

## Opažanje forme u tačkastim sklopovima

U sklopovima tačaka moguće je opaziti konture različitih formi. Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi koji je minimalan broj tačaka potreban da bi se opazila određena forma. Oslanjajući se na geštaltističke ideje o primatu dobre forme u opažanju, pretpostavili smo da će se pravilne forme lakše opaziti od nepravilnih, tj. da je za prepoznavanje pravilnih formi potreban manji broj elemenata. Izvedeno je istraživanje u kojem su ispitanicima bile izložene tri grupe tačkastih sklopova: kružni, kvadratni, trouglasti i nepravilni (ameboidni). Sve grupe sadržale su sklopove sa različitim brojem tačaka (4, 8, 12, 16 i 20). Zadatak ispitanika bio je da odgovori da li u prikazanom sklopu opaža datu formu. Iz proporcija potvrđenih odgovora, primenom Spirmanovog sumacionog postupka, izračunate su vrednosti donjeg praga opažanja sve četiri forme (donji prag govori o tome koji je minimalan broj tačaka potreban da bi se forma opazila). T-testovi su pokazali da se pravilne forme opažaju u sklopovima sa značajno manjim brojem tačaka od nepravilne, ameboidne forme. Razlike među pravilnim formama nisu bile značajne iako je i među njima postojala razlika u pravilnosti (npr. krug je pravilniji od kvadrata, a kvadrat od trougla). Ovi rezultati načelno potvrđuju pretpostavku da je za opažanje pravilnih formi potreban manji broj elemenata.

### Uvod

Oslanjajući se na informacije koje dolaze iz spoljašnje sredine vizuelni sistem formira odgovarajuće opažaje spoljašnjih objekata. U nekim situacijama te informacije, međutim, nisu dovoljne da bi se objekti jasno videli i identifikovali. Tada je

vizuelni sistem prinuđen da aktivira posebne mehanizme tzv. amodalnog kompletiranja koji se sastoje u modifikaciji, dopunjavanju i obogaćivanju nepotpune i nedovoljno definisane stimulacije (videti više u Marković 1999a, 1999b). Zahvaljujući amodalnom kompletiranju u gomili crnih mrlja na slici 1 videćemo psa dalmatinca bez obzira što telo psa nije fizički izdvojeno od pozadine (Goldstein 1989). Iz ovog primera, dakle, sledi da pojedini segmenti opažaja mogu nastati kao posledica rada samog vizuelnog aparata.



Slika 1.  
Crne i bele površine koje se perceptivno organizuju u figuru dalmatinca.

Figure 1.  
Black and white shapes that become organized into a dalmatian.

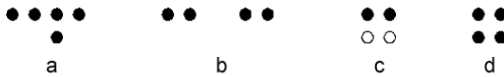
U vezi sa fenomenom amodalnog kompletiranja postavlja se pitanje principa po kojima vizuelni sistem popunjava praznine i povezuje fragmente u opažajne celine. Po geštalt psiholozima ovde se radi o različitim zakonima perceptivne organizacije, kao što su: zakon kontinuiteta (kolinearni elementi biće

Kristina Stojanović (1984), Niš, Dimitrija Tucovića 156b, učenica 4. razreda Gimnazije "Stevan Sremac" u Nišu

Jelena Popov (1985), Beograd, Turgenjeva 4, učenica 3. razreda XIII beogradske gimnazije

MENTOR:  
dr Slobodan Marković, Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

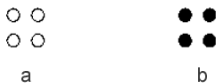
opaženi kao delovi jedinstvene konture, videti sliku 2a), zakon blizine (prostorno bliski elementi biće opaženi kao delovi jedne celine, slika 2b), zakon sličnosti (elementi sličnog oblika ili boje biće opaženi kao delovi jedne celine, slika 2c), zakon dobre forme (simetrično raspoređeni elementi biće opaženi kao osnova jedinstvene forme, slika 2d) i sl. (videti pregled u Goldstein 1989)



Slika 2.  
Geštaltistički zakoni perceptivne organizacije.

