OSNOVI UPRAVLJANJA BOJOM (COLOR MANAGEMENT). ICC PROFILI.

***Pojam upravljanja bojom***

Upravljanje bojom (color management) predstavlja niz postupaka koji za cilj imaju da se na monitoru prikažu ili na otisku dobiju boje koje su usklađene, kako međusobno, tako i sa nekim izabranim standardom.

Kada se govori o međusobnom usklađivanju, pod tim se podrazumeva sledeće:

- Da boje neke ilustracije prikazane na različitim monitorima izgledaju isto, a ne kao na slici 1.1;

- Da boje neke ilustracije prikazane na monitoru, odštampane na probnom otisku i odštampane na otisku iz tiraža izgledaju isto (slika 1.1);

- Da boje neke ilustracije odštampane na dve različite štamparske mašine izgledaju isto;

- Da boje neke ilustracije odštampane na istoj štamparskoj mašini, ali u različitim vremenskim periodima izgledaju isto.

\*

Slika 1.1 Primer neusaglašenih boja na dva monitora iste marke a) nekalibrisan; b) kalibrisan

Kada se govori o usaglašavanju boja sa nekim standardom, pod tim se podrazumeva nešto od sledećeg:

- Da boje prikazane na monitoru i odštampane na probnom otisku i otisku iz tiraža budu identične originalu koji se reprodukuje – dakle, standard predstavlja sâm original; Tipičan primer za ovo je reprodukcija umetničkih dela, kod koje se skoro uvek insistira da boje budu što vernije originalu; Drugi primer za ovo je štampa prema donetom uzorku.

- Da postupak štampanja bude standardizovan prema nekom internom ili međunarodnom standardu, a da se boje originala modifikuju u toku pripreme za štampanje po želji klijenta ili odluci dizajnera, s tim da u svakom trenutku budu prikazane onako kako će biti odštampane na krajnjem proizvodu.

Kada se govorio stepenu identičnosti boja, mora se uzeti u obzir da je ljudsko oko ponekad izuzetno osetljivo na veoma mala odstupanja u boji i da je, često, veoma teško (skupo) postići toliki stepen podudaranja boja da se ne može uočiti nikakva razlika. Zbog toga u praksi umesto identičnosti boja najčešće težimo da ostvarimo dovoljnu sličnost boja, kada je odstupanjeu boji manje od neke opštim standardom utvrđene ili internim dogovorom utvrđene razlike.

Grafička reprodukcija se može shvatiti i kao prenošenje informacije o izgledu i boji originala, počev od samog originala, pa do krajnjeg otiska sa štamparske mašine. Tipičan radni tok reprodukcije nekog originala, na primer reprodukcije umetničkog dela, na štamparskoj mašini može izgledati i ovako:

- Fotografisanje digitalnim fotoaparatom.

- Obrada bit-mape.

- Prelamanje stranice koja sadrži i bit-mapu.

- Izrada probnog otiska.

- Izrada štamparskih formi.

- Štampanje.

Posmatrajmo samo na koji način se informacija o boji prenosi iz faze u fazu prikazanog radnog toka.

Sam original sadrži definiciju boja, koje, u ovom slučaju, treba reprodukovati tako da na otisku budu što sličnije bojama na originalu. Da bi se opisale boje onako kako ih vidi prosečan posmatrač, najčešće se koristi CIE L\*a\*b\* ili neki sličan sistem za opisivanje boja, koji pokriva sve boje koje prosečan posmatrač može da vidi. Ovaj i slični sistemi su nezavisni od uređaja za prikazivanje ili reprodukciju boja (device independent color space). Dakle, da bi proverili koliko su slične boje na originalu i otisku, potrebno je da ih izmerimo spektrofotometrom i na osnovu izmerenih CIE L\*a\*b\* vrednosti izračunamo odstupanje u boji.

U prvoj fazi, fotografisanju, podaci o boji originala se zapisuju u RGB sistemu. Ovaj sistem je zavisan od uređaja za reprodukciju (digitalnog fotoaparata). Različiti fotoaparata će isti original videti drugačije i dati različite RGB vrednosti (slika 9.3), ali i jedan isti fotoaparat može napraviti fotografije sa različitim bojama, zavisno od toga kako je podešen ili pod kakvim svetlom su načinjene fotografije. Zbog ovoga se javlja potreba da se uvede neki sistem za upravljanje bojom, koji će omogućiti da dva različita fotoaparata istu boju vide na isti način, i da daju iste RGB vrednosti.

