

Naopaki svet – značaj vestibularnih informacija u opažanju daljine

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita da li usled promene vestibularnih informacija dolazi do promene opažanja udaljenosti u situaciji u kojoj je prisutan veliki broj znakova dubine. Uzorak se sastojao od 20 ispitanika, polaznika IS Petnica. Eksperiment je izveden u polju, a ispitanici su procenjivali udaljenost iz dva položaja – uspravnom i okrenutom položaju tela. Pod okrenutim položajem se podrazumeva da je ispitanicima gornji deo trupa bio savijen tako da mogu da gledaju kroz razmak svojih nogu. Eksperimentator je postavljao jedan stimulus (standard) na određenu udaljenost od ispitanika (1m, 3m, 5m), a ispitanik je procenjivao udaljenost drugog stimulusa, iz drugog položaja, tako da bude jednako udaljen od njega kao i prvi. Rezultati pokazuju da promena položaja tela utiče na razliku opažanja daljine, tako da se udaljenost u okrenutom položaju opaža kao veća od udaljenosti u uspravnom. Razlika u opaženoj udaljenosti se dobija samo na daljinama preko 1 m, tj. na 3 m i 5 m. Nejednakost opaženih daljina ukazuje na interakciju vizuelnih i vestibularnih informacija.

Uvod

Osnova funkcionisanja vizuelnog sistema je projekcija svetlosnih zraka koji prenose informacije o predmetu na mrežnjaču oka i stvaraju na njoj dvodimenzionalnu sliku. Kao posledica projekcije slike na mrežnjaču gubi se treća dimenzija, daljina. Daljina se dalje tokom procesa opažanja rekonstruiše pomoću takozvanih znakova dubine. Neki od njih pružaju apsolutne informacije (tačan položaj objekta u odnosu na neki drugi), dok drugi pružaju samo

relativne informacije (položaj objekta u odnosu na neki drugi). Postoji veliki broj podela znakova dubine. Navešćemo nekoliko podela znakova dubine koje se najčešće pominju (Palmer 1999). Prva ih deli na to da li informacija koja stiže do oka zavisi od stanja očiju (okularne informacije) ili strukture svetlosti koja je prenosi (optičke informacije). Druga podela je u zavisnosti od toga da li je dovoljno samo jedno oko (monokularne informacije) ili su nužna oba (binokularne informacije) da bi procenili daljinu. Treća podela je po tome da li nepokretna slika sadrži potrebne informacije za pravilno opažanje (statičke informacije) ili informacija zahteva pokret posmatrača i/ili objekta (dinamičke informacije). Poslednja podela govori da li informacija određuje numeričku vrednost udaljenosti (kvantitativne informacije) ili samo odnos daljina dva objekta, blizu/daleko (kvalitativne informacije). U pomenute znakove dubine spadaju akomodacija očnog sočiva, konvergencija optičkih osa, stereopsisija (disparatne slike), paralaks kretanja, poznata veličina, relativna veličina, maskiranje, svetlina, linearna perspektiva itd (Palmer 1999).

Vizuelni sistem čoveka greši pri proceni udaljenosti u nekim slučajevima i ako su prisutni znakovi dubine. Mesečeva iluzija je fenomen u kom dolazi do greške vizuelnog sistema u proceni odnosa veličine meseca u zenitu i na horizontu. Tačnije, to je pojava u kojoj posmatrač percipira da je mesec u zenitu manji nego kad se nalazi na horizontu. Mnogi istraživači su pokušali da na različite načine objasne ovu pojavu. Kao posledicu udaljavanja meseca pri kruženju oko Zemlje, iluziju objašnjava jedna od tih pretpostavki. Podatak, da se mesec malo udaljava tokom kruženja oko Zemlje je tačan, ali ta razlika u

Vladislav Gudžulić (1990), Beograd, Ljutice Bogdana 2/2, učenik 3. razreda Matematičke gimnazije u Beogradu

Marko Baroš (1991), Subotica, P. Miškina 12, učenik 2. razreda Gimnazije „Svetozar Marković“ u Subotici

