

Uticaj boje i pokreta na brzinu vizuelne pretrage

Vizuelna pretraga predstavlja proces pronalaženja informacije (mete) u vizuelnom polju. Na efikasnost vizuelne pretrage mogu uticati odlike posmatranog objekta (npr. njegova boja, oblik) i odnos objekta sa okruženjem u kom se nalazi (npr. da li je na konstantnoj udaljenosti ili im se približava/udaljava). Ovo istraživanje je za cilj imalo da ispita da li postoji uticaj boje i pokreta objekata na brzinu vizuelne pretrage. Izveden je eksperiment koji se sastojao iz šest situacija u kojima su objekti mogli biti u boji ili ahromatski i u kojima su meta i distraktori bili statični ili su se pomerali. Svi ispitanici su prolazili kroz svih šest eksperimentalnih situacija i zadatak je bio da uoče unapred zadatu metu (žuti krug na hromatskim stimulusima ili svetlo sivi krug na ahromatskim stimulusima) i što brže i tačnije kliknu na nju. Rezultati su pokazali da boja ima uticaj na brzinu vizuelne pretrage, odnosno da su ispitanici brže pronalazili metu na hromatskim stimulusima, dok kretanje objekata na stimulusima nije uticalo na brzinu vizuelne pretrage. Na osnovu dobijenih rezultata pretpostavljamo da potencijalni razlozi zbog kojih statičnost, odnosno dinamičnost objekata nije uticala na brzinu vizuelne pretrage mogu biti težina zadatka, način davanja odgovora ili heterogen smer kretanja distraktora.

Uvod

Jedan od najvažnijih procesa prilikom uspešnog snalaženja i funkcionisanja, prilikom uočavanja i prepoznavanja objekata jeste vizuelna pretraga. Ovaj proces omogućava vizuelni sistem, čiji glavni organ predstavlja oko. Vizuelna informacija u obliku svetlosnog zraka ulazi u oko kroz providnu rožnjaču. Svetlost dospeva do mrežnjače, koja se sastoji od sloja nervnih ćelija i predstavlja senzitivni deo oka. Ćelije u mrežnjači koje reaguju direktno na svetlost se zovu fotoreceptori. Postoje dve vrste fotoreceptora – čepići i štapići. Oni se razlikuju po osetljivost za intenzitet i talasnu dužinu svetlosti. Štapići su senzitivniji od čepića i aktivniji u mračnom okruženju. Iza mrežnjače se nalazi pigmentni sloj, sačinjen od tamnih pigmenata, koji apsorbuju svetlost koja dolazi do njih i tako sprečavaju njeno rasipanje po unutrašnjosti (Ognjenović 2007). U zavisnosti od svog

Sara Radović (1998),
Beograd, 27. marta 3,
učenica 4. razreda Pete
beogradske gimnazije

Jelica Miložičić (1997),
Kragujevac, Avalska
91, učenica 4. razreda
Druge kragujevačke
gimnazije

MENTOR: Predrag
Nedimović, Odeljenje
za psihologiju,
Filozofski fakultet
Univerziteta u
Beogradu

tipa, informacija može da se prenese različitim putevima, koji svi vode do potiljačnog režnja, gde je moždani centar čula vida. Ventralni temporalni put sadrži neurone koji reaguju na boju, svetlinu i oblik objekta, a u dorzalnom putu su smešteni neuroni koji služe za lokalizaciju i pokret (Gvozdenović 2003).

Vizuelna pretraga predstavlja proces pronalaženja određene informacije u vizuelnom polju (Gvozdenović 2013). Ona se još može definisati kao proces pronalaženja zadatog objekta (mete) koji se nalazi u okruženju nekih drugačijih objekata (distraktora). Postoji više činilaca koji utiču na efikasnost vizuelne pretrage. Neki od tih činilaca jesu vizuelna pažnja (koja nas usmerava prema određenim informacijama) kao i karakteristike objekata koje posmatramo (njihova boja, oblik, međusobni odnos i slično). Ranija istraživanja su pokazala da je potrebno 50 ms da se preusmeri pažnja sa jednog na drugi objekat (Kinchla 1992, prema Kellog 2002).