Slično se može reći i za štampač ili štamparsku mašinu. Dva sistema za štampanje neće reprodukovati iste CMYK vrednosti tako da se na otiscima dobiju iste boje, odnosno iste CIE L\*a\*b koordinate.

Što se tiče prikaza na monitoru, primenom određenih postupaka može se postići da prikaz boja na monitoru bude veoma sličan bojama koje će se dobiti u štampi. Međutim, da bi se to ostvarilo potrebno je da se upravlja bojom, odnosno da se monitor nekako "natera" da modifikuje prikaz boja.

***Tri "K" upravljanja bojom (Kalibracija, Karakterizacija, Konverzija)***

Postupak upravljanja bojom čine tri osnovne operacije (3K, ili 3C na engleskom):

Kalibracija (Calibration)

Karakterizacija (Characterization).

Konverzija (Conversion).

Očigledno je da se upravljanje bojom svodi na to da se u softveru modifikuju brojčane vrednosti koje opisuju boje u bit-mapama ili vektorskim ilustracijama, tako da se na monitoru ili u štampi dobiju boje prema zahtevima opisanim na početku tačke 9.1. Boje se modifikuju postupkom konverzije, za šta je neophodno da se ispune dva preduslova:

da uređaj bude kalibrisan i

da postoji profil za konverziju.

***Elementi sistema za upravljanje bojom***

Sistem za upravljanje bojom sastoji se od četiri osnovna elementa:

- Bojenog prostora za povezivanje profila, PCS (Profile Connection Space).

- Profila za konverziju.

- Modula za upravljanje bojom, CMM (Color Mangement Module).

- Načina svođenja (Rendering intent).

Osnovne operacije i elementi sistema upravljanja bojom biće objašnjeni u daljem tekstu.

***Kalibracija***

Kalibracija se primenjuje u raznim sistemima i uređajima, ne samo na onima koji se koriste u grafičkoj reprodukciji.

Kalibracija predstavlja postupak kojim se uređaj dovodi u neko definisano stanje, koje se kasnije može ponoviti, najčešće prema fabričkim specifikacijama.

Tipičan primer je kalibracija mernih uređaja, čime se merni uređaji dovode u stanje da mere određene veličine sa definisanom klasom tačnosti. Na primer, na svakom aparatu za točenje goriva na benzinskoj pumpi mora da bude nalepljena markica za tekuću godinu. Ova markica potvrđuje da su ovlašćene osobe:

- Sipale iz aparata za točenje određenu zapreminu goriva u veliku menzuru,

- Proverile koju zapreminu je aparat za točenje pokazao, i,

- U slučaju da se ono što pokazuje aparat i ono što je izmereno menzurom (koja se uzima kao tačna mera) ne poklapa, izvršile potrebna podešavanja na aparatu, tako da aparat po završenom postupku kalibracije, pokazuje tačnu zapreminu sipanog goriva.

Ovakav aparat je kalibrisan i može da se dalje koristi za svoju namenu, u ovom slučaju točenje goriva.

U grafičoj reprodukciji koriste se monitori, skeneri, digitalni fotoaparati, sistemi za izradu probnog otiska (koji kao radni uređaj imaju nekakav štampač) i štamparske mašine. Ukoliko ovi uređaji treba da se koriste u okviru sistema za upravljanje bojom, oni moraju biti kalibrisani, odnosno dovedeni u neko poznato i ponovljivo stanje. Karakterizacija (kreiranje profila za konverziju) treba da se radi tek posle završene kalibracije.

Ukoliko se radi o monitoru, da bi naknadne operacije (karakterizacija i konverzija) imale smisla, neophodno je da na monitoru budu podešene optimalne vrednosti svetline, kontrasta, temperature boje, game i drugih promenljivih koje se mogu podešavati. Ukoliko neko napravi profil za monitor (obavi karakterizaciju), a posle toga mu kolega iz druge smene na svoju ruku promeni svetlinu, profil će najverovatnije biti neupotrebljiv, odnosno boje na monitoru se više neće prikazivati onako kako bi trebalo.

