

RGB 화상데이터를 이용한 CRT 표현색의 CIELab 표색계로의 변환에 관한 연구

안 석 출 · 최 정 병* · 김 종 원*

국립부산공업대학교 인쇄공학과

* 시립인천전문대학 인쇄과

CRT Color Transform to CIELab Color System using RGB Image Data

Suk-Chul Ahn · Jung-Byung Choi* · Jong-Won Kim**

Dept. of Graphic Arts Engineering, Pusan National University of Technology.

* Dept. of Printing, Municipal Junior College of Inchun

Abstract

There has been an enormous emergence of imaging systems dedicated to hardcopy and softcopy color-appearance comparisons. Pre-press industry use the CRT as a soft proofing device to preview and aid with color corrections and changes before producing the final printed image. Color DTP system is required an accurate image-matching between CRT-image and printed image. In order to develop the color DTP, CRT calibration and CRT color transform to CIE color system are necessary.

In this paper, we described a method CRT color transform to CIELab color system using RGB image raw data. Experimental results show that described method is useful valid of color image matching.

1. 序 論

최근 컬러-CRT의 고화질화와 함께 교정인쇄를 하지않고, CRT상에서 색변화나 색교정을 할 수 있는 수많은 화상 시스템이 상업화 되어있다.

특히 Pre-Press 분야에서는 CRT를 소프트 색교정으로 이용하는 사례가 증가하고 있으나 아직까지 CRT와 인쇄물사이의 정확한 색맞춤에는 많은 문제가 남아있다. 입력신호에의해 스스로 빛을내는 CRT의 광원색과 와 관찰조명이 필요한 인쇄물간의 색맞춤에 Von Kriss 모델이 이용되고 있다.¹⁾⁻³⁾

본 논문에서는 CRT에 색을 재현하기 위해 각각 8bit(0~255)씩 양자화된 RGB입력신호를 CIELab 색도좌표로 변환하는 한 방법에 관해서 서술하였다. 방법의 타당성을 밝히기 위해서 동양인의 피부색 컬러패치를 CRT에 디스플레이하여 색체계로 측정된 값과 RGB 입력신호로부터 CIELab 컬러 시스템으로 변환한 값을 색차로 구했으며, 이들 색차들은 사람이 감지할수없는 범위안에 산포해 있음을 확인하였다.

2. 理 論

2.1 理想的인 NTSC CRT의 入力信號와 色の 關係

CRT상의 色을 論하는 경우, 최종적으로 色을 보는 것은 CRT의 發光色이다. 그러나 컬러 CRT는 종류에 따라서 色의 차이가 많고, 같은 신호를 입력하여도 꼭 같은 색은 얻어지지 않으므로, 실제에는 CRT의 入力信號를 이용한 CRT색의 평가를 하는 경우가 많다. 우선 이상적인 NTSC의 CRT라는 假定下에서 CRT 3原色(赤, 綠, 靑)의 X, Y, Z를 구해본다. 한편, NTSC規格의 3原色 R, G, B와 基準白色 W의 CIE-xy座標는 (Table 1)과 같다.

Table 1. CIE-xy coordinates of 3-color and standard white in NTSC

Color	x	y
Red	0.67	0.33
Green	0.21	0.71
Blue	0.14	0.08
Standard White	0.31	0.316

그리고, CIE좌표계에서 3자극치 $X Y Z$ 와 색도좌표 $x y z$ 는 다음의 식(1)과 (2)와 같은 관계가 있다.

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\ y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \\ z &= 1-x-y \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} X &= \int p(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= \int p(\lambda) \bar{y}(\lambda) d(\lambda) \\ Z &= \int p(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

단 여기서 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ 는 等色函數이고, $p(\lambda)$ 는 光源의 分光 에너지이다. 그리고 CRT의 Red 형광체에 의한 3자극치 X, Y, Z 를 X_R, Y_R, Z_R , Green 형광체에 의한 3자극치 X, Y, Z 를 X_G, Y_G, Z_G 그리고 Blue 형광체에 의한 3자극치 X, Y, Z 를 X_B, Y_B, Z_B 라 하고 White의 형광체에 의한 3자극치 X, Y, Z 를 X_W, Y_W, Z_W 라 한다.

基準白色은 R : G : B = 1 : 1 : 1의 최대신호가 입력되어 3개의 螢光體가 最大로 發光되어 얻어진 가장 밝은 색이므로 Y_W 는 100(%)로 한다.

