

Oko duha: značilnosti in procesiranje mentalnih predstav

MOJCA VIZJAK-PAVŠIČ,
JANEK MUSEK,
VLADISLAV RAJKOVIČ

POVZETEK

Medtem ko so težave pri raziskovanju mentalnih predstav v veliki meri povzročile behavioristični odpor do preučevanja kakršnihkoli mentalnih aktivnosti nasploh, je prihod računalnikov prinesel nov slovar, ki je omogočil ustreznejšo konceptualizacijo duševnih dogodkov. Te nove miselne kategorije so omogočile veliko bolj natančno opredelitev teorij predstavljenosti, kot je bilo možno do takrat. Jasnejša opredelitev pojma je nato privedla do empiričnih raziskav, ki so razkrile pomembne lastnosti in način procesiranja mentalnih predstav. Z aplikativnega vidika so raziskave mentalnih predstav pomembne, saj se predstave lahko uporabijo za izboljšanje spomina, pri reševanju problemov in v ustvarjalnem mišljenju. Nadalje lahko predstave olajšajo in izboljšajo izvajanje nalog, ki zahtevajo natančno in hitro zaznavanje, izboljšajo vizualno-motorično koordinacijo, določanje prostorskih odnosov med predmeti, primerjavo rotiranih predmetov in ugotavljanje vzorcev, ki nastanejo iz drugačne kombinacije vsebovanih delov. Prihodnje raziskave se bodo zelo verjetno osredotočale na te in druge praktične vidike uporabe percepcijskih lastnosti mentalnih predstav.

ABSTRACT

THE MIND'S EYE: THE MEANING AND PROCESSING OF MENTAL IMAGERY

While difficulties in studying mental imagery were in large part responsible for the Behaviorists' swing away from studying mental activity of any sort, the advent of computers has brought a new vocabulary for conceptualizing mental events. This new set of thinking constructs has allowed theories of mental imagery to be specified much more precisely than was heretofore possible. These clearer characterisations of the construct have, in turn, led to empirical studies that have revealed important properties about mental imagery and the imagery-processing system. With regard to their practical implications, mental images can be used to improve memory, in problem solving, and to improve creativity. Mental images can be used also to improve perceptual performance, modify visual-motor coordination, verify spatial relations among objects, compare rotated objects, and discover patterns made up of novel combinations of features. Future studies in mental imagery research will most likely focus on these and other practical uses of the perceptual properties of images.

Pomen mentalnih predstav za izboljšanje spomina so poznali že antični misleci in govorniki. Tako obstaja dolga zgodovina uporabe mentalnih slik, katere temeljno sporočilo je: predstavljalnost izboljša učenje. S pomočjo predstav si je mogoče bolje zapomniti seznam bodisi predmetov (npr. nakupovalni spisek) bodisi abstraktnih konceptov (npr. poudarke v govoru) ter uspešneje reševati probleme in misliti bolj učinkovito. Ti problemi so lahko konkretni (kot je krmarjenje čolna) ali abstraktni (npr. razmišljanje o relativnem pomenu neke abstraktne količine). Številni pomembni znanstveniki in matematiki (npr. Einstein, Hadamard) so zanimali, da "razmišljajo v besedah", ko rešujejo probleme (Larkin, Simon, 1987).

Študij vizualnih predstav je bilo eno od prvih področij, ki jih je preučevala znanstvena psihologija. Prve raziskave je izvedel F. Galton in jih objavil v knjigi z naslovom *Inquiries into Human Faculty and its Development*, ki je izšla leta 1883. Vendar so imele mentalne predstave v okviru sodobnih psiholoških teorij spreminjajočo se vlogo, saj so se izkazale kot zelo težaven predmet znanstvenega raziskovanja. Ena od glavnih težav je bila njihova neoprijemljivost, saj mentalne predstave niso dejanske slike, niso narisane na nič otipljivega, niti jih ni možno opazovati z očmi. Zato je bilo težko natančno definirati, kaj sploh je mentalna predstava. Pravzaprav so v veliki meri prav težave pri raziskovanju mentalnih predstav povzročile behavioristični odpor do raziskovanja kakršnihkoli mentalnih aktivnosti.

Prihod računalnikov je prinesel tudi nov slovar, ki je omogočil ustrežnejšo konceptualizacijo duševnih dogodkov. Te nove miselne kategorije so omogočile veliko bolj natančno opredelitev teorij predstavljalnosti, kot je bilo možno do takrat. Jasnejša opredelitev pojma je nato privedla do empiričnih raziskav, ki so razkrile lastnosti in način procesiranja mentalnih predstav. Ta pojem se je prvotno nanašal na "gledanje z očesom duha", sodobna kognitivna psihologija pa ga opredeljuje kot stanje možganov, ki ga spremlja izkušnja gledanja v odsotnosti ustreznega senzornega dražljaja (Kosslyn, 1988, 1991; Finke, 1989). Predstavo se obravnava kot določeno vrsto mentalne kode (pogosto za razliko od verbalne kode), ki jo je mogoče uskladiščiti in na različne načine predelevati in uporabljati.

Uporabo mentalnih predstav v memoriranju in učenju so v zgodovini preučevali v treh valih raziskav. Prvi val se je začel z naključnim odkritjem antičnega Grka barda Simonidesa, ki je nepričakovano naletel na uporabo predstav pri memoriranju seznam ljudi. V skladu z zgodovinskim poročilom so Simonidesa poklicali z banketa neposredno preden se je zrušila streha in poškodovala nemočne goste, tako da jih ni bilo več mogoče prepoznati. Simonides je ugotovil, da se je lahko spomnil, kdo je bil navzoč tako, da si je ustvaril podobo mize v očesu duha, jo mentalno pregledoval in "videl", kdo je sedel na katerem stolu. Na osnovi tega spoznanja je razvil tehniko, ki so jo Grki imenovali *metoda lokacij*. S pomočjo te tehnike je mogoče na sistematičen način izboljšati pomnjenje z uporabo predstavljalnosti.

