

Tomislav Ludajić

Odsek za psihologiju,
Filozofski fakultet,
Univerzitet u Novom
Sadu

**Sunčica
Zdravković¹**

Odsek za psihologiju,
Filozofski fakultet,
Univerzitet u Novom
Sadu

Laboratorija za
eksperimentalnu
psihologiju, Filozofski
fakultet, Univerzitet u
Novom Sadu
Laboratorija za
eksperimentalnu
psihologiju, Filozofski
fakultet, Univerzitet u
Beogradu

¹ Adresa autora:
szdravko@f.bg.ac.rs.

Primljeno: 26. 10. 2015.
Primljena korekcija:
01. 02. 2016.
Prihvaćeno za štampu:
03. 03. 2016.

ULOGA OBLIKA I BOJE U PREPOZNAVANJU I KLASIFIKACIJI POZNATIH VIZUELNIH OBJEKATA²

Dve teorijske struje objašnjavaju ulogu boje i oblika u prepoznavanju i klasifikaciji objekata. S jedne strane su teorije koje zastupaju stanovište da naš kognitivni sistem koristi oblik kao primarnu vizuelnu karakteristiku objekta, a s druge strane su teorije koje zastupaju stanovište da i boja spada u primarne vizuelne karakteristike. Prema ulozi boje, zastupnici druge grupe teorija svrstavaju objekte u dve kategorije: 1) HCD objekte za koje su i oblik i boja primarno važni, 2) LCD objekte za koje je primarno važan samo oblik. Predmet istraživanja naše studije je bila uloga oblika i boje u klasifikaciji i prepoznavanju objekata. Cilj istraživanja je bio da utvrdimo da li kognitivni sistem na različite načine prepoznaje i klasifikuje prirodne objekte nasuprot objektima koje je napravio čovek te je stoga hrana poslužila kao optimalna kategorija stimulusa jer su i prirodni i veštački objekti jednako poznati i frekventno u upotrebi. Dodatno ovi objekti imaju i dijagnostičku boju i oblik. Naši rezultati idu u prilog teorijama koje pripisuju dominantnu ulogu obliku. U oba istraživana procesa, prepoznavanju i klasifikaciji, oblik se pokazao kao ključna karakteristika. U procesu prepoznavanja kognitivni sistem boju koristi samo u situacijama kada je oblik zaista neinformativan, dok se u procesu klasifikacije boja ispostavila irelevantna. Takođe naši rezultati sugerišu važnost još jednog faktora, a to je vizuelna tekstura.

Ključne reči: percepcija oblika, dijagnostička boja, klasifikacija, prepoznavanje, verifikacija

² Istraživanje je pomognuto projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (179033) i Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj (III 47020).

Čulom vida dobija se veliki broj informacija na osnovu kojih je moguće prepoznati objekte (npr. boja, oblik, tekstura, 3D struktura, pokret, pravac kretanja). Količina informacija nije samo velika već se i tiče različitih aspekata objekata, te je nakon prepoznavanja neophodna i klasifikacija, tj. grupisanje i integrisanje ulaznih informacija (Marr, 1982). Zbog svega ovoga prepoznavanje i klasifikacija spadaju u osnovne kognitivne procese koji omogućavaju saznavanje sveta oko nas, a istraživanju načina na koji naš sistem realizuje pomenute kognitivne procese posvećen je veliki broj studija (Biederman, 1987; Biederman & Bar, 1999; Biederman & Gerhardstein, 1993; Biederman & Ju, 1988; Cave, Bost, & Coob, 1996; Grossberg & Mingolla, 1985; Tanaka & Presnell, 1999).

Saznavanje objekata deo je kompleksne vizuelne obrade koja se grubo može podeliti na ranu i poznu fazu (Ullman, 1984). U fazi rane vizuelne obrade, informacije se grupišu i formiraju primarnu skicu objekta (engl. *primal sketch*) sastavljenu od rešetki, uglova i ivica i ona predstavlja osnovu za buduće trodimenzionalne mentalne predstave (Marr, 1982). U fazi pozne vizuelne obrade odvijaju se procesi koji omogućavaju prepoznavanje i klasifikaciju objekata. Kognitivni sistem poredi prethodno grupisane ulazne informacije sa reprezentacijama objekata uskladištenim u dugotrajnoj memoriji (Tanaka & Presnell, 1999). Studije koje su se bavile vizuelnom kognicijom objekata fokusirale su se na ulogu ivica, oblika, boja, tekstura, ali i ugla posmatranja (Biederman, 1987; Biederman & Gerhardstein, 1993; Biederman & Ju, 1988; Tanaka & Presnell, 1999; Therriault, Yaxley, & Zwaan, 2009).

Među relevantnim faktorima u prepoznavanju i klasifikaciji objekata posebno mesto zauzimaju oblik i boja. U literaturi dominiraju dva teorijska pravca koja objašnjavaju njihovu ulogu: Teorije ivica, koje daju primat obliku (Biederman, 1987; Biederman & Gerhardstein, 1993; Biederman & Ju, 1988) i Teorije ivice + površine, koje uzimaju u obzir i značaj boje objekta (Tanaka & Presnell, 1999; Therriault, Yaxley, & Zwaan, 2009).

Prema Teorijama ivica, primarnu ulogu u prepoznavanju objekta ima njegov oblik, dok je boja manje važna. Ona facilitira prepoznavanje samo u situacijama kada je oblik značajno deformisan i stoga neinformativan (Biederman & Ju, 1988; Cave, Bost, & Cobb, 1996). Najistaknutije teorije iz ove grupe su Teorije strukturalnih komponenti. One pretpostavljaju konačan broj komponenti (Biederman, 1987) koje se koriste za prepoznavanju svakodnevnih kompleksnih objekata (Biederman & Bar, 1999; Biederman & Gerhardstein, 1993; Biederman & Ju, 1988; Grossberg & Mingolla, 1985).

Nasuprot tome, Teorije ivice + površine ukazuju da je boja u nekim situacijama primarna karakteristika pri prepoznavanju i klasifikaciji. Tanaka i saradnici su, na osnovu važnosti boje u prepoznavanju, podelili sve objekte u dve kategorije: objekti sa nisko-dijagnostičkom bojom (LCD³) i objekti sa visoko-dijagnostičkom bojom (HCD⁴). Za HCD objekte boja je primarna karakteristika koju sistem koristi u klasifikaciji i prepoznavanju, dok kod LCD objekta to nije slučaj. U LCD kategoriju spadaju objekti koje redovno možemo opaziti u gotovo svim bojama (npr.

