

# 표준 디스플레이를 이용한 OLED의 색재현성 모델링<sup>†</sup>

## (Color Reproduction Modeling of OLED using Standard RGB Display)

김 은 수\*, 이 승 익\*\*, 박 경 남\*\*\*

(Eun-Su Kim, Seung-Ik Lee, and Kyung-Nam Park)

**요 약** 본 논문은 표준 디스플레이를 이용한 OLED의 색재현성 모델링을 제안한다. 비표준 RGB 디스플레이의 종류는 매우 다양하게 있으며, 그 색 재현 특성은 삼원색 좌표와 기준 백색 좌표 등 여러 가지 요인에 의해서 다르게 나타난다. 본 논문에서는 변환 매트릭스를 이용하여 OLED 디스플레이의 색 재현 특성을 표준 디스플레이에 재현할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 본 연구에서 제안된 알고리즘을 이용하면, 색 재현 특성을 사전에 시뮬레이션으로 확인할 수 있으므로, 기존 디스플레이의 성능 향상이나, 새로운 디스플레이를 개발할 때 매우 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

**핵심주제어** : 표준 디스플레이, 색 재현, 유기 전계발광 디스플레이

**Abstract** This paper proposed the color reproduction modeling of OLED using standard RGB display. The kinds of non-standard RGB displays are various. And color reproduction of non-standard RGB displays is different by chromaticities of primaries and reference white etc. In this paper, we proposed algorithm that made OLED display's color reproduction to standard CRT monitor using conversion matrix. If using the algorism that is proposed in this paper, we can confirm the reproduced color characteristics to simulation beforehand and improve the performance of existing display. when developing new display, we are expected to be used very usefully.

**Key Words** : Standard display, Color reproduction, OLED

### 1. 서 론

CRT 디스플레이의 단점을 보완하기 위해 등장한 평판 디스플레이 (flat panel display, FPD)에는 플랫 폴디드 빔 (flat folded-beam) CRT, 액정 디스플레이 (liquid crystal display, LCD), 플라즈마 디스플레이

패널 (plasma display panel, PDP), 유기 전계발광 디스플레이 (organic electroluminescent display, OLED), 및 전계방출 디스플레이 (field emission display, FED)등이 있다. 이들 제품들은 나름대로의 장단점을 지니며, 현재 상품화 되었거나 개발 중에 있다[1]-[3]. 특히 OLED의 경우 이미 상품화 되어 있으나, 색 재현 성능을 개선시키기 위한 연구는 계속되고 있다. 새로운 디스플레이를 개발할 경우나, 색 재현 성능 향상을 위한 삼원색의 특성을 변경하는 경우, 사전에 색

\* 선문대학교 전자공학과, 제1저자

\*\* 연암공업대학 스마트융합학부, 제2저자

\*\*\* 나사렛대학교 멀티미디어학과, 교신저자

재현 특성을 모델링 해본다면, 디스플레이의 개발에 많은 도움을 줄 것으로 기대된다.

본 논문에서는 성능 향상을 위해서 새로이 개발할 RGB 디스플레이의 색재현 특성을 표준 CRT 디스플레이 상에서 모델링할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 디스플레이를 개발할 때 색 재현 특성을 미리 알 수 있을 뿐만 아니라, 기준 백색 설정 및 변경에 따른 디스플레이의 색 재현 성능도 검증할 수 있다. 또한, 콘트라스트 및 휘도 등을 예측하여 디스플레이의 개발 방향을 올바르게 설정할 수 있을 것이다.