MENTOR: Oliver Tošković, Filozofski fakultet, Kosovska Mitrovica, Laboratorija za eksperimentalnu psihologiju, Beograd

udaljenosti može objasniti promenu veličine slike do 13%, što je procentualno mnogo manje od opaženog uvećanja mesečeve slike, koje je reda veličine od 300 do 1000 procenata (Ros 2002, prema Tošković 2008). Postoji grupa teorija koja govori da je Mesečeva iluzija posledica promene položaja očiju pri posmatranju Meseca u zenitu i horizontu. Uticaj na Mesečevu iluziju zaista može nastati usled promene položaja očiju, ali podaci pokazuju da promena položaja očiju dovodi do uvećanja opažene veličine predmeta svega do 7% (Ros 2002, prema Tošković 2008).

U treću grupu objašnjenja spada teorija Roka i Kaufmana u kojoj autori pretpostavljaju da je vizuelni prostor čoveka elipsoidnog oblika, odnosno da se daljina prema horizontu i zenitu ne opažaju kao jednake. Naime, znakova dubine ima više u horizontalnoj ravni, dok ih prema zenitu ima manje. Zbog različite raspodele znakova dubine, opažaj daljine se razlikuje prema horizontu i zenitu, tj. daljina prema horizontu se opaža kao veća. Pošto su slike Meseca na mrežnjači oka identične u oba položaja (horizont i zenit), vizuelni sistem procenjuje da je mesec na horizontu veći, jer da bi dalji objekat projektovao sliku iste veličine on mora biti veći (Palmer 1999). Dakle, Rok i Kaufman pretpostavljaju da čovek zenit opaža mnogo bližim, a horizont daljim nego što jesu, tj. da je percepcija prostora elipsoidnog oblika.

Sprovedena su slična istraživanja sa ciljem da se ispituju subjektivne procene odnosa udaljenosti nekog predmeta na horizontu i u zenitu. Jedan od eksperimenata se sastojao iz dva dela, u prvom delu je ispitivana procena daljine u zamračenoj sportskoj sali, dok je drugi deo izveden u polju (Tošković 2004). U oba dela ispitanici su imali zadatak da izjednačavaju udaljenost dva stimulusa prema horizontalnom i vertikalnom pravcu. Ispitanici su opažali udaljenost prema horizontu kao kraću. Dakle, dobijeno je da je model perceptivnog prostora elipsoidnog oblika sa izduženijom vertikalnom osom, što je suprotno modelu Roka i Kaufmana. Ova razlika u opaženoj daljini na različitim pravcima posmatranja se naziva anizotropija. Ostalo je pitanje, zbog čega dolazi do anizotropije u opažanju daljine.

Prema nekim podacima, proprioceptivne informacije o položaju tela, glave i očiju utiču na percepciju prostora. Tako, Hering tvrdi da se binokularni vizuelni pravac određuje prema glavocentričnom

pravcu, to jest da zavisi od položaja glave. Helmholtz je smatrao da je gledajući kroz noge svet ravan, odnosno, da se opažena daljina između dva objekta smanjuje. Međutim, pri takvom posmatranju dolazi do promene orijentacije slike na mrežnjači i do promene informacija iz mišića vrata i očiju. Helmholtz je smatrao da je najveći uticaj u grešci pri opažanju imalo okretanje slike na retini, jer opažanje daljine iz uspravnog položaja češće u iskustvu, pa se u tom položaju i opaža veridlično. U prilog važnosti proprioceptivnih informacija na opažanje daljine idu i Galanterova istraživanja u kojima je dobijen različit odnos opažene i fizičke daljine u različitim pravcima, to jest pri različitim položajima glave. U ovim istraživanjima ispitanici su imali zadatak da procene daljinu aviona na različitim visinama, tj. prema horizontu ili prema zenitu (Tošković 2008).