U okviru ove oblasti postoje teorijska razmatranja koja daju odgovore na pitanja kako se odvija percepcija prilikom obrade pojedinih karakteristika objekata. Jedno od značajnih istraživanja u oblasti vizuelne pretrage izvela je Trizmanova (Treisman i Gelade 1980; Treisman 1986) i na osnovu njih postavila Teoriju integracije karakteristika, u kojoj je postulirala dve faze u vizuelnoj pretrazi. Prva faza je rano viđenje, u kojoj se automatski detektuju osnovne karakteristike objekta, a druga faza podrazumeva fokusirano viđenje, u kome se već detektovane karakteristike opažaju kao celina. Trizmanova izdvaja sledeće elementarne karakteristike vizuelne stimulacije koje se detektuju tokom faze ranog viđenja i koje su ključne prilikom procesa vizuelne pretrage. To su: boja, oblik, orijentacija, širina, dužina i gustina objekata (Treisman i Gelade 1980; Treisman i Gormican 1988). Osim ovih karakteristika, drugi istraživači otkrivaju da se u fazi ranog viđenja takođe detektuju broj distraktora i pravac njihovog pokreta (Julesz i Bergen 1983; Julesz 1984; Nakayama i Silverman 1986; Driver *et al.* 1992).

Takođe su izvedena istraživanja koja potvrđuju značaj ovih karakteristika objekata za efikasnost vizuelne pretrage: o tome da su boje veoma bitne za naše opažanje svedoči i studija Vihmana i saradnika (Wichmann *et al.* 2002), koja je ispitivala ulogu boja u procesu prepoznavanja scena ekstrijera. Ispitanicima su prvobitno prikazivane grupe hromatskih i ahromatskih slika, nakon čega su imali zadatak da u svakoj sledećoj grupi prepoznaju slike koje su se nalazile u prethodnim grupama. Ispitanicima je bilo lakše da prepoznaju hromatske slike u odnosu na ahromatske.

Pašler (Pashler 2001) je pokazao da na efikasnost vizuelne pretrage utiče broj distraktora. Odnosno njegovi rezultati su pokazali da se sa povećanjem broja distraktora povećalo i vreme pronalaženja mete. On je takođe pokazao da je lakše pronaći statičnu metu među dinamičnim distraktorima nego kada su i meta i distraktori statični. Detaljniju analizu ovog efekta ispitale su Pantić i Zdravković (2016). One su pokazale da je pretraga najefikasnija kada distraktori trepere, nešto manje efikasna kada se kreću, odnosno osciliraju, i najmanje efikasna kada menjaju svetlinu. Rosenholtz (Rosenholtz 1999) je pokazao da su ispitanici brže pronalazili metu

koja se isticala u odnosu na distraktore (kretala se većom brzinom), nego u situaciji kada se meta nije isticala (brzina mete je bila ista kao i brzina distraktora), nakon čega je zaključeno da je vizuelna pretraga efikasnija ukoliko se meta ističe u odnosu na distraktore.

Takođe, Drajver (*Driver et al.* 1992) se bavio ispitivanjem uticaja brzine i smera kretanja objekata na efikasnost vizuelne pretrage, na osnovu dobijenih rezultata ranijih istraživanja, došao je do zaključaka da je veći efekat brzine u odnosu na smer kretanja objekata, kao i do rezultata gde je vizuelna pretraga bila efikasnija ukoliko su stimulusi heterogeni (meta i distraktori se kreću različitim brzinama i smerom) nego u slučaju kada su stimulusi homogeni (meta i distraktori se kreću istom brzinom i u istom smeru)

Navedena istraživanja ukazuju da su optimalni uslovi za vizuelnu pretragu oni u kojima se meta najviše razlikuje od distraktora (Rosenholtz 1999).