Figure 2.  
Gestalt laws of perceptual organization.

Po geštaltističkoj teoriji opažanja formu ne određuju svojstva pojedinačnih elemenata već njihov raspored. Iz ovoga sledi da je od različitih elemenata moguće napraviti iste forme, tj. geštalte (Goldstein 1989). Na primer, vizuelni sklopovi prikazani na slici 3 imaju isti geštalt kvalitet, odnosno, istu kvadratnu formu, iako su sklopljeni od tačaka različite boje (slika 3).



Slika 3.  
Različiti elementi – isti geštalt kvalitet.

Figure 3.  
Different elements – same Gestalt quality.

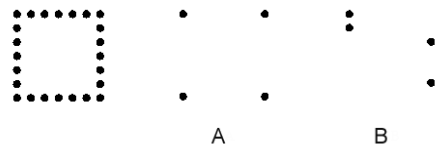
Sa druge strane, od istih elemenata moguće je napraviti različite geštalte, ako se promeni njihov raspored. Iako su slike a i b sastavljene od istih elemenata, njihov raspored je drugačiji, pa samim tim nemaju isti geštalt kvalitet (slika 3).



Slika 4.  
Isti elementi – različit geštalt kvalitet.

Figure 4.  
Same elements – different Gestalt qualities.

Prethodni primeri ilustruju osnovnu postavku geštaltističke teorije po kojoj se opažaj ne može svesti na prostu sumu elemenata. Percept je drugačiji i često bogatiji od elemenata iz kojih je izgrađen. Smislaona i predmetna celina prethodi elementima koji je izgrađuju. To nas dovodi do zaključka da celina ima primat u opažanju i da se formira i onda kada svi elementi nisu dati. Na primer, kada su date četiri ključne tačke, kao na slici 4 (levo), one se nameću kao temena kvadrata. Međutim, ne može se uvek lako opaziti objekat kada su dati neki njegovi elementi. To se, na primer, dešava onda kada je dat mali broj nepravilno raspoređenih elemenata. Odnos između broja i pravilnosti rasporeda elemenata prikazan je na slici 5. Ukoliko se kvadratni sklop sastavljen od 24 tačke svede na samo četiri ključne (temene) tačke forma kvadrata će se lako percipirati (videti sliku 5, forma A). Međutim, ako se preostale četiri tačke nalaze na nedominantnim, slučajno izabranim pozicijama, onda se kvadratna forma ne može uočiti (slika 5, forma B). Iz ovoga sledi da je za opažanje kvadrata dovoljno prisustvo samo četiri ključne (temene) tačke, ali ipak ostaje nejasno koliki je minimalni broj tačaka potreban da bi se jedna forma opazila ako je raspored datih elemenata nepravilan i nasumičan.

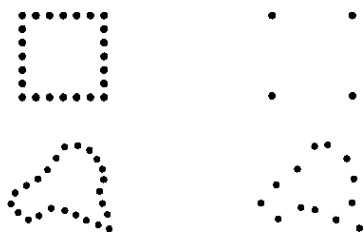


Slika 5.  
Smanjenje broja tačaka početnog kvadratnog sklopa koje ne dovodi do promene geštalt kvaliteta (A) i koje rezultira promenom geštalt kvaliteta (B).

Figure 5.  
Reduction of dot numbers of initial square-shaped pattern can lead toward either constant Gestalt quality (A) or varied Gestalt quality (B).

Pored broja tačaka i njihovog rasporeda, na lakoću percepcije amodalnih formi utiče i pravilnost samog početnog sklopa. Na primer, jednostavne geometrijske figure vide se sa veoma malim brojem ključnih tačaka. Pitanje je sa koliko se tačaka naziru nepravilne (npr. ameboidne) forme budući da ovakve forme imaju veliki broj ključnih mesta na konturi: svaka promena u smeru konture, tj. svaka krivina, isupčenje ili udubljenje zahteva jednu

ključnu tačku. Na slici 6 prikazan je slučaj u kome se ameboidna forma opaža tek sa 13 tačaka, dok se kvadrat vidi već u četiri ključne tačke.