식(1)로부터 기준백색면 X_W, Z_W 에 대해서 고쳐쓰면

$$\begin{aligned} X_W &= \frac{x_W}{y_W} Y_W \\ Z_W &= \frac{(1-x_W-y_W)}{y_W} Y_W \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

과 같다. 여기서 Table 1의 기준백색의 좌표 $x_W=0.31, y_W=0.316$ 와 기준백색의 휘도 $Y_W=100$ 을 식(3)에 대입하여 계산하면, $X_W=98.1$ 그리고 $Z_W=118.35$ 가 된다. 한편 기준백색은 R, G, B의 합이므로, 기준백색의 X_W, Y_W, Z_W 도 R G B 각각에 대한 3자극치의 합으로 된다.

$$\left. \begin{aligned} X_W &= X_R + X_G + X_B \\ Y_W &= Y_R + Y_G + Y_B \\ Z_W &= Z_R + Z_G + Z_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

R G B의 3자극치 X_R X_G X_B 와 Z_R Z_G Z_B 를 Y_R Y_G Y_B 로 나타내면 식(5)와 식 (6)으로 된다.

$$\left. \begin{aligned} X_R &= \frac{x_R}{y_R} Y_R \\ X_G &= \frac{x_G}{y_G} Y_G \\ X_B &= \frac{x_B}{y_B} Y_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_R &= \frac{1-x_R-y_R}{y_R} Y_R \\ Z_G &= \frac{1-x_G-y_G}{y_G} Y_G \\ Z_B &= \frac{1-x_B-y_B}{y_B} Y_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

식(5)와 식(6)을 식(4)에 대입하여 행렬식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} \dots\dots\dots (7)$$

$$\begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{pmatrix} \dots\dots\dots (8)$$

$$M = \begin{pmatrix} 0.67 & 0.21 & 0.14 \\ 0.33 & 0.71 & 0.08 \\ 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 0.00 & 0.08 & 0.78 \\ & 0.71 & 0.08 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 98.10 \\ 100.00 \\ 118.35 \end{pmatrix}$$

식(8)로부터 CRT의 3原色 Red, Green 그리고 Blue의 輝度 Y_R Y_G Y_B 가 구해지고, 여기

서 구해진값을 식(5)와 식(6)에 적용시키면, Table 2.와 같이 3원색의 3자극값이 구해진다.

Table 2. Three stimulus values of 3-color and standard white in NTSC

Color	X	Y	Z
Red	61.03	30.06	0.00
Green	17.29	58.47	6.59
Blue	20.07	11.47	111.83
Standard White	98.10	100.00	118.35

2.2 CRT의 入出力 特性

CRT의 입력레벨이 RGB의 8bit로 양자화되어 있는 디지털 데이터와 CIE1976 色度座 標와의 관계를 구하기 위해서는 CRT의 入出力特性이 필요하다. 컬러 모니터에서 색의 발광휘도는 형광체의 특성과 모니터의 입력레벨 그리고 입출력 특성에 관계된다.

일반적으로 입력레벨과 발광휘도는 직선관계가 아니며, 입력 레벨과 출력된 휘도를 2차식으로 근사시키면 식(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 L_R &= a_R R_{8bit}^2 + b_R R_{8bit} + c_R \\
 L_G &= a_G G_{8bit}^2 + b_G G_{8bit} + c_G \dots\dots\dots (9) \\
 L_B &= a_B B_{8bit}^2 + b_B B_{8bit} + c_B
 \end{aligned}$$

여기서 R_{8bit} , G_{8bit} , B_{8bit} 는 입력레벨로서 그 값이 0~255이고, L_R , L_G , L_B 는 R_{8bit} , G_{8bit} , B_{8bit} 각각의 형광체를 단독으로 발광시켰을때 색채휘도계(TOPCOM BM-7)로 측정된 휘도값이다. 그리고 a_i , b_i , c_i ($i=R, G, B$)는 출력휘도를 입력레벨로 2차 근사시킬 때의 계수다. 식(9)는 0~255로 양자화된 R_{8bit} , G_{8bit} , B_{8bit} 의 값으로 휘도값 L_R , L_G , L_B 로 나타내는 식이다. 한편 모니터에서 발광한 임의의 색광 C의 3자극치를 X , Y , Z 라 할때, 표준백색의 3자극치를 표시한 식(4)로부터 임의의 색 C에대한 이들의 관계는 식(10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X &= X_R + X_G + X_B \\
 Y &= Y_R + Y_G + Y_B \dots\dots\dots (10) \\
 Z &= Z_R + Z_G + Z_B
 \end{aligned}$$