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati uticaj boje i pokreta (i mete i distraktora) na brzinu pronalaženja objekata, odnosno da li će postojati razlike u brzini pronalaženja objekta u zavisnosti od toga da li su objekti obojeni (hromatski) ili ne (ahromatski), kao i da li se kreću ili su statični.

Hipoteze. Po uzoru na nalaze ranijih istraživanja (*Wichmann et al.* 2002) očekuje se da će vizuelna pretraga biti efikasnija kada su distraktori i meta hromatski, u odnosu na situaciju u kojoj su oni ahromatski. Takođe se, prema ranijim nalazima (Rosenholtz 1999; Pashler 2001), očekuje da će vizuelna pretraga biti najefikasnija ukoliko je meta statična, a distraktori dinamični, manje efikasna kada su svi objekti na stimulusu statični, a najmanje efikasna kada su svi objekti dinamični. Očekuje se da će vizuelna pretraga biti najbrža u situaciji kada je meta hromatska i statična, a distraktori hromatski i dinamični, odnosno kada se meta najviše razlikuje od distraktora.

Metod

Ispitanici. U istraživanju je učestvovalo 40 ispitanika (polaznika IS Petnica) sa adekvatnim vidom, oba pola.

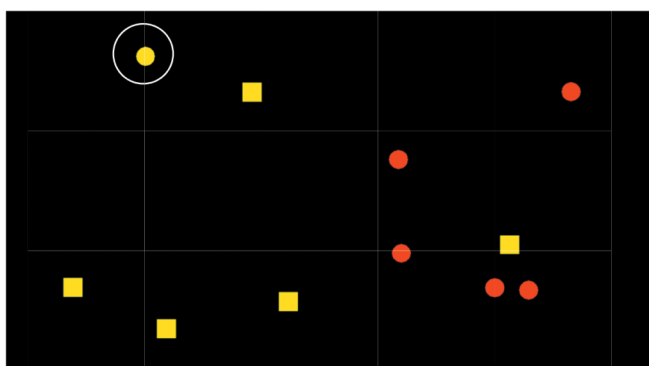
Varijable. Ovaj eksperiment je sadržao dva faktora: pokret – tri nivoa: statična meta među dinamičnim distraktorima, meta i distraktori dinamični, meta i distraktori statični (ukoliko su se objekti kretali, oni bi to činili konstantnom brzinom) i boju – dva nivoa: hromatski i ahromatski stimulusi. Nacrt ovog istraživanja je 2×3 , te se eksperiment sastojao iz 6 eksperimentalnih situacija.

Zavisna numerička varijabla je vreme reakcije, tj. vreme koje je bilo potrebno ispitanicima da pronađu metu od trenutka kada se na ekranu pojavi stimulus (meta je uvek na stimulusu) i korišćenjem miša kliknu na metu.

Varijable koje su kontrolisane su oblik mete, oblik i boja distraktora, kao i pozicija mete (u situacijama kada je meta statična). Boja i oblik imaju

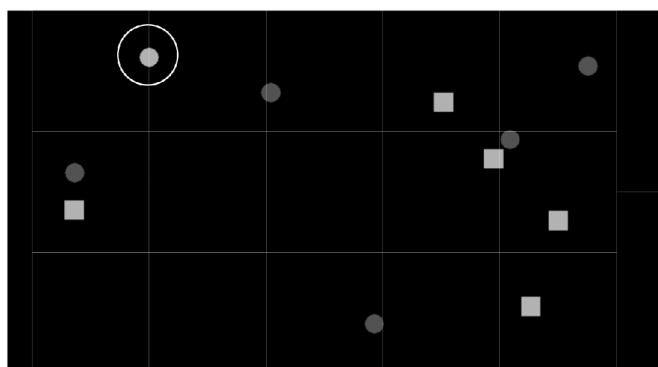
dva nivoa (žuto/crveno, kao i svetlo sivo/tamno sivo; krug/kvadrat), a pozicija ima četiri nivoa. Bilo je potrebno kontrolisati varijable i iz tog razloga distraktori i meta su bili usaglašeni prema boji i obliku. Stoga, polovina distraktora je imala isti oblik, a različitu boju od mete, a druga polovina je imala istu boju, a različiti oblik od mete. Po uzoru na Trizmanovu (Treisman 1991), stimulusi su bili ujednačeni na ovaj način po težini.