Metoda lokacij zahteva, da se oseba nauči zaporedje lokacij v poznanem prostoru (npr. prostori v stanovanju, kot jih človek vidi, če se sprehodi vzdolž določene poti). Potem ko si lokacije dobro zapomni, jih uporabi, da nanje fiksira novo informacijo (Baddeley, 1994). V ta namen, med učenjem novega gradiva, oseba vizualizira vsako postavko, ki si jo mora zapomniti, postavljeno na eno od zapomnjenih lokacij. Kasneje, ko želi seznam obnoviti, vizualizira lokacije in "mentalno hodi" od enega kraja do drugega, pri čemer "vidi", kaj je prisotno na vsaki od lokacij na mentalni sliki. Kot so pokazale raziskave, o katerih poroča Hirst (1988), je ta tehnika učinkovita in lahko izboljša pomnjenje vsaj dvakrat bolj kot številne druge metode.

V sodobni kognitivni psihologiji se je drugi val raziskav predstavljalnosti začel s preučevanjem metode lokacij in njej sorodnih tehnik za izboljšanje spomina ter z

ugotavljanjem spremenljivk, od katerih je odvisno, kako uporabna bo predstavljalivost v učenju (npr. kritična je stopnja organizacije postavk). Žarišče tega raziskovalnega dela je bilo ugotavljanje načina, kako različno gradivo in navodila vplivajo na kasnejše pomnjenje. Če na kratko povzamemo, glavna odkritja so bila, da je predstavljalivost učinkovita predvsem zato, ker služi integriranju informacije v enotno koherentno strukturo. Tako so najbolj učinkovite tiste predstave, ki služijo povezovanju dveh ali več objektov, ki so na nek način v interakciji. Poleg tega so ugotovili, da predstave izboljšajo pomnjenje, če se jih uporabi v povezavi z verbalnim kodiranjem, kar omogoča drugačen način pomnjenja podatka. Nadalje so raziskave pokazale, da si človek predstave lažje zapomni kot besede. In dalje: v kolikor se posamezne besede naučimo do iste stopnje kot posamezne predstave (kar zahteva več poskusov), se jih lahko priključimo enako dobro kot predstave.

Drugi val raziskav predstavljalivosti je dosegel vrhunec v zgodnjih sedemdesetih letih predvsem v delih A. Paivia, G. Bowerja in njunih študentov. Na osnovi teh raziskav je Paivio (1971) razvil teorijo dvojnega kodiranja, po kateri se predstave procesirajo na podlagi drugačnega sistema kodiranja kot jezik. Pomnjenje je najboljše, če se lahko uporabita obe vrsti kodov. Pomanjkljivost teh raziskav pa je, da preučujejo le, kako ljudje memorirajo sete informacij, kar ni isto kot obvladovati neko področje znanja. Če človek znanje resnično osvoji, za razliko od enostavnega pomnjenja dejstev, ga lahko učinkovito uporablja pri učenju drugih informacij ter v spremenjenih okoliščinah. Obvladovanje neke celote znanja človeku omogoča, da izvaja kompleksne naloge, ki temeljijo na tem znanju, kar je precej drugače od enostavne obnove seznama postavk.

Raziskave v okviru tretjega vala pa se osredotočajo na preučevanje uporabe mentalnih predstav v procesih razumevanja jezika in mišljenja (Kosslyn, 1988, 1990; Finke, 1989; Eysenck, Keane, 1990; Antonietti, 1991; Anderson, 1995a, 1995b). Predstave obravnavajo pogosto interdisciplinarno na področjih kognitivne psihologije, umetne inteligence in nevroznanosti kot vrsto internalnih reprezentacij, ki se uporabljajo v okviru sistema predelovanja informacij (Vizjak - Pavšič, 1994; Vizjak - Pavšič, Musek, Rajkovič, 1995).

Osrednji problem raziskovanja kognitivne znanosti je preučevanje narave internalnih reprezentacij in procesov, ki na njihovi osnovi potekajo. V tem okviru skušajo raziskovalci razčleniti duševnost v ločene podsisteme ter opredeliti njihove funkcije z vidika procesiranja informacij. Na področju raziskav predstavljalivosti pomeni pomemben napredek odkritje, da imaginativnost ni enoten, nediferenciran proces, temveč ima strukturo, ki se členi v več različnih podsistemov. S funkcionalnega vidika opredeljuje Kosslyn (1988) štiri podsisteme, ki usklajeno izvajajo štiri glavne naloge predstavljalivosti:

1. Večina predstav nastaja, *se konstruira* iz informacije, ki je uskladiščena v dolgoročnem spominu. Predstava sama je minljiva reprezentacija kratkoročnega spomina, ki jo spremlja izkušnja "gledanja z očesom duha". Vselej nimamo takih predstav, iz uskladiščene informacije se konstruirajo, ko je to potrebno.

2. Ko v "očesu duha" predstava nastane, mora biti za določeno časovno obdobje *ohranjena*, v kolikor jo želimo uporabiti.

3. V kolikor želimo iz predstavljenega objekta pridobiti novo informacijo, jo moramo *preiskovati*. Objekte imaginacije lahko pregledujemo na precej podoben način kot dejanske objekte, seveda pa ni možno "videti" tega, kar predhodno ni bilo uskladiščeno.

4. Predstave je pogosto potrebno *transformirati*, da bi videli, kaj se bo zgodilo, če bi odgovarjajoče transformacije izvajali na dejanskem objektu.

Predstave npr. lahko uporabimo za odločanje, kako čim bolj racionalno zložiti tovor v kabino helikopterja. V ta namen preuči pilot obliko in velikost posameznih

zabojev in si ustvari predstavo posameznih kosov na ustreznih mestih prtljažnika. Zaboje v predstavi lahko poljubno prestavlja, dokler ne najde ustrežnejše razporeditve. Tako predstave ustvarja, jih transformira, rezultate preiskuje in celoten prizor ohranja v spominu. Ta proces "mentalnega zlaganja" zabojev ponavlja toliko časa, dokler ne spozna, kako tovor kar najbolj učinkovito razporediti. Nadomeščanje mentalnih predstav s fizičnimi prihrani veliko časa in fizičnih naporov.

