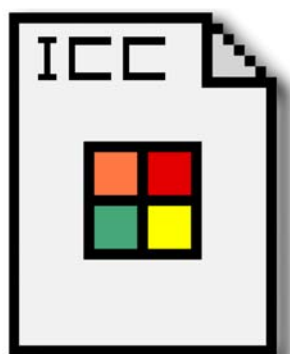


UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO

STANDARDIZACIJA GRAFIČNIH PROCESOV 2

ICC PROFILI



Blaž Rat

Ljubljana, april 2006

KAZALO

1. UVOD	3
2. BARVNO UPRAVLJANJE	4
2.1 Razvoj barvnega upravljanja	5
3. DENZITOMETRIČNO VODENJE PROCESA BARVNE REPRODUKCIJE	6
4. ICC – INTERNATIONAL COLOR CONSORTIUM	7
4.1 Struktura ICC	7
4.2 Ugodnosti članstva	8
4.3 Prepoznavnost	9
4.4 ICC delovne skupine	10
4.4.1 Delovna področja	10
5. ICC – SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA	12
5.1 Zakaj ICC sistem barvnega upravljanja?	13
5.2 CMM – Color Matching Module	13
5.3 ICC upodobitvene metode	15
6. ICC PROFILI	16
6.1. Vrste profilov	17
6.1.1 ICC profil vhodnih naprav - skener	18
6.1.2 ICC profil izhodnih naprav - monitor	18
6.1.3 ICC profil izhodnih naprav - tiskalnik	19
6.1.4 ICC profil izhodnih naprav – tiskalnik PT	19
6.2 Zaporedje operacij pri kreiranju ICC profilov	19
6.2.1 Vhodne naprave	19
6.2.1.1 Zaporedje operacij – skener	20
6.2.1.1 Zaporedje operacij – CCD kamera	20
6.2.2 Izhodne naprave	21
6.2.2.1 Zaporedje operacij – monitor	21
6.2.2.2 Zaporedje operacij – tiskalnik	22
6.2.2.3 Zaporedje operacij – tiskarski stroj	23
7. ZAKLJUČEK	24
8. LITERATURA	25

1. UVOD

Za barvno reprodukcijo originalnih predlog v sodobnih medijih se uporabljajo reprodukcijski sistemi z različnimi tehnologijami, med katerimi so znane predvsem barvna fotografija, barvna televizija, barvni tisk in internet. Te tehnologije (razen interneta) so lahko analogne ali pa je proces delno ali v celoti digitaliziran. Pri digitaliziranih procesih ostaja analogno zajemanje barvne slike in upodabljanje njene reprodukcije, zato le pogojno lahko govorimo o npr. digitalni fotografiji ali digitalnih tiskarskih tehnikah.

V vseh sistemih za barvno reprodukcijo so prisotni problemi upravljanja barv pri zajemanju, obdelavi oziroma pretvarjanju in upodabljanju barv. Končni cilj barvnega reprodukcijskega procesa je praviloma reprodukcija, ki je pogojno enaka kakovostni predlogi, v primeru neustreznih predlog pa naj bi bila čim bolj podobna originalu oziroma našim pričakovanim vtisom pri njenem opazovanju. Vodenje reprodukcijskega procesa poteka na osnovi barvnega upravljanja, ki je v preteklosti temeljilo predvsem na izkušnjah in vizualnem ocenjevanju rezultatov, kasneje pa so pričeli uvajati tudi sodobnejše denzitometrične in druge merske metode.

2. BARVNO UPRAVLJANJE

Barvno upravljanje je sistematično vodenje barvnih pretvorb med barvnimi prostori naprav, uporabljenih v procesu barvne reprodukcije. Name barvnega upravljanja je usklajenost reprodukcije z originalom, kar pomeni, da bi naj po digitalizaciji originala vse barve na izhodnih napravah (monitor, tiskalnik ...) ostale enake barvam originala. Takšen rezultat lahko dosežemo zgolj z barvnim upravljanjem.

Delovni postopek izdelave reprodukcije zajema različne barvne prostore; original (CMYK), skener (RGB), monitor (RGB), tiskalnik (CMYK), odtis (CMYK) ... naloga barvnega upravljanja pa je pretvorba RGB barvnega prostora datoteke (digitaliziran original) npr. skenerja v CMYK barvni prostor tiskalnika. Pri tem moramo vedeti, da je RGB barvni prostor skenerja navadno večji od RGB barvnega prostora monitorja in CMYK barvnega prostora tiskalnika. Pretvorba znotraj oziroma med prostori mora potekati tako, da je izguba med procesiranjem informacij o barvah čim manjša.

Poznanih je več definicij sodobnih sistemov barvnega upravljanja:

Giorgianni, Madden

Vsak uspešen sistem za barvno upodabljanje uporablja enega ali več načinov za vodenje in spreminjanje barve informacije v sistemu. To je vloga barvnega upravljanja. Barvno upravljanje je lahko uporabljeno v različnih oblikah: kot programska oprema, izdelana posebej za ta namen, postopki za umerjanje opreme, nastavitve operaterja, vodenje kemičnega procesa ... uporabljeno posamično ali v različnih kombinacijah.

Field

Barvno upravljanje je uporaba primernih matematičnih pretvorb v računalniškem sistemu za vodenje in prilagajanje barv v upodobitvenem sistemu.

Williams

Sistemi barvnega upravljanja (Color Management Systems) so računalniški programi, ki pogosto izboljšajo pretvarjanje barv enega medija, vhodne naprave, digitalne kamere, skenerja, fotografske predloge v razpoložljive barve drugega medija, izhodne naprave, ki je lahko monitor, sistemi za poskusni ali proizvodni tisk.

Adams II, Reinertson

Barvno upravljanje je uporaba programske opreme za opisovanje in optimizacijo izhoda reprodukcijskega procesa na časopisni rotaciji, digitalnem poskusnem tisku, barvnem monitorju ali barvnem skenerju s povezovanjem barv naprave z barvnim prostorom, neodvisnim od naprave. Poznan je tudi kot open-system color.

Navedene definicije se med seboj razlikujejo, vendar je vsem skupno, da omenjajo programsko opremo za pretvarjanje podatkov o barvah med različnimi sistemi. Barvno upravljanje se uporablja v vseh sistemih za barvno reprodukcijo. Danes so aktualni predvsem sistemi barvnega upravljanja ICC (International Color Consortium) v odprtih računalniških sistemih, kjer se uporablja standardna strojna in programska oprema, vključno z vhodnimi in izhodnimi napravami. Barvno upravljanje se uporablja v vseh sistemih za barvno reprodukcijo, poznana pa sta dva principa: denzitometrični in kolorimetrični.

2.1 RAZVOJ BARVNEGA UPRAVLJANJA

J.C. Maxwell je leta 1861 opravil prve poskuse s trikromatsko aditivno barvno fotografijo, teoretično pa jih je utemeljil že 1855. poskusi niso povsem uspeli zaradi neustrezne spektralne občutljivosti fotografskih slojev, vendar so potrdili idejo o trikromatski barvni fotografiji. Kasneje so se uporabljale aditivne tehnologije s tremi negativi ali diapozitivi in rastrske pike ali črte, modre, zelene in rdeče barve. To tehnologijo je prevzel tudi Polaroid za instant kinematografijo in diapozitive.