Slika 6.  
Minimalan broj ključnih tačaka u kojima se prepoznaje pravilna kvadratna i nepravilna ameboidna forma.

Figure 6.  
Minimal number of salient dots needed for regular square and irregular ameboid form identification.

U prethodnom primeru prikazan je odnos geometrijske pravilnosti i broja tačaka pri opažanju forme u situaciji kada su date ključne, sistematski izabrane tačke. U ovom radu pokušaćemo da odgovorimo na pitanje *da li su pravilne forme perceptivno otpornije na smanjenje broja elemenata i u slučaju kada je ta degradacija nasumična*. Pod nasumičnom degradacijom podrazumevamo nesistematsko smanjenje broja elemenata: tačke se eliminišu iz početne konfiguracije bez obzira da li se nalaze na ključnim pozicijama ili ne. Na taj način ispitao bi se čist efekat broja elemenata na prepoznavanje formi različitog stepena pravilnosti (o vizuelnoj degradaciji videti više u Gvozdenović i Marković 1999).

Ovo pitanje može da se postavi i na obrnut način. Umesto da govorimo o otpornosti forme na degradaciju (koji stepen degradacije dovodi do prestanka viđenja date forme), može se govoriti i o ekonomičnosti opažanja forme (koja je minimalna količina informacija potrebna da se nazre data forma). U oba slučaja radi se o izvesnoj granici ili *donjem pragu* viđenja forme. Taj prag ima neke karakteristike donjeg praga draži u psihofizici, s tim što se ovde može definisati kao *minimalni broj tačaka koji vodi do prvog jedva primetnog opažaja date forme*.

Cilj ovog istraživanja bio je, dakle, da se odgovori na dva pitanja:

1. koliki je minimalni broj elemenata potreban da bi se jedna forma opazila i

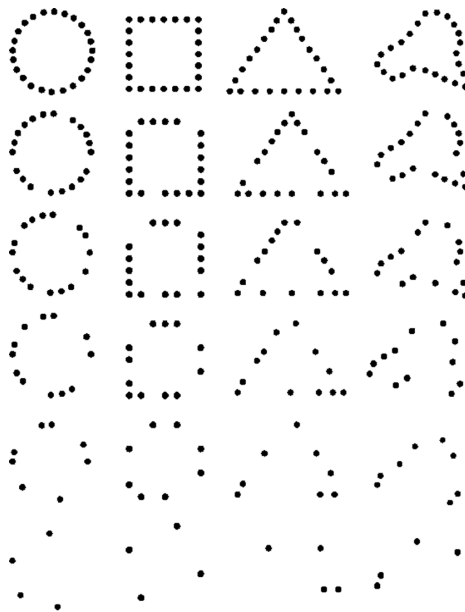
2. da li taj broj varira zavisno od pravilnosti forme.

Naša je pretpostavka da je kod pravilnih formi taj broj manji u odnosu na nepravilne, tj. da su pravilne forme otpornije na degradaciju od nepravilnih.

## Metod

**Subjekti.** Uzorak predstavlja 20 prigodno odabranih ispitanika polaznika ISP, oba pola.

**Stimulusi.** Stimuluse predstavljaju četiri grupe tačkastih sklopova (krug, kvadrat, trougao i ameboidna forma ili kraće – “ameba”). Setovi stimulusa napravljeni su tako što su definisane početne konfiguracije koje su sadržale po 24 tačaka. Zatim su od ovih konfiguracija slučajnim redosledom oduzimate po 4 tačke sve dok se nije došlo do sklopa koji sadrži 4 tačke. Time je za svaku formu (krug, kvadrat, trougao i “ameba”) dobijeno po 5 stimulusa sa 5 različitih nivoa draži (sklopovi sa 20, 16, 12, 8 i 4 tačke). Postupak nasumičnog oduzimanja tačaka ponovljen je pet puta, tako da je dobijeno po pet



Slika 7.  
Gornji red predstavlja početne konfiguracije. Ostalo su primeri stimulusa korišćenih u eksperimentu.