식(10)에서 임의의 색광 C의 3자극치를 휘도값 Y_R , Y_G , Y_B 의 변수로 나타내면

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} \dots\dots\dots (11)$$

로 되고, 여기서 변환 매트릭스 A 는 식(12)와 같다.

$$A = \begin{pmatrix} \frac{X_R}{Y_R} & \frac{X_G}{Y_G} & \frac{X_B}{Y_B} \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{Z_R}{Y_R} & \frac{Z_G}{Y_G} & \frac{Z_B}{Y_B} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (12)$$

한편, $L_i = Y_i$ ($i=R, G, B$)이므로 식(11)은 다음의 식(13)과 같이 표현할 수도 있다. 즉 모니터에서 발광하는 임의의 색광C의 3자극치 X, Y, Z 는 모니터의 입력레벨인 R_{8bit}, G_{8bit} 그리고 B_{8bit} 로 표현할 수 있음을 알 수 있다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} \dots\dots\dots (13)$$

2.3 변환 매트릭스 A 의 결정

식(13)의 L_R, L_G, L_B 는 식(1)에서 알 수 있듯이 8bit로 양자화된 R_{8bit}, G_{8bit} 그리고 B_{8bit} 로 결정되므로, 변환매트릭스 A 의 요소인 (X_R, X_G, X_B) 와 (Z_R, Z_G, Z_B) 를 구하면된다. 모니터에서 발광하는 임의의 색 C 에 대한 3자극치중 X_i 와 Z_i ($i=R, G, B$)는 식(5)와 식(6)과 같이 색채 휘도계로 측정되는 휘도값 Y_i 로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} X_R &= a_{XR} Y_R + b_{XR} \\ X_G &= a_{XG} Y_G + b_{XG} \dots\dots\dots (14) \\ X_B &= a_{XB} Y_B + b_{XB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_R &= a_{ZR} Y_R + b_{ZR} \\ Z_G &= a_{ZG} Y_G + b_{ZG} \dots\dots\dots (15) \\ Z_B &= a_{ZB} Y_B + b_{ZB} \end{aligned}$$

식(10)에 식(14)와 식(15)를 대입하여 매트릭스로 표시하면,

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_R + X_G + X_B \\ Y_R + Y_G + Y_B \\ Z_R + Z_G + Z_B \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} A_{11}Y_R + A_{12}Y_G + A_{13}Y_B + C_X \\ A_{21}Y_R + A_{22}Y_G + A_{23}Y_B + C_Y \\ A_{31}Y_R + A_{32}Y_G + A_{33}Y_B + C_Z \end{pmatrix} \\
 &= A \begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C_X \\ C_Y \\ C_Z \end{pmatrix} \dots\dots\dots (16)
 \end{aligned}$$

로 되고, 매트릭스 A는 식(17)과 같다.

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (17)$$

그러나 CRT로 재현된 색을 볼때, 주위의 광원이 없는 암실의 경우는 식(16)으로 나타낼 수 있으나, 실험실 환경이 밝은 경우는 모니터의 입력레벨이 0일때의 3자극치인 X_0 Y_0 Z_0 를 보 상해 주어야 한다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C_X \\ C_Y \\ C_Z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (18)$$

3. 實驗結果 및 考察

3.1 實驗條件

3.1.1. CRT Calibulation

CRT종류 : Nanao FlexScan 56T

Luminance Max : 100%

Contrast Max : 100%

Color : Red Cutoff 64% Gain 80%

Green Cutoff 23% Gain 78%

Blue Cutoff 20% Gain 65%

3.1.2. Adobe Photoshop의 CRT Setup

Gamma : 1.80

White Point : C Illuminant (x:0.3101, y:0.3162)

Phosphors : NTSC

(xr=0.64 yr=0.33)

(xg=0.29 yg=0.71)

(xb=0.14 yb=0.08)

Ambinet : Low

3.1.3. Color Patch

Size : 255 X 255 Pixels

Type : G0B0R0

...

G100B100R100

...

G225B225R225

3.1.4. TOPCOM BM-7 Setup

Model : x, y, L

Angle of vision : 2 degrees.

