

ICC-basert fargestyling

Introduksjon

Mange opplever til daglig frustrasjon fordi utskriften de nettopp printet ut har helt andre fargetoner enn det den oppfattede skjerm-originalen skulle tilsi.

For private er dette problemet litt frustrerende. For grafiske firmaer som driver med reproduksjon av originaler til trykk eller skjermbaserte medier, kan slumsete fargestyling være faktoren som i beste fall kan gjøre at kunden krever avslag i pris, og i verste fall gjøre at kunden ikke kommer igjen.

Riktig gjengivelse av farger er viktig. Men hvilke faktorer er det som gjør riktig fargegjengivelse til et problem? Og hvilke grep kan gjøres for å sikre at den originale fargen gjengis mest mulig likt på både skjerm- og papirbaserte medier?

I forhold til icc-basert fargestyling er det mange faktorer som spiller inn, dette essayet vil se nærmere på en praktisk konkret tilnærming, samt en del faktorer som er vesentlige i forhold til det mange kjenner som «Color management».

Del A: Skjermkalibrering

For å kunne lage en skjermprofil er det viktig å ha kontroll over skjermens lysstyrke og kontrast. Vi stilte inn skjermen til maksimal kontrast og lysstyrken til 140 cd/m². Lysheten stilte vi objektivt inn ved hjelp av Eye-one spektrofotometer og programmet Eye-one Match.

Skjermprofilering

I starten av skjermprofileringen stilte vi inn vår mål-gamma til 1.8 og vår mål fargetemperatur til 6000°K (dette fordi lyskassens fargetemperatur var på 6000°K, normalt ville mål-fargetemperaturen vært 5000°K, D50). Vi hengte så Eye-one spektrofotometeret på skjermen. Eye-one Match viste så frem

en hel del farger på skjermen og med utgangspunkt i disse fargene genererte Eye-one Match en skjermprofil som så ble lagret og aktivert for skjermen.

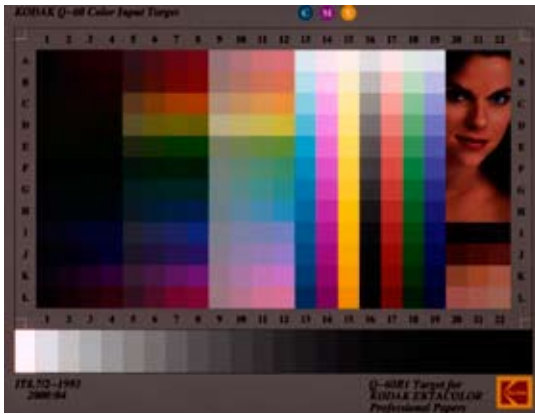
Scannerprofilering

For å profilere en scanner trengs et fargekart for innskanning. Vi brukte Kodaks IT8.7/2-1993. Fargekartet ble råscannet inn på de to scannerne Agfa Horizon Ultra og Agfa Arcus 1200 uten noen form for fargejustering i scanneprogramvaren. Etter innskanning rettet vi opp og klippet til de innskannede resultatene. Disse åpnet vi så i Eye-one Match. Fargefeltene verdier ble her sammenliknet med L*a*b*-verdier tilhørende IT8.7/2-skjemaet og programmet kunne ut fra disse dataene generere profiler for de to scannerne.

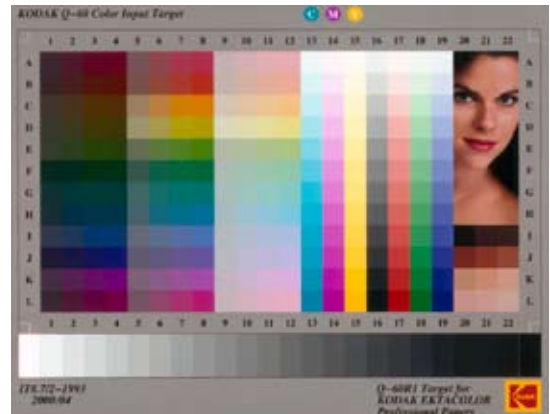
Printerprofilering

For å profilere en skriver trengs også et fargekart. Til forskjell fra fargekartet brukt til profilering av scannerne er print-fargekartet en bildefil. De to printerne vi profilerte var en Epson 1270 Stylus Photo og en HP DesignJet 5000. Disse to skriverne er i utgangspunktet vesentlig forskjellige. HP-plotteren forventer CMYK-data som den så plotter ut på substratet mens Epson-skriveren forventer RGB-data som den så selv gjør om til cmyk-informasjon.