³ Low color diagnosticity

⁴ High color diagnosticity

automobili), dok u HCD kategoriju spadaju objekti koje opažamo samo u određenoj, takozvanoj dijagnostičkoj boji (npr. limun ili poštansko sanduče). Relativni doprinos boje u prepoznavanju objekata u velikom će zavistiti od strukturalnih karakteristika objekta, na primer oblika. Kategorije prirodnih objekata su obično strukturalno sličnije od kategorija veštačkih objekata. Tako je pri klasifikaciji voća boja važna distinktivna karakteristika za razlikovanje limuna i limete. Nasuprot tome, pri klasifikaciji muzičkih instrumenata, boja nije distinktivna karakteristika za razlikovanje gitare od klavira (Tanaka & Presnell, 1999; Tanaka, Weiskopf, & Williams, 2001).

Obe grupe opisanih teorija potkrepljene su nalazima. Studije koje jasno govore u prilog manjem značaju boje pokazale su da vreme reakcije ispitanika nije kraće pri prepoznavanju objekata datih u prirodnoj boji u odnosu na njihove parove prikazane u sivim nijansama (Biederman & Ju, 1988; Ostergaard & Davidoff, 1985), kao i da ispitanici nisu brži u prepoznavanju objekata u prirodnoj boji u odnosu na objekte kojima je boja izmenjena (Ostergaard & Davidoff, 1985). Međutim, novije studije autora koji ukazuju na primarni značaj boje, koriste HCD objekte i pokazuju da se oni brže prepoznaju u originalnoj boji u odnosu na njihove parove za izmenjenom bojom ili u sivim nijansama (Tanaka & Presnell, 1999; Therriault, Yaxley, & Zwaan, 2009).

Kontradiktorni nalazi o ulozi boje možda su samo posledica ovog pristrasnog izbora stimulusa. U istraživanjima koja zastupaju stanovište Teorija ivica, veliku većinu stimulusa su činili objekti koje je napravio čovek (veštački i apstraktni objekti). Tako su kod Bidermana i Jua (Biederman & Ju, 1988) od 29 korišćenih stimulusa čak 25 bili veštački objekti. Slično, Ostergaard i Davidoff (Ostergaard & Davidoff, 1985) su koristili crteže besmislenih apstraktnih i 2D geometrijskih oblika. Nasuprot tome, zastupnici Teorije ivice + površine u većoj meri koriste slike prirodnih objekata. U Tanakinim istraživanjima od ukupno 24 stimulusa, 11 stimulusa je spadalo u kategoriju prirodnih objekata, a od 12 HCD stimulusa 8 je spadalo u kategoriju hrane i svi su bili prirodni objekti (Tanaka & Presnel, 1999; Tanaka, Weiskopf, & Williams, 2001). U meta studiji koja poredi nalaze 35 istraživanja nađen je umeren efekat boje na prepoznavanje objekata (Bramão, Reis, Petersson, & Faísca, 2011), ali najvažniji faktor koji se navodi upravo jeste dijagnostičnost boje. Dodatno, autori nalaze jasan doprinos boje u zadacima imenovanja (engl. *naming task*) ali ne i u zadacima prepoznavanja (engl. *object recognition*).

Naše istraživanje, inspirisano prethodnim teorijama i kontradiktornim nalazima, fokusiralo se na ovo pitanje doprinosa oblika i boje u prepoznavanju vizuelnih objekata. Direktno smo testirali mogućnost da su dobijeni nalazi rezultat sistematski različitog izbora stimulusa u prethodnim istraživanjima. Mi smo stoga, kao stimulus, izabrali jedinstvenu kategoriju objekata, ali takvu da 1) u sebi sadrži velik broj i prirodnih i veštačkih predstavnika, 2) omogućava prikazivanje velikog broja oblika i boja, 3) koje su ne samo dijagnostičke već i ekološki validne i 4) omogućava jednostavnu, ali relevantnu vizuelnu manipulaciju. Ta kategorija objekata je hrana, koja dopušta da se dalje dodatno analizira u kontekstu prirodnih i veštačkih objekata odnosno HCD i LCD objekata.

Nadali smo se da ovakav izbor stimulusa omogućava uvid u razlog prethodne kontradikcije u nalazima. Manipulacije nad takvim stimulusima bi dopustila da testiramo dva tipa teorija menjanjem oblika i/ili boje prikazanih vizuelnih sadržaja. S obzirom da većina naših stimulusa ima karakterističnu boju i/ili oblik naše istraživanje daje direktan uvid u doprinos boje nasuprot obliku. Na kraju, uključili smo i dodatnu istovremenu manipulaciju i oblika i boje, koja nije ranije korišćena, kako bi proverili mogući uticaj faktora koje dominantne teorije ne prepoznaju.

Poput prethodnih istraživanja i mi smo se orijentisali na merenje vremena reakcije (RT) jer ono daje jasan uvid u brzinu ispitivanih procesa i na jednostavan način upućuje na to koliko svaka manipulacija otežava kognitivnu obradu. Zadatak verifikacije omogućava da se RT izmeri u situaciji koja na isti način tretira oba procesa od interesa, i prepoznavanje i klasifikaciju. S obzirom na takav zadatak, naši stimulusi više nisu mogli da budu podeljeni u kategorije od teorijskog interesa (prirodno/veštačko; HCD/LCD) već su za potrebe eksperimenata tretirani u tri prirodne kategorije: voće, meso, pecivo. U prvoj kategoriji svi objekti su prirodnog oblika i boje i obe karakteristike su ekološki validne; kruška ima i karakterističnu boju i karakterističan oblik. U sledećoj kategoriji srećemo objekte koji imaju prirodnu boju ali im je oblik veštački izmenjen (npr. šunka) ili su im veštački izmenjeni i boja i oblik (npr. čufta). Poslednja kategorija sadrži objekte kojima je veštački izmenjena i boja i oblik ali su oba svojstva i dalje dijagnostički validna za prepoznavanje (npr. princez krofna). Pri svemu ovome sama promena boje ili oblika, tj. eksperimentalna manipulacija, nosi ekološki važne informacije za sve ove objekte, to su informacije o kvalitetu hrane.

Pri izboru metode vodili smo nalazima da je u zadatku prepoznavanja objekata naročito kontradiktoran doprinos boje (Bramão, Reis, Petersson, & Faísca, 2011). Stoga su u našim zadacima ispitanici dobijali naziv ili kategoriju objekta pre njegove slike, što nam je omogućilo da ispitamo još jedan aspekt doprinosa boje znanju o objektu.

Eksperiment 1: klasifikacija objekata

Metod

Ispitanici. U eksperimentu je učestvovalo 36 studenata prve godine psihologije (opseg godina 18–20) sa Filozofskog fakulteta u Novom Sadu. Svim ispitanicima je vid bio ili normalan ili korigovan do normalnog.