Distance between monitor and BM-7 lens : 65 Cm.

3.1.5. Way of measure

Dark Room

Adobe Photoshop Grey Background.

Mean of 4~5 measures.

3.2 實驗結果

3.2.1. CRT의 入出力特性

CRT의 입력 레벨에 대한 CRT에 재현되는 임의의 색에대한 3자극치의 관계를 알기 위해서

컬러 패치를 Adobe PhotoShop에서 작성하였다. 시험용 컬러 패치는 R, G, B의 입력 레벨을 0~255까지 변화시켜 작성하였고, 작성한 컬러 패치를 TOPCON BM-7으로 측정된 CIE-xy좌표값과 휘도값 Y_i 는 Table 3과 같다.

Table 3-1에서 Table 3-3의 값을 Plot한 것이 Fig.1의 점선이고, 이들 데이터를 근거로 R, G, B의 입력 레벨에 대한 휘도값 Y_R Y_G Y_B 값을 2차함수로 근사한 그래프가 Fig. 1의 실선이다. CRT의 입력 레벨에 대한 CRT의 출력 휘도값을 2차함수로 근사했을 때의 계수값은 Table 4와 같다.

Table 3-1. x, y, L values of R0 to R255

R G B	x	y	L	Remarks
R00G0B0	0.3225	0.2955	3.869	
R010G0B0	0.3771	0.3052	4.864	
R020G0B0	0.4112	0.3121	5.770	
R030G0B0	0.3487	0.3173	6.725	
R040G0B0	0.4611	0.3219	7.768	
R050G0B0	0.4796	0.3256	8.860	
R060G0B0	0.4953	0.3260	10.11	
R070G0B0	0.5148	0.3280	11.17	
R080G0B0	0.5248	0.3285	12.41	
R090G0B0	0.5338	0.3390	13.77	
R100G0B0	0.5423	0.3313	14.98	
R110G0B0	0.5488	0.3331	16.39	
R120G0B0	0.5550	0.3344	17.87	
R130G0B0	0.5599	0.3360	19.46	
R140G0B0	0.5643	0.3371	20.93	
R150G0B0	0.5684	0.3380	22.53	
R160G0B0	0.5718	0.3390	24.18	
R170G0B0	0.5752	0.3398	25.89	
R180G0B0	0.5781	0.3405	27.63	
R190G0B0	0.5807	0.3411	29.37	
R200G0B0	0.5830	0.3418	31.17	
R210G0B0	0.5854	0.3422	33.02	
R220G0B0	0.5874	0.3428	34.94	
R230G0B0	0.5891	0.3433	36.83	
R240G0B0	0.5909	0.3436	38.68	
R250G0B0	0.5977	0.3395	40.66	
R255G0B0	0.5981	0.3401	41.78	
White	0.3146	0.3331	163.7	

Table 3-2. x, y, L values of G0 to G255

R G B	x	y	L	Remarks
R0G000B0	0.3225	0.2955	3.869	
R0G010B0	0.3129	0.3896	7.329	
R0G020B0	0.3099	0.4350	10.39	
R0G030B0	0.3073	0.4645	13.58	
R0G040B0	0.3045	0.4848	17.01	
R0G050B0	0.3020	0.4941	20.53	
R0G060B0	0.3020	0.5136	24.27	
R0G070B0	0.3008	0.5239	28.16	
R0G080B0	0.2999	0.5318	32.08	
R0G090B0	0.2991	0.5383	36.30	
R0G100B0	0.3024	0.5429	40.31	
R0G110B0	0.3016	0.5478	44.61	
R0G120B0	0.3009	0.5521	49.06	
R0G130B0	0.3002	0.5553	53.75	
R0G140B0	0.2995	0.5581	58.11	
R0G150B0	0.2987	0.5609	62.80	
R0G160B0	0.2979	0.5633	67.70	
R0G170B0	0.2976	0.5649	72.51	
R0G180B0	0.2968	0.5671	77.62	
R0G190B0	0.2965	0.5685	82.62	
R0G200B0	0.2960	0.5699	87.43	
R0G210B0	0.2953	0.5714	92.64	
R0G220B0	0.2950	0.5726	97.95	
R0G230B0	0.2947	0.5734	102.90	
R0G240B0	0.2944	0.5743	108.0	
R0G250B0	0.2941	0.5751	112.90	
R0G255B0	0.2940	0.5756	115.8	
White	0.3146	0.3331	163.7	

