

Uticaj broja i glasnoće prikazivanih zvukova i veličine kontrasta između mete i pozadine na pojavu iluzije vizuelnog treperenja

U ovom radu demonstrirana je iluzija vizuelnog treperenja indukovano zvukom. Pored pokazanog efekta da se sa povećanjem broja prikazanih zvukova iluzorno treperenje povećava, mi smo hteli da ispitamo i druge faktore: jačinu zvuka i veličinu kontrasta između mete i pozadine. Zadatak ispitanika bio je da procene broj opaženih krugova na ekranu. Vizuelni stimuli bili su krugovi bele ili sive boje prikazivani na crnoj pozadini. Uvek je bio prikazivan jedan krug uz auditivne stimule koji su predstavljali zvukovi koji su varirali svoj broj (prikazivana su 1, 2 ili 3 zvuka) i glasnoću (jači i slabiji). Rezultati su potvrdili pretpostavku da se prilikom porasta broja zvukova značajno povećava broj opaženih krugova. Međutim, glasnoća zvuka nije doprinela velikim razlikama u opažanju, ali je veličina kontrasta uticala na pojačavanje broja opaženih krugova, pri čemu je na većem kontrastu iluzija bila jača. Rezultati našeg istraživanja su pokazali da je krosmodalni uticaj vizuelnog i auditivnog modaliteta moguć i da istovremeno delovanje više čula dovode do nastanka opažaja.

Uvod

Informacije iz spoljašnje sredine obrađuju se pomoću čula (receptora). Vrste čula podeljene su u dve grupe: eksteroreceptivna, koja primaju draži iz spoljašnje sredine, dok su interoceptivna čula ona koja primaju draži iz unutrašnje sredine. Eksteroreceptivna čula su čulo vida, sluha, ukusa, dodira i mirisa, dok su interoceptivna – čula za ravnotežu, temperaturu, položaj tela u prostoru itd. Sama podela čula ukazuje da naše saznanje o svetu nije ograničeno pojedinačno na čulne modalitete, već da se informacije šalju u veći broj njih istovremeno (Zdravković 2008). Naš perceptivni sistem objedinjuje i obrađuje dominantne i karakteristične informacije iz svakog čula i na taj način formira celovit opažaj. Ovakav oblik percepcije naziva se multimodalna ili multisenzorna percepcija (Filipović-Đurđević i Zdravković 2013). Međusobno povezivanje informacija prikupljenih iz različitih čula je

Ivana Miličić (2000), Kikinda, Braće Bogaroški 52, učenica 3. razreda Gimnazije „Dušan Vasiljev” u Kikindi

Marina Bajić, (1998), Novi Sad, Save Kovačevića 1, učenica 4. razreda Gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj” u Novom Sadu

*MENTOR:
Predrag Nedimović,
student master studija,
Odeljenje za
psihologiju, Filozofski
fakultet Univerziteta u
Beogradu*

važno za kvalitet našeg opažanja, jer njihova interakcija dovodi do formiranja jedinstvenog opažaja.

Rezultati istraživanja koja su pratila neurofiziološke efekte prilikom aktivacija više različitih čulnih modaliteta istovremeno su pokazali da do njihove integracije dolazi na nižim nivoima perceptivne organizacije. Proces počinje od multisenzornih neurona koji prenose nadražaj do srednjeg mozga i gornjeg kolikulusa – strukture u kojoj se pristigle informacije analiziraju i dobijaju smisao nakon čega nastaje opažaj (Stein *et al.* 1996). Masaro tvrdi da prvobitno svako čulo pojedinačno obradi prikupljene informacije, nakon čega se dominante informacije iz jednog čula integrišu sa dominantnim informacijama iz drugih čula (Massaro 1989).

Kada se informacije iz dva ili više čulna modaliteta suprotstave u kratkom vremenskom periodu, jedna od njih se izdvoji kao dominantna i utiče na ostale prilikom stvaranja opažaja.