Figure 7.  
The upper row shows initial configurations. In other rows the examples of stimuli used in experiment are shown.

različitih varijanti stimulusa. Na slici 7 prikazana je jedna varijanta stimulusa u sva četiri seta.

**Nacrt.** Eksperimentalni nacrt je bio dvofaktorski. Prvi faktor je bila forma sa četiri nivoa (krug, kvadrat, trougao i "ameba"). Drugi faktor je bila brojnost tačaka sa pet nivoa (4, 8, 12, 16, 20 i 24 tačke). Zavisna varijabla bila je proporcija detekcije date forme (zadatak da-ne).

**Postupak.** Postupak zadavanja stimulusa počivao je na osnovnim postavkama psihofizičke metode učestanosti ili konstantnih draži. Ispitivanje je bilo individualno. Svakom ispitaniku bila su izložena, jedan za drugim, četiri seta stimulusa (krug, kvadrat, trougao i "ameba"). Redosled setova bio je balansirani po subjektima. Svaki set sadržao je po 25 stimulusa: pet nivoa brojnosti (4, 8, 12, 16, 20 i 24 tačke) puta pet varijanti za svaki nivo. Stimulusi su izlagani na ekranu računara nasumičnim redosledom. Zadatak ispitanika bio je da odgovore da li u prikazanom sklopu tačaka opažaju zadatu formu. Pri tom su pred sobom imali sliku forme koju je trebalo da prepoznaju. Odgovori su bili potvrdni ili odrični. Vreme nije bilo ograničavano.

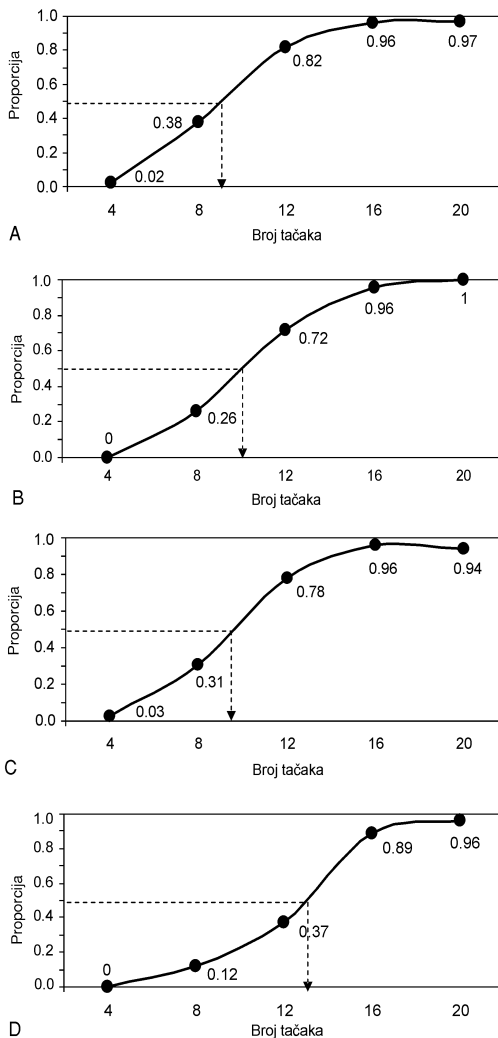
## Rezultati i diskusija

U prvaj fazi obrade podataka dobijena je raspodela frekvenci, odnosno, raspodela proporcija potvrdnih odgovora ("da, vidim datu formu") po nivoima nezavisnih varijabli (pet nivoa: 4, 8, 12, 16, 20 i 24 tačke) za sve četiri forme (krug, kvadrat, trougao i "ameba"). Grafikonima A-D na slici 8 pokazuju te raspodele. Pošto su utvrđene proporcije, izračunati su donji pragovi (minimalan broj tačaka), primenom Spirmanovog sumacionog postupka (opis postupka videti u Ognjenović, 1977). Vrednosti donjih pragova posebno su označene na grafikonima A-D.

