

## ODNOS FORME, PROSTORNE ORGANIZACIJE I VIZUELNE PAŽNJE U OPAŽANJU ILUZORNIH KONTURA<sup>1</sup>

*Vasilije Gvozdenović<sup>2</sup>*

Laboratorija za eksperimentalnu psihologiju, Univerzitet u Beogradu

*Cilj istraživanja bio je da se ispita uloga forme, prostorne organizacije okruženja i vizuelne pažnje u zadatku vizuelne pretrage iluzornih kontura. Izvedena su tri eksperimenta u kojima je primenjena klasična varijanta zadatka vizuelne pretrage. U prvom eksperimentu, subjekti su detektovali kvadratnu formu među vertikalno i horizontalno orijentisanim linijama. U ostalim eksperimentima, zadatak subjekata bio je da traže iluzornu kvadratnu formu koja je bila smeštena u različito prostorno organizovanim setovima. Na ovaj način je ispitivan uticaj istaknutosti mete unutar različito organizovanih setova. Rezultati pokazuju da je vizuelna pretraga celovite forme paralelna dok su pretrage iluzornih kontura dosledno pokazale serijalni profil. Pored toga, pokazano je da prostorna organizacija seta ima važnu ulogu u detekciji iluzorne forme. Bez obzira na serijalni profil, utvrđeno je da su pretrage brže u slučajevima gde je stepen istaknutosti mete u odnosu na distraktore bio veći.*

**Ključne reči:** *iluzorne konture, vizuelna pažnja, vizuelna pretraga, prostorna organizacija*

---

<sup>1</sup> Ovaj rad je ostvaren u okviru projekta D-149039, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

<sup>2</sup> ✉ [vgvozden@f.bg.ac.rs](mailto:vgvozden@f.bg.ac.rs)

Po teorijama opažanja objekata nastalih iz pristupa koji je inicirala teorija integracije karakteristika, zahvaljujući pre svega angažovanju vizuelne pažnje, objekte koji nas okružuju doživljavamo kao celovite, kompletirane i integrisane unutar perceptivnih celina (Treisman i Gelade, 1980; Treisman, 1988). Ovakav problem se, u oblasti vizuelne percepcije, označava kao problem vezivanja vizuelnih karakteristika (Gray, 1999) a odnosi se na fenomen integrisanja različitih svojstava objekata za koje je utvrđeno da se unutar vizuelnog korteksa relativno nezavisno detektuju i kodiraju i tek u kasnijoj fazi neuralne obrade integrišu u vizuelno kompletiranu celinu. Bez obzira što nije bio eksplicitno formulisan, problem vezivanja vizuelnih karakteristika identifikovan je kroz teoriju integracije karakteristika Treismanove tokom osamdesetih godina prošlog veka (Treisman i Gelade, 1980; Treisman, 1988). U okviru ove teorije specifikovani su eksperimentalno disocirani mehanizmi vizuelne pretrage koji se odvijaju, pre svega u zavisnosti od složenosti vizuelne stimulacije koja se pretražuje. Ukoliko se radi o relativno jednostavnim pretragama, vizuelni sistem operiše paralelno što se objašnjava detekcijom svojstava na nivou pojedinačnih ćelija unutar vizuelnog korteksa. Sa druge strane, kada je reč o relativno složenim pretragama koje zahtevaju vizuelno kombinovanje više od jedne stimulusne karakteristike, sistem funkcioniše serijalno, postupno i sistematično. Opisani mehanizmi pretrage predstavljaju temelje čitave naučne oblasti, koji su proveravani u mnogobrojnim istraživanjima. Sama teorija integracije karakteristika je u nekim detaljima prošla kroz značajne revizije, ali su glavni mehanizmi vizuelne pretrage, kao i principi njihovog aktiviranja, ostali suštinski nepromenjeni (Treisman, 1988; Treisman i Gelade, 1980; Treisman i Sato, 1990). Kao glavni mehanizam integrisanja različitih svojstava objekata, u okviru teorije integracije karakteristika, opisan je fenomen vizuelne pažnje koji autor upoređuje sa nekom vrstom lepka koji spaja neintegrisane karakteristike pretraživanog stimulusa-mete (Treisman, 1988). Uprkos složenosti i višestrukim modalitetima vizuelne pažnje, po mišljenju mnogih autora, jedna od njenih osnovnih funkcija jeste upravo psihološka potpora mehanizma integrisanja stimulusnih svojstava u percepciji objekata (Treisman, 1988; Wright, 1998).

Način aktiviranja vizuelne pažnje, posredstvom prirode stimulacije unutar zadatka vizuelne pretrage, otvara pitanja koja se dotiču kako suštine samog procesa tako i specifičnih konfiguracija stimulacije koja se pretražuje (Wolfe, 2002). Da li je vizuelna pažnja isključivo prostorna, ili je vezana i aktivirana objektom reprezentacijom? Može li se aktivirati samo jednim, kritičnim stimulusom, ili grupom delimično perceptivno obrađenih stimulusa? Deo odgovora na ova pitanja daje teorija integracije karakteristika kroz problem vizuelnog nametanja stimulusa, zahvaljujući kojem se selekcija mete unutar seta odvija pre svega zbog njene istaknutosti (Treisman i Gelade, 1980; Treisman, 1988). Sa druge strane, pristalice koncepta tzv. objektno bazirane vizuelne pažnje, dosledno insistiraju na drugačijem mehanizmu koji objašnjava da se selekcija mete, i samim tim njena ekscentričnost, obezbeđuje aktivacijom bazičnog geštalt zakona sličnosti, koji grupiše pozadinske elemente (distraktore) i tako omogućava perceptivnu selekciju mete u zadatku vizuelne pretrage (Duncan i Humphreys, 1989).

