

논문 98-7-6-05

## 옐로우와 사이안 두 광센서를 사용한 주위 조명광의 색온도 측정 및 분류

최덕규(崔德圭)\*, 권용대(權容大)\*, 권기룡(權奇龍)\*, 송규익(宋奎翼)\*

## Color Temperature Measurement and Classification of Ambient Light Sources Using two Color Sensors, Yellow and Cyan

Duk Kyu Choi\*, Yong Dae Kwon\*, Ki-Ryong Kwon\*\*, and Kyu Ik Sohng\*

## 요 약

NTSC 시스템 제정 당시의 기준백색은 6774K의 CIE C 광원을 사용하였다. 그후, 일반 소비자들이 흑백 텔레비전에 대하여 보다 푸른 백색을 선호하였기 때문에 칼러 텔레비전 수상기는 기준백색으로 9300K 근처로 조정되었다. 그러나 최근의 연구에 의하면 디스플레이 백색의 색온도는 주위 조명광보다 3000~4000K 정도 높게 정하는 것이 좋다고 알려져 있다. 따라서, 주위 조명광에 따른 수상기에서의 디스플레이 백색을 정하기 위하여 주위 조명광의 분류가 요구된다. 본 논문에서는 경제적이고 간단한 옐로우 및 사이안의 2 칼러 광센서를 사용하여 주위 조명광이 백열등 또는 형광등인지를 분류하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법을 실제 실험해 본 결과, 주위 조명광이 백열등, 형광등, 및 이들의 혼합조명 상태의 판별에 매우 유용함을 확인하였다.

## Abstract

Originally, the reference white of the NTSC system used to be CIE illuminant C of 6774K. However, that of color television receiver has been adjusted to 9300K as a result of consumer preference for a very bluish white for monochrome television. Recent studies have revealed that the preferred color temperature of display white should be 3000K or 4000K higher than that of surround illuminant. Therefore it is required to classify ambient lighting source. In this paper, a efficient method that can distinguish the ambient incandescent lamp from fluorescent lamp under television viewing condition is developed using only two color sensors, yellow and cyan. Experimental results show that the proposed method is very useful for the discrimination of ambient lighting source, fluorescent of 6000K and incandescent lamp of 3000K. The system was also tested for mixture of these light sources.

## 1. 서 론

칼러 텔레비전 수상기는 NTSC 표준 제정 초기에는

기준 백색 (reference white)을 6774 K로 제조 되었으나, 1958년도 이후 미국 및 일본의 텔레비전 제조업체들 중심으로 기준 백색을 9300 K + 27 MPCD (minimum perceptible color difference)로 정하여 생산되어 왔다.<sup>[1],[2]</sup> 이는 일반 소비자들이 흑백 텔레비전에 대해서는 보다 푸른 백색을 선호하고, 또한 NTSC 표준 규격 제정 당시의 형광체로는 발광 효율이 낮아 화면이 어두웠기 때문에 발광 효율이 좋은 형광체를 사

\* 경북대학교 전자전기공학부 (慶北大學校 電子電氣工學部) School of Electronic & Elec. Eng., Kyungpook National Univ.

\*\* 부산외국어대학교 전자공학과 (釜山外國語大學校 電子工學科) Dept. of Elec. Eng., Pusan Univ. of Foreign Studies

<접수일자 : 1998년 8월 20일>

용하고 기준 백색의 색온도 (color temperature)를 올려서 더욱 밝은 화면을 실현하려 하였기 때문이다. 그러나, 요즘 시판되는 대부분의 텔레비전 수상기에서는 NTSC에서 정한 표준 색온도보다 높은 10000 K 이상으로 기준 백색을 정하고 있다.

한편 실험적인 연구에 의하면 텔레비전의 디스플레이 기준 백색의 색온도는 주위 조명광보다 3000~4000 K 정도 높게 하는 것이 좋다고 알려져 있다.<sup>[3]</sup> 더우기, 일반 가정의 실내 조명광은 유럽이나 미국 등지에서는 색온도가 3000 K 정도인 백열등을 주로 사용하고 있으며, 한국이나 일본 등지에서는 색온도가 6500 K 정도인 형광등을 주로 사용하고 있다. 따라서, 주위 조명광에 따른 수상기에서의 디스플레이 기준 백색을 정하기 위하여 주위 조명광의 분류가 요구된다.

본 논문에서는 경제적이고 간단한 두 칼러 광센서를 사용해서 센서의 출력 전압으로부터 X, Y, 및 Z의 3자극치로의 선형 변환을 위한 매트릭스를 구하고, 이 매트릭스에서 구한 X, Y, 및 Z의 3자극치로부터 주위 조명광의 색온도를 측정할 수 있었으며, TV 수상기에 쉽게 적용하기 위해 얻어진 변환 매트릭스의 계수와 대표적인 조명광의 xy 좌표를 이용하여 광 센서의 출력 전압의 비로 조명광을 분류하는 알고리즘도 고안하였다. 주위 조명광이 백열등, 형광등, 및 이들의 혼합조명 상태에서 제안한 방법에 의한 출력전압의 비가 실제 실험에서의 값과 거의 일치함을 확인하였다.

