

Høgskolen i Gjøviks rapportserie, 2001 nr 2

**Fargestyring i produksjon og
presentasjon av digital video**

Forprosjektrapport til Prokom

Sigmund Andresen, Ivar Farup, Jon Yngve Hardeberg,
Jens Uwe Korten, Sven Erik Skarsbø og Gudmund Stjernvang

Høgskolen i Gjøvik og Høgskolen i Lillehammer

Sammendrag og konklusjon

I denne forprosjektstudien har arbeidsgruppen fra HiL og HiG vurdert hvilke metoder som kan benyttes til fargestyring (color management) i digital video. På bakgrunn av litteraturstudier, drøftinger og simuleringer har arbeidsgruppen kommet fram til modeller for fargestyring i digital video som den mener er gjennomførbare, og som bør danne grunnlag for et forskning og utviklingsprosjekt på området. De skisserte løsningene og overgang fra dagens dedikerte utstyr til standard dataplattform kan gi store besparelser i investeringer og arbeidskostnader, noe som særlig vil komme små produksjonsmiljøer til gode.

Rapporten fokuserer på 4 ulike områder/delprosjekter:

1. Fargestyring i opptak av digital video.
2. Fargestyring i redigering av digital video.
3. Fargestyring i kalibrering av monitører som brukes i produksjonsprosessen.
4. Fargestyring i kalibrering av videokanoner i presentasjonen av digital video.

Prosjektet har både forsknings-, utviklings- og implementeringskomponenter. Forskningsinnsatsen er hovedsakelig knyttet til delprosjekt 4, mens utviklings- og implementeringsinnsatsen vil hovedsakelig gjøres i forhold til delprosjekt 1–3. I tillegg tar prosjektet sikte på å utvikle egnete verktøy og metoder for arbeidet med fargestyring i digital video.

Kompetansehevingen består i første omgang i å kartlegge og utforske dagens arbeidsmåter, problemområder og behov og muligheter for løsninger innenfor fargestyring. Der dagens profesjonelle og høyt spesialiserte systemer kan vise seg å ikke være hensiktsmessige og for kostbare, vil billigere og mer fleksible systemer bli vurdert. I de tilfeller det er faglig og økonomisk fordelaktig, vil egne systemer for fargestyring bli utviklet med utgangspunkt i HiGs tekniske spisskompetanse på farger og fargestyring og HiLs spisskompetanse på feltet fortelling med levende bilder.

HiG har innenfor rammen av dette prosjektet initiert to studentprosjekter (hovedprosjekter), som i vårsemesteret 2002 skal bearbeide delområder av prosjektet. Videre har Jon Yngve Hardeberg initiert et hovedprosjekt ved SINTEF/NTNU.

Arbeidsgruppen anser prosjektet som løfterikt. Det er på et område som som ennå er «nyland», men som utviklingen på området IKT nå gjør tiden moden for. Fagmiljøene på Lillehammer og Gjøvik har nå praktiske og teoretiske forutsetninger for å gjennomføre et såvidt komplisert prosjekt. Måltrettet satsing på dette prosjektet vil markere fagmiljøene ved høyskolene som kvalifiserte forskingsmiljøer – også i internasjonal sammenheng – noe som vil kunne gi grunnlag for nye forskningsaktiviteter som er nødvendige når høyskolene nå satser på høyere grads utdanning. På denne bakgrunn anbefaler arbeidsgruppen at prosjektrapport og øvrig dokumentasjon skrives på engelsk.

Innhold

	Sammendrag og konklusjon	2
1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål for prosjektet	5
2	Fargestyring i fjernsynsproduksjon	6
2.1	Historisk utvikling	6
2.2	Dagens teknologi: Fargekorrigering i NRK	7
2.3	DV – et nytt standardformat for digital video	7
3	Fargestyring i papirbaserte medier	9
3.1	Hvorfor fargestyring i grafisk bransje?	9
3.2	CMS-teknologi	9
4	Fargestyring i digital video	13
4.1	Fargestyring ved opptak	15
4.2	Fargestyring ved redigering	16
4.2.1	Fargekartbasert fargestyring	17
4.2.2	Systematisering etter fargetemperatur	18
4.2.3	Fargetilpasning uten bruk av fargekart.....	21
4.3	Fargestyring på fargeskjermer	23
4.4	Fargestyring ved presentasjon av digital video.	25
5.0	Litteratur	26
	Vedlegg A (Prosjektbeskrivelse for hovedoppgave ved NTNU) Colorimetric Characterization of projection displays	27
	Vedlegg B (Prosjektbeskrivelse for hovedprosjekt ved HiG) Fargejustering ved redigering av digital video.	29
	Vedlegg C (Prosjektbeskrivelse for hovedprosjekt ved HiG) Fargestyring i digital video – kolorimetrisk karakterisering av videokamera og monitører	30

1 Innledning

Forprosjektet utreder mulighetene for konkrete områder der man kan kombinere HiGs tekniske spisskompetanse på området farger og fargestyring med HiLs spisskompetanse på feltet fortelling med levende bilder. Bruk av farger er et av fortellerelementene i film- og fjernsynsproduksjon og krever både kunstnerisk og teknisk kompetanse. I dette prosjektet konsentrerer vi oss om de tekniske aspektene ved fargestyring i redigering av digital video samt kalibrering av utstyr som fargemonitorer og videokanoner.

1.1 Bakgrunn

Så lenge det er blitt filmet i farger, har fargejustering og fargetilpasning vært et permanent problemområde. Filming med flere kamera samtidig, eller til forskjellige tider og under skiftende lysforhold, gir fargeforskjeller i opptakene. Når slike opptak under redigeringen skal klippes sammen, må fargene harmoniseres, noe som krever omfattende manuelle fargetilpasninger. Filming under andre lysforhold enn en aktuell scene forutsetter, har også nødvendiggjort omfattende fargekorrigeringer med filter og kjemiske virkemidler i laboratorier.

Innføring av videoteknikk endret på arbeidsmåtene, men fargejusteringer og tilpasninger forble en møysommelig prosess som krever utstyr som bare er tilgjengelig i profesjonelle miljøer og til høge kostnader.

Overgang fra analog til digital video gir nå muligheter for å utvikle metoder for color management, dvs. fargestyring, etter prinsipper som tilsvarer de som allerede praktiseres i digital bildeproduksjon for papirbaserte medier. Digital fargestyring kan foregå på generelle dataplattformer med utstyr som koster en brøkdelen av hva dagens dedikerte utstyr koster. Samtidig kan prosessene forenkles og gjøres mindre arbeidskrevende. Slike løsninger vil styrke mindre produksjonsmiljøer med begrensede ressurser og øke mulighetene for desentralisert produksjon.

Høgskolen i Lillehammer (HiL), som er knutepunktinstitusjon for høyere utdanning innen film og fjernsyn i Norge, har lang tradisjon og høy kompetanse i film- og fjernsynsproduksjon. Både innholdssiden (fortellingen) og praktisk produksjon (teknikken) vektlegges i utdanningene og FoU-arbeidet. En av de viktigste utfordringene i film- og fjernsynsproduksjon er å skape en illusjon om kontinuitet i rom og tid. I arbeidet med det visuelle uttrykk brukes det derfor ulike verktøy for å oppnå en sammenheng i stemninger og farger i de ulike scenene i et program eller en film.

Høgskolen i Gjøvik (HiG) har knutepunktsfunksjon for grafisk ingeniøruddanning i Norgesnett av universiteter og høgskoler. I tilknytning til denne funksjonen ble det høsten 2001 startet et sivilingeniørstudium i «elektronisk publisering og multimedieteknikk», som er det første høgere grads studium i innlandsfylkene. Sivilingeniøruddanningen foregår i nært samarbeid med Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm og NTNU i

Trondheim. I den forbindelse ble det bl.a. investert i et moderne farge-laboratorium som er unikt i landet, og color science (fargevitenskap) ble gjort til satsingsområde.

Etter at dette forprosjektet startet, har HiG fortsatt arbeidet for å bli en seriøs aktør på området. Således er Jon Yngve Hardeberg ansatt som førsteamanuensis med fargevitenskap som arbeidsområde. Hardeberg, som er siving. fra NTH og PhD fra Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, kom fra en stilling som color scientist ved Conexant Systems, Inc. in Redmond, Washington, USA. Det forutsettes at dette prosjektet skal inngå i Hardebergs professorkvalifisering ved HiG. Peter Nussbaum kom i oktober 2000 til HiG fra GretagMacbeth i Sveits, en ledende produsent av fargemetrisk måleutstyr og color management-systemer. Nussbaum er nå stipendiat ved HiG og går på et masterprogram i color science ved Colour & Imaging Institute, University of Derby, GB – et program som skal være avsluttet i september 2002.

1.2 Mål for prosjektet

Fargevariasjoner er et gjennomgående problem ved produksjon og presentasjon av digital video. Dagens manuelle fargestyringen og fargetilpasningen er arbeidskrevende prosesser som forsinker og fordyrer produksjonen, mens manglende eller mangelfull fargestyring forringer produktkvaliteten.

Ved å kombinere HiGs spisskompetanse på fargestyring og HiLs på produksjon av digital video ønsker en å forbedre og forenkle denne prosessen.

Prosjektets hovedmål er å bidra til

- kompetanseoppbygging ved både Høgskolen i Gjøvik og Høgskolen i Lillehammer;
- å styrke de faglige relasjonene mellom fagmiljøene ved de respektive høgskolene;
- styrke regionens profil som sentrum for medie- og filmutdanning, fargevitenskap og fargestyring i alle medier;
- utvide grunnkompetansen for et mastergradsstudium ved høgskolene.