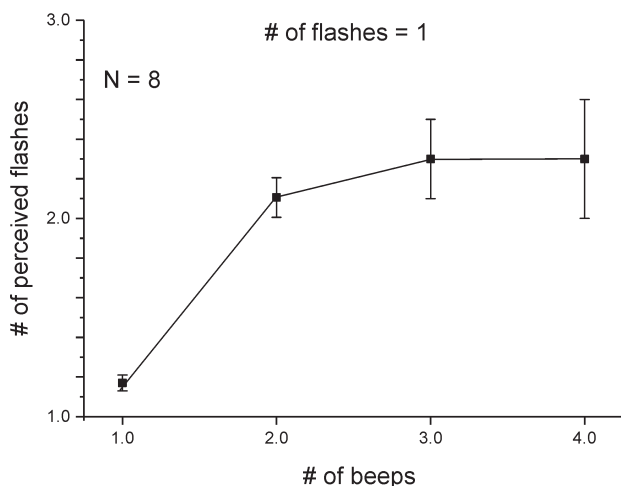
Prethodna istraživanja

Jedan od osnovnih ciljeva istraživanja iz oblasti multisenzorne percepcije je da utvrde koje od prikupljenih informacija iz različitih čulnih modaliteta prevladavaju u određenim situacijama. U krosmodalnim interakcijama, informacije iz čula vida su se dugo smatrale za najdominantnije prilikom stvaranja celovitog opažaja. To potvrđuje postojanje perceptivnih fenomena kao što su McGurkov efekat i efekat trbuhozborca. McGurkov efekat predstavlja fenomen koji demonstrira interakciju između informacija iz čula sluha i vida prilikom percepcije govora. Kod McGurkovog efekta, čulo sluha biva zavarano onim što čovek vidi (McGurk i MacDonald 1976). Karakteristična ilustracija ovog efekta je situacija kada ispitanik samo sluša slog (npr. „ba”). Tada ispitanici jasno prepoznaju da su čuli slog „ba”. Međutim, kada se uz auditivno prikazivanje istih slogova „ba”, prikaže osoba koja izgovara slog „va”, tada ispitanici izjavljuju da su zapravo čuli slog „va” (Rosenblum *et al.* 1997). Efekat trbuhozborca predstavlja efekat u kojem čulo sluha takođe biva zavarano informacijama koje obrađuje čulo vida (Thurlow i Jack 1973). Naime, iako smo svesni toga da čovek koji drži lutku u ruci priča u njeno ime, posmatrač pred sobom stvara vrstu iluzije koja mu govori da je lutka ta koja otvara usta i izgovara reči. Pokreti ruku se beleže kao izvor zvuka, a kako oni to zapravo nisu, dolazi do pogrešne interpretacije informacija i stvaranje iluzije.

Ipak, neka istraživanja koja su ispitivala krosmodalne interakcije, pokazala su da uticaj informacija iz drugih senzornih modaliteta na čulo vida nije zanemarljiv. U tim istraživanjima pokazano je da na vizuelne informacije utiču informacije iz ostalih čulnih modaliteta sa kojima se one integrišu. Prilikom formiranja celovitog opažaja, u nekim situacijama, auditivne informacije su dominantnije od vizuelnih.

Do značajnog rezultata došli su Šamsova, Kamitani i Šimodžo (Shams *et al.* 2002). Oni su demonstrirali iluziju tzv. iluzornog treperenja: izazvali su pojavu opažanja vizuelnih stimulusa od postojećeg prilikom simultanog prikazivanja sa auditivnim stimulusima. U kontrolnim situacijama pri-

kazivali su 1, 2, 3 ili 4 kruga sa jednim ili bez zvukova, dok se u situacijama za proveru iluzije prikazivao jedan krug sa 1, 2, 3 ili 4 zvuka. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da broj opaženih krugova (odnosno „treptaja“) dominantno zavisi od broja prikazanih zvukova, a ne od broja prikazanih krugova (slika 1, Shams *et al.* 2002). Ovo je rezultat aktivacije auditivne zone, do koje dolazi pre vizuelne, pošto se auditivne informacije lakše i brže zabeleže i prihvate i kao takve, one su prisutne prilikom prenosa vizuelnih informacija do vizuelne zone i njihovog kodiranja (Giard i Peronnet 1999). Zbog toga je odgovor na veći broj vizuelnih stimulusa od postojećeg posledica većeg broja prikazivanih zvukova.