Stimulusi. U istraživanju su korišćene fotografije hrane prikazane na beloj pozadini, veličine 21x27 cm i rezolucije 800x600 piksela. Hrana prikazana na fotografijama je pripadala jednoj od tri kategorije: biljke (Slika 1), peciva (Slika 2) i meso (Slika 2). Svaka fotografija prikazana je ispitanicima u 4 modaliteta: 1) bez modifikacija (tzv. original), 2) sa izmenjenom bojom, 3) sa izmenjenim oblikom, 4) sa izmenjenom i bojom i oblikom.

Eksperiment je dizajniran u programu SuperLab Pro 2. 0.4 i sproveden je na specijalno kalibrisanom 17-inčnom monitoru (ViewSonic CRT PerfectFlat™), rezolucije 1152x864 piksela, formata ekrana 4:3, brzine osvežavanja 75 Hz.



Slika 1. Biljke: Kolone (s leva na desno) prikazuju sve kategorije biljaka korišćenih u eksperimentu: krompir, karfiol, jagoda, jabuka, bundeva, breskva, banana, šargarepa, paprika, limun, kruška. Redovi (od gore ka dole) prikazuju 4 modaliteta fotografija: original, izmenjena boja, izmenjen oblik, izmenjeni i boja i oblik.



Slika 2. Peciva: Kolone (s leva na desno) prikazuju sve kategorije peciva korišćenih u eksperimentu: torta, princes krofna, pogačica, pica, pereca, pancerota, palačinka, mekika hleb, kifla, burek. Redovi (od gore ka dole) prikazuju 4 modaliteta fotografija: original, izmenjena boja, izmenjen oblik, izmenjeni i boja i oblik.



Slika 3. Meso: Kolone (s leva na desno) prikazuju sve kategorije mesa korišćenih u eksperimentu: šunka, šnicla, slanina, salama, riba, rebarca, pljeskavica, pile, kobasica, ćevap, ćufta. Redovi (od gore ka dole) prikazuju 4 modaliteta fotografija: original, izmenjena boja, izmenjen oblik, izmenjeni i boja i oblik.

Eksperimentalna procedura. Ispitanici su po dolasku upoznati sa eksperimentom (koji se radi na računaru i tiče se vizuelne percepcije hrane) da bi mogli da potpišu saglasnost o učešću. Potom je, uz prikaz instrukcije na ekranu, dato i detaljno usmeno uputstvo o samom zadatku verifikacije. Ovaj zadatak zahteva da ispitanici potvrde da li prvoprikazana reč odgovara predmetu na fotografiji koja je neposredno sledila.

Vežba se sastojala od 12 parova reči i fotografija koje kasnije nisu ponovo korišćene u eksperimentu niti su ušle u obradu. Reč, koja je predstavljala jednu od tri kategorije hrane, bila je prikazana na sredini ekrana u trajanju od 500 ms. Potom je, u trajanju od 5000 ms, na sredini ekrana prikazana fotografija objekta. Ispitanici su odgovarali pritiskom na taster. Postojale su kongruentne situacije (kada objekat na fotografiji pripada kategoriji koju označava reč) i nekongruentna situacije (kada ne pripada). Kongruentnost izlaganja posledica je eksperimentalnog zadatka verifikacije, u proceduru se uključuju obe situacije da ispitanici ne bi davali samo jedan tip odgovora.

Eksperiment se sastojao od 264 situacije (132 fotografije sa slika 1, 2, i 3, izložene u kongruentnim i nekongruentnim situacijama). Redosled izlaganja situacija bio je randomizovan za svakog ispitanika. Eksperiment je izvođen individualno, trajao je oko 10 minuta i svi ispitanici su ga dovršili. Ispitanici su sedeli na oko 50 cm od ekrana, a prostorija je bila dobro osvetljena.

Nacr. Eksperiment je imao trofaktorski nacrt. Prvi faktor bio je Tip hrane sa tri nivoa (biljke, peciva, meso), drugi faktor Deformisanost sa četiri nivoa (original, izmenjena boja, izmenjeni oblik, izmenjeni i boja i oblik) i treći faktor Kongruentnost izlaganja sa dva nivoa (kongruentna i nekongruentna). Ovako postavljen

nacrt podrazumevao je 24 eksperimentalne situacije. Beleženo je vreme reakcije (u milisekundama) za tačne odgovore.

Analiza rezultata

Podaci su obrađeni u statističkom programu R i386 3.1.0 verzija za Windows operativni sistem (<http://www.r-project.org/>). Za obradu je korišćen model mešovityh linearnih efekata, paket *lmerTest* (Kuznetsova, Brockhoff, & Christiansen 2014), a korišćeni su još i paketi *lme4* (Bates et al., 2013) i *languageR* (Baayen, 2013). Razlozi za upotrebu ove metode su karakteristike RT raspodele (nema normalnu distribuciju), a izbor linearnih mešovityh efekata je posledica robustnosti ovog metoda u situacijama kada osnovni uslovi za primenu parametrijskih tehnika nisu ispunjeni. Dodatna prednost ovog metoda je što omogućava kontrolu drugih izvora varijabilnosti sadržanih u vremenu reakcije. Mi smo se odlučili za varijansu ispitanika i stimulusa, što predstavlja tipičan izbor za ovu vrstu zavisne varijable (Radanović i Vaci, 2013) i nacra (Barr, 2013). Za procenu kvaliteta modela i odabir konačnog modela obrade, korišćeni su AIC⁵ i BIC⁶ koeficijenti i test Ln verodostojnosti.

Rezultati

Od ukupno 9504 odgovora ispitanika, 8230 odgovora je bilo tačno i ušlo je u dalju obradu. Dobijena distribucija podataka odstupala je od normalne te je u cilju približavanja normalnoj distribuciji primenjena logaritamska transformacija i odstranjivanje podataka. Odstranjeni su podaci koji su odstupali od aritmetičke sredine više od 2.5 standardne devijacije, odnosno logaritmovane su vrednosti manje od 5.86 i veće od 7.65. Od ukupno 8230 podataka, odstranjeno je 172 podatka, odnosno 2.09%. U daljoj analizi ispitani su slučajni efekti, odnosno da li u model obrade podataka treba uključiti samo varijansu ispitanika ili i varijansu stimulusa. Za opravdanost uvođenja slučajnih efekata korišćen je test odnosa verodostojnosti (engl. *likelihood ratio test*).

⁵ Akaikeov informacioni kriterijum – mera relativnog kvaliteta statističkog modela za dati skup podataka koja se koristi kao način izbora najprihvatljivijeg od više modela. Ona poređi model koji omogućava najbolji fit pri najnižoj kompleksnosti, informišući nas o količini izgubljenih podataka svakog od modela reprezentacije generisanih podataka.