V tem primeru so se predstave prepletale z dejansko percepcijo informacije, ena je prekrivala drugo; predstave pa se lahko uporabljajo tudi v odsotnosti percepcije. Npr. eksperimentator lahko prosi poskusno osebo, naj vozi tovornjak skozi zelo gozdnat, nepravilen teren. Oseba se lahko vnaprej odloči, po kateri cesti bo šla tako, da razmišlja o terenu, ustvarja mentalne predstave tovornjaka, ki se premika, in "opazuje", kako bi lahko prišel nepoškodovan mimo med pečinami in drevesi. V ta namen oseba ustvarja predstavo tovornjaka in zemljišča ter jo ustrezno transformira, da bi videla, kaj bi se zgodilo, če bi šla po drugi cesti.

Podrobnejša obravnava posameznih funkcij predstavljalivosti pokaže, da so pri različnih nalogah nekatere od omenjenih funkcij bolj pomembne kot druge. Npr. v nalogi zlaganja tovara v prtljažnik, bo sposobnost ohranjanja predstav bolj pomembna, če mora oseba zložiti deset košar, kot če mora zložiti samo dve košari. V nalogi, ko si mora oseba predstavljati progo, po kateri se premika objekt, in predvidevati, na katerem mestu bo srečal drugi objekt, pa je sposobnost transformacije in pregledovanja predstav bistvenega pomena. Tako se aplikativno raziskovalno delo (trening za določene poklice in računalniške simulacije gledanja) osredotoča na preučevanje predstav z dveh vidikov: (1) analiza nalog in opredelitev, kateri podsistemi se zahtevajo za njihovo izvajanje, ter (2) diagnoza, kako učinkovito so ti podsistemi pri posameznem človeku. Na tej podlagi poskušajo trenirati osebo za opravljanje določenega dela, pri čemer selektivno spodbujajo uporabo posameznih podsistemov, zlasti delovanje tistih, kjer kaže oseba pomanjkljivosti.

PREISKOVANJE PREDSTAV

Predstave so vzorci aktivnosti, podobni tistim, ki jih vzbudi percepcija (Kosslyn, 1988, 1991; Finke, 1989; Eysenck, 1994). Kot take jih lahko interpretiramo, kot da opisujejo nek predmet, del ali lastnost predmeta. Ker je interpretacija predstav bistvo vloge imaginativnosti v procesu kognicije (če vzorcev imaginacije ne moremo pregledovati, so neuporabni), so ji namenili največ pozornosti v raziskovalnem delu in literaturi. Proces interpretacije predstav se večinoma obravnava s treh vidikov: (1) *pozorno opazovanje* predstav, kar vključuje usmerjanje pozornosti na različne dele predstave, (2) *učinki zrnatosti*, ki domnevno odražajo omejitve kortikalnih predelov, ki se uporabljajo za reprezentacijo predstav, in (3) *maksimalna velikost* (vidni kot) predstave, ki prav tako odraža vlogo oz. omejitve ustreznih kortikalnih predelov.

1. *Opazovanje predstav.* Če človeka prosimo, naj se po spominu odloči, kakšno obliko ima sprednji del nekega letala, si ljudje večinoma skušajo vizualno zamisliti to letalo in usmeriti pozornost na mentalno "opazovanje" njegovega sprednjega dela. Kot je pokazalo eksperimentalno delo Kosslyna in sodelavcev, je čas, v katerem pride oseba do odgovora, krajši, če se mentalno osredotoči na sprednji del, ko se zastavi vprašanje. Več časa pa bo zahtevalo iskanje odgovora, če se oseba v času vprašanja osredotoči na trup, in še več, če je pozorna na zadnji del. Čas, ki ga oseba potrebuje, da se odloči o značilnosti na neki točki predmeta, torej narašča z razdaljo, med začetno točko, od katere se je potrebno mentalno preusmeriti do ustrezne točke. To naraščanje je praviloma linerano, korelacije med časom in razdaljo pa so visoke (celo 0.97; Kosslyn, 1988). To

naraščanje časa z razdaljo se pojavlja tudi pri opazovanju prizorov v treh dimenzijah.

Čeprav predstave niso realne slike, posnemajo prostorske značilnosti resničnih slik. Zdi se, kot da se širijo v neke vrste "funkcionalnem prostoru" možganov. Kot poudarja Kosslyn (1988, 1991), je za razumevanje predstav uporabna računalniška metafora duha: Čeprav razporeditev v računalniku ni fizično prostorska, lahko funkcionira kot prostor; nekatere točke so sosednje druga drugi, nekatere so diagonalne glede na druge itd. Tako pojmovanje je v določenih znanstvenih krogih naletelo na oster odpor, še zlasti v določenih skupinah na področju umetne inteligence, kjer trdno vztrajajo na stališču, da so vse internalne reprezentacije propozicijske ter da ne obstaja noben operacijski način, po katerem bi se internalna propozicijska reprezentacija lahko razlikovala od diagramske (Pylyshin, 1981, 1984; po Conway, Wilson, 1988).

2. *Učinki zrnatosti.* V nadaljnjih raziskavah so Kosslyn in sodelavci preučevali spreminjanje velikosti objektov v predstavah. Poskusne osebe, ki so začele s predstavo majhnega letala, so za presojo oblike sprednjega dela potrebovale več časa, kot tiste osebe, ki so začele s predstavo letala v normalni velikosti. Ljudje so poročali, da morajo predstavo povečati, da bi lahko "videli" posamezne dele predmetov. Tudi ti eksperimenti nakazujejo, da možganske celice "funkcionirajo prostorsko". Kosslyn (1988) predpostavlja, da se celice medsebojno povezujejo tako, da "formirajo zaslon" (človek predstave "vidi" oz. jih zaznava na nekakšnem "mentalnem zaslonu"). Kot kažejo nevropsihološke raziskave, se deli vizualnega korteksa, ki se uporabljajo v procesih imaginacije, uporabljajo tudi v vizualni percepciji. Razločljivost oči je omejena in kot kažejo raziskave, je na enak način omejena tudi razločljivost mentalnih predstav. Celotno v primerih, ko izhaja predstava iz predhodno uskladiščene informacije (mentalna predstava) in ne iz vhodne senzorne informacije (percepcija), so omejitve v razločljivosti še vedno očitne. Zdi se, kot da je na razpolago samo omejeno število točk, na katerih se lahko prikaže objekt na zaslonu; ter da so vse predstave odvisne od "zrnatosti" zaslona, ne glede na to, kakšen je njihov izvor.