2 Fargestyring i fjernsynsproduksjon

2.1 Historisk utvikling

Med en gang man begynte å klippe scener sammen til en filmfortelling, opplevde man behov for å justere eksponeringsforskjeller mellom scenene. Da man etter hvert begynte med fargefilm, like før siste verdenskrig, ble korreksjonsbehovet utvidet fra å omfatte kun variasjoner i lyshet (luminans) til også å omfatte farger. Scener klippet etter hverandre fra forskjellige tagninger måtte nå korrigeres for fargevariasjoner i tillegg til luminansvariasjoner. Det menneskelige fargesyn er meget ømfintlig for slike variasjoner i påfølgende film- (og senere video-) klipp og slike variasjoner fører til et uønsket kontinuitetsproblem, som bidrar til å svekke en ellers troverdig bildefortelling.

I praksis ble dette utført i laboratoriet når man skulle kopiere fra et ferdigklippet negativ til en kopi for visning, f.eks. på kino. Dette var en ren optisk prosess hvor man ved å tilpasse fargete optiske filtre for hver scene kunne få en kopi med en jevn fargebalanse mellom alle scenene, via fargekorrigerte filmkopier. Filtertilpasningen var en manuell prosess hvor en såkalt lyssetter tilpasset filtrene basert på sitt syn og sin erfaring.

I fjernsynets barndom ble også mesteparten av stoffet produsert på film og konvertert til et elektrisk signal i en scanner. De første scannere var en filmframviser med et fjernsynskamera foran, dvs. at man viste filmen rett i fjernsynskameraet. Fargekorrigeringen fra scene til scene ble fortsatt gjort i laboratoriet, men scannerne hadde kontroller hvor man kunne tilpasse lys, gamma og farger til fjernsynsmediet, også dette en ren visuell prosess.

Midt på 70-tallet ble de første filmscannere av såkalt flying-spot-type presentert med en mulighet for å korrigere film fra scene til scene. Man kjørte først filmen i et klippebord for å finne overgangene mellom scenene og denne informasjonen ble punchet inn på et hullbånd sammen med tidsangivelse fra et telleverk. Deretter ble filmen kjørt i scanneren hvor så informasjonene om fargekorreksjonene ble punchet inn på samme hullbånd. Til sist ble filmen med korrigeringer kopiert til et videobånd sammen med eventuelle fortekster, navnetekster og rulletekster. Det hele var en manuell, visuell prosess og man delte opp fjernsynsbildet i tre områder, det mørke, det lyse og mellomområdet og man kunne vha. tre «joystick»-kontroller legge til og trekke fra alle farger i disse områdene. I tillegg hadde man kontroller for forsterkning (lyshet), gamma og svartnivå.

På denne tiden var den elektroniske korrigeringen bare mulig på film-bilder, men etter hvert som mer og mer av den totale fjernsynsproduksjon gikk over fra film til elektronisk produksjon ble det også behov for å korrigere ved overføring fra magnetbånd til magnetbånd. De første boksene til dette formål dukket opp midt på 80-tallet.

Ettersom utviklingen har gått over til mer og mer digital prosessering, har mulighetene og parameterene man kan forandre økt betraktelig, man kan legge på lag på lag uten tap siden alt foregår digitalt.

2.2 Dagens teknologi: Fargekorrigering i NRK

Prosjektgruppen besøkte NRK for å se hvordan dedikert utstyr i den øvre prisklasse fungerte i praksis. Maskinen som ble demonstrert i NRK den 13. november var en DaVinci. Denne typen kom opp på markedet for ca 15 år siden. Den som vi fikk demonstrert ble kjøpt i vår og er således det siste på markedet. Den sampler fargene internt med 27 Mhz og med 16 bits oppløsning, noe som gir høy fargeseparasjon og presise overføringskurver (gammakurver). Justering av fargene i svart, fargene i hvitt og fargene i mellomområdet skjedde vha. en «trackball» for hvert område og en tilhørende «skruknott» for å justere svart-nivå, hvit-nivå og gamma. Man hadde muligheter for å avgrense korreksjonen til bare å gjelde deler av bildet basert på keying, farge, spesifisert sektor i fargerommet, standard seksdeling i fargerommet og avgrenset av geometriske kurver som i sin tur kunne lages som gradvise overganger. Hvis eksempelvis en skuespiller under opptak hadde grønn genser den ene dagen og rød den neste og scenene ble klippet sammen kunne man i DaVinci forandre fargen bare på genseren. Man kunne også sette inn «keyframes» og la områdene med korrigerende flytte seg dynamisk eller la korrigeringen endre seg dynamisk. DaVinci hadde også mulighet for enda mer detaljert styring av farger enn mørk, lys og mellom områdene som nevnt over, men dette ble stort sett ikke benyttet (manuell justering av kurver for RGB).

Dog er dette i prinsippet det samme som skjedde for 20 år siden: en rent manuell, visuell prosess. Det eneste som er automatisert er deteksjonen av sceneovergangene (klippene). Og utstyret er dyrt, fra en million kroner og oppover. Den som ble demonstrert for prosjektgruppen kostet ca. to millioner kroner.

I en slik prosess er man avhengig av gode betrakningsforhold, dvs en god og riktig justert monitor. For oppsett av monitorer er det utviklet spesielle testsignaler og vha. disse kan man justere til riktig fargegjengivelse, svart-nivå, hvit-nivå og fargemetning.

I en flerkameraproduksjon blir korrigeringen utført i «forkant» av opptaket. Dvs. at det er en kamerakontrollør som vha blender, svartnivå, gamma og farger justerer hvert kamera slik at når det klippes mellom disse, ser bildene like ut. Dette er også en visuell prosess, hvor man atter er avhengig av riktige betrakningsforhold og en god og riktig justert monitor.

2.3 DV – et nytt standardformat for digital video

For fem år siden dukket det opp et nytt digitalt videoformat, DV, som gir meget bra kvalitet for en rimelig penge og som har hatt en nærmest eksplosiv utvikling. I kjølvannet av dette og som følge av stadig kraftigere datamaskiner, er det dukket opp videokort og redigerings-

softvare som gjør det mulig for «alle» å redigere sine egne videobilder. Det hjalp også godt at Apple en tid før hadde utviklet en overføringsprotokoll for data som de kalte Firewire og med en hastighet som passet meget bra for DV og som nå alle kameraer er utstyrt med, dog med noe varierende navn: iLink, DV og IEEE 1394. Det billigste videokortet med en DV-inngang koster nå litt over 500 kroner. Det som ofte mangler i redigeringsprogramvaren er muligheter til å korrigere farger, dvs. lage en scene til scene fargekorrigering slik at kontinuiteten bedres.

Legger man på prisen og kjøper dyrere software får man mulighetene, men de er som regel menystyrte og lite intuitive, slik at korrigeringsprosessen blir en tidkrevende og arbeidskrevende prosess som derfor i praksis ofte utelates.

3 Fargestyring i papirbaserte medier

Som et utgangspunkt for drøftingene valgte prosjektgruppen den standarden for fargestyring som benyttes i papirbaserte medier. Forskjellene mellom papirbaserte medier og digital video er såvidt store at prinsippene ikke kan overføres direkte. Men de omfattende erfaringene som arbeidet med ICC-basert har resultert i, kan være et nyttig referansegrunnlag for prosjektet.

I 1993 ble International Color Consortium (ICC) dannet med det formål å utvikle en enhetlig plattformavhengig standard for fargestyring i trykk. Den standarden som ble utviklet av konsortiet er i dag de-facto verdensstandard på området, og er implementert eller i ferd med å bli implementert på operativsystemnivå og applikasjonnivå i den grafisk bransjen.

Color management systems (CMS) er en generell betegnelse på systemer som gjør det mulig å tilpasse farger til flere presentasjonsmedier på en kontrollert og hensiktsmessig måte.

Et ICC-basert CMS benytter

- profiler som beskriver utstyrsenhetens fargegjengivelse;
- kildeprofil og målprofil ved konvertering av fargeinformasjonen;
- standardiserte metoder for fargetilpasning;
- fargemotor (CMM) for fargekonvertering.

3.1 Hvorfor fargestyring i grafisk bransje?

Utstyrsenheter (skannere, digitalkamera, monitører, skrivere og trykkpresser) har ulike fargeomfang, og ingen av utstyrsenhetene har like stort fargeomfang som det menneskelige øyet. Input-enheter (skannere, digitalkamera) klarer ikke å lese hele det fargeomfanget som øyet kan oppfatte, og output-enheter (monitor, printer, videoopptaker) er ikke i stand til å gjengi hele fargeomfanget. Ulike utstyrsenheters forskjellige egenskaper med hensyn til fargeomfang og fargegjengivelse har skapt behov for kontrollert fargetilpasning når de samme bildefilene skal visualiseres i ulike medier, noe som i dag alltid er tilfelle ved trykksakproduksjon.

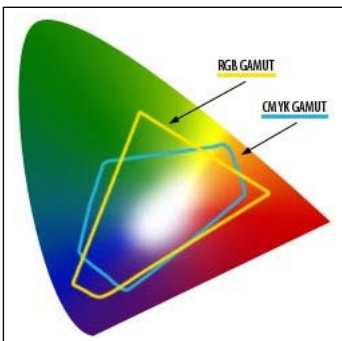


Fig. 3.1

Ulike utstyrsenheter har forskjellig fargeomfang (color gamut). Dette gir behov for kontrollert fargetilpasning når de samme bildefilene skal gjengis i ulike medier.

3.2 CMS-teknologi

Den åpne CMS-teknologien som for tiden er implementert i MacOS og Windows er standardisert på grunnlag av retningslinjer fra International Color Consortium (ICC).

- På MacOS er den implementert i ColorSync (nå versjon 3), som utfører color management i henhold til ICCs spesifikasjoner.
- I Windows 98 og 2000 har ICM (Image Color Management, versjon 2) den samme funksjonen.

