i Buccino, G. (2008). Processing abstract language modulates motor system activity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 905–919. <https://doi.org/10.1080/17470210701625550>
- Glenberg, A. M., Witt, J. K. i Metcalfe, J. (2013). From the revolution to embodiment: 25 years of cognitive psychology. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 573–585. <https://doi.org/10.1177/1745691613498098>
- Hsu, N. S., Kraemer, D. J. M., Oliver, R. T., Schlichting, M. L. i Thompson-Schill, S. L. (2011). Color, context, and cognitive style: Variations in color knowledge retrieval as a function of task and subject variables. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 2544–2557. <https://doi.org/10.1162/jocn.2011.21619>
- Kaschak, M. P. i Glenberg, A. M. (2000). Constructing meaning: The role of affordances and grammatical constructions in sentence comprehension. *Journal of Memory and Language*, 43, 508–529. <https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2705>
- Kaschak, M. P., Madden, C. J., Theriault, D. J., Yaxley, R. H., Aveyard, M., Blanchard, A. A. i Zwaan, R. A. (2005). Perception of motion affects language processing. *Cognition*, 94, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.06.005>

- Kemmerer, D., Rudrauf, D., Manzel, K. i Tranel, D. (2012). Behavioral patterns and lesion sites associated with impaired processing of lexical and conceptual knowledge of actions. *Cortex*, 48, 826–848. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.11.001>
- Kiefer, M. i Barsalou, L. W. (2013). Grounding the human conceptual system in perception, action, and internal states. U: W. Prinz, M. Beisert i A. Herwig (Ur.), *Action science: Foundations of an emerging discipline* (str. 381–407). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262018555.003.0015>
- Kiefer, M. i Harpaintner, M. (2020). Varieties of abstract concepts and their grounding in perception or action. *Open Psychology*, 2, 119–137. <https://doi.org/10.1515/psych-2020-0104>
- Kousta, S. T., Vigliocco, G., Vinson, D. P., Andrews, M. i Del Campo, E. (2011). The representation of abstract words: Why emotion matters. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140, 14–34. <https://doi.org/10.1037/a0021446>
- Lakens, D. (2011). High skies and oceans deep: Polarity benefits or mental simulation? *Frontiers in Psychology*, 2, 21. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00021>
- Lakoff, G. i Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- Landauer, T. i Dumais, S. (1997). A solutions to Plato's problem: The Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211–240. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.104.2.211>
- Leibovich, T. i Ansari, D. (2016). The symbol-grounding problem in numerical cognition: A review of theory, evidence and outstanding questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 70, 12–23. <https://doi.org/10.1037/cep0000070>
- Leshinskaya, A. i Caramazza, A. (2016). For a cognitive neuroscience of concepts: Moving beyond the grounding issue. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 991–1001. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0870-z>
- Louwerse, M. M. (2011). Symbol interdependency in symbolic and embodied cognition. *Topics in Cognitive Science*, 3, 273–302. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01106.x>
- Louwerse, M. M. (2018). Knowing the meaning of a word by the linguistic and perceptual company it keeps. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 573–589. <https://doi.org/10.1111/tops.12349>
- Louwerse, M. M. i Jeuniaux, P. (2010). The linguistic and embodied nature of conceptual processing. *Cognition*, 114(1), 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.002>
- Lyons, I. M., Ansari, D. i Beilock, S. L. (2012). Symbolic estrangement: Evidence against a strong association between numerical symbols and the quantities they represent. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141, 635–641. <https://doi.org/10.1037/a0027248>
- Maglio, S. J. i Trope, Y. (2012). Disembodiment: Abstract construal attenuates the influence of contextual bodily state in judgment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141, 211–216. <https://doi.org/10.1037/a0024520>
- Mahon, B. Z. (2015). What is embodied about cognition? *Language, Cognition and Neuroscience*, 30(4), 420–429. <https://doi.org/10.1080/23273798.2014.987791>