Na slici 9 prikazani donji pragovi opažanja četiri forme. Vrednosti donjih pragova izražene su u broju tačaka.

Pošto je cilj ovog istraživanja bio da se utvrdi da li se donji pragovi opažanja pravilnih i nepravilnih formi razlikuju, urađeni su t-testovi kojima su se testirale razlike u donjim pragovima između četiri forme:

- Krug (9.49) – ameba (12.64):  $t(19) = 4.83$ ;  $p < 0.0001$
- Kvadrat (10.24) – ameba (12.64):  $t(19) = 3.84$ ;  $p < 0.001$
- Trougao (9.92) – ameba (12.64):  $t(19) = 4.42$ ;  $p < 0.0001$



Slika 8.

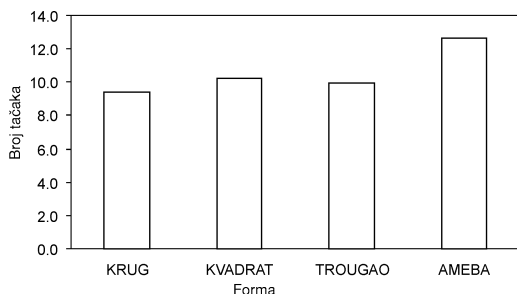
Raspodela proporcija opaženih formi u sklopovima sa različitim brojem tačaka. Strelica označava približnu vrednost donjeg praga.

- A. krug: tačna numerička vrednost praga je  $M = 9.40$  tačaka ( $SD = 2.81$ ).
- B. kvadrat:  $M = 10.24$  ( $SD = 2.42$ ).
- C. trougao:  $M = 9.92$  ( $SD = 2.26$ ).
- D. "ameba":  $M = 12.64$  ( $SD = 2.04$ ).

Figure 8.

Proportion distribution of different shapes perceived in patterns with varied numbers of dots. The arrow indicates approximate value of absolute threshold.

- A. circle: Exact numerical value of threshold is  $M = 9.40$  dots ( $SD = 2.81$ ).
- B. square:  $M = 10.24$  ( $SD = 2.42$ )
- C. triangle:  $M = 9.92$  ( $SD = 2.26$ )
- D. "amoeba"  $M = 12.64$  ( $SD = 2.04$ )



Slika 9.  
Minimalan broj tačaka potreban da bi se opazile četiri forme.

Figure 9.  
Minimal number of dots needed for form perception.

- Krug (9.49) – kvadrat (10.24):  $t(19) = 1.32$ ; nije značajno
- Krug (9.49) – trougao (9.92):  $t(19) = 0.79$ ; nije značajno
- Kvadrat (10.24) – trougao (9.92):  $t(19) = 0.72$ ; nije značajno

T-testovi su pokazali da postoji statistički značajna razlika između pravilnih (krug, kvadrat, trougao) i nepravilnih formi (“ameba”). Razlike između pravilnih formi nisu bile statistički značajne. To je potvrdilo našu hipotezu da je za pravilne forme potreban manji broj tačaka da bi bile detektovane.

## Zaključak

Ovaj rad bavio se problemom amodalnog kompletiranja tačkastih sklopova, tj. perceptivnim povezivanjem tačaka u celovite i smislene forme. U ovoj situaciji forma realno ne postoji jer nije fizički povezana jedinstvenom konturom, već je samo nagoveštena u datoj konfiguraciji tačaka. U tim slučajevima nastupa naš vizuelni aparat koji kompletira, dodaje elemente koji nedostaju i stvara sliku celovite forme. Međutim, nije u svim slučajevima moguće uočiti formu na osnovu njenih delova. U ovom radu smo pokušali da odgovorimo na pitanje od kojih faktora zavisi lakoća i jasnoća amodalnog kompletiranja.