⁶ Bayesov informacioni kriterijum – pomaže izboru modela u konačnom skupu modela (najbolji je onaj sa nižim vrednostima) onemogućavajući da se dodaju nepotrebni parametri kako bi se povećao fit.

Tabela 1
Rezultati testa odnosa verodostojnosti

Model	<i>df</i>	AIC	BIC	Ln Verodo- stojnost	Devijacija	Vrednost testa verodo- stojnosti	<i>df</i> testa verodo- stojnosti	<i>p</i>
1. Slučajni efekat ispitanika	3	4057	4078	-2025	4051			
2. Slučajni efekti ispitanika i stimulusa	4	3022	3050	-1507	3014	1036.9	1	.001

Rezultati iz Tabele 1 ukazuju da model koji uključuje varijansu ispitanika i stimulusa (2. model u tabeli) bolje opisuje podatke od modela koji uključuje samo varijansu ispitanika (videti vrednost testa odnosa verodostojnosti i *p*-nivo). Takođe, AIC i BIC (niži u 2. modelu) i test Ln verodostojnosti (bliži nuli u 2. modelu) ukazuju na to da 2. model bolje fituje podatke.

Uključivanje varijanse ispitanika znači da je u analizi vršena korekcija odsečka po ispitanicima, odnosno procenjivala se varijansa ispitanika polazeći od pretpostavke da su neki ispitanici generalno brži odnosno sporiji. Uključivanje varijanse stimulusa znači da je u analizi vršena korekcija odsečka po stimulusima, odnosno procenjivana varijansa stimulusa polazeći od pretpostavke da nisu svi stimulusi iste težine u psihometrijskom smislu.

Tabela 2
Slučajni efekti u modelu

Slučajni efekat	Varijansa	Standardna devijacija
Ispitanici	0.02	0.12
Stimulusi	0.02	0.13

Niske vrednosti varijanse i standardne devijacije prikazane u Tabeli 2 ukazuju na to da RT po ispitanicima i stimulusima imaju tendenciju da se grupišu oko aritmetičke sredine vremena reakcije, tj. ona je ovde dobra mera centralne tendencije.

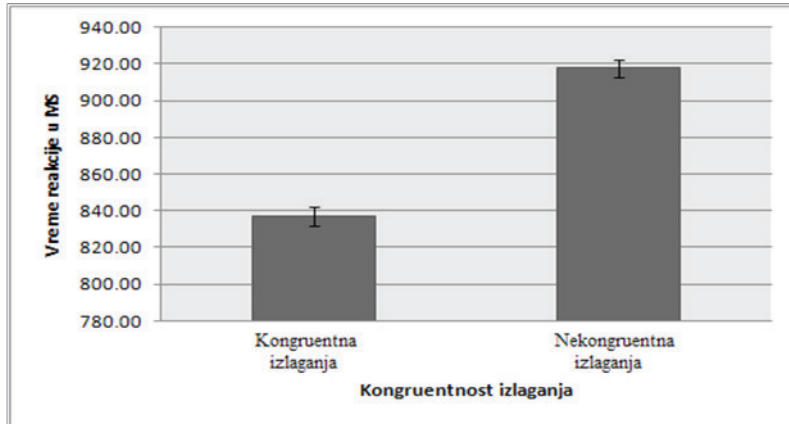
Tabela 3
Glavni efekti faktora i faktorskih interakcija

Naziv	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Intercept	6.49	0.04	231	147.52	> .001
Tip hrane	0.01	0.01	243	1.32	.19
Kongruentnost izlaganja	0.09	0.01	244	5.57	> .001
Deformisanost	0.03	0.01	244	4.13	> .001
Tip hrane * Kongruentnost izlaganja	0.04	0.04	239	0.98	.33
Tip hrane * Deformisanost	0.01	0.02	242	0.32	.75
Kongruentnost izlaganja * Deformisanost	0.02	0.03	240	0.52	.60
Tip hrane * Kongruentnost izlaganja * Deformisanost	-0.01	0.01	240	-0.65	.51

Tabela 4
Rezultati testa odnosa verodostojnosti

Model	<i>df</i>	AIC	BIC	Ln Verodostojnost	Devijacija	Vrednost testa verodostojnosti	<i>df</i> testa verodostojnosti	<i>p</i>
A. Glavni efekti faktora	7	2983.2	3032.2	-1484	2969			
B. Glavni efekti faktora + interakcije	11	2988.9	3065.8	-1483	2966	2.34	4	0.67

Rezultata u Tabeli 3 pokazuju da su efekti faktora Kongruentnost izlaganja i Deformisanosti statistički značajni dok Tip hrane nije. Kada se u model uključe obrade faktorske interakcije, nijedna od interakcija nije statistički značajna (Tabela 3). Pored toga, test Ln verodostojnosti ukazuje da u konačan model obrade ne treba uključiti faktorske interakcije (Tabela 4). Na to ukazuje i AIC i BIC vrednosti koje su niže u modelu A, te model A bolje fituje podatke od modela B. Ln verodostojnost u oba modela je skoro ista iako malo bliža nuli u modelu B. Međutim, *p* nivo (.67) ukazuje na to da B model nije značajno verodostojniji od modela A odnosno, ukoliko bismo uveli faktorske interakcije model ne bi bolje fitovao podacima.



Grafik 1. RT za kongruentna i nekongruentna izlaganja u eksperimentu klasifikacije.

Na Grafiku 1 je prikazano da su ispitanici u proseku imali kraće RT u kongruentnim izlaganjima u odnosu na nekongruentna izlaganja.

Tabela 5

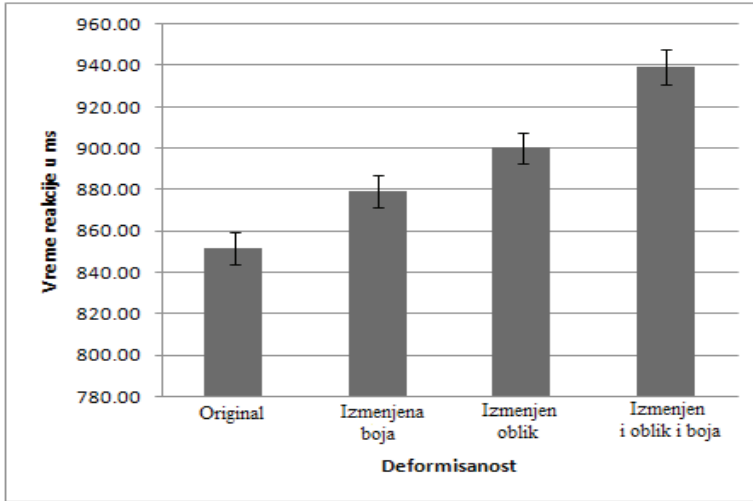
Razlike između nivoa faktora deformisanost u eksperimentu klasifikacije (referentni nivo je originalni oblik)

	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Izmenjena boja	0.04	0.02	241	1.70	.08
Izmenjen oblik	0.06	0.02	241	2.42	.02
Izmenjeni i boja i oblik	0.10	0.02	243	4.24	> .001

Tabela 6

Razlike između nivoa faktora deformisanost u eksperimentu klasifikacije (u prvoj koloni tabele je naziv nivoa u odnosu na koji je utvrđena razlika sa nivoom izmenjena i boja i oblik)

	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Izmenjena boja	0.05	0.02	243	-2.31	0.02
Izmenjeni oblik	0.04	0.02	243	-1.83	0.07



Grafik 2. Prosečno RT za nivoe faktora deformisanost u eksperimentu klasifikacije.

