

ANALIZA MANIFESTACIJE MCCOLLUGH EFEKTA U CROSS- MEDIA REPRODUKCIJSKIM SUSTAVIMA

ANALYSIS OF THE MCCOLLUGH EFFECT MANIFESTATION IN CROSS-MEDIA REPRODUCTION SYSTEMS

Marinela Lukaček, Marin Milković, Krunoslav Hajdek

Stručni članak

Sažetak: *Ljudski vizualni sustav svakodnevno se suočava s različitim fizikalnim podražajima koji iz okoline ulaze u naš sustav. Naš mozak zaprima te informacije, obrađuje ih, ali ih ponekad pogrešno interpretira u pogledu bojenih i geometrijskih informacija. To se događa kada smo suočeni s različitim psihofizikalnim vizualnim efektima. Mogućnost doživljaja efekata pokazuje kako naš osjetilni sustav u osnovi nije savršen, te da različite osobe različito percipiraju objekte koji nas okružuju; na što također utječe medij reprodukcijskog sustava.*

Osim efekata koji su posljedica nesavršenosti naših vidnih organa, postoje i oni temeljeni na višim razinama percepciji. McCollughov efekt je jedan od takvih efekata gdje se radi o naknadno posljedičnom adaptacijskom efektu, koji je uvjetovan bojom i geometrijskom strukturom slikovnog zapisa. U radu se istražuje manifestacija McCollugh efekta na različitim medijima prilikom reprodukcije specifičnih slikovnih zapisa kako bi se prikazala njegova važna uloga u percepciji informacije o boje.

Ključne riječi: *psihofizika, „cross-media“, boja, McCollugh efekt*

Professional paper

Abstract: *The human visual system is daily confronted with a variety of physical stimuli reaching it from the environment. Our brain receives and processes the information. However, this information is sometimes interpreted wrongly in terms of colouring and geometric information. This happens when we are faced with various psychophysical visual effects. The possibility to experience these effects shows that our sensory system is not perfect and that different people perceive different surrounding objects in a different way, which is also connected with the reproductive system of the medium. Therefore, a lot of psychophysical visual research is devoted to the study of stimuli and their perception in the brain.*

Besides the effects that appear due to the imperfection of our visual system, there are those based on higher levels of perception - in the human brain. The McCollugh effect is one of these – it is an adaptation aftereffect, which is influenced by the colour and geometric structure of an image. This paper explores the manifestation of the McCollugh effect through various media during the reproduction of specific images to reflect its important role in the colour perception information.

Key words: *psychophysics, „cross-media“, colour, McCollugh effect*

1. UVOD

Psihofizika je znanstvena disciplina u čijem se težištu interesa nalazi istraživanje odnosa između fizičkog stimulusa (podražaja) i pripadajuće percepcijske reakcije odnosno doživljaja. Sam pojam percepcije obuhvaća procjenjivanje i razumijevanje fizičke situacije ili fizičkog stimulusa posredovanjem jednog ili više osjetila (Hofstetter et al. 2000). Percepcija je pojava koja se odvija u našem mozgu (ovisna je o neurološkom sustavu, pozornosti, psihološkoj osnovi i sl.) i u pravilu nije ju moguće direktno izmjeriti [15]. Psihofizika se kao znanstvena disciplina bavi se proučavanjem svih dimenzije ljudske percepcije (opipa, okusa, sluha, vida, ..). Međutim, s obzirom tematiku ovoga rada, nama je

primarno interesantna psihofizika vizualne percepcije, koju je Gescheider 1985. godine definirao kao deskriptivnu znanost orijentiranu ka specificiranju sposobnosti senzora normalnog ljudskog vizualnog sustava [16].

U vizualnoj komunikaciji, boju možemo, uz sam oblik (2D ili 3D objekta) promatrati kao osnovni stimulus, te je time i definirati kao psihofizikalni doživljaj kromatskog i akromatskog sadržaja koji je nastao kao posljedica valnih duljina u rasponu od 380 do 750 nm.

Pri tome ne treba zaboraviti da percepcija boje osim o samim njenim fizikalnim karakteristikama ovisi i o njenoj okolini, pozadini, vidnom kutu, zatim o vrsti i intenzitetu izvora svjetlosti, ali i o samom promatraču, odnosno fiziološkim karakteristikama njegovog

vizualnog sustava te o njegovom trenutnom psihološkom stanju.

Pogrešno bi bilo interpretirati percepciju kao stvarni svijet identičan onom fizikalnom kojeg pokušavamo doživjeti. Psihofizikalni vizualni efekti uzrokuju odstupanje ili krivu interpretaciju u percepciji elemenata koje promatramo.