## 2. 본 론

### 2.1 디스플레이의 색 재현 방법[4]-[8]

원하는 색을 디스플레이 상에 재현하기 위해서는 CIE XYZ 시스템으로부터 컬러 디스플레이의 RGB 시스템으로의 변환 방법이 필요하다. <그림 1>에서와 같이 원 영상의 스펙트럼 분포를  $S(\lambda)$  라고 했을 때, 그 삼자극치 (tristimulus)  $X_S, Y_S, Z_S$  는

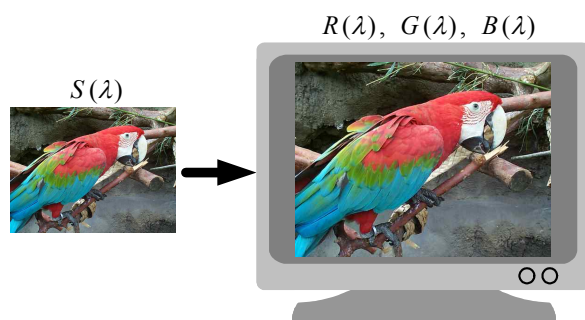
$$\begin{aligned} X_S &= \int S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, \\ Y_S &= \int S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, \\ Z_S &= \int S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda. \end{aligned} \quad (1)$$

와 같다. 여기서  $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$  는 CIE의 1931 표준 관찰자 (standard observer)의 컬러 매칭 함수 (color matching function, CMF)를 나타낸다[4]-[6].

또한 컬러 디스플레이의 RGB 삼원색의 스펙트럼 분포를 각각  $R(\lambda), G(\lambda), B(\lambda)$  로 두면, 디스플레이 상에 재현된 RGB 삼원색의 디스플레이 삼자극치  $X_d, Y_d, Z_d$  는

$$\begin{aligned} X_d &= \int [R(\lambda) + G(\lambda) + B(\lambda)] \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ &= X_{Rd} + X_{Gd} + X_{Bd}, \\ Y_d &= \int [R(\lambda) + G(\lambda) + B(\lambda)] \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ &= Y_{Rd} + Y_{Gd} + Y_{Bd}, \\ Z_d &= \int [R(\lambda) + G(\lambda) + B(\lambda)] \bar{z}(\lambda) d\lambda \\ &= Z_{Rd} + Z_{Gd} + Z_{Bd} \end{aligned} \quad (2)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서  $X_{id}, Y_{id},$  및  $Z_{id}$  ( $i = R, G, B$ ) 는 RGB 삼원색에 대한 디스플레이 삼자극치 XYZ 이다.



<그림 1> 원 영상과 표준 디스플레이 상에 재현된 영상

위 식 (1)에 나타낸 원 영상을 식 (2)의 디스플레이에 재현하게 되면 등색조건이 이루어짐으로 다음 식이 만족하게 된다.

$$\begin{aligned} X_S &= X_d = X_{Rd} + X_{Gd} + X_{Bd}, \\ Y_S &= Y_d = Y_{Rd} + Y_{Gd} + Y_{Bd}, \\ Z_S &= Z_d = Z_{Rd} + Z_{Gd} + Z_{Bd}. \end{aligned} \quad (3)$$

그리고, RGB 삼원색 각각의 XYZ 삼자극치의 합을 각각  $T_R, T_G,$  및  $T_B$  라고 하면

$$T_B = X_{Rd} + Y_{Bd} + Z_{Bd} \quad (4)$$

와 같이 되고, 디스플레이의 삼자극치  $X_d, Y_d, Z_d$  는 각각 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} X_d &= x_R T_R + x_G T_G + x_B T_B, \\ Y_d &= y_R T_R + y_G T_G + y_B T_B, \\ Z_d &= z_R T_R + z_G T_G + z_B T_B. \end{aligned} \quad (5)$$