Posmatrano po nivoima faktora Deformisanost, prosečno najkraće RT je zabeleženo za nivou Original. U odnosu na Original, RT je značajno duže za Izmenjen oblik i nivo Izmenjena i boja i oblik. Razlika između Originala i nivoa Izmenjena boja nije statistički značajna kao ni razlika između nivoa Izmenjeni i oblik i boja i nivoa Izmenjen oblik. Razlika između nivoa Izmenjeni i oblik i boja i nivoa Izmenjena boja statistički je značajna (Grafik 2 i Tabele 5 i 6).

Eksperiment 2: prepoznavanje objekata

Metod

Ispitanici. U eksperimentu je učestvovalo 30 studenata prve godine Odseka za psihologiju (niko od ispitanika iz prvog nije učestvovao u drugom eksperimentu). Ispitanici u dva eksperimenta su bili ujednačeni po svim relevantnim aspektima.

Stimulusi i procedura. Ovaj eksperiment se u odnosu na prethodni razlikovao samo po rečima koje su bile prikazane pre fotografija (takođe preuzetih iz Eksperimenta 1). Za razliku od prvog eksperimenta, gde su prikazane reči označavale kategorije hrane (biljka, pecivo, meso), u drugom eksperimentu reči su označavale konkretnog predstavnika iz date tri kategorije (npr.: jabuka, torta, šnicla). U svim ostalim aspektima drugi eksperiment je bio identičan prvom eksperimentu. Ovo je omogućilo statističku analizu ista tri faktora na način identičan prvom eksperimentu. Iz ovih razloga je zadržana i identična kategorizacija objekata.

Rezultati

Od ukupno 9504 odgovora 7240 odgovora je bilo tačno te je ušlo u dalju analizu. Dobijena distribucija podataka je odstupala od normalne te je primenjena logaritamska transformacija i odstranjivanje podataka. Odstranjeni su podaci koji su odstupali od aritmetičke sredine više od 2.5 standardne devijacije, pa su logaritmovane vrednosti manje od 5.67 i veće od 7.44. Od ukupno 7420 podataka, odstranjeno je 169 podataka, odnosno 2.3%. U daljoj analizi su, kao u Eksperimentu 1, ispitani slučajni efekti ispitanika i stimulusa kao i opravdanost uvođenja slučajnih efekata.

Tabela 7

Rezultati testa odnosa verodostojnosti za eksperiment prepoznavanja

	<i>df</i>	AIC	BIC	Ln Verodo- stojnost	Devijacija	Vrednost testa verodo- stojnosti	<i>df</i> testa verodo- stojnosti	<i>p</i>
1. Slučajni efekat ispitanika	3	2818.2	2838.8	-1406.09	2812.2			
2. Slučajni efekti ispitanika i stimulusa	4	1512.5	1540.1	-752.26	1504.5	1307.7	1	.001

Rezultati iz Tabele 7 ukazuju da model koji uključuje varijansu ispitanika i stimulusa (2. model u tabeli) bolje opisuje podatke od modela koji uključuje samo varijansu ispitanika (videti vrednost testa odnosa verodostojnosti i *p*-nivo). Takođe, AIC i BIC (niži u 2. modelu) i test Ln verodostojnosti (bliži nuli u 2. modelu) ukazuju na to da 2. model bolje fituje podatke.

Tabela 8

Slučajni efekti u modelu

Slučajni efekat	Varijansa	Standardna devijacija
Ispitanici	0.02	0.12
Stimulusi	0.02	0.13

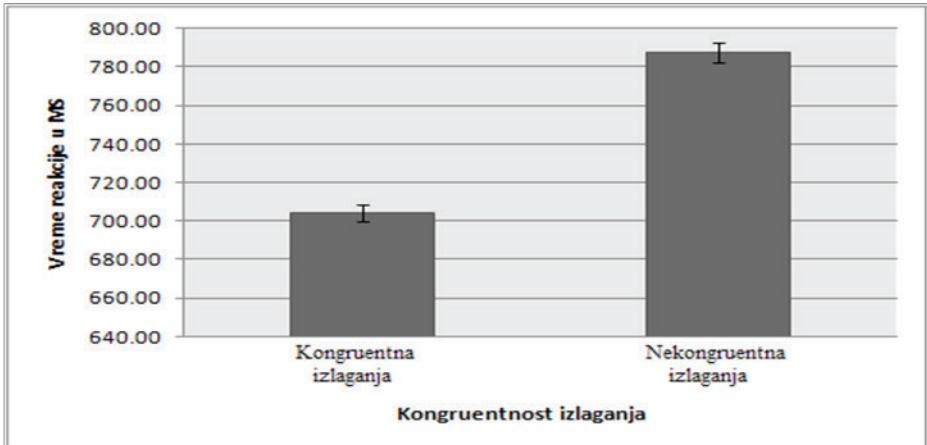
Tabela 9
Glavni efekti faktora i faktorskih interakcija

Naziv	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Intercept	6.28	0.04	210	137.42	> .001
Tip hrane	0.02	0.01	249	1.45	.15
Kongruentnost izlaganja	0.09	0.01	250	5.82	> .001
Deformisanost	0.30	0.01	250	4.81	> .001
Tip hrane * Kongruentnost izlaganja	-0.03	0.07	245	-0.48	.63
Tip hrane * Deformisanost	0.01	0.03	248	0.07	.94
Kongruentnost izlaganja * Deformisanost	-0.02	0.04	246	-0.69	.49
Tip hrane * Kongruentnost izlaganja * Deformisanost	-0.01	0.01	246	-0.17	.87