Pri pomeranju pogleda od horizontalnog ka vertikalnom pravcu menjaju se proprioceptivne informacije iz mišića oka, mišića vrata i vestibularne informacije o položaju glave i tela u odnosu na tlo. U jednom radu izveden je niz eksperimenata, kojim je proveravan pojedinačan doprinos svake od tih vrsta informacija (Tošković 2008). Prva 3 eksperimenta su izvedena u uspravnom položaju ispitanika koji su izjednačavali distance stimulusa na različitim pravcima posmatranja (horizontalni-vertikalni). U ovim eksperimentima dobijeno je da na distancama do 1m vizuelni prostor izotropan, a na distancama preko 3m anizotropan, tj. dolazi do povećanja opažene daljine usled promene položaja glave ili tela od horizontalnog ka vertikalnom pravcu. Promena položaja očiju nije pokazala efekat. Dakle, pokazan je značaj proprioceptivnih i vestibularnih informacija pri opažanju daljine.

Sledeća tri eksperimenta su izvedena da bi se jasnije razdvojio efekat vestibularnih i proprioceptivnih informacija na anizotropiju vizuelnog prostora. Naime, pri pomeranju glave od horizontalnog ka vertikalnom pravcu, dok posmatrač stoji, istovremeno se menjaju informacije iz mišića vrata i vestibularne informacije o položaju glave i tela u odnosu na tlo. Zbog toga je bilo teško precizno razdvojiti efekte dvaju vrsta informacija, tj. odrediti pojedinačne efekte svake od njih. U ovim eksperimentima ispitanici su procenjivali daljinu ležeći na levom boku, pri čemu je intenzitet gravitacione sile identičan za sve pravce posmatranja (horizontalni i vertikalni). Dakle, u ovim eksperimentima, nema promene vestibularnih informacija, već samo proprioceptivnih iz mišića

očiju i vrata. Rezultati su pokazali da i same proprioceptivne informacije iz mišića vrata imaju uticaj na opažanje daljine.

Dakle, na osnovu svih 6 eksperimenata pokazano je da i vestibularne i proprioceptivne informacije iz mišića vrata u prostoru sa redukovanim znakovima dubine imaju uticaj na opažanje daljine.

U jednom kasnijem istraživanju, proveravan je uticaj proprioceptivne iz mišića vrata na opažanje daljine u uslovima prostora sa bogatim znakovima dubine (Jovanović i sar. 2007). Eksperiment je obavljen u polju, ispitanici su ležali na boku, kako bi se ujednačio broj znakova dubine na različitim pravcima posmatranja dubine i vestibularne informacije o položaju pri proceni svakog od tri pravca (pod uglovima 0, 45 i 90 stepeni). Ispitanici su procenjivali udaljenost samo pomeranjem vrata, ne očiju (čime se izbegla mogućnost da će na procenu uticati menjanje položaja očiju). Rezultati eksperimenta nam govore da informacije iz mišića vrata nemaju značajnu ulogu pri proceni daljine ako postoje znakovima dubine. Eksperimentatori su zaključili da su vizuelne informacije značajnije od informacija o pokretu mišića vrata. (Jovanović i sar. 2007)

Ostaje otvoreno pitanje značajnosti vestibularnih informacija za vizuelni sistem u situaciji ispunjenoj znakovima dubine. Vestibularni sistem obezbeđuje informacije o položaju i pokretima tela u prostoru. Sastoji se od tri polukružna kanalića koji snimaju informacije o kružnom ubrzanju i dva zadebljanja (utrlikulus i sakulus) koji snimaju informacije o statičkoj ravnoteži i linearnom ubrzanju.

U centralnom nervnom sistemu postoje centri u kojima se ukrštaju vestibularne i vizuelne informacije (okulomotorna jedra). Mnogi istraživači smatraju da u tim centrima dolazi do kombinovanja i interakcije ovih informacija. Postojanje takve vrste interakcija dokazuju mnoga istraživanja i pojave pri pokretanju tela (Di Zio, prema Tošković 2008). Na primer, vestibularni sistem kontroliše okretanje očiju u suprotnom smeru od okretanja glave, kako bi se održao fokus na slici koju je oko prethodno posmatralo. Pri promeni gravitacione sile menja se i vizuelna percepcija, pa pojačavanje gravitacione sile dovodi do promene opaženog položaja u pravcu dejstva sile. Takođe, postoje podaci prema kojima se učenje određenih sadržaja (npr prostornih odnosa) odvija sporije u virtuelnoj realnosti, što može ukazivati na značaj vestibularnih informacija koje u takvim uslovima izostaju (Tošković 2008).