Slika 1. Iluzija vizuelnog treperenja: uprkos činjenici da je na ekranu prikazan samo jedan krug, posmatrači opažaju da su videli više njih. Broj opaženih krugova povezan je sa brojem pratećih zvučnih signala (Shams *et al.* 2002)

Figure 1. Illusory flickering illusion: contrary to the fact that only one visual flash is presented, observers perceive more than one flash. The number of perceived flashes is related to the number of sounds (Shams *et al.* 2002)

Replikacijom istog istraživanja koja je sprovedena 2016. godine u IS Petnica, rezultati su ponovo potvrdili da je efekat broja prikazivanih zvukova značajan. U ovom istraživanju, efekat iluzije vizuelnog treperenja bio je najveći kada je jedan krug bio praćen sa dva i tri zvuka.

Osim broja prikazanih zvukova, pokazano je da i njihova glasnoća takođe ima bitnu ulogu. Izlaganjem većeg broja kratkih i glasnijih zvukova poboljšavala se detekcija predmeta i njegova boja (Doyle i Snowden 2001; Stein *et al.* 1996). S druge strane, izlaganje slabijih zvukova doprinelo je i slabijoj detekciji predmeta (Chen i Yeh 2009). Veći efekat glasnoće zvuka se dobija kada se on simultano izlaže sa samom metom nego kada se prikazuje posle nje (Vroomen i Gelder 2000).

Cilj

Cilj našeg istraživanja bio je da ponovo pokažemo krosmodalnu interakciju između čula vida i čula sluha i izazovemo efekat iluzije vizuelnog treperenja. Uzimajući u obzir značajan efekat broja zvukova, želeli smo da ispitamo na koji način će glasnoća zvukova kao i veličina kontrasta između mete i pozadine uticati na dati efekat.

Metod

Uzorak. U istraživanju uzorak je bio prigodan i činilo ga je 30 polaznika i saradnika Istraživačke stanice Petnica, uzrasta od 17 do 25 godina.

Varijable. Nacrt u ovom istraživanju bio je trofaktorski sa ponovljenim merenjima. Prva nezavisna varijabla je bila broj prikazivanih zvukova koji su se pojavljivali: jednom, dvaput ili triput. Druga nezavisna varijabla predstavljala je glasnoću zvukova, čija je frekvencija iznosila 3500 Hz i koja se varirala u dva oblika: glasniji ili tiši. Treća nezavisna varijabla predstavljala je veličinu kontrasta između mete i pozadine i imala je dva nivoa: veći (beo krug na crnoj pozadini) i manji (siv krug na crnoj pozadini) kontrast.

Zavisna varijabla predstavljala je učestalost pojave iluzornog treperenja. Odnosno, ispitanici su posle svakog prikazivanja davali odgovor na pitanje koliko su krugova videli na ekranu.

Kontrolna varijabla je predstavljala broj krugova – uvek je bio prikazivan samo jedan krug.

Stimulusi. Eksperiment je napravljen u programu OpenSesame 3.1. Vizuelnu stimulaciju je činio jedan krug pozicioniran na centru ekrana koji je u nekim situacijama bio beo, a u nekim siv. Auditivnu stimulaciju su predstavljali zvukovi frekvencije 3500 Hz čija se glasnoća varirala u dva nivoa (glasniji ili tiši) i čiji se broj prikazivanja menjao (jedan, dva ili tri zvuka).