Tabela 10
Rezultati testa odnosa verodostojnosti

Model	<i>df</i>	AIC	BIC	Ln Verodostojnost	Devijacija	Vrednost testa verodostojnosti	<i>df</i> testa verodostojnosti	<i>p</i>
A. Glavni efekti faktora	7	1420.2	1512.8	-725.3	1450.6			
B. Glavni efekti faktora + interakcije	11	1464.6	1540.4	-721.3	1442.6	7.97	4	.10

Podaci u Tabeli 9 pokazuju da faktor Tip hrane nije statistički značajan, dok su faktori Deformisanost i Kongruentnost izlaganja značajni. Kada uključimo u model obrade faktorske interakcije, nijedna od njih ne dostiže statističku značajnost (Tabela 9). Pored toga, test Ln verodostojnosti nam ukazuje da u konačan model obrade ne treba uključiti faktorske interakcije (Tabela 10). Na to ukazuju AIC i BIC vrednosti koje su niže u modelu A, te model A bolje fituje podatke od modela B. Ln verodostojnost u oba modela je skoro ista, iako nešto bliža nuli u modelu B. Međutim, *p*-nivo ($p = .10$) ukazuje na to da B model nije značajno verodostojniji od modela A odnosno, ukoliko bismo uveli faktorske interakcije model ne bi bolje fitovao podacima.



Grafik 3. Prosečno RT za kongruentna i nekongruentna izlaganja u eksperimentu prepoznavanja.

Grafik 3 pokazuje koliko su ispitanici u proseku brži u kongruentnim izlaganjima u odnosu na nekongruentna izlaganja.

Tabela 11

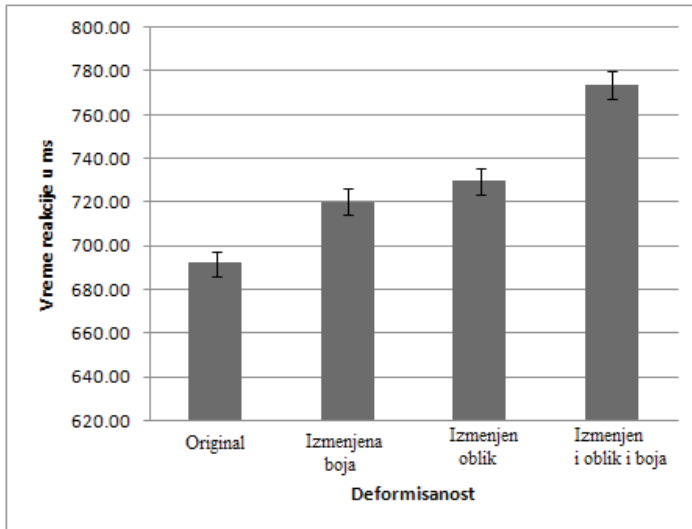
Razlike između nivoa faktora deformisanost u eksperimentu klasifikacije (u prvoj koloni tabele je naziv nivoa u odnosu na koji je utvrđena razlika sa originalom)

	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Izmenjena boja	0.03	0.02	247	1.63	.10
Izmenjen oblik	0.05	0.02	246	2.15	.03
Izmenjeni i boja i oblik	0.12	0.02	249	4.90	> .001

Tabela 12

Razlike između nivoa faktora deformisanost u eksperimentu klasifikacije. U prvoj koloni tabele je naziv nivoa u odnosu na koji je utvrđena razlika sa nivoom izmenjena i boja i oblik.

	Procenjene standardne greške		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Izmenjena boja	0.08	0.02	249	-3.27	.001
Izmenjeni oblik	0.07	0.02	249	-2.75	.006



Grafik 4. Prosečno RT za nivoe faktora deformisanost.

Posmatrano po nivoima faktora *deformisanost*, najkraće prosečno RT je za beleženo za nivo *original*. U odnosu na *original*, RT je značajno duže za *izmenjen oblik* i nivo *izmenjena i boja i oblik*. Razlika između nivoa *original* i *izmenjena boja* nije statistički značajna (Grafik 4 i Tabele 11 i 12) dok razlika između nivoa *izmenjeni i oblik i boja* i nivoa *izmenjen oblik* jeste.

Diskusija

U dosadašnjim istraživanjima nije postignut konsenzus o ulozi boje u prepoznavanju i klasifikaciji objekata. Pomenute su dve dominantne teorijske struje, Teorije ivica i Teorije ivice + površine, i one se pre svega ne slažu oko statusa HCD objekata. HCD grupu su predložili predstavnici Teorija ivice + površine, koji objašnjavaju da tu spadaju objekti čiji su boja i oblik jednako značajni za njihovo prepoznavanje (Tanaka & Presnell, 1999; Tanaka et al., 2001; Therriault et al., 2009). S druge strane, zastupnici Teorija ivica ukazuju da HCD grupa ne postoji, odnosno da je za sve objekte najvažnija vizuelna karakteristika oblik. Informacija o boji se koristi za prepoznavanje samo u situacijama kada je oblik potpuno neinformativan (Biederman, 1987; Biederman & Bar, 1999; Biederman & Gerhardstein, 1993; Biederman & Ju, 1988; Grossberg & Mingolla, 1985). Istraživanja potkrepljuju postavke i jedne i druge grupe teorija ali među tim istraživanjima postoji dosledna razlika u izboru stimulusa.

Logično je pretpostaviti da je pristrasni izbor stimulusa odgovoran za kontradiktorne nalaze te je u našem istraživanju posebna pažnja posvećena izboru adekvatne kategorije stimulusa. Da bi odgovorili na pitanje o značaju boje i oblika odabrali smo objekte iz kategorije hrane. Po svojoj prirodi, hrana sadrži predstav-

nike i HCD ili LCD grupe objekata i to u oba slučaja u dijagnostičkoj boji. Dalje, ona sadrži gotovo jednak broj prirodnih i veštačkih predstavnika, opet u oba slučaja visoko frekventnih i visoko familijarnih. I kao najbitnije, deformacije u boji i obliku nose ekološki bitnu informaciju i stoga su vrlo relevantne za posmatrača.

Ipak naši rezultati jasno ukazuju da hrana nije HCD objekat. Ovakav nalaz direktno ide u prilog Teorijama ivica koje demantuju i samo postojanje HCD objekata. Iako predstavnici Teorija ivice + površine tvrde da objekti koje vidamo u dijagnostičkoj boji spadaju u HCD grupu, naše istraživanje demantuje takvu tvrdnju, koristeći upravo stimulse sa dijagnostičkim bojama. Pri tome, u dosadašnjim studijama koja potkrepljuju Teorije ivice + površine nijedan objekat iz kategorije hrane nikada nije bio svrstan u LCD grupu. Kod nas, boja hrane nema isti značaj kao njen oblik ni za klasifikaciju (Eksperiment 1) niti čak za prepoznavanje (Eksperiment 2). U oba eksperimenta je demonstrirano da promena boje ne dovodi do produženog vremena reakcije.