Vestibularni sistem ne razlikuje gravitacione od inercijalnih sila, te se pojavljuje sličan efekat pri delovanju neke sile koja pomera posmatrača. Ako se na primer neko vreme rotiramo u jednom smeru i nakon toga pokušamo da dohvatimo neki objekat, naš pokret će biti pomeren malo u stranu, suprotnu od smera u kojem smo se rotirali. To je znak da kognitivni sistem uključuje Koriolisove sile u svojoj perceptivnoj – akcionom modelu. Dakle, kognitivni sistem menja percepciju u skladu sa promenom sila u spoljašnjoj okolini. Pojava kalibracije (podešavanja na osnovu promene informacija iz okoline) javlja se i na nivou nekih ćelija (Tošković 2008).

Dakle, pošto je pokazano da proprioceptivne i vestibularne informacije utiču na vizuelni sistem u situaciji sa redukovanim znakovima dubine, a da proprioceptivne ne utiču u situaciji ispunjenoj znakovima dubine, ostaje pitanje kakvu ulogu ima vestibularni sistem u situaciji ispunjenoj znakovima dubine.

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita da li usled promene informacija vestibularnog aparata dolazi do promene opažanja udaljenosti u situaciji u kojoj je prisutan veliki broj znakova dubine.

Metod

Uzorak. Uzorak je bio prigodan. činilo ga je 20 ispitanika oba pola, polaznika IS Petnica.

Varijable.

Nezavisne varijable:

1. udaljenost standarda – kategorička varijabla sa tri nivoa, 1, 3 i 5 m.

2. položaj procene – kategorička varijabla sa dva nivoa, uspravno i okrenuto (savijanje gornjeg dela tela, tako da ispitanik posmatra stimulus kroz noge).

Zavisna (numerička) varijabla je bila subjektivna procena udaljenosti stimulusa.

Hipoteza. Pretpostavljalo se da će usled promene vestibularnih informacija doći do promene opažanja udaljenosti. Rezultati prethodnih istraživanja pokazali su važnost proprioceptivnih i vestibularnih informacija u situaciji sa redukovanim znakovima dubine za vizuelni sistem. Pretpostavljalo da će se takav uticaj pokazati i u situaciji ispunjenoj znakovima dubine.

Stimulusi. Kao stimulusi su korišćene lampice pravougaonog oblika, veličine 7×5 cm;

Postupak. Eksperiment je izveden u polju, a ispitanici su procenjivali udaljenost iz dva položaja, uspravnom i okrenutom. U uspravnom položaju, ispitanici su prvo stajali, a zatim, u okrenutom položaju im je gornji deo trupa bio savijen dovoljno da bi mogli da gledaju kroz razmak svojih nogu. Ispred i iza ispitanika su postavljena po tri graničnika na istom pravcu. Krajnji graničnici su bili udaljeni po 10 m od graničnika koji se nalazio u sredini. Između graničnika su bila razapeta užad na kojoj su bile okačene lampice (stimulusi). Eksperimentator je postavljao prvu lampicu (standard) na određenu udaljenost od ispitanika (1, 3 i 5 m). Potom je ispitanik nakon posmatranja udaljenosti prve lampice davao instrukcije eksperimentatoru oko pomeranja druge lampice, tako da ta druga lampica, koja se posmatra iz drugog položaja, bude na istoj opaženoj daljini od ispitanika. Standardne udaljenosti stimulusa od ispitanika su se smenjivale metodom latinskog kvadrata. Svaki ispitanik je dva puta procenjivao istu udaljenost standarda. Ispitanici su nosili zatamnjene naočare sa prorezom na sredini od 1 mm, kako bi se izbeglo pomeranje očiju koje bi izazvalo promenu proprioceptivnih informacija mišića oka.

