

VIZUELNA PRETRAGA ILUZORNIH KONTURA: EFEKTI INDUKOVANE FORME I ORIJENTACIJE

*Vasilije Gvozdenović*¹

Laboratorija za eksperimentalnu psihologiju, Filozofski fakultet u Beogradu

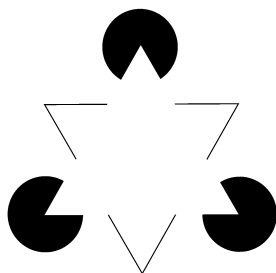
Iluzorne konture predstavljaju specifičnu klasu vizuelnih stimulusa za koje se može reći da predstavljaju stimulusne sklopove koje opažamo kao celovite, bez obzira što su date u fragmentiranim, nedovršenim celinama. U poslednjih deset godina, iluzorne konture zahvaljujući pre svega svojoj specifičnosti predstavljaju prototip stimulusa koji se koristi za ispitivanje tzv. problema vezivanja stimulusnih karakteristika. Takođe, iluzorne konture inspirišu naučnike koji ispituju problem nivoa perceptivne obrade ove klase fenomena. Neurofiziološke studije pokazuju da se obrada iluzornih kontura odvija relativno rano, već na nivou V2, dok sa druge strane većina psihofizičkih, eksperimentalnih studija pokazuje da se iluzorne konture pretražuju uz medijaciju vizuelne pažnje, koja vezuje njihove elemente u celovit opažaj. Naše istraživanje obuhvata dva eksperimenta u kojima je ispitivana vizuelna (osnovna) pretraga iluzornih kontura na osnovu indukovane forme i njene orijentacije. Glavni eksperimentalni zadatak predstavljala je varijanta vizuelne pretrage koju su ustanovili Bravo i Nakajama, gde se umesto detekcije mete kao u klasičnim zadacima, od ispitanika zahteva diskriminacija dve konkurentne mete u zadatku. U prvom eksperimentu, ispitanici su razlikovali iluzornu konturu kvadrata i trougla dok su u drugom eksperimentu detektovali različito orijentisane iluzorne konture trougla (orijentacija a i orijentacija b). Rezultati su interpretirani u skladu sa paradigmom vizuelne pretrage i teorije integracije karakteristika. Ustanovljeno je da pored tipa zadatka vizuelne pretrage, tip pretrage značajno zavisi i od specifičnih svojstava stimulusnog sklopa iluzornih kontura, što dodatno usložnjava problem teorijske interpretacije nivoa njihove percepcije.

Ključne reči: vizuelna pretraga, iluzorne konture, vizuelna pažnja, rano viđenje

¹ Adresa autora: vgvozden@f.bg.ac.yu

Iako su predstavljene sredinom prošlog veka od strane italijanskog geštaltiste, Gaetana Kanice, iluzorne konture tog tipa u poslednjih deset godina izazivaju značajno interesovanje naučnika iz oblasti vizuelne percepcije koji istražuju problem vezivanja stimulusnih karakteristika objekata (Kanisza, 1955; Gray, 1999). Iluzorne konture, prikazane na Slici 1 predstavljaju specifičan stimulusni sklop koji pokazuje da se perceptivne konture ovakvih objekata ne mogu izjednačiti sa fizički predstavljenim konturama, što predstavlja prigodan tip stimulusa koji omogućava ispitivanje vezivanja prostornih elemenata u kvalitativno drugačiji opazaj geometrijske forme.

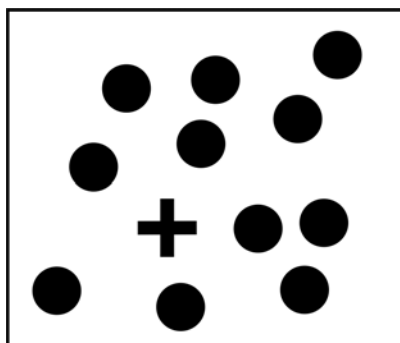
Slika 1: Dvostruko indukovana iluzorna forma trougla (Kanisza, 1955)



U skladu sa svojom teorijskom orijentacijom, Kanica je percepciju ovog fenomena objašnjavao geštaltistički, insistirajući na perceptivnoj ekonomiji vizuelnog sistema, koji funkcioniše po principima jednostavnosti i stabilnosti, tzv. pregnancije težnji. Pored Kanicine geštaltističke teorije, fenomen iluzornih kontura bio je dovoljno intrigantan da proizvede čitavu klasu teorija koje preko različitih principa nastoje da objasne njihovu percepciju. Lešer izdvaja nekoliko klasa teorija: teorija dubine (Coren, 1972), klasa kognitivnih teorija (Gregory, 1972; Rock & Anson, 1979), teorija svetline (Bringer & Gallagher, 1974), teorija prostorne frekvence (Ginsburg, 1975; Becker & Knopp, 1978) i konačno klasa višestapnih teorija (Day & Jory, 1980), (c.f. Leshner, 1995). Jedno od pitanja koje se može postaviti vezano je za nivo obrade iluzornih kontura. Da li se ova klasa stimulusa opaža u ranim fazama obrade po bazičnim geštaltističkim principima organizacije draži, spontano i samoorganizujuće ili je ipak percepcija ovih fenomena vođena procesima koji usmereavaju percepciju, kao što je vizuelna pažnja, shvaćena kao integrator stimulusnih svojstava? Nezavisno od problema percepcije iluzornih kontura, navedena dilema predstavlja jedan od važnijih problema od osamdesetih godina prošlog veka, nakon formulisanja teorije integracije karakteristika Treismanove (Treisman & Gelade, 1980; Treisman 1988). Standardni način ispitivanja delovanja vizuelne pažnje jeste zadatak vizuelne pretrage u kome se od ispitanika traži da identifikuje kritični stimulus, metu, među drugim stimulusima, distraktorima. Glavna zavisna varijabla, vreme pretraživanja u zavisnosti od svojstva mete formira dva karakteristična RT profila. Ukoliko RT raste u funkciji broja elemenata unutar kojih se vrši pretraga, smatra se da je pretraga serijska dok ukoliko vreme pretraživanja ostaje relativno nepromenjeno sa porastom