Do krive interpretacije može doći na primarnoj razini vizualnog sustava, odnosno na razini našeg vidnog organa – oka ili na višoj razini odnosno u našem mozgu. Osim pozadinskih vizualnih efekata, koji su poznati većini ljudi i koji nastaju na razini našeg vidnog organa, postoji i široki raspon tzv. adaptacijskih psihofizikalnih vizualnih efekata, čija je manifestacija osim uz bojene karakteristike stimulusa vezana i uz njihov položaj u prostoru te uz geometrijsku strukturu (oblik, veličinu, složenost, ponovljivost, međusobni položaj elemenata u kompleksnom stimulusu, međusobni odnos veličina elemenata, kut gledanja i udaljenost, površinske karakteristike, rezolucija slike, kut rastriranja ...) pa se isti zbog pripadajuće kompleksnosti mehanizama potrebnih za njihovu percepciju nazivaju adaptacijskim efektima temeljenim na "višim" ili kortikalnim nivoima percepcije.

Primjer jednog od takvih efekta je McCollugh efekt čija je manifestacija osim bojom određena i smjerom, odnosno organizacijom i orijentacijom linija u percepcijskom polju.

U ovom radu provedena je analiza McCollughov efekta prilikom njegove manifestacije u „cross-media“ reprodukcijском sustavu. Bojeni podražaj te njegova vizualna percepcija unutar „cross-media“ reprodukcijских sustava pokazuje odstupanja u percepciji boje istog podražaja. Uпотреbu različitih vrsta medija teži prema tome da se istovjetne slikovne informacije na različitim medijima prikažu jednako ili barem što sličnije. Različiti mediji koje koristimo u svakodnevnom životu imaju različite karakteristike primara i različite opsege boja koje mogu prezentirati.

2. TEORETSKI DIO

Psihofizikalna istraživanja teže tome da odrede da li ispitanik može otkriti podražaj, identificirati ga, usporediti ga sa nekim drugim stimulusom i opisati magnitudu ili prirodu te razlike. U svrhu psihofizikalnih istraživanja uvijek se koristi stimulus koji se objektivno i fizikalno može izmjeriti. Kod takvih istraživanja proučavaju se sve dimenzije i svi osjeti ljudske percepcije.

Psihofizikalna vizualna istraživanja određuju prag započinjanja reakcije engleski „threshold“, to jest točka intenziteta gdje ispitanik može detektirati prisutnost stimulusa [2].

„Cross-media“ komunikacijski sustavi služe prijenosu različitih oblika informacija u multimedijском okruženju, među kojima su i informacije o boji.

Boja čini naš život ugodnim, raznovrsnim i potpunim. Uspješnost komunikacije unutar „cross-media“ sustava određena je učinkovitošću i prikladnošću prijenosa informacija među korisnicima, uz minimalan gubitak informacija. Jedna od zadaća „cross-media“

komunikacijskih sustava je osigurati uvjete za istovjetnu percepciju boje neovisno o mediju komuniciranja, te neovisno o svim ostalim parametrima koji utječu na percepciju boje [12].

Percepcija boje jako je važna budući da nam ona pomaže u specifikiranju stvari u prirodnom, ali i u umjetnom okruženju. Različiti reprodukcijски sustavi služe kako bi prvotnu informaciju o boji jednako prenijeli na svim ostalim medijima, što je pokazalo da taj prijenos informacije o boji ima stanovita odstupanja od medija do medija. Uzrok tome također su manifestacije psihofizikalnih vizualnih efekata.

Cross-media komunikacije su integrirani i interaktivni doživljaji koji se pojavljuju unutar različitih medija. Gledatelji su aktivni dio tih doživljaja koji se pojavljuju na Internetu, filmu, mobilnim uređajima, tiskanom obliku i drugima [16].

Reprodukcija boje definira se kao učinak zračenja nekog izvora svjetla na dojam obojenosti predmeta kojega izvor obasjava, u usporedbi s izgledom obojenosti istih predmeta obasjanih s usporednom vrstom svjetla, te ona označava vezu između reproducirane i originalne boje [34].

2.1. Tehnike vizualnog ocjenjivanja u „Cross-media“ reprodukcijском sustavu

Braun, Fairchild i Alessi, 1996. godine definirali su pet tehnika vizualnog ocjenjivanja odnosa između originala i reprodukcije na način prezentiranja istog stimulusa na različitim medijima. Informacije o boji čak i u istovrsnim medijima mogu biti specifikirane na različite načine i sa različitim karakteristikama.