Obstajajo velike individualne razlike med ljudmi v ostrini predstav; vendar stopnja ostrine v predstavi ni povezana z ostrino dejanskega očesnega gledanja. V enem od eksperimentov, o katerih poroča Kosslyn (1988), so si poskusne osebe zamislile nekega športnega sodnika v progasti srajci v oddaljenosti dveh metrov in se nato v predstavi počasi oddaljevale od njega. Poskusnim osebam so postavili vprašanje, ali obstaja točka, kjer črt na srajci ni več mogoče razlikovati in se izgubijo v neko neopredeljeno sivo. To nalogo so ljudje večinoma težko izvajali, ker je zaradi omejenih zmogljivosti predstavljenosti težko "videti" več črt hkrati. Poskusi, v katerih so osebam pokazali proge vnaprej, so pokazali, da debelejša ko so proge in bolj ko so narazen, na večji oddaljenosti od sodnika jih ljudje v predstavi še "vidijo". Ljudje z ostrimi predstavami so bolj točno ocenjevali oddaljenost, na kateri posamezne črte niso več razločljive, vendar je pri večini ljudi točnost ocen na podlagi predstav precej slabša od ocen na podlagi dejanske percepcije.

3. *Maksimalna velikost.* V eni od študij maksimalne velikosti predstave objekta je Kosslyn (1988) poskusnim osebam dal navodilo, naj v predstavi gledajo velik tovornjak v oddaljenosti 30 cm od sebe. Poskusne osebe so poročale, da ne morejo "videti" vsega tovornjaka naenkrat. Tovornjak je "preplaval" razpoložljivi mentalni "prostor". To opazovanje so eksperimentalno verificirali na številne načine. V drugem eksperimentu so npr. poskusnim osebam dali nalogo, naj v predstavi hodijo proti objektu, dokler ga v celoti mentalno "vidijo", in jih nato prosili, naj to razdaljo ocenijo. Večji ko je objekt, na večji razdalji se pojavi točka, kjer objekt "preplavi" mentalni "zaslon". Osebe so dajale podobne ocene v eksperimentalnih pogojih, ko so bili objekti dejansko prisotni. Kot nakazujejo rezultati teh eksperimentov, je velikost mentalnega "zaslona" približno ena-

ka v procesu percepcije in v procesu imaginacije. Na tej podlagi je mogoče sklepati, da se predstave pojavljajo v tistih možganskih strukturah, ki se uporabljajo tudi v percepciji; omejitev velikosti mentalnega "zaslona" pa je posledica zmogljivosti teh struktur.

KONSTRUKCIJA PREDSTAV

Ena od najbolj očitnih značilnosti mentalnih predstav je, da niso vedno prisotne. Predstave pridejo in potem izginejo iz zavesti. Nadalje, ko se predstave prikličejo iz spomina, se preprosto ne vzpostavijo (kot npr. prižigamo diapozitive), temveč se predstave aktivno konstruirajo. Ne le da lahko kombiniramo že videne predmete na nove načine, temveč si lahko predstavljamo predmete z novimi deli, ali jih v predstavi sestavljamo skupaj v nove objekte. Čas konstrukcije predstave narašča z vsakim dodatnim delom, ki ga človek vključi v predstavo; vendar introspektivno to ni razvidno. Po Kosslynovih (1988) izsledkih se predstava črke *C* formira hitreje kot predstava *P*, ki pa nastane hitreje kot predstava *G*.

Pomembno odkritje v zvezi s konstrukcijo predstav je, da ima način organizacije vzorca pomembne učinke na čas nastajanja predstave: čim več delov oseba vstavi v vzorec, več časa kasneje potrebuje, da si ustvari predstavo tega vzorca. Npr. če oseba vidi Davidovo zvezdo kot dva prekrivajoča se trikotnika, lahko kasneje predstavo le-te hitreje obnovi, kakor če vidi zvezdo kot šesterokotnik s šestimi majhnimi trikotniki vzdolž okvirja (slika 1). Ta ugotovitev je pomembna, ker količino gradiva, ki ga predstava lahko vsebuje, močno determinira število delov, ki se lahko obdržijo v kratkoročnem spominu. Torej ima način organizacije vzorca pomembne posledice na to, kako zlahka se kasneje uporabijo predstave tega vzorca v mišljenju.



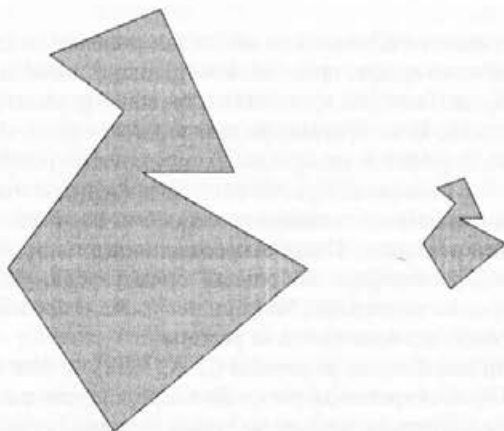
Slika 1: Davidova zvezda (po Kosslyn, 1990)

TRANSFORMACIJA PREDSTAV

Ko se predstava vzpostavi, jo lahko človek na različne načine uporablja. Npr. veliko tiskano črko *N* lahko mentalno rotira za 90 stopinj v smeri urinega kazalca in "gleda", ali je zdaj to morda kakšna druga črka (*Z*). Bolj ko oseba vzorec rotira, več časa za to potrebuje. O odnosu med količino rotacije in časom trajanja le-te sta prva poročala Shepard in Metzler (1971; po Cooper, Shepard, 1973) ter tudi ugotovila, da je bil čas rotacije lika enak pri rotiranju na ploskvi kot v globino. Ta ugotovitev nakazuje, da ljudje v predstavah predmete rotirajo vzdolž določene poti, pri čemer gredo skozi vmesne točke. Rezultat je pomemben, ker osvetli dejstvo, da se mentalne predstave podrejajo zakonom fizike na podoben način kot predmeti v realnem svetu.