Rezultati

Dobijeni podaci su obrađeni dvofaktorskom analizom varijanse kako bi se utvrdila statistička značajnost razlika procena po nivoima nezavisnih varijabli. Kao faktori su tretirani položaji ispitanika (uspravni i okrenuti) i udaljenost standarda (1, 3 i 5 metara).

Tabela 1. Prosečne procene daljine, za različite udaljenosti standarda u okrenutom i uspravnom položaju

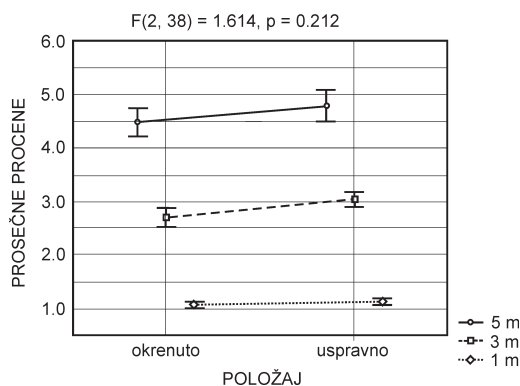
	AS	SD	N
OKRENUTO 5 m	4.49	.58	20
OKRENUTO 3 m	2.71	.39	20
OKRENUTO 1 m	1.08	.13	20
USPRAVNO 5 m	4.80	.63	20
USPRAVNO 3 m	3.05	.30	20
USPRAVNO 1 m	1.14	.13	20

Tabela 2. Značajnost efekata daljine standarda i položaja ispitanika na procene daljine

	F	df	Sign.
POLOŽAJ	6.885	1, 19	0.017
DALJINA	864.713	2, 38	0.000
POLOŽAJ *	1.614	2, 38	0.212
DALJINA			

Rezultati pokazuju da postoji efekat daljine standarda, što je i očekivano, jer se povećanjem udaljenosti standarda povećava i procena udaljenosti stimulusa. Takođe, promena položaja utiče na razliku u procenivanju daljine, odnosno, upoređivanjem procena daljine po uspravnom i okrenutom položaju dobijena je statistički značajna razlika. Ispitanici su kraće distance iz okrenutog položaja izjednačavali sa dužim iz uspravnog, što znači da su distance iz okrenutog položaja opažane kao duže.

Interakcija položaja i daljine standarda nije statistički značajna, što bi značilo da su razlike u proceni daljine između dva položaja (uspravni i okrenuti) na različitim udaljenostima standarda jednake. Ovaj podatak ukazuje da procenjivanje daljine u okrenutom položaju postoji na svakoj udaljenosti od ispitanika.



Slika 1. Prosečne procene daljine, za različite udaljenosti standarda u okrenutom i uspravnom položaju

Figure 1. Average estimation of distances for different distances of standard in reversed and vertical position

Tabela 3. Naknadni LSD testovi za parcijalne razlike između procenjenih daljina iz dva položaja na tri udaljenosti

PRAVAC	DALJINA	okrenuto 5 m	okrenuto 3 m	okrenuto 1 m	ospravno 5 m	uspravno 3 m
okrenuto	3 m	0.00				
okrenuto	1 m	0.00	0.00			
uspravno	5 m	0.01	0.00	0.00		
uspravno	3 m	0.00	0.01	0.00	0.00	
uspravno	1 m	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00

Međutim, iako ne postoji globalni efekat interakcije, naknadni LSD testovi pokazuju da se procene iz dva položaja razlikuju samo na 3 i 5 m, ali ne i na 1 m. Ovi podaci ipak ukazuju na postojanje interakcije daljine standarda i položaja.