Vi printet ut et RGB fargekart (i1 RGB Target 1.5) til Epson-skriveren på gulaktig substrat og et CMYK fargekart (i1 CMYK Target 1.1) til HP-plotteren. Ved hjelp av Eye one spektrofotometer og Eye one Match ble alle fargefeltene på de to fargekartene avlest stripe for stripe. Disse ble så sammenliknet med L*a*b*-verdier i en medfølgende tekstfil og profiler for printerne generert ut fra dette.



Innscannet IT8-skjema uten tilegnet profil.



Innscannet IT8-skjema med tilegnet nygenerert profil.

Utskrift med og uten profiler

Med nygenererte profiler for skjerm, scannere og de to printerne var vi klare for å prøve ut virkningen av profilene. Subjektiv vurdering av de to innscannede IT8-kartene viste klart at alle fargene fremsto som mørkere enn på originalen i lyskassen. De mørkeste fargene fremsto alle som helt sorte og hudtonene fremsto som alt for mørke. Dette var felles for de innscannede bildene fra begge scannerne (med marginale forskjeller).

Ved å tilegne de generte scannerprofilene til IT8-bildene fra hver scanner fremsto fargekartene som mye lysere, fargene kom også klart frem. Subjektiv sammenlikning med IT8-skjemaet i lyskassen tilsa at de innscannede fargekartene nå var blitt relativt like originalen.

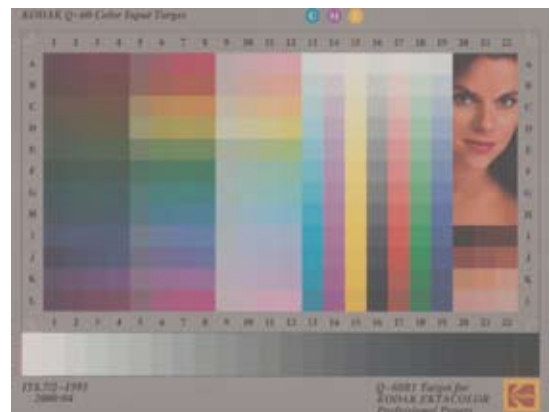
Vi prøvde nå å printe ut IT8-skjemaet på HP-plotteren. Først uten noen tilegnet profil og uten å bruke noen printerprofil. Denne printen hadde en klart ikke-lineær gjengivelse av gråtonefeltene i bunnen av fargekartet. Alle fargene fremsto også som klart mørkere enn originalen. Ved å tilegne scannerprofilen til fargekartet fremsto nok en gang fargekartet som riktig på skjermen. Ved å printe dette ut ennå en gang uten printerprofil ble printen lik den forrige printen, alt for mørk.

Vi prøvde nå, etter å ha tilegnet fargekartet scannerprofil å konvertere kartet til HP-plotterens fargerom ved hjelp av perceptuel rendering intent. Konverteringen ga kun et lite utslag i noen av tonene på skjermvisningen. Printen på HP-plotteren ble derimot mye bedre og printen var relativt lik originalen.

Etter å ha stadfestet at konvertering fra et kildefargerom til et målfargerom ga et godt og forutsigbart resultat både på skjerm og print ønsket vi å simulere avistrykk på HP-plotteren.

Simulering av Aftenpostens trykk

Vi startet med å nok en gang åpne det innscannede fargekartet fra Horizon-scanneren og tilegnet dette bildet riktig scannerprofil. Vi la også til hvite områder på alle sidene av fargekartet for å senere kunne se fargekartet med simulert substratfarge på alle kanter. Videre konverterte vi nå bildet med perceptuell intent til aftenpostens trykk-fargerom (dette ble gjort ved hjelp av en icc-profil skolen var i besittelse av). Ved konvertering ble bildet på skjermen en liten aning blussere. For nå å kunne simulere dette fargerommet på HP-plotteren gjorde vi nå nok en konvertering. Denne gangen ved hjelp av absolutt kolorimetrisk rendering intent med aftenpostens fargerom som kildefargerom og HP-plotterens fargerom som målfargerom. Etter å ha gjort denne konverteringen ble skjermvisningen betydelig endret. De hvite områdene i bildet fikk en gulgrå fargenyanse, alle fargene fremsto som veldig blasse med et gulskjær og spesielt de blålige og mørke fargene mistet mye av dybden. Vi printet så fargekartet og printen var, som skjermvisningen, veldig bluss når sammenliknet med den forrige utskriften. Ved å skjære fargekartet med simulert substratfarge løs fra resten av printarket og legge