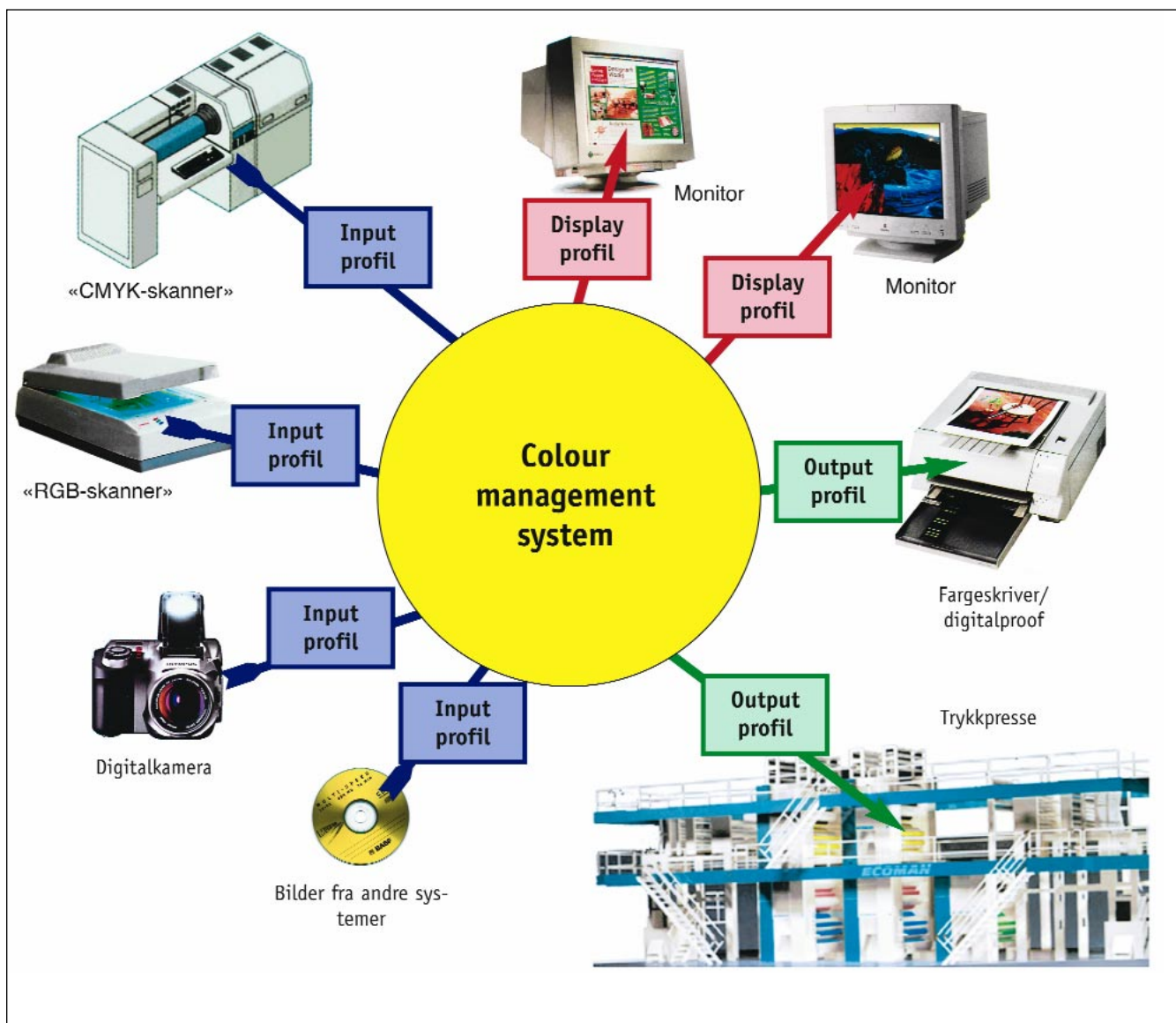


Fig. 3.2
I ICC-basert color management blir alle utstyrsenheter «profilert». Profilene ligger i en mappe på operativsystemnivå slik at colour-management-systemet (CMS) har direkte tilgang til profilene for å utføre fargetilpasningen. Utstyrsprofiler inneholder informasjon om hvilket fargerom utstyrsenheten jobber i, parametere om hvordan utstyrsenheten arbeider innenfor dette fargerommet og hvordan utstyrsenhetens fargegjengivelse avviker fra det ideelle.

- I Windows 95 og NT er det ikke implementert CMS på operativsystemnivå.
- De siste versjonene av PostScript har egen metode for fargestyring, kjent som PostScript Color Management (PCM). Denne er ikke ICC-basert.

De mest sentrale begrepene i ICC-standarder er:

Referanse-fargerom (reference color space), som er et utstyrs-uavhengig fargerom, basert på perseptuelle prinsipper. Aktuelle referansefargerom er CIE Lab og CIE XYZ. Disse fargerommene har absolutt fargeangivelse.

Utstyrsprofil. En profil er en systematisk beskrivelse (karakterisering) av en utstyrsenhets (digitalkamera, skanner, fargemonitor, videokanon, fargeskriver, trykkpresse) evne til å gjengi farger. Termene kilde- og målprofiler (source and target profiles) forteller om retningen på en fargekonvertering. Retningen er fra kildeprofil til målprofil.

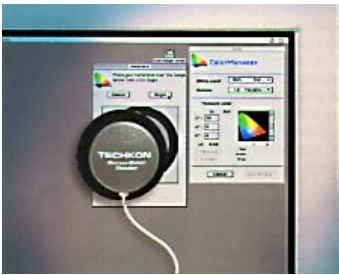


Fig. 3.3
Kolorimetrisk måling på fargeskjerm for generering av «displayprofil».

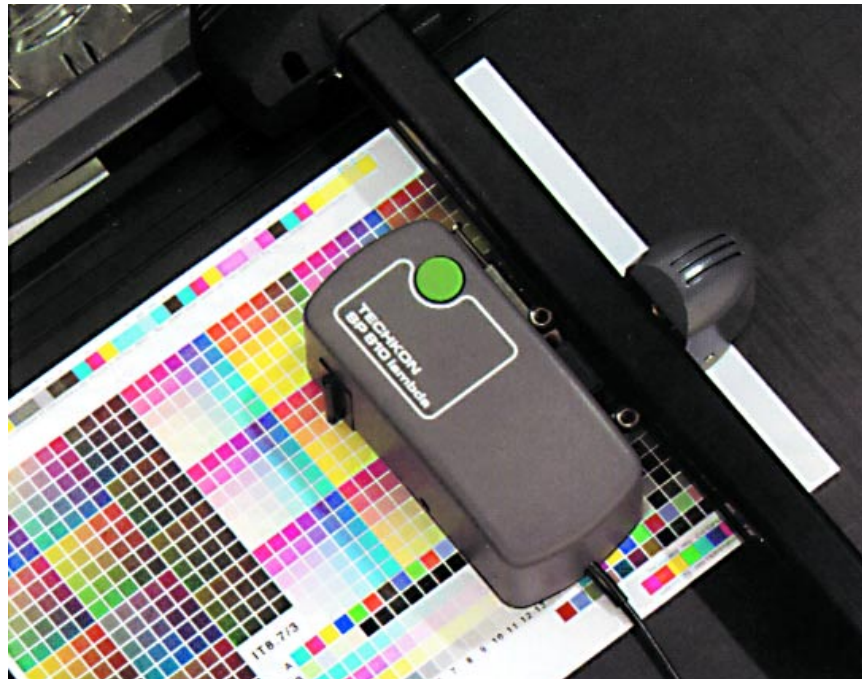


Fig. 3.4
Måling med traverserende spektrofotometer for generering av outputprofil for fargeskriver eller trykkpresse

Innebygd profil (embedded profile) betegner en profil som er innebygd i en bildefil. «Tagged and untagged images» forteller hvorvidt en bildefil har en innebygd profil eller ikke.

Fargetilpasningsmetoder (rendering intents). ICC har fastlagt fire ulike fargetilpasningsmetoder. En fargetilpasningsmetode forteller hvordan overgangen fra et større til et mindre fargerom skal foregå.

Perseptuell (fotografisk) metode (perceptual intent) benyttes normalt til fotografier, hvor «pent» utseende er viktigere enn korrekte farger. De mest mettete fargene i bildet gjengis med de mest mettete fargene presentasjonsmediet kan gjengi. De øvrige plasseres «forholdsvis» i fargerommet.

Relativ kolorimetrisk (relative colorimetric) metode benyttes til for eksempel logoer, hvor alle farger som ligger innenfor mål-enhetens fargerom gjengis korrekt, mens de som ligger utenfor gjengis som nærmeste farge som finnes i mål-fargerommet. Metoden simulerer ikke substratets egenfarge.