Trikromatsko barvno reprodukcijo je v tehniki globokega tiska z ročno izdelanimi tiskovnimi formami prvi izdelal leta 1722 J.C. LeBlon. V 19 stoletju sta se nato uveljavila kromolitografija in barvni knjigotisk, leta 1982 pa je G. Meisenbach razvil tehnologijo rastriranja s steklenim rastrom, na osnovi katere se je uveljavila avtotopijska barvna reprodukcija, ki danes prevladuje v večini tiskarskih tehnik. Analogni procesi izdelave tiskovnih form v konvencionalnih tiskarskih tehnikah so se v preteklih letih postopoma digitalizirali, uvedle pa so se tudi nove digitalne tiskarske tehnike, ki omogočajo tiskanje barvnih reprodukcij.

Vsem tehnologijam za barvno reprodukcijo je skupna delitev procesa na analizo barv, obdelavo informacij in sintezo.

Včasih so se za reprodukcije barvnih klasičnih fotografij uporabljale reprodukcijske kamere, s pomočjo katerih smo lahko izdelali barvne izvlečke, kakovost le-teh pa je bila odvisna od izkušenj reprodukcijskih fotografov. Ob pojavu skenerjev se je pojavil tudi zaprt sistem barvnega upravljanja, ki omogoča barvne nastavitve, barvne korekture, spreminjanje

gradacijske krivulje (ne zagotovi splošne standardizirane oblike barvnega upravljanja) oziroma RTV vrednosti. Gre za način, ki se je ohranil še danes, izkušenim operaterjem pa omogoča izdelavo najbolj kakovostnih barvnih reprodukcij.

3. DENZITOMETRIČNO VODENJE PROCESA BARVNE REPRODUKCIJE

Denzitometrično vodenje procesa barvne reprodukcije se uporablja v barvni fotografiji in v barvnem tisku. Pri tem načinu vodenja se merjenje barve reducira na merjenje optične gostote in (v tisku) izračunavanju rastrske tonske vrednosti na barvnih izvlečkih, tiskovnih formah in odtisih. Ta redukcija je potrebna zato, ker se z denzitometri ne da meriti barvnih vrednosti (XYZ), temveč le optična gostota. Pri merjenju barvnih vzorcev se meritev opravi s filtrom komplementarne barve barvi vzorca, zato denzitometer vidi bolj ali manj črn vzorec.

Cilj denzitometrično vodenega reprodukcijskega procesa je doseganje ustreznih standardnih optičnih gostot ali rastrskih tonskih vrednosti v vsaki tehnološki operaciji, kar na koncu pripelje do dobre barvne reprodukcije. Kolorimetrično se vrednoti samo končni rezultat reprodukcijskega procesa na osnovi standardov ali za primerjavo reprodukcije s predlogo.

Denzitometrično vodenje tiska temelji na standardizaciji tiska in doseganju sivega in barvnega ravnovesja reprodukcije ob istočasnem spreminjanju gradacije, to zagotavlja optimalno reprodukcijo barvnih predlog. Korekcije rastrskih tonskih vrednosti za doseganje sivega in barvnega ravnovesja se izvedejo na osnovi denzitometrično izmerjenih lastnosti odtisa na tiskarskem stroju in matematičnih modelov za opisovanje barvnih pretvorb od originala do reprodukcije.

Standardizacija tiska (SIST-ISO 12647) omogoča v različnih tiskarskih tehnikah doseganje optimalnega barvnega območja, sivega in barvnega ravnovesja, ter dobro ponovljivost, vendar ni zadosten pogoj za vodenje celotnega reprodukcijskega procesa oziroma barvno upravljanje.

Pri denzitometrilnih meritvah so najpomembnejše cenilke: obarvanje (refleksijska optična gostota; D) polnega polja in prirast (dot gain) oziroma deformacija rastrske tonske vrednosti (dot area; A) v svetlih, srednjih in temnih tonih za vsako tiskarsko barvo.

Na tiskarsko gradacijo vpliva mnogo dejavnikov, predvsem tehnika tiska, tiskovni material, tiskarska barva, nastavitve tiskarskega stroja in drugi pogoji v tisku. Pri reprodukciji v tisku se praviloma izkorišča celotni tonski obseg tiska za optimalno reprodukcijo predloge z večjim ali manjšim tonskim obsegom. V reprodukcijskem procesu se zato pri tistih tonih, kjer je prišlo do prevelikega prirasta rastrske tonske vrednosti oziroma deformacije, korigirajo rastrske tonske vrednosti na tiskovni formi oziroma kopirni predlogi. Pri digitalnih tehnikah tiska se korigirajo tonske vrednosti v pomnilniku, neposredno pred izračunavanjem upodobitvene bitne slike.

4. ICC - INTERNATIONAL COLOR CONSORTIUM

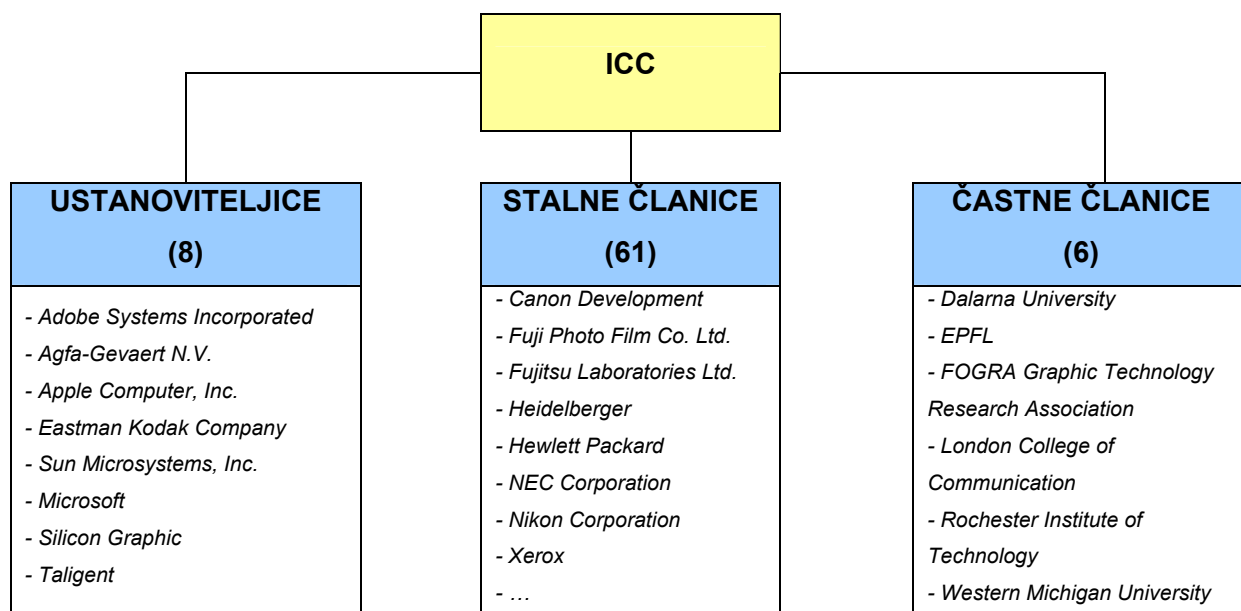
International Color Consortium oziroma Mednarodni konzorcija za barvo je bil ustanovljen leta 1993 na pobudo Fogre oziroma 8 članic (Adobe, Agfa Gevaert, Apple, Estman Kodak, Microsoft, Silicon Graphic, Sun in Taligent), z namenom ustvariti, promovirati in vzpodbujati standardizacijo in razvoj odprtega, prosto dostopnega sistema za barvno upravljanje. Rezultat tega sodelovanja je bil razvoj ICC profilov s svojimi specifikacijami.

