

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE
ZNANOSTI
Ak. god. 2014./2015.

Lana Kondres

Uloga sustava za upravljanje bojom u procesu reprodukcije slike

Završni rad

Mentor: dr. sc. Hrvoje Stančić, izv. prof.

Zagreb, 2015.

Sadržaj

1. Uvod	2
2. Doživljaj boje	3
2.1. Elektromagnetsko zračenje svjetla	3
2.2. Opisivanje boje.....	4
2.3. Miješanje boja	5
2.4. Subjektivnost promatrača	6
3. Razvoj sustava za upravljanje bojom	7
3.1. Zatvoreni sustavi	7
3.2. Otvoreni sustavi.....	8
3.3. ICC standardi.....	8
4. Problemi u postizanju ujednačenih boja.....	10
5. Dijelovi sustava za upravljanje bojom	12
5.1. Referentni prostor boja.....	12
5.2. Modul s algoritmima za usklađivanje boja.....	14
5.3. ICC profili	14
5.3.1. Vrste profila.....	14
5.4. Smještanje i usklađivanje boja	15
5.4.1. Percepcijsko usklađivanje	16
5.4.2. Relativno kolorimetrijsko usklađivanje'	16
5.4.3. Apsolutno kolorimetrijsko usklađivanje	17
5.4.4. Usklađivanje prema zasićenju'	18
6. Pripremne radnje za upravljanje bojom.....	19
6.1. Kalibracija	19
6.1.1. Postupak kalibriranja.....	19
6.1.2. Ambijentalno osvjetljenje	19
6.1.3. Softversko kalibriranje	20
6.2. Karakterizacija	23
7. Tijek reprodukcijuskog procesa	24
8. Zaključak	25
9. Popis literature.....	26
10. Popis slika	28

1. Uvod

Upravljanje bojama u procesu reprodukcije slike važna je tema u grafičkoj i tiskarskoj industriji, pogotovo u današnjem dobu digitalizacije u kojem se slike pregledavaju i prenose na mnoštvo različitih medija, a tvrtke svoje proizvode prezentiraju ne samo otisnutim katalogima, već i putem interneta. Problem nastaje zbog činjenice da svaki medij na kojem se slika pregledava prikazuje iste boje malo drugačije. Bez obzira je li određena slika generirana na monitoru, printeru, fotoaparatu ili nekom drugom uređaju, njene boje će u određenoj mjeri varirati zbog različitih karakteristika svakog uređaja.

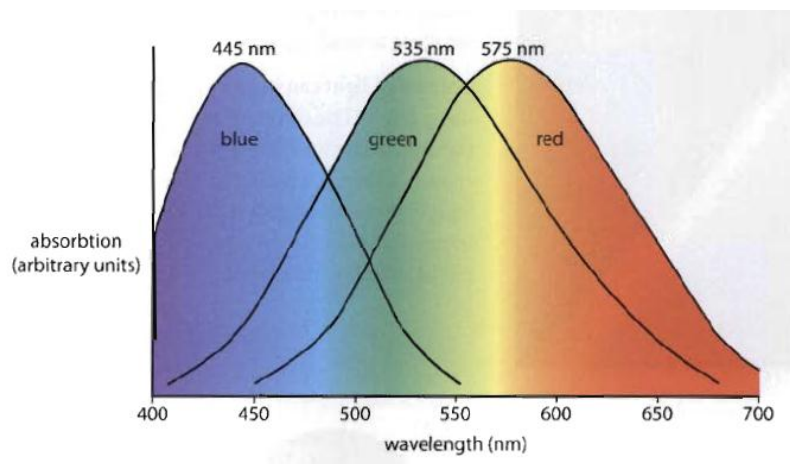
Da bi se ostvarile ujednačene reprodukcije i visoke kvalitete, u reproduksijski proces potrebno je ukomponirati upravljanje bojama (engl. Color Management). Suvremeni sustav za upravljanje bojama podrazumijeva korištenje uređaja za kalibraciju i karakterizaciju te odgovarajućeg hardvera, softvera i metodologije za postizanje željene reprodukcije boje neovisno o korištenom uređaju. U ovom radu bit će objašnjeni čimbenici koji u suvremenoj grafičkoj tehnologiji utječu na kvalitetu boje te osnove rada Color Management sustava.

2. Doživljaj boje

Da bi razumjeli proces reprodukcije boje, potrebno je znati nešto o boji kao fenomenu. Na temelju proučavanja fenomena boje i razvoja znanosti o boji, čija se povijest proteže još iz vremena grčkih filozofa Platona i Aristotela, danas je poznato da boja nije svojstvo fizičkog svijeta, već se predmeti doimaju obojeno zbog svojeg načina interakcije sa svjetlošću.¹ Svjetlost koja se reflektira od predmeta pada na mrežnicu oka u kojoj se nalaze receptorske stanice čunjići, specijalizirani za opažanje boja. Zatim se taj svjetlosni signal pretvara u živčani i putem živaca prenosi u mozak gdje se stvara osjet boje.

2.1. Elektromagnetsko zračenje svjetla

Svjetlo koje čovjek može percipirati sastavljeno je od elektromagnetskog zračenja valnih duljina 380-750 nm i ono u ljudskom oku izaziva osjet boje. To zračenje predstavlja fizički uzrok zbog kojeg “vidimo” boju. Osjet ljubičaste boje primjerice izaziva zračenje s dužinom vala od 390 do 455 nm, a plave boje od približno 455 do 492 nm.² Postoje također tri vrste čunjića u mrežnici, od kojih svaka vrsta apsorbira različit dio spektra svjetlosti, tj. valne duljine. Prva vrsta čunjića maksimalno je osjetljiva na svjetlost valne dužine 445 nm (plavi dio spektra). Druga vrsta maksimalno apsorbira zeleno svjetlo valne duljine 535 nm i treća vrsta crveno svjetlo valne duljine od 575 nm. Svaki put kada svjetlo dođe do mrežnice, mozak od svake vrste čunjića prima informacije o tome koliko je koje vrste svjetlosti prisutno, što mu omogućuje da odredi koju boju čovjek „vidi“.



Slika 1: Relativna spektralna osjetljivost čunjića

Izvor: Sight and Wave Phenomena URL:

https://www.patana.ac.th/secondary/science/anrphysics/ntopic11/images/cones_spectral%20response.png

¹ Nassau, K. Colour – Optics. 2014. URL: <http://www.britannica.com/science/color>. (28.8.2015).

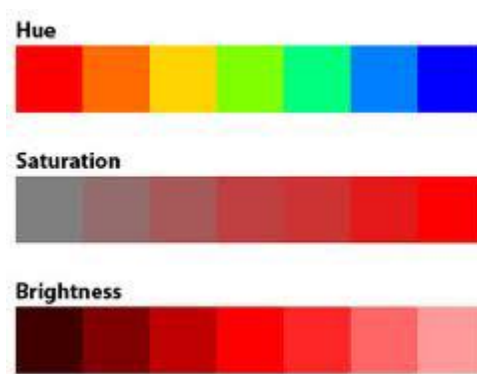
² Approximate wavelength For the various colors. URL: <http://www.livephysics.com/physical-constants/optics-pc/wavelength-colors/>. (28.8.2015).

Boja nekog tijela može potjecati od svjetlosti koju ono samo emitira kao npr. od sunca kao prirodnog i rasvjetnih tijela kao umjetnog izvora svjetlosti. U kontekstu elektrotehnike emitirana svjetlost uglavnom potječe iz neke vrste zaslona, kao na primjer zaslona koji koriste tehnologiju katodnih cijevi, tzv. CRT (od engl. catode ray tube), ili plazma ekrana i zaslona s tekućim kristalima. Nalik načinu djelovanja čunjića u mrežnici, ovi zasloni produciraju različite boje kombinirajući omjere crvenog, zelenog i plavog svjetla (RGB, od engl. red, green, blue).

Osim putem emitiranja svjetla, boja može potjecati od svjetlosti koju tijela oko nas apsorbiraju, reflektiraju ili transmitiraju. Boja tijela ovisi o prozirnosti tijela – ako je tijelo neprozirno, boja nastaje refleksijom, a ako je prozirno, boja nastaje transmisijom. Na tom principu nastaju i boje koje se u grafičkoj tehnologiji povezuju s otisnutim fotografijama i dokumentima koje su stvorene CMYK (od engl. cyan, magenta, yellow, key/black) sustavom boja.

2.2. Opisivanje boje³

Osim prema valnoj duljini, boje se razlikuju prema tri dimenzije: Ton boje (engl. hue), zasićenje (engl. saturation) i svjetlina (engl. lightness). Na osnovu tona točno definiramo pojedinu boju kao npr. plavu, zelenu itd. ovisno o dominantnoj duljini elektromagnetskog zračenja. Zasićenje predstavlja udio čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje, tj. udio pojedinih valnih duljina u nekom tonu boje, a svjetlina jest udio crne u nekom tonu boje.



Slika 2: Ton, zasićenje, svjetlina

Izvor: *Advanced Publication Design*. URL: <http://lindaperry.us/nm4208/color.htm>

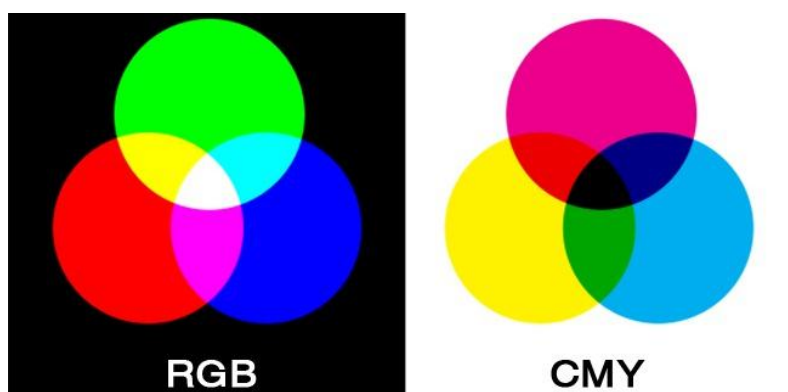
³ Strgar Kurečić, M. Osnove o boji 1. dio: Kontrola boja - od percepcije do mjerenja. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/2.%20predavanje%20-%20OSNOVE%20%20BOJI%201.dio.pdf. (28.8.2015). str 14.