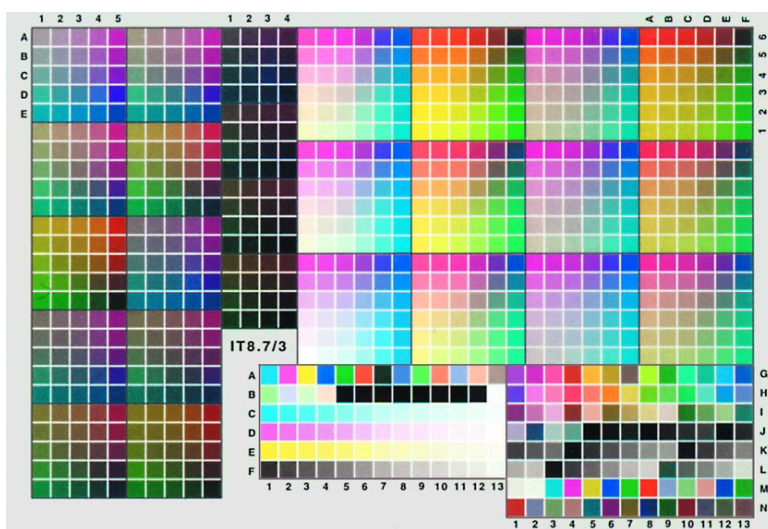
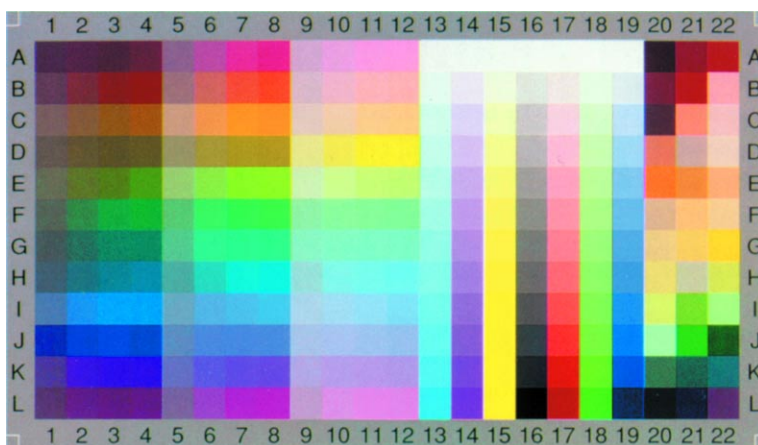
Absolutt kolorimetrisk (absolute colorimetric) metode fungerer som relativ kolorimetrisk, men kan simulere substratfargen.

Metning (saturation) er en fargetilpasningsmetode som benyttes når ønsket er friske farger, uten hensyn til eksakt fargegjengivelse. De mest mettete fargene i kilde-fargerommet gjen gis med maksimal metning i mål-fargerommet.

Fargemotor, CMM (color engine, color matching module) er et program som, ved hjelp av kilde- og målprofiler, konverterer mellom kilde- og målfargerom.

Fig. 3.5 / 3.6

Til karakterisering av utstyrsenheter i ICC-basert fargestyring finnes det standardiserte fargeplansjer. Ved spektrofotometriske målinger på trykk, fargeutskrifter eller skjermer kan enhetens avvik i forhold til det ideelle kartlegges og benyttes som utgangspunkt for en «ICC-profil» for utstyrsenheten.



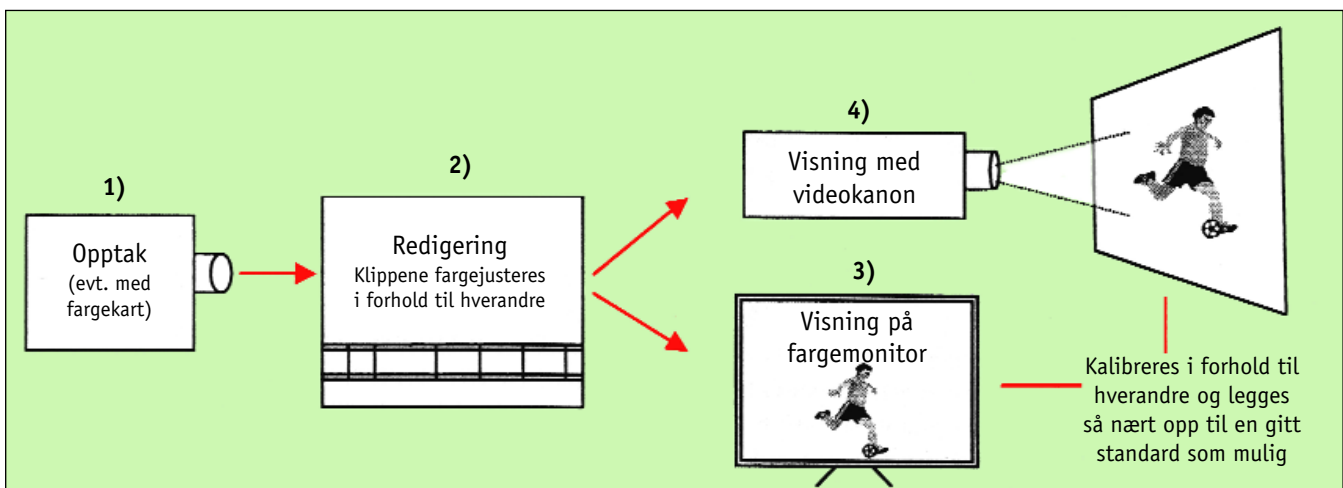
4 Fargestyring i digital video

Gjennom dette forprosjektet har en kartlagt hvilke metoder og teknologiske løsninger som benyttes til kalibrering, fargejustering og samstemming av farger ved videofilming og -redigering i profesjonelle miljøer og hvilke metoder som tilbys av ledende produsenter. Videre har en vurdert de prinsipper ICC-basert fargestyring for fargebilder bygger på, for å kartlegge mulighetene for å utvikle liknende løsninger for digital video.

En vesentlig forskjell mellom fargestyring i digital video og i trykte medier er at i trykte medier må det konverteres fram og tilbake mellom to fargerom med forskjellige primærfarger: RGB og CMYK. Skannere og skjermer benytter RGB mens standard fargetrykk benytter CMYK. Når ulike trykkprosesser gjengir fargene tildels meget forskjellig, og RGB-gjengivelsen varierer med displaymediets egenskaper og justeringer, må det under konvertering til et nytt fargerom tas hensyn til så vel kildefargerom som målfargerom, dvs. fargeegenskapene til utstyrsenhetene og det fargerommet hver av utstyrsenhetene benytter. Dette kan løses gjennom bruk av kilde- og målfargerom, som (sammen med fargetilpasningsmetoden) har de spesifikasjonene som behøves for en vellykket konvertering fra et fargerom til et annet. Selve konverteringen kan foregå via et utstyrsuavhengig referanse-fargerom (CIE Lab eller CIE XYZ) med absolutt fargeangivelse, eller et veldefinert RGB-fargerom med stort omfang.

Under produksjon og presentasjon av digital video, vil det ikke være relevant å benytte CMYK. Konverteringer og fargetilpasninger vil i normaltilfellene foregå mellom bildefiler definert i et eller flere RGB-fargerom og ta hensyn til utstyrsenhetenes forskjellige fargeegenskaper innenfor RGB-rommene. Prosjektet må derfor kartlegge hvorvidt det ved fargestyring i digitale medier er hensiktsmessig å benytte CIE Lab eller CIE XYZ som referanse-fargerom, eller om det kan benyttes et RGB-fargerom med stort omfang (color gamut) – eksempelvis Adobe RGB. Eller kanhende er det hensiktsmessig å benytte Yuv, som er et mye brukt fargerom i video-sammenheng? Prosjektguppens løsningsforslag forutsetter imidlertid at

Fig. 4.1
Fasene i produksjon og presentasjon av digital video.



utstyrsenhetens (digitale videokamera, monitører og videoprojektører) fargeegenskaper må karakteriseres (profileres).

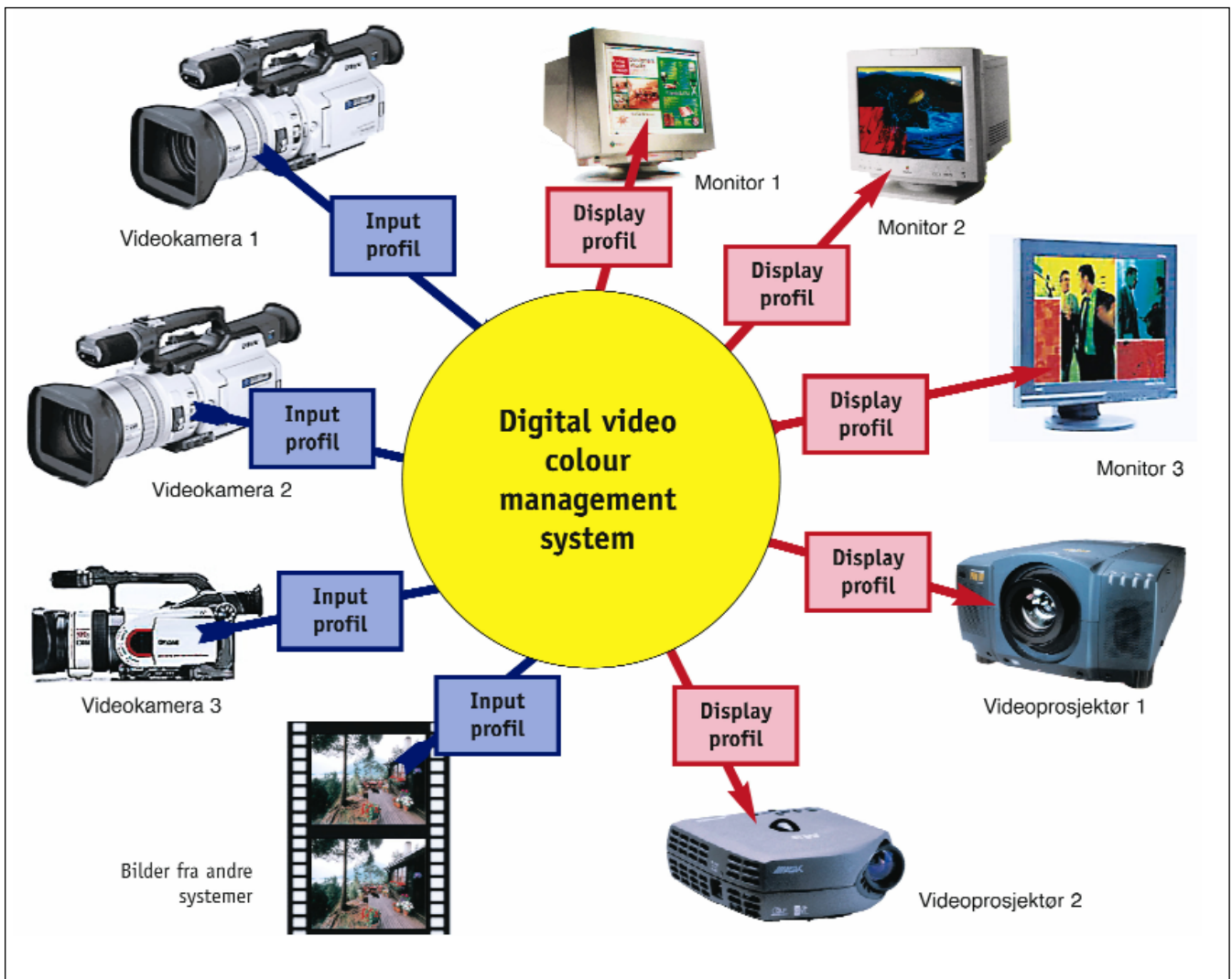
Arbeidsflyten, og dermed problemstillingene, relatert til fargestyring i produksjon og presentasjon av digital video kan i hovedsak deles inn i fire hovedområder (se fig. 4.1):

1. opptak,
2. redigering,
3. visning på monitor og
4. visning på lerret vha. prosjektør.