여기서  $x_i, y_i, z_i$  ( $i = R, G, B$ ) 는 RGB 삼원색의  $xyz$  좌표이다. 또한  $T_R, T_G$ , 및  $T_B$  를 디스플레이의 입력신호  $RGB$  로 나타내면

$$T_B = K_{Bd} B \quad (6)$$

이 된다. 여기서  $K_{Rd}, K_{Gd}$  및  $K_{Bd}$  는 각각의 디스플레이의 **RGB** 채널 이득 (channel gain)에 의해 결정되는 상수이다. 따라서 디스플레이상에 재현된 RGB 삼원색의 디스플레이 자극치  $X_d, Y_d, Z_d$  는 각각 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} X_d &= x_R K_{Rd} R + x_G K_{Gd} G + x_B K_{Bd} B \\ Y_d &= y_R K_{Rd} R + y_G K_{Gd} G + y_B K_{Bd} B \\ Z_d &= z_R K_{Rd} R + z_G K_{Gd} G + z_B K_{Bd} B \end{aligned} \quad (7)$$

식 (7)을 행렬 형태로 표현하면

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{Rd} & 0 & 0 \\ 0 & K_{Gd} & 0 \\ 0 & 0 & K_{Bd} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

로 나타낼 수 있다. 따라서 등색이 되는  $RGB$  자극치는 식 (8)로부터 다음과 같이 역행렬로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{Rd} & 0 & 0 \\ 0 & K_{Gd} & 0 \\ 0 & 0 & K_{Bd} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix} \quad (9)$$

한편, 식 (7)에서  $R = G = B = 1$  일 때( $RGB$  각의 입력 신호가 100%일 때), 기준 백색의 색좌표

$(x_W, y_W, z_W)$ 가 되도록 채널 이득  $K_{Rd}, K_{Gd}, K_{Bd}$  를 결정하고, 이 때  $Y_W$ 로 정규화 하면 위 식 (7)은

$$\begin{aligned} \frac{X_W}{Y_W} &= (x_R K_{Rd} + x_G K_{Gd} + x_B K_{Bd}) \frac{1}{Y_W} \\ &= \frac{X_W}{T} \cdot \frac{T}{Y_W} = \frac{x_W}{y_W}, \\ \frac{Y_W}{Y_W} &= (x_R K_{Rd} + x_G K_{Gd} + x_B K_{Bd}) \frac{1}{Y_W} \\ &= 1, \\ \frac{Z_W}{Y_W} &= (x_R K_{Rd} + x_G K_{Gd} + x_B K_{Bd}) \frac{1}{Y_W} \\ &= \frac{Z_W}{T} \cdot \frac{T}{Y_W} = \frac{z_W}{y_W} \end{aligned} \quad (10)$$

으로 나타낼 수 있으며, 이를 행렬 형태로 표현하면

$$\begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{Rd} \\ K_{Gd} \\ K_{Bd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_W / y_W \\ 1 \\ z_W / y_W \end{bmatrix} \quad (11)$$

이 되고, 식 (11)에서  $K_{Rd}, K_{Gd}, K_{Bd}$  로 나타내면 다음과 같이 된다.

$$\begin{bmatrix} K_{Rd} \\ K_{Gd} \\ K_{Bd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_W / y_W \\ 1 \\ z_W / y_W \end{bmatrix} \quad (12)$$

한편, 디스플레이 삼원색 **RGB**의 색좌표와 휘도가 주어졌을 때 변환되는 식은 다음과 같이 구해진다. 먼저,  $R = G = B = 1$  일 때 자극치의 최대값을  $X_{imax}, Y_{imax}, Z_{imax}$  ( $i = R, G, B$ ) 라고 하면, 식 (4)와 식 (5)로부터

$$\begin{aligned}
X_{i\max} &= x_i \frac{Y_i}{y_i}, \\
Y_{i\max} &= Y_i, \\
Z_{i\max} &= (1 - x_i - y_i) \frac{Y_i}{y_i}
\end{aligned} \tag{13}$$

가 된다. 그리고 디스플레이의 입력신호  $RGB$ 로부터  $X, Y, Z$  삼자극치로의 변환은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_D = M V \tag{14}$$

$$T_D = \begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, M = \begin{bmatrix} X_{R\max} & X_{G\max} & X_{B\max} \\ Y_{R\max} & Y_{G\max} & Y_{B\max} \\ Z_{R\max} & Z_{G\max} & Z_{B\max} \end{bmatrix} \tag{15}$$