Simulering av IT8-skjema for Aftenpostens trykk.

dette i en oppslått avis var det liten tvil om at fargegjengivelsen var troverdig i forhold til trykk i avis.

Gjennomføringen av del B

Del B av øvelsen på fargelaben gikk ut på å simulere fargegjengivelsen fra Epson 1270-skriveren med gult substrat på DesignJet-skriveren. Vi hadde i løpet av del A gjennomført profilering med aktuelt substrat i begge skriverne og hadde dermed et kolorimetrisk grunnlag for simulering av Epson-skriverens fargerom.

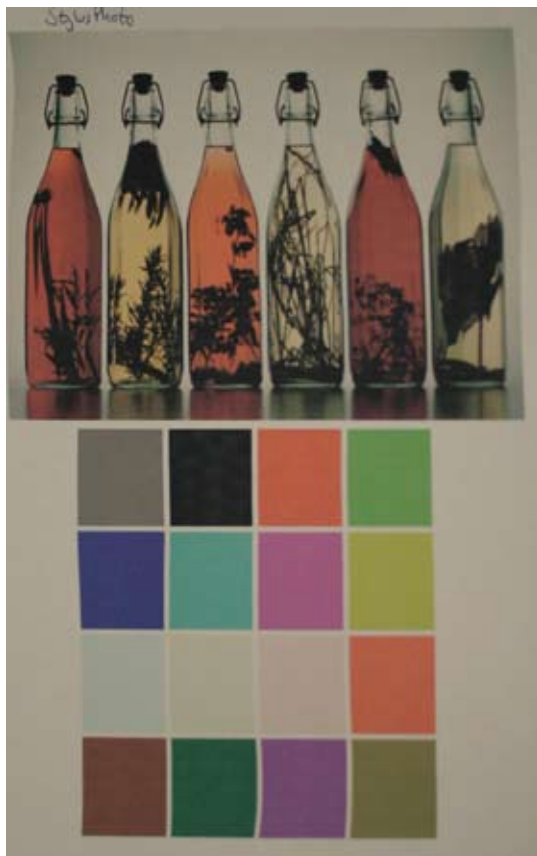
Vi brukte en bildefil med 16 distinkte fargefelter og et bilde inneholdende flere vanskelig gjengivbare brune og oransje fargetoner. Først konverterte vi dette bildet fra bildets kildefargerom (Adobe RGB) til hver av printerens fargerom og printet slik ut bildene optimalt på begge skriverne.

Ved å sammenlikne de optimale utskriftene kunne store forskjeller ses. HP-skriverens gjengivelse var preget av klare farger og var ikke så ulikt bildet gjengitt på vår kalibrerte skjerm. Epson-skriverens gjengivelse var derimot preget av forholdsvis blasse farger. Nøytralt hvite og grå toner var ikke mulig gjengitt på grunn av substratets gule grunnfarge.