Av disse er opptak (1) og redigering (2) utelukkende relatert til produksjon, visning på lerret (4) til presentasjon, mens monitører (3) brukes under produksjon så vel som presentasjon og må dermed fargestyres i begge anvendelser. På bakgrunn av dette er det under analysen i forprosjektet konkludert med at firedelingen ovenfor vil være mer hensiktsmessig for videre arbeid i prosjektet enn en todeling mer direkte basert på anvendelse (produksjon vs. presentasjon). Prosjektet deles derfor inn i fire delprosjekter; ett for hvert av de ovenstående problemområdene.

Fig 4.1

Et fargestyringssystem for digital video med to forskjellige profiltyper: Inputprofil og displayprofil. Fargekonvertering og fargetilpasning skjer med utgangspunkt i inputprofil som kildeprofil og displayprofil som målprofil, eller med displayprofiler både som kilde- og målprofil.



For hvert av delprosjektene søkes prosjektets hovedmål oppnådd gjennom oppfyllelse av følgende delmål:

- Kartlegging av hva som gjøres idag, av relevant litteratur, samt av muligheter for implementering innenfor eksisterende systemer (profesjonelle såvel som systemer tilpasset forbrukermarkedet).
- Utprøving av mulige løsninger, f.eks. anvendelse av kjente fargestyringsmetoder på digital video, profesjonelt brukte løsninger, løsninger foreslått i litteraturen, samt innovative metoder.
- Evaluering av løsninger med hensyn til integrerbarhet i eksisterende system, pris, kompleksitet, samt subjektiv og objektiv farge- og bildekvalitet.
- Implementering av løsninger i reelle systemer der det er praktisk gjennomførbart (jf. kartleggingen over).
- Rapportering av resultatene både på nordiske og andre internasjonale konferanser som f.eks. NORSIG (Nordisk konferanse for signalbehandling), SID og IS&Ts Color Imaging Conference, NOBIM (Norsk konferanse for bildebehandling og mønstergjenkjenning) og i vitenskapelige tidsskrifter som f.eks. Journal of Electronic Imaging, Teknik & Människa, samt høyskolenes egne rapportserier og internettpublikasjoner.

I de følgende delkapitlene gis en grundigere beskrivelse av problemstillingene relatert til hver av de fire delprosjektene, samt endel diskusjon rundt hvordan de kan tenkes løst.

4.1 Fargestyring ved opptak

I en opptakssituasjon er problemet at forskjellige kamera gjengir farge på forskjellig måte. Dette er på grunn av forskjeller i kameraenes optiske egenskaper, sensorens spektrale sensitivitet, og diverse signalbehandling, og ikke minst på grunn av at fargegjengivelsen er meget avhengig av lysforholdene. Vi mennesker har evnen til å oppfatte objekters farge som tilnærmet konstant, selv om de fysiske lysforholdene endrer seg drastisk (f.eks fra sollys til lampelys), mens en elektronisk sensor i utgangspunktet ikke har denne egenskapen. Dette problemet forsøkes i praksis løst ved hjelp av en prosedyre kalt hvitbalanse, der kameraet justeres manuelt eller automatisk til å gi en fargenøytral gjengivelse av hvite (og grå) flater.

Prosjektgruppen ønsker å profilere det enkelte kamera, for på den måten å kunne korrigere signalen ut fra det enkelte kameras egenart, hvilket bør kunne gi optimal korrigering og tilnærmet like farger fra alle kamera. Problemstillingen blir da om det

- a) er nødvendig å karakterisere hvert kamera under hensynstaken til lyssettingen under det enkelte opptak, eller
- b) om hvert kamera kan karakteriseres uten hensyn til lyskilde.

4.2 Fargestyring ved redigering



Fig. 4.2.1
Digital fotografering med Color
Checker fargekart i Fargelaboratoriet
ved HiG.

Her skisseres tre mulige fremgangsmåter for samstemning av farger:

1. Fartgekartbasert fargestyring,
2. systematisering etter fargetemperatur og
3. fargetilpasning uten fargekart.

4.2.1 Fargekartbasert fargestyring

Prosjektgruppens vurderinger tilsier at fargekart vil gi det sikreste og mest nøyaktige utgangspunkt for fargestyring i digital videoproduksjon. Som eksempel har en benyttet GretagMacbeth Color Checker, et fargekart konstruert for fargekorrigering ved analog og digital fotografering. Fargekartet har 24 referansefelt for korrigering av gråbalanse, hvitpunkt, svartpunkt og kulører.

Til bruk ved fargestyring forutsetter prosjektet følgende framgangsmåte: Med hvert kamera gjøres det et kort opptak av fargekartet under de lysforholdene opptaket skal foregå under. Når opptakene skal «klippes sammen», bestemmes det hvilken fargesetting som skal benyttes. Ved hjelp av fargekartet (Color Checker) på hvert opptak genereres det en kildeprofil for det enkelte opptaket. Deretter velges en målprofil som er filmet med ønsket lyssetting, dvs. kulør og luminans. Ved hjelp av det «Digital video color management system» prosjektet utvikler, benyttes så kilde- og målprofiler til automatisk konvertering og samstemning av opptakene før «klipping».

For å sikre korrekt visuelt inntrykk av opptakene under korrigering og redigering er det viktig at også monitorene er kalibrert og profilert. Analogt med hva som praktiseres ved ICC-basert fargestyring, bør det være tilstrekkelig med periodisk profilering av monitorer.

Den fargekartbaserte metoden vil ha flere fordeler vis-à-vis tradisjonell fargekorrigering: Prosessen kan automatiseres, og resultatet vil være forutsigbart. Fargekorrigeringen vil ikke bare være en generell balansering av R, B og G under hensyntaken til luminans. Det blir også mulig å foreta selektiv fargejustering innenfor bestemte områder i fargerommet og uten samtidig å måtte inngå kompromisser i andre områder av fargerommet.

Figur 4.2.3 illustrerer hvordan fargetilpasningen vil foregå i praksis. Fargene skal tilpasses et referansefargekart med ønskede fargeverdier. Med utgangspunkt i verdiene i fargekartet genereres det en profil for hvert av de fem opptakene. Fargetilpasningen skjer ved at opptaket konverteres i forhold til kilde- og målprofil. Etter konvertering skal så alle opptakene ha tilnærmet samme farge- og luminansverdier.



Figur 4.2.2
Bruk av Color Checker under
utgravninger i Bolivia. Et opptak med
Color Checker gir data for seinere
fargekorrigeringer.



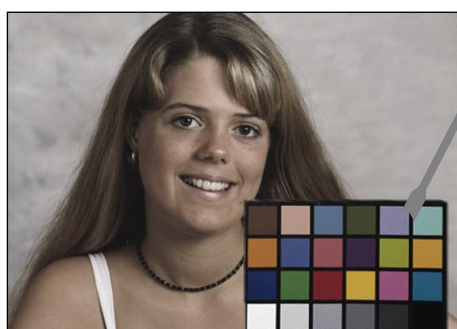
Opptak fra kamera 1 før fargetilpasning



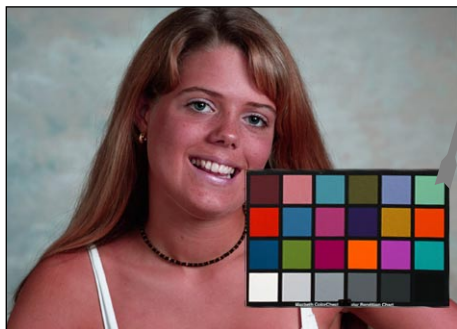
Opptak fra kamera 2 før fargetilpasning



Opptak fra kamera 3 før fargetilpasning

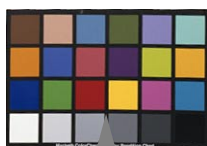


Opptak fra kamera 4 før fargetilpasning



Opptak fra kamera 5 før fargetilpasning

All fargetilpasning skjer slik at hvert felt på fargekartet får den samme verdien som referanse-fargekartet (under). Etter konvertering skal fargekartene ha på det nærmeste identiske farger på hvert av opptakene (til høyre).