broja elemenata smatra se da je pretraga paralelna (Neisser, 1967; Wolfe, 1998). Iako dihotomija na serijalnu i paralelnu pretragu ima dugu istoriju (Neisser, 1967; Sternberg, 1969; Schneider & Schiffrin, 1977; Schiffrin & Schneider, 1977; Kinchla 1974; Kinchla, 1992), postaje značajno zapažena nakon formulisanja teorije integracije karakteristika (Treisman & Gelade, 1980; Treisman 1988). U okviru teorije, paralelni profil pretrage se interpretira kroz metaforu ranog viđenja, nivoa opažanja na kojem vizuelni sistem operiše brzo, detektujući osnovna svojstva fizičke stimulacije. Meta u setu vizuelne pretrage, zahvaljujući svojoj istaknutosti u odnosu na ostatak vizuelnog polja iskače i tako se nameće posmatraču koji bez velikog perceptivnog napora detektuje metu sa istom lakoćom, nezavisno od broja distraktora (Slika 2).

Slika 2: Primer iskakanja mete u setu vizuelne pretrage

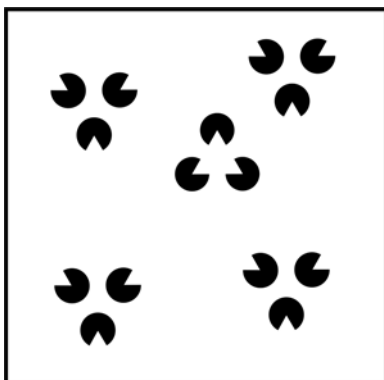


U slučaju kada vreme pretrage zavisi (najčešće raste) od broja elemenata seta, pretraga je serijalna. Meta se perceptivno ne nameće što se interpretira serijalnom inspekcijom seta, pojedinačno kroz svaki element. To sa jedne strane zahteva angažovanje vizuelne (prostorne) pažnje, koja vodi pretragu, a sa druge strane, u eksperimentalnom zadatku, zahteva vreme. Serijalna pretraga je karakteristična za tzv. združenu pretragu, zadatke u kojima je meta definisana dvema karakteristikama. Pregledom literature može se zaključiti da je mnogo više naučne pažnje privukao upravo stadijum ranog viđenja. Prva istraživanja bila su usmerena na otkrivanje svojstava koja se mogu detektovati na ovom nivou opažanja: širina i teksturalni prekidi (Julesz & Bergen, 1983), pokret (Nakayama & Silverman, 1986; Driver et al., 1992), dubina (Enns, 1990). Teorija integracije karakteristika ostvarila je veliki prodor preko uticaja koji je imala na dalji razvoj problema iz oblasti vizuelne pretrage, ali je istovremeno izazvala veliki broj kritika koje su se najčešće fokusirale na koncept ranog viđenja i tezu da za percepciju bazičnih stimulusnih svojstava nije potrebna pažnja. Jedna od najpoznatijih kritika potiče od Nakajame i njegovih saradnika, koji su empirijski pokazali da je koncept paralelne pretrage dovoljno osetljiv na minimalne modifikacije zadatka vizuelne pretrage (Bravo & Nakayama, 1992) pa da stoga ni sama teza o ranom viđenju nije održiva, da zahteva ozbiljnu reviziju ili čak odbacivanje iz nauke (Nakayama & Joseph, 1998). Modifikacija eksperimentalnog

zadatka u kome se umesto klasične detekcije mete od subjekta traži diskriminacija dve konkurentne mete, definisane preko bazičnih stimulusnih karakteristika koje bi prema teoriji trebalo da budu detektovane paralelno, dovodi do drastične izmene u profilima pretrage. Bravo i Nakajama su pokazali da u ovako izmenjenom zadatku, ne samo da se ne dobija paralelan profil pretrage, već da prosečna vremena pretraživanja paradoksalno opadaju u funkciji broja distraktora. Takav nalaz po autorima dokazuje da čak i najprimitivnija detekcija u ovako osmišljenom zadatku zahteva angažovanje vizuelne pažnje (Bravo & Nakayama, 1992). Rezultati ovog istraživanja predstavljaju eksperimentalni nalaz koji ubedljivo osporava osnovne postulate teorije integracije karakteristika.