2.3. Miješanje boja

Postoje dva osnovna načina miješanja boja.⁴

Prvi način jest aditivna sinteza. Ona se temelji na dodavanju pojedinih valnih duljina, tj. na zbrajanju tri snopa svjetlosti: crvenog (R), zelenog (G) i plavog (B). Kombiniranjem različitih omjera intenziteta ovih snopova postiže se širok raspon različitih boja, a to je moguće jer se maksimalne osjetljivosti pojedinih čunjića u mrežnici ljudskog oka djelomično poklapaju s crvenim, zelenim i plavim dijelom vidljivog spektra, pa će ovisno o stupnju pobuđenosti pojedinih čunjića, promatrač doživjeti neku boju. Ovaj sustav temeljni je način prikazivanja boja na monitorima (televizorima).

Drugi način jest suptraktivna sinteza koja se koristi u tiskarskoj industriji. Ona se temelji na apsorpciji, tj. oduzimanju pojedinih valnih duljina od bijele svjetlosti. Selektivno uklanjanje valnih duljina vrši se pomoću filtera. Modrozelenim filtrom oduzima se crveni (filtar ga apsorbira), purpurnim se oduzima zeleni, a žutim plavi dio spektra. Krajnja boja koju će promatrač percipirati, ovisit će o onome što je došlo do njegovog oka. Ako je npr. korišten filtari koji apsorbira zeleni dio vidljivog spektra, od bijele svjetlosti ostat će plavi i crveni dio. To znači da će u oku promatrača biti pobuđeni čunjići osjetljivi na plavi i čunjići osjetljivi na crveni dio spektra, što će mozak promatrača interpretirati kao purpurnu boju. Primarna su bojila suptraktivnoga miješanja modrozeleno (C), purpurno (M) i žuto (Y). U idealnim odnosima, mješavinom ovih bojila trebala bi se dobiti crna boja, ali se u tiskarskoj industriji dodaje još i crni pigment (K).



Slika 3: Aditivno i suptraktivno miješanje boja

Izvor: RGB? CMYK? Alpha? What Are Image Channels and What Do They Mean?. URL: <http://www.howtogeek.com/howto/42393/rgb-cmyk-alpha-what-are-image-channels-and-what-do-they-mean/>

⁴ Prema: Strgar Kurečić, Osnove o boji URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/2.%20predavanje%20-%20OSNOVE%20O%20BOJI%201.dio.pdf. (28.8.2015).

2.4. Subjektivnost promatrača

Budući da je boja psihološki doživljaj koji nastaje djelovanjem svjetlosti različitih valnih duljina na receptore u oku, njen doživljaj kod promatrača ovisi o različitim faktorima. Jedan od glavnih fizičkih faktora koji uvjetuje boju jest izvor svjetla, tj. spektralni sastav svjetla koje pada na promatrani predmet. Kao što je već objašnjeno, određene valne duljine djeluju kao stimulans koji u oku i mozgu uzrokuje doživljaj boje. Doživljaj boje također će se mijenjati ovisno o promatraču, uzorku, utjecaju okoline i uvjetu promatranja i sl.⁵ Kod nekih pojedinaca javljaju se deformacije u percipiranju boja koje su rezultat odsutnosti jedne vrste čunjića u mrežnici, a promjene u percepciji mogu biti i posljedica starosti i naprezanja vida. U grafičkoj tehnologiji vrlo je važno imati dobru percepciju boja jer one čine osnovu predmeta rada.⁶ Normalno viđenje boja od izuzetne je važnosti kada se ocjenjuje kvaliteta kolor reprodukcije ili fotografije, a budući da je doživljaj boje subjektivne prirode, bitno je da u sve faze reprodukcijuskog procesa bude uključeno instrumentalno mjerenje, čime je omogućeno provođenje objektivne kontrole i usklađivanje boja.⁷

⁵ Hunjet, A.; Parac-Osterman, Đ.; Benšić, M. Doživljaj tona boje na akromatskim podlogama. // Tehnički glasnik. Vol.1, No.1-2 (2007), str. 38.

⁶ Lepur, S. Psiho-fizikalni aspekti doživljaja boje. Baccalaureus work - Undergraduate programme. Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2008.

⁷ Strgar Kurečić, M.; Agić, D.; Mandić, L. Digitalni fotografski sustav za vjernu reprodukciju boja različitih materijala. // Tekstil. 57 (2008), str. 623.

3. Razvoj sustava za upravljanje bojom

U grafičkoj industriji oduvijek je postojala potreba za vjernom reprodukcijom boja. Odgovarajuća vrijednost boje na početnoj fotografiji i njenoj otisnutoj varijanti od osobite je važnosti kada se radi o logotipovima, katalogima i sl. Međutim, ne može se očekivati da će isti dokument ili slika izgledati jednako neovisno o mediju na kojem se prikazuje. U procesu u kojem se dokument prenosi sa skenera na ekran i zatim u tisak ili na web stranicu, boja će u određenoj mjeri varirati jer svaki uređaj posjeduje svojstven način definiranja i prikazivanja boja. Radi rješavanja tog problema i nadilaženja ograničenja koje postavljaju uređaji u procesu reprodukcije, počele su se primjenjivati različite metode upravljanja bojom.

3.1. Zatvoreni sustavi

Reprodukcijski proces u kojem se slike digitalno obrađuju započeo je sa zatvorenim sustavima kontrole boja⁸. U takvom je sustavu kvalificirano osoblje upravljalo određenim brojem ulazno-izlaznih uređaja i brinulo o vjernom prikazu boja. Fotograf je npr. u kontroliranim uvjetima fotografirao neku paletu boja. Da bi na ekranu i pisaču dobio prikaz boja koji je što vjerniji stvarnim bojama, morao bi poznavati karakteristike svakog uređaja u procesu te ih ručno podesiti da pokazuju boju na najbolji mogući način. Dakle, dosljedno prenošenje boja bilo je moguće jedino u kontroliranim uvjetima gdje su transformacije boja bile optimizirane za točno određeni par ulazno-izlaznih uređaja, a uspjeh je također ovisio i o vještini osoblja.

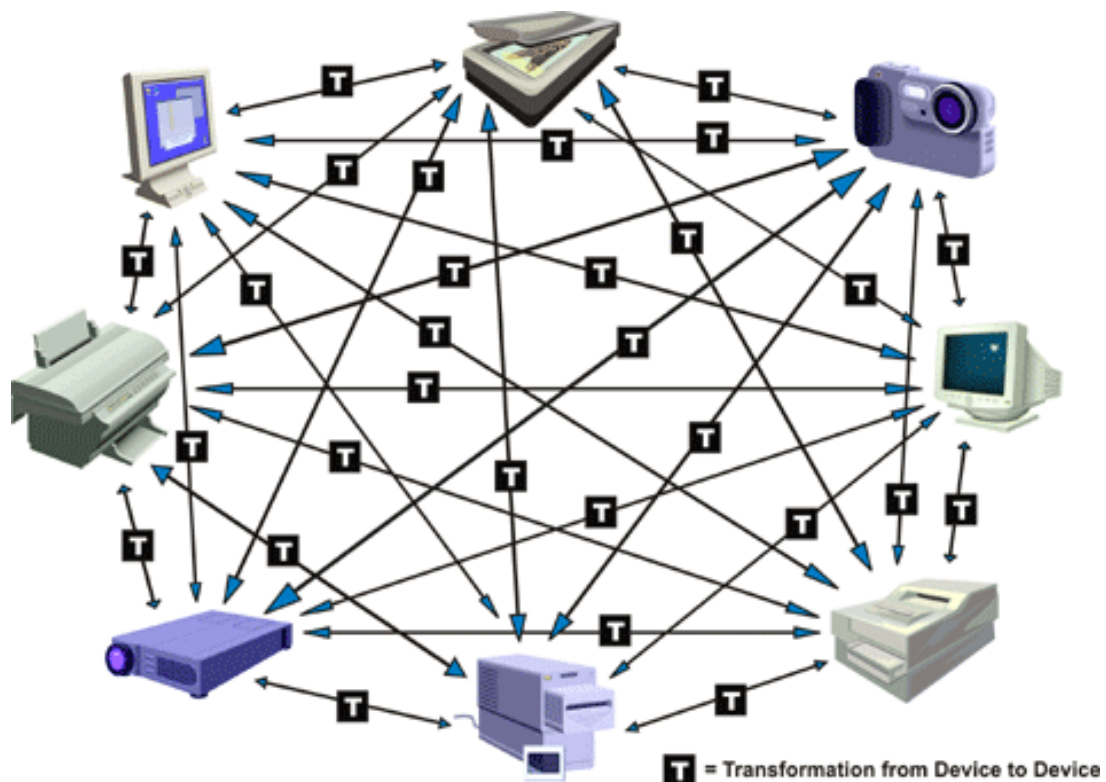


Slika 3: Ilustracija zatvorenog sustava upravljanja bojom s određenim brojem ulazno-izlaznih uređaja
Izvor: Sharma, A. *Understanding Color Management*. URL:
<https://books.google.hr/books?id=KOyFSaUnNfMC&printsec=frontcover&hl=hr#v=onepage&q&f=false>

⁸ Prema: Sharma, A. *Understanding color management*. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2004. str. 5.