- Mahon, B. Z. i Caramazza, A. (2008). A critical look at the Embodied Cognition Hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of Physiology – Paris*, 102, 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2008.03.004>
- Markman, A. B. i Dietrich, E. (2000a). Extending the classical view of representation. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 470–475. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01559-x](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01559-x)
- Markman, A. B. i Dietrich, E. (2000b). In defense of representation. *Cognitive Psychology*, 40, 138–171. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0727>
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, 58, 25–45. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190143>
- Martin, A. (2009). Circuits in mind: The neural foundations for object concepts. U: M. Gazzaniga (Ur.), *The cognitive neurosciences* (4. izdanje) (str. 1031–1045). MIT Press.
- Martin, A. (2016). GRAPES – Grounding representations in action, perception, and emotion systems: How object properties and categories are represented in the human brain. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(4), 979–990. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0842-3>
- Meteyard, L., Cuadrado, S. R., Bahrami, B. i Vigliocco, G. (2012). Coming of age: A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, 48, 788–804. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.11.002>
- Morey, R. D., Kaschak, M. P., Diez-Álamo, A. M., Glenberg, A. M., Zwaan, R. A., Lakens, D., Ibáñez, A., García, A., Gianelli, C., Jones, J. L., Madden, J., Alifano, F., Bergen, B., Bloxson, N. G., Bub, D. N., Cai, Z. G., Chartier, C. R., Chatterjee, A., Conwell, E., Cook, S. W. ... Ziv-Crispel, N. (u tisku). A pre-registered, multi-lab non-replication of the action-sentence compatibility effect (ACE). *Psychonomic Bulletin & Review*.
- Negri, G. A. L., Rumiati, R. I., Zadini, A., Ukmar, M., Mahon, B. Z. i Caramazza, A. (2007). What is the role of motor simulation in action and object recognition? Evidence from apraxia. *Cognitive Neuropsychology*, 24, 795–816. <https://doi.org/10.1080/02643290701707412>
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Harvard University Press.
- Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S. i Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and Social Psychology Review*, 9, 184–211. https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0903_1
- Ostarek, M. i Bottini, R. (2021). Towards strong inference in research on embodiment – possibilities and limitations of causal paradigms. *Journal of Cognition*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.5334/joc.139>
- Ostarek, M. i Huettig, F. (2019). Six challenges for embodiment research. *Current Directions in Psychological Science*, 28, 593–599. <https://doi.org/10.1177/0963721419866441>
- Ostarek, M., Joosen, D., Ishag, A., De Nijs, M. i Huettig, F. (2019). Are visual processes causally involved in “perceptual simulation” effects in the sentence-picture verification task? *Cognition*, 182, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.08.017>