Namen Mednarodnega konzorcija za barvo je ustvariti profil formata, ki bo primeren za navzkrižno povezovanje različnih komponent oziroma specifikacijo, ki bo reševala upravljanje z barvami v odprtih digitaliziranih reproduksijskih sistemih. Profili naprav so uporabljeni za prevod barvnih podatkov ustvarjenih na eni napravi ob združitvi z napravo z izvirnim barvnim prostorom.

Področja delovanja ICC:

- usklajevanje med proizvajalci programske opreme za CMS in priprava standardov (specifikacij) CMS
- ICC industrijski standardi
- CMS na nivoju OS (Mac OS, Windows, Unix ...)
- CMS neodvisen od OS oziroma platforme
- Definiranje strukture ICC profila
- Specifikacija funkcije CMM v OS

4.1 STRUKTURA ICC



Na zadnjem srečanju članic ICC v Tokiu dne, 10.3.2006 je bilo izvoljeno novo vodstvo:

Predsednik ICC - William Li, Color Systems Engineer of Kodak Graphic Comm. Group

Podpredsednik ICC - Jack Holm, Principal Color Scientist in HP's Office of Strategy & Tech.

Tehnični sekretar ICC - Phil Green of the London College of Communication

Administrativni sekretar ICC - William K. "Kip" Smythe of NPES

Upravni odbor ICC

Sestavljajo ga 5 članic ustanoviteljic ICC in 11 stalnih članic ICC:

- Agfa,
- Apple Computer,
- Adobe Systems,
- Eastman Kodak
- Sun Microsystems
- Canon Development Americas,
- Color Savvy Systems,
- Fuji Photo Film,
- GretagMacbeth,
- Heidelberger Druckmaschinen,
- Hewlett Packard,
- Lexmark International CPD,
- Onyx Graphics,
- Quebecor World,
- X-rite,
- Xerox

4.2 UGODNOSTI ČLANSTVA

Udeležba na razvojnem delu specifikacije ICC profilov

Specifikacija ICC profilom se konstantno nadgrajuje in izboljšuje. Trenutno deluje 5 delovnih skupin, ki se aktivno ukvarjajo s problemi, ki bodo postopoma vodili k spremembam specifikacij. Z včlanitvijo v ICC lahko določeno podjetje sodeluje pri razvoju teh izboljšav in specifikacij.

Napredno spreminjanje specifikacij ICC profilov za prihodnost

ICC periodično izdaja nadgrajene verzije specifikacij, izdaja manjših popravkov pa poteka periodično enkrat na leto. Razlog za takšno izdajanje popravkov leži v prilagajanju programski opremi, ki je v tistem trenutku na tržišču, saj je razvoj zanjo dolgoročen in zahteven proces. Te spremembe pogosto ne ugleda luč sveta po več mesecev ali celo let, saj se mora z le-to strinjati ICC in kot član ima podjetje prednost, da je seznanjeno z

prihajajočimi tehnologijami oziroma profili izdanimi s strani ICC in lahko tako v naprej pripravlja produkte, ki bodo vsebovali ICC profile specifikacije.

Medmrežno sodelovanje s svetovno priznanimi znanstveniki na področju barv

ICC trenutno vključuje člane in članice iz najnaprednejših podjetij po celem svetu, ki delujejo na področju digitalnih kamer, programske opreme, tiskarskih strojev, periferijah, digitalnih kopirnih sistemih, filmih ter tiskarskih in kemičnih manufakturah. Na ICC srečanjih imajo posamezniki možnost izmenjave mnenj z največjimi strokovnjaki na področju barv, računalništva, grafike, umetnosti, fotografije, matematike in drugih področij, ki močno vplivajo na uspešen razvoj produktov. Članstvo omogoča tudi pridobitev odgovorov kadar koli naleti nek posameznik ali podjetje na neko vprašanje.

Prepoznavanje podjetja kot podpornika naprednega barvnega upravljanja

Članstvo prinaša vpis imena podjetja na seznam ICC članov tako na spletnih straneh ICC kot v vseh publikacijah, ki jih ta konzorcij izda. Velika prednost objave podjetja na teh straneh je v mesečnem obisku preko 14.000 obiskovalcev, ki omogoča vsem tem obiskovalcem vpogled tudi na spletne strani podjetja in služi kot dobra referenca za vse, ki se zanimajo za storitve tega podjetja oziroma za splošno upravljanje v splošnem.

ICC je odprt za sodelovanje s članicami, ki delujejo na področju barvnega upravljanja, bodoči član (podjetje) pa mora podpisati nekakšno pristopno izjavo, izjavo o promociji in plačati letno članarino, ki znaša 2500 \$ na leto.

4.3 PREPOZNAVNOST

ICC je oblikoval in odobril tri logotipe, ki jih smejo uporabljati le podjetja, ki uporabljajo to tehnologijo, s tem pa dokazujejo podporo delu ICC. Prvi logotip je namenjen članicam ICC, ki podpirajo aktivno vključevanje v razvoj ICC profilov. Drugi logotip je za podjetja (enako za članice ali nečlanice), ki uporabljajo produkte z V2 podporo, tretji logotip pa je za tista podjetja (enako za članice ali nečlanice), ki uporabljajo produkte z V4 podporo. Ti logotipi se uporabljajo za objavo na spletu ter priročnih in škatlah produktov.