V okviru raziskav transformacije predstav so podrobno preučevali tudi predstave objektov v različnih velikostnih skalah. Poskusnim osebam so dali navodilo, bodisi naj

ocenijo stimulus tako, da prilagodijo predstavo določeni velikosti, bodisi tako, da primerjajo dva stimulusa različnih velikosti (Bundesen, Larsen, 1975; po Kosslyn, 1990). Izsledki teh raziskav so podobni rezultatom študij mentalne rotacije: čim večja je transformacija, več časa zahteva (slika 2).



Slika 2: *Primeri stimulusov, ki sta jih uporabila Bundesen in Larsen. Čas, potreben za odločitev, ali sta lika enaka, narašča z razliko med velikostnima skalama obeh likov.* (po Kosslyn, 1990).

OHRANITEV PREDSTAV

Zmogljivost predstavljalnosti je omejena. V enem od eksperimentov je Kosslyn (1988) dal poskusnim osebam navodilo, naj si zamislijo kocko, ki plava v prostoru, nato naj dodajo nekoliko stran od prve še eno kocko, nato še eno kocko in še eno itd. Na določeni točki (približno po šestih plavajočih kockah) niso več uspeli ohraniti celotnega prizora v duševnosti naenkrat. Obdržati več predmetov v predstavi zahteva mentalni napor; to velja tako za število postavk, ki naj bi se ohranile v duhu, kakor tudi, kako dolgo bo predstava ohranjena. Vizualne mentalne slike so v okviru teh raziskav pogosto primerjali s percepcijo objektov, ki jih oseba vidi le za trenutek in ki se nato lahko ohranijo v spominu zgolj v degradirani obliki in le za kratko časovno obdobje. Obstajajo velike individualne razlike med ljudmi v sposobnosti, kako dobro lahko obdržijo objekte v predstavah. Nekateri ljudje npr. lahko ohranijo istočasno samo približno dva segmenta črt v predstavi.

Kot ugotavlja Kosslyn (1988, 1991), se predstave pojavljajo v vizualnih predelih korteksa, ki se uporabljajo tudi v percepciji, zaradi česar imajo predstave podobne lastnosti kot percepcija. Torej je nezmožnost ohraniti informacijo v predstavi dalj časa prav tako posledica tega skupnega mehanizma. V procesu percepcije si ne želimo, da bi se slika ohranjala; percepcijski vmesnik želimo očistiti vselej, ko se oko premakne. Pravzaprav, če predstave hitro ne obledijo, jih prekrijejo druge. Žival, ki bi se ji to dogajalo, ne bi živela dovolj dolgo, da bi imela veliko potomcev. Reprezentacije v vizualnem vmesniku torej zbledijo in potreben je napor, da se jih ohrani. Po Kosslynovi teoriji (1988) se za ohranjanje predstav za kratka časovna obdobja lahko uporablja kortikalni

podsystem za aktivacijo vzorcev. Ko ta operacija poteka na eni percepcijski enoti, se druge reaktivira, nekateri deli pa izginjajo. Kot ugotavlja Kosslyn, hitrost procesa izginjanja, hitrost procesa reaktivacije in hitrost preusmerjanja pozornosti od enega dela do drugega, določajo količino informacije, ki jo lahko obdržimo v predstavi.

SISTEM PROCESIRANJA PREDSTAV

Že od začetkov znanstvenih raziskav mentalnih predstav so le-te primerjali s percepcijo. Vizualno predstavo so npr. opisovali kot "gledanje" objekta v odsotnosti ustreznega vizualnega dražljaja. Temeljna ugotovitev o mentalni predstavljenosti je, da temelji na določenih mehanizmi, ki se uporabljajo tudi v percepciji oz. da sta predstavljenost in percepcija podobna dogodka v možganih. To pojmovanje potrjujejo številne psihološke in nevropsihološke raziskave. Npr., če ustvarimo mentalno vizualno predstavo, bo le-ta bolj interferirala s simultano vizualno percepcijo kot s slušno percepcijo in obratno, če ustvarimo slušno predstavo. Drugi eksperimentalni pristop pa je skušal pokazati, da lahko predstava nekega dražljaja "nadomesti" opazovanega, kar povzroči učinek, ki se ne razlikuje od dejanske percepcije. Nadalje, poškodba določenih kortikalnih predelov lahko prizadene oboje, predstavljenost in percepcijo.

O klasični študiji interference je poročal C. W. Perky že leta 1910, S. Segal in V. Fusella pa sta leta 1970 ta eksperiment ponovila z izpopolnjeno metodologijo (Kosslyn, 1988). Poskusne osebe sta prosila, naj tvorijo bodisi vizualno bodisi avditivno predstavo (kot je pogled na cvetlico ali zvok telefonskega zvonca). Istočasno sta jim za trenutek pokazala zelo slabotno piko, ali pa so v slušalkah slišali zelo slaboten zvok. Rezultati eksperimenta so bili natančno taki, kot sta pričakovala: vizualne predstave so selektivno interferirale z vizualno percepcijo, avditivne pa s tem, kar so slišali.

Ugotovitve Segala in Fusella so pokazale, da so predstave na določen način podobne reprezentacijam, ki se oblikujejo med percepcijo iste vrste; po njuni predpostavki, ker se za oboje uporabljajo isti predeli možganov. Raziskave, narejene na ljudeh z možganskimi poškodbami, ki sta jih izvajala E. Bisiach in C. Luzzatti (1978; po Kosslyn, 1985), to predpostavko potrjujejo. Posledica določenih možganskih poškodb je lahko "vizualno omalovaževanje" ene strani vidnega polja: če se poškodujejo celice na določenem področju desne hemisfere, se pri bolnikih včasih pojavi "vizualno omalovaževanje" leve strani in obratno. Ti bolniki si npr. včasih pozabijo obriti levo polovico obraza ali berejo samo besede na desni strani. Neka bolnica je mislila, da bo zblaznela, ker je neprestano slišala glasove na svoji levi, vendar jih tam ni videla.