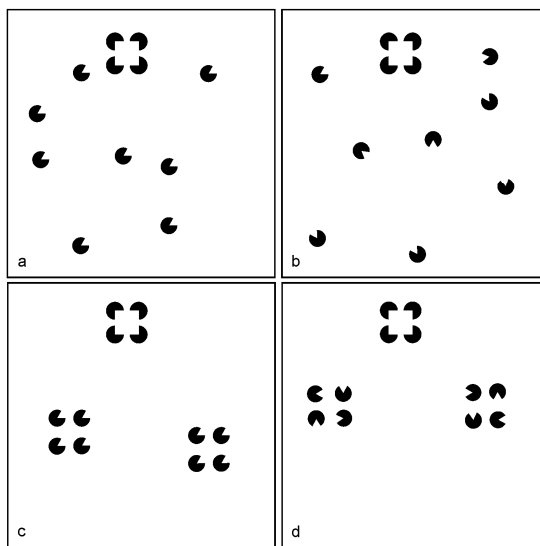
Jedna od manjih celina istraživanja, unutar paradigme vizuelne pretrage, predstavlja vizuelna pretraga iluzornih formi korišćenjem fenomena iluzornih kontura koje je predstavio Kanica sredinom prošlog veka (Kanisza, 1955). Radi se pre svega o opažanju celovite forme (različitih geometrijskih figura, najčešće kvadrata i trougla) kroz relativno komplikovanu, nedovršenu i fragmentirano datu stimulusnu konfiguraciju. Fenomen iluzornih kontura inspirisao je mnoge autore tako da u literaturi srećemo mnoga objašnjenja njihove percepcije koja su formulisana kroz različite pristupe i teorije (vidi više u Petry i Meyer, 1987; Leshner, 1995). Uprkos činjenici da su mnogobrojna istraživanja pokazala različite elemente vizuelne pretrage, čiji se opseg kreće od krupnih mehanizama selekcije, preko sastava distraktora i sofisticiranih karakteristika mete, u poređenju sa glavnim eksperimentalnim nalazima, vizuelna pretraga iluzornih kontura je na samom početku.

U prilog ovakvoj tvrdnji govori i činjenica da inicijalna istraživanja nisu pokazala koherentne nalaze kada je u pitanju tip pretrage ovog fenomena. U prvoj studiji vizuelne pretrage iluzornih kontura koju su predstavili Grabovecki i Trizman, pokazano je da se ovakva stimulacija pretražuju uz aktivnu potporu vizuelne pažnje. Konstatovan je porast vremena pretraživanja u funkciji obima seta (Grabowecky i Triesman, 1989). Ubrzo se ispostavilo da vreme pretraživanja može biti i nezavisno od broja distraktora što potvrđuje tezu o ranom viđenju ovog fenomena (Donnelly i sar., 1991; Driver i Baylis, 1998). Pored toga, ustanovljeno je da profil vremena pretrage zavisi između ostalog i od stimulus konfiguracije koja je primenjena u pretrazi (Gurnsey et al, 1992; Donnelly i sar., 2000). Jedan deo naših istraživanja pokazuje da selekcija mete ima temporalna ograničenja i da je podložna efektima primovanja (Gvozdrenović, 2004) kao i da je osnovna pretraga iluzornih kontura osetljiva na tip indukovane figure, kao i na specifičnost zadatka vizuelne pretrage (Gvozdrenović, 2008). Zaključak koji se može izvesti iz pregleda navedenih radova jeste da kada je u pitanju vizuelna pretraga iluzornih kontura ne možemo se oslanjati na stabilne i mnogo puta potvrđene nalaze u pretraživanju standardne, kompletirane stimulacije (Chun i Wolfe, 2000). Suprotstavljeni nalazi percepcije iluzornih kontura se ne sreću isključivo na eksperimentalnom, psihofizičkom planu. Čitav korpus neurofizioloških istraživanja takođe pokazuje izvesnu nekonzistenciju upravo po pitanju nivoa obrade iluzornih kontura. Intrakranijalnim merenjem na eksperimentalnim životinjama utvrđeno je da se iluzorne konture vizuelno procesiraju na ranim nivoima kao što su zone V2 (von der Heydt i sar., 1984; Leventhal i sar., 1998; Nieder i Wagner, 1999; Bakin i sar., 2000), pa čak i V1 (Redies i sar., 1986; Grosf i sar., 1993; Sheth i sar., 1996; Lee i Nguyen, 2001; Ramsden i sar., 2001). Neki autori su imajući u vidu pre svega ove nalaze, bili skloni da percepciju iluzornih kontura tretiraju kao neku vrstu osnovnog tzv. „*bottom-up*“ procesa, koji počinje detekcijom osnovnih elemenata i završava se perceptivnom integracijom na najvišim nivoima obrade stimulacije (Grosf i sar., 1993; Sheth i sar., 1996; Leventhal i sar., 1998; Albert i Hoffman, 2000). Međutim, postoje i nalazi koji govore u prilog drugom stanovištu koje percepciju iluzornih kontura objašnjava aktivnošću viših moždanih zona kao što su V4, (De Weerd i sar., 1996; Merigan, 1996) i inferotemporalne zone (Huxlin i Merigan, 1998; Huxlin i sar., 2000) kod makaki majmuna. Korišćenjem tehnike vizuelno evo-