U slučaju jednostavnijih štampača, kalibracija se najčešće svodi na izbor odgovarajućih podešavanja. Štampači u drajveru imaju veliki broj mogućnosti podešavanja, prema vrsti papira – plain, photo glossy, photo matt, premium, foil..., prema nivou kvaliteta otiska – fast draft, fast normal, normal, photo quality..., a tek kad se otvori nekakav advanced color settings, tu se može podešavati svaka boja posebno, da li da se štampa intenzivnije ili slabije. Međutim, skoro svaka naknadna promena ovih podešavanja dovodi do toga da načinjeni profil za konverziju verovatno više ne bude upotrebljiv.

Kod naprednijih štampača, odnosno mašina za digitalnu štampu, kojima upravlja RIP (Raster Image Procesor), takođe treba podesiti osnovni skup podešavanja, ali tokom postupka kalibracije najčešće se mogu odštampati i rasterski stepenasti sivi klinovi u pojedinim bojama (c, m, y i k). Na ovim klinovima mogu se izmeriti tonske vrednosti rastera pojedinih polja, koje se zatim unesu u odgovarajući modul za kalibraciju. Modul za kalibraciju obavlja potrebne korekcije tako da se pre izrade profila (karakterizacije) štampač dovodi u stanje da štampa tačne tonske vrednosti rastera osnovnih boja. Ovo je sasvim definisano stanje štampača koje se može ponoviti u pravilnim vremenskim intervalima, svaki put pre nego što se pravi novi profil. Dakle, osnova na koju se nadograđuje profil za konverziju u ovom slučaju može da bude veoma stabilna i sa ovakvim uređajima se mogu dobiti stabilni rezultati u dužem vremenskom periodu.

U slučaju skenera za koje se pravi profil za konverziju situacija je slična kao kod jednostavnijih štampača. Treba definisati skup podešavanja (brightness, contrast, color correction...), pa tek onda praviti profil. Ukoliko neko naknadno promeni podešavanja, prethodno načinjeni profil najverovatnije više neće davati željene rezultate.

Kalibracija CtP sistema (za izradu štamparskih formi) je posebno značajna, čak i za one koji se ne bave mnogo upravljanjem bojom. Kalibracijom CtP sistema se obezbeđuje da se na štamparskim formama dobiju tonske vrednosti rastera jednake onima koje su zadate u fajlu. Tek kada se postigne takovo stanje sistema za izradu štamparskih formi, može se dalje razmišljati o uvođenju upravljanja bojom u ostale delove reprodukcionog lanca.

Kalibracija štamparske mašine je najsloženiji zahvat, jer na izgled otiska utiče mnogo promenljivih. Pojednostavljeno rečeno, na štamparskoj mašini treba obezbediti:

da sloj boje bude odgovarajuće i konstantne debljine (da boja ne bi bila danas svetlija, sutra tamnija),

da pritisak štampanja bude konstantan (da povećanje rasteske tačke na otisku ne bi variralo),

da se u vremenskom periodu u kome se koristi neki profil za konverziju ne menjanju sirovine i pomoćna sredstva (boje, papir, tečnost za vlaženje, aniloks valjci, rakel...).

***Karakterizacija uređaja***

Pod karakterizacijom uređaja podrazumeva se izrada profila za konverziju boja. Profil za konverziju predstavlja skup podataka, koji opisuje kako neki uređaj "vidi" (skener, fotoaparat), prikazuje (monitor) ili štampa (štampač, štamparska mašina) boju.

U slučaju skenera, na primer, profil se pravi tako što se skenira test fotografija sa velikim brojem polja kojima se znaju vrednosti CIE L\*a\*b (slika 9.4). Ove vrednosti su izmerene još u laboratoriji koja pravi referentne fotografije i memorisane su u datoteku koja se isporučuje zajedno sa fotografijom. Skenirana fotografija se učita u softver za izradu profila, koji prepoznaje pojedina polja i kreira tabelu u kojoj se jedne pored drugih nalaze RGB vrednosti koje je dao skener i objektivne, referentne CIE L\*a\*b\* vrednosti tog istog polja uzete iz dostavljene datoteke. Boje polja na test formi su tako izabrane da pokrivaju čitav CIE L\*a\*b bojeni prostor, i da se kasnije, tokom konverzije, interpolacijom mogu konvertovati i boje koje se nalaze između referentnih vrednosti iz tabele.