3.2. Otvoreni sustavi

Problemi pri ovakvom načinu kontroliranja boje nastaju kada se u proces reprodukcije uključi više uređaja. Uslijed naglog razvoja grafičke industrije kasnih 80-ih godina 20. stoljeća, u reprodukciji se proces sve češće uvodi cijeli niz različitih ulaznih (skeneri, digitalni fotoaparati, kamere) i izlaznih uređaja (kolor printeri, konvencionalni tisak, digitalni tisak, Internet).⁹ Takva proširena mreža povezanih uređaja ilustrirana je na slici 4. U otvorenom sustavu kakav je danas najčešći, klasične metode za očuvanje boja postaju nepraktične i dolazi do potrebe za uvođenjem standardnog sustava za upravljanje bojom.¹⁰



Slika 4: Ilustracija otvorenog sustava upravljanja bojom
Izvor: Traditional Colour Management. URL: http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/many_transform.gif

3.3. ICC standardi

Stvaranje određenih industrijskih standarda te time i koncept koji definira transformacije boja neovisne o uređaju javio se 1993. Te je godine osnovan International Color Consortium (ICC) - udruženje tvrtki osnovano s ciljem izrade i promoviranja otvorenog, primjenjivog na različite platforme i neutralnog (neovisnog o proizvođaču) sustava za upravljanje bojom,

⁹ Prema: Strgar Kurečić, M. Uvođenje CGRT testne karte boja za karakterizaciju digitalnog fotografskog sustava. Dissertation thesis. Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2007.

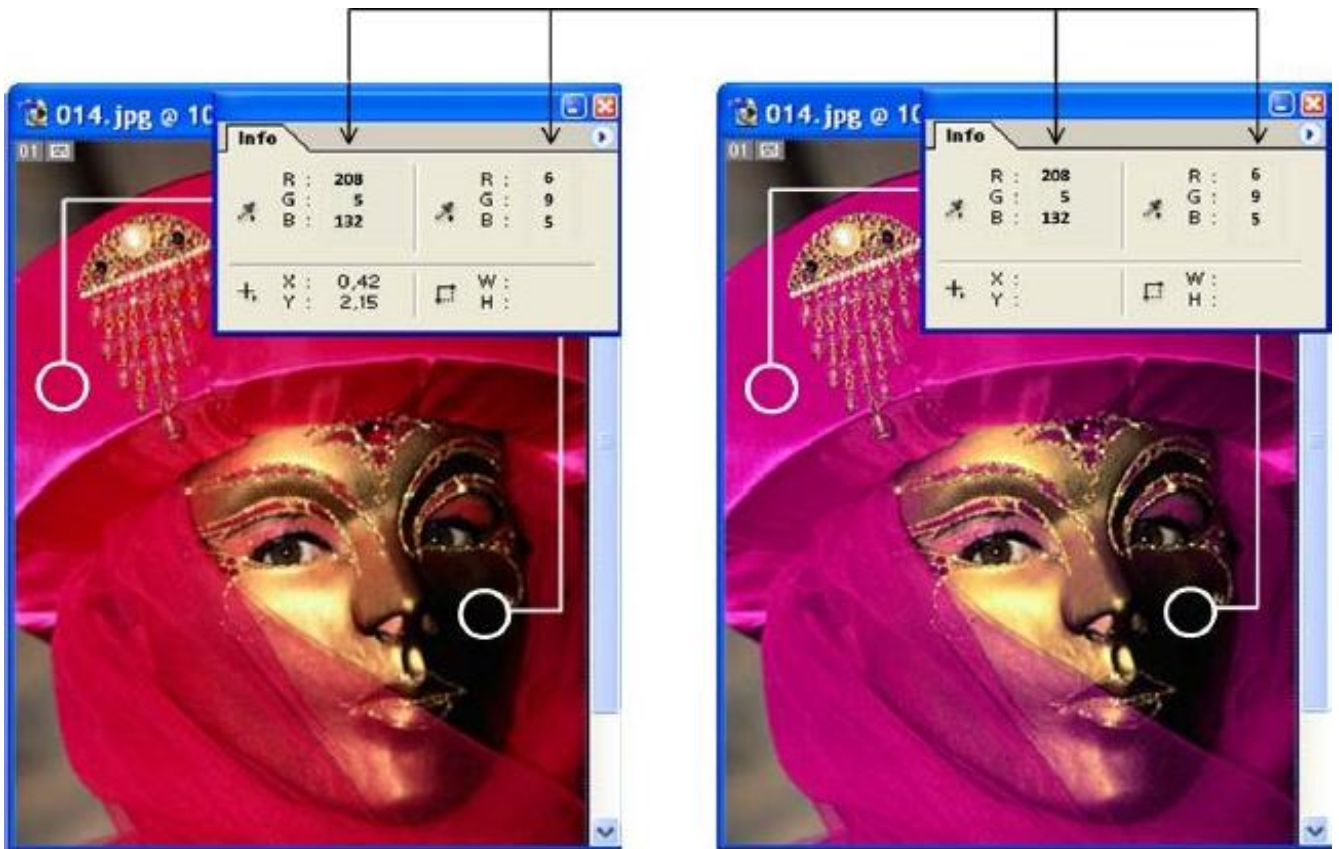
¹⁰ Prema: Fleming, P. D.; Sharma, A. Color Management and ICC Profiles : Can't Live Without It So Learn To Live With It!. // Gravure Magazine. August (2002)

nazvanog ICC Color Management.¹¹ Ova grupa koju je osnovalo osam svjetskih tvrtki (Adobe Systems Incorporated, Agfa-Gevaert N.V., Apple Computer, Eastman Kodak, Microsoft, Silicon Graphics, Sun Microsystems i Taligent) zaslužna je za specifikaciju ICC profila koji čine osnovu sustava za upravljanje bojom.

¹¹ About ICC. URL: <http://www.color.org/abouticc.xalter>. (28.8.2015).

4. Problemi u postizanju ujednačenih boja

U procesu reprodukcije postoje mnoga ograničenja koja utječu na dobivanje ciljanih boja na korištenim uređajima. Ista slika izgledati će različito kad se ispisa na različitim printerima, promatra na različitim monitorima ili ispisa na printeru i uspoređuje sa slikom na monitoru.¹² Jedan od problema je što različiti uređaji mogu reproducirati različite opsege boja (gamute). Svaki medij (npr. zaslon monitora ili papir ispisan na printeru) može prikazati samo određen broj boja. Neki uređaji imaju veći, a neki manji *gamut*. „Opseg boja koje može reproducirati neki uređaj ovisi o karakteristikama uređaja, mediju i uvjetima gledanja.“¹³ Nadalje, svaki uređaj na drukčiji način interpretira određenu boju, čak i ako dva uređaja imaju isti kapacitet za prikazivanje određene boje. Zbog toga na dva različita monitora iste vrijednosti neke boje mogu izgledati malo drugačije (slika 5).



Slika 5: Razlika boja istih vrijednosti na dva različita monitora

Izvor: Strgar Kurečić, M: Osnove color managementa. URL:

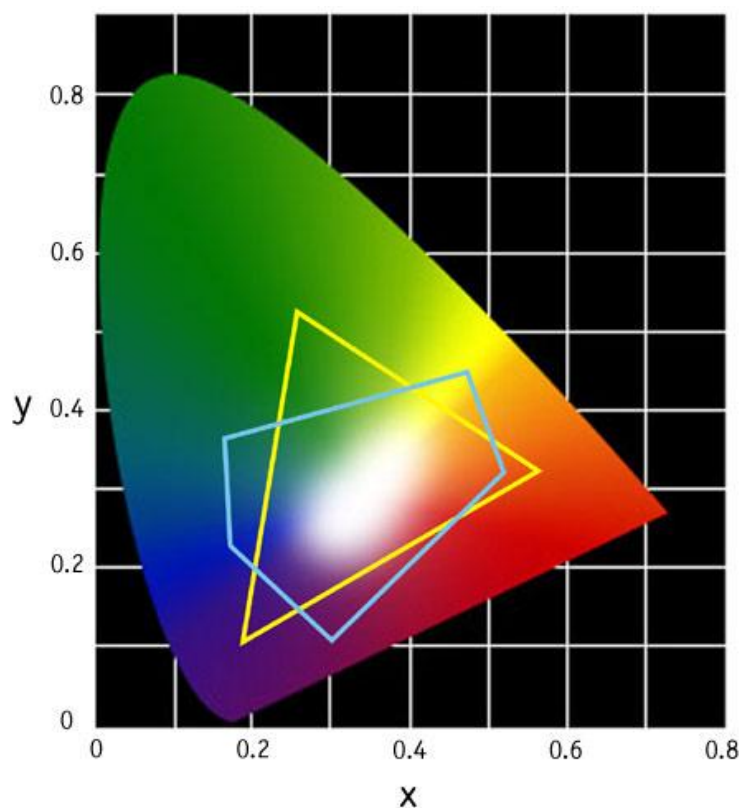
http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/OSNOVE%20COLOR%20MANAGEMENTA.pdf

¹² Strgar Kurečić, M. Color Management u digitalnoj fotografiji. str. 5.. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/5.%20predavanje.pdf. (28.8.2015).

¹³ International Color Consortium. ICC Colour Management. URL: <http://www.color.org/slidepres2003.pdf>. str. 13. (28.8.2015).

Taj isti problem može se javiti i kod monitora istog modela i proizvođača. Razlog tome su nesavršeni proizvodni procesi, starost monitora, anomalija u proizvodnji itd. Variranja kod boja istih vrijednosti isto tako se javljaju kod različitih ili istih vrsta printera čemu uzrok mogu biti različite tehnologije ispisivanja, različite vrste tinte ili papira itd.