ciranih potencijala, utvrđeno je da se kod ljudi modulacija javlja relativno kasno, nakon 150 ms (Brandeis i Lehmann, 1989; Sugawara i Morotomi, 1991; Tallon-Baudry i sar., 1996, 1997; Hermann i sar., 2000; Korshunova, 1999; Csibra i sar., 2000; Hermann i Bosch, 2001), što pored činjenice da se obrada zbiva u području V4 upućuje na ulogu viših instanci u njihovoj perceptivnoj obradi. Sumirajući nalaze iz neurofizioloških istraživanja Marej i saradnici zaključuju da je za sada kako dinamika tako i samo mesto neuralnog procesiranja iluzornih kontura još uvek neodređeno (Murray i sar., 2002).

Naše istraživanje je posvećeno utvrđivanju profila vizuelne pretrage dva bazična tipa kvadratne forme. Kao referentna pretraga biće ustanovljena vizuelna pretraga kompletirane kvadratne forme, dok će sa druge strane, nešto detaljnije biti ispitana i vizuelna pretraga iluzorne kvadratne forme. Sve vizuelne pretrage će biti definisane kao bazične, što podrazumeva pretragu mete na osnovu jedne karakteristike, kompletirane ili iluzorne kvadratne forme. Drugi aspekt ovog istraživanja predstavlja testiranje delovanja modela grupisanja pozadinskih elemenata, Dankana i Hemfrisa u pretrazi iluzornih kontura (Duncan i Humphreys, 1989). Model će biti ispitan variranjem okruženja, preko sastava distraktora koji će potencijalno činiti metu više ili manje uočljivom. Iz modela pozadinskih elemenata sledi da će meta biti istaknutija u uređenijim, uniformnijim okruženjima, što bi trebalo da inicira dejstvo geštalt zakona koji bi doprineli efikasnosti vizuelne pretrage mete.

*Slika 1: Prostorna organizacija setova vizuelne pretrage iluzornih kontura*



Prostorna organizacija seta će biti varirana na dva načina:

a) Induktori iluzornih kontura mogu se postorno organizovati kao pojedinačni, nasumično (haotično) raspoređeni elementi, čineći tako okruženje sa negrupisanim

distraktorima (Slika 1a-b). Nasuprot tome, induktori iluzornih kontura mogu biti prostorno organizovani tako da čine skup od četiri prostorno grupisanih elemenata koji su međusobno orijentisani tako da ne čine kvadratnu iluzornu formu. Ovakvo okruženje čine prostorno grupisani distraktori (Slika 1c-d).

b) Bez obzira da li su distraktori grupisani ili negrupisani, njihova prostorna organizacija može biti varirana kroz manipulaciju unutar njihovog sastava. Na taj način moguće je generisati dva nova tipa prostorne organizacije seta. Ukoliko su distraktori uniformno orijentisani činiće homogeno (Slika 1a-c) i nasuprot tome, ukoliko su različito orijentisani činiće heterogeno okruženje (Slika 1b-d). Prema ovim kriterijumima, biće ispitana bazična vizuelna pretraga iluzorne kvadratne forme u četiri različita okruženja: negrupisanom homogenom, negrupisanom heterogenom, grupisanom homogenom i grupisanom heterogenom okruženju.

## **EKSPERIMENT 1: BAZIČNA PRETRAGA FORME**

Eksperiment je imao za cilj da utvrdi referentni profil osnovne pretrage kvadratne forme. Primenjen je klasičan zadatak vizuelne pretrage u kome su ispitanici detektovali prisustvo kvadratne forme koja je bila smeštena među horizontalno i vertikalno orijentisanim linijama.

### **Metod**

#### *Subjekti*

U eksperimentu je učestvovalo devet subjekata, studenata prve godine psihologije. Svi subjekti su imali normalan ili korigovan vid i niko od njih nije bio upoznat sa ciljevima istraživanja.

#### *Stimulusi*

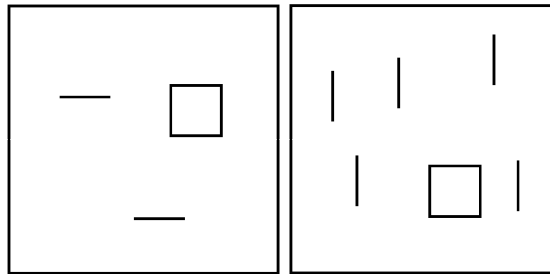
Setovi vizuelne pretrage sačinjeni su od horizontalno i vertikalno orijentisanih linija (distraktora). Figura kvadrata pojavljivala se pravilno po zamišljenoj elipsi na šest različitih pozicija. Elementi seta (distraktori i meta) bili su bele dok je pozadina seta bila crne boje. Na Slici 2 prikazan je pozitivan set sa tri elementa (levo) i sa šest elemenata (desno).