Diskusija

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da ispitanici procenjuju daljinu kada posmatraju stimulus iz okrenutog položaja u odnosu na uspravni položaj. Tačnije, oni izjednačuju kraće distance pri opažanju iz okrenutog položaja tela, sa fizički dužim distancama iz uspravnog položaja. To znači da oni zapravo u okrenutom položaju opažaju objekte kao udaljenije od objekata iste fizičke udaljenosti u uspravnom položaju tela. Takođe, na osnovu podataka naknadnih LSD testova, dobili smo da dolazi do interakcije između položaja i daljine. To jest na razdaljini od 1 m nema razlike pri proceni iz dva položaja, a razlika se javlja na 3 i 5 m. Specifičnost bliskih udaljenosti, do 1 m, se poklapa sa nekim shvatanjima o organizaciji perceprivnog prostora (Tošković 2008). često se bliski prostor naziva akcioni, jer je su u njemu dostupne informacije iz različitih čula (vida, mirisa, dodira). Zbog većeg broja različitih informacija opažanje u akcionom prostoru je preciznije i pouzdanije.

Kako se udaljenost stimulusa povećava, odnosno napušta akcioni prostor, broj informacija iz različitih čula se smanjuje, pa se vizuelni sistem ispitanika se sve manje oslanja direktno na te informacije. Zbog toga za vizuelni sistem u ovim situacijama postaju važnije druge informacije, kao na primer vestibularne i propioceptivne. Pitanje je koja od ovih informacija ima veći uticaj na vizuelni sistem. U nekim ranijim istraživanjima (Tošković 2004; 2008) pokazano je da propioceptivne informacije iz očnih

mišića nemaju ulogu u opažanju daljine, a da propioceptivna iz mišića vrata i vestibularne informacije pokazuju uticaj na opažaj daljine u situaciji redukovanih znakova dubine. Takođe, u eksperimentu iz 2007. godine otkriveno je da propioceptivne informacije iz mišića vrata (Jovanović i sar. 2007) nemaju značajnijeg uticaja na vizuelni sistem u situaciji ispunjenoj znakovima dubine. Naše istraživanje pokazuje da i u situaciji sa ispunjenim znakovima dubine, vestibularne informacije imaju uticaj na opažanje daljine. Pošto propioceptivne i vestibularne informacije utiču na opažaj daljine u situaciji redukovanih znakova dubine, a za razliku od propioceptivnih vestibularne imaju značajnog uticaja i u situacijama ispunjenim znakovima dubine, možemo zaključiti da je uticaj vestibularnih informacija značajniji od propioceptivnih. To jest, vestibularne informacije pokazuju uticaj u situaciji i sa bogatim i redukovanim znakovima dubine, a propioceptivne informacije samo u situaciji sa redukovanim znakovima dubine.

Kao što smo već pomenuli, ispitanici procenjuju udaljenost kada posmatraju stimulus iz okrenutog položaja, što je sličan nalaz kao u eksperimentu iz 2003. godine (Simanić i sar. 2003) u kome su ispitanici procenjivali udaljenost na vertikalnom i horizontalnom pravcu, takođe u situaciji sa ispunjenim znakovima dubine. Ovo istraživanje je vršeno u šumi, u kojoj je distribucija znakova dubine jednaka na svim pravcima posmatranja, tj prostor je podjednako ispunjen prema horizontu i zenitu. Rezultati tog eksperimenta nam govore da se horizontalne razdaljine subjektivno opažaju kraćim nego vertikalne. Pri pomeranju pogleda ka zenitu, takođe se menja vestibularna informacija, kao i u našoj studiji. Dakle, pri gledanju ka zenitu, povećava se daljina, kao i pri gledanju kroz noge. Odnosno, svaka promena vestibularne informacije povećava opaženu

daljinu. To jest, posredno je i ovaj eksperiment potvrdio elipsoidni oblik vizuelnog prostora čak i u situacijama sa ispunjenim znakovima dubine. Dakle, naš perceptivni prostor je eliptičan i pri svakoj promeni položaja, naš vizuelni sistem menja perceptivni prostor na osnovu vestibularnih informacija.