Najveće razlike u bojama ipak nastaju između ulaznih uređaja koji se temelje na aditivnoj sintezi boja te koriste RGB prostor boja i izlaznih uređaja koji se temelje na suptraktivnoj sintezi boja te koriste CMYK prostor boja. Različiti prostori imaju različite načine pomoću kojih se definiraju, stvaraju i vizualiziraju boje pa se tako razlikuju i opsezi boja koji mogu biti prikazani pomoću vrijednosti unutar tog prostora boja.



Slika 6: Razlika u opsegu boja između uređaja koji koriste RGB i CMYK prostor boja

Žuto obojanom linijom prikazan je tipičan RGB prostor boja, a plavom tipičan CMYK prostor boja. Obojeno područje predstavlja opseg boja koji je vidljiv ljudskom oku.

Izvor: JISC Digital Media URL: http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/cie_gamut.jpg

RGB uređaji u pravilu imaju veći opseg boja od CMYK uređaja. Uređaj s CMYK prostorom boja uglavnom će prikazivati manje zasićene i manji broj boja nego uređaj s RGB prostorom, dijelom zbog toga što RGB uređaji koriste emitirano svjetlo za prikaz boja, a CMYK reflektirano. Pri prebacivanju slika s ulaznog medija na izlazni, potrebno je što preciznije prebaciti vrijednosti originalnih boja iz većeg *gamuta* u manji. Radi nabrojanih problema i nepredvidljivosti koje nastaju u procesu reprodukcije, u njega je potrebno uvesti sustav

upravljanja bojom i pomoću njega što više smanjiti vizualne razlike boja nastale zbog različitih opsega boja koje uređaji mogu prikazati.

5. Dijelovi sustava za upravljanje bojom

„Sustav za upravljanje bojom korisniku omogućava usklađivanje boja, predviđanje opsega boja koji se na određenom uređaju ne može precizno reproducirati, simuliranje opsega boja jednog uređaja na drugom i kalibriranje vanjskih uređaja pomoću profila uređaja i aplikacija za kalibraciju.“¹⁴

Sustav za upravljanje bojama sastavljen je od tri povezane cjeline:¹⁵

1. referentni prostor boja (engl. Profile Connection Space – PCS),
2. modul s algoritmima za usklađivanje boja (engl. Color Management Module – CMM),
3. ICC profili.

Dio sustava je i smještanje i usklađivanje boja (engl. rendering intents). To su metode pomoću kojih sustav smješta i usklađuje boje koje se prilikom konverzije nađu izvan određenišnog opsega boja, tj. gamuta izlaznog uređaja.

5.1. Referentni prostor boja

Profil koji je razvio International Color Consortium (ICC) podržava raznovrsne prostore boja koji mogu biti ovisni ili neovisni o uređaju. RGB i CMYK, prostori boja opisani u prethodnom poglavlju, ovisni su o uređaju. Prostori boja ovisni o uređaju na kojem se primjenjuju orijentirani su na fizičke komponente i karakteristike samog uređaja¹⁶ i definiraju boju na temelju mogućnosti uređaja. To znači da će se ista vrijednost određene boje (u RGB ili CMYK prostoru) producirati različite boje na različitim uređajima.

Postoje također prostori boja neovisni o uređaju. Na postavkama Međunarodne komisije za rasvjetu (kratica CIE – od franc. Commission Internationale de l’Eclairage) iz 1931. i 1964. godine temelje se tri prostora boja neovisnih o uređaju – XYZ, CIELAB i CIELUV. CIE sistemi su standardizirani i pouzdani te koriste mjerne uređaje poput kolorimetra kako bi uzeli uzorak boje i na temelju njega izradili brojčanu vrijednost. Pri mjerenju rezultati ne ovise o

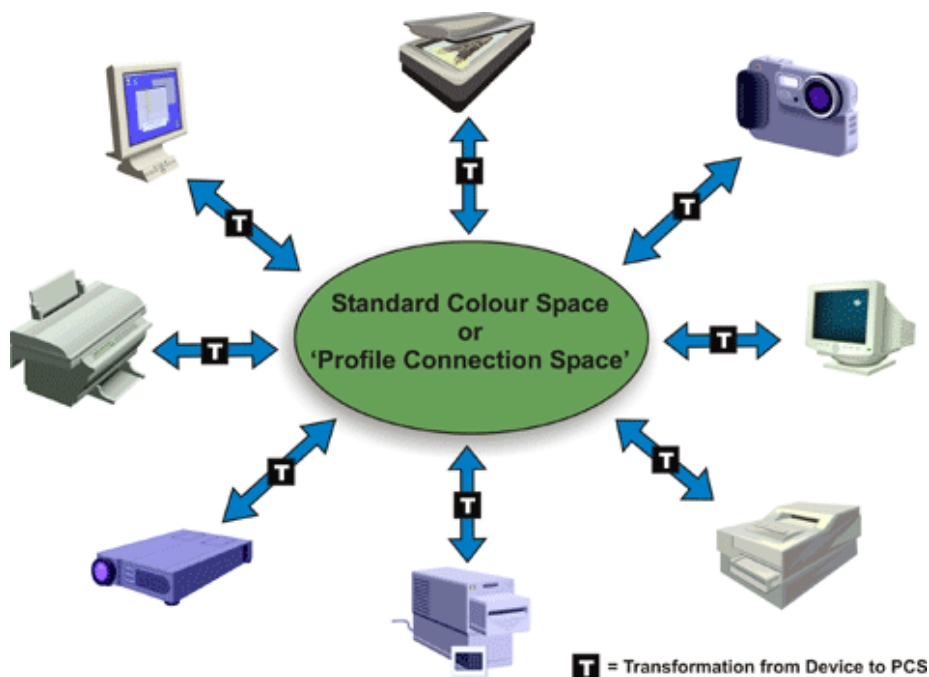
¹⁴ Mac Developer Library. Color Management Systems. URL: https://developer.apple.com/library/mac/documentation/GraphicsImaging/Conceptual/csintro/csintro_conversion/csintro_conversion.html#apple_ref/doc/uid/TP30001148-CH223-SW1 (28.8.2015).

¹⁵ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

¹⁶ Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj. str. 15.

uređaju (npr. printeru ili monitoru) koji je proizveo taj uzorak boje – oni su neovisni o uređaju. Za razliku od prostora boja ovisnih u uređaju u kojima određena vrijednost boje varira ovisno o korištenom uređaju, dvije boje koje imaju iste CIE kolorimetrijske podatke bit će u potpunosti jednake ako se promatraju u kontroliranim uvjetima propisanim kolorimetrijom.¹⁷

U ovom radu će se za potrebe objašnjavanja uloge referentnog prostora boja (engl. standard color space ili profile connection space, PCS) koristiti CIELAB prostor boja koji definira boju na temelju percepcije standardnog promatrača. Referentni prostor boja omogućuje kontrolu boja u otvorenom sustavu upravljanja bojom u kojem je u proces reprodukcije uključen velik broj ulaznih i izlaznih uređaja. On djeluje kao poveznica između svih uređaja. Uvođenjem referentnog prostora boja više nije nužno vršiti mnoštvo transformacija boja kao što je to specifično za zatvoreni sustav, već je potrebna samo jedna transformacija iz prostora boja ovisnog o uređaju u CIELAB prostor boja (uz korištenje pripadajućih profila uređaja). U tako povezanom sustavu upravljanja bojom jednostavno je dodati novi uređaj u proces reprodukcije. Za to je potreban samo profil novog uređaja koji će taj uređaj (i njegove slike) povezati s referentnim prostorom boja.



Slika 7: Ilustracija otvorenog sistema upravljanja bojom s uključenim referentnim prostorom boja
Izvor: Modern ICC Colour Management. URL: http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/pcs_transform.gif

¹⁷ Prema: Introduction to the ICC profile format. URL: <http://www.color.org/iccprofile.xalter>. (28.8.2015).

5.2. Modul s algoritmima za usklađivanje boja

Modul s algoritmima za usklađivanje boja (engl. Color Management Module – CMM), poznat još i kao *Color Matching Engine*, dio je sustava za upravljanje bojom koji je zadužen za prevođenje vrijednosti boja jednog uređaja u prostor boja drugog. Prevođenje se odvija uz pomoć softvera koji koristi CIELAB informacije o bojama sadržane u profilu uređaja da bi matematičkim operacijama konvertirao vrijednosti boja iz prostora izvornog uređaja u vrijednosti referentnog prostora boja i odatle u vrijednosti boja koje pripadaju određenom izlaznom uređaju.¹⁸ Dakle, CMM prihvaća podatke o bojama i prevodi ih u drugi prostor boja koristeći podatke iz profila uređaja. Softver također „može vršiti i različite simulacije prevođenja boja u različite prostore boja s ciljem predviđanja mogućih pogrešaka u procesuiranju boja.“¹⁹ Postoje različiti CMM-ovi koje su razvile različite tvrtke i zanimljivo je kako će svaki od njih podatke interpretirati malo drugačije, iako koriste iste profile. Neke od tih tvrtki su: Apple, Adobe, Heidelberg, Kodak i Microsoft.

5.3. ICC profili

Da bi se uređaj ili dokument mogao uključiti u sustav za upravljanje bojom, potrebno mu je pridružiti ICC profil. On će djelovati kao poveznica između uređaja i PCS-a. Profil je u osnovi datoteka koja sadrži sve potrebne informacije za konverziju vrijednosti boja između prostora boja uređaja i referentnog prostora boja.²⁰ On sadrži informacije koje opisuju karakteristike određenog uređaja i način na koji on reproducira boju. To primjerice mogu biti oznaka referentnog prostora boja, informacije o najsvjetlijim i najtamnijim tonovima, krivulje reprodukcijских tonova itd. Zajedno ove karakteristike predstavljaju podatke koji opisuju određeni raspon boja. Ispravna interpretacija vrijednosti iz prostora ovisnih o uređaju uvelike može poboljšati sliku dajući joj mnogo bolji kontrast, zasićenije boje i općenito bolju reprodukciju boje.