마지막으로 식 (8)과 식 (14)로부터  $K_{Rd}, K_{Gd}$ , 및  $K_{Bd}$  를 구하면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} K_{Rd} & 0 & 0 \\ 0 & K_{Gd} & 0 \\ 0 & 0 & K_{Bd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_{R\max} & X_{G\max} & X_{B\max} \\ Y_{R\max} & Y_{G\max} & Y_{B\max} \\ Z_{R\max} & Z_{G\max} & Z_{B\max} \end{bmatrix} \tag{16}$$

표준 디스플레이 상에서 원 영상과 동일한 색을 재현하기 위해서는 원 영상의 색 자극치와 동일한 색 자극치를 디스플레이 상에 재현하면 된다. 그러므로 원 영상의 자극치  $XYZ$ 로부터 디스플레이 삼원색의 색 좌표와 채널 이득으로 이루어진 변환 행렬을 이용하여 등색 재현을 위한 입력신호  $RGB$ 를 구함으로써 원 영상의 색과 동일한 색을 재현할 수 있다[4]-[7].

## 2.2 표준 디스플레이상에서의 비표준 OLED 디스플레이의 색재현 모델링

표준 디스플레이에 대한 기준 백색과 삼원색의 색

좌표가 주어질 때, 주어진 원 영상의 색 자극치  $X, Y, Z$ 로부터 입력 신호  $R, G$ , 및  $B$ 로의 변환 관계식은 식(14)로부터 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$T_S = M_S V_S \tag{17}$$

여기서  $T_S$ 는 원 영상의  $XYZ$  삼자극치 행렬이고,  $M_S$ 는 표준 삼원색의 색 좌표와 휘도에 의해 결정되는 행렬이며,  $V_S$ 는 원 영상의  $R, G$ , 및  $B$  각각의 전압신호에 해당하는  $RGB$  행렬이다.

마찬가지로 비표준 디스플레이의 삼원색 좌표 값과 설정된 휘도 값이 주어질 때, 전압 신호  $RGB$ 로부터 색 자극치  $X, Y$ , 및  $Z$ 로의 변환 관계는 식 (14)로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_D = M_D V \tag{18}$$

여기서  $T_D$ 는 비표준 RGB 디스플레이 상에 재현된 영상의  $XYZ$  삼자극치 행렬이고,  $M_D$ 는 디스플레이의 삼원색 색 좌표와 설정된 휘도에 의해 결정되는 행렬이며,  $V$ 는 비표준 RGB 디스플레이의 입력 전압 신호인  $RGB$  행렬이다.

한편 디스플레이 상에 재현된 영상이 원 영상과 측색적으로 동일하게 되기 위해서는 색 자극치가 같아야 한다. 즉,  $T_D = T_S$ 의 조건을 만족하여야 한다. 그러나 표준과 다른 삼원색 및 휘도를 가진 비표준 RGB 디스플레이의 변환 행렬  $M_D$ 는 표준 디스플레이 변환 행렬  $M_S$ 와 서로 다르므로 상기의 조건을 만족할 수 없다. 따라서 비표준 디스플레이 상에서 재현 영상과 표준 디스플레이 상에서 재현되는 색 자극치가 동일하게 되기 위한 조건  $T_D = T_S$ 를 만족하기 위해서는 다음 식이 만족해야 한다.

$$V_S = M_S^{-1} M_D V \tag{19}$$

따라서 디스플레이에서 색 재현시 원 영상과 동일한 색도 좌표를 얻기 위한 변환 행렬로부터 각각의 입력 전압 신호에 대하여 식 (15)을 사용하여 표준 디스플레이 상에 색 재현 특성을 모델링할 수가 있다.