Zahvaljujući svojoj specifičnosti, iluzorne konture predstavljaju problematičnu kategoriju fenomena kada je u pitanju njihova vizuelna pretraga. Iz psihofizičkih studija nije sasvim jasno da li se ove konfiguracije mogu detektovati na nivou ranog viđenja, ili zahtevaju angažovanje vizuelne pažnje (Leshner, 1995). Na neurofiziološkom nivou ustanovljen je korelat opažanja ovakvih konfiguracija. U svom veoma uticajnom članku, fon der Hajt i saradnici su objavili rezultate merenja moždane aktivnosti na nivou pojedinačnih ćelija koja ukazuju da je neutralni korelat smešten u V2 zoni. Pored toga, merena je i ustanovljena diferencijalna osetljivost ćelija na parametarsko variranje sklopa iluzornih kontura (von der Heydt & Peterhans, 1989; von der Heydt et al., 1984). Jedna od zamerki istraživanju fon der Hajta bilo je i problematično uopštavanje dobijenih nalaza, zahvaljujući činjenici da su subjekti u njihovim merenjima bili majmuni. Međutim, kasnija istraživanja ne samo da su potvrdila prvobitna, već su primenom pozitronske emisije tomografije dokazala sličnu kortikalnu specijalizaciju i kod ljudi (ffytche & Zeki, 1996; Larson et al., 1999). Primenom funkcionalne magnetne rezonance (fMRI) dodatno je potvrđena kortikalna specijalizacija za opažanje iluzornih kontura (Hirssch et al., 1995; Mendola et al., 1999; Kruggel et al., 2001). Jedan deo neurofizioloških istraživanja bio je posvećen kortikalnoj specijalizaciji i temporalnim faktorima u percepciji iluzornih kontura. Početna istraživanja temporalnih faktora svedoče u prilog tezi o ranom viđenju u kojima je ustanovljeno da promena neuralnog signala relativno brzo sledi brzinu prezentacije (cca 100 ms) kako pokazuju merenja dobijena tehnikom registrovanja evociranih potencijala (Hermann & Bosch, 2001) i magnetne encefalografije (Hermann et al., 2000). Nekoliko istraživanja izvršenim nad neanesteziranim rezus majmunima pokazalo je neuralne odgovore u zonama V1 i V2 sa različitim vremenima latencije (Lee & Nguyen; 2001; Proverbio & Zani, 2002). Bez obzira na različite tehnike merenja moždane aktivnosti i probleme istraživanja, neurofiziološki korelat percepcije nesumnjivo je potvrđen u zoni V2 u većini neurofizioloških istraživanja. Međutim, na eksperimentalnom planu, slika nije tako jednoznačna kada je u pitanju opis vizuelne pretrage iluzornih kontura. Prva istraživanja su bila usmerena na problem iskakanja iluzornih kontura u setu vizuelne pretrage (Slika 3).

Slika 3: Primer seta vizuelne pretrage iluzornih kontura sa metom Kanicine forme trougla



U istraživanju koje su izveli Grabovecki i Trizmanova, paralelna pretraga iluzornih kontura nije potvrđena, što govori protiv teze o ranom viđenju iluzornih kontura (Grabowecky & Treisman, 1989). Nasuprot ovom nalazu, neki eksperimenti pokazuju da brzina pretrage ne varira usled povećanja broja elemenata što potvrđuje tezu o ranom viđenju (Donnelly et al., 1991; Davis & Driver, 1998). Doprinos različitim ishodima istraživanja potiče i od varijabilnosti mete koja zahvaljujući mnogobrojnim načinima generisanja, od indukcije iluzornih kontura preko teksturalnih prekidova do originalne Kanicine „packmen“ varijante koji se sreću u različitim eksperimentima (Gurnsey et al., 1992; Donnelly et al., 2000). Jedan deo ranijih istraživanja pokazuje da se pretraživanje iluzornih kontura u standardnom zadatku vizuelne pretrage odvija serijalno (Gvozdenović, 2004a), što se ne menja ni kada je meta smeštena u različito prostorno organizovanim okruženjima distraktora (Gvozdenović, 2004b). U prilog hipotezi o medijaciji vizuelne pažnje u pretrazi i percepciji iluzornih kontura govori i nalaz da je pretraga podložna prostornom i figuralnom primovanju kao i da se percept iluzorne konture formira nakon 150 ms (Gvozdenović, 2004b).

Ovo istraživanje je posvećeno utvrđivanju tipa vizuelne pretrage iluzornih kontura u modifikovanom zadatku vizuelne pretrage koji su ustanovili Bravo i Nakajama (Bravo & Nakajama, 1992). U zadatku koji će biti osmišljen tako da od ispitanika zahteva pretraživanje na osnovu detekcije specifičnih svojstava Kanicinih konfiguracija pokušaćemo da utvrdimo da li se prethodno ustanovljeni serijalni profil pretrage menja u zavisnosti od a) modifikacije zadatka, b) forme koju indukuje iluzorna kontura (globalne karakteristike) i c) orijentacije koju zauzima jedan tip indukovane forme (lokalna svojstva).