5.3.1. Vrste profila²¹

Postoje tri osnovna tipa profila: profili ulaznih uređaja (engl. input profiles), profili monitora (engl. display profiles) te profili izlaznih uređaja (engl. output profiles).²² Profili ulaznih uređaja sadrže podatke o rasponu boja RGB ulaznih jedinica i podatke potrebne za konverziju RGB vrijednosti boja koje koristi uređaj u vrijednosti boja PCS-a, dok profili izlaznih uređaja

¹⁸ Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj. str. 16.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

²¹ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

²² Introduction to the ICC profile format. URL: <http://www.color.org/iccprofile.xalter>. (28.8.2015).

sadrže podatke o rasponu boja CMYK izlaznih jedinica. Izlazni profili su potrebni kako bi vrijednosti iz raspona boja originalne slike poslane iz PCS-a mogle biti prevedene u vrijednosti boja koje izlazna jedinica može prikazati. Profili monitora simuliraju vrijednosti boja objekta na ekranu koji je u RGB vrijednostima. U procesu reprodukcije uvijek će biti prisutne dvije vrste profila: izvorni i odredišni. Profil skenera ili drugog ulaznog uređaja će prilikom unosa podataka u sustav biti izvorni profil, dok će profil monitora biti odredišni. Ako se podaci žele otisnuti i ako ih se pošalje prema izlaznom uređaju, profil monitora postaje izvorni, a profil printera odredišni.

Budući da je ICC specificirao standardni format profila, različiti programi i operacijski sustavi mogu prihvatiti isti profil koji je proizveden od različitih proizvođača na različitim uređajima. Neke tvrtke uz kupnju uređaja dodaju i generički profil uređaja, međutim uz izradu profila koji je specifičan upravo za taj uređaj moguće je dobiti puno preciznije rezultate.

5.4. Smještanje i usklađivanje boja

Modul s algoritmima za usklađivanje boja koristi profile kako bi konvertirao vrijednosti boja iz jednog prostora boja u drugi. U tom procesu važno je biti svjestan razlika koje postoje između gamuta različitih uređaja. Kao što je već prije objašnjeno, opseg boja ili gamut ulaznih jedinica koji koriste RGB prostor boja je veći od gamuta izlaznih uređaja koji koriste CMYK prostor boja, što znači da se na izlaznoj jedinici neće moći reproducirati sve boje s ulaznog uređaja. Kako bi modul s algoritmima za usklađivanje boja (CMM) konvertirao vrijednosti boja jednog uređaja u drugi, potrebno je odrediti kako će se boje koje se nađu izvan gamuta jednog uređaja smjestiti u prostor boja tog uređaja. Taj proces se zove mapiranje gamuta, a načini na koje će sustav za upravljanje bojom te boje smjestiti i uskladiti, nazivaju se engl. *rendering intents*.²³

ICC specifikacija definira četiri osnovna načina mapiranja gamuta:

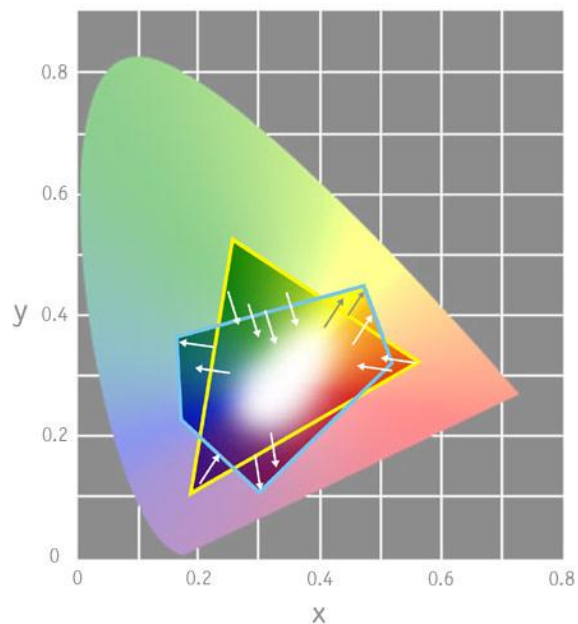
1. percepcijsko usklađivanje (engl. Perceptual Rendering Intent),
2. relativno kolorimetrijsko usklađivanje (engl. Media-Relative Colorimetric Rendering Intent),
3. apsolutno kolorimetrijsko usklađivanje (engl. Absolute Colorimetric Rendering Intent) i
4. usklađivanje prema zasićenju (engl. Saturation Rendering Intent).

²³ Prema: Fleming; Sharma, Color Management and ICC Profiles, n. dj., str. 11.

5.4.1. Percepcijsko usklađivanje^{24, 25}

Percepcijsko usklađivanje izvodi se na način da se sve boje ulaznog gamuta ravnomjerno komprimiraju kako bi sve u potpunosti stale u gamut izlaznog uređaja. U tom procesu se mijenjaju sve boje originala, ali je zadržan relativni odnos među bojama, što ide u korist ukupnog percepcijskog doživljaja.

Ova metoda često se koristi kod ispisa skeniranih ili digitalno snimljenih fotografija.



Slika 8: Percepcijsko usklađivanje boja

Izvor: *Rendering Intents and Gamut Mapping*. URL: <http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/perceptual.jpg>

5.4.2. Relativno kolorimetrijsko usklađivanje^{26, 27}

Ova metoda se koristi za općenite namjene i pogodna je za skenirane fotografije i za konverzije boja između prostora boja koji imaju podjednake veličine, primjerice iz CMYK u CMYK. Kod ove metode sve boje, osim onih koje se nađu izvan gamuta izlaznog uređaja, ostaju nepromijenjene. Boje koje se nađu izvan tog gamuta, konvertiraju se u najbliže boje iste svjetline, ali različitog zasićenja, na rubu gamuta.

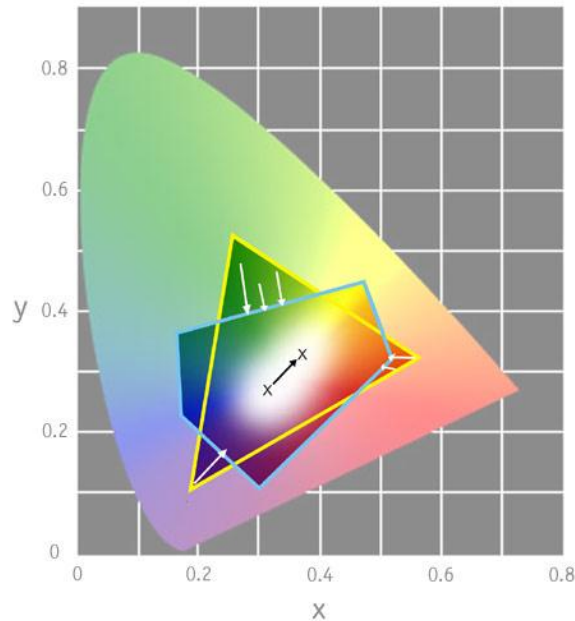
Ova metoda će zadržati dosta boja iz izvornog opsega, ali je moguće da će veći broj boja biti mapiran u samo jednu boju zbog čega će slika imati manje tonova boja.

²⁴ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

²⁵ Mac Developer Library. Color Management Systems. n. dj.

²⁶ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

²⁷ Mac Developer Library. Color Management Systems. n. dj.



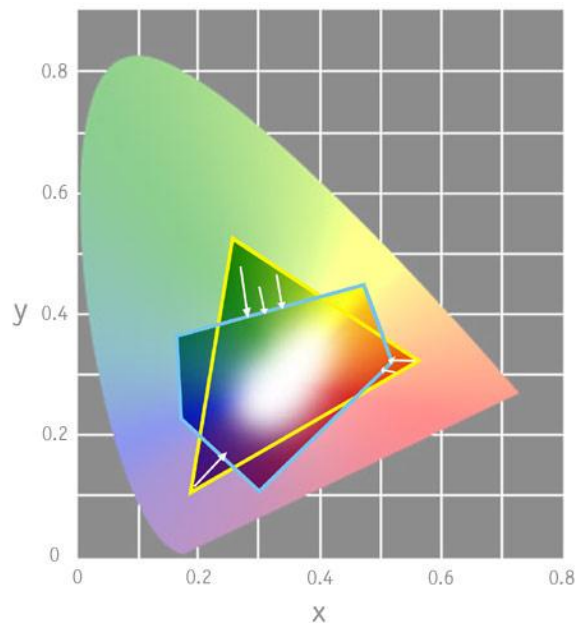
Slika 9: Relativno kolorimetrijsko usklađivanje boja

Izvor: *Rendering Intents and Gamut Mapping*. URL: http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/rel_colorimetric.jpg

5.4.3. Apsolutno kolorimetrijsko usklađivanje²⁸

Kod apsolutnog kolorimetrijskog usklađivanja sve boje, osim onih koje se nađu izvan gamuta izlaznog uređaja, ostaju nepromijenjene.

Boje koje se nađu izvan tog gamuta, konvertiraju se u najbliže boje različitog zasićenja koje se nalaze na granicama izlaznog gamuta. Pomoću te metode se nastoji sačuvati što više boja s originalne slike. Pri ovoj metodi je točan odnos među bojama manji nego pri korištenju relativnog kolorimetrijskog usklađivanja, ali je ona zato pogodna za ispis probnih otisaka.