Logotip članic ICC



Logotip članic, ki uporabljajo V2



Logotip članic, ki uporabljajo V4

4.4. ICC DELOVNE SKUPINE

ICC aktivno deluje in ves čas izboljšuje ICC specifikacije, ki omogočajo produktivne in različno sestavljene ICC delovne procese. ICC vsebuje 10 delovnih skupin, ki so razdeljene na različna področja delovanja, vsako skupino pa sestavljajo predsednik, podpredsednik in člani te skupine. Področja delovnih skupin se delijo na:

- arhitektura
- komunikacija
- digitalna animacija
- digitalna fotografija
- grafično oblikovanje
- ocenitev ICC profilov
- potrdila in certifikati
- urejanje specifikacij
- delovni proces
- ICC upravni odbor

4.4.1 Delovna področja

a) Arhitekturna delovna skupina

- dokumentirati trenutno arhitekturo oziroma zgradbo
- preveriti funkcionalnost glede na namen nadaljnjega dela in interne uporabe
- raziskati in predlagati izboljšave in alternative glede na trenutno arhitekturno zgradbo

b) Komunikacijska delovna skupina

- komunicirati o tem katero barvno upravljanje je oziroma ni v smernicah ICC
- razviti in promovirati konstantno sporočilnost o tem kaj ICC je in kaj počne
- ustvarjanje sporočil za javnost o ICC razvoju
- razvijati in razširjati informacije na svetovnem spletu
- zbiranje informacij o trenutnih in potencialnih uporabnikih ter identificirati njihove potrebe in dojetanje
- pomagati identificirati ovire pri ICC implementaciji
- identificirati in promovirati uspehe pri ICC implementacijah
- redno pripravljati članke za objavo v publikacijah
- razvijati in dopolnjevati seznam aktivnosti in ga vključiti v letno poročilo

c) Digitalno animacijska delovna skupina

- identificirati majhno število značilnih barvno kritičnih digitalno animacijskih delovnih procesov
- identificirati možnosti sodelovanja in omogočiti kasnejše sodelovanje, kjer sta predvidljivost in konsistenca v delovnih procesih zahtevana
- identificirati katera so področja kjer ICC profili niso sposobni posredovati funkcionalnosti, ki jo določen delovni proces zahteva
- predlagati izboljšave in dodatke ICC specifikacijam, ki bodo omogočile učinkovitejšo delovanje delovnih procesov
- promocija uporabe ICC profilov v digitalno animacijskih delovnih produkcijah

d) Digitalno fotografska delovna skupina

- identificirati probleme uporabnikov digitalne fotografije vezanih na barvno upravljanje
- priprava belih papirjev (white papers) in drugega izobraževalnega materiala
- promocija in vzpodbujanje k uporabi ICC profilov v digitalni fotografiji
- identificirati omejitve ICC barvnega upravljanja v digitalni fotografiji
- predlagati spremembe ICC profilov za digitalno fotografijo

e) Grafično oblikovalska delovna skupina

- promovirati uporaba ICC profilov v grafično oblikovalskih aplikacijah
- identificirati področja, kjer obstoječi ICC formati ne dosegajo zahtevane funkcionalnosti
- predlagati spremembe v delovnih poskusih in ICC profilih z trenutnimi omejitvami

f) Delovna skupina za ocenitev ICC profilov

- definirati določene attribute kakovosti za IC profile
- identificirati analitične metode za definiranje in raziskovanje sposobnosti obstoječih ICC profilov
- preučiti matrice, ki bi lahko kvantitativno ali kvalitativno vplivale na karakteristike delovanja
- kratkoročni cilj je razviti razvojno tehnologijo za uporabo z ICC profili
- dolgoročni cilj je ponuditi predloge uporabnikom za ocenitev

g) Delovna skupina za urejanje specifikacij

- zagotoviti da so spremembe ICC specifikacij objavljene v manjših in večjih revizijah in v določenih časovnih rokih

- diskutirati, pregledati in predlagati nematerialne spremembe specifikacij, ki bodo pripomogle razjasniti namen specifikacije, prav tako pa tudi zagotovile, da bodo te spremembe narejene v okviru specifikacij publiciranja
- biti odgovoren za publikacije in vzdrževanje novih ICC specifikacijskih dokumentov, kakor so bili razviti

h) Delovna skupina za delovni proces

- identificirati manjše število najbolj pogostih delovnih procesov
- priporočati učinkovite poti kako bodo ICC specifikacije zadostile potrebam delovnih procesov in priporočati izboljšave specifikacije, arhitekturne zgradbe v želji narediti delovni proces bolj učinkovit
- identificirati kateri postopki so potrebni, da zagotovijo enostavno uporabo priporočil
- identificirati katero koli razmerje, ki bi ga bilo potrebno ustanoviti

h) ICC upravni odbor

5. ICC-SISTEM BARVNEGA UPRAVLJANJA

Osnovna funkcija barvnega upravljanja je zagotavljanje preglednega kolorimetričnega pretvarjanja barv med različnimi primarnimi barvnimi prostori, uporabljenimi v reproduksijskem procesu. Za doseganje tega cilja potrebujemo:

- programsko opremo za izdelavo barvnih profilov in opremo za barvno metriko
- barvne profile (ICC) za kolorimetrično opisovanje reproduksijskih lastnosti vhodnih in izhodnih naprav (tudi končnih rezultatov reproduksijskega procesa)
- barvni računalnik (CMM) oziroma programsko opremo za preračunavanje podatkov o barvah pri prehodu iz enega v drug barvni prostor s pomočjo barvnih profilov.
- Programsko opremo, ki omogoča uporabo funkcij barvnega računalnika (CMM) pri transformacijah med barvnimi prostori

Pri kolorimetričnem barvnem upravljanju se kolorimetrično opišejo lastnosti vseh naprav, ki se uporabljajo v reproduksijskem procesu. Na osnovi njihovih barvnih profilov se opravijo barvne pretvorbe v reproduksijskem sistemu tako, da se dosežejo optimalne reprodukcije predlog.

Struktura ICC barvnih profilov za vhodne in izhodne naprave je določena v specifikaciji standarda in je odvisna od uporabljene strojne in programske opreme. Profili so po tej specifikaciji prenosljivi med različnimi računalniki in operacijskimi sistemi.

5.1 Zakaj ICC sistem barvnega upravljanja?

Zelo pogosto se srečamo s problemom, da imajo enaki objekti različen izgled saj so bodisi natisnjeni na različnih tiskalnikih, gledani na različnih monitorjih, natisnjeni na tiskalnikih in gledani na monitorju, bodisi gledani pri različnih svetlobah. Ravno zaradi teh razlogov oziroma ker naprave, gonilniki, OS in uporabniki različno interpretirajo barve, vsaka naprava potrebuje različne vrednosti za posamezne barve, da končno producira enak rezultat. Pri tem je potrebno vedeti tudi, da imajo različne vhodne naprave različnih dobaviteljev pogosto različni spektralni odziv, podobno pa velja tudi za izhodne naprave kot so tiskalniki, tiskarski stroji, monitorji ...