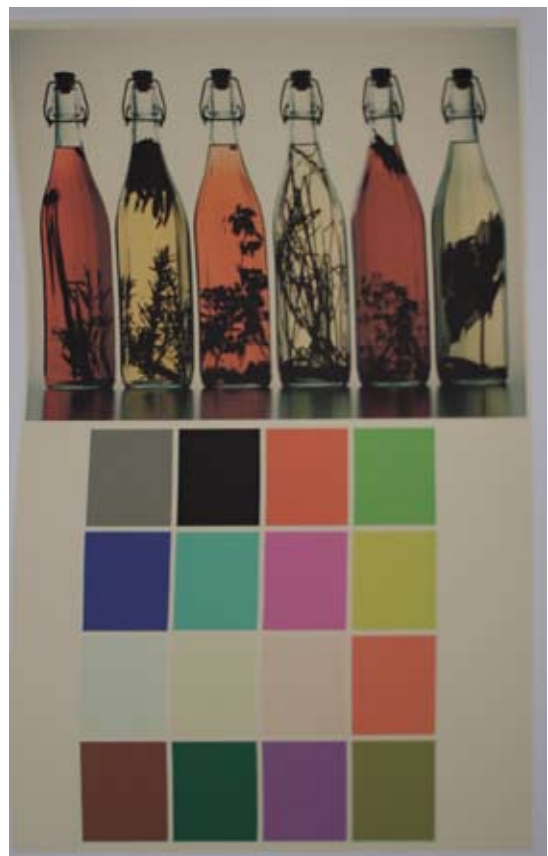
Vi konverterte nå originalbildet nok en gang til Epson-skriverens fargerom med perseptuell intent for så å konvertere bildet videre til HP-skriverens



Optimal utskrift av bildet med 16 fargefelter på HP DesignJet.



Optimal utskrift av bildet med 16 fargefelter på Epson 1270.



Epson 1270-utskriften simulert på HP DesignJet.

fargerom, nå med absolutt kolorimetrisk intent. Som ved simuleringen av Aftenpostens trykk endret skjermvisningen seg markant, også her ble fargene blussere og hvitfargene tok til seg et gulstikk. Vi printet så ut bildet til HP-skriveren. Utskriften ble markant forskjellig fra den optimale HP-utskriften og hadde en gjengivelse av substratfarge og fargeomfang som var lik «originalen» fra Epson-skriveren.

Subjektivt var printene relativt like. Nå skulle vi gjøre en objektiv vurdering av fargeforskjellen ved å bruke SpectroLino spektrofotometeret til å måle de 16 fargefeltene på Epson-printen og på simuleringen fra HP-skriveren. Spectrolino genererte to tekst-dokumenter med alle feltenes fargeverdier i XYZ og L*a*b*-format. Ved å bruke ΔE_{ab} -formelen $\Delta E_{ab} = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$ viste hvert fargefelts ΔE_{ab} -verdi den objektive fargeforskjellen mellom original og simulering.

Ved vår måling og utregning av ΔE_{ab} -fargeforskjell på de 16 fargefeltene fant vi en gjennomsnittlig fargeforskjell på ΔE_{ab} 2,76 og en maksimal ΔE_{ab} på 5,04 på en oransje farge. Ifølge Sharma (2004) er en fargeforskjell på ΔE 1 definert som en fargeforskjell en trent observatør såvidt kan skjelne. ΔE -verdier på under 2 er sjelden mulige å opprettholde på grunn av prosessvariasjoner og for de fleste er en ΔE på mellom 4 og 8 regnet som akseptabel. Ut i fra denne vurderingen er den gjennomsnittlige fargeforskjellen i vår simulering i aller høyeste grad akseptabel og selv den maksimale fargeforskjellen må sies å være godkjent. Det er verdt å merke seg at de tre feltene med lavest fargemetning er de tre feltene som også har oppnådd den største fargelik-

Original: Epson 1270			Simulert på DesignJet			ΔE_{ab}
L*	a*	b*	L*	a*	b*	
59,94	1,42	8,22	58,41	0,82	9,05	1,84
43,79	7,36	-31,89	42,15	8,22	-32,34	1,91
87,75	-5,15	13,84	88,02	-4,51	12,27	1,72
52,32	15,95	14,76	49,42	17,81	14,91	3,45
32,8	0,16	-0,4	32,02	4,76	-0,32	4,67
72,25	-31,16	4,38	72,65	-32,46	6,02	2,13
88,71	-2,4	21,04	88,48	-3,19	21,56	0,97
50,2	-24,35	10,34	48,02	-22,53	9	3,14
66,38	43,13	37,26	64,32	40,23	34,99	4,22
61,42	34,53	-8,79	62,46	38,89	-8,29	4,51
87,16	6,36	17,7	86,02	5,61	17,55	1,37
55,22	24,34	-17,99	53,28	24,97	-19,83	2,75
72,68	-28,71	35,2	72,94	-30,25	36,8	2,24
82,43	-10,36	52,18	83,38	-9,39	52,79	1,49
68,9	39,14	36,31	66,73	36,25	32,8	5,04
63,55	-2,51	27,53	62,18	-3,57	29,57	2,68
Største ΔE_{ab}		5,04	Gjennomsnittlig ΔE_{ab}		2,76	

Denne tabellen viser de målte L*a*b*-verdiene på Espson 1270-utskriften og på simuleringen av denne på HP DesignJet.

heten i målingen. Disse har samlet et ΔE -gjennomsnitt på ΔE 1,35, altså halvparten av det helhetlige gjennomsnittet.