Slika 10: Apsolutno kolorimetrijsko usklađivanje boja

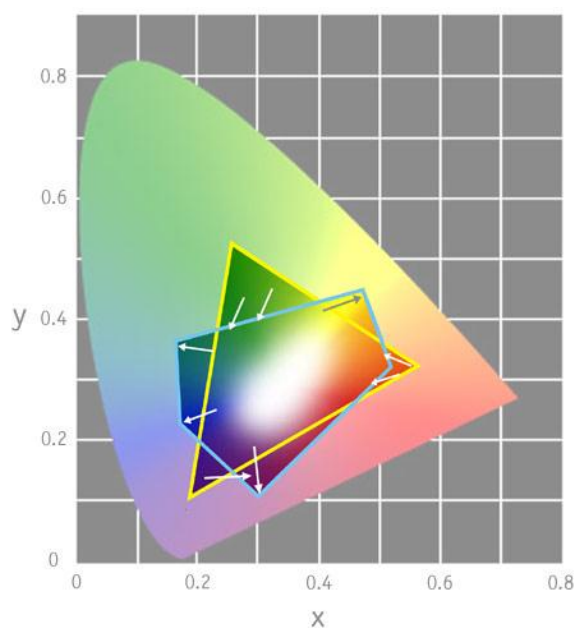
Izvor: *Rendering Intents and Gamut Mapping*. URL: http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/abs_colorimetric.jpg

²⁸ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

5.4.4. Usklađivanje prema zasićenju^{29, 30}

Kod metode usklađivanja prema zasićenju se što više pokušava zadržati zasićenje originalnih boja. Sve boje koje su izvan gamuta izlaznog uređaja, konvertiraju se u najbliže boje istog zasićenja, ali različite svjetline i tona, na rubu gamuta, dok se boje koje se nalaze unutar granica izlaznog uređaja pomiču prema granicama gamuta kako bi se dodatno povećalo zasićenje.

Usklađivanje prema zasićenju može biti korisno kod nekih grafičkih slika, kao npr. grafova, tablica i logotipova, kada su zasićene i živopisne boje bitnije od točnog odnosa među bojama.



Slika 11: Usklađivanje prema zasićenju

Izvor: *Rendering Intents and Gamut Mapping*. URL: <http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/images/saturation.jpg>

²⁹ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

³⁰ Mac Developer Library. Color Management Systems. n. dj.

6. Pripremne radnje za upravljanje bojom

Da bi pojedini uređaj uspješno mogao biti uključen u reproduksijski proces s implementiranim sustavom za upravljanje bojama, prvo je potrebno obaviti postupak kalibracije i karakterizacije uređaja. Proces kalibriranja i karakteriziranja uključuje korištenje opreme za kalibriranje (mjerni uređaji i testne karte) i softvera za karakterizaciju uređaja za stvaranje ICC profila koji osigurava točan prijenos boje iz jednog medija u drugi te dosljedne i predvidljive rezultate.

6.1. Kalibracija

Kalibracija prethodi karakterizaciji i odnosi se na podešavanje uređaja s ciljem optimiziranja i stabiliziranja njegova rada. Pomoću kalibracije se pokušava uspostaviti dosljedno ponašanje uređaja, jer ako se njegov način rada mijenja, onda profil koji se odnosio na opisivanje načina njegova rada više nije točan.³¹ Čak iako korisnik pri kupnji uređaja od tvrtke dobije generički profil, samostalnim kalibriranjem tog specifičnog uređaja može dobiti preciznije rezultate u usklađivanju boja.

6.1.1. Postupak kalibriranja

Kalibracija se obavlja u par koraka. Prvo se snima, skenira ili ispisuje odgovarajuća testna karta boja na kojoj se nalazi određen raspon boja (slika 12). Vrijednosti boja na karti su već poznate jer su tvornički objektivno izmjerene. Kod izlaznih uređaja (monitora ili printera) se testna karta ispisuje ili prikazuje na monitoru, a kod ulaznih (skener ili fotoaparat) se ona skenira i fotografira. Zatim se prikazane/ispisane testne karte mjere pomoću kolorimetrijskih uređaja koji objektivno mjere vrijednosti boje u CIE koordinatama, poput kolorimetra, spektrofotometra ili denzitometra. Kod monitora se mjerni instrument mora pričvrstiti na ekran kako bi mogao mjeriti boje (slika 13). Vrijednosti dobivene mjerenjem se softverski (ili samo vizualno) uspoređuju s originalnom kartom kako bi se procijenila sposobnost uređaja da ispravno prikaže boje na karti. Dobivene vrijednosti se šalju u softver za kalibraciju, gdje se vrše prilagodbe naredbi koje kontroliraju vrijednosti boja koje se šalju na izlaznu jedinicu.

6.1.2. Ambijentalno osvjetljenje

Za pravilan postupak kalibracije također je potrebno obratiti pažnju na radnu okolinu u kojoj se vrši kalibracija. Naime, kao što je u radu već prije navedeno, uvjeti promatranja i utjecaj okoline znatno utječu na doživljaj boje, pa je stoga ovisno o ulaznom uređaju koji se kalibrira

³¹ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

potrebno podesiti ambijentalno osvjetljenje. Različite vrste osvjetljenja te njihov intenzitet, npr. dnevno ili večernje sunčevo svjetlo te različite vrste žarulja i reflektora osvjetlit će predmete (tj. testnu kartu) na drugačiji način i utjecati na percepciju boja. Boje se primjerice mogu doimati bljeđe, tamnije, žuće ili plavije, ovisno o vrsti svjetla koja osvjetljava predmet. Razlike koje nastaju između raznovrsnih izvora svjetla povezane su s njihovom individualnom bojom svjetlosti koja je određena temperaturom boje u Kelvinima (K).

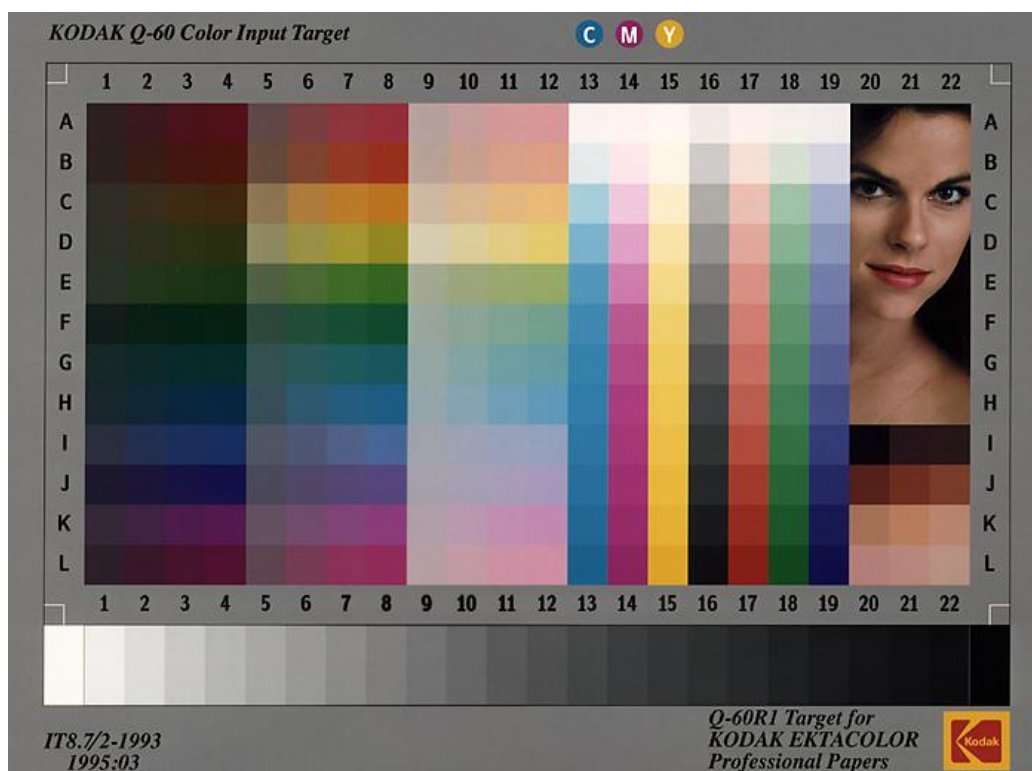
Zbog toga kvalitetna i efikasna kalibracija ulaznih uređaja prije svega zahtjeva stvaranje kontroliranih uvjeta koji uključuju podešavanje ambijentalnog svjetla i temperature boje svjetla, pogotovo kod uređaja koji nemaju fiksni i stabilan izvor svjetla, kao što su fotoaparati ili monitori. Kod postupka kalibracije fotoaparata bitno je da pri snimanju ne budu prisutni nikakvi drugi izvori svjetla osim onih koji služe za snimanje.³² Rasvjetna tijela koja se pritom koriste trebala bi imati istu temperaturu boje svjetla i odgovarati tipu ravjetne koji se inače koristi u studiju. Postupak kalibracije monitora provodi se u zatamnjenoj prostoriji kako bi se što manje utjecalo na rad kolorimetra, tj. mjernog uređaja koji mjeri testnu kartu na ekranu. Kalibriranje u takvim uvjetima također je bitno kod softverskog kalibriranja (pojam koji će biti pojašnjen dalje u radu) kod kojeg vanjska svijetlost utječe na podešavanje temperature boje (tzv. bijela točka) i svjetlinu monitora. Postoje također kolorimetri koji imaju mogućnost mjerenja ambijentalnog svjetla i prema njemu prilagođavaju prikaz slike na ekranu, ali pritom se pretpostavlja da će se monitor uvijek koristiti u svjetlosnim uvjetima kakvi vladaju tijekom postupka kalibracije.

6.1.3. Softversko kalibriranje

Osim s odgovarajućim setom za kalibriranje (hardversko kalibriranje), taj postupak je moguće izvesti i pomoću softverskog kalibriranja pri kojemu se boje na ekranu ne uspoređuju s realnim bojama, već se kalibracija oslanja samo na vizualne i perceptivne sposobnosti korisnika koji podešava postavke monitora. Korisnici koji koriste računala za potrebe profesionalne grafičke reprodukcije najčešće će se odlučiti za preciznije, ali skuplje hardversko kalibriranje. Za vizualno kalibriranje može poslužiti određeni kompjutorski program poput „QuickGamma“, a i neki operacijski sustavi na računalima imaju neku vrstu sustava za upravljanje bojom. Na slici 14 prikazan je korak u vizualnom kalibriranju monitora pomoću alata za upravljanje bojom koje nudi operacijski sustav Windows 7.