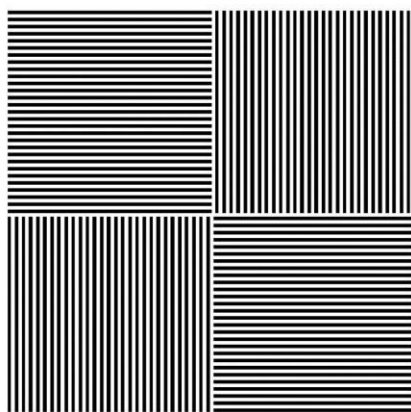
Memorijsko usuglašavanje je tehnika ocjenjivanja kod koje se original i njegova reprodukcija ne mogu vidjeti u isto vrijeme, niti promatrač može nanovo pogledati original kako bi dao svoju konačnu ocjenu. Ocjena se daje na osnovi pamćenja, odnosno memorijske usporedbe u odstupanju reprodukcije od originala. Sukcesivno binokularno memorijsko usuglašavanje je tehnika ocjenjivanja koja je po svojim principima slična memorijskoj, razlika je u tome što promatrač u bilo kojem trenutku može iznova pogledati original. Ocjenjivanje se u principu temelji primarno na osnovi pamćenja. Simultano binokularno usuglašavanje je tehnika ocjenjivanja kod koje se original i reprodukcija nalaze jedna pored druge, u cjelovitom vidnom području u isto vrijeme. Ocjenjivanje se provodi simultanom usporedbom originala i reprodukcije. Kod ove tehnike moguća je točnija ocjena nego u prethodne dvije zato što je vrijeme procjenjivanja nesukladnosti između originala i reprodukcije mnogo kraće. Simultano haploskopsko usuglašavanje je tehnika ocjenjivanja kod koje se original promatra jednim okom, a reprodukcija drugim okom u isto vrijeme. Između očiju nalazi se simetrična pregrada koja onemogućuje da se jednim okom vide i reprodukcija i original. Sukcesivno „Gazfeldovo“ haploskopsko usuglašavanje je tehnika ocjenjivanja slična prethodnoj, ali je promatrač spriječen da original i reprodukciju promatra istodobno“ [1].

2.2. McCollough efekt

Celeste McCollough je 1965. godine u svome radu "Color adaptation of edge-detectors in the human visual system" publiciranom u časopisu „Science“, objavila postojanje novog geometrijsko-strukturalnog adaptacijskog naknadnog posljedičnog efekta čija je manifestacija determinirana smjerom, odnosno organizacijom i orijentacijom linija u percepcijskom polju. Ovaj efekt je od tada pa sve do današnjih dana ostao jedan od najčešće analiziranih efekta.

Ovaj efekt je fenomen ljudske vizualne percepcije u kojem se rešetke bez obojenja percipiraju kao blago obojeni – odnosno desaturirani tonovi pozadina na koje je provedena adaptacija. S obzirom da se radi o naknadnom posljedičnom efektu, potrebno je određeno vrijeme indukcije kako bi se isti manifestirao.

Effekt nastaje kao posljedica geometrijske strukture na adaptacijskom polju, odnosno horizontalno i vertikalno postavljenih rešetaka linija kao što je prikazano na slici 2.1.



Slika 2.1. Prikaz geometrijske strukture vertikalnih i horizontalnih linija



Slika 2.2. Prikaz geometrijske strukture obojenja

Kako bismo doživjeli efekt potrebno je promatrati dijelove slike 2.2. sa sustavom okomitih linija na zelenoj pozadini i sustava horizontalnih linija na crvenoj pozadini. Pri tome nije potrebna stroga fiksacija odnosno promatranje jedne točke, već je samo potrebno naizmjenično svakih nekoliko sekundi preusmjeriti pogled na pozadine različitog obojenja. Vrijeme adaptacije na bojene karakteristike pozadine traje nekoliko minuta (2-4). Nakon navedenog vremenskog perioda, ispitanicima se paralelno prezentiraju sustavi istovjetnih horizontalnih i vertikalnih crnih linija na bijeloj podlozi Slika 2.1. Velika većina ispitanika između crnih linija na mjestima koje odgovaraju bijeloj podlozi

percipirati će nijanse prethodnih podloga u obliku blago desaturiranih tonova [4].

Zanimljivo je naglasiti da ukoliko se sustavima horizontalnih i vertikalnih crnih linija na bijeloj podlozi zamjene mjesta, odnosno ukoliko postavimo horizontalne linije na mjesta vertikalnih i obrnuto, percipirane desaturirane boje prethodnih podloga koje se uočavaju (naknadni posljedični efekt) također će promijeniti svoj položaj zauzimajući s obzirom na smjer linija (horizontalni ili vertikalni) položaj istovjetan kao kod prvobitnih podloga na koje je provedena adaptacija.

Istovjetan efekt ostvaruje se i sa nizom drugih boja. Najizraženiji je ukoliko se kao podloge upotrebe komplementarne boje: purpurna i zelena, crvena i zelenoplava te žuta i plava. Neka istraživanja su pokazala da se ovaj efekt može postići promatrajući samo jednu boju i orijentaciju linija, iako na to postoje argumenti da su tada boje vidljivije samo zbog kontrasta.

Također je važno napomenuti da naknadni posljedični efekt percepcije desaturiranih nijansi prethodnih podloga počinje slabiti i nestajati promjenom smjera linija. Slabljenje efekta najizraženije je ukoliko se iste zaokrenu za kut od 45° . Iz navedenoga, jasno se zaključuje da je manifestacija McCollough-ovog efekta izrazito uvjetovana i geometrijskom strukturom i bojom, ali ipak presudno orijentacijom linija.