Komponentene innen fargestyring

Tidligere i dette essayet har jeg beskrevet praktisk bruk av fargestyring i forbindelse med to del-øvelser. Nå skal vi se litt nærmere på de komponentene som er mest relevante innen fargestyring.

Fargerom

Når det er snakk om fargestyring er det i utgangspunktet tre fargesystemer som er relevante. De to første er to utstyrsavhengige fargesystemer, CMYK og RGB, og det siste er utstyrsuavhengige CIEL*a*b*.

CMYK

CMYK er et subtraktivt fargesystem (man må trekke fra farge for å oppnå hvit) og blir brukt i de fleste print og trykkprosesser. Problemet her er at alle printere og trykkpresser har sine særegenheter når det gjelder gjengivelse av CMYK-verdier. I tillegg er det gjerne forskjell på pigment-fargene i trykksverten/blekket som brukes. Dette gjør samme CMYK-verdi vil gi svært forskjellig fargerresultat på forskjellig utstyr. Det er også verdt å merke seg at betraktningsslyset for trykt materiell er avgjørende for det oppfattede resultatet. Som standard betraktningsslys har CIE definert en rekke standarder. Mest brukt av disse er D50, altså lys med en fargetemperatur på 5000° Kelvin.

RGB

RGB er et additivt fargesystem bestående av primærfargene rød, grønn og blå (man må legge sammen primærfargene for å oppnå hvit). Systemet dreier seg om blanding av lysfrekvenser for å gi forskjellige farger. RGB-systemet brukes i display-systemer (crt, lcd og prosjektører). Også blant denne typer utstyr er det en hel del utstyrsesifikke egenskaper som gjør at samme RGB-verdi vil gjengis vidt forskjellig mellom de forskjellige teknologiene, men også mellom ulike produsenter med i utgangspunktet lik teknologi.

CIEL*a*b*

For å kunne gjengi en farge likt på forskjellig utstyr er derfor CIEL*a*b* eller et annet utstyrsuavhengig fargesystem nødvendig. CIEL*a*b* er et teoretisk system hvor alle fargene ligger i et koordinatsystem bygget opp fra L (lightness), a (rød til grønn) og b (blå til gul). Dette gir et tredimensjonalt fargerom

hvor alle farger kan plasseres (dette gjelder også en hel del høymettede farger som per i dag er umulige å gjengi). CIEL*a*b* brukes i dag som et referanse-fargerom (PCS eller profile connection space) i icc-basert fargestyring og brukes aktivt i omregningen fra et fargerom til et annet.

ICC-profiler

Av icc-profiler finnes det tre typer. Displayprofiler (mnr), scanner-/kameraprofiler (scnr) og print/trykkprofiler (prnt). Display-profiler er utelukkende målprofiler (target) og har kun omregningstabell fra PCS til RGB-fargerom. Scanner-/kameraprofiler er naturlig nok kun kildeprofiler (source) og har kun omregningstabell fra RGB/CMYK fargerom til PCS. Printprofiler har til forskjell fra de to andre profil-typene både kilde og mål-tabeller. Farger kan altså regnes fra PCS til utstyrets CMYK-/RGB-fargerom og også fra utstyrets CMYK/RGB-fargerom tilbake til PCS. Dette gjør det mulig å generere softproofs på skjerm og andre proofs på bl.a. printer/plotter.

Rendering intents

Ved omregning fra et kildefargerom til et målfargerom hender det ofte at farger i kildefargerommet ligger utenfor fargerommet til målprofilen. For å avgjøre hva som skal gjøres med disse fargene finnes det flere rendering intents som behandler fargene forskjellig. De tre mest aktuelle er: Perseptuel, relativ kolorimetrisk og absolutt kolorimetrisk.