Prema rezultatima iz gore navedenih istraživanja (Tošković, 2004) može se zaključiti da je horizontalna osa našeg vizuelnog prostora kraća od vertikalne, što se suprotstavlja teorijama Roka i Kaufmana o Mesečevoj iluziji. Naime, da su razlike u opaženoj daljini uzrok Mesečeve iluzije, Mesec u zenitu bi bio opažen kao veći od Meseca na horizontu. Ako je opažaj zenita dalji od horizonta, da bi Mesec iste fizičke veličine projektovao sliku jednake veličine iz dva položaja, on bi morao biti veći u položaju koji se opaža kao dalji, tj u zenitu.

Na osnovu svega navedenog možemo pretpostaviti da dolazi do zakrivljenosti opaženog prostora, na takav način da on biva komprimovan prema horizontu. Ovakvo zakrivljenje bi u najvećoj meri bilo posledica uticaja promene vestibularnih informacija o položaju tela. Kao što smo već naveli, pri posmatranju objekta iz okrenutog položaja dolazi do promene vestibularnih informacija o položaju tela, kao i pri pomeranju pogleda ka zenitu. U oba slučaja dobijeno je da se potcenjuje daljina u uspravnom položaju tela, tj prema horizontu. Promena vestibularnih informacija može delovati na vizuelni sistem na sličan način kao što promena inercijalnih sila deluje na akcione šeme. Naime, pri rotaciji tela, kao što je pomenuto, Koriolisove sile deluju tako što dolazi do promene prostorno-perceptivne organizacije, usled čega se menja opažaj lokalizacije predmeta u odnosu na posmatrača. Ako se rotiramo u jednu stranu, i pokretom ruke dohvatamo neki predmet, pokret će biti pomeren u suprotnu stranu. Nakon prestanka rotacije, pokret će biti ponovo pomeren, ali u smeru delovanja sile.

Dakle, kognitivni sistem dejstvo sile inkorporira u svoje procene. U slučaju promene položaja tela (gledanje kroz noge) najverovatnije takođe dolazi do promene prostorno-perceptivne organizacije vizuelnog sistema. Naime, pri uspravnom položaju, pravac delovanja gravitacione sile je normalan na pravac posmatranja, ali je u smeru od glave ka telu. Pri posmatranju kroz noge pravac gravitacije je takođe normalan u odnosu na pravac posmatranja, ali je u smeru od tela ka glavi. Ova promena odnosa smeru sile i pravca posmatranja bi mogla biti uzrok pro-

mene opažene daljine. To jest, pošto vestibularni aparat pokazuje promenu položaja tela, promena vestibularnih informacija bi menjala opaženu daljinu. U skladu sa tim, bilo bi zanimljivo istražiti percepciju udaljenosti kod astronauta u bestežinskom stanju ili u veštačkim situacijama u kojima je gravitaciona sila drugačija nego na Zemlji.

Zaključak

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se razdaljine koje se posmatraju u okrenutom položaju opažaju dužim nego u uspravnom položaju. Time smo potvrdili pretpostavku da promene informacija vestibularnog sistema utiču na opaženu daljinu i u situaciji ispunjenoj znakovima dubine. Ovi rezultati delimično idu u prilog teoriji o elipsoidnom obliku čovekovog vizuelnog polja, ali u suprotnom smeru od Roka i Kaufmana. Međutim, našim modelom perceptivnog prostora se ne može objasniti pojava Mesečeve iluzije, jer da je opažena daljina uzrok, mesec bi bio veći u zenitu. Ovi nalazi ukazuju na interakciju vizuelnog i vestibularnog sistema, odnosno na intergraciju dejstva sila u perceptivno-akcione šeme.

U nekim daljim istraživanjima bilo bi zanimljivo ispitati uticaj samo proprioceptivnih informacija iz mišića oka sa redukcijom proprioceptivnih informacija iz mišića vrata i vestibularnih informacija u situacijama sa ispunjenim znakovima dubine. Naime, ranija istraživanja pokazuju da promena položaja oka nema uticaja na opaženu daljinu, ali u situaciji redukovanih znakova dubine i samo do elevacije od 60 stepeni. Zato bi bilo zanimljivo videti da li dolazi do promene opažene daljine sa promenom položaja oka u situacijama ispunjenim znakovima dubine i na pravcima pogleda koji su na 90 stepeni elevacije, odnosno koji su normalni u odnosu na tlo.