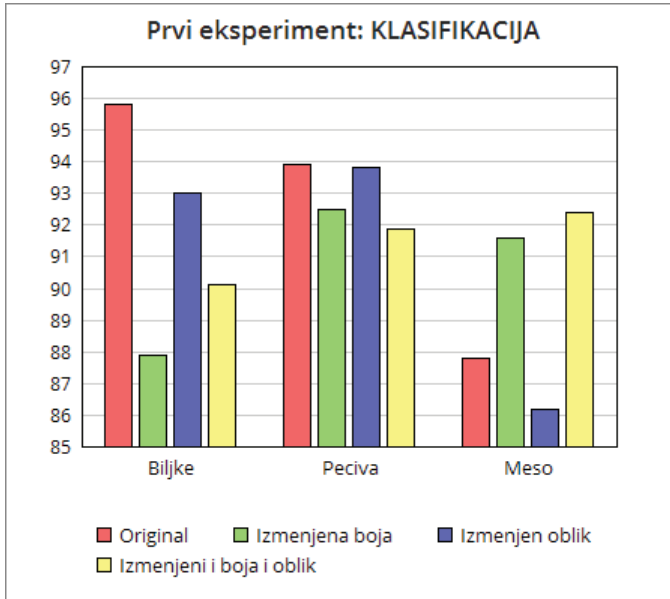
Takođe do produženog vremena reakcije u oba eksperimenta dovodi i nekongruentni uslov. Ovakav nalaz u domenu specifične vizuelne ekspertize su dobili i drugi istraživači (Hagen, Vuong, Scott, Curran, & Tanaka, 2014) koristeći sasvim različite stimulse sa dijagnostičkom bojom – ptice.

Sledeća pretpostavka da je boja primarno važna barem za prirodne objekte (za razliku od veštačkih gde je oblik dominantan) takođe nije potvrđena. Faktor Tip hrane nije statistički značajan, to jest kategorija Biljke (u kojoj su svi objekti prirodni) se nije izdvojila od kategorije Peciva (u kojoj su svi objekti veštački). Još bitnije ovaj faktor nije bio ni u značajnoj interakciji sa faktorom Deformisanost, ukazujući da su i veštački i prirodni objekti procesirani na isti način. Svi naši rezultati konvergiraju zaključku da je oblik ključna karakteristika i za prepoznavanje i klasifikaciju objekta.

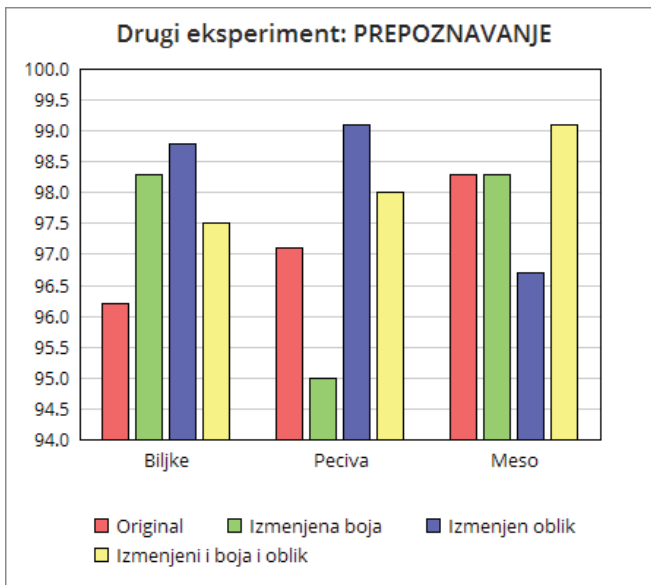
Ukratko naši eksperimenti demonstriraju da izbor stimulusa u prethodnim istraživanjima izgleda nije razlog kontadiktornosti nalaza o ulozi boje. Naši rezultati, uprkos činjenici da je udeo prirodnih objekata među stimulusima bio 37% (što je slično studijama koja potkrepljuju Teorije ivice + površine), jasno idu u prilog Teorijama ivica.

Postavlja se pitanje kako su raniji istraživači dobili rezultate po kojima je hrana HCD objekat (Tanaka & Presnell, 1999). Nameće se i pitanje od kakvog je značaja boja za ispitivane vizuelne i kognitivne procese. Rezultati eksperimenata su pokazali da je informacija o boji u procesu klasifikacije irelevantna, i da njena uloga dolazi do izražaja tek u procesu prepoznavanja, u situacijama kada je oblik neinformativan, baš kao što kažu predstavnici Teorije ivica. Naime tek u situacijama kada je oblik značajno oštećen boja može da ubrza prepoznavanje.

Odgovor možda može pružiti paradoksalna manipulacija uvedena u ovo istraživanje: istovremena deformacija i oblika i boje. Ova manipulacija je kontraintuitivna jer ne samo da protivreči opisanim teorijama, već u velikoj meri i zdravom razumu: na osnovu čega se onda vrši prepoznavanje ako su izmenjeni i boja i oblik. Kako RT nije pogodna zavisna varijabla za ovaj tip zaključivanja analizirali smo procenat tačnih odgovora (Grafici 5 i 6).



Grafik 5. Tačni odgovori u procentima (y osa) za različite tipove hrane i različite vrste deformacije stimulusa (x osa) u eksperimentu klasifikacije.



Grafik 6. Tačni odgovori u procentima (y osa) za različite tipove hrane i različite vrste deformacije stimulusa (x osa) u eksperimentu prepoznavanja objekata.

Naš paradoksalni uslov dovodi do sasvim zadovoljavajućeg procenta prepoznavanja u svim slučajevima. Pitanje je koje su to vizuelne karakteristike koje dovode do tačnog prepoznavanja. Jedini vizuelni znak koji preostaje ispitanicima u tom slučaju je tekstura. Značaj vizuelne teksture je demonstriran u brojnim studijama (Landy & Graham, 2004; Li & Zaidi, 2001). U našim eksperimentima efekat teksture je sasvim vidljiv u uspešnom prepoznavanju i klasifikaciji objekata. Ovo nas dovodi do pitanja pravilne manipulacije da bi se dobio finalni odgovor o značaju boje nasuprot obliku. Naime, za studije koje su koristile uniformnu boju (da bi izbegle problem teksture) može se reći da su već uključile sistematsku manipulaciju boje. Jedino veštački objekti imaju uniformnu boju po celoj svojoj površini, prirodini objekti uvek imaju varijabilitet u tonalitetu, svetlini ili zasićenosti. Na žalost, kada se izostave prirodni objekti iz skupa stimulusa više nije moguće ni napraviti fer test za dve grupe teorije, a kad se homogenizuje tekstura više ni jedan objekat u skupu nije zaista prirodan.