Bisiach in Luzzatti sta ugotovila, da v kolikor možganska poškodba povzroči ta sindrom na področju videnja, ga povzroči tudi v mentalnih predstavah. V eni od raziskav sta prosila bolnika, naj si predstavlja, da stoji na enem koncu trga, ki ga je zelo dobro poznal pred poškodbo. Ko so mu rekli, naj opiše vse, kar "vidi" v predstavi, je omenil samo strani na desni. Potem so ga prosili, naj si predstavlja, da stoji na nasprotni strani trga ter gleda proti točki, kjer je bil prej. Sedaj je omenil samo stvari na desni, natančno tiste objekte, ki jih je prej izpustil, ker so bili na levi iz druge perspektive. Možganska poškodba je torej učinkovala na poseben način na mehanizme, ki so osnova tako gledanja kot predstavljenosti.

Naslednja raziskava pa je primer drugega pomembnega pristopa k preučevanju odnosa med predstavami in percepcijo, ki je pokazal analogne učinke, če se uporabijo predstave namesto senzornih dražljajev. R. Natadze (1960; po Kosslyn, 1985) je npr. ugotovil mentalno analogijo iluzije "kontrasta teže". Da bi dosegli iluzijo "kontrasta teže", mora poskusna oseba najprej dvigniti zelo težek predmet z eno roko in zelo lahkega z drugo. Potem dvigne dva enako težka predmeta. Nato eksperimentator poskusno

osebo vpraša, kateri predmet se ji zdi težji. Če je leva roka prvotno držala težji predmet, potem se ji zdi predmet, ki ga sedaj drži v tej roki, lažji kot predmet, ki ga drži v desni roki. V Natadzejevem eksperimentu pa so poskusne osebe dobile navodilo, naj si predstavljajo, da držijo dve različno težki krogli. Potem so jim dali dve enako težki krogli in jih vprašali, katero so dvignili težje. Iz odgovorov poskusnih oseb je bila jasno razvidna običajna iluzija, čeprav so v tem eksperimentu uporabili predstave namesto dejanskih predmetov.

Ugotovitev, da predstavljalnost v veliki meri temelji na percepcijskih mehanizmi, je z raziskovalnega vidika zelo pomembna, saj so procesi percepcije znanstvenemu preučevanju bolj dostopni kot procesi predstavljalnosti (deloma zato, ker je v procesu percepcije stimulus in reakcije nanj možno opazovati). Predstavljalnost lahko v veliki meri pojasni zlasti natančnejše poznavanje delovanja možganskih struktur, ki predelujejo vizualne informacije, kar je predmet nevropsiholoških raziskav.

Vizualno procesiranje se začne z organiziranimi percepcijskimi enotami, ki jih nižjenivojski mehanizmi, odgovorni za ločevanje figure od ozadja ipd., posredujejo naprej v inferiorne temporalne predele korteksa in v perietalne kortikalne predele. Nevrološke raziskave dokazujejo, da obstajajo štirje paralelni sistemi, ki analizirajo različne attribute gledanja: za gibanje, za barvo in dva sistema za obliko (Farah, 1984, 1989; Zeki, 1992). Po *ventralni poti*, ki gre iz okcipitalnega predela navzdol po inferiornem temporalnem predelu, potujejo informacije o obliki in barvi. Eksperimenti na živalih so npr. pokazali, da lahko poškodbe tega predela možganov poslabšajo percepcijo vzorcev, pri čemer ostane percepcija lokacije predmeta nedotaknjena. In dalje, celice v tem predelu so respozivne na oblike, ne registrirajo pa informacije o poziciji.

Informacije o lokaciji oz. o gibanju pa potujejo po *dorsalni poti*, ki poteka od okcipitalnega predela k parietalnemu. Eksperimenti z živalmi so pokazali, da poškodbe parietalnega predela prizadenejo percepcijo lokacije, percepcijo oblik pa pustijo nedotaknjeno. Celice v tem predelu se ne odzivajo na oblike, pač pa so občutljive za informacije o lokaciji. Podobne disfunkcije so pokazale klinične analize ljudi, ki jih je prizadela možganska poškodba enega od sistemov, pri čemer prizadene poškodba na enak način tako percepcijo kot tudi predstavljalnost.

Ločevanje oblike in lokacije informacije je pomembno v zvezi s podrobnejšo analizo problemov, ki jih mora reševati vizualni sistem, da bi prepoznal objekt. Rekognicija zahteva, da je dražljaj predstavljen tako, da se lahko aktivirajo ustrezne uskladiščene reprezentacije. Ta naloga zahteva ugotovitev značilnih lastnosti objekta in ignoriranje nepomembnih variacij stimulusa. Z drugimi besedami, številni objekti variirajo od primera do primera, še zlasti fleksibilni; človeška roka ali telo lahko npr. zavzameta od trenutka do trenutka številne različne konfiguracije. Zato je potrebno izbrati samo pomembne vidike obrisa in ignorirati ostalo.

Način reprezentacije oblike, ki je najbolj uporaben za rekognicijo, je odvisen deloma od značilnosti objekta. Medtem ko so nekateri objekti podvrženi skoraj neskončnemu številu transformacij in morda celo niso videti kot isti predmet v nekaterih primerih, pa drugi objekti (npr. človeški obraz) le malo variirajo. Za fleksibilne predmete je najbolj uporabna reprezentacija, ki je stabilna za večji del transformacij. Dve vrsti atributov ostajata konstantni pod vplivom takih transformacij: (1) značilni deli ostajajo isti; nekateri deli so sicer lahko skriti, kar je odvisno od konfiguracije, vendar noben del ni objektu dodan ali odvzet, in (2) na določeni ravni abstrakcije ostajajo relacije med deli konstantne v vseh transformacijah; npr. relacija povezanosti rok z rameni ostane nespremenjena v vseh različnih pozicijah, ki jih lahko zavzame roka. Splošne kategorije odnosov, kot so "zgoraj-spodaj", "s strani", "naslednji od", "sosednji" ali "na koncu", se lahko uporabljajo za opis relacij, ki ostajajo konstantne pod vpli-

vom različnih vrst transformacij.

Na tej osnovi opredeljuje Kosslyn (1988, 1991) teorijo predstavljalivosti, v okviru katere ugotavlja naslednje podsisteme višjih ravni vizualnega procesiranja:

1. *Podsistemi ventralnega sistema.* Podsystem za *predprocesiranje* vizualnih informacij se uporablja za ekstrakcijo relativno nespremenljivih lastnosti dražljajev. Predmete vidimo namreč na različnih razdaljah in iz različnih zornih kotov; zato se mora že pred procesiranjem uporabiti sistem, ki izloči značilnosti, neodvisne od velikosti in zornega kota.