Stimulusi. Pošto se eksperiment sastojao iz 6 situacija, korišćeno je 6 različitih stimulusa. Na svakom od stimulusa se nalazila jedna meta i 10 distraktora. U ahromatskoj situaciji (slika 1), kao meta je korišćen krug žute boje, dok su distraktore činili žuti kvadrati i crveni krugovi. U hromatskoj situaciji (slika 2), kao meta korišćen je svetlo sivi krug dok su distraktore činili tamno sivi krugovi i svetlo sivi kvadrati. Stimulusi su konstruisani programom napisanom u programskom jeziku Python i generisani u programu Open Sesame.



Slika 1. Hromatski stimulus (meta: žuti krug; distraktori: crveni krugovi i žuti kvadrati)

Figure 1. Chromatic stimulus (target: yellow circle; distractors: red circles and yellow squares)



Slika 2. Ahromatski stimulus (meta: svetlo sivi krug; distraktori: tamno sivi krugovi i svetlo sivi kvadrati)

Figure 2. Achromatic stimulus (target: light gray circle; distractors: dark gray circles and light gray squares)

Procedura. Eksperiment je sproveden u praznoj prostoriji u kojoj se nalazio laptop na kome je ispitanik radio zadatak. Nakon što je ispitanik ušao u prostoriju u kojoj se eksperiment izvodio, na ekranu je bilo prikazano uputstvo u formi pisanog teksta. U uputstvu je objašnjeno kako će eksperiment izgledati i koji će biti zadatak ispitanika. Nakon toga je usledila vežba čija je svrha bila da ispitanik razume zadatak i uputstvo, kao i da se

uvežba pravilno izvođenje zadatka. Nakon probnog dela, na ekranu se pojavilo obaveštenje da je probni deo eksperimenta završen i da sledi glavni deo. Svaki ispitanik je nasumičnim redosledom prolazio kroz svih šest situacija. Svaka situacija je tokom trajanja čitavog eksperimenta ponovljena 20 puta.

Prva situacija se sastojala iz hromatskih stimulusa na kojima se nalaze dinamični distraktori i meta. Druga situacija je sastojala iz hromatskih stimulusa na kojima se nalaze dinamični distraktori i statična meta. Treća situacija se sastojala iz hromatskih stimulusa na kojima se nalaze statični distraktori i meta. Četvrta situacija se sastojala iz ahromatskih stimulusa, na kojima se nalaze dinamični distraktori i meta. Peta situacija se sastojala iz ahromatskih stimulusa na kojima se nalaze dinamični distraktori i statična meta, Napokon, šesta situacija se sastojala takođe iz ahromatske stimulusa na kojima se nalazili statični distraktori i meta. Zadatak ispitanika je bio da uoči metu na stimulusu i klikne mišem na nju. Vreme reakcije je mereno od trenutka kada su oblici generisani na ekranu, do trenutka kada bi ispitanik kliknuo levi taster miša. Ukoliko ispitanik ne bi izvršio zadatak tačno, vreme reakcije za to prikazivanje se ne bi uzelo u obzir prilikom računanja u prosečne mere vremena reakcije za konkretnu eksperimentalnu situaciju. Zadatak bi bio tačno izvršen ukoliko bi ispitanik kliknuo na metu. Tokom svih 20 izlaganja, svi ovi oblici, kao i njihovo kretanje po ekranu bili su slučajno generisani.