Table 3-3. x, y, L values of B0 to B255

R G B	x	y	L	Remarks
R0G0B000	0.3225	0.2955	3.869	
R0G0B010	0.2687	0.2208	4.201	
R0G0B020	0.2421	0.1905	4.483	
R0G0B030	0.2274	0.1696	4.776	
R0G0B040	0.2166	0.1555	5.097	
R0G0B050	0.2075	0.1441	5.419	
R0G0B060	0.2000	0.1337	5.760	
R0G0B070	0.1939	0.1255	6.111	
R0G0B080	0.1877	0.1162	6.462	
R0G0B090	0.1837	0.1106	6.862	
R0G0B100	0.1806	0.1063	7.212	
R0G0B110	0.1777	0.1025	7.612	
R0G0B120	0.1753	0.0990	8.021	
R0G0B130	0.1731	0.0959	8.450	
R0G0B140	0.1713	0.0935	8.850	
R0G0B150	0.1697	0.0911	9.279	
R0G0B160	0.1683	0.0893	9.737	
R0G0B170	0.1670	0.0873	10.18	
R0G0B180	0.1658	0.0857	10.62	
R0G0B190	0.1648	0.0843	11.09	
R0G0B200	0.1638	0.0083	11.55	
R0G0B210	0.1630	0.0817	12.03	
R0G0B220	0.1610	0.0752	12.51	
R0G0B230	0.1605	0.0745	12.99	
R0G0B240	0.1599	0.0738	13.48	
R0G0B250	0.1594	0.0733	13.98	
R0G0B255	0.1591	0.0730	14.27	
White	0.3146	0.3331	163.7	

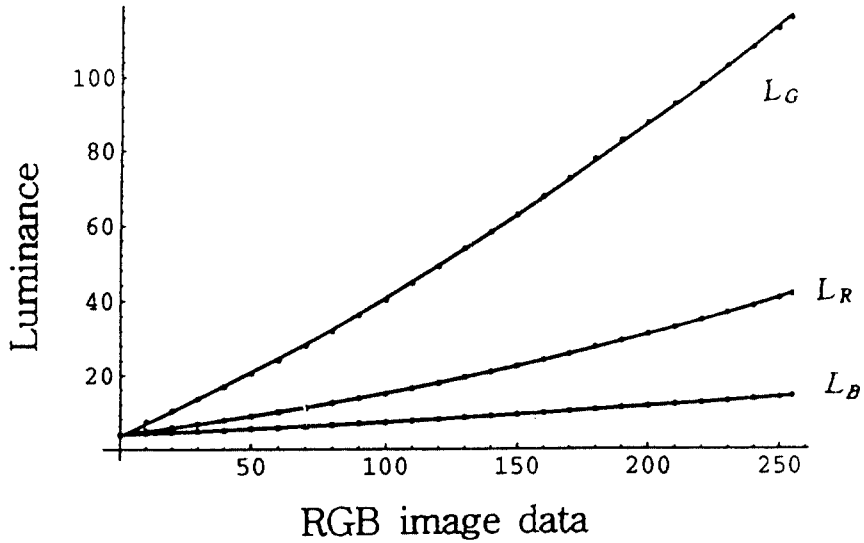


Fig. 1 Input-output characteristic of the color mointor

Table 4. Coefficient values of Eq.(9)

Coefficient	Values
a_R	2.34×10^{-4}
b_R	8.95×10^{-2}
c_R	3.83
a_G	4.55×10^{-4}
b_G	3.27×10^{-1}
c_G	3.40
a_B	4.53×10^{-5}
b_B	2.93×10^{-2}
c_B	3.86

3.2.2. 變換 메트릭스 A의 決定

식(14), 식(15)에서와 같이 CRT에 표시되는 임의의 색에 대한 3자극치 $X_R X_G X_B$ 및 $Z_R Z_G Z_B$ 를 휘도값 $Y_R Y_G Y_B$ 로 계산한 값이 Table 5-1~Table 5-3이고, 이들 데이터를 Y_i

에 대해서 Plot 한 것이 Fig. 2와 Fig. 3의 점선이다. Fig. 2와 Fig. 3의 점선 그래프를 Y_i 에 대해서 1차 근사한 것이 Fig. 2와 Fig. 3의 실선이다. 식(14)와 식(15)의 계수값은 각각 Table 6과 Table 7과 같다.