Izbor zadataka se takođe pokazuje kao značajan faktor za specifičan doprinos boje pri prepoznavanju objekta. Koristeći stimulse identične našoj kategoriji voće ali primujući sliku ne rečima nego bojom, Lewis i saradnici (Lewis, Pearson, & Khoo, 2013) dobijaju značajne efekte boje. Ukratko, ako deformisanom prikazu objekta prethodi sama boja objekta (umesto naziva ili kategorije), ona ima pozitivan efekat na RT. Autori stoga zaključuju da je boja značajni aspekt znanja o objektu. To je ono što smo i mi očekivali koristeći ovakve stimulse ali nismo uspeli da demonstriramo u zadatku sa jezičkim primom.

Naša studija jeste pokazala da oblik i boja imaju različiti status u prepoznavanju i klasifikaciji i da je oblik objekta informativniji, međutim analiza rezultata pokazuje da je i naša studija uključila dodatne faktore koji su onemogućili jasan test između dve teorije. Ipak ova studija je omogućila posredan uvid u moguće razloge prethodnih kontradiktornih nalaza.

Reference

- Baayen, R. H. (2013). LanguageR: Data sets and functions with Analyzing Linguistic Data: A practical introduction to statistics. R package version 1.4.1. Retrieved from: <http://cran.r-project.org/web/packages/languageR/index.html>
- Barr, D. J. (2013). Random effects structure for testing interactions in linear mixed-effects models. *Frontiers in Psychology*, 4, 328. doi:10.3389/fpsyg.2013.00328
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christiansen, R. H. B., Singmann, H., & Bin, D. (2013). lme4: Linear mixed-effects models using s4 classes and methods [Computer software manual]. R package version 1.1-7. Retrieved from: <http://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115–147. doi:10.1037/0033-295X.94.2.115

- Biederman, I., & Bar, M. (1999). One-shot viewpoint invariance in matching novel objects. *Vision Research*, *39*, 2885–2899. doi:10.1016/S0042-6989(98)00309-5
- Biederman, I., & Gerhardstein, P. C. (1993). Recognizing depth-rotated objects: Evidence and conditions for three-dimensional viewpoint invariance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *19*, 1162–1182. doi:10.1037/0096-1523.19.6.1162
- Biederman, I., & Ju, G. (1988). Surface vs. edge-based determinants of visual recognition. *Cognitive Psychology*, *20*, 38–64. doi:10.1016/0010-0285(88)90024-2
- Bramão, I., Reis, A., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2011). The role of color information on object recognition: A review and meta-analysis. *Acta Psychologica*, *138*, 244–253. doi:10.1016/j.actpsy.2011.06.010
- Cave, C. B., Bost, P. R., & Cobb, R. E. (1996). Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, *22*, 639–653. doi:10.1037/0278-7393.22.3.639
- Grossberg, S., & Mingolla, E. (1985). Neural dynamics of form perception: Boundary completion, illusory figures, and neon color spreading. *Psychological Review*, *92*, 173–211. doi:10.1037/0033-295X.92.2.173
- Hagen, S., Vuong, Q. C., Scott, L. S., Curran, T., & Tanaka, J. W. (2014). The role of color in expert object recognition. *Journal of Vision*, *14*, 9. doi:10.1167/14.9.9
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christiansen, R. H. B. (2014). lmerTest: Linear mixed-effects [Computer software manual]. R package version 2.0-20. Retrieved from: <http://cran.r-project.org/web/packages/lme4/index.html>
- Landy, M. S., & Graham, N. (2004). Visual perception of texture. In L. M. Chalupa & J. S. Werner (Eds.), *The Visual Neurosciences, Volume 2* (pp. 1106–1118). Cambridge: The MIT Press.
- Lewis, D. E., Pearson, J., & Khuu, S. K. (2013). The color “fruit”: Object memories defined by color. *PLoS One*, *8*, e64960. doi:10.1167/13.9.1009
- Li, A., & Zaidi, Q. (2001). Information limitations in perception of shape from texture. *Vision Research*, *41*, 1519–1533. doi:10.1016/S0042-6989(01)00021-9
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman.
- Ostergard, A. L., & Davidoff, I. B. (1985). Some effects of color on naming and recognition of objects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, *11*, 579–587. doi:10.1037/0278-7393.11.3.579
- Radanović, J. i Vaci, N. (2013). Analiza vremena reakcije modelovanjem linearnih mešovutih efekata. *Primenjena psihologija*, *6*, 311–332. doi:10.19090/pp.2013.3.311-332
- Tanaka J. W., & Presnell, L. M. (1999) Color diagnosticity in object recognition. *Perception and Psychophysics*, *61*, 1140–1153. doi:10.3758/BF03207619
- Tanaka J., Weiskopf, D., & Williams, P. (2001). The role of color high-level vision. *Trends in Cognitive Science*, *5*, 211–215. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01626-0
- Therriault, D. J., Yaxley, R. H., & Zwaan, R. A. (2009). The role of color diagnosticity in object recognition and language comprehension. *Cognitive Processing*, *10*, 335–342. doi:10.1007/s10339-009-0260-4
- Ullman, S. (1984). Visual routines. *Cognition*, *18*, 97–159. doi:10.1016/0010-0277(84)90023-4

Tomislav Ludajić

Department of
Psychology, Faculty
of Philosophy,
University of Novi
Sad

Sunčica Zdravković

Department of
Psychology, Faculty
of Philosophy,
University of Novi
Sad

Laboratory for
Experimental
Psychology, Faculty
of Philosophy,
University of Novi
Sad
Laboratory for
Experimental
Psychology, Faculty
of Philosophy,
University of Belgrade

**THE ROLE OF SHAPE AND COLOUR IN
RECOGNITION AND CLASSIFICATION
OF FAMILIAR VISUAL OBJECTS**

There are two distinct approaches concerning the importance of colour and shape in visual recognition and object classification. The first group of theories emphasize the role of shape, while the second propose that the colour is equally important as shape. Hence, the latter group of theories segregate all objects into two categories: 1) HCD, for which colour and shape are equally important visual characteristics and 2) LCD, primary relying on shape. Our goal was to establish the impact of shape and colour in classification and recognition of visual objects. We wanted to determine whether there is a difference in shape and colour contribution when it comes to natural vs. man-made objects. Hence, we used food for our stimuli, given that in this category both natural and man-made objects are equally familiar and frequent, and both possess diagnostic colours. Our results strongly support theories that emphasize the importance of shape both for categorization and object recognition. It seems that colour only plays a role in recognition when shape is so deformed that it is essentially uninformative.

Keywords: object recognition, diagnostic colour, classification, visual recognition, verification task.