Po predprocesiranju dražljaja poskuša sistem kategorizirati njegovo obliko. Podsystem za *aktivacijo vzorcev* uskladišči vizualne vzorce, ki jih lahko aktivira dražljaj iz predprocesorja. Proces kategorizacije oblike se začne z uvrščanjem dražljaja v določeno vizualno kategorijo. Podsystem za aktivacijo vzorca oblike ne pripiše imena, temveč dražljaj samo poveže z uskladiščenim vzorcem. Isti uskladiščen vzorec lahko aktivira več dražljajev, kajti posamezne oblike se grupirajo v razrede, kar omogoča generalizacijo novih primerov, ki jih človek v preteklosti še ni videl. Ta operacija je predpogoj sposobnosti uporabljanja imen kategorij (kot je "stol"), ki se nanašajo na razrede objektov. Procesu kategorizacije sledi vstop v asociativni spomin, ki določi dražljaju ustrezno ime.

Podsystem za aktivacijo vzorcev igra ključno vlogo tudi v procesu vizualnega mentalnega predstavljanja. Predstavljalivost namreč zahteva, da se aktivirajo uskladiščeni vzorci in ustvarijo neko predstavo. Ta vrsta informacije je uskladiščena v podsistemu za aktivacijo vzorcev. V kolikor se informacija o vzorcu aktivira na podlagi procesa "z vrha navzdol", se lahko vzpostavi kot predstava v delovnem spominu, kjer jo je mogoče predelovati in preiskovati, podobno kot nek dejanski predmet.

Nadalje se v okviru ventralnega sistema aktivira podsystem za *ugotavljanje značilnosti*, ki opredeli barvo dražljaja, njegovo strukturo ipd.

2. *Podsistemi dorzalnega sistema.* Medtem ko predeluje ventralni sistem informacije o obliki in barvi dražljaja, dorzalni sistem procesira informacije o njegovi lokaciji v prostoru. Kot predpostavlja Kosslyn (1988), sestavljajo ta sistem vsaj trije glavni podsistemi. Podsystem za *prostorsko razmeščanje predmetov* opredeli lokacijo z vidika prostora in ne z vidika informacije na retini. Nižjenivojsko vizualno procesiranje oz. vsebine vizualnega vmesnika namreč opredeljuje lokacija na retini in te koordinate je potrebno kasneje transformirati v reprezentacijo, ki je za organizem bolj uporabna. Poznavanje lokacije v prostoru je nujno za doseganje in povezovanje ločenih objektov v enoten referenčni okvir. Za ustrezno namestitev objekta ali dela objekta v prostor pa je potrebno upoštevati tudi pozicije očesa, glave in telesa.

Nadalje je potrebno ugotoviti prostorske odnose med objekti oz. deli objektov. Teorija postulira dva dodatna podsistema, ki ugotavljata dva različna tipa prostorskih odnosov. Podsystem za *vkodiranje prostorskih odnosov med kategorijami* ugotavlja relacije, ki ostajajo nespremenjene, če se predmeti transformirajo. Deskripcije teh relacij ne morejo biti uskladiščene kot predstave, temveč mora biti dorzalni sistem zmožen uporabljati bolj abstraktne reprezentacije kategorij. Tovrstne reprezentacije vsebujejo splošne lastnosti relacij, ne da bi opredeljevale podrobnosti (npr. "naslednji", brez opredelitve v kakšni oddaljenosti ali natančno pod katerim kotom) in so še posebej uporabne za določanje odnosov med sosednjimi deli, pri čemer se vsak odnos nanaša na določen par delov. Na tak način je možno graditi kompleksne deskriptivne strukture iz prilagodljivih, večdelnih predmetov. Kot na podlagi nevroloških podatkov ugotavlja Kosslyn (1991), se tovrstne reprezentacije prostorskih odnosov bolj učinkovito procesirajo v levi cerebralni hemisferi (pri desničarjih), ki jo označuje analitično, racionalno, diskurzivno mišljenje in linearno procesiranje informacij.

Nasprotno pa se drugi tipi predmetov bistveno ne spreminjajo od primera do primera. Če gre za podobne objekte, se prostorski odnosi med njihovimi sestavnimi deli le malenkostno razlikujejo. Za prepoznavanje le-teh, bi uporaba informacij o odnosih med kategorijami ne bila dovolj učinkovita (npr. zgolj vedenje, da ima človek oči eno zraven drugega nad nosom, ki je nad ustmi, ne omogoča prepoznavanja nekega določenega obraza), temveč so potrebni podatki o dejanskih metričnih prostorskih odnosih med deli. Podsystem za *vkodiranje koordinat* ugotavlja lokacijo delov v prostoru in metrične razdalje med njimi, kar omogoča npr. prepoznavanje obrazov, navigacijo v prostoru, pri čemer je potrebno natančno vedeti, kje je ovira, ne le da je nekje nasproti ali poleg nekega objekta, ipd. Reprezentacije, ki nastajajo na podlagi delovanja podsistema za vkodiranje koordinat, se, kot dokazujejo nevrološke raziskave, najbolj učinkovito procesirajo v *desni* možganski hemisferi (pri levičarjih), za katero je značilno simultano (sintetično), intuitivno, celostno, domišljjsko mišljenje in paralelno procesiranje informacij.

Informacije iz ventralnega in dorzalnega sistema se, kot predpostavlja Kosslyn (1988, 1991), združujejo v *asociativnem spominu*, katerega domnevna lokacija je asociativni korteks blizu Wernickejevega področja, ki je vključeno v semantično procesiranje.

Poleg obeh že omenjenih poti procesiranja "od spodaj navzgor" (prva za oblike in druga za lokacije), postulira Kosslynova teorija (1988, 1991) tudi tretjo pot, sistem preiskovanja "z vrha navzdol". Človek ne čaka pasivno, da bi videl, kaj se dogaja v njegovi okolici, temveč ima običajno o tem neko zamisel; aktivno ustvarja hipoteze in išče dele ali značilnosti, ki naj bi bili prisotni, v kolikor predpostavka drži. Tovrstna aktivnost je v procesu predstavljalivosti ključnega pomena; *ustvarjanje in preverjanje hipotez* pa zahteva delovanje več podsistemov.