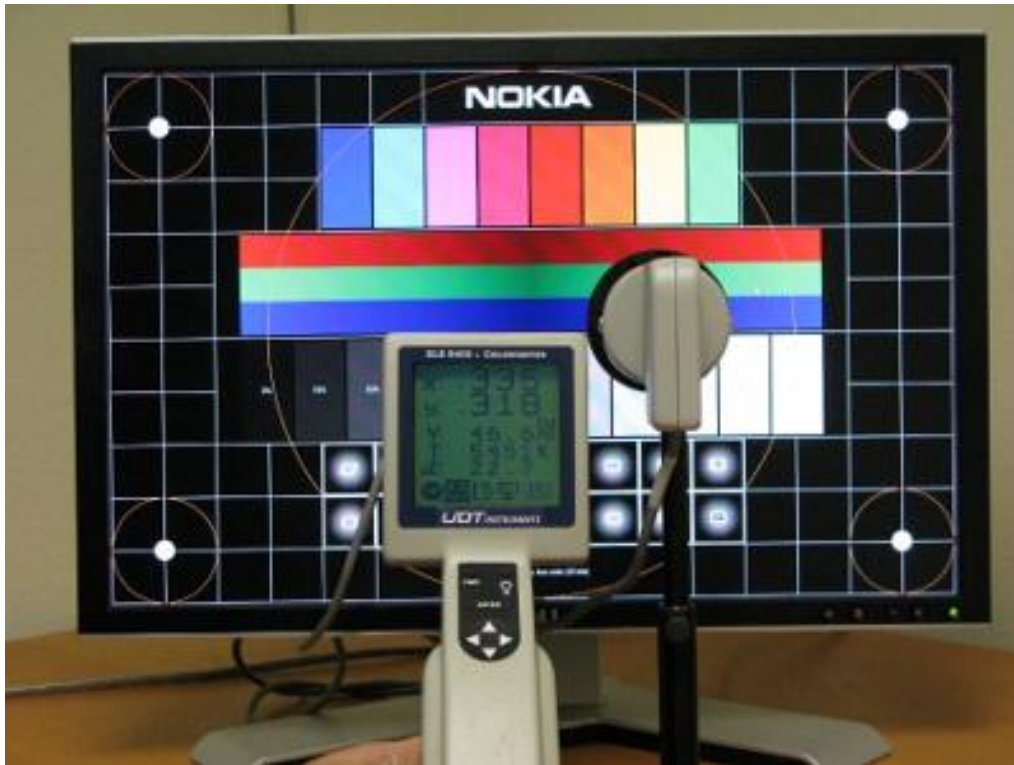
³² Strgar Kurečić, M. Karakterizacija digitalnog fotografskog sustava. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Karakterizacija%20digitalnog%20fotoaparata.pdf. (9.9.2015.)

Neke uređaje je potrebno periodički kalibrirati jer se njihove karakteristike mijenjaju tijekom vremena zbog zamora materijala. Tako je primjerice monitore potrebno češće kalibrirati (otprilike jednom mjesečno)³³ od drugih uređaja u reprodukcijском procesu. Učestalost kalibriranja ovisi i o kvaliteti korištenog uređaja, jer kvalitetniji monitori imaju stabilniji način rada. Printere se najčešće kalibrira nakon zamjene tonera ili tinte.

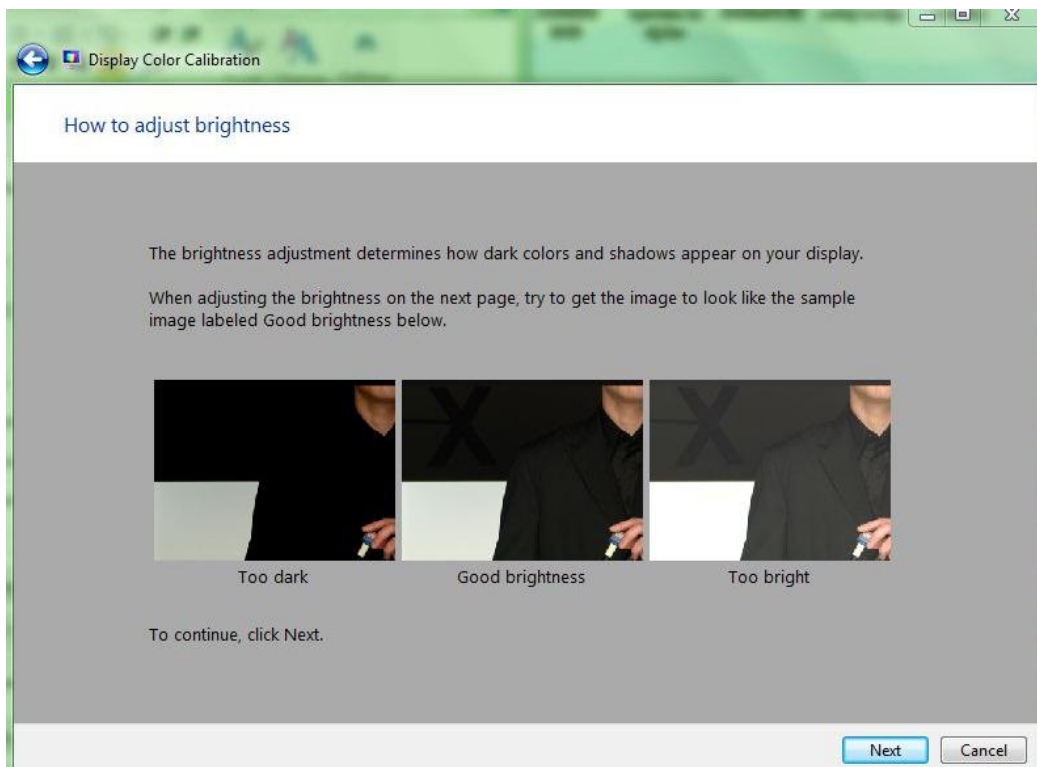


Slika 12: Testna karta boja „Kodak Q-60R1“
Izvor: Possedion Studios, URL: http://www.possessionstudios.com/pix/kodak_Q60R1.jpg

³³ Monitor Calibration. URL: <http://www.eizoglobal.com/library/management/calibration/>. (28.8.2015).



Slika 13: Kolorimetar „SLS-9400“ koji očitava vrijednosti boje prikazane testne karte pričvršćen za ekran
 Izvor: Gamma Scientific, URL: <http://www.gamma-sci.com/wp-content/uploads/2012/06/Colorimeter-and-Screen-400x300.jpg>



Slika 14: Vizualno kalibriranje monitora

6.2. Karakterizacija

Proces karakterizacije je zapravo proces stvaranja profila uređaja pa se često naziva profiliranje i on je korak koji se poduzima nakon kalibracije.

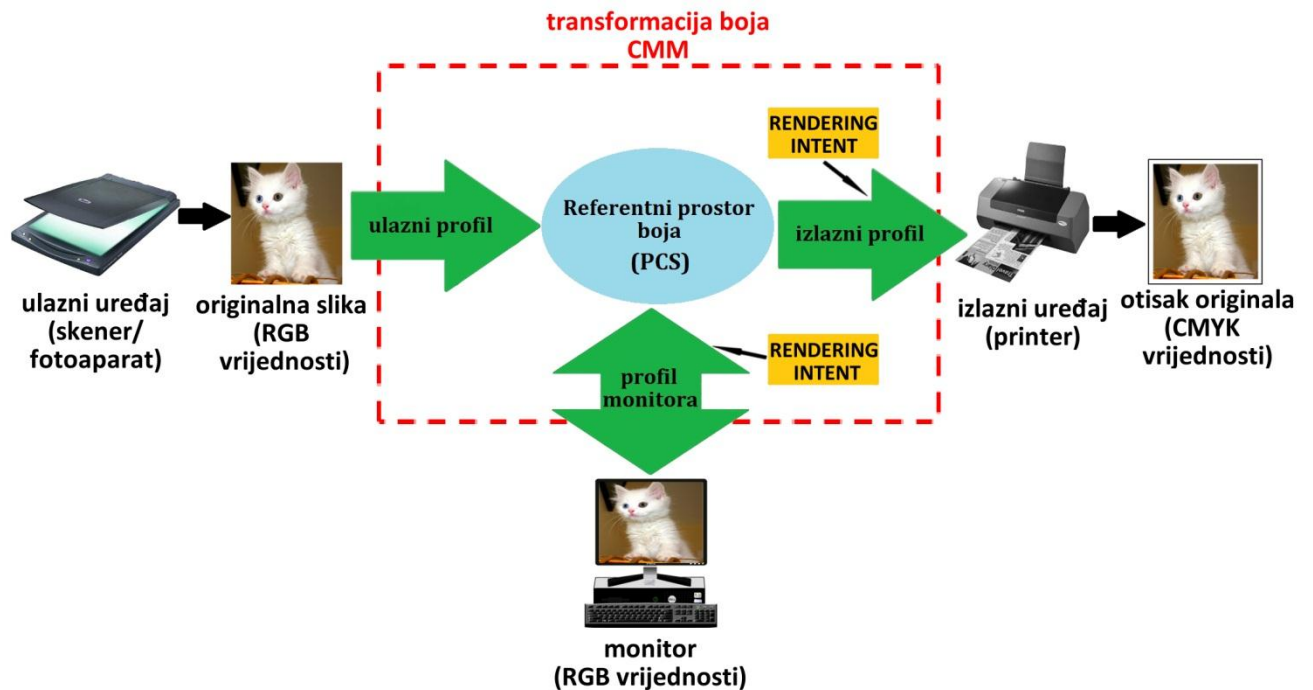
Kada su pomoću mjernih instrumenata izmjerene vrijednosti testne karte koje je uređaj generirao, radi se usporedba između poznatih vrijednosti boja (isporučene od strane proizvođača ili samostalno izmjerene mjernim uređajima) i onih generiranih uređajem. Aplikacija za karakterizaciju koristi te podatke da bi izradila profil koji povezuje RGB ili CMYK vrijednosti boja dobivenih uređajem s njihovim ekvivalentima u referentnom prostoru boja (CIELAB). Profil određuje koji su udjeli RGB ili CMYK vrijednosti potrebni za prikaz određene boje i koja će objektivna boja nastati iz danog seta RGB ili CMYK vrijednosti.³⁴ Time su utvrđeni gamut i karakteristike uređaja, tj. njegov način rada te se sve informacije pohranjuju u profilu.