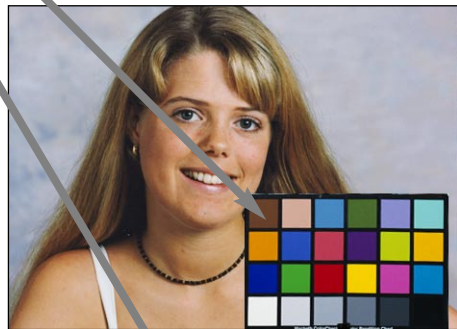
Opptak fra kamera 1 etter fargetilpasning



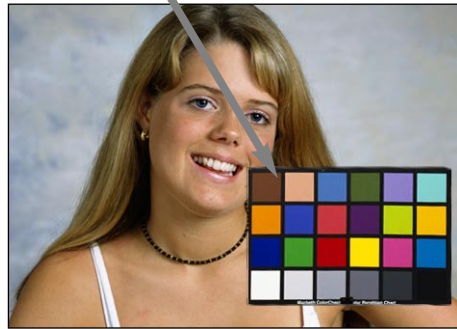
Opptak fra kamera 2 etter fargetilpasning



Opptak fra kamera 3 etter fargetilpasning



Opptak fra kamera 4 etter fargetilpasning



Opptak fra kamera 5 etter fargetilpasning

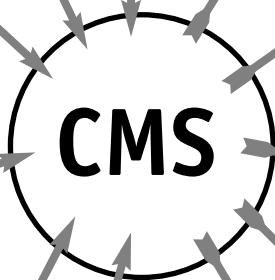


Fig.4.2.3 Fargekartbasert fargestyring

4.2.2 Systematisering etter fargetemperatur

En mulighet for standardisering er å benytte referansefargekart som er systematisert etter fargetemperatur. Det gjøres opptak av fargekart under kontrollerte lysforhold og opptakene bearbeides slik at alle de 24 feltene har farger som visuelt sett stemmer godt overens med fargekartene under lyskilder med de respektive fargetemperaturene. Hvert av opptakene blir så utgangspunkt for en profil som kan benyttes som målprofil ved konvertering.

Fig. 4.2.4 viser opptak av Color Checker under fem forskjellige lysforhold. For konverteringsformål kan det lages menyer som gjør at en enkelt kan velge målprofil ut fra ønskete fargeverdier.

Fig. 4.2.5 viser hvordan valg av ulike referansefargekart med tilhørende målprofil kan gi svært forskjellige fargestemninger. Selv om det er forhold knyttet til lyssetting som ikke kan simuleres på denne måten, anser en det for sannsynliggjort at den fargekartbaserte metoden gir store muligheter for eksakt fargetilpasning og at mange opptak kan konverteres og samstemmes med liten manuell innsats. Metoden vil og gjøre at opptak fra kamera med avvikende fargeegenskaper ikke blir merkbart annerledes.

Etter konvertering og sammenklipping bør det også være mulig å foreta ny fargekonvertering ved å benytte målprofilen fra forrige konvertering som kildeprofil. Usikkerheten vil her særlig være knyttet til «banding», dvs. at fine nyanseforskjeller i fargetonene blir borte under de matematiske prosessene konverteringene beror på.

Med den faglige ekspertisen HiG nå har på området fargestyring, bør en kunne løse problemer knyttet til fargekonvertering. Usikkerheten vil i større grad være knyttet til valg av datatekniske løsninger. En vil måtte velge mellom to løsningstyper:

- a) Profilerings- og konverteringsprogramvare som «plugin» til eksisterende redigeringsprogramvare, eksempelvis Adobe Premiere, som finnes for såvel Windows som Macintosh OS, og som i dag benyttes ved begge høgskolene.
- b) En frittstående løsning for framstilling av profiler og automatisk fargetilpasning av opptak før «klipping».

Såvel det praktiske som økonomiske utbyttet av prosjektet vil avhenge av det valget som gjøres på dette området.

Fargetemperatur ▶

- 7500 K
- 7000 K
- 6500 K
- 6000 K
- 5500 K
- 5000 K**
- 4500 K
- 4000 K
- 3500 K
- 3000 K
- 2800 K

Opptak av referanse-fargekartet under forskjellig fargetemperatur kan gi data for automatisert og kontrollert fargetilpasning fra en fargetemperatur under opptak til en hvilken som helst fargetemperatur under presentasjon.



7500 K



6500 K



5000 K



4000 K



2500 K

Fig. 4.2.4 Meny for referansefargekart med ulike fargetemperaturer

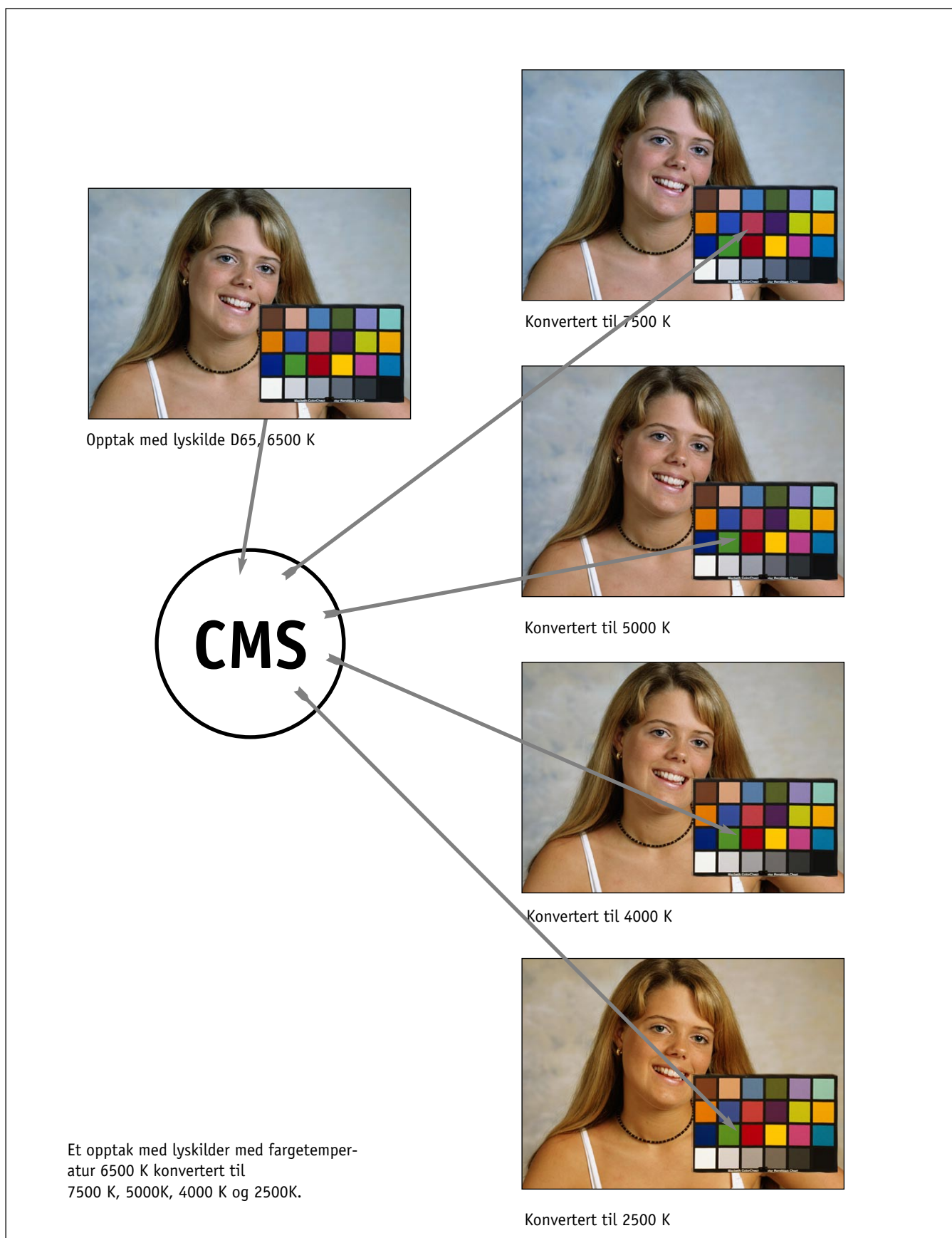


Fig. 4.2.5 Ett og samme opptak kan gis ulike fargestemninger, alt etter hvilket referansefargekart som er valgt.

4.2.3 Fargetilpasning uten bruk av fargekart

Som et alternativ til fargekartbasert fargestyling har en vurdert ulike former for motivbasert, automatisert fargestyling. Slik fargestyling bør forutsette at opptaksenhetene allerede er profilert. Fargetilpasningen vil da måtte foretas ut fra en datateknisk bildeanalyse og/eller operatørbasert vurdering av kulørene. Ved automatisk fargetilpasning ut fra en bildeanalyse, vil det alltid være et spørsmål om hvilke fargetoner og lunminas som skal danne utgangspunkt for tilpasningen.

Dersom fargetilpasningen skal bero på en automatisert, datateknisk bildeanalyse må det utarbeides analysemetoder som gjør det mulig å identifisere lyskildenes fargetemperatur og/eller fargegjengivelsen i sentrale bildeelementer. Så langt arbeidsgruppen har kunnet bringe i erfaring, finnes det per i dag ingen tilgjengelig metode som med en tilstrekkelig grad av sikkerhet kan foreta en slik bildeanalyse. Området peker seg derfor ut som et *interessant felt for innovativ utvikling*.

Et alternativ til automatisk bildeanalyse er manuell markering av områder på flere opptak, hvor fargetonene skal harmonere, for deretter å foreta en konvertering med fargetilpasning av opptakene. I fig. 4.2.3 illustreres det hvordan en slik motivbasert samstemming av farger kan foregå.

Trolig vil selv et avansert system for motivbasert fargetilpasning kreve manuell støtte av operatøren både med hensyn til kulør- og luminanskorrigering. En slik metode vil derfor bare være relevant dersom fargekartbasert korrigering ikke er gjennomførbart, eksempelvis når opptakene mangler fargekart.

Utgangspunkt

Tilpasning



Opptak 1



Opptak 1, ikke konvertert

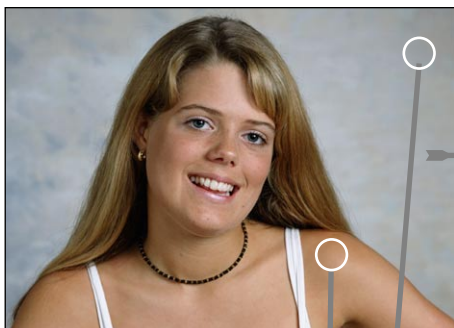


Opptak 2



Opptak 2, konvertert

Tilpasning av bilder uten fargekart kan gjøres ved at områder som skal ha omtrent samme fargetone markeres, og at kulørene i ett opptak tilpasses kulørene i et annetopptak (over), eller at begge tilpasses et gjennomsnitt (under).