EKSPERIMENT 1: VIZUELNA PRETRAGA RAZLIČITIH FORMI ILUZORNIH KONTURA

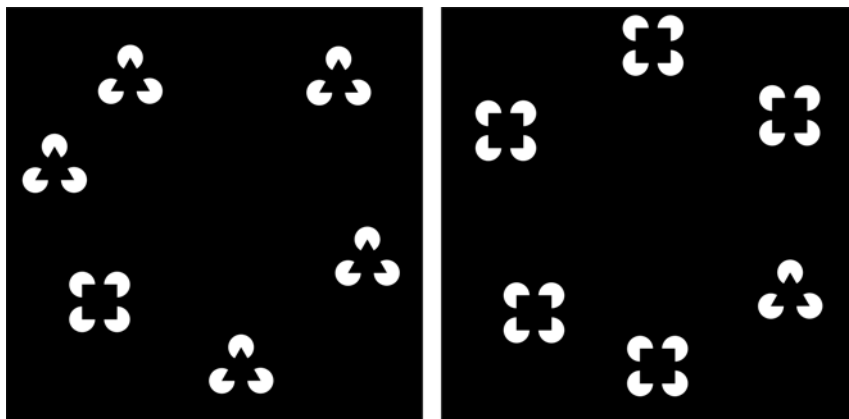
Cilj eksperimenta je bio da ustanovi tip pretraživanja iluzornih kontura kroz modifikovan zadatak vizuelne pretrage. Setovi su osmišljeni tako da su se u njima smenjivale dve konkurentne mete, definisane formom sa iluzornim konturama (kvadrat i trougao) alternativno menjajući status mete i distraktora, dok je zadatak ispitanika bio da detektuju prisustvo pojedinačne mete (kvadrat – trougao).

Metod

Subjekti: U eksperimentu je učestvovalo devet subjekata, studenata prve godine psihologije sa Odeljenja za psihologiju Filozofskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Subjekti nisu bili upoznati sa ciljevima istraživanja i svi su imali normalan ili korigovan vid.

Stimulusi: Setovi vizuelne pretrage su bili sačinjeni tako da se u svakom setu smenjivale dve vrste formi koje indukuju iluzorne konture, tako da je u 50% slučajeva meta bila iluzorni kvadrat a u drugih 50% slučajeva iluzorni trougao (Slika 4). Elementi seta su bili bele, dok je pozadina seta bila crne boje. Pozicija mete varirala je unutar seta po zamišljenoj elipsi u bila je podjednako zastupljena u celom uzorku stimulusa. Induktori iluzornih kontura (packmeni) zauzimali su $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ vizuelnog ugla dok je čitava konfiguracija zauzimala $3.5^{\circ} \times 3.5^{\circ}$ vizuelnog ugla.

Slika 4: Setovi vizuelne pretrage u Eksperimentu 1



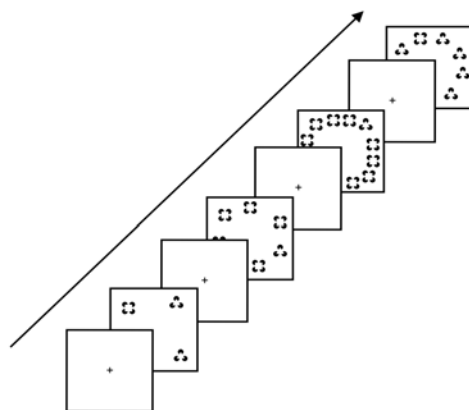
Aparatura: Eksperiment je izveden na PC IBM kompatibilnom računaru, korišćenjem eksperimentalnog programa „Super Lab Pro 2.1 for Windows“. Kao ure-

đaj za prikupljanje podataka korišćen je Microsoft serijski miš koji obezbeđuje mapiranje vremena reakcije sa preciznošću od jedne milisekunde (Abboud, 1997). Stimulusi su izlagani na EIZO monitoru u grafičkom režimu od 800×600 tačaka sa frekvencom osvežavanja ekrana od približno 75 Hz.

Nacrt: Varirana su dva faktora. Prvi faktor bio je tip mete, sa dva nivoa, iluzorna forma kvadrata i trougla. Drugi faktor bio je obim seta sa četiri nivoa. Setovi su imali po 3, 6, 9 i 12 elemenata. Svi faktori su bili ponovljeni po subjektima.

Procedura: Subjekti su sedeli na udaljenosti od 57 cm od ekrana monitora sa fiksiranom glavom na podbratku uz sugestiju da tokom eksperimenta drže fiksiran pogled u centar ekrana. Svaki ispitanik je prošao kroz vežbu od 12 izlaganja. U eksperimentu je ukupno bilo 192 izlaganja. Polovinu izlaganja činili su setovi sa metom iluzorne forme kvadrata a drugu polovinu činili su setovi sa metom iluzorne forme trougla. Zadatak subjekata bio je da pritiskom na taster konstatuju prisustvo jedne od dve konkurentne mete: iluzornog kvadrata odn. trougla. Ispitanici su dobijali obaveštenje u slučajevima greške i prekoračenja kritičnog vremena reakcije koje je iznosilo 2000 ms, nakon kojih je kritično izlaganje bilo ponavljano sve dok subjekt nije dao tačan odgovor u predviđenom vremenskom periodu. Uz uputstvo, ispitanicima je bilo sugerisano da se trude da rade što je moguće brže i da se trude da što je moguće manje greše. Detaljan prikaz eksperimentalne procedure dat je na Slici 5.