Procedura. Ispitanici su dobijali da pročitaju uputstvo koje se nalazilo na ekranu računara, a zatim im je i usmeno pojašnjen zadatak. Njihov zadatak je bio da posle svakog prikaza kruga na tastaturi pritisnu onaj broj koji odgovara njihovom broju viđenih krugova na ekranu. Rečeno im je da će krugove uvek pratiti zvukovi. Eksperiment je uključivao 60 prikazivanja: 12 situacija od kojih se svaka ponavljala 5 puta i redosled je bio nasumičan. U situacijama koje su služile za proveru iluzije, pojavljivao se jedan krug kojeg su pratila dva ili tri zvuka. U kontrolnim situacijama bio je prikazivan isti taj krug kog je pratio samo jedan zvuk. Na slici 2 predstavljena je jedna situacija iz eksperimenta u kojoj su se prikazivala tri jaka



Slika 2. Prikaz situacije iz eksperimentalne situacije: tri jaka zvuka su pratila vizuelni stimulus većeg kontrasta. Nakon izlaganja ispitanici su pritiskom odgovarajućeg broja na tastaturi označavali broj percipiranih krugova.

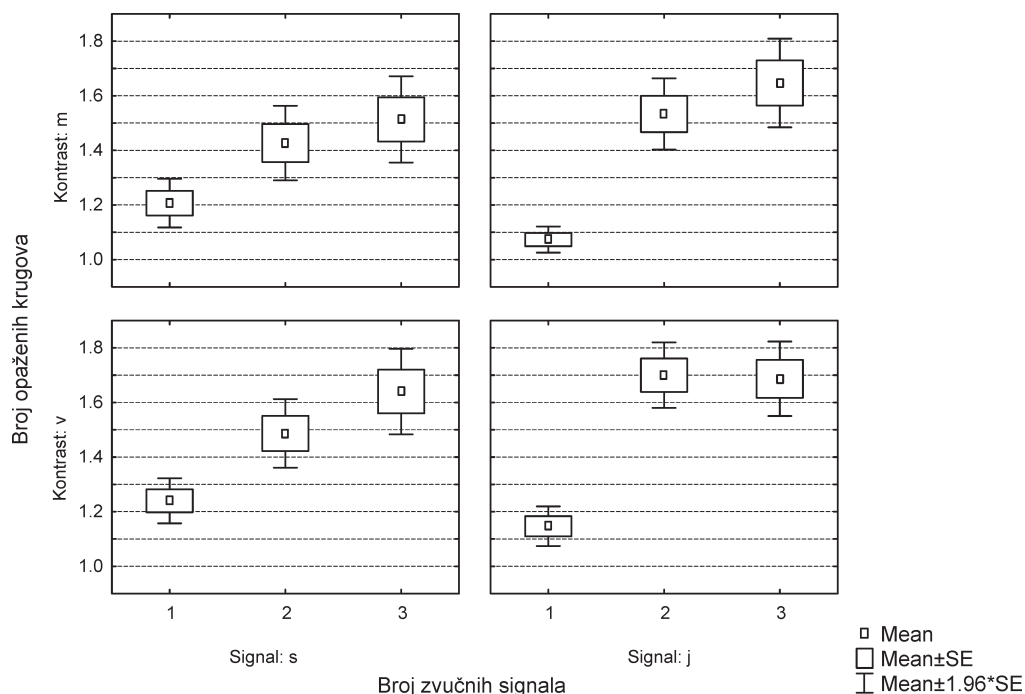
Figure 2. Experimental conditions: high contrast visual flash was accompanied by three loud sounds. After stimuli presentation, participants were asked to select the number on the keypad that corresponds to the number of perceived flashes.

zvuka koja su pratila veći kontrast (beli krug na crnoj pozadini). Prvi zvuk se javljao 23 ms pre krug i trajao je 7 ms. Krugovi su trajali 17 ms i javljali su se u razmaku od 50 ms. Razmak između kruga i drugog zvuka bio je 34 ms, gde je nakon 57 ms usledio i treći zvuk. Nakon sprovođenja eksperimenta ispitanicima je data instrukcija da ne daju informacije budućim ispitanicima o istraživanju kada napuste prostoriju.