Opptak 1



Opptak 1, konvertert



Opptak 2



Opptak 2, konvertert

Fig. 6.1 Motivbasert samstemning av farger.

4.3 Fargestyling på fargeskjermer



Fig. 4.3.1
Til tross for at begge har samme inngangssignal, avviker fargegjengivelsen sterkt på disse to skjermene.

Fargeskjermer benyttes både under produksjon av digital video og som visningsmedium. I begge tilfeller er bruken av fargeskjermer beheftet med en rekke problemer hva angår nøyaktig fargegjengivelse. Dette kan lett observeres når de samme bildene vises på flere skjermer samtidig – og særlig når skjermene er av ulike typer og fabrikater.

Omgivelsene har også stor innflytelse på det visuelle inntrykket. Dersom ikke fargeskjermene plasseres i omgivelser med nøytral farge og dempet, stabil og nøytral belysning, vil det visuelle inntrykket verken bli optimalt eller stabilt. For at sjenerende reflekser på skjermbildet skal kunne unngås, bør sågar betrakterens/operatørens påkledding være mørk og nøytral.

Varierende fargegjengivelse og forskjellig luminans over fargeskjermen er et annet problem. En karakterisering av skjermen ut fra måledata fra ett område på skjermen vil da ikke være representativ for hele skjermen. Betrakningsvinkel kan også ha stor innflytelse på inntrykket – særlig ved tynnfolieteknologi, et forhold som ikke kan elimineres ved kalibrering eller profilering.

Hvordan farger skal gjengis på fjernsynsskjermer er fastlagt gjennom en serie av internasjonale standarder og anbefalinger. Når analogt fjernsyn er «output-medium», vil fargestyling i forbindelse med visning måtte begrenses til å tilstrebe at apparaturen overholder spesifikasjonene. Fargestyling i form av konverterte signaler ved visning er ikke påkrevd. Et fjernsynsapparat har heller ikke elektroniske systemer som gjør selektiv, profilbasert fargestyling mulig.

Et annet problem er at de fleste moderne fjernsynsskjermer har fosfor som i betydelig grad avviker fra spesifikasjonene som er fastlagt av Federal Communications Commission, noe som gjør at fargegjengivelsen på fjernsynsapparater vil være produktavhengig. Dette kan i begrenset grad utjevnes ved justering.

Både fjernsyn og monitorvisning er basert på RGB, og visningsmediet kan være CRT- eller LCD-skjermer, men ellers avviker utstyret på mange områder. Fjernsynsskjermer skal i prinsippet ha en gamma på 2,2, mens anbefalt gammaverdi for digitale monitorer varierer mellom 1,4 og 2,2. Hvitpunktet til fjernsynsapparater skal være D65, mens de fleste dataskjermer har et hvitpunkt på 9300 K. Likeledes vil fargeegenskapene endres over tid. Det vil da dreie seg om irreversible, aldersbetingete forandringer.

Effekten av disse forskjellene er at fargegjengivelsen på ulike skjermer blir betydelige. Men for digitale monitorer vil det være mulig å benytte profilbasert fargekorrigering og slik langt på vei oppnå visuelt samsvar mellom ulike monitorer.

Ved fargekorrigering av enkeltbilder for papirbasert gjengivelse, vil tiden korrigeringen tar ikke være avgjørende. Om fargekonverteringen av et bilde tar ett eller ti sekunder vil være av underordnet betydning.



Fig. 4.3.2
Fargeforskjellene mellom ulike skjermer er betydelige. Men for digitale monitorer er det være mulig å benytte profilbasert fargekorrigering og slik langt på vei oppnå visuelt samsvar mellom ulike monitorer.

Profilbasert fargestyring ved visning av digital video vil imidlertid kreve sanntidskorrigering. Korrigeringsenheten vil måtte holde tritt med visningsenhetens hastighet. De dataløsninger som benyttes må derfor ha en prosesseringshastighet som gjør at visningsenheten kan få tilført ferdigbehandlede bildedata i tilpasset hastighet. Det er riktignok tenkbart at en i noen situasjoner kan foreta fargekonvertering i en lavere hastighet og lagre de konverterte bildedataene før visning. Ved redigering kan det også foretas sanntidskorrigering av videobilder med lav oppløsning, hvor datamengden ikke er større enn at prosesseringsenheten klarer konvertering i sanntid. Korrigering og redigering av de høgoppløselige videofilmene kan da gjøres i etterkant som en automatisk («batch») prosess. Prosjektgruppens vurdering tilsier imidlertid at fargekorrigering av digital video i forbindelse med så vel redigering som visning bør foregå i sanntid og med den oppløsningen produktet skal ha.

4.4 Fargestyring ved presentasjon av digital video



Fig. 4.4.1
Photo Research PR650 SpectraScan spektroradiometer. Innkjøpspris inkl. moms ca. 210.000 NOK. Arbeidsgruppen foreslår at det utvikles en metode for kalibrering og profilering av videokanoner basert på digitalkamera.

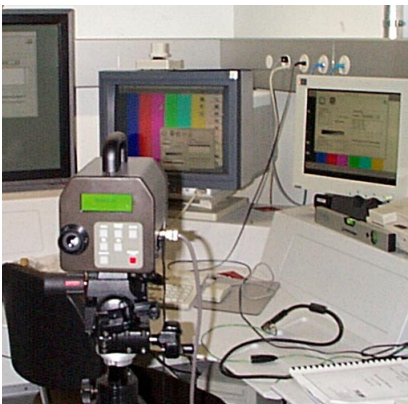


Fig. 4.4.2
Spektroradiometer kan benyttes til målinger på såvel videoprojektører som fargeskjermer. I motsetning til spektrofotometer, vil spektroradiometer også kunne registrere påvirkninger fra rombelysning og omgivelsene på en realistisk måte.

Videoprojektører projiserer bilder mot lerret ved hjelp av lamper og optikk, på samme måte som film- og lysbildeframvisere. Men i videoprojektørene tilføres bildeinformasjonen som digitale bildedata og bildene dannes på bildematriser av typene LCD (Liquid Crystal Display) eller DMD (Digital Micromirror Device).

I ICC-basert fargestyring har videoprojektører fått liten oppmerksomhet. Det henger i første rekke sammen med at ICC har vært opptatt av å utligne fargeforskjeller på ulike monitører og utskriftsmedier, og til produksjoner hvor projiserte bilder ikke har hatt noen brei plass. En annen årsak er problemer knyttet til fargemåling på projiserte bilder.

Forbedret lysstyrke, fargekvalitet og -stabilitet gjør at videoprojektører stadig vinner terreng som visningsmedium, og videoprojektører vil i overskuelig framtid med stor sannsynlighet avløse analoge filmframvisere i de fleste sammenhenger – også til kinodrift. Innenfor dette prosjektet vil derfor fargestyring ved bruk av videoprojektører ha en sentral plass.

Foreløpig vil imidlertid bruken av videoprojektører være begrenset til presentasjon, mens det ved redigering fortsatt vil bli benyttet fargeskjermer. For dette prosjektet forutsettes det derfor at all samstemming av opptakene har funnet sted under produksjonsfasen, og at fargestyring under presentasjon vil innebære kalibrering og profilering av visningsutstyret og fargekonvertering i visningsfasen.

For kalibrering og profilering av fargeskjermer (CRT, LCD eller tilsvarende) kan det benyttes spektrofotometer for måling direkte på skjerm. Videoprojektører krever spektroradiometer, som er kostbart måleutstyr. Eksempelvis koster et Photo Research PR650 SpectraScan spektroradiometer (som er et av de mer «rimelige» apparatene av denne typen), ca. 210.000 NOK. Derfor ønsker arbeidsgruppen å utvikle en metode for kalibrering og profilering av videokanoner basert på digitalkamera. Ut fra studier av problemstillinger og tilgjengelig teknologi ønsker prosjektgruppen å undersøke hvorvidt det på basis av digitale kamera er mulig å utvikle en metode med tilstrekkelig nøyaktighet.

5 Litteratur

1. Ivar Farup m.fl. Fargestyring i produksjon og presentasjon av levende bilder. Forprosjektbeskrivelse/søknad til Prokom, 30. mars 2001.
2. Maximilian Spies: Kennen Sie die European Color Initiative? Standard Farb-Handling mit nachvollziehbaren Richtlinien. Særtrykk Deutscher Drucker 1999.
3. Jon Y. Hardeberg, Acquisition and Reproduction of Color Images: Colorimetric and Multispectral Approaches, PhD Dissertation, ENST 1999.
4. International Color Consortium, Specification ICC.1:1998-09, File Format for Color Profiles, 1998.
5. ECI Guidelines for Device-independent color data processing in accordance with the ICC-standard. European Color Initiative, 1999 (www.eci.org)
6. Sven Erik Skarsbø og Hans Faye-Schjøll: Kvalitetssikring av avisannonser, NADA (Norske Avisers landsforening), 1999
7. Michael Has m.fl. Color Management: Current Practice and The Adoption of a New Standard. (Manuskript 2000)
8. Stefan Brües: Color Management - Wo stehen wir mit ICC-Profilen heute? Lysarkpresentasjon, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 2001
9. Stefan Brües: Postscriptum on Color Management, Gretag Macbeth / LOGO GmbH, 1999
10. Jon Yngve Hardeberg, Color Management: Principles and solutions, In NORSIGNalet, the quarterly magazine of the Norwegian Signal Processing Society, Number 3, 1999. (Available from <http://www.norsig.no/NORSIGNalet/vol1999-nr3.pdf>)

Vedlegg A

(Prosjektbeskrivelse for hovedoppgave ved NTNU)

Colorimetric Characterization of projection displays.