Na osnovu profila nekog uređaja obavlja se konverzija boja (digitalnih informacija koje opisuju boju u nekom sistemu za opisivanje boja – RGB, CMYK, L\*a\*b...), u cilju ostvarivanja ciljeva navedenih u tački 9.1. Na primer, u slučaju skenera, u fazi konverzije će se, na osnovu konverzione tabele iz profila, RGB vrednostima koje je "pročitao" skener, dodeliti istinite L\*a\*b\* vrednosti.

PRIKAZ IZGLEDA KONAČNOG OTISKA NA MONITORU ILI PROBNOM OTISKU - SOFTPROOFING I HARDPROOFING

Grafički dizajneri treba da poznaju mogućnosti i ograničenja raznih postupaka štampanja, ali u krajnjem slučaju oni se neće baviti rešavanjem tehničko-tehnoloških problema u štampariji, podešavanjem krive prenosa tonskih vrednosti ili mešanjem boja u laboratoriji. Ono što interesuje grafičkog dizajnera jeste da pre početka štampanja dobije uvid u to kako će izgledati njegov dizajn kad se odštampa u konkretnoj štampariji, na konkretnom papiru ili nekom drugom materijalu. Za ovo postoje dve mogućnosti:

- Prikaz izgleda otiska kakav će se dobiti u štampi na monitoru - softproof.

- Izrada ugovornog probnog otiska na digitalnom štampaču - hardproof.

Izrada ugovornog probnog otiska na specijalnoj štamparskoj mašini za izradu probnog otiska koja koristi iste štamparske forme, podlogu i boju kao i mašina za štampanje tiraža.

***Prikaz izgleda konačnog otiska na monitoru***

Svi učesnici u lancu reprodukcije bi želeli da na ekranu svog monitora mogu da vide boje onakve kakve će izgledati na krajnjem odštampanom proizvodu. Postupak prikazivanja realnih boja na monitoru, kakve će se dobiti u štampi naziva se još i softprufing (eng. softproofing).

Prikazivanje realnih boja na monitoru je veoma osetljivo pitanje kome se mora posvetiti velika pažnja kako bi se izbegle zablude i nesporazumi, i ostvarili najbolji mogući rezultati. U praksi je veoma teško dobiti realan prikaz boja na moitoru, ali pod određenim, STROGIM uslovima ipak je moguće na ekranu dobiti prikaz koji je dovoljno veran krajnjem otisku, za praktičnu primenu. Da bi grafički dizajner mogao da se osloni na izgled boja na monitoru tokom kreiranja dizajna, neophodno je da se ispune sledeći uslovi:

Monitor mora da bude specijalno namenjen za softproofing, sa širokim gamutom i mogućnošću hardverske kalibracije (najčešće je i mnogo skuplji od običnih monitora). Uslove koje treba da ispuni monitor propisuje međunarodni standard ISO 12646.

Monitor mora biti odgovarajuće podešen i kalibrisan i karakterisan u redovnim intervalima.

Osoba koja sedi ispred monitora treba da bude obučena u odeću neutralnih boja.

Prostorija u kojoj se radi treba da ima zidove obojene u neutralne boje (svetlosivu).

Svetlost u prostoriji treba da bude kontrolisana, najbolje ako je usaglašena sa ISO 3664 i uvek ista. Nije dobro ukoliko sunčeva svetlost predstavlja glavni izor osvetljenja, s obzirom da se ona menja tokom dana.

Neophodno je da u kompjuterskom sistemu bude instaliran i da se koristi profil konkretne štamparske mašine, za konkretne grafičke boje i konkretnu podlogu po kojoj se štampa. Ovaj profil će omogućiti da se prikaz na monitoru modifikuje tako da boje izgledaju onako kako će ih reprodukovati konkretna štamparska mašina, konkretnim grafičkim bojama na konkretnoj podlozi za štampanje.

Monitor treba da bude opremljen štitom protiv bočnog svetla (slika 2.1).

Ukoliko se slika prikazana na monitoru poredi sa originalom ili otiskom, neophodnoje da pored monitora bude postavljen tzv. light box, odnosno komora za posmatranje pod tačno defnisanim izvorom svetlosti, najčešće D50 (slika 2.1).