Rezultati

Trofaktorska analiza varijanse pokazala je da glavni efekat dobijen u istraživanju predstavlja broj zvukova ($F(2, 58) = 52.6, p < 0.01, \eta^2 = 0.645$), kao i veličina kontrasta vizuelne mete ($F(1, 29) = 6.19, p < 0.01, \eta^2 = 0.176$), dok se glavni efekat glasnoće zvuka nije pokazao statistički značajnim ($F(1, 29) = 2.96, p < 0.05, \eta^2 = 0.093$).

Zapaža se da se sa povećanjem broja prikazivanih zvukova pojačavao broj opaženih krugova i da je veći broj opaženih krugova bio na većem kontrastu kada su ga pratila dva ili tri zvuka nego na manjem u istim situacijama, što je prikazano i na slici 3.



Slika 3. Rezultati trofaktorske analize varijanse: broj opaženih krugova raste sa brojem emitovanih zvukova. Ovaj efekat je još izraženiji kada je kontrast između vizuelne mete i pozadine veći.

Figure 3. Three-way ANOVA results: the number of perceived flashes is related to the number of presented sounds. The obtained effect is even more prominent when the contrast between the visual target and its background is larger.

Analizirajući dobijene interakcije jedino se značajnom pokazala ona između broja i glasnoće zvukova ($F(2, 58) = 13.268, p < 0.01, \eta^2 = 0.314$). Sa grafika možemo videti da je u situaciji kada je prezentovan jedan zvuk koji je bio tiši, broj opaženih krugova bio veći nego kad je taj zvuk bio glasniji, a da kada smo puštali dva ili tri zvuka broj opaženih krugova bio je veći kada su zvukovi bio glasniji.

Diskusija

Cilj ovog istraživanja bio je da demonstrira pojavu iluzije vizuelnog treperenja indukovano zvukom. Hteli smo da ispitamo na koji način će broj i glasnoća zvukova, kao i veličina kontrasta između mete i pozadine uticati na pojavu iluzornog treperenja. Ponovo smo pokazali da je efekat broja zvukova značajan (Shams *et al.* 2002). To znači, da što se broj zvukova povećavao, povećavao se i broj opaženih krugova. Značajan efekat u ovom istraživanju predstavlja i veličina kontrasta, pri čemu je veća razlika između vizuelne mete i pozadine povećavala i broj opaženih krugova. Međutim, dobijeni efekti su u suprotnom smeru od očekivanog. To objašnjavamo time što se beli krug ispitanicima činio većim, zbog veće razlike između njega i pozadine što je doprinelo većem opažanju od postojećeg. Pojedinačni efekat glasnoće zvuka nije pokazao statističku značajnost kao u prethodnim istraživanjima (Vroomen i Gelder 2000), ali se njegova značajnost ogleda u interakciji sa brojem zvukova. U situacijama kada je bio prikazivan samo jedan zvuk, opažen je značajno veći broj krugova kada su ti zvukovi bili tiši. Sa druge strane, kada su prikazivana dva ili tri zvuka, znatno veći broj opaženih krugova registrovan je kada su ti zvukovi bili glasniji. Pretpostavljamo da je to posledica vrednosti glasnoće samih zvukova i male razlike između jačeg i slabijeg zvuka. Ono na šta bismo ukazali je da se u narednim istraživanjima veća pažnja obrati na preciznije određenje glasnoće, jer bi se tada možda i pokazao ovaj efekat.