Slika 5: Šema eksperimentalne procedure u Eksperimentu 1.

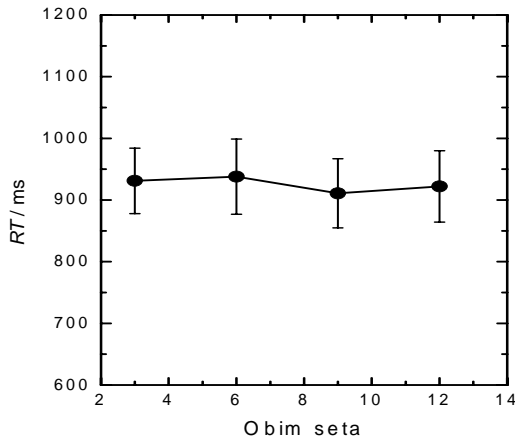


Pre pojavljivanja seta, na ekranu je stajala fiksaciona tačka u periodu od 2000 ms. Redosled izlaganja bio je randomiziran, tako da je svaki ispitanik imao različit redosled prezentacije setova pretrage.

Rezultati i diskusija: Prikupljeni podaci (vreme reakcije i greške) obrađeni su analizom varijanse za ponovljena merenja. Analiza varijanse je pokazala da ni jedan varirani faktor, kako na vremenu reakcije, tako i na greškama ne dostiže statističku značajnost. Takođe, nije ustanovljena ni statistički značajna interakcija dva faktora.

Zavisnost prosečnih vremena pretraživanja od obima seta predstavljena je na Slici 6.

Slika 6: Distribucije prosečnih vremena pretraživanja sa standardnim greškama u zavisnosti od obima seta u Eksperimentu 1



Utvrđeni profil pretrage u kome vreme pretraživanja ostaje relativno nepromenjeno sa porastom broja elemenata seta govori u prilog teze o ranom viđenju iluzornih kontura što je u suprotnosti sa delom dosadašnjih istraživanja (Grabowecky & Treisman, 1989; Gvozdenović, 2004a, 2004b). Prethodne pretrage, definisane detekcijom mete (forme) među distraktorima koje nisu činile korektnu geometrijsku formu pokazale su karakterističan porast vremena pretraživanja u funkciji obima seta. U nešto drugačijem okruženju u odnosu na prethodna istraživanja, kada je alternativna meta smeštena u relativno ureden kontekst (drugi tip iluzornih formi), meta se vizuelno nameće ostatku seta i detektuje se bez očekivane serijalne inspekcije seta. Zanimljivo je da se modifikacijom tipa zadatka nije dobio profil koji su ustanovili Bravo i Nakajama, već profil koji je bliži modelu ranog viđenja iz teorije integracije karakteristika (Bravo & Nakayama, 1992; Treisman & Gelade, 1980; Treisman, 1988).

EKSPERIMENT 2: VIZUELNA PRETRAGA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA ILUZORNIH KONTURA

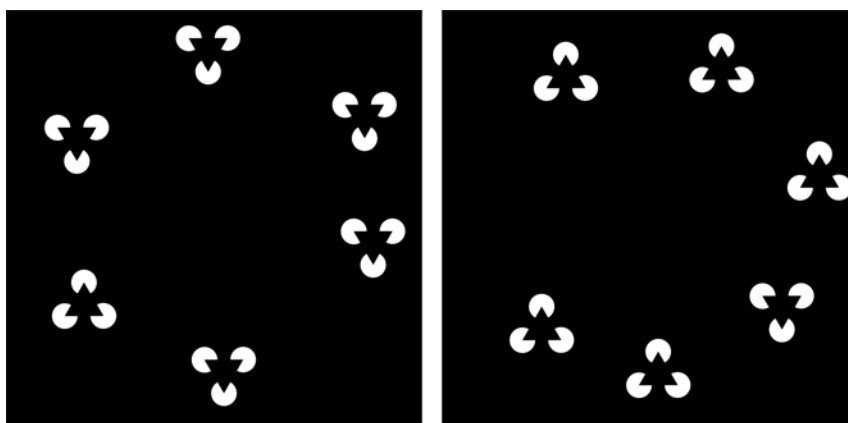
Cilj eksperimenta bio je da ispita dejstvo specifičnog, lokalnog svojstva forme sa iluzornim konturama. U ovom eksperimentu svojstvo mete je definisano specifičnom orijentacijom mete (forma iluzornog trougla), koju su detektovali subjekti (orijentacija uglom na gore i orijentacija uglom na dole).

Metod

Subjekti: U eksperimentu je učestvovalo sedam subjekata, studenata prve godine psihologije sa Odeljenja za psihologiju Filozofskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Subjekti nisu bili upoznati sa ciljevima istraživanja i svi su imali normalan ili korigovan vid.

Stimulusi: Setovi vizuelne pretrage bili su sačinjeni tako da su se u svakom setu smenjivale iluzorna forma različite orijentacije, tako da je u 50% slučajeva meta bila iluzorni trougao orijentisan uglom na gore a u drugih 50% slučajeva iluzorni trougao orijentisan uglom na dole (Slika 7). Elementi seta su bili bele, dok je pozadina seta bila crne boje. Pozicija mete varirala je unutar seta po zamišljenoj elipsi i bila je podjednako zastupljena u celom uzorku stimulusa. Induktori iluzornih kontura (pekmeni) zauzimali su $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ vizuelnog ugla dok je čitava konfiguracija zauzimala $3.5^{\circ} \times 3.5^{\circ}$ vizuelnog ugla.