#### *Aparatura*

Eksperiment je izveden korišćenjem „Super Lab 2.04 for Windows“ paketa na PC računaru. Stimulusi su izlagani na EIZO monitoru, u grafičkom režimu od 800 ×

600 tačaka sa frekvencom osvežavanja ekrana od približno 75 Hz. Kao instrument za davanje odgovora korišćen je Majkrosoft miš (Microsoft mouse) koji priključen na COM port računara, obezbeđuje registrovanje vremena reakcije sa preciznošću do jedne milisekunde.

*Slika 2: Stimulusi u Eksperimentu 1*



### *Nacrt*

U eksperimentu su varirana dva faktora. Prvi faktor bio je tip seta koji je varirao na dva nivoa, pozitivni setovi koji sadrže i negativni setovi koji ne sadrže metu. Drugi faktor, obim seta, varirao je na četiri nivoa. Svaki set prikazan je u obimu od 3, 6, 9 i 12 elemenata.

### *Procedura*

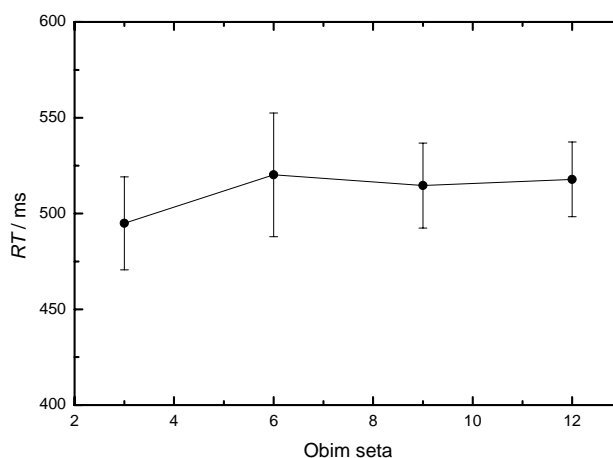
Subjeki su sedeli na udaljenosti od 57 cm od ekrana računara, sa fiksiranom bradom na podbratku. U uputstvu, subjektima je naglašeno da tokom eksperimenta što manje pomeraju glavu i da se pritom trude da pogled drže fiksiran u centru ekrana. Zadatak ispitanika bio je da pritiskom na odgovarajući taster miša što je moguće brže i preciznije detektuju prisustvo, odn. odsustvo figure kvadrata u setu vizuelne pretrage. Eksperimentalna procedura se sastojala od fiksacione tačke, koja je bila prikazana u ekspoziciji od 1500 ms, zatim se pojavljivao set vizuelne pretrage koji je ostajao prisutan na ekranu do trenutka davanja odgovora, ili do isteka kritičnog vremena reagovanja koje je iznosilo 1500 ms. Nakon tog roka, subjektima je kritično izlaganje bilo ponavljano sve do davanja blagovremenog i tačnog odgovora. Vrednosti vremena reakcije koje su registrovane nakon kritičnog perioda, kao i, u slučajevima greške, naknadno su bivali izbačeni iz analize, a njihove vrednosti zamenjene prosečnim vrednostima za konkretnu situaciju. U ogledu je ukupno bilo 96 izlaganja. Sva izlaganja bila su randomizirana.

## Rezultati i diskusija

Prikupljeni podaci (vremena reakcije i tačnost pretrage) obrađeni su analizom varijanse za ponovljena merenja. Vrednost vremena reakcije izvedena je kao prosečna mera 12 sirovih merenja za svaku eksperimentalnu situaciju. Analiza obavljena na obema varijablama, vremenu i tačnosti pretraživanja, pokazala je da ni jedan faktor, kao ni njihova interakcija, nisu statistički značajni. Profil vremena pretraživanja pozitivnih setova sa standardnim greškama merenja predstavljen je na Slici 3.

Korelacionom analizom obima seta i vremena pretraživanja utvrđeni su sledeći podaci: koeficijent korelacije iznosi 0.38, nagib funkcije vremena pretraživanja iznosi 1.61 ms. Ustanovljeni koeficijenti ne dostižu nivo statističke značajnosti. Ustanovljeni profil vremena reakcije u kome ne dolazi do promene vremena pretraživanja u funkciji obima seta, karakterističan je za paralelne pretrage. U prilog ovoj tezi govore i rezultati, kako analize varijanse tako i korelacione analize, gde nisu ustanovljeni statistički značajni efekti. Eksperimentalni nalazi su pokazali da je figura kvadrata u ovakvom okruženju dovoljno vizuelno nametljiva (vidi Sliku 2), što kasnije omogućava njenu detekciju bez velikog perceptivnog napora.

*Slika 3: Distribucije prosečnih vremena pretraživanja u Eksperimentu 1*



## **EKSPERIMENT 2: VIZUELNA PRETRAGA ILUZORNE KVADRATNE FORME U NEGRUPISANOM SASTAVU DISTRAKTORA**

Ovim eksperimentom istovremeno je bilo planirano da se ispita profil pretraživanja iluzornih kontura i potencijalni efekat okruženja distraktora.

### **Metod**

#### *Subjekti*

U eksperimentu je učestvovalo 11 subjekata, studenata prve godine psihologije. Svi subjekti su imali normalan i korigovan vid i niko od njih nije bio upoznat sa ciljevima istraživanja.

#### *Stimulusi*

Setovi vizuelne pretrage sačinjeni su tako da je meta, kvadratna iluzorna forma, bila smeštena među prostorno odvojenim uniformno odn. različito orijentisanim elementima stimulusne konfiguracije (Slika 1a i b). Elementi seta (distraktori i meta) bili su bele dok je pozadina bila crne boje.