- Papeo, L., Negri, G. A. L., Zadini, A. i Rumiati, R. I. (2010). Action performance and action-word understanding: Evidence of double dissociations in left-damaged patients. *Cognitive Neuropsychology*, 27, 428–461. <https://doi.org/10.1080/02643294.2011.570326>
- Papeo, L. i Rumiati, R. I. (2013). Lexical and gestural symbols in left-brain damaged patients. *Cortex*, 49, 1668–1678. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.09.003>
- Papesh, M. H. (2015). Just out of reach: On the reliability of the action-sentence compatibility effect. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(6), 116–141. <https://doi.org/10.1037/xge0000125>
- Pecher, D., Dantzig, S. V., Boot, I., Zanolie, K. i Huber, D. (2010). Congruency between word position and meaning is caused by task-induced spatial attention. *Frontiers in Psychology*, 1, 30. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00030>
- Pecher, D., Zeelenberg, R. i Barsalou, L. W. (2003). Verifying properties from different modalities for concepts produces switching costs. *Psychological Science*, 14(2), 119–124. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01429>
- Perniss, P. i Vigliocco, G. (2014). The bridge of iconicity: From a world of experience to the experience of language. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B Biological Sciences*, 369, 20130300. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0300>
- Petrova, A., Navarrete, E., Suitner, C., Sulpizio, S., Reynolds, M., Job, R. i Peressotti, F. (2018). Spatial congruency effects exist, just not for words: Looking into Estes, Verges, and Barsalou (2008). *Psychological Science*, 29, 1195–1199. <https://doi.org/10.1177/0956797617728127>
- Pezzulo, G., Barsalou, L. W., Cangelosi, A., Fischer, M. A., McRae, K. i Spivey, M. (2011). The mechanics of embodiment: A dialogue on embodiment and computational modeling. *Frontiers in Cognition*, 2, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00005>
- Pezzulo, G., Barsalou, L. W., Cangelosi, A., Fischer, M. H., McRae, K. i Spivey, M. J. (2013). Computational Grounded Cognition: A new alliance between grounded cognition and computational modeling. *Frontiers in Psychology*, 3, 612. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00612>
- Proctor, R. W. i Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological Bulletin*, 132, 416–442. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.3.416>
- Pulvermüller, F. (2002). A brain perspective on language mechanisms: From discrete neuronal ensembles to serial order. *Progress in neurobiology*, 67, 85–111. [https://doi.org/10.1016/s0301-0082\(02\)00014-x](https://doi.org/10.1016/s0301-0082(02)00014-x)
- Pulvermüller, F. (2013). How neurons make meaning: Brain mechanisms for embodied and abstract-symbolic semantics. *Trends in Cognitive Sciences*, 17, 458–470. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.004>
- Pulvermüller, F. (2018). Neural reuse of action perception circuits for language, concepts and communication. *Progress in Neurobiology*, 160, 1–44. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2017.07.001>

- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*. MIT Press.
- Richardson, D. C., Spivey, M. J., Barsalou, L. W. i McRae, K. (2003). Spatial representations activated in real time comprehension of verbs. *Cognitive Science*, 27, 767–780. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2705_4
- Riordan, B. i Jones, M. N. (2011). Redundancy in perceptual and linguistic experience: Exploring semantic categories in feature-based and distributional models of semantic representation. *Topics in Cognitive Science*, 3, 303–345. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01111.x>
- Roy, D. (2005). Grounding words in perception and action: Computational insights. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.06.013>
- Roy, D. i Reiter, E. (2005). Connecting language to the world. *Artificial Intelligence*, 167, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2005.06.002>
- Rugg, M. D. i Thompson-Schill, S. L. (2013). Moving forward with fMRI data. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 84–87. <https://doi.org/10.1177/1745691612469030>
- Shaki, S. i Fischer, M. H. (2018). Deconstructing spatial-numerical associations. *Cognition*, 175, 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.02.022>
- Simmons, W. K., Ramjee, V., Beauchamp, M. S., McRae, K., Martin, A. i Barsalou, L. W. (2007). A common neural substrate for perceiving and knowing about color. *Neuropsychologia*, 45, 2802–2810. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.05.002>
- Solomon, K. O. i Barsalou, L. W. (2001). Representing properties locally. *Cognitive Psychology*, 43, 129–169. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0754>
- Solomon, K. O. i Barsalou, L. W. (2004). Perceptual simulation in property verification. *Memory & Cognition*, 32(2), 244–259. <https://doi.org/10.3758/bf03196856>
- Stanfield, R. A. i Zwaan, R. A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, 12, 153–156. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00326>
- Šetić, M. (2016). Kognitivne i neuronske osnove razumijevanja prirodnih brojeva. *Psihologijske teme*, 25, 459–478.
- Šetić Beg, M., Čičko, J. i Domijan, D. (2021). Symbol grounding of number words in the subitization range. *Psychological Research*, 85, 720–733. <https://doi.org/10.1007/s00426-019-01265-4>
- Šetić, M. i Domijan, D. (2007). The influence of vertical spatial orientation on property verification. *Language and Cognitive Processes*, 22, 297–312. <https://doi.org/10.1080/01690960600732430>
- Šetić, M. i Domijan, D. (2017). Numerical congruency effect in the sentence-picture verification task. *Experimental Psychology*, 64, 159–169. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000358>