Rezultati našeg istraživanja potvrđuju da je na vizuelne informacije moguće uticati prilikom opažanja i da se najveći efekti dobijaju prilikom simultanog prikazivanja sa auditivnim informacijama. Ovakav rezultat ukazuje da je percepcija multisenzorni proces, što je više puta dokazano u mnogim istraživanjima i što smo mi našim rezultatima potvrdili. Naša čula se svakodnevno dopunjuju, upotpunjuju i integrišu bez obzira na nivo složenosti perceptivne situacije.

Zaključak

Uspešno smo demonstrirali iluziju vizuelnog treperenja i pokazali da na njenu pojavu najveći efekat imaju broj zvukova i veličina kontrasta između mete i pozadine. Glavni efekat glasnoće zvukova nije statistički značajan, ali se njegov efekat vidi u interakciji sa brojem zvukova.

Literatura

- Chen Y. C., Yeh S. L. 2009. Catch the moment: multisensory enhancement of rapid visual events by sound. *Experimental Brain Research*, **198**: 209.
- Filipović Đurđević D., Zdravković S. 2013. *Uvod u kognitivne neuronauke*. Zrenjanin: Gradska narodna biblioteka Žarko Zrenjanin
- Giard M. H., Peronnet F. 1999. Auditory-visual integration during multimodal object recognition in humans: a behavioral and electrophysiological study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **11** (5): 473.
- Doyle M. C., Snowden R. J. 2001. Identification of visual stimuli is improved by accompanying auditory stimuli: the role of eye movements and sound location. *Perception*, **30**: 795.
- Massaro W. D. 1989: Testing between the TRACE Model and the Fuzzy Logical Model of Speech Perception. *Cognitive Psychology*, **21** (3): 398.
- McGurk H., MacDonald J. 1976. Hearing lips and seeing voices. *Nature*, **264**: 746.
- Rosenblum L. D., Schmuckler M. A., Johnson J. A. 1997. The McGurk effect in infants. *Perception & Psychophysics*, **59** (3): 347.
- Shams L., Kamitani Y., Shimojo S. 2002. Visual illusion induced by sound. *Cognitive Brain Research*, **14** (1): 148.
- Stein B. E., London N., Wilkinson L. K., Price D. D. 1996. Enhancement of perceived visual intensity by auditory stimuli: A psychophysical analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **8** (6): 497.
- Thurlow W. R., Jack C. E. 1973. Certain determinants of the "ventriloquism effect". *Perceptual and Motor Skills*, **36** (3): 1171.
- Vroomen J., de Gelder B. 2000. Sound enhances visual perception: cross-modal effects of auditory organization on vision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **26**: 1583.
- Zdravković S. 2008. *Percepcija*. Zrenjanin: Zrenjaninska biblioteka

Effects of Sound Frequency and Intensity and Effects of Contrast Between Target and Background on Illusory Flickering

This research demonstrated a visual illusory flickering induced by sound. Previous research has shown that visual perception can be influenced by the simultaneous display of sounds, by which they lead to the observation of illusory flickering. In addition to the effect shown to increase illusory flickering with the increase in the number of sound signals, we also wanted to examine the contrast ratio of target and background. The experimental task was based on the judgment made by participants of the number of flickerings seen on the screen. Visual stimuli were white or gray targets (flickerings, which did not change in number), displayed on a black background, while audible stimuli were sounds, varying in number (1, 2 or 3 sound signals were displayed) and volume (loud and quiet).

The three-factor analysis of variance showed that when the number of sound signals increases, the accuracy in viewing visual illusory flickering increases as well. It is noted that, on average, in situations where two intense sound signals were displayed, the number of observed flickerings deviated from the current one the most. The sound intensity did not make a big difference in perception, but the illusory flickering was drastically influenced by the contrast, whereby having had the greater contrast the illusory flickering was more intense. The results of our research have shown that the cross-modal influence of visual and auditory modality is possible and simultaneously interaction between multiple senses leads to the occurrence of perception.