Different color imaging devices, such as printers, scanners, digital cameras, and displays, process color information differently. This is not only the case between imaging devices of different types, such as printers versus displays, but also between devices of the same type – even between devices of the same make and model. Achieving consistent reproduction of color images across different media and imaging systems is therefore a complex problem.

A framework for solving this problem is proposed through the principles of color management [1,2]. In a 'color-managed' imaging system, every color image acquisition and reproduction device is characterized colorimetrically, so that the color representations of the device can be linked to a device-independent color space. This procedure is also known as device profiling. The unambiguous communication of color information in images can then be achieved through this common language of color – the device-independent color space.

Much research and development has been done in order to develop algorithms for the colorimetric characterization of different types of imaging devices, and many effective methods have been proposed. However, there is one category of devices that has so far received relatively little colorimetric attention: namely projection displays, or videoprojectors. Such devices, typically based on Liquid Crystal Display (LCD) or Digital Micromirror Device (DMD) technology, have seen a tremendous development during the last 10 years, and have become more and more widely used. Typical applications are business presentations and home theater. It is also quite extraordinary that there is a very successful Norwegian company that develops and manufactures such devices.

The exact scope of the project has not yet been determined, but what follows is a list of potential work items. A small group of students may work in parallel on different items.

- Perform a literature review on the subject of colorimetric characterization of projection displays.
- Perform practical experiments on different devices, following the draft guidelines given in [4] and/or [5]. Compare the results with those found in [3].
- Investigate how existing software and algorithm developed for the characterization of for example conventional LCD displays can be used to characterize projection displays.
- Investigate how different computer platforms and operating systems are able to handle the fact that two display profiles typically need to

be used at the same time – that of the videoprojector and that of the internal (CRT or LCD) display.

- Investigate into the effect of the ambient light to the color image reproduction.
- Compare different colorimetric and spectrophotometric measurement equipment applied to this task. In particular, investigate whether a photometric camera can be used.
- Propose procedures for quality assurance of a projection display setup [5], in particular in the context of digital cinema.
- Investigate into the interaction of the physical properties of the projection display and those of the screen. It would be very advantageous if these properties could be characterized separately.
- Investigate into the internal components of a videoprojector – optics, LCD, filter wheel, signal processing, microprocessor and firmware. How can the quality of the projection system be improved?
- Compare the resulting color image quality with and without characterization – both quantitatively and qualitatively.

The project will mainly be carried out at the location of SINTEF Photonics in Trondheim, but there could also be possibilities of visits to collaborating industry and academic institutions.

Literature

1. Jon Yngve Hardeberg, Color Management: Principles and solutions, In NORSIGNalet, the quarterly magazine of the Norwegian Signal Processing Society, Number 3, 1999. (Available from <http://www.norsig.no/NORSIGNalet/vol1999-nr3.pdf>)
2. International Color Consortium, Specification ICC.1:1998-09, File Format for Color Profiles, 1998. (See <http://www.color.org>)
3. Kwak, Youngshin; MacDonald, Lindsay W., Method for characterizing an LCD projection display, Proc. SPIE Vol. 4294, p. 110-118, Projection Displays VII, Ming H. Wu; Ed., 2001
4. International Electrotechnical Commission, First Working Draft for IEC61966-6: Colour measurement and management in multimedia systems and equipment – Part 6: Equipment used for digital image projection, 1998. (Available from http://w3.hike.te.chiba-u.ac.jp/IEC/100/PT1966/parts/part6/1966_51.pdf)
5. Microsoft Corporation, Windows Color Quality Specifications for Front Projector OEMs, 2001, (Available from <http://www.microsoft.com/hwdev/color/ColorTest.htm>)

Faglærer: Tor Ramstad, NTNU

Veileder: Jon Yngve Hardeberg, Høgskolen i Gjøvik og SINTEF Elektronikk og kybernetikk

Veileder for praktisk laboratoriearbeide: Lars Seime, SINTEF Elektronikk og kybernetikk

Vedlegg B

(Prosjektbeskrivelse for hovedprosjekt ved HiG)

Fargejustering ved redigering av digital video.

I forbindelse med produksjon av digital video, både i amatørmarkedet og blant profesjonelle, er det å justere fargegjengivelsen i videoklipp som skal redigeres sammen et stort problem. Forskjellige klipp av samme scene, tatt med forskjellig kamera, varierende belysning, til forskjellig tid, gir i utgangspunktet ikke samme fargegjengivelsen. Hvis slike klipp redigeres sammen uten å korrigere for denne variasjonen, blir resultatet dårlig. Følelsen av kontinuitet i presentasjonen brytes.

I eksisterende videoredigeringsutstyr er denne fargejusteringen ved redigering en vanskelig og tidkrevende prosess. Innen rammen av et fellesprosjekt mellom Høgskolen i Lillehammer og Høgskolen i Gjøvik ønsker vi å forbedre og forenkle denne prosessen.

Flere metoder kan tenkes brukt:

- Visualisering av to videosnutter samtidig, justering av forskjellige fargeattributter (hvitpunkt, svartpunkt, gamma, etc.) interaktivt, slik at fargene matcher.
- Visualisering av to videosnutter samtidig, interaktiv indikering av objekt/områder som skal ha samme farge, automatisk korrigering i henhold til disse referanseområdene.
- Ved hjelp av avanserte bildebehandlingsalgoritmer kan det være mulig å finne disse referanseområdene automatisk. Dette ville da eventuelt kunne gjøre hele prosessen automatisk.
- Dersom hver videosnutt inneholder et fargekart med kjente farger, vil også prosessen kunne automatiseres.

Oppgaven går ut på:

- Innhente informasjon om hvordan dette gjøres i dag i forskjellige videoredigeringsmiljøer og programvare.
- Kartlegge mulighetene for at en løsning vil kunne implementeres og benyttes innen rammen av eksisterende systemer, for eksempel om det er mulig å gjøre dette ved hjelp av en «plugin» til Adobe Premiere.
- Implementere og evaluere en eller flere av metodene nevnt ovenfor.

Oppdragsgiver: PROKOM-prosjektet «Bare Illusjon: Fargestyring i produksjon og presentasjon av levende bilder»

Veileder: Jon Yngve Hardeberg og Sven Erik Skarsbø

Vedlegg C

(Prosjektbeskrivelse for hovedprosjekt ved HiG)

Fargestyring i digital video – kolorimetrisk karakterisering av videokamera og monitører

I forbindelse med produksjon og presentasjon av digital video, er det store variasjoner i fargegjengivelsen. Dette gir seg utslag på flere punkt i prosessen, både ved opptak, redigering, og visning, og bidrar til å øke prisen og redusere kvaliteten på produksjoner. Innen rammen av et fellesprosjekt mellom Høgskolen i Lillehammer (HiL) og Høgskolen i Gjøvik (HiG) ønsker vi å forbedre og forenkle denne prosessen, ved å kombinere HiGs kompetanse på fargestyring og HiLs på produksjon av digital video.

I en opptakssituasjon er problemet at forskjellige kamera gjengir farge på forskjellig måte. Dette er på grunn av forskjeller i kameraenes optiske egenskaper, sensorens spektrale sensitivitet, og diverse signalbehandling, og ikke minst på grunn av at fargegjengivelsen er meget avhengig av lysforholdene. Vi mennesker har evnen til å oppfatte objekters farge som tilnærmet konstant, selv om de fysiske lysforholdene endrer seg drastisk (f.eks fra sollys til lampelys), mens en elektronisk sensor i utgangspunktet ikke har denne egenskapen. Dette problemet forsøkes i praksis løst ved hjelp av en prosedyre kalt hvitbalanse, der kameraet justeres manuelt eller automatisk til å gi en fargenøytral gjengivelse av hvite (og grå) flater.

Ved presentasjon/gjengivelse av digital video er hovedproblemet at forskjellige monitører/displayenheter gjengir farge forskjellig. Spesielt er dette tilfelle mellom enheter som benytter seg av forskjellig teknologi, for eksempel Cathode Ray Tube (CRT), Liquid Crystal Display (LCD) og plasmaskjermer. Men også mellom enheter av samme type kan det være store forskjeller, blant annet på grunn av variasjoner i fosforegenskaper og diverse signalbehandling (sjekk ut et utsalgssted for TV). En annen faktor som kompliserer problemet er at fargegjengivelsen er avhengig av monitørens omgivelse og belysning.

Opgavens eksakte innhold er ennå ikke ferdig definert, men listen nedenfor bør gi en idé om hva som kan gjøres.

- Innhente informasjon om hvordan farge styres i praksis, i forskjellige miljøer som jobber med digital video, for eksempel ved HiL, i NRK, og i en typisk amatørøptakssituasjon.
- Gjøre en litteraturstudie på de berørte temaer, slik som computational color constancy, kolorimetrisk karakterisering av CRT, LCD, og plasmaskjermer, kolorimetrisk karakterisering av digitalt kamera, vurdering av farge-, bilde- og videokvalitet.
- Kartlegge muligheter og begrensninger ved en anvendelse av ICC-baserte prinsipper for fargestyring på digital video.

- Studenter ved HiL vil produsere videomateriale der hvert klipp inneholder et fargekart. Det bør gjøres en vurdering av hvordan denne informasjonen kan benyttes i fargestyringsøyemed – i teori og praksis.
- Anvendelse av eksisterende profileringssoftware og/eller publiserte algoritmer for karakterisering av forskjellige skjermtyper. Evaluering av resultat med og uten fargestyring, med hensyn til objektiv og subjektiv fargekvalitet.

Oppdragsgiver: PROKOM-prosjektet "Fargestyring i produksjon og presentasjon av digital video" v/ Jon Y. Hardeberg (HiG) og Gudmund Stjernvang (HiL)

Veileder: Jon Yngve Hardeberg