Perseptuell rendering intent vil krympe kildefargerommet ned til målfargerommets størrelse. Dersom kildefargerommet er større enn målfargerommet vil derfor alle fargene endre utseende men forholdet mellom fargene forholdes konstant. Dette gjør at fotografier og forløpninger vil – i de fleste tilfeller – se best mulig ut gjengitt med denne gjengivelsesmetoden.

Relativ kolorimetrisk rendering intent vil gjengi farger i kildefargerommet som ligger innenfor målfargerommet nøyaktig. Farger som ligger utenfor målfargerommet vil flyttes til nærmest mulige farge i målfargerommet. Dette gjør at flere farger i kildefargerommet kan komme til å ende opp som samme verdi i det konverterte bildet, dette kan igjen føre til at detaljer fra originalbildet forsvinner. Relativ kolorimetrisk rendering intent vil ikke ta hensyn til substratets hvitpunkt.

Absolutt kolorimetrisk rendering intent behandler farger på samme måte som relativ kolorimetrisk metode. Absolutt kolorimetrisk rendering intent vil i tillegg ta hensyn til hvitpunkts-

informasjon i kilde- og målprofil og kompensere for forskjeller i disse. Dette gjør at i proof-situasjoner kan målsubstratets hvitpunkt gjengis på andre medier (skjerm/annet printsubstrat).

Profilering

For å kunne si noe om fargerommet til printere, skjermer, scannere og kameraer trenger man utstyr for å profilere disse. GretagMacbeth må per i dag sies å være den største leverandøren av slikt utstyr. Til profilering av crt eller lcd-skjermer er det mulig å bruke enten et kolorimeter eller et spektrofotometer. Kolorimeteret har 3 eller 4 sensorer med filtre som simulerer øyets reseptor-funksjon. Spektrofotometeret splitter det innkomne lysets frekvenser og kan ut fra dette beregne det målte feltets L*a*b-verdier. Ved profilering av skjerm vil et program vise et utvalg fargefelter på skjermen. Kolorimeteret/spektrofotometeret måler så den viste farget og programmet (f.eks. Eye one Match) kan ut i fra dette generere en profil over skjermens fargerom.

Ved profilering av en printer printer man ut et fargekart uten bruk av noen form for fargestyring. Ved å måle trykkresultatet i forhold til de verdier som ble sendt til skriveren får man et grunnlag til å generere en profil for denne skriveren med grunnlag i printsubstratet og D50 belysning.

Profilering av scanner gjøres ved å scanne inn et fargekart (IT8) og sammenlikne det innskannede resultatet med på forhånd kjente L*a*b*-verdier for dette fargekartet.

CMM

Color Management Module er per i dag innebygget i de aller fleste operativsystemene. En CMM er en fargekalkulator som ved hjelp av icc-profiler gjør den faktiske beregningen av farger mellom to icc-definerte fargerom via PCS. Det finnes flere produsenter av CMM, bl.a. har Apple, Adobe og Microsoft utviklet sine egne. De fleste CMM-ene vil derimot stort sett gi samme resultat.

Feilkilder

Kvaliteten av icc-basert fargestyring vil aldri bli bedre enn kvaliteten på de impliserte icc-profilene. Hvis utdaterte eller direkte feil profiler blir brukt vil resultatet bli uforutsigbart og kvaliteten slett ikke holde mål. Før generering av en fargeprofil er det også viktig å kalibrere det aktuelle utstyret. Dette sørger for at utstyrets fargerom maksimeres og at man får muligheten til å utnytte utstyrets

egenskaper optimalt. Det er også viktig å huske at printprofiler tar med i beregningen det aktuelle substratet og substrat-skifte vil måtte resultere i nygenerert profil.

Betraktningforhold er en annen faktor som er viktig. Det nytter ikke å være missfornøyd med et printresultat hvis belysningen er diskutabel. Icc-basert fargestyring tar som regel utgangspunkt i D50 betraktninglys. Kun under tilfredstillende lysforhold vil man være sikker på å unngå metameri og slik være sikker på at de riktige fargene observeres.

Kilder

- Sharma, Abhay. 2004. *Understandig Color Management*. Thomson, Delmar Learning. New York.