Literatura

Jovanović Lj., Grahek I., Žunac S. 2007. Dostupnost vizuelnih informacija i anizotropija opaženog prostora. U *Zbornik radova polaznika Istraživačke stanice Petnica u 2007. godini* (ur. B. Savić et al.). Valjevo: Istraživačka stanica Petnica, str. 469-476.

Palmer S. 1999. *Vision Science*. London: A Bradford Book The MIT Press

Simanić A., Stanojević I., Stepandić M. 2003. Razlike u proceni horizontalne i vertikalne udaljenosti. U *Zbornik radova polaznika Istraživačke stanice Petnica u 2003. godini* (ur. B. Savić *et al.*), Valjevo: Istraživačka stanica Petnica, str. 276-283

Tošković O. 2004. Oblik perceptivnog modela prostora. *Psihološka istraživanja*, XIV, 85-123.

Tošković O. 2008. Importance of proprioceptive and vestibular information for visual space anisotropy. 8th Annual Meeting of Vision Sciences Society, Naples, Florida, USA

Vladislav Gudžulić and Marko Baroš

Upside-Down World – The Importance of Vestibular Information for Perceived Distance

The visual system works on the principle of projecting sun rays, which carry the information about objects, on the retina of the eye. As a consequence the third dimension, the distance, is lost. The visual system determines the distance based on the depth cues. Some of them give us absolute information on distance between object, while the others give us only relative information (e.g. which object is further). Sometimes even when depth cues are present the visual system makes mistakes. For example, there is an interesting phenomenon that occurs when we look at the Moon. Our visual system makes a mistake when we perceive the Moon in the horizon and in culmination in such way that when we look at the Moon in culmination it seems much smaller than in the horizon. There are many interpretations of this particular problem. For example, Rock and Kaufmann suggested that our perceived space is ellipsoid with the longitude bigger than altitude. There were many experiments that were carried out in order to find out if which factors affect our visual system and change perceived space in such a way. It is proven that information from the vestibular system and proprioceptive information from the neck muscles have impact on it. In one experiment authors searched for impact of proprioceptive information

on visual perception (Jovanović *et al.* 2007). They found out that proprioceptive information have no impact on the visual system in full cue environment (environment with many depth cues). Our experiment is researching how vestibular information impacts the visual perception in full cue situation. It was carried out in a field. There was a polygon that contained three poles that were stuck in the ground forming a line (same distance between the first and the second and between the second and the third). The cord was spread out between them and on the cord the stimuli were hung. We had twenty examinees that were trying to equalize the distance between the standard stimuli, which the examiners installed on the distances of 1m, 3m and 5m, and the other stimuli which the examiners were moving backward and forward according to examinee's instructions. There were two kinds of measures; in the first one the examinee stood normally; in the second one examinee looked through his legs. Each measurement was carried out two times. Also examinees were wearing specially designed glasses that had 1mm aperture so that they could not move their eyes and therefore could not change proprioceptive information from neck muscles. The stimuli were on different distances at the beginning of the measure. Our tests show that there is statistically significant difference between the distance measured in normal pose and the distance measured through legs. That means that examinees perceive the same distance as farther when looking through their legs. Post hoc LSD test show that there is statistically significant interaction between the distances of the standard and pose, since there are no difference between two poses on 1m distance, but two poses do differ on 3m and 5m. That means that examinees are very precise at small distances while as the distance grows their precision drops. The possible explanation for this is existence of so called action space around the viewer. In that space all senses are activated in measuring the distance. When the perceived distances are further than 1m, preciseness of different kind of visual information drops, and the visual system relies on vestibular and proprioceptive information. These results actually mean that our assumption was correct and that vestibular information actually plays a role in estimating the distance, even in a full-cue situation. ☺