Za razliku od ostalih naknadnih posljedičnih efekata koji su u pravilu kratkotrajni; traju od nekoliko sekundi, do jedne, dvije ili najviše deset minuta. McCollough efekt može trajati i nekoliko sati, dana, pa čak i tjedana, a Jones i Holding su u svojoj studiji iz 1975. godine, zabilježili trajanje McCollough-ovog efekta u trajanju od 2040 sati [17]. Također je dokazano da se McCollough-ov efekt u pravilu ne prenosi sa jednog oka na drugo, što dodatno potkrepljuje prethodnu tezu (Savoy, 1984) [18].

Utvrđeno je da se i kod pacijenata koji boluju od kortikalnog sljepila ili uznepredovalne vizualne agnozije primarnog vizualnoga korteksa može manifestirati McCollough-ov efekt (Humphrey et al., 1995).

Također, važno je napomenuti da intenzitet McCollough-ovog efekta te njegovo trajanje izrazito ovisno o vremenu provedenom na adaptaciji, te o učestalosti stimuliranja sustavom linija nakon adaptacije.

Povećanjem trajanja adaptacije te učestalosti stimuliranja produžava se trajanje McCollough-ovog efekta (MacKay i MacKay, 1975; Stromeyer, 1978) [19,20].

Svaki naknadno posljedični efekt zahtjeva vrijeme indukcije sa indukcijским stimulusom. Također zahtjeva testni stimulus na kojem se može manifestirati efekt. Indukcijski stimulus kod McCollough efekta su crvene horizontalne linije i zelene vertikalne linije. Boje koje se pojavljuju kao posljedica indukcije su desaturiranije u odnosu na boje pozadine na koje se provodi adaptacija.

Razmatrajući relacije između nivoa procesiranja stimulusa i McCollough-ov efekta, mnogi aspekti i činjenice upućuju da mehanizmi koji ostvaruju navedeni efekt djeluju na početnim nivoima vizualnog procesiranja u sklopu primarnog vizualnog korteksa, ili čak i ranije u prijenosu vizualnih signala od vidnog organa do primarnog korteksa. Jedno od objašnjenja razloga manifestacije efekta jest da dolazi do pogreške u procjeni u našem vizualnom sustavu te da je efekt inducirao

adaptaciju na boju na rubu osjetljivih monokularnih neurona u nižim razinama vizualnog korteksa.

Ovakve parove boja i orijentirane linije se ne nalaze često u prirodnim sredinama i ljudsko oko nije na njega naviknuto te je moguće da naš vidni sustav prilagođava odgovarajuće neurone do neutralne točke u adaptaciji na orijentaciju kontingenta boje. Na neki način moglo bi se reći da ovaj efekt nema adaptacijske vrijednosti, već ima mogućnost predviđanja događaja.

Neurofiziološka objašnjenja ukazuju na adaptaciju stanica u lateralnim područjima koji su odgovorni za kromatske aberacije oka kako bi adaptacija stanica u vizualnom korteksu mogla reagirati na boju i orijentaciju, budući da se u primarnom vizualnom korteksu „V1“ nalaze takozvani setovi sastavljeni od stupaca koji su odgovorni za prepoznavanje linija svih orijentacija. Procedura se nastavlja u višim centrima mozga uključujući i frontalni režanj, kao i dijelove odgovorne za učenje i pamćenje. Efekt se ne prenosi s jednog oka na drugo iz čega se može zaključiti da se efekt pojavljuje u područjima vizualnog sustava prije „V1-4B“ gdje se binokularne stanice najprije pojavljuju [13].

Jedna od studija upućuje na uključenost faktora koji se mogu vezati isključivo uz mehanizme na kojima se temelje viši nivoi percepcije, odnosno koji su na kortikalnoj razini, kao što su mehanizmi vezani uz percepciju transparentije. Određene studije ovaj efekt povezuju s mehanizmima koji su vezani uz jezične karakteristike. Također je ustanovljena povezanost efekta s psihološkim nasljedem i trenutnim psihološkim stanjem, prema kojem je intenzitet naknadnog posljedičnog efekata percepcije desaturiranih tonova prethodnih pozadina veći, a vrijeme trajanja McCollugh efekta duže kod introverata nego ekstroverata [1,6,7].

2.3. Boja i osjet vida

Boje u naš život unose ljepotu, ali imaju važnu ulogu u signaliziranju, bez obzira radi li se o prirodnom okruženju ili onom stvorenom ljudskom rukom. Pomoću boje identificiramo i klasificiramo stvari, one poboljšavaju perceptivnu organizaciju. Boja ima mnogo različitih značenja od kojih razlikujemo tri osnovna. Prvo značenje jest da boja pojam materijalne naravi i vezana je za tvar kao nosioca obojenja, a naziva se imenom pojedinih pigmenta. Drugi pojam odnosi se na fizikalno mjerljiv podražaj koji uzrokuje percepciju boje. Ovo je potpun opis boje koja napušta površinu, čija se energija može izmjeriti na svakoj valnoj dužini. Treći pojam izražava osjet u čovjeku koji je izazvan percepcijom svjetlosti emitirane od nekog izvora. Boja je optički fenomen zato što je možemo doživjeti samo našim organom vida [11,14].