\*

Slika 2.1 Pult za posmatranje originala ili probnog otiska, sa standardizovanim izvorom svetlosti, pored kalibracionog monitora sa štitnicima od bočnog svetla

Provera monitora za ovu namenu obavlja se softverskim testiranjem. jednaod najpoznatijih metoda je UDACT (Ugra Display Analysis and Certification Tool) test, usaglašen, pa čak i malo strožiji od standarda ISO 12646. Testiranje se sastoji u tome da se na monitor postavi spektrofotometar ili kolorimetar, i da se aktivira softver koji će emitovati slike raznih boja i pratiti koje vrednosti na monitoru izmeri merni uređaj. Ukoliko su izmerene vrednosti u dozvoljenim tolerancijama, softver će dati prelaznu ocenu i izveštaj, a ako po bilo kojem kriterijumu monitor ne ispuni pstavljene uslove, dobiće se izveštaj da monitor nije prošao test.

Samo oni monitori koji su prošli UDACT test mogu se, uz odgovarajući profil štamparske mašine i u odgovarajućim uslovima, koristi kao izvor pouzdanih informacija o izgledu boja na krajnjem otisku.

Međutim, čak i ukoliko se koristi dobar monitor koji ipak ne može da prođe stroge testove kao što je UDACT, rezultati će biti bolji ukoliko se monitor kalibriše i karakteriše u redovnim vremenskim intervalima. Sama procedura kalibracije i karakterizacije monitora uz primenu savremenih spektrofotometara i odgovarajućeg softvera koji stiže sa njima je krajnje automatizovana i pojednostavljena. Softver za kalibraciju i karakterizaciju vodi korisnika kroz proceduru korak po korak, na ekranu se ispisuju uputstva za svaku sledeću operaciju, često je to propraćeno i ilustracijom. Iako konkretni koraci zavise od sistema za kalibraciju koji se koristi, može se defnisati sledeća opšta procedura:

- Uključivanje računara i monitora da radi određeno vreme pre početka procedure kalibracije i karakterizacije (najmanje 30 minuta, zavisno od tipa monitora), da bi se rad montora stabilizovao.

- Priključivanje mernog uređaja i instalacija softvera za kalibraciju i karakterizaciju. Ovo se može obaviti u periodu dok se monitor "zagreva", pre prve kalibracije.

- Pokretanje softvera za kalibraciju i karakterizaciju.

- Postavljanje mernog uređaja na monitor.

- Podešavanje svetline, kontrasta, bele tačke (white point, boja i intenzitet najsvetlije bele boje koju monitor može da reprodukuje), game (svetlina srednjeg tona), pojedinačnih kanala (crveni, zeleni, plavi). Skup parametara za podešavanje u velikoj meri zavisi od vrste monitora. Neki parametri se podešavaju ručno, neki automatski. Ova podešavanja predstavljaju kalibraciju monitora.

- Kreiranje profila monitora. Tokom ove procedure, softver na ekranu projektuje obojena polja sa zadatim RGB vrednostima, i pomoću menog uređaja meri L\*a\*b\* vrednosti boje koju monitor prikaže. Na tajnačin se formira konverziona tabela, odnosno ICC profil.

- Procena kvaliteta monitora i same kalibracije i karakterizacije. Ovo mogu da urade nešto kvalitetniji sistemi za kalibraciju i karakterizaciju. Na osnovu ocene korisnik može da proceni koliko sme da se pouzda u prikaz bojakoje vidi na ekranu monitora.

- Aktiviranje kreiranog profila monitora u operativnom sistemu. Ova operacije se često izvodi poluautomatski, tako što sofver za kalibraciju i karakterizaciju sâm otvori sistemski prozor i ponudi da se aktivira kreirani monitorski profil. Korisnik u tom slučaju treba samo da prihvati ponuđenu mogućnost.

Profil monitora će od trenutka aktiviranja stalno biti aktivan i konvertovati boje koje se prikazuju na ekranu tako da budu što verodostojnije. To znači da će RGB vrednosti boja koje se prosleđuju na monitor biti modifikovane, tako da se na ekranu dobiju što približnije L\*a\*b\* vrednosti onima koje se očekuju u štampi.