Z ICC sistemom barvnega upravljanja tako zagotovimo da:

- bomo prikazali vse barve originala na monitorju, ki bodo ustrezale odtisnjeni reprodukciji – prikaz barvnih korektur na monitorju ustreza končnemu rezultatu v tisku,
- bodo barve na monitorju ustrezale proizvodnemu in poskusnemu odtisu ne glede na uporabljen RGB ali CMYK modus
- bo omogočen prehod iz zaprtih na odprte reproduksijske sisteme
- bo distribuirana grafična priprava in tisk novi mediji
- omogočimo print/publish on demand
- omogočimo centralizirano vodenje procesa

5.2. CMM – Color Matching Module

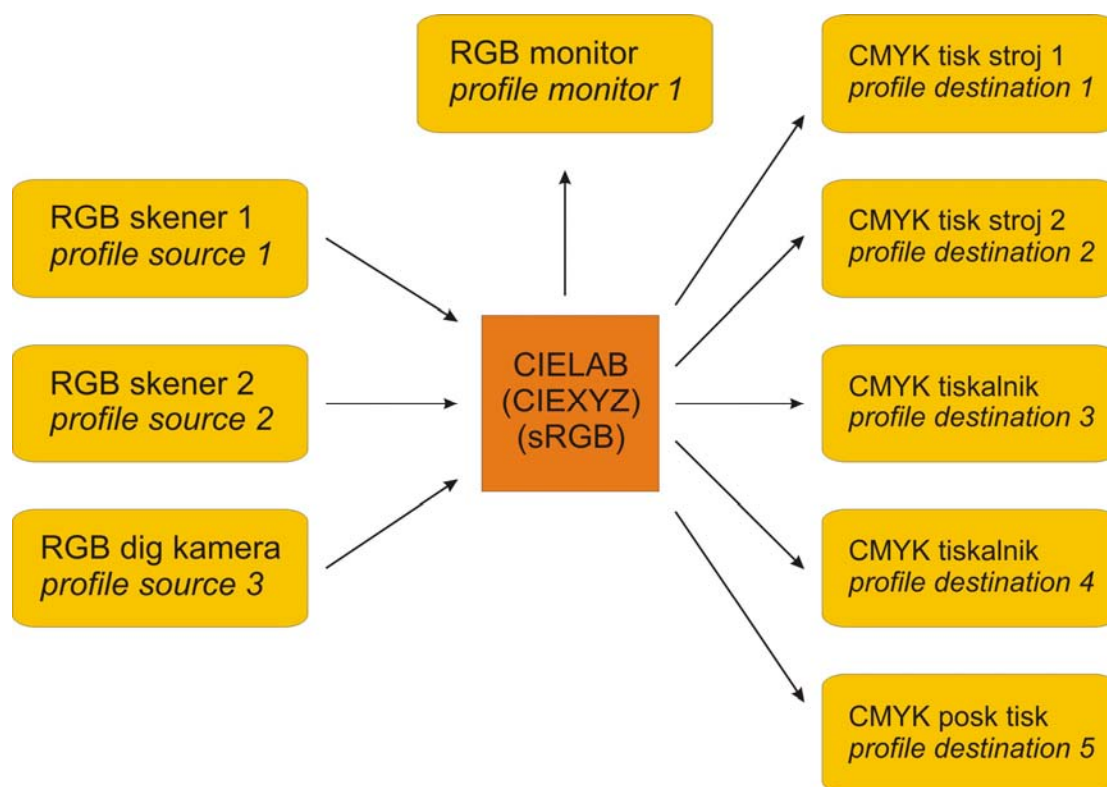
CMM je del operacijskega sistema računalnika. Apple je za računalnike Macintosh razvil ColorSync modul operacijskega sistema, ki omogoča barvno upravljanje na sistemskem nivoju. Poleg Apple CMM se lahko v ColorSync modulu uporabljajo tudi CMM drugih proizvajalcev. Danes so na trgu dostopni CMM različnih proizvajalcev za uporabo tudi na Windows in UNIX operacijskih sistemih. Barvne pretvorbe lahko potekajo na osnovi različnih algoritmov, narejenih na osnovi poznanih matematičnih modelov v obliki:

- matričnih transformacij prvega reda
- matričnih transformacij višjega reda
- enačb za barvne pretvorbe

- interpolacijskih modelov na osnovi tabel

neposreden prehod iz barvnega prostora vhodne naprave (npr. skener, RGB) v barvni prostor izhodne naprave (npr. tiskarski stroj, CMYK) se uporablja v zaprtih sistemih s popolnoma poznanimi lastnostmi (barvni obsegi, gradacijo ...) obeh naprav.

V sistemu barvnega upravljanja, kot ga definira ICC, se RG vrednosti vhodne naprave (skener) najprej pretvorijo v barvne vrednosti referenčnega sistema. V ICC terminologiji je to vezni barvni prostor (PCS), po ICC specifikaciji pa je to predvsem CIELAB', vendar je uporaben tudi CIEXYZ ali celo kolorimetrično definiran sRGB barvni prostor. Iz enega od omenjenih standardnih veznih barvnih prostorov se zatem opravi pretvorba v barvni prostor izhodne naprave (tiskarski stroj).



Slika 1: Prehod iz barvnega prostora vhodne v barvni prostor izhodne naprave

V reprodukcijskem procesu je potrebno barve originala oziroma njegovo barvno območje transformirati v reprodukcijo. Pri tem procesu nastanejo razlike v reprodukciji barv kot posledica:

- barvnega območja originala (odvisno od vrste originala, lahko večje ali manjše od predvidene reprodukcije)
- barvnega območja skenerja ali druge vhodne naprave (RGB barvni prostor, praviloma veliko barvno območje)
- barvnega območja izhodne naprave (CMYK barvni prostor v tisku, praviloma majhno barvno območje; CMYK, CMY ali RGB pri digitalnem poskusnem tisku, RGB na monitorju).

Pri pretvorbi iz barvnega prostora vhodne naprave v barvni prostor izhodne naprave se najpogosteje barvno območje zmanjša. V sistemu za barvno upravljanje se določi najsvetlejša in najtemnejša točka slike in dinamični tonski obseg. Ta funkcija se označuje kot Color Space Interpretation. Poleg tega se v sistemu barvnega upravljanja določi, s katerimi barvami se nadomestijo barve originala, (oziroma barve, ki smo jih zajeli na vhodni napravi, npr. skenerju), ki jih na izhodni napravi ne moremo reproducirati zaradi manjšega barvnega območja. Ta funkcija se označuje kot Gamut Mapping.

5.3 ICC upodobitvene metode

ICC je določil štiri upodobitvene metode, s katerimi je določen način reproduciranja barv pri pretvorbi med različnimi barvnimi območji oziroma prostori:

- pri **PERCEPCIJSKI METODI** (fotografski, vizualni) se pri reprodukciji slike upoštevajo barva papirja, dinamične in barvne značilnosti izhodnega sistema tako, da je zagotovljena najustreznejša barvna reprodukcija originala. Spremenijo se vse barve, relativne razlike med njimi pa ostanejo enake.
- Pri **ABSOLUTNO KOLORIMETRIČNI METODI** se barve, ki se prekrivajo v barvnih območjih vhodnih in izhodnih naprav, prenesejo z najmanjšim možnim odstopanjem. Med procesom prenosa se bela točka izvornega sistema prilagodi na belo točko ciljnega sistema. Barve, ki se ne prekrivajo, se prenesejo na rob barvnega prostora izhodne naprave. Ta metoda se uporablja predvsem v digitalnem tisku, ko se simulira reprodukcija na drugem izhodnem sistemu (npr. simulacija časopisnega tiska na termosublimacijskem tiskalniku).