Oko je organ ljudskog vizualnog sustava, te zahvaljujući njegovoj anatomske građi možemo percipirati elektromagnetsko zračenje valnih dužina od 380nm do 780nm, ali i razlikovati pojedine karakteristike tog elektromagnetskog zračenja. S prednje strane oka nalazi se šarenica, a unutar nje zjenica koja regulira ulaznu energiju svjetlosti mijenjajući svoju veličinu. Leća ulaznu svjetlost fokusira na stražnji dio oka, dajući umanjenu i obrnutu sliku. Osjet vida i boja nastaje u mrežnici, koja je jedna od ovojnica oka i prekriva najveći

dio unutrašnjosti očne jabučice, s time oku omogućuje široko vidno polje. Mrežnica je direktno povezana sa mozgom. U njoj pozadini nalazi se optički sloj koji se zove koroidna membrana i taj sloj apsorbira svjetlost koja prolazi kroz retinu. Štapići su fotoreceptorske stanice i osjetljivi su na vrlo male intenzitete osvjetljavanja i omogućuju osjet akromatskih boja. Čunjići su također fotoreceptorske stanice i smješteni su u središtu fovee. Ima ih mnogo manje nego štapića i osjetljivi su na veće intenzitete osvjetljavanja. Oni omogućuju jasnu percepciju detalja i šarenih boja, omogućuju vidni osjećaj boje. U oku postoje tri vrste čunjića koji u sebi imaju fotopigmente, dijele se prema ostvarivanju reakcija ovisno o valnoj dužini te zahvaljujući njima sposobni smo razlikovati boje [11].

Percepcija boje određena je sposobnošću oka da ulaznu svjetlost ovisno o njoj snazi propušta kroz rožnicu. Doživljaj boje ovisi o tome kako mozak reagira na stimulaciju, zato što se ulazna elektromagnetska energija iz svjetlosti pretvara u živčane impulse koji se preko milijun živčanih vlakana do zatiljnog dijela kore velikog mozga i interpretiraju se kao slika. Percepcija boje odvija se u cijelom vizualnom sustavu, ne samo u oku već i u mozgu. Boja zapravo ne postoji, ona je samo osjećaj [8]. Percipirana boja ovisi o spektralnoj raspodjeli stimulusa, njegovoj veličini, obliku, strukturi, površinskim karakteristikama objekta od kojeg podražaj dolazi, ali i o pozadini i okruženju u kojem se promatra. Isti fizikalni doživljaj kod različitih ljudi izaziva različite osjete, zato što percepcija također ovisi o adaptacijskom stanju promatrača, njegovom vizualnom sustavu, iskustvu i još mnogo drugih faktora.

Ljudski organizam je jedinstven i ne postoje dva ista organizma po svojim osjetilnim karakteristikama. Osjetljivost štapića i čunjića vezana je na različite vanjske podražaje koji ovisi o mnogim faktorima. Osjetljivost čunjića se u srednjim i dugim valnim dužinama razlikuje i do 20 nm. Razlike u spektralnoj apsorpciji pojedinih vrsta čunjića najčešće se događaju uslijed kemijskih reakcija u mrežnici oka. Protok svjetlosti kroz oko do mrežnice uvjetovan je i različitom propusnosti svjetlosti u ovisnosti o različitim valnim dužinama ulazne spektralne energije vidljivog djela spektra. Pigmenti u oku koji se nalaze neposredni ispred fotoreceptora također su odgovorni na osjetljivost oka [1,8].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

Cilj istraživanja bio je odrediti intenzitet manifestacije McCollughov efekta na različitim medijima u „cross-media“ reprodukcijским sustavu.

Uz navedeni primarni cilj istraživanja, kroz postavljene eksperimente i posebno kreirane testne uzorke, želi se utvrditi da li se McCollugh efekta može manifestirati i na strukturama koje se razlikuju od vertikalno i horizontalnih postavljenih linija, koje se u pravilu koriste kod ovog efekta [5]. Istraživanje je bilo provedeno pod standardiziranim uvjetima sukladno smjernicama norme ISO 3664:2009. Udaljenost ispitnika od testnih uzoraka 50 cm, kut promatranja 10°

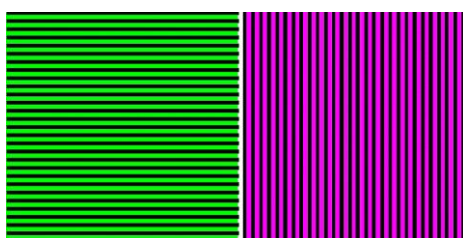
te neutralna mat siva pozadina. Istraživanje je provedeno na uzorku od 30 ispitanika, približno podjednaki broj pripadnika oba spola u rasponu od 18 do 25 godina. Prije provedbe testiranja ispitanici su podvrgnuti „Ishihara“ testu – 24 uzorka, za potencijalnu detekciju defekta vida.