#### *Aparatura*

Ista kao u Eksperimentu 1.

#### *Nacrt*

U eksperimentu su varirana tri faktora. Prvi faktor, tip seta, varirao je na dva nivoa. Polovina setova je bila pozitivna, tj. sadržala je metu, dok je druga polovina bila negativna, tj. nije sadržala metu. Drugi faktor bio je sastav distraktora, koji je varirao na dva nivoa: polovina setova je imala homogen dok je druga polovina setova imala heterogen sastav. Poslednji, treći faktor, obim seta, varirao je na četiri nivoa. Svi setovi su imali po 3, 6, 9, i 12 elemenata. Svi faktori su bili ponovljeni po subjektima.

#### *Procedura*

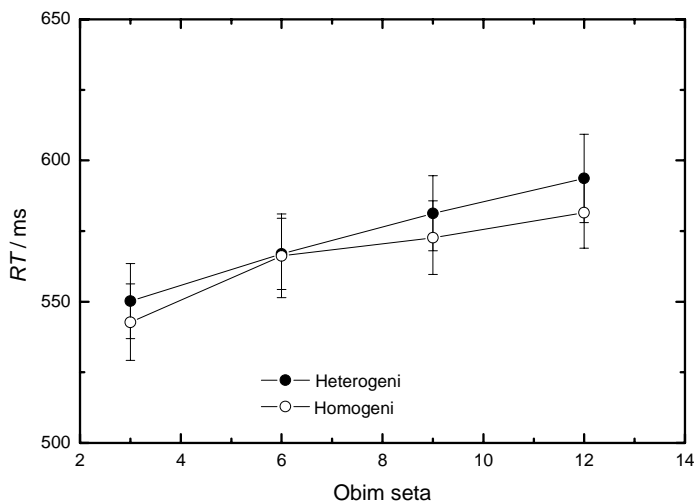
Osim razlike u karakteristici mete, elementi eksperimentalne procedure su isti kao u proceduri primenjenoj u Eksperimentu 1.



## Rezultati i diskusija

Prikupljeni podaci (vreme i uspešnost pretrage) analizirani su analizom varijanse za ponovljena merenja. Analiza glavnih efekata vremena pretraživanja [tip  $\times$  sastav  $\times$  obim seta] je pokazala sledeće rezultate. Pozitivni setovi se značajno brže pretražuju u odnosu na negativne, o čemu svedoči značajan faktor tipa seta:  $F(1,10)=5.41$ ,  $p<.05$ . Sastav seta se takođe pokazao kao značajan,  $F(1,10)=45.92$ ,  $p<.01$  i ukazuje da se homogeni setovi brže pretražuju u odnosu na heterogene. Varijancijom obima seta, menjalo se i vreme pretraživanja, o čemu govori značajan faktor obima seta,  $F(3,30)=58.78$ ,  $p<.01$ . Analiza u koju su ušli samo pozitivni setovi [sastav  $\times$  obim seta] pokazala je da se homogeni setovi značajno brže obrađuju u odnosu na heterogene:  $F(1,10)=1.64$ ,  $p<.01$ . Faktor obim seta se i u ovoj analizi izdvojio kao značajan faktor, sa porastom obima seta menja se i vreme pretraživanja:  $F(3,30)=43.25$ ,  $p<.01$ . Dvostruka interakcija [sastav  $\times$  obim seta], ne dostiže nivo statističke značajnosti. Na Slici 4 prikazane su prosečne vrednosti vremena pretraživanja pozitivnih setova sa standardnim greškama merenja u zavisnosti od sastava i obima seta.

Slika 4: Distribucije vremena pretraživanja u Eksperimentu 2



Analizom distribucija vremena pretraživanja, prikazanim na Slici 4, zaključeno je da se pretraga obavlja serijalno. Sa porastom obima seta, vreme pretraživanja pravilno raste kod distraktora homogenog i heterogenog sastava. U prilog ovome govori analiza varijanse vremena pretrage koja je pokazala da je u analizi homogenih setova faktor obima značajan,  $F(3,10)=27.05$ ,  $p<.01$ . Sličan nalaz ustanovljen je i u analizi pretrage setova heterogenog sastava distraktora. Faktor obima seta je statistički

značajan:  $F(3,10)=10.34$ ,  $p<.01$ . Korelaciona analiza je ukazala da se radi o pravilnom porastu vremena pretrage u zavisnosti od obima seta. Kao argumenti koji ubedljivo govore u prilog tezi o serijalnoj vizuelnoj pretrazi mogu se istaći rezultati korelacione analize. Koeficijent korelacije vremena pretrage i obima homogenih setova iznosi 0.91, nagib funkcije iznosi 4.08 ms po obimu seta. Kada su u pitanju setovi heterogenog sastava, trend ostaje sličan: koeficijent korelacije iznosi 0.99, a nagib funkcije iznosi 4.82 ms.

U prilog tezi koja govori o delovanju pozadinskog grupisanja elemenata seta govori nalaz o tome da su se homogeni setovi značajno brže pretraživali u odnosu na negativne. Zahvaljujući pre svega istoj orijentaciji, pri pretraživanju homogenih setova distraktori se grupišu po zakonu sličnosti u jednu celinu, što omogućava jasniju perceptivnu demarkaciju na relaciji distraktori – meta. Posledica ovakve perceptivne organizacije jeste brža selekcija i opažanje mete.