- Pri **RELATIVNO KOORIMETRIČNI METODI** je upodabljanje barv enako kot pri absolutno kolorimetričnem, s tem da se bela točka ciljnega sistema (belina papirja) ne simulira, temveč doda (projicira) na belo točko izvirne naprave. To povzroči tudi pomik črne točke. Razlike v reprodukciji med absolutno in relativno kolorimetrično metodo so opazne samo pri večjih razlikah med barvnima območjema dveh naprav.
- Pri **METODI NASIČENJA** se na reprodukciji upodobijo nasičene barve, ker pride do pomika proti robu barvnega prostora izhodne naprave. Uporablja se za reproduciranje posebnih barv in takrat, ko je barvni obseg izhodne naprave večji od barvnega obsega vhodne (npr. kapljični tisk). Je najmanj uporabljen model.

6. ICC PROFILI

Barvni profil je lahko zapisan v različnih formatih (npr. ICC Color Profile, PostScript Dictionary, PhotoShop Table ...), v vseh primerih pa gre za opis barvnega področja naprave, uporabljene v procesu barvne reprodukcije, običajno prikazan s kolorimetričnimi vrednostmi, glede na referenčni standard. Barvni profil se lahko izdelava tudi za celoten proces ali del procesa, ki vključuje več tehnoloških operacij, pri katerih se barve spreminjajo oziroma ki vplivajo na barvno reprodukcijo. ICC barvni profil vključuje parametre za izvajanje matematičnih operacij (gradacijske krivulje, matrike, tabele), ki opisujejo razmerje med dvema barvnima prostoroma. Podatke iz profila uporablja CMM za pretvorbe med barvnimi prostori.

ICC podpira razvoj specifikacij za standardne barvne profile, ki so tudi na voljo v PDF obliki na spletu in sicer na naslovu www.color.org. Specifikacija ICC profilov se spreminja, trenutno pa je v veljavi ICC profil 4.0 (ICC.1:2001-12). V preteklih letih oziroma desetletjih so se formati profilov razlikovali (Precision Transforms, ColorSync, PDF CalRGB ...), današnje specifikacije teh profilov pa so zasnovane na formatu profila Apple ColorSync.

Struktura profila je lahko podana v dveh načinih in sicer v obliki matričnega modela (linearizacijske krivulje in matrične vrednosti) ali pa v obliki LUT – look up table (večdimenzionalna razporeditev).

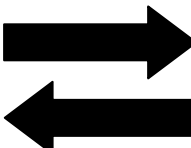
R	G	B		L	a	b
255	255	255		100	0	0
255	255	240		99	-2	7
...
0	0	20		1	2	-9
0	0	0		68	0	0

Tabela 1: ICC profile si lahko predstavljamo kot LUB tabele, ki omogočajo primerjavo med ciljno in kreirano barvo.

Kot že omenjeno so ICC profili samostojne datoteke (*.icc, *.icm, *.pf ...), ki vsebujejo oznake:

- barvni prostor naprave (The Devices Color Space)
- vmesni barvni prostor - transformacije od naprave do PCS
- opis barvnih razlik med idealnimi in realnimi barvami naprave
- informacije o barvnih separacijah (UCR, GCR ...)
- generiranje črne barvne separacije (K)

Profil je opis naprave v barvni reprodukciji, ki vključuje:

- input profile analogne barve v digitalne podatke
- output profile digitalni podatki v analogne barve
- source profile, kjer nastane barva
- destination profile ciljni barvni prostor pri pretvorbi – za izhodne naprave
- simulation profile naprava, ki jo simuliramo (tiskarski stroj)

6.1 Vrste profilov

Po ICC so določene naslednje vrste profilov:

- **BARVNI PROFIL NAPRAVE** (Device Color Profile), ki povezuje barvni prostor vhodne ali izhodne naprave (skener ali tiskalni stroj) z neodvisnim CIE referenčnim barvnim prostorom, znanim tudi kot PCS.
- **VEZNI BARVNI PROFIL** (Device Link Profile), ki neposredno povezuje barvne prostore dveh ali več naprav (npr. RGB1 in RGB2, RGBx in CMYKx ali CMYK1 in CMYK2). Ti profili zagotavljajo najkrajšo pot pri konverziji in najmanjšo obremenitev računalniškega sistema, uporabni pa so samo v točno določenih primerih oziroma kombinacijah barvnih transformacij.

- **PCS-PROFILI** (Profile Connection Space Profiles) se uporabljajo za transformacije znotraj PCS (npr. CIELAB-D50 v CIELAB-D65).
- profil vhodne naprave (skener ...)
- profil monitorja (CRT, LCD ...)
- profil izhodne naprave (tiskalnik ...)
- profil poimenovanih barv Profile Named Color (Pantone, Truematch ...)

Pred izdelavo profilov se najprej opravi umirjanje vhodnih in izhodnih naprav ali sistemov (standardizirani tisk), pri tem se zagotovi največja možna ponovljivost in največje možno barvno območje vsake naprave.

Za izdelavo profilov se uporabljajo standardne barvne merske tablice (Color Charts, Targets), določene z ISO ali drugimi standardi, kolorimetri in ustrezna programska oprema. Uporabljamo jih lahko v vseh operacijskih sistemih, npr. Apple ColorSync, v programih za obdelavo slik, npr. Adobe PhotoShop, ali v ustreznem programu znotraj procesa.

Posamezni profili se lahko medsebojno kombinirajo, tako da vedno dosežemo optimalno reprodukcijo barv ali z njimi simuliramo reprodukcijo ciljne naprave na izvorni napravi. Na zaslonu monitorja (SoftProof) je tako mogoče prikazati končno barvo reprodukcije v tisku pod določenimi pogoji (npr. časopisni tisk) z uporabo filtrov vhodne enote, monitorja in izhodne enote oziroma procesa. Na tiskalniku lahko odtisnemo simulacijo končne reprodukcije z uporabo profilov vhodne note, tiskalnika in tiskarskega stroja. Večkratna ali neustrezna oziroma nekontrolirana uporaba profilov nam da neustrezne rezultate.

6.1.1 ICC profil vhodnih naprav – SKENER

Profil skenerja je narejen na podlagi dveh možnosti; matrični model ali LUT. Večina profilov skenerjev je narejena po slednjem načinu, srce profila pa je 3D LUT tabela. V tej tabeli je zapisana transformacija med vhodnimi RGB podatki skenerja v L,a,b vrednosti, to pa je zapis originalnih RGB vrednosti, ki so neodvisne od naprave.

6.1.2 ICC profil izhodnih naprav – MONITOR

Profil monitorja je narejen na podlagi dveh možnosti; matrični model ali LUT. Večina profilov monitorjev uporablja matrični model, izhodišče pa predstavljajo naprave R, G, B, ki so digitalni podatki treh kanalov. Določitev profila izvajamo s pomočjo gradacijske krivulje oziroma z gamma vrednostjo za vsakega od kanalov (RGB). Izvesti moramo deformacijo R, G, B, tako da dosežemo uporabno linearno zvezo, pri čemer si pomagamo z matriko. Tako

dobimo osnovne vrednosti R, G, B, ki jih pomnožimo z triobmočno matriko, ki je osnovana na kristalih fosforja monitorja, s tem pa dobimo zapis barve neodvisen od naprave X, Y, Z. Ta zapis lahko nato CMM tudi inertira.