Za kreiranje testnih uzoraka korišteni su komplementarni parovi boja: zelena i purpurna, žuta i plava, te crvena i zeleno-plava. Također je korišten i jedan ne-komplementaran par crvena-zelena boja. Komplementarne boje nastaju miješanjem dviju osnovnih boja aditivne sinteze gdje nastaje jedna od boja suptraktivne sinteze. Ta novonastala boja suptraktivne sinteze komplementarna je sa trećom bojom aditivne sinteze koja nije sudjelovala u miješanju [11]. Komplementarne boje su parovi čistih boja, u kojima se boje međusobno nadopunjavaju. Svaki komplementarni par sadrži jednu toplu i jednu hladnu boju, od kojih je jedna primarna a druga sekundarna boja i nalaze se točno jedna nasuprot drugoj u krugu boja [1,9]. Testni uzorci obojenih (Slike 3.1. - 3.4.) i neobojenih pozadina (Slike 3.5.) McCollugh rešetke kreirani su u jednakoj veličini.

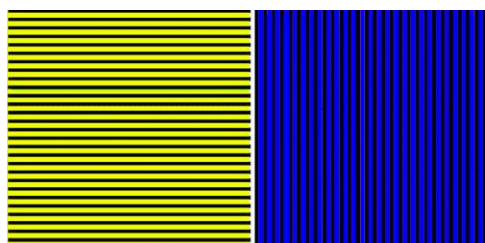
Za formiranje „cross-media“ reprodukcijskog sustava korišteni su po jedan medij aditivne sinteze i jedan medij suptraktivne sinteze, odnosno kalibrirani zaslon računala visoke rezolucije te tiskovna papirna mat podloga otisnuta na „Ink-jet“ pisaču visoke rezolucije, a na kojima su bili reproducirani istovjetni testni uzorci.

Zadatak svakog ispitanika bio je odrediti nijansu boje koju vidi na zaslonu računala i na otisnutoj papirnoj podlozi kao naknadno posljedični efekt na rešetci (Slike 3.5.) koja je izvedena bez obojene pozadine.

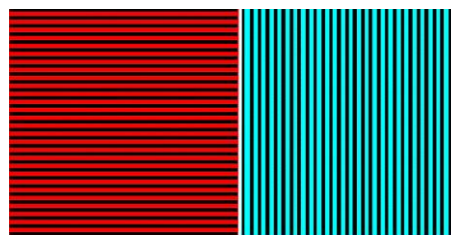
Prije samog ocjenjivanja, vizualni sustav ispitanika adaptiran naizmjeničnim promatranjem lijeve i desne strane teste podloge – obojene rešetke, po pojedinom mediju u vremenskom periodu od 5 min (Slike 3.1., 3.2., 3.3. i 3.4.).



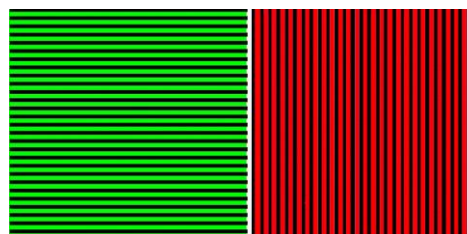
Slika 3.1. Geometrijska struktura obojenja komplementarnim parovima boja, zelenom i purpurnom bojom



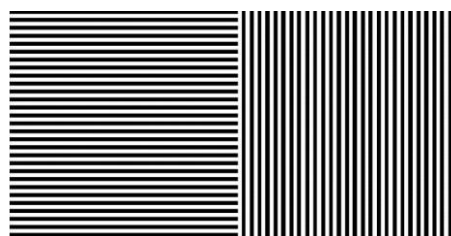
Slika 3.2. Geometrijska struktura obojenja komplementarnim parovima boja, žutom i plavom bojom



Slika 3.3. Geometrijska struktura obojenja komplementarnim parovima boja, crvenom i zeleno-plavom bojom

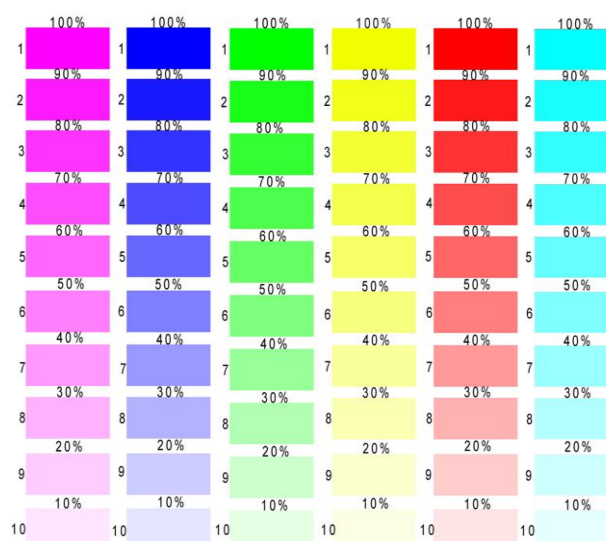


Slika 3.4. Geometrijska struktura obojenja zelenom i crvenom bojom



Slika 3.5. Prikaz sustava vertikalnih i horizontalnih linija McCollughovog efekta bez obojenja