한편, 비표준 RGB 디스플레이에서의 기준백색을 다르게 해야 하는 경우가 있다. 기준백색을 신호상에서 변경하기 위해서는 RGB 각 신호레벨에 필요한 이득  $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$  을 곱해 주어야 한다. 따라서 식(18)로부터 RGB에 대한 이득을 곱하게 되면 디스플레이 되는 XYZ 삼자극치는

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_{Rd} & 0 & 0 \\ 0 & K_{Gd} & 0 \\ 0 & 0 & K_{Bd} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} k_R & 0 & 0 \\ 0 & k_G & 0 \\ 0 & 0 & k_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (20)$$

로 나타낼 수 있다. 식 (20)에서  $R = G = B = 1$  일 때,  $X_d = X_w$ ,  $Y_d = Y_w$ ,  $Z_d = Z_w$  가 되므로, RGB 각 신호레벨에 필요한 이득  $k_R$ ,  $k_G$ ,  $k_B$  는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} k_R \\ k_G \\ k_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{Rd} & 0 & 0 \\ 0 & K_{Gd} & 0 \\ 0 & 0 & K_{Bd} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} \quad (21)$$

### 2.3 비표준 OLED 디스플레이 색재현 모델링에 대한 실험 및 고찰

실험에 사용된 디스플레이에는 여러 가지 비표준 디스플레이 중 OLED 디스플레이의 데이터를 사용하였다. 실측한 OLED 디스플레이의 삼원색의 색좌표와 휘도는 <표 1>에 나타내었다.

실험에 사용한 비표준 디스플레이인 OLED의 입력 신호  $R$ ,  $G$ ,  $B$  값에 대한 삼자극치  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  로의 변환은 식(13)과 <표 1>을 사용하여

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ Z_d \end{bmatrix} = M_D \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 27.20 & 26.45 & 21.13 \\ 13.60 & 48.90 & 17.40 \\ 4.53 & 4.81 & 85.76 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (22)$$

로 나타낼 수 있다. 한편, 실험에 사용한 표준 디스플레이로는 Sony사의 CPD-G500을 사용하였다. 이의 삼원색 및 기준 백색의 색 좌표는 <표 2>에서와 같고, 이는 NTSC 표준 디스플레이의 삼원색의 좌표와 유사한 값을 가지고 있다. <그림 2>에는 실험에 사용한 OLED와 CPD-500의 RGB 삼원색과 기준 백색의 색 좌표를 비교해서 나타내었다.

표준 디스플레이에서의 입력신호  $R$ ,  $G$ ,  $B$  값으로부터  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  로의 변환은 식(13)과 <표 2>을 사용하여 계산하면

$$\begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix} = M_S \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 40.29 & 26.62 & 13.89 \\ 21.70 & 58.00 & 6.12 \\ 2.79 & 12.53 & 77.13 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad (23)$$

와 같이 나타낼 수 있다.

한편, 표준 디스플레이 상에 재현된 영상의 삼자극치  $T_D$  와 비표준인 OLED 디스플레이에 재현된 영상의 삼자극치  $T_S$  가 등색이 이루어져야 동일한 영상을 재현할 수 있다.

따라서 식(19)에 의한 등색 조건이 이루어지기 위해서는

$$\begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} = M_S^{-1} M_D \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = M_T \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (24)$$

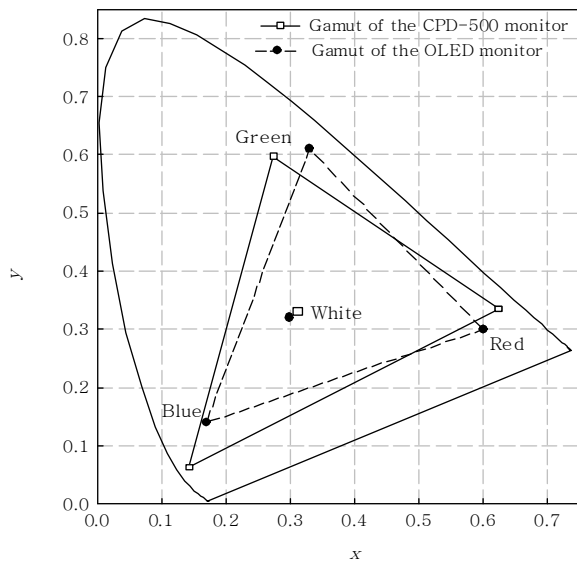
가 만족해야 한다. 이를 위한 변환 매트릭스를 구하면 다음과 같다.