Prvo, analizom mogućih rasporeda tačaka zaključili smo da se forma lako uočava ako su date ključne, odnosno, karakteristične tačke (npr. temena kvadrata), dok je opažanje forme teško, pa i nemoguće ako su prisutne nasumično izdvojene tačke iz njene konture. Drugo, pretpostavili smo da

minimalni broj tačaka potreban da bi se jedna forma uočila zavisi od geometrijske pravilnosti: što je forma pravilnija, to je potreban manji broj tačaka da bi se opazila.

Odgovor na pitanje koliki je minimalan broj tačaka potreban da bi se forma opazila ako su date *ključne* tačke možemo naći u jednostavnoj teorijskoj (geometrijskoj) analizi: što je veći broj promena u orijentaciji konture (uglovi, zakrivljenja i sl.), to je veći broj ključnih tačaka potreban da bi se forma specifikovala. Sa druge strane, teorijski je nemoguće odrediti koliki je minimalni broj *nasumično* datih tačaka potreban da bi se određena forma opazila. Odgovor na ovo pitanje zahtevao je empirijsko ispitivanje. U našem istraživanju pokušali smo da ispitamo efekte pravilnosti forme koja se prepoznaje na minimalan broj tačaka (donji prag). Rezultati istraživanja pokazali su da je donji prag opažanja forme niži kod pravilnih nego kod nepravilnih formi: pravilne forme prepoznaju se u manjem broju tačaka od nepravilne forme. Ovaj nalaz može da se posmatra i iz obrnutog smera, tj. sa aspekta degradacije forme (degradacija = smanjenje broja tačaka): opažanje pravilnih formi opstaje posle značajno veće degradacije od nepravilne forme.

Rezultati ovog istraživanja samo načelno potvrđuju hipotezu da su pravilne forme otpornije na oštećenja, tj. da se opažaju sa manjim brojem elemenata od nepravilnih formi. Ova pretpostavka, međutim, nije potvrđena u domenu pravilnih formi. Naime, među donjim pragovima opažanja pravilnih formi ne postoje statistički značajne bez obzira što se i ove forme međusobno razlikuju po pravilnosti: krug je pravilniji od kvadrata, a kvadrat od trougla. Da bi se ovaj problem što jasnije postavio i rešio potrebno je izvesti dodatna istraživanja u kojima bi se varirali različiti figuralni faktori koji govore o pravilnosti i složenosti forme (broj uglova, stepen simetrije, orijentacija, prave linije, obline i sl.).

## Literatura

Goldstein E. B. 1989. *Sensation and perception*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company

Gvozdenović V. i Marković S. 1999. Informaciona kompleksnost i perceptivna tolerancija na oštećenje slike. *Psihološka istraživanja*, **10**: 9-37

Marković S. 1999a. Multistabilnost amodalnog kompletiranja tačkastih sklopova. *Psihološka istraživanja*, **10**: 83-115

Marković S. 1999b. Amodalno kompletiranje delimično zaklonjenih figura. *Psihološka istraživanja*, **10**: 117-145

Ognjenović P. 1977. *Osećaj i mera*. Beograd: Glas.

---

*Kristina Stojanović and Jelena Popov*

## Visual Identification of Shapes in Dot Patterns

It is possible to identify various shapes in dot patterns. The goal of this research was to determine the minimal number of dots needed to identify a

certain form. Relying on the Gestalt idea of the importance of a figural goodness during perception, we supposed that regular shapes would be more easily identified than irregular shapes, that is that identifying regular shapes requires a smaller number of elements. The subjects were shown three groups of dot patterns: circular, square, triangular and irregular (amoeba shaped). Each group contained patterns with a different number of dots (4, 8, 12, 16 and 20). The subjects were asked to answer whether they can identify a shape in the given pattern. The minimal number of dots required to identify a shape was calculated from the proportion of affirmative answers by using the Spearman summation method. The t-test showed that a significantly smaller number of dots is required to identify a regular shape than an irregular shape. The differences between regular shapes were not significant.