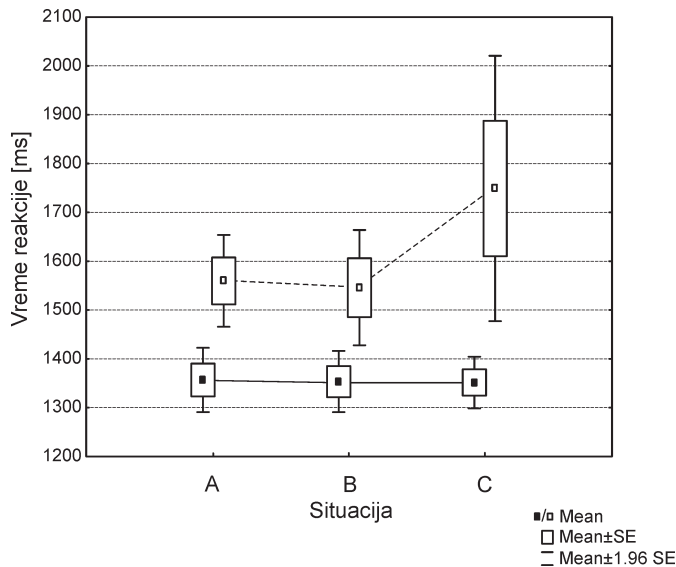
Rezultati

Rezultati su obrađeni analizom varijanse za ponovljena merenja, a dobijeno je da nema interakcije između faktora boje i pokreta ($F(2, 76) = 0.986$, $p = 0.378$, $\eta_p^2 = 0.025$). Analizom varijanse za ponovljena merenja dobijena je statistička značajnost za glavni efekat boje ($F(1, 38) = 48.871$, $p = 0.000$, $\eta_p^2 = 0.563$), što znači da su ispitanici brže pronalazili metu kada su oblici koji su se nalazili na stimulusu bili hromatski, nego u situaciji kada su oni bili ahromatski (slika 3).

Glavni efekat pokreta nije bio statistički značajan ($F(2,76) = 0.958$, $p = 0.388$, $\eta_p^2 = 0.025$), što znači da brzina pretrage nije zavisila od toga da li je meta bila statična u statičnom okruženju, dinamična u dinamičnom okruženju ili statična u dinamičnom okruženju (slika 3).

Diskusija

Prema ranijim istraživanjima, ispitanici brže prepoznaju slike koje su hromatske, u odnosu na ahromatske. Iz čega je zaključeno da će ispitanici biti potrebno manje vremena da uoče zadatu metu na stimulusima koji su hromatski u odnosu na stimuluse koji su ahromatski. Prema Trizmanovoj teoriji integracija karakteristika, u ranom viđenju se najpre opažaju osnovne karakteristike predmeta, tj. najpre se opažaju: boja, oblik, dužina i orijentacija.



Slika 3. Značajnost efekta i standardne greške

A: Meta i distraktor u pokretu
 B: Meta statična, distraktori dinamični
 C: Meta i distraktori statični

Stimulusi:

puna linija – hromatski
 isprekidana linija – ahromatski

Figure 3. Significance of effect and standard error

A: Moving target and distractors
 B: Moving distractors and static target
 C: Static target and distractors

Stimuli:

solid line – chromatic
 dashed line – achromatic

Pretpostavljeno je da će ispitanici pre uočiti statičnu metu među distraktorima koji su pokretni, u odnosu na statične mete među statičnim distraktorima, tj. dinamične mete među dinamičnim distraktorima, i da će vreme vizuelne pretrage biti duže ukoliko su stimulusi ahromatski u sve tri situacije. U ovom istraživanju nije dobijen efekat pokreta ni za jednu od tri gore navedene situacije u kojima je variran pokret, što je u suprotnosti sa ranijim nalazima (Rosenholtz 1999; Pashler 2001), gde su mete koje su upadljivije od okruženja u kome se nalaze uočavaju pre u odnosu na one koje su sličnije okruženju u kome se nalaze.