<표 1> OLED의 삼원색 좌표 및 휘도

	$x$	$y$	$Y, [cd/m^2]$
R	0.60	0.30	13.6
G	0.33	0.61	48.9
B	0.17	0.14	17.4

<표 2> CPD-G500 CRT의 삼원색 및 휘도

	$x$	$y$	$Y, [cd/m^2]$
R	0.624	0.335	21.7
G	0.274	0.597	58.0
B	0.143	0.063	6.12



<그림 2> OLED 및 CPD-G500의 삼원색과 기준 백색의 색좌표

$$M_T = M_S^{-1} M_D$$

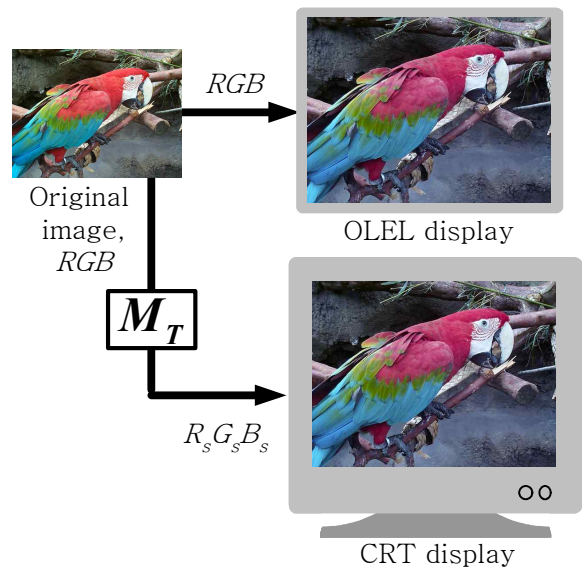
$$= \begin{bmatrix} 0.6771 & 0.1416 & 0.0302 \\ -0.0229 & 0.7068 & 0.1374 \\ 0.0380 & -0.0643 & 0.8667 \end{bmatrix} \quad (25)$$

따라서 식 (25)에 구한 변환 매트릭스를 이용하여 본 논문에서 제안한 비표준 OLED 디스플레이의 색 재현 특성을 표준 CRT 디스플레이 상에서 <그림 3>

에서와 같이 모델링해 볼 수 있다. 이러한 모델링 결과 영상은 <그림 4>와 같다. <그림 4(a)>는 표준 디스플레이에 원 영상을 그대로 디스플레이 한 것이고, <그림 4(b)>는 제안한 알고리즘을 이용하여 OLED에 재현될 이미지를 표준 디스플레이에 모델링한 영상이다. <그림 4(b)>에 나타난 OLED의 영상의 색 재현 특성은 전체적으로 푸른빛이 강하게 나타나는 것을 알 수 있다.

따라서 본 논문에서 제안한 방법을 사용하게 되면 비표준 디스플레이인 OLED에 나타나는 영상이 전체적으로 푸른색으로 치우친 경향을 띄고 있는 것을 개발단계에서 확인할 수 있을 것이며, 이에 대해서 개발자가 보완할 수 있는 방법에 대한 대책을 미리 세워 볼 수 있게 활용할 수 있을 것이다.