Table 5-1. X_R and Z_R values of $Y_R(L_R)$

R G B	Y_R	X_R	Z_R	Remarks
R000G0B0	3.869	4.22	5.00	
R010G0B0	4.864	6.00	5.06	
R020G0B0	5.770	7.60	5.12	
R030G0B0	6.725	9.30	5.17	
R040G0B0	7.768	11.13	5.24	
R050G0B0	8.860	11.05	5.30	
R060G0B0	10.11	15.21	5.49	
R070G0B0	11.17	17.53	5.35	
R080G0B0	12.41	19.83	5.54	
R090G0B0	13.77	22.21	5.63	
R100G0B0	14.98	24.52	5.72	
R110G0B0	16.39	27.00	5.81	
R120G0B0	17.87	29.66	5.91	
R130G0B0	19.46	32.43	6.03	
R140G0B0	20.93	35.04	6.12	
R150G0B0	22.53	37.89	6.24	
R160G0B0	24.18	40.79	6.36	
R170G0B0	25.89	43.83	6.48	
R180G0B0	27.63	46.91	6.61	
R190G0B0	29.37	50.00	6.73	
R200G0B0	31.17	53.17	6.86	
R210G0B0	33.02	56.49	6.99	
R220G0B0	34.94	59.87	7.11	
R230G0B0	36.83	63.20	7.25	
R240G0B0	38.68	66.52	7.37	
R250G0B0	40.66	70.64	6.89	
R255G0B0	41.78	72.64	7.03	

Table 5-2. X_G and Z_G values of $Y_G(L_G)$

R G B	Y_G	X_G	Z_G	Remarks
ROG000B0	3.869	4.22	5.00	
ROG010B0	7.329	5.89	5.60	
ROG020B0	10.39	7.40	6.09	
ROG030B0	13.58	8.98	6.67	
ROG040B0	17.01	10.68	7.39	
ROG050B0	20.53	12.55	8.47	
ROG060B0	24.27	14.27	8.71	
ROG070B0	28.16	16.19	9.47	
ROG080B0	32.08	18.15	10.09	
ROG090B0	36.30	20.28	10.85	
ROG100B0	40.31	22.30	11.63	
ROG110B0	44.61	24.48	12.35	
ROG120B0	49.06	26.74	13.06	
ROG130B0	53.75	29.06	13.99	
ROG140B0	58.11	31.18	14.83	
ROG150B0	62.80	33.44	15.72	
ROG160B0	67.70	35.80	16.68	
ROG170B0	72.51	38.20	17.65	
ROG180B0	77.62	40.62	18.63	
ROG190B0	82.62	43.09	19.62	
ROG200B0	87.43	45.41	20.57	
ROG210B0	92.64	47.88	21.61	
ROG220B0	97.95	50.46	22.65	
ROG230B0	102.90	52.89	23.67	
ROG240B0	108.00	55.36	24.69	
ROG250B0	112.90	57.74	25.68	
ROG255B0	115.80	59.15	26.23	

Table 5-3. X_B and Z_B values of $Y_B(L_B)$

R G B	Y_B	X_B	Z_B	Remarks
ROG0B000	3.869	4.22	5.00	
ROG0B010	4.201	5.11	9.71	
ROG0B020	4.483	5.70	13.35	
ROG0B030	4.776	6.40	16.98	
ROG0B040	5.097	7.08	20.60	
ROG0B050	5.419	7.80	24.38	
ROG0B060	5.760	8.62	28.70	
ROG0B070	6.111	9.44	33.14	
ROG0B080	6.462	10.44	38.71	
ROG0B090	6.862	11.40	43.78	
ROG0B100	7.212	12.25	48.38	
ROG0B110	7.612	13.20	53.45	
ROG0B120	8.021	14.20	58.80	
ROG0B130	8.450	15.25	64.41	
ROG0B140	8.850	16.21	69.59	
ROG0B150	9.279	17.28	75.29	
ROG0B160	9.737	18.35	80.95	
ROG0B170	10.18	19.47	86.96	
ROG0B180	10.62	20.55	92.75	
ROG0B190	11.09	21.68	98.78	
ROG0B200	11.55	22.79	104.81	
ROG0B210	12.03	24.00	111.22	
ROG0B220	12.51	26.78	127.06	
ROG0B230	12.99	27.99	133.39	
ROG0B240	13.48	29.21	139.97	
ROG0B250	13.98	30.40	146.34	
ROG0B255	14.27	31.30	150.11	