***Digitalni probni otisak u grafičkom dizajnu***

Kod starih sistema probnih otisaka, prahovi u boji ili raznobojne folije su se lepile ili laminirale na selektivno lepljivu foliju, pri čemu je selektivnost postizana kopiranjem filma na specijalnu foliju, kojoj se pod dejstvom svetlosti menjala lepljivost.

Savremeni sistem za izradu probnog otiska sastoji se od:

- Kvalitetnog ink-jet štampača.

- Softvera za izradu i kontrolu probnog otiska.

- Spektrofotometra.

- PC računara.

Savremeni ink-jet štampači pokrivaju široki bojeni prostor, s obzirom da imaju i do 12 kertridža (cyan, light cyan, magenta, light magenta, yellow, black, photo black, green, orange, gray, white...), tako da često mogu da prikažu kompletan, pa čak i širi skup boja od onog koji se može dobiti na štamparskoj mašini. Ključna komponenta da bi se iskoristio potencijal štampača jeste softver za probni otisak, koji treba da obavlja transformacije boja u cilju simulacije izgleda krajnjeg otiska sa štamparske mašine, i koji treba da upravlja radom štampača.

I u ovom slučaju je neophodno da se ostvare brojni uslovi, da bi dizajner mogao da koristi probni otisak kao pouzdani prikaz boj koje će se dobiti na krajnjem otisku:

Potrebno je štampati na štampaču nekog renomiranog proizvođača, i to na modelu koji pokriva široki bojeni prostor (ima što više kertridža). Stoni štampači sa četiri boje ne dolaze u obzir. Među najkvalitetnijim rešenjima nalaze se štampači EPSON serije X990, ili HP.

Štampač mora biti kalibrisan prema proizvođačkoj specifikaciji.

Radom štampača treba da upravlja kvalitetan softver za probni otisak. U obzir dolaze i softveri koji rade preko ICC profila (na primer EFI), ili oni koji rade direktnu konverziju (na primer GMG).

U softveru za probni otisak mora biti ugrađen odgovarajući profil ili konverziona tabela koja karakteriše sistem štamparska mašina-grafička boja-podloga za štampanje. Na osnovu tog profila, sistem probnog otiska preračunava informacije o bojama da bi otisak sa nk-jet štampača bio podudaran sa otiskom sa štamparske mašine.

Štamparija mora da štampa tiraž pod istim uslovima, kao kada je štampana test forma na osnovu koje su pravljeni profili, odnosno konverzione tabele. Ukoliko štamparija naknadno promeni uslove štampanja, postoji velika šansa da se stepen podudarnosti između probnog otiska i otiska sa štamparske mašine smanji.

Na probnom otisku mora biti odštampan i merni kontrolni klin, na primer UGRA/FOGRA Media Wedge. Boje na ovom klinu se moraju izmeriti spektrofotometrom, i izmerene vrednosti ubaciti u softver za proveru probnog otiska. Ovaj softver poredi izmerene vrenosti na odštampanom klinu sa referentnim vrednostima iz fajla, i proverava da li su odstupanja u dozvoljenim granicama. Softver generiše izveštaj u kome je specificirano da li je probni otisak prošao proveru ili nije. Probni otisak bez izmerenog klina i izveštaja o usaglašenosti NIJE probni otisak.

Gorepomenuti uslovi odnose se na štamparsku mašinu koja nije usaglašena sa nekim opšte prihvaćenim grafičkim standardom, već ima neku svoju karakteristiku. U tom slučaju koristi se njen specifični i jedinstveni profil, koji karakteriše kako ona reprodukuje boje štampajući određenu vrstu grafičkih boja na datoj podlozi. Međutim, ukoliko je reprodukcija štamparske mašine usaglašena sa nekim opšte prihvaćenim grafičkim standardom (na primer ISO 12647-X), onda se mogu koristiti generički profili koji su dostupni preko Interneta.

Prošle godine (2012) pojavili su se sistemi probnog otiska koji po najavama proizvođača mogu da imitiraju ne samo CMYK otiske, već i otiske načinjene Pantone bojama, i to u raznim rasterskim kombinacijama sa drugim Pantone bojama ili sa procesnim bojama (CMYK). Ovo je od posebnog značaja za dizajnere koji se bave ambalažom, kod koje je primena neprocesnih boja veoma zastupljena (mada često i bez tehnološkog opravdanja).