Intenzitet manifestacije McCollugh efekta na ispitivanim medijima i uzorcima, utvrđen je na principu usporedbe sa referentnim vrijednostima u atlasu boja koji je kreiran za potrebe istraživanja. Atlas (Slika 3.6) se sastoji od 6 uzoraka boja, istovjetnih onima koje su korištene za kreiranje McCollugh uzoraka. Svaka od ispitivanih boja zastupljena je sa 10 polja – koja su označena istovjetnim brojevima. Vrijednosti polja definirane su kao postotne vrijednosti zasićenosti tonova boja HSB modela u koracima od po 10%.



Slika 3.6. Atlas boja sa desaturiranim tonovima

Zadatak ispitanika bio je pridružiti pojedino polje (1-10) tonu boje kojega je percipirao na akromatskoj rešetki nakon provedenog procesa adaptacije. Na taj način određen je intenzitet manifestacije McCollugh efekta izražen kroz pomak u zasićenosti pojedinoga tona boje.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja procjene manifestacije McCollugh efekta za različite kombinacije pozadina McCollugh rešetke prezentirani su odvojene za papirnu podlogu i za zaslon računala kroz Tablice 4.1. do 4.4.

Tabela 4.1. Prikaz rezultata manifestacije efekta za zeleno-purpurnu pozadinu rešetke

Tonska vrijednost polja atlasa	Boja pozadine rešetke			
	Zelena		Purpurna	
	Papirna podloga	Zaslon računala	Papirna podloga	Zaslon računala
10	6	7	7	7
20	12	14	11	12
30	10	7	10	10
40	2	2	2	1
50	0	0	0	0
60	0	0	0	0
70	0	0	0	0
80	0	0	0	0
90	0	0	0	0
100	0	0	0	0

Tabela 4.2. Prikaz rezultata manifestacije efekta za žuto-plavu pozadinu rešetke

Tonska vrijednost polja atlasa	Boja pozadine rešetke			
	Žuta		Plava	
	Papirna podloga	Zaslon računala	Papirna podloga	Zaslon računala
10	12	14	9	12
20	10	11	11	10
30	7	4	9	6
40	1	1	1	2
50	0	0	0	0
60	0	0	0	0
70	0	0	0	0
80	0	0	0	0
90	0	0	0	0
100	0	0	0	0

Tabela 4.3. Prikaz rezultata manifestacije efekta za crveno-cyan pozadinu rešetke

Tonska vrijednost polja atlasa	Boja pozadine rešetke			
	Crvena		Zeleno-plava	
	Papirna podloga	Zaslon računala	Papirna podloga	Zaslon računala
10	9	7	6	7
20	9	10	11	10
30	10	10	10	9
40	2	3	2	3
50	0	0	1	1
60	0	0	0	0
70	0	0	0	0
80	0	0	0	0
90	0	0	0	0
100	0	0	0	0

Tabela 4.4. Prikaz rezultata manifestacije efekta za crveno-zelenu pozadinu rešetke

Tonska vrijednost polja atlasa	Boja pozadine rešetke			
	Crvena		Zelena	
	Papirna podloga	Zaslon računala	Papirna podloga	Zaslon računala
10	9	7	8	9
20	10	10	10	10
30	9	9	10	9
40	2	2	2	1
50	0	0	0	1
60	0	0	0	0
70	0	0	0	0
80	0	0	0	0
90	0	0	0	0
100	0	0	0	0

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

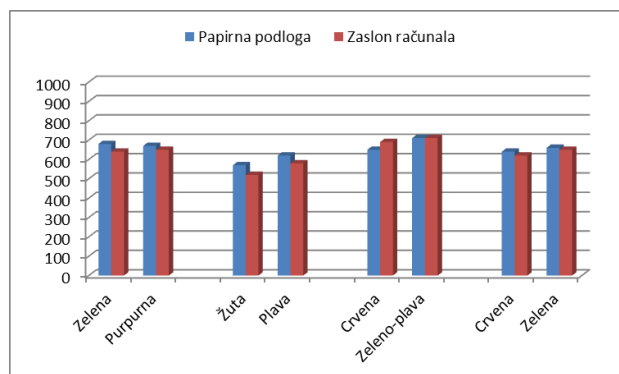
Promatranjem rezultata istraživanja prezentiranih u tablicama 4.1. do 4.4. jasno je uočljivo da različite kombinacije pozadinskih tonova McCollugh rešetke uzrokuju različite intenzitete manifestacije predmetnog efekta. Rezultati istraživanja također ukazuju da na činjenicu da u „cross-media“ reprodukcijским sustavima bojeno istovjetne McCollugh rešetke ostvaruju različite intenzitete efekta u ovisnosti o mediju na kojemu su prezentirani.