그리고 <그림 4(c)>는 OLED의 기준백색을 표준 디스플레이의 기준백색과 같은  $D_{65}$ 로 변경하였을 때를 시뮬레이션한 것이다. 그림 5 (b)의 경우 전체적인 색 재현 특성이 푸른색 계열로 치우친 반면, OLED의 기준 백색 좌표를  $D_{65}$ 로 변경하여 시뮬레이션 한 경우 원 영상에 좀 더 가깝게 색 재현됨을 알 수 있다.



<그림 3> 변환 매트릭스를 이용한 OLED의 색재현성 모델링



(a)



(b)



(c)

<그림 4> 모델링 영상의 비교: (a) 원 영상, (b) OLED의 모델링 재현 영상, (c) OLED의 모델링 재현 영상(기준백색 :  $D_{65}$ )

### 3. 결 론

비표준 RGB 디스플레이의 종류는 매우 다양하게 있으며, 그 색재현 특성 또한 삼원색 좌표와 기준 백색 좌표 등 여러 가지 요인에 의해서 다르게 나타난다.

본 논문에서는 OLED 디스플레이의 색재현 특성을 표준 디스플레이에 모델링하여 색 재현할 수 있는 알

고리들을 제안하였다. 제안된 알고리즘에서는 표준 디스플레이에 비표준 디스플레이인 OLED와 동일한 색이 재현 가능하도록 변환하는 매트릭스를 구하였으며, 또한 OLED 디스플레이의 기준 백색 좌표 변경에 따른 색 재현 특성의 변화도 알 수 있도록 하였다.

본 연구에서 제안된 알고리즘을 이용하게 되면, 비표준 디스플레이의 개발시 색 재현 특성을 사전에 시뮬레이션으로 확인할 수 있으므로, 기존 디스플레이의 성능 향상이나, 새로운 디스플레이를 개발할 때 매우 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Jiun-Haw Lee, David N. Liu, and Shin-Tson Wu, Introduction to Flat Panel Displays, Wiley, 2009.
- [2] 김현후, 기초 디스플레이 공학, 내하출판사, 2007.
- [3] K. Suzuki, "Past and future technologies of information displays," 2005 IEEE International EDM Technical Digest, pp.16-21, 2005.
- [4] CIE, Commission internationale de l'Eclairage proceedings, Cambridge University Press, 1932.
- [5] T. Smith and J. Guild, "The C.I.E. colorimetric standards and their use," Transactions of the Optical Society, vol. 33, issue 3, pp.73 - 134, 1932.
- [6] G. Wyszecki and W. S. Stiles, Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, Wiley-Interscience, 2000.
- [7] D. L. MacAdam, Color Measurement, Springer, 1985.
- [8] Y. Xiong, W. Li, B. Liang, L. Zhao, J. Peng, Y. Cao, and J. Wang, "Utilizing white OLED for full color reproduction in flat panel display," Organic Electronics, vol. 9, issue 4, pp. 533-538, 2008.



김 은 수 (Eun-Su Kim)

- 1998년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
- 2000년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학석사)
- 2004년~2005년 : HIT 책임연구원
- 2005년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학박사)
- 2006년~2007년 : 선문대학교 전자공학과 전임강사
- 2012년 3월~현재 : 선문대학교 전자공학과 부교수
- 관심분야 : CMS(color management system), 디스플레이 색 재현 및 화질개선, 임베디드 시스템



이 승 익 (Seung-Ik Lee)

- 1994년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : 콜로라도 주립대학교 공과대학 전기컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학박사)
- 2008년 3월~현재 : 연암공업대학 스마트융합학부 조교수
- 관심분야 : 영상 및 얼굴인식 시스템, 임베디드 시스템



박 경 남 (Kyung-Nam Park)

- 중신회원
- 1992년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
- 1997년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 2003년 2월 경북대학교 대학원 전자 공학과 졸업(공학박사)
- 2009년 2월~2010년 1월 : University of California, San Diego 방문교수
- 2003년 3월~현재 : 나사렛대학교 멀티미디어학과 부교수
- 관심분야 : 영상처리, 멀티미디어 신호처리, 컴퓨터 그래픽