Zanimljivo je da pokret nije imao značajan uticaj na brzinu. Razlog za takav nalaz može biti to da li je situacija u kojoj se nalazi meta homogena ili je heterogena. Dakle, na osnovu ranijih istraživanja (Driver *et al.* 1992) je dobijeno da se boja i pokret odvojeno obrađuju u mozgu i da ukoliko je tokom vizuelne pretrage smer kretanja stimulusa isti, dok je brzina različita, ispitanicima će biti teže da uoče metu nego u situaciji kada je smer kretanja stimulusa različit, a brzina ista. Takođe je na osnovu rezultata dobijeno da će ispitanici svakako pre uočavati zadatu metu ukoliko je situacija u kojoj se meta nalazi homogena, kao i da brzina kretanja mete i distraktora ima jači efekat na brzinu vizuele pretrage od smera kretanja. Prema tome, jedan od zaključaka na osnovu navedenih nalaza jeste da pokret ne može biti posmatran kao jedna karakteristika, jer je sam složen i sastoji se iz više komponenti kao što su: smer kretanja i brzina. U našem eksperimentu smer kretanja mete i distraktora je bio heterogen, dok je brzina kojom su se kretali bila homogena. Na osnovu prethodnog istraživanja možemo pretpostaviti da će brzina vizuelne pretrage biti manja ukoliko bi brzina kretanja bila heterogena, a smer kretanja homogen, što može biti predlog za naredna istraživanja. Takođe, Rozenholc (Rosenholtz 1999) je u svom radu zaključio da će meta biti pre uočena ukoliko je upadljivija od distraktora, iz čega je u ovom radu bilo pretpostavljeno da će meta u heterogenoj sredini

brže biti pronađena, ali rezultati to nisu pokazali. Prema tome, možemo zaključiti da je vizuelnu pretragu otežalo to što se meta nalazila u heterogenoj sredini, odnosno ukoliko je meta statična među dinamičnim distraktorima ona nije upadljivija, kako je bilo pretpostavljeno. Neki od autora koji su se bavili teorijom vizuelne pretrage tvrde da ukoliko se meta razlikuje od distraktora po više od jedne karakteristike, pretraga će se odvijati serijalno. Takve pretrage su spore i brzina vizuelne pretrage opada sa povećavanjem broja distraktora. U ovom eksperimentu meta se od distraktora razlikuje po dve karakteristike (boja, oblik), iz čega je pretpostavljeno da se pretraga odvijala serijalno, stoga bi brzina vizuelne pretrage mogla biti manja, ukoliko se poveća broj distraktora (Pantić i Zdravković 2015). Takođe, razlog za ovakav nalaz može biti i težina zadatka, povećanjem broja mesta, na kojima bi se meta pojavljivala, bi moglo uticati na težinu zadatka i moglo bi povećati težinu zadatka, jer bi ispitanikove šanse za predikciju mesta, na kojem će se naći meta, bile manje. Takođe, razlog zbog kog nije dobijen značajan efekat pokreta može biti i način pronalaženja mete (klik miša, a ne pritisak tastera). U našem istraživanju, zadatak ispitanika je bio da klikne na metu, dok je u prethodnim istraživanjima zadatak bio da se pritisne taster kada se meta uoči. Dakle, zadatak u ovom istraživanju je bio nešto teži, te je možda to bio jedan od razloga da se dobiju neočekivani nalazi.

Zaključak

Pri ispitivanju uticaja boje i pokreta mete i distraktora na brzinu vizuelne pretrage, utvrđeno je da obojenost objekta statistički značajno utiče na brzinu pronalaženja zadate mete. Na hromatskim stimulusima je meta brže pronalazena nego na ahromatskim stimulusima. Pokret nije imao statistički značajan efekat na brzinu vizuelne pretrage, pa na pronalaženje mete nije uticala ni dinamičnost samo distraktora, ni dinamičnost/statičnost mete i distraktora. Rezultati vezani za obojenost stimulusa su u skladu sa prethodnim istraživanjima, dok rezultati za pokret mete i distraktora nisu. Razlog tome može biti težina zadatka ili način pronalaženja mete, homogenost odnosno heterogenost stimulusa. Predlažemo detaljnije ispitivanje tih faktora u narednim istraživanjima.