### **EKSPERIMENT 3: VIZUELNA PRETRAGA ILUZORNE KVADRATNE FORME U NEGRUPISANOM SASTAVU DISTRAKTORA**

U eksperimentu je bilo ispitivano dejstvo drugačijeg okruženja distraktora u vizuelnoj pretrazi iluzorno indukovane kvadratne forme. Iluzorno indukovana kvadratna forma je bila smeštena u prostorno grupisano okruženje distraktora za koje pretpostavljamo da će drugačije delovati u odnosu na okruženje u prethodnom eksperimentu.

#### **Metod**

##### *Subjekti*

U eksperimentu je učestvovalo 16 subjekata, studenata prve godine psihologije. Svi subjekti su imali normalan ili korigovan vid i niko od njih nije bio upoznat sa ciljevima istraživanja.

##### *Stimulusi*

Osim prostorne organizacije distraktora, stimulusi su bili isti kao stimulusi u Eksperimentu 2. Detaljni prikaz je dat na Slici 1c-d.

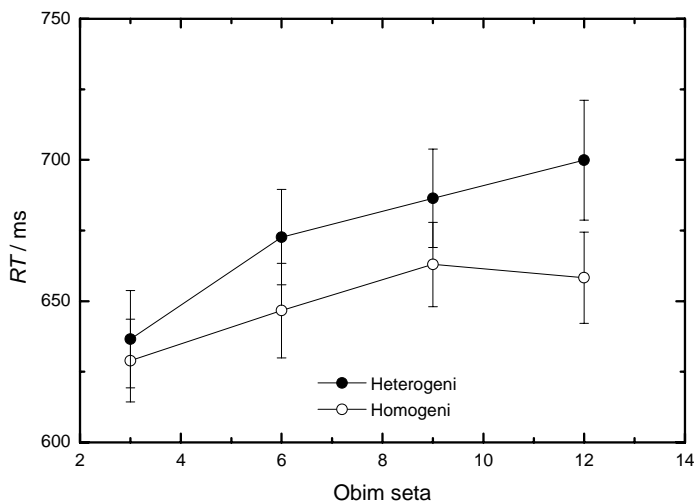
*Aparatura, Nacrt i Procedura:*

Isti kao u Eksperimentu 2.

### Rezultati i diskusija

Prikupljeni podaci, vreme i uspešnost pretrage obrađeni su analizom varijanse za ponovljena merenja. Analiza [tip × sastav × obim seta] pokazala je da je očekivani efekat tipa seta značajan,  $F(1,15)=21.30$ ,  $p<.01$ , koji govori da se pozitivni setovi brže pretražuju u odnosu na negativne. Drugi faktor, sastav seta, takođe dostiže značajnost,  $F(1,15)=49.85$ ,  $p<.01$  i ukazuje da se homogeni setovi brže pretražuju u odnosu na heterogene. Statistički je značajan i faktor obima seta,  $F(3,45)=53.75$ ,  $p<.01$ , preko kojeg je konstatovano da se promenom obima seta, menja i vreme njegovog pretraživanja. Analiza pozitivnih setova [sastav × obim seta], je pokazala da se homogeni setovi značajno brže pretražuju u odnosu na heterogene,  $F(1,15)=35.35$ ,  $p<.01$ . Takođe, faktor obim seta je dostigao značajnost,  $F(3,45)=24.31$ ,  $p<.01$ . Konačno, interakcija [sastav × obim seta] se takođe pokazuje kao statistički značajna,  $F(3,45)=4.02$ ,  $p<.01$ . Distribucije vremena pretrage sa standardnim greškama merenja u zavisnosti od obima i sastava pozitivnih setova predstavljene su na Slici 5.

*Slika 5: Distribucije vremena pretraživanja u Eksperimentu 3*



Pregledom Slike 5, vidi se da vreme pretrage raste zajedno sa porastom obima seta. Izuzetak predstavlja prosečno vreme pretrage homogenih setova obim od 12

elemenata koje je bilo neznatno niže u odnosu na prethodno vreme (skup od 9 elemenata). Razlika od 5 ms se primenom Šefeovog naknadnog testa, nije pokazala kao značajna. Korelaciona analiza je pokazala da se kod oba sastava seta vreme pretraživanja produžava sa povećanjem obima. U korelacionoj analizi homogenih setova ustanovljeni koeficijent korelacije iznosi 0.89 a nagib funkcije 3.48 ms po obimu seta. Slična struktura je ustanovljena i kod heterogenih setova, koeficijent korelacije je nešto viši i iznosi 0.97 dok nagib funkcije iznosi 6.8 ms po obimu seta. Ovakav porast vremena reakcije u zavisnosti od obima seta karakterističan je za serijalne vizuelne pretrage. Glavni efekat sastava seta, istovetan je efektu ustanovljenom u Eksperimentu 1, gde je takođe pokazano da se setovi sa homogenim sastavom distraktora značajno brže pretražuju u odnosu na heterogene. Manipulacija prostornom organizacijom čini metu vizuelno istaknutijom u setovima homogenog u odnosu na setove heterogenog sastava, što jeste u skladu sa predikcijom modela grupisanja pozadinskih elemenata koji je proveravan u Eksperimentima 1 i 2.