6.1.3 ICC profil izhodnih naprav – TISKALNIK

Profil tiskalnika je najkompleksnejši med vsemi in je narejen na LUT tabelah, srce profila pa je 3D LUT tabela. Najprej se ustvari pretvorba Lab prostora iz CMYK, pri tem pa so nam na obeh straneh na voljo krivulje, ki jih lahko deformiramo, s tem pa tudi omejimo porabo količine črnila. V kolikor vidimo, da je nad A 95% lahko uporabimo solid black in tako črnilo omejimo na 95% oziroma v nasprotnem primeru določimo 0%. S pomočjo krivulje lahko v Lab prostoru določamo nasičenje barve, bravni ton, kontrast in svetlost.

6.1.4 ICC profil izhodnih naprav – TISKALNIK PT

Profil tiskalnika je dvosmeren in sicer iz CMYK od naprave neodvisen opis ali od naprave neodvisnega vpisa v CMYK. Ta način nam omogoča, da lahko profil tiskalnika uporabimo tudi kot vhodni profil (proof) ali kot izhodni profil (destination). PT vsebuje šest tag-ov (3 za vsako smer), trije tags podpirajo različne upodobitvene modele, četrti upodobitveni model pa je podprt znotraj CMM.

6.2 Zaporedje operacij pri kreiranju ICC profilov

Zaporedje operacij pri kreiranju ICC profilov je ne glede na vrsto naprave enak. Najprej določimo izbrane ciljne vrednosti, nato nastavimo napravo za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega, upodobimo oziroma zajamemo znane referenčne podatke in primerjamo upodobljene (zajete) podatke z dejansko referenco.

6.2.1 Vhodne naprave

Najprej izvedemo za vse naprave, ki izvedejo digitalizacijo originala, vhodni profil. Karakterizacija naprave se izvede z zajetjem testne barvne tablice (test target), ki zajema barvna polja s standardiziranimi barvnimi vrednostmi, ki imajo znane vrednosti in so vsebovane v priloženi datoteki tablice. Sledi primerjava vsakega barvnega polja z zapisanimi vrednostmi znotraj podatkovne datoteke. S tem se kreira seznam razlik, na podlagi katerih se izvede prilagajanje barvnih vrednosti, pri tem pa moramo vedeti, da več polj kot zajema tarča, natančnejše bo deloval sistem.

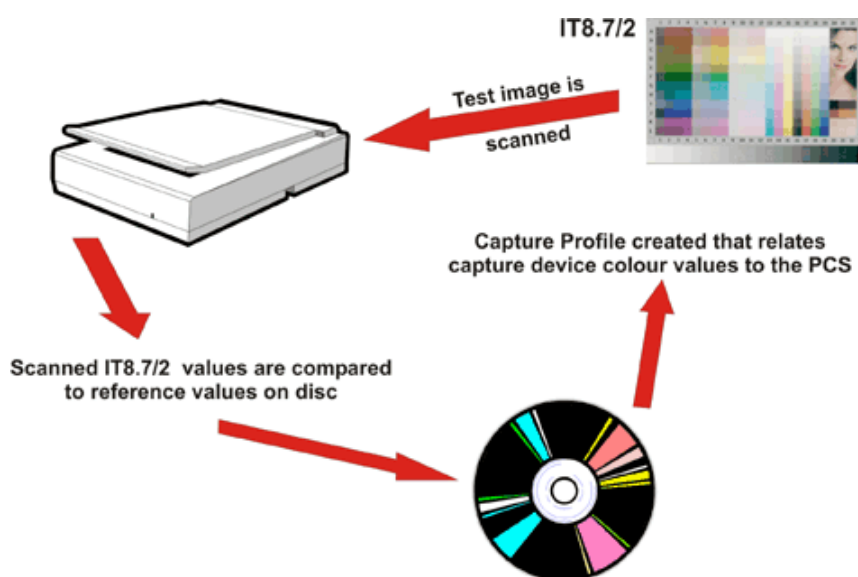
Podatkovne datoteke so narejene na različne načine:

- Generic »Target-Data« set
- Batch »Target-Data« set
- Custom »Target-Data« set

Testne tablice moramo hraniti zaščitene pred svetlobo, da se izognemo bledenju.

6.2.1.1 Zaporedje operacij – skener

- izbira ciljnih vrednosti (izbira specifičnega materiala)
- nastavitve naprave za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega (določitev dinamičnega obsega, bitne globine ...)
- zajemanje znanih referenčnih podatkov (skeniranje referenčne tablice)
- primerjava zajetih podatkov z dejansko referenco (izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke)

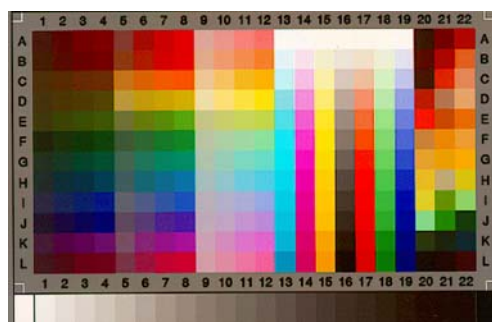


Slika 2: Shematski prikaz zaporedja operacij pri skenerju

6.2.1.2 Zaporedje operacij – CCD kamera

- izbira ciljnih vrednosti (postavitve in osvetlitev scene glede na tip fotografije)
- nastavitve naprave za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega (izbira načina z RAW podatki, nastavitve zaslonke, časa ...)
- zajemanje znanih referenčnih podatkov (fotografija referenčne tablice)

- primerjava zajetih podatkov z dejansko referenco (izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke)



Slika 3: Referenčna tablica

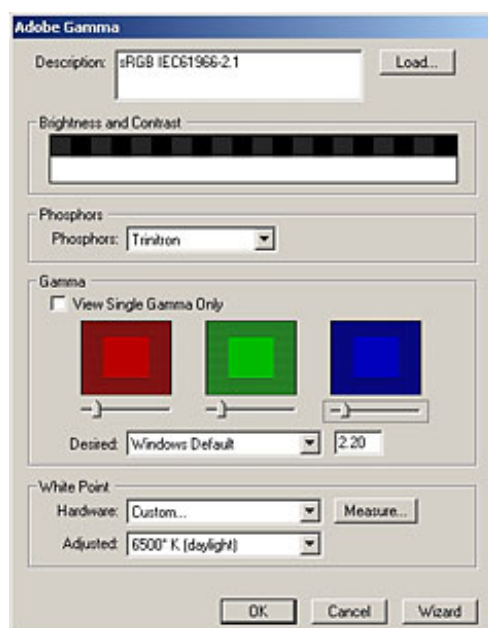
6.2.2 Izhodne naprave

Glede na vrsto naprave je tudi izdelava profila oziroma zaporedje izdelave le-tega različno. Tako je profil za monitor osnovan na primerjavi oziroma karakteriziranju barv kreiranih na monitorju z barvami PCS prostora. Kalibracija monitorja je zelo enostavna in pomembna, saj se optične sposobnosti monitorja skozi čas spreminjajo, izvede pa se s kolorimetrom ali spektrofotometrom.