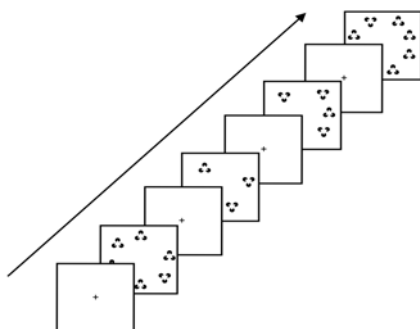
Slika 7: Setovi vizuelne pretrage u Eksperimentu 2.



Aparatura: Ista kao u Eksperimentu 1.

Procedura: Ista kao u Eksperimentu 1. Detaljni prikaz procedure dat je na Slici 8. Zadatak ispitanika bio je da pritiskom na taster detektuju jednu od dve različito orijentisane mete iluzorne forme trougla.

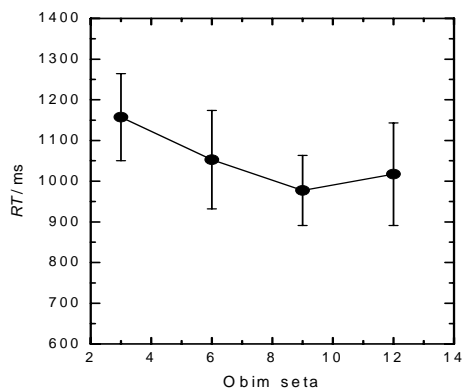
Slika 8: Šema eksperimentalne procedure u Eksperimentu 2.



Pre pojavljivanja seta, na ekranu je bila izložena fiksaciona tačka u periodu od 2000 ms. Redosled izlaganja bio je randomiziran, tako da je svaki ispitanik imao različit redosled prezentacije setova pretrage.

Rezultati i diskusija: Prikupljeni podaci su analizirani analizom varijanse za ponovljena merenja. Profil vremena pretraživanja u zavisnosti od obima seta predstavljen je na Slici 9. Ustanovljeno je da faktor tip mete, ne dostiže statističku značajnost. Drugi faktor, obim seta je statistički značajan, $F(3,18)=10.69$, $p<0.01$. Interakcija dva faktora ne dostiže statističku značajnost. Analiza varijanse na greškama pokazala je da ni jedan faktor, kao ni interakcija dva faktora ne dostižu statističku značajnost.

Slika 9: Distribucije prosečnih vremena pretraživanja sa standardnim greškama u zavisnosti od obima seta u Eksperimentu 2.



Dobijeni profil pretrage je problematičan za interpretiranje kroz teoriju integracije karakteristika iz više razloga. Za razliku od profila ustanovljenog u Eksperimentu 1, pretraga po orijentaciji forme nije paralelna ali nije ni serijalna na način koji

predviđa teoretska dihotomija pretrage. Profil pretraživanja iluzornih kontura po orijentaciji forme veoma je sličan profilu pretrage koju su ustanovili Bravo i Nakajama, sa jedinom razlikom što umesto daljeg pada, poslednje vreme pretraživanja mete sa obimom skupa od 12 elemenata neznatno raste u odnosu na prethodni nivo (Bravo & Nakayama, 1992). Šefeovim naknadnim testom nije pokazana statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima ovih vremena reakcije (tačke 9 i 12 na Slici 9).

ZAVRŠNA DISKUSIJA

Veliki broj sprovedenih istraživanja rasvetlio je mnoge aspekte vizuelne pretrage različite vizuelne stimulacije. Kada je u pitanju pretraga iluzornih kontura, ustanovljeni su krupni problemi kako unutar psihofizičkog nivoa ispitivanja, tako i na relaciji eksperimentalnog i fiziološkog plana istraživanja problema. Na nivou merenja moždanih ćelija dobijeni su rezultati koji na skoro nedvosmislen način govore u prilog ranog viđenja iluzornih kontura i potvrđuju jedan deo eksperimentalnih istraživanja. Sa druge strane, drugi deo eksperimentalnih istraživanja govori u prilog tezi da je vizuelna pretraga ovog fenomena posredovana aktivnom vizuelnom pažnjom, u koje se može svrstati i deo ovog istraživanja.

Ciljevi ovog rada bili su provera teze o značajnoj promeni profila pretrage usled modifikacije zadatka i provera dejstva specifičnih svojstava forme mete u modifikovanom zadatku pretraživanja. Eksperiment 1 pokazao je da bez obzira na modifikaciju zadatka razlika između dva tipa iluzorne forme je dovoljno izražena da se u ovako dizajniranim pretragama meta vizuelno nameće, iskače u vizuelnom polju što rezultira paralelnom pretragom. Rezultati ovog eksperimenta nedvosmisleno pokazuju rezistenciju pretrage na modifikaciju zadatka što istovremeno omogućava eksperimentalnu potvrdu ranog viđenja iluzornih kontura i ne govori u prilog Nakajaminom tvrdnji o neophodnosti vizuelne pažnje za čak i najjednostavnije vizuelne pretrage (Nakayama & Joseph, 1998). Sa druge strane, ovaj nalaz ne ide ni u prilog dosadašnjim nalazima koji su dosledno pokazivali serijalnu pretragu iluzornih kontura (Grabowewy & Triesman, 1989; Gvozdenović, 2004a, 2004b).