Ukupnu vrijednost intenziteta efekta za pojedinu boju moguće je iskazati kroz umnožak tonske vrijednosti atlasa i broja ispitanika koji su tu vrijednost kao maksimalnu percipirali.

Tablica 5.1. Intenzitet McCollugh efekta izražen kroz umnožak tonske vrijednost polja i broja ispitanika

Boja pozadine McCollugh rešetke	Medij	
	Papirna podloga	Zaslon računala
Zelena	680	640
Purpurna	670	650
Žuta	570	520
Plava	620	580
Crvena	650	690
Zeleno-plava	710	710
Crvena	640	620
Zelena	660	650

U pravilu intenzitet efekta za sve kombinacije boja rešetke te za oba analizirana medija ne prelazi vrijednost tona u iznosu većem od 50% (Tablice 4.1. do 4.4.). Najčešći intenzitet efekt izražen kroz postotne vrijednosti tona boje zabilježen je kod vrijednosti od 20% i to kod svih kombinacija boja pozadine rešetke i kod oba ispitivan medija. Sam intenzitet efekta koji je zabilježen u 50% iznosu zamijećen je zeleno plave boje, za kombinaciju rešetke crvena-cyan i to samo kod jednog ispitanika. Ukoliko navedeno iskažemo kroz bodove, intenzitet McCollugh efekta na analiziranim medijima i parovima kombinacija boja je prilično uniforman i predvidljiv i kreće se u rasponu od 520 do 710, od mogućeg raspona od 0 do 3000.



Slika 5.1. Usporedni prikaz intenziteta efekta po parovima boja i medijima

Ukupno gledajući najveći intenzitet manifestiranog efekta ostvaruju rešetka čije boje pozadine tvori komplementarni par crvena i zeleno-plava (cyan) boja. Slijedi kombinacija zelene i purpurne boje, a najmanji intenzitet manifestiranog efekta ostvaruje komplementarni par žute i plave boje.

Ukoliko analiziramo utjecaj medija na intenzitet efekta (Slika 5.1.), vidljivo je da gotovo kod svih kombinacija boja pozadina McCollough rešetki, osim kod para crvena-cyan, veći intenzitet efekta je zabilježen na suptraktivnom mediju (papirnoj podlozi) u odnosu na aditivni medij (zaslon računala). Navedeni podatak upućuje na potrebu uvažavanja činjenice da će slikovni zapis koji ostvaruje McCollough efekt kreiran na zaslonu računala u slučaju ispisa istog a papirnu podlogu jačati u intenzitetu.

7. LITERATURA

- [1] Milković, M., Mrvac N., Vusić D.,: Vizualna psihofizika i dizajn, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin 2009.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Psychophysics>
- [3] doi: 10.1167/5.8.1026 Journal of Vision September 23, 2005 vol. 5 no. 8 article 1026
- [4] Fairchild MD. Color Appearance Models. 1st ed. Reading, , MS: Addison Wesley; 1998.
- [5] Visual Adaptation: Physiology, Mechanisms, and Functional Benefits.
<http://jn.physiology.org/content/97/5/3155.full>
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/McCollough_effect
- [7] http://www.inf.ed.ac.uk/publications/thesis/online/I_M050308.pdf
- [8] Zjakić I., Milković M., Psihologija boja, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010
- [9] http://hr.wikipedia.org/wiki/Komplementarne_boje
- [10] <http://www.fot-o-grafiti.hr/nauci/upravljanje-bojom/psiholo%C5%A1ki-u-%C4%8Dinak-boje>
- [11] M. Milković, I. Zjakić, D. Vusić: Kolorimetrija u multimedijским komunikacijama, Varaždin 2010.
- [12] Milković M., Mrvac N., Kozina G. Informacijski sustavi za upravljanje bojama, Varaždin 2011.
- [13] E. B. Goldstein: Osjeti i percepcija, Naklada Slap 2011.

- [14] N. Tanhofer: O boji, Zagreb 2000.
- [15] Hofstter H.W., Griffin J.R., Berman M.S., Everson E.W., Dictionary of Visual Science, Butterworth-Heinemann Press, Boston, 2000.
- [16] Gescheider G.A., Psychophysics, Method, Theory and Application, Erlbaum Associates, Hillsdale, 1985.
- [17] Jones P.D., Holding D.H., Extremely long-term persistence of the McCollough effect, 1975., PMID: 1185119 [PubMed - indexed for MEDLINE]
- [18] Savoy, R.L., Extinction of the McCollough effect does not transfer interocularly, Perception and Psychophysic, Vol. 36, John Wiley & Sons, New York, 1984.
- [19] MacKay D.M., MacKay V., What causes decay of pattern-contingent chromatic aftereffects?, Vision Research, Vol. 15, Pergamon Press, 1975.
- [20] Stromeyer C.F., Form-color aftereffects in human vision, Vol. 8, Springer, New York, 1978.

Kontakt autora:

prof.dr.sc. Marin Milković
Veleučilište u Varaždinu
J. Križanića 33, Varaždin
dekan@velv.hr