## ZAVRŠNA DISKUSIJA

Ovo istraživanje je prvenstveno bilo usmereno na utvrđivanje tipa pretrage iluzornih kontura i na testiranje specifičnih efekata u okviru pretraga različitog okruženja unutar kojih je bila smeštena meta. Zahvaljujući pre svega složenosti konfiguracije elemenata koji čine iluzorno indukovanu formu, status pretrage iluzornih kontura nije u potpunosti bio uporediv sa profilima pretraga kompletne stimulacije. Neki autori smatraju spornom diskusiju o tretiranju oblika kao bazičnog svojstva u vizuelnoj pretrazi (Wolfe, 2000; McLeod i sar., 1988). Po njima, složenost različitih oblika, počevši od onih najjednostavnijih ipak zahteva neku vrstu združivanja svojstva. Recimo, ako bi u pitanju bila pretraga slova X, minimalno zahtevna analiza nalaže diskusiju potencijalnog združivanja dve različite orijentacije koje čine strukturu slova mete. U Eksperimentu 1, vizuelna pretraga je dizajnirana kao referentna pretraga kompletirane kvadratne forme. Setovi su bili sačinjeni tako da čine kvadratnu formu metom, dok su distraktori u podjednakom broju bili horizontalno i vertikalno orijentisane linije (Slika 2). Vizuelna pretraga u Eksperimentu 1, na osnovu operacionally definisanog kriterijuma, odnosa vremena pretrage i obima seta, može se tretirati kao paralelna. Vreme pretrage ne raste i nezavisno je od broja elemenata, o čemu govore ustanovljeni rezultati. Struktura rezultata dobijenih u Eksperimentima 2 i 3, u kojima je u različitim sastavima setova pretraživana iluzorno indukovana figura kvadrata, pokazuje da je nezavisno od okruženja, pretraga dosledno serijalna. Razlike u efikasnosti pretrage, ustanovljene pri pretraživanju setova homogenog i heterogenog sastava, govore u prilog predikcije modela grupisanja pozadinskih elemenata Dankana i Hemfrisa (Duncan i Humphreys, 1989). Rezultati eksperimenata 2 i 3 govore više u prilog pretpostavci da se opažanje iluzornih kontura u različitim kontekstima odvija kroz interakciju dva mehanizma. Prvi mehanizam predstavlja bazič-

ni geštalt princip sličnosti, koji kroz grupisanje distraktora čini metu istaknutijom i istovremenu pretragu efikasnijom. Drugi je integrativni mehanizam vizuelne pažnje koji je, čini se, neophodan za opažanje komplikovanih perceptivnih sklopova, kao što su nedovršene forme, iluzorne konture. Ovakav zaključak pre svega sledi iz razlike u profilu pretrage ustanovljenom u Eksperimentu 1 i profila koji su ustanovljeni Eksperimentima 2 i 3. Na kraju, može se postaviti pitanje koliko se percepcija iluzornih kontura uklapa u paradigmu tipova pretraga i objašnjenja koja slede iz teoretskog okvira? Naročito je za ovo pitanje važna primedba o ograničenjima nekih stimulusnih svojstava koja nas upozoravaju da je na empirijskom planu moguće ustanoviti paralelan profil pretrage stimulacije, ali da istovremeno nije moguće dosledno interpretirati takve rezultate u duhu teorije (pretraga oblika, slova, lica i sl). Moglo bi se reći da isto važi i za vizuelnu pretragu iluzornih kontura. Da li je moguće dosledno interpretirati eventualnu paralelnu pretragu ovakvih fenomena? Odgovor na ovo pitanje bi mogao zavistiti od neurofizioloških nalaza o postojanju specijalizovanih ćelija za opažanje iluzornih kontura koji su, kao i psihofizički nalazi, neusaglašeni. Imajući u vidu strukturu rezultata izvedenih eksperimenata, možemo da zaključimo da uz sve specifičnosti, opažanje i pretraga iluzornih kontura zahteva angažovanje vizuelne pažnje koja u različitim okruženjima može biti nadgradnja bazičnih geštalt principa, pre svih principa dobre forme, sličnosti i blizine.

## LITERATURA

- Bakin, J. S., Nakayama, K., & Gilbert, C. D. (2000). Visual responses in monkey areas V1 and V2 to three-dimensional surface configurations. *Journal of Neuroscience*, 20, 8188–8198.
- Brandeis, D., & Lehmann, D. (1989). Segments of event-related potential map series reveal landscape changes with visual attention and subjective contours. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 73, 507–519.
- Chun, M. M., & Wolfe, J. M. (2005). *Visual Attention*. In E. B. Goldstein (Ed.), *Blackwell Handbook of Sensation and Perception*. Malden, Blackwell Publishing.
- Csibra, G., Davis, G., Spratling, M. W., & Johnson, M. H. (2000). Gamma oscillations and object processing in the infant brain. *Science*, 290, 1582–1585.
- De Weerd, P., Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (1996). Cue-dependent deficits in grating orientation discrimination after V4 lesions in macaques. *Vision Neuroscience*, 13, 529–538.
- Donnelly, N., Found, A., & Müller, H. J. (2000). Are shape differences detected in early vision? *Visual Cognition*, 7(6), 719–741.
- 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.