- Thompson-Schill, S. L. (2003). Neuroimaging studies of semantic memory: Inferring “how” from “where”. *Neuropsychologia*, 41, 280–292. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00161-6](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00161-6)
- van Dantzig, S. i Pecher, D. (2011). Spatial attention is driven by mental simulations. *Frontiers in Psychology*, 2, 40. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00040>
- van Dantzig, S., Pecher, D., Zeelenberg, R. i Barsalou, L. W. (2008). Perceptual processing affects conceptual processing. *Cognitive Science*, 32, 579–590. <https://doi.org/10.1080/03640210802035365>
- Verges, M. i Duffy, S. (2009). Spatial representations elicit dual-coding effects in mental imagery. *Cognitive Science*, 33, 1157–1172. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01038.x>
- Vermeulen, N., Corneille, O. i Niedenthal, P. M. (2008). Sensory load incurs conceptual processing costs. *Cognition*, 109, 287–294. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.09.004>
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 625–636. <https://doi.org/10.3758/bf03196322>
- Wu, L. L. i Barsalou, L. W. (2009). Perceptual simulation in conceptual combination: Evidence from property generation. *Acta Psychologica*, 132, 173–189. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.02.002>
- Zwaan, R. A. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. U: B. H. Ross (Ur.), *The psychology of learning and motivation* (str. 35–62). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(03\)44002-4](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(03)44002-4)
- Zwaan, R. A. (2008). Experiential traces and mental simulations in language comprehension. U: M. DeVega, A. M. Glenberg i A. C. Graesser (Ur.), *Symbols, embodiment, and meaning* (str. 165–180). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199217274.003.0009>
- Zwaan, R. A. (2014). Embodiment and language comprehension: Reframing the discussion. *Trends in Cognitive Sciences*, 18, 229–234. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.02.008>
- Zwaan, R. A. (2016). Situation models, mental simulations, and abstract concepts in discourse comprehension. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1028–1034. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0864-x>
- Zwaan, R. A. (2021). Two challenges to “embodied cognition” research and how to overcome them. *Journal of Cognition*, 4(1), 14. <https://doi.org/10.5334/joc.151>
- Zwaan, R. A., Madden, C. J., Yaxley, R. H. i Aveyard, M. E. (2004). Moving words: Dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, 28, 611–619. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2804_5
- Zwaan, R. A. i Pecher, D. (2012). Revisiting mental simulation in language comprehension: Six replication attempts. *PLoS ONE*, 7(12), e51382. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051382>

Zwaan, R. A., Stanfield, R. A. i Yaxley, R. H. (2002). Do language comprehenders routinely represent the shapes of objects? *Psychological Science*, *13*, 168–171. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00430>

Zwaan, R. A. i Yaxley, R. H. (2003). Spatial iconicity affects semantic relatedness judgements. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*, 954–958. <https://doi.org/10.3758/bf03196557>

The Role of Embodiment in Conceptual Understanding

Abstract

One of the central questions in cognitive science is to understand how conceptual knowledge is represented in the human mind. The classical answer to this question is the assumption of a separate semantic module in which knowledge is stored through abstract symbolic representations. The semantic module is separate from other systems, such as modules for perception and action. In the last twenty years, an alternative approach, known as embodied or grounded cognition, has been developed and intensively studied, starting from the assumption that conceptual knowledge is in constant interaction with perception and action, and that conceptual knowledge is grounded in them through the mechanism of perceptual simulation. The aim of this paper is to review different theoretical perspectives on embodied cognition and to evaluate them. The theory of perceptual symbol systems, the model of the immersed experiencer and the indexical hypothesis are presented in detail, as well as empirical findings that support or refute these models. Then, critiques of embodied cognition related to the understanding of abstract concepts are presented, as well as responses to these critiques. The idea of degrees or continuum of embodiment is also considered. Finally, directions for future research are outlined, to try to shed light on the question of what exactly is the role of embodiment in the representation of knowledge.

Keywords: language, perceptual simulation, concepts, knowledge representation, grounded cognition, embodiment

Primljeno: 1. 6. 2021.