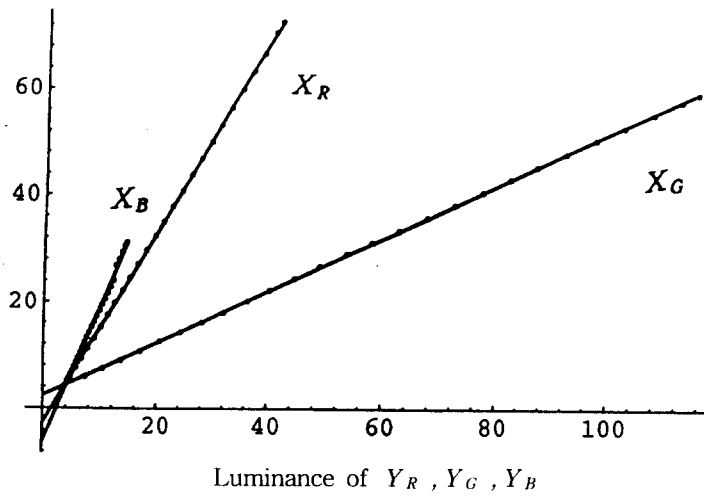


Fig. 2. $X_i - Y_i$ characteristic

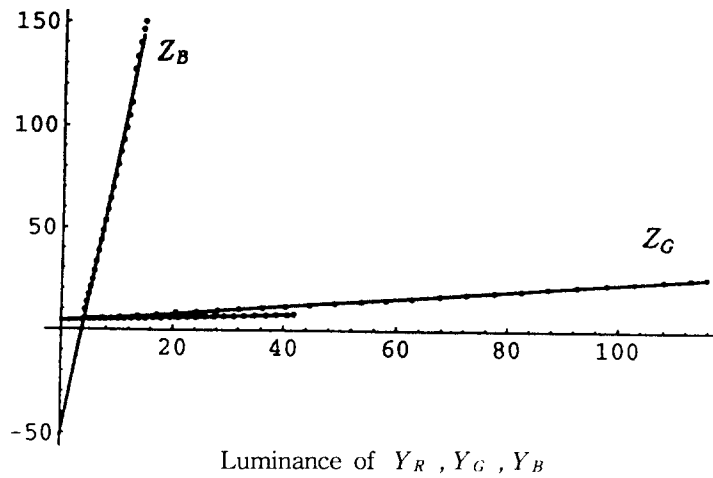


Fig. 3. $Z_i - Y_i$ characteristic

Table 6. Coefficient values of Eq.(14)

Coefficient	Values	Coefficient	Values
a_{XR}	1.80512	b_{XR}	-2.78441
a_{XG}	0.491293	b_{XG}	2.42985
a_{XB}	2.57423	b_{XB}	-6.21298

Table 7. Coefficient values of Eq.(15)

Coefficient	Values	Coefficient	Values
a_{ZR}	0.0691423	b_{ZR}	4.69504
a_{ZG}	0.189055	b_{ZG}	4.07985
a_{ZB}	13.8712	b_{ZB}	-51.1752

3.2.3. 컬러 패치의 色差

CRT입력신호 레벨에 의해 표현되는 3자극치 X, Y, Z는 식(18)과 같고, 이식의 타당성을 확인하기 위해서 본 연구실에서 작성된 피부색 컬러패치를 CRT상에 디스플레이 시켜서 색채계로 측정된 후, 이들간의 색차를 구한 값이 Table 8이며, Table 8의 데이터를 Fig.5에 나타내었다. 문헌에 의하면 색차 ΔE_{ab} 가 2.5이상이면 일반적으로 사람이 색차를 감지하게 되며, 색의 전문가는 약 1.2정도에서도 색차의 감지가 가능하다고 한다.

Table 8에서 나타난 바와 같이 식(18)에 의해 구한 3자극치와 실측한 3자극치의 색차 ΔE_{ab} 의 최고값이 2.25로 일반적으로 사람이 느낄 수 없는 정도의 범위로 나타났다.

Table 8. Color difference between measured and calculated values of skin color.