- Driver, J., & Baylis, G. C. (1989). Movement and visual attention: The spotlight metaphor breaks down. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 448-456.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 443-458.
- 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.
- Grosf, D. H., Shapley, R. M., & Hawken, M. J. (1993). Macaque V1 neurons can signal "illusory" contours. *Nature*, 365, 550-552.
- Gurnsey, R., Humphrey, G. K., & Kapitan, P. (1992). Parallel discrimination of subjective contours defined by offset gratings. *Perception & Psychophysics*, 52, 263-276.
- Gvozdenović, V. (2004). Mikrogenetička analiza percepcije amodalnih kontura. *Psihologija*, 37(4), 451-481.
- Gvozdenović, V. (2008). Vizuelna pretraga iluzornih kontura: efekti indukovane forme i orijentacije. *Psihologija*, 41(1), 53-67.
- Hermann, C. S., & Bosch, V. (2001). Gestalt perception modulates early vision processing. *Neuroreport*, 12, 901-904.
- 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.
- Huxlin, K. R., Saunders, R. C., Marchionini, D., Pham, H. A., & Merigan, W. H. (2000). Perceptual deficits after lesions of inferotemporal cortex in macaques. *Cerebral Cortex*, 10, 671-683.
- Huxlin, K. R., & Merigan, W. H. (1998). Deficits in complex visual perception following unilateral temporal lobectomy. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 395-407.
- Kanizsa, G. (1955). Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di Psicologia*, 49, 7-30.
- Korshunova, S. G. (1999). Visual evoked potentials induced by illusory outlines (Kanizsa's square). *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 29, 695-701.
- 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.
- Leshner, G. W. (1995). Illusory contours: Toward a neurally based perceptual theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(3), 279-321.
- Leventhal, A. G., Wang, Y., Schmolesky, M. T., & Zhou, Y. (1998). Neural correlates of boundary perception. *Vision Neuroscience*, 15, 1107-1118.
- McLeod, P., Driver, J., & Crisp, J. (1998). Visual search for conjunctions of movement and form is parallel. *Nature*, 332, 154-155.
- Merigan, W. H. (1996). Basic visual capacities and shape discrimination after lesions of extrastriate area V4 in macaques. *Vision Neuroscience*, 13, 51-60.

- Murray, M. M., Wylie, G. R., Higgings, B. A., Javitt, D. C., Schoreder, C. E., & Foxe, J. J. (2002). The Spatiotemporal dynamics of illusory contour processing: Combined high-density electrical mapping, source analysis, and functional magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience*, 22(12), 5055–5073.
- Nieder, A., & Wagner, H. (1999). Perception and neuronal coding of subjective contours in the owl. *Nature Neuroscience*, 2, 660–663.
- Petry, S., & Meyer, G. E. (1987). *The Perception of Illusory Contours*. New York: Springer-Verlag.
- Ramsden, B. M., Hung, C. P., & Roe, A. W. (2001). Real and illusory contour processing in area V1 of the primate: a cortical balancing act. *Cerebral Cortex*, 11, 648–665.
- Redies, C., Crook, J. M., & Creutzfeldt, O. D. (1986). Neuronal responses to borders with and without luminance gradients in cat visual cortex and dorsal lateral geniculate nucleus. *Experimental Brain Research*, 61, 469–481.
- Sheth, B. R., Sharma, J., Rao, S. C., & Sur, M. (1996). Orientation maps of subjective contours in visual cortex. *Science*, 274, 2110–2115.
- Sugawara, M., & Morotomi, T. (1991). Visual evoked potentials elicited by subjective contour figures. *Scandinavian Journal of Psychology*, 32, 352–357.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Delpuech, C., & Pernier, J. (1996). Stimulus specificity of phase-locked and non-phase-locked 40 Hz visual responses in human. *Journal of Neuroscience*, 16, 4240–4249.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Wienbruch, C., Ross, B., & Pantev, C. (1997). Combined EEG and MEG recordings of visual 40 Hz responses to illusory triangles in human. *Neuroreport*, 8(5), 1103–1107.
- Treisman, A. (1988). Feature and object: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 201–237.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Treisman, A., & Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 16, 459–478.
- von der Heydt, R., Peterhans, E., & Baumgatner, G. (1984). Illusory contours and cortical neuron responses. *Science*, 224, 1260–1262.
- Wolfe, J. M. (2000). Visual Attention. In K. K. De Valois (Ed.), *Seeing*. San Diego: Academic Press.
- Wright, R. D. (1998). *Visual Attention*. New York: Oxford University Press.

ABSTRACT

**FORM, SET ORGANIZATION AND VISUAL ATTENTION IN  
ILLUSORY CONTOURS PERCEPTION**

*Vasilije Gvozdenović*

Laboratory of Experimental Psychology, University of Belgrade

The aim of the study was the investigation of form, spatial set organization and visual attention in visual search of illusory contours. Three visual search experiments were conducted. In the first experiment, where the simple detection procedure was used, subject's task was to detect square among vertical and horizontal lines. Other experiments investigated visual search of illusory contours in four different set organizations. Introduction of set organization was the way of manipulation of target's eccentricity among other elements. Analysis showed different type of search of the regular and the illusory square figure. The search profile of the regular square proved to be parallel, while all the searches of the illusory squares remained serial. Set organization had important role in visual search of illusory contours. Regardless of serial profile, visual search was faster in cases where target figure was more salient due to the background elements organization.

**Key words:** illusory contours, visual attention, visual search, set organization