Nakon diskusije empirijskih nalaza u okviru stroge teoretske dihotomije možemo postaviti pitanje osetljivosti profila na različita svojstva konfiguracija i konteksta u Eksperimentima 1 i 2. Rezultati oba eksperimenta ostavljaju prostor za spekulaciju dejstva uređenosti seta u kojoj je smeštena meta. Naša ranija istraživanja, oslonjena na pre svega na model iskakanja mete koji su predložili Dankan i Hemfris, pokazala su da okruženje ne igra dovoljno značajnu ulogu da bi promenilo tip pretraživanja (Duncan & Humphreys, 1989; Gvozdenović 2004b). Faktor okruženja se u ovom istraživanju javlja u nešto drugačijem modalitetu. Rezultati Eksperimenta 1 govore da se u maksimalno uređenom kontekstu meta relativno lako nameće razlikom na relaciji formi kvadrat – trougao. Takođe, čini se da se stepen sličnosti setova

sa iluzornim konturama kao u Eksperimentu 1, maksimalno približava setovima sa uobičajenom stimulacijom i gde se detektuje meta na osnovu svojstva forme, npr. kvadrat među trouglovima, što nije bio slučaj sa prethodnim pretragama. Sa druge strane, kada se pretraga oslanja na lokalna svojstva indukovane forme, kao što je recimo orijentacija (Eksperiment 2), pretraga postaje potpuno drugačija od teoretskog objašnjenja i istovremeno zbog specifičnosti stimulacije, osim indikatora angažovanja vizuelne pažnje ne dozvoljava detaljnije poređenje sa podacima Bravo i Nakajame (Bravo & Nakayama, 1992). Može li se nešto novo zaključiti o vizuelnoj pretrazi iluzornih kontura nakon ovog istraživanja? Zaključci o tipovima pretrage koje možemo izvući iz izvedenih eksperimenata podjednako podržavaju, odnosno opovrgavaju dosadašnje nalaze. Sa druge strane, podjednako govore za i protiv teoretskih objašnjenja procesa pretrage, koje proizlaze iz teorije integracije karakteristika, ranog viđenja i angažovanja vizuelne pažnje. Rezultati ovog istraživanja otvaraju nove probleme pretraživanja iluzornih kontura, prvenstveno trasirajući faktore vredne daljeg istraživanja, a pre svih redefinisani faktor okruženja tj. sastava distraktora među kojima je smeštena meta.

LITERATURA

- Abboud, A. (1997). *Super Lab manual*. Cedrus Corporation.
- Becker, M. F., & Knopp, J. (1978). Processing of visual illusions in the frequency and spatial domains. *Perception & Psychophysics*, 23, 521-526.
- Bravo, M., & Nakayama, K. (1992). The role of attention in different visual-search tasks. *Perception & Psychophysics*, 51, 465-472.
- Brigner, W. L., & Gallagher, M. B. (1974). Subjective contour: Apparent depth or simultaneous brightness contrast? *Perceptual and Motor Skills*, 38, 1047-1053.
- Coren, S. (1972). Subjective contours and apparent depth. *Psychological Review*, 79, 359-367.
- Davis, G., & Driver, J. (1998). Kanisza subjective contours can act as occluding surfaces at parallel stages of visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1, 169-184.
- Day, R. H., & Jory, M. K. (1980). A note on the second stage in the formation of illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 27, 89-91.
- Donnelly, N., Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (1991). Parallel computation of primitive shape descriptions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 2, 561-570.
- Donnelly, N., Found, A., & Müller, H. J. (2000). Are shape differences detected in early vision? *Visual Cognition*, 7(6), 719-741.
- Driver, J., McLeod, P., & Dienes, Z. (1992). Motion coherence and conjunction search: Implications for guided search theory. *Perception & Psychophysics* 51, 79-85.

- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 443-458.
- Enns, J. T. (1990b). Three-dimensional features that pop out in visual search. In D. Brogan (Ed.) *Visual Search*. New York, Taylor & Francis.
- Ffytche, D. H., & Zeki, S. (1996). Brain activity related to the perception of illusory contours. *Neuroimage*, 3, 104-108.
- Ginsburg, A. P. (1975). Is the illusory triangle physical or imaginary? *Nature*, 257, 219-220.
- Grabowecky, M., & Treisman, A. (1989). Attention and fixation in subjective contour perception. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 30, 457.
- Gray, C. M., (1999). The temporal correlation hypothesis of visual feature integration: still live and well. *Neuron*, 24, 31-47.
- Gregory, R. L. (1972). Cognitive contours. *Nature*, 238, 51-52.
- Gurnsey, R., Humphrey, G. K., & Kapitan, P. (1992). Parallel discrimination of subjective contours defined by offset gratings. *Perception & Psychophysics*, 52, 263-276.
- Gvozdenović, V. (2004a). Mikrogenetička analiza percepcije amodalnih kontura. *Psihologija*, 37(4), 451-481
- Gvozdenović, V. (2004b). Prostorno-vremenski činioci percepcije iluzornih kontura. *Psihološka istraživanja*, 14, 7-84.
- Hermann, C. S., Mecklinger, A., & Pfeiffer, E. (2000). Magnetoencephalographic responses to illusory figures: early evoked gamma is affected by processing of stimulus features. *International Journal of Psychophysiology*, 38, 265-281.
- Hermann, C. S., & Bosch, V. (2001). Gestalt perception modulates early vision processing. *Neuroreport*, 12, 901-904.
- Hirsch, J., delaPaz, R. L., Relkin, N. R., Victor, J., Kim, K., Li, T., Borden, P., Rubin, N., & Shapley, R. (1995). Illusory contours activate specific regions in human visual cortex: evidence from functional magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academic of Science USA*, 92, 6469-6473.
- Julesz, B., & Bergen, J. R. (1983). Textons, the fundamental elements in preattentive vision and perception of textures. *The Bell System Technical Journal*, 62(6), 1619-1645.
- Kanisza, G. (1955). Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di Psicologia*, 49, 7-30.
- Kinchla, R. A. (1974). Detecting targets in multi-element arrays: A confusability model. *Perception & Psychophysics*, 15, 149-158.
- Kinchla, R. A. (1992). Attention. *Annual Review of Psychology*, 43, 711-742.
- Kruggel, F., Hermann, C. F., Wiggins, C. J., & von Cramon, D. Y. (2001). Hemodynamic and electroencephalographic responses to illusory figures: recording of the evoked potentials during functional MRI. *Neuroimage*, 14, 1327-1336.
- Larsson, J., Amunts, K., Gulyàs, B., Malikovic, A., Zilles, K., & Roland, P. E. (1999). Neuronal correlates of real and illusory contour perception: functional anatomy with PET. *European Journal of Neuroscience*, 11, 4024-4036.

- Lee, T. S., & Nguyen, M. (2001). Dynamics of subjective contour formation in the early visual cortex. *Proceedings of the National Academic of Science USA*, *98*, 1907-1911.
- Lesher, G. W. (1995). Illusory contours: Toward a neurally based perceptual theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *2*(3), 279-321.
- Mendola, J. D., Dale, A. M., Fischl, B., Liu, A. K., & Tootell, R. B. H. (1999). The representation of illusory and real contours in human cortical visual areas revealed by functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, *19*, 8560-8572.
- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, *320*, 264-265.
- Nakayama, K., & Joseph, J. S. (1998). Attention, pattern recognition and pop-out in visual search. In R. Parasuraman (Ed.) *The Attentive Brain*. Cambridge Massachusetts, The MIT Press, London, A Bradford Book.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York, Appleton, Century, Crofts.
- Proverbio, A. M., & Zani, A. (2002). Electrophysiological indexes of illusory contours perception in humans. *Neuropsychologia*, *40*, 261-270.
- Rock, I., & Anson, R. (1979). Illusory contours as the solution to a problem. *Perception*, *8*, 665-681.
- Schiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, *84*, 127-190.
- Schneider, W., & Schiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search and attention. *Psychological Review*, *84*, 1-66.
- Sternberg, S. (1969). Hi-speed scanning in human memory. *Science*, *153*, 652-654.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, *12*, 97-136.
- Treisman, A. (1988). Feature and object: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *40A*, 201-237.
- von der Heydt, R., Peterhans, E., & Baumgatner, G. (1984). Illusory contours and cortical neuron responses. *Science*, *224*, 1260-1262.
- von der Heydt, R., & Peterhans, E. (1989). Mechanisms of contour perception in monkey visual cortex: I. lines of pattern discontinuity. *Journal of Neuroscience*, *9*, 1731-1748.
- Wolfe, J. M. (1998). Visual search. In H. Pashler (Ed.) *Attention*. London, University College London Press.

ABSTRACT

**VISUAL SEARCH OF ILLUSORY CONTOURS:
SHAPE AND ORIENTATION EFFECTS**

Vasilije Gvozdenović

Laboratory of Experimental Psychology, University of Belgrade

Illusory contours are specific class of visual stimuli that represent stimuli configurations perceived as integral irrespective of the fact that they are given in fragmented uncompleted wholes. Due to their specific features, illusory contours gained much attention in last decade representing prototype of stimuli used in investigations focused on binding problem. On the other side, investigations of illusory contours are related to problem of the level of their visual processing. Neurophysiologic studies show that processing of illusory contours proceed relatively early, on the V2 level, on the other hand most of experimental studies claim that illusory contours are perceived with engagement of visual attention, binding their elements to whole percept. This research is focused on two experiments in which visual search of illusory contours are based on shape and orientation. The main experimental procedure evolved the task proposed by Bravo and Nakayama where instead of detection, subjects were performing identification of one among two possible targets. In the first experiment subjects detected the presence of illusory square or illusory triangle, while in the second experiment subject were detecting two different orientations of illusory triangle. The results are interpreted in terms of visual search and feature integration theory. Beside the type of visual search task, search type proved to be dependent of specific features of illusory shapes which further complicate theoretical interpretation of the level of their perception.

***Key words:** visual search, illusory contours, visual attention, early vision*