Profil tiskalnika se določi nekoliko drugače, saj je le-ta odvisen od uporabljenega tiskalnika, tiskovnega materiala in tiskarske barve. To so pomembni faktorji, saj moramo za vsako kombinacijo izvesti nov profil. Testna tablica v digitalni obliki ima shranjene podatke za vsako standardizirano barvno polje. Tako to tablico odtisnemo na tiskalniku, izvedemo meritve s spektrofotometrom, primerjamo izmerjene vrednosti, kreiramo LUT tabelo, izvede se korekcija za vsako posamezno barvo testne tablice.

6.2.2.1 Zaporedje operacij – monitor

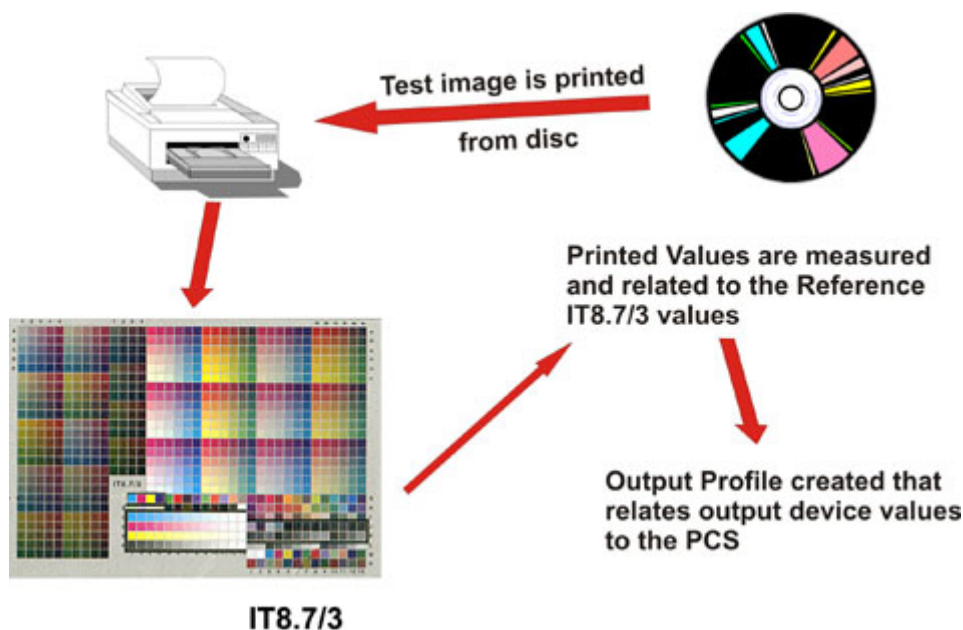
- izbira ciljnih vrednosti (postavitve gama, svetlost, bela točka ...)
- nastavitve naprave za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega (nastavitve kontrol na monitorju – kalibracija)
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov (prikaz in merjenje testne tablice)
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco (izdelava profila s pomočjo tekstovne referenčne datoteke)



Slika 4: Kalibracija monitorja

6.2.2.2 Zaporedje operacij – tiskalnik

- izbira ciljnih vrednosti (papir, separacija, število barv, print ali proof ...)
- nastavitev naprave za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega (maksimalna pokritost površine, maksimalen nanos posamezne barve ...)
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov (tisk testne tablice)
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco (meritev testne tablice in izdelava profila)



Slika 5: Shematski prikaz zaporedja operacij pri tiskalniku

6.2.2.3 Zaporedje operacij – tiskarski stroj

- izbira ciljnih vrednosti (notranji ali mednarodni standardi, papir, število barv, izvlečki – GCR, UCR ...)
- nastavitev naprave za doseganje ponovljivosti in optimalnega barvnega obsega (nanos, gradacija, tiskovni kontrast, skladje ...)
- upodabljanje znanih referenčnih podatkov (tisk referenčne testne tablice)
- primerjava upodobljenih podatkov z dejansko referenco (meritev testne tablice in izdelava profila)

7. ZAKLJUČEK

Vodenje procesa reproduciranja barvnih predlog v različnih tehnikah vedno vključuje tudi barvno upravljanje. Problemi barvnega upravljanja v odprtih sistemih, kjer se uporabljajo različne vhodne in izhodne naprave ter različni procesi se lahko uspešno rešujejo le s sistemi, ki uporabljajo opisovanje barv z njihovimi vrednostmi v neodvisnih barvnih prostorih. Pri pretvarjanju barv se lahko uporabijo različni matematični modeli. Vodenje procesa na osnovi denzitometričnih meritev lahko daje dobre rezultate v zaprtih standardiziranih sistemih. Standardizirani procesi so pogoj tudi za kolorimetrično vodenje po specifikaciji ICC, vendar je v tem primeru uvajanje novih komponent sistema bistveno lažje in hitrejše, toda vezano na ustrezno strojno in programsko opremo. Pri obeh omenjenih načinih barvnega upravljanja se lahko uporabljajo isti matematični modeli barvnih pretvorb, odstopanja od idealnih vrednosti barv pa so pri kolorimetričnem načinu (po specifikacijah ICC) vključena že pri meritvah, na osnovi katerih s izdelajo barvni profili.

Prihodnost pripada odprtim sistemom, ki bodo omogočili enostavno pretvarjanje med barvami z optimalnim izkoristkom barvnih prostorov vhodnih in izhodnih naprav. To je rešitev, ki omogoča barvno komunikacijo skozi različne aplikacije, naprave oziroma OS in upravlja obstoječi barvni sistem. Ne le da vedno več grafičnih in oblikovalskih programov in naprav podpira ICC, ampak je že sedaj področje fotografije zelo dobro podprto z ICC sistemi.

Delo ICC se vsekakor ne bo končalo na tej točki, ampak bodo trdno začrtane smernice razvoja temeljile na pojasnjevanju specifikacij profilov, da bi le ti bili še širše sprejeti, bolje razumljeni, lažje izvajani ter izboljšani, kar bi omogočilo tudi nadgradnjo te specifikacije v mednarodni standard.

8. LITERATURA

- [1]. Golob, G.: Teorija barvnega upravljanja, Interdisciplinarnost barve 1. del v znanosti, DKS, Maribor, 2001
- [2]. Muck, T.: Skripta za SGP2, Barvno upravljanje splošno 2. del, Ljubljana, 2006
- [3]. <http://www.color.org> [objavljeno: 30.3.2006]
- [4]. <http://www.color.org/abouticc.html> [objavljeno: 30.3.2006]
- [5]. <http://www.tasi.ac.uk/advice/creating/colour2.html#cm11> [objavljeno: 10.3.2006]
- [6]. <http://www.iccview.de> [objavljeno: 10.3.2006]
- [7]. http://www.color.org/info_profiles2.html [objavljeno: 10.3.2006]
- [8]. http://seminars.seyboldreports.com/1998_san_francisco [objavljeno: 10.3.2006]
- [9]. http://seminars.seyboldreports.com/1998_san_francisco/ParkerPlaistedHCIP.pdf [objavljeno: 10.3.2006]
- [10]. <http://www.ivent.de/seminare/colormangement.shtml> [objavljeno: 10.3.2006]