Sample No	Color Difference ΔE_{ab}	Remarks
252	1.69	
262	1.12	
272	1.02	
282	1.08	
552	2.25	
562	2.23	
572	2.05	
582	1.55	
752	2.13	
762	1.61	
772	1.42	
782	1.38	

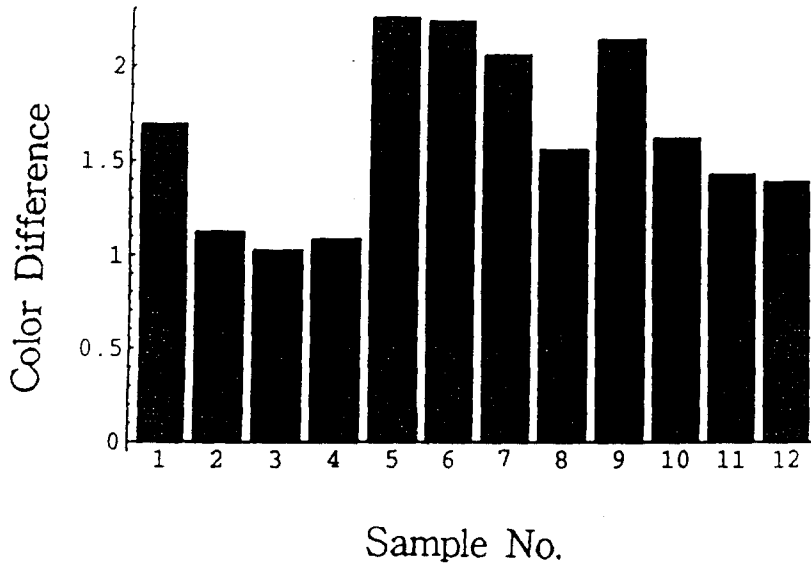


Fig. 4 Color difference between measured value and calculated value.

4. 結 論

인쇄산업의 Pre-Press 분야에서 DTP의 활용도가 증가되고 있으며, 특히 CRT에 재현된 컬러 화상이 인쇄물 결과의 컬러 화상과 일치하는 Color-DTP가 요구되고 있는 실정이다. 여기서는 CRT에 색을 재현하기 위해 각각 8bit(0~255)씩 양자화된 RGB입력신호를 CIELab 색도좌표로 표현하는 한 방법에 관해서 서술하였다. 방법의 타당성을 밝히기 위해서 동양인의 피부색 컬러패치를 CRT에 디스플레이하여 색채계로 측정된 값과 RGB 입력신호로부터 CIELab 컬러 시스템으로 변환한 값의 색차를 구했으며, 이들 색차들은 일반사람이 감지할 수 없는 색차 2.5 이내에 산포해 있음을 확인하였다.

RGB 화상데이터만을 이용한 X, Y, Z 3자극치의 표현은 Color DTP 시스템의 실현뿐만 아니라, Photo CD와 같이 인쇄용 화상입력장치에 독립인 컬러화상을 인쇄용 화상데이터인 Y, M, C, Bk로의 색변환에 많이 이용되리라 사려된다.

參 考 文 獻

1. S.C.Ahn, J.B.Choi, J.W.Kim, "A study on the compute simulation of the multi-color printing adapted process ink characterristics." KPS, Vol. 12, No. 1, pp. 69~79, (1994)
2. Paula J.Alessi, "CIE Guidelines for Coordinated Research on Evaluation of Color Appearance Modelsfor Reflection Print and Selfluminous Display Image Comparisons.", COLOR research and application, Vol. 19, No. 1, pp. 48~58, (1994)
3. Mark D. Fairchild, "Visual Evaluation and Evolution of the RLAB Color Space.", IS&T and SID's 2nd Color Imaging Conference, pp. 9~13, (1994)

요 약

화상 시스템의 놀라운 출현은 하드카피와 소프트 카피의 색재현 비교에 큰 도움이 되었다. 프리프레스 산업은 소프트 교정장치인 CRT를 사용하여 최종 인쇄된 화상을 얻기 전에 색교정과 색 변화를 미리 할 수 있다. 칼라 DTP 시스템은 CRT화상과 인쇄물의 화상사이에 정확한 화상 맞춤이 요구된다. 칼라 DTP를 발전시키기 위해서는 CRT 교정과 CRT 색변형을 CIE 칼라 시스템으로 변환할 필요가 있다. 본 논문에서는 CRT 색상을 재현하기 위해 RGB 화상 데이터를 이용하여 CIE Lab 칼라 시스템으로 변환하는 방법을 서술하였다.

실험 결과, 서술한 방법은 칼라 화상 맞춤에 유용한 것으로 밝혀졌다.