Najprej podsystem za *pregledovanje značilnosti kategorij* na podlagi informacij v asociativnem spominu ugotovi lastnosti, ki naj bi jih imel predmet preiskovanja. Najbolj je učinkovit, če začne pregledovati najbolj različne lastnosti (npr. pri razlikovanju mačke od psa ne pomaga veliko ugotovitev, da ima štiri noge, pač pa lahko koristi opazovanje oblike glave in očesnih zenic). Ta podsystem se v procesu predstavljalivosti uporablja za določanje, kateri del naj se aktivira naslednji in kam pripada. V predstavljanju novega dela se usmeri pozornost na ustrezno mesto (glede na del predmeta, ki je že v predstavi), nato pa se aktivira ustrezen vzorec v primerni velikosti. Tako se lahko predstave gradijo iz komponent, ki so uskladiščene ločeno. Ko se predstava ustvari, se vzorec lahko preiskuje, pri čemer se uporabljata dorzalni in ventralni sistem, tako kot se uporabljata v procesu percepcije.

Na podoben način podsystem za *pregledovanje prostorskih značilnosti* aktivira uskladiščene informacije npr. o razmestitvi delov obravnavanega objekta ipd. Pogosto je potrebno pretvoriti deskriptivno informacijo o značilnostih kategorij v prostorsko, kar je funkcija podsistema za *konverzijo kategorij v koordinate*. V kolikor pa je potrebno objekt predstave na določen način transformirati, se uporablja podsystem za *spreminjanje vzorcev*.

Za vse omenjene procese je bistvenega pomena podsystem za *spreminjanje pozornosti*, ki ga, kot kažejo nevrološke raziskave, sestavljajo trije podsistemi, in sicer prvi za usmerjanje pozornosti na določen predmet, drugi, ki obdrži pozornost, in tretji, ki pozornost odvrne, ko je to potrebno. Posner in sodelavci (1987) na podlagi kognitivno-anatomskih analiz dokazujejo, da so mogoče poškodbe vsakega od omenjenih treh podsistemov, neodvisno od ostalih dveh, kot posledica prizadetosti različnih možganskih predelov.

Na tej osnovi lahko zaključimo, da je pogosta predpostavka o sposobnosti men-

talne predstavljalivosti napačna. Pogosto se namreč predpostavlja, da imajo ljudje bodisi dobro bodisi slabo razvito zmožnost predstavljanja. Kot so pokazale raziskave, predstavljalivost ni enovita sposobnost, temveč jo sestavljajo različne zmožnosti, kot so sposobnost rotacije predstav, sposobnost pregledovanja oz. preiskovanja predstav ter sposobnost ohranjanja mentalnih slik v spominu. Nadalje, ljudje se medsebojno razlikujejo po tem, kako učinkovito uporabljajo posamezne od teh sposobnosti; lahko imajo relativno dobro razvito eno ali več sposobnosti in slabo razvite ostale.

LITERATURA

- Anderson, J. R. (1995a). *Cognitive Psychology and its Implications*. New York: W. H. Freeman and Co.
- Anderson, J. R. (1995b). *Learning and Memory: An Integrated Approach*. New York: Wiley.
- Antonietti, A. (1991). Why does mental visualisation facilitate problem-solving? V: R. H. Logie, M. Denis (Eds.), *Mental Images in Human Cognition*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland).
- Baddeley, A. D. (1994). *Your Memory*. London: Penguin Books.
- Conway, T., Wilson, M. (1988). Psychological studies of knowledge representation. V: G. A. Ringland, D. A. Duce (Eds.), *Approaches to Knowledge Representation: An Introduction*. New York: Wiley.
- Cooper, L. A., Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. V: W. G. Chase (Ed.), *Visual Information Processing*. New York: Academic Press.
- Eysenck, M. W., Keane, M. T. (1990). *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Farah, M. J. (1984). The neurological basis of mental imagery: a componential analysis. *Cognition*, 18, 245-272.
- Farah, M. J. (1989). Knowledge from text and pictures: A neuropsychological perspective. V: H. Mandl, J. R. Levin (Eds.), *Knowledge Acquisition from Text and Pictures*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland).
- Finke, R. A. (1989). *Principles of Mental Imagery*. Cambridge MA: MIT Press.
- Finke, R. A. (1994). Imagery and perception. V: M. W. Eysenck (Ed.), *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology*. Oxford: Blackwell.
- Hirst, W. (1988). Improving memory. V: M. S. Gazzaniga (Ed.), *Perspectives in Memory Research*. Cambridge MA: MIT Press.
- Kosslyn, S. M. (1985). Stalking the mental image. *Psychology Today*, 5, 22-28.
- Kosslyn, S. M. (1988). Imagery in learning. V: M. S. Gazzaniga (Ed.), *Perspectives in Memory Research*. Cambridge MA: MIT Press.
- Kosslyn, S. M. (1990). Mental imagery. V: D. N. Osherson, S. M. Kosslyn, J. M. Hollerbach (Eds.), *Visual Cognition and Action*. Cambridge MA: MIT Press.
- Kosslyn, S. M. (1991). A cognitive neuroscience of visual cognition: Further developments. V: R. H. Logie, M. Denis (Eds.), *Mental Images in Human Cognition*. Amsterdam: Elsevier (North-Holland).
- Larkin, H. J., Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-99.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Posner, M. I., Inhoff, A. W., Friedrich, F. J., Cohen, A. (1987). Isolating attentional systems: A cognitive-anatomical analysis. *Psychobiology*, 15, 107-121.
- Vizjak Pavšič, M. (1994). *Razumljivost baz znanja kot dejavnik učinkovitosti ekspertnih sistemov za podporo odločanju*. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.
- Vizjak Pavšič, M., Musek, J., Rajkovič, V. (1995). Razumljivost baz znanja kot dejavnik učinkovitosti ekspertnih sistemov za podporo odločanju. *Anthropos*, 5-6, 47-67.
- Zeki, S. (1992). The visual image in mind and brain. *Scientific American*, 267, 42-50.