Za uspješno funkcioniranje sustava za upravljanje bojom i precizni proces konverzije boja, svaki uređaj u reprodukcijском procesu trebao bi biti profiliran.

³⁴ Prema: Strgar Kurečić. Uvođenje CGRT testne karte boja. n. dj.

7. Tijek reprodukcijskog procesa

Sada kada su nabrojani svi glavni dijelovi sustava za upravljanje bojom, njihovo mjesto unutar procesa grafičke reprodukcije moguće je prikazati dijagramom (slika 15).



Slika 15: Ilustracija reprodukcijskog procesa s uključenim sustavom za upravljanje bojom

Proces započinje učitavanjem slike (u RGB vrijednostima) generirane ulaznim uređajem (fotoaparatom ili skenerom) u sustav za upravljanje bojom. Zatim slijedi proces konverzije boja koji se provodi na ovaj način:

Sustav za upravljanje bojom koristi podatke iz profila svih uređaja kako bi povezoao vrijednosti boja ovisnih o uređaju (CMYK i RGB) s odgovarajućim CIELAB vrijednostima boja iz referentnog prostora boja (PCS). Zatim CMM pomoću algoritama i tablica transformira boje iz originalne slike u vrijednosti boja izlaznog uređaja, koristeći pritom neki od načina usklađivanja boja.

8. Zaključak

Premda je upravljanje bojama popularna tematika u posljednjem desetljeću, određen sustav za kontrolu boje postoji od samih početaka bavljenja reprodukcijom boje u grafičkoj industriji, a također i potreba za predvidljivim i dosljednim rezultatima u reprodukciji boje. Kao što je prikazano u radu, jednom kada korisnik uz pomoć standardiziranih metoda kalibriranja, karakterizacije i instaliranja softvera implementira postupke upravljanja bojom u ciklus reprodukcije slike, on omogućuje bolje rezultate pri usklađivanju boja između programa i različitih uređaja i olakšava dodavanje novih ulazno-izlaznih uređaja u ciklus – fleksibilnost koja je neophodna u suvremenoj okolini digitalnog upravljanja slikom.

ICC sustav upravljanja bojom nije univerzalno usvojen, ali je prihvaćen diljem svijeta i nakon što je razvijen od velikih svjetskih tvrtki ostatak grafičke industrije također je počeo podupirati ovu standardiziranu metodologiju. Zasada ovakav način funkcioniranja sustava još uvijek ovisi o korisniku koji mora biti voljan i u mogućnosti poduzeti sve potrebne mjere za uspješno upravljanje bojom na svojim uređajima. Međutim, sustav se i dalje razvija pa se tako korisnici u budućnosti možda mogu nadati njegovom integriranju u hardver i softver, pri čemu bi uspješnost sustava manje ovisila o postupcima korisnika.

9. Popis literature

- About ICC. URL: <http://www.color.org/abouticc.xalter>. (28.8.2015).
- Approximate wavelength For the various colors. URL: <http://www.livephysics.com/physical-constants/optics-pc/wavelength-colors/>. (28.8.2015).
- Arnaud Frich. Color Management Guide. URL: <http://www.color-management-guide.com/how-to-calibrate-monitor.html>. (9.9.2015.)
- Boje. // Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda. 3. izd. Zagreb : JLZ, 1977-1985. Sv. 1. 1977.
- Fleming, P. D.; Sharma, A. Color Management and ICC Profiles : Can't Live Without It So Learn To Live With It!. // Gravure Magazine. August (2002), str. 56.
- Gamma and White Point Explained: How to Calibrate Your Monitor. URL: <http://blogs.scientificamerican.com/symbiartic/how-to-calibrate-your-monitor/>. (9.9.2015.)
- Hunjet, A.; Parac-Osterman, Đ.; Benšić, M. Doživljaj tona boje na akromatskim podlogama. // Tehnički glasnik. Vol.1, No.1-2 (2007), str. 38-43.
- International Color Consortium. ICC Colour Management. URL: <http://www.color.org/slidepres2003.pdf>. (28.8.2015).
- International Electrotechnical Commission. Colour Management. URL: http://www.iec.ch/colourmanagement/colour_management/colour_management_entry.htm. (9.9.2015.)
- Introduction to the ICC profile format. URL: <http://www.color.org/iccprofile.xalter>. (28.8.2015).
- Lepur, S. Psiho-fizikalni aspekti doživljaja boje. Baccalaureus work - Undergraduate programme. Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2008.
- Mac Developer Library. Color Management Systems. URL: https://developer.apple.com/library/mac/documentation/GraphicsImaging/Conceptual/csintro/csintro_conversion/csintro_conversion.html#//apple_ref/doc/uid/TP30001148-CH223-SW1. (28.8.2015).
- Monitor Calibration. URL: <http://www.eizoglobal.com/library/management/calibration/>. (28.8.2015).
- Nassau, K. Colour – Optics. 2014. URL: <http://www.britannica.com/science/color>. (28.8.2015).

- Sharma, A. Understanding color management. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2004.
- Strgar Kurečić, M. Color Management u digitalnoj fotografiji. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/5.%20predavanje.pdf. (28.8.2015).
- Strgar Kurečić, M. Karakterizacija digitalnog fotografskog sustava. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Karakterizacija%20digitalnog%20fotoaparata.pdf. (9.9.2015.)
- Strgar Kurečić, M. Osnove o boji 1. dio: Kontrola boja - od percepcije do mjerenja. URL: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/2.%20predavanje%20-%20OSNOVE%20O%20BOJI%201.dio.pdf. (28.8.2015).
- Strgar Kurečić, M. Uvođenje CGRT testne karte boja za karakterizaciju digitalnog fotografskog sustava. Dissertation thesis. Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2007.
- Strgar Kurečić, M.; Agić, D.; Mandić, L. Digitalni fotografski sustav za vjernu reprodukciju boja različitih materijala. // Tekstil. 57 (2008), str. 623-631.

10. Popis slika

Slika 1: Relativna spektralna osjetljivost čunjića.....	3
Slika 2: Ton, zasićenje, svjetlina.....	4
Slika 3: Aditivno i suptraktivno miješanje boja.....	5
Slika 4: Ilustracija otvorenog sustava upravljanja bojom	8
Slika 5: Razlika boja istih vrijednosti na dva različita monitora.....	10
Slika 6: Razlika u opsegu boja između uređaja koji koriste RGB i CMYK prostor boja	11
Slika 7: Ilustracija otvorenog sistema upravljanja bojom s uključenim referentnim prostorom boja.....	13
Slika 8: Percepcijsko usklađivanje boja	16
Slika 9: Relativno kolorimetrijsko usklađivanje boja	17
Slika 10: Apsolutno kolorimetrijsko usklađivanje boja	17
Slika 11: Usklađivanje prema zasićenju.....	18
Slika 12: Testna karta boja „Kodak Q-60R1“	21
Slika 13: Kolorimetar „SLS-9400“ koji očitava vrijednosti boje prikazane testne karte pričvršćen za ekran.....	22
Slika 14: Vizualno kalibriranje monitora	22
Slika 15: Ilustracija reprodukcijskog procesa s uključenim sustavom za upravljanje bojom ..	24

Uloga sustava za upravljanje bojom u procesu reprodukcije slike

Sažetak:

Digitalno procesiranje slike je dovelo do potrebe uvođenja sustava za upravljanje bojama. Problem predstavlja povećanje broja uređaja u procesu reprodukcije slike, od kojih svaki zbog ograničenog opsega boja koje može producirati, boju generira na različit način. Suradnjom velikih svjetskih tvrtki dolazi do razvijanja ICC profila i sustava za upravljanje bojom koji omogućuje precizno prenošenje boje neovisno o korištenom mediju. Uspješno funkcioniranje sustava zahtjeva kalibraciju i karakterizaciju svih korištenih uređaja u slijednome procesu stvaranja slike te korištenje odgovarajućeg softvera za preračunavanje vrijednosti boja. Osnovne komponente sustava od kojih svaka ima određenu ulogu u konverziji boja su: referentni prostor boja, ICC profili, modul s algoritmima za usklađivanje boja i mapiranje opsega boja.

Ključne riječi: upravljanje bojom, gamut, prostor boja, reprodukcija slike, profil uređaja

The role of color management in the process of image reproduction

Summary:

Digital image processing has led to the need of introducing a color management system. The problem lies in the increasing number of devices in the process of image reproduction, in which each device, because of a limited range of colors it can produce, generates color in a different way. The cooperation of large international companies has brought to the development of the ICC profile and the Color Management system that allows precise transfer of color, regardless of the medium used. The successful operation of the system requires the calibration and characterization of all of the devices in the chain of creating an image and the use of appropriate software for converting color values. The main components of the system are: the reference color space, ICC profiles, a module with algorithms for color matching and gamut mapping. Each one of them has a particular role in the conversion of color.

Key words: color management, gamut, color space, image reproduction, device profile