Zahvalnost. Zahvaljujemo se Sari Petrović i Katarini Bujandrić, koje su nam svojim konstruktivnim komentarima pomagale da naš rad bude kvalitetniji. Takođe, želimo da se zahvalimo Nejmeddine Khéchine na pomoći u sprovođenju eksperimenta.

Literatura

- Driver J., McLeod P., Dienes Z. 1992. Are direction and speed coded independently by the visual system? Evidence from visual search. *Spatial Vision*, **6** (2): 133.

- Gvozdenović V. 2003. Rano viđenje i vizuelna pažnja. *Psihologija*, **36** (3): 241.
- Gvozdenović V. 2013. *Vizuelna pažnja*. Beograd: Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu
- Julesz B. 1984. A brief outline of texton theory of human vision. *Trends in neuroscience*, **7** (2): 41.
- Julesz B., Bergen R. J. 1983. Textons, the fundamental elements in preattentive vision and perception of textures. *The Bell System Technical Journal*, **62** (6): 1619.
- Kellogg R. T. 2002. *Cognitive psychology*. Sage Publications
- Nakayama K., Silverman G. H. 1986. Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, **320** (6059): 264.
- Ognjenović P. 2007. *Psihologija opažanja*. Beograd: Zavod za udžbenike
- Pantić M., Zdravković S. 2016. Visual detection of static objects among dynamic distractors. *Applied Psychology*, **9** (1): 101.
- Pashler H. 2001. Involuntary orienting to flashing distractors in delayed search?. *Attraction, distraction and action: Multiple perspectives on attentional capture*, **133**: 77.
- Rosenholtz R. 1999. A simple saliency model predicts a number of motion popout phenomena. *Vision research*, **39** (19): 3157.
- Treisman A. 1986. Features and objects in visual processing. *Scientific American*, **255** (5): 114.
- Treisman A. 1991. Search, similarity, and integration of features between and within dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **17** (3): 652.
- Treisman A., Gelade G. 1980. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12** (1): 97.
- Treisman A., Gormican S. 1988. Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, **95** (1): 15.
- Wichmann F. A., Sharpe L. T., Gegenfurtner R. K. 2002. The contributions of color to recognition memory for natural scenes. *Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition*, **28** (3): 509.

Effects of Object Color and Movement on Visual Search Effectiveness

Visual search represents the process of scanning the visual field for a particular object (target). The effectiveness of visual search can be influenced by the characteristics of the object (e. g. color, shape), and also by the relationship of that object with other objects in the visual scene (e.g. whether that object is moving or static). The aim of this study was to test whether object color and motion influence the effectiveness of visual search. There were six experimental situations (stimuli) in which objects could be chromatic or achromatic, and in which the target and distractors could be dynamic or static. More precisely, stimuli were randomly generated: the first stimulus consisted of chromatic and dynamic objects; the second of chromatic and dynamic distractors and static targets; the third had chromatic static distractors and targets; the fourth achromatic dynamic distractors and targets; the fifth achromatic dynamic distractors and a static target; the sixth stimulus had achromatic static distractors and targets. All participants went through all six of the experimental situations and the task was to detect the pre-set target (yellow circle in the chromatic, and light gray circle in the achromatic situation), and to click on it as quickly and as accurately as they could.

Results showed that color had a significant effect on visual search effectiveness, meaning that participants noticed the target significantly faster with the chromatic stimuli. This result coincides with previous research (Wichmann *et al.* 2002). However, there was no effect of stimuli movement on the efficiency of visual search, although this would be assumed based on previous research (Driver *et al.* 1992; Rosenholtz 1999) The reason behind this finding could be the task difficulty, unpredictable direction of distractors, and the novel responding procedure. We propose a more detailed examination of these factors in future research.