## II. 이론

### 1. CIE 색 좌표계

빛의 물리적인 양을 파장 혹은 주파수의 함수로써 나타낼 수 있는데, 이러한 빛의 자극치를 X, Y, 및 Z의 3자극치 (tristimulus values)로 나타내면

$$\begin{aligned} X &= k \int_{\lambda} R(\lambda) E(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= k \int_{\lambda} R(\lambda) E(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z &= k \int_{\lambda} R(\lambda) E(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (1)$$

와 같다.<sup>[4-7]</sup> 여기서 비례상수 k는

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda} E(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda} \quad (2)$$

로 정의하며, 완전반사물체 즉,  $R(\lambda) = 1$ 인 피사체의 밝기를 100으로 보았을 때 반사율 (reflectivity)이 1보다 작은 다른 피사체에 대한 자극치의 상대적인 양을 정량화 하는 계수이다. 또한  $R(\lambda)$  및  $E(\lambda)$ 는 각각 피사체의 반사율 및 광원의 스펙트럼 분포를 나타내고,  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ , 및  $\bar{z}(\lambda)$ 는 국제 조명 학회 (Commission International de l'Éclairage, CIE)에서 표준 관찰자 (standard observer)에 대해 단색광을 이용한 실험에 의해 통계적으로 구해진 색에 대한 칼러 매칭 함수 (color matching function, CMF)를 나타낸다. 특히  $\bar{y}(\lambda)$ 는 밝기에 대한 비시감도 특성과 일치시킴으로써 Y 자극치는 빛의 휘도에 대한 정보를 가진다. 1931년의 표준 관찰자에 대한 CMF를 그림 1에 나타내었다.

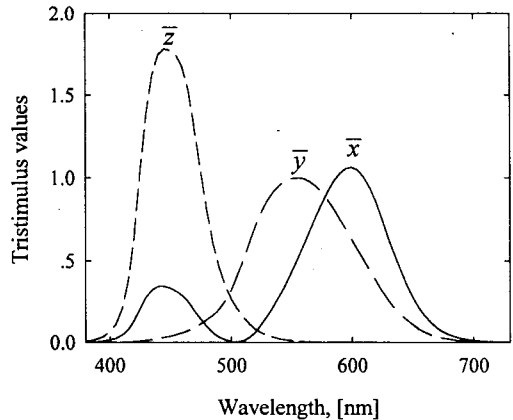


그림 1. CIE 1931년 표준 관찰자의 칼러 매칭 함수

Fig. 1. Color matching function of the 1931 CIE standard observer.

CIE xy 색 좌표계에서 임의의 색에 대한 좌표 x, y, 및 z는 각각

$$\begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z} \\ y &= \frac{Y}{X+Y+Z} \\ z &= \frac{Z}{X+Y+Z} \end{aligned} \quad (3)$$

로 주어진다. 또한 좌표상의 색차와 시각으로 느끼는 색차 간의 비균일성 (visual nonuniformity)을 줄이는 CIE uv좌표계는

$$u = \frac{4X}{X+15Y+3Z} = \frac{4x}{-2x+12y+3} \quad (4)$$

$$v = \frac{6Y}{X+15Y+3Z} = \frac{6y}{-2x+12y+3}$$

로 주어진다.<sup>[4]-[5]</sup>

### 2. 색온도

광원의 색온도란 어떤 광원이 동일한 색도를 가지는 완전방사체 (흑체, blackbody)의 절대온도로 정의하며, 흑체의 궤적에 근접하는 색온도를 상관 색온도 (correlated color temperature)라 한다. 색온도에 따른 흑체의 색도 좌표와 등온선의 좌표를 그림 2에 나타내었다.

임의의 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 의 상관 색온도  $T_c$ 는 알려진 인접한 두 등온선으로부터 보간을 행함으로써 구할 수 있다.<sup>[4]</sup> 그림 3에서  $i$ 번째의 등온선이 흑체 궤적과 만나는 점의 좌표를  $(u_i, v_i)$ 라 하고 이 등온선의 기울기를  $t_i$ 라 할때, 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 에서  $i$ 번째 등온선으로 이은 수선 점까지의 거리  $d_i$ 는

$$d_i = \frac{(v_s - v_i) - t_i(u_s - u_i)}{(1 + t_i^2)^{1/2}} \quad (5)$$

로 주어진다. 마찬가지로 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 에서  $i+1$ 번째 등온선으로 이은 수선 점까지의 거리  $d_{i+1}$ 은

$$-d_{i+1} = \frac{(v_s - v_{i+1}) - t_{i+1}(u_s - u_{i+1})}{(1 + t_{i+1}^2)^{1/2}} \quad (6)$$

로 주어진다. 여기서, 부호 음은 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 가 두 등온선 사이에 존재하게 하기 위한 것이다.

한편  $i$ 번째 등온선과  $i+1$ 번째 등온선이 만나는 점  $O$ 를 흑체 궤적을 원호로 하는 원의 중심으로 가정하고, 또한 색온도의 역수가 원호에 따른 거리의 선형 함수라고 가정할 때,  $i$ 번째 등온선의 색온도  $T_i$ 와  $i+1$ 번째 등온선의 색온도  $T_{i+1}$  사이에 놓이는 상관 색온도  $T_c$ 는

$$T_c = \left[ \frac{1}{T_i} + \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2} \left( \frac{1}{T_{i+1}} - \frac{1}{T_i} \right) \right]^{-1} \quad (7)$$

로 주어진다. 여기서  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는  $(u_s, v_s)$ 에서 원점으로 이은 선과 각각 두 등온선 사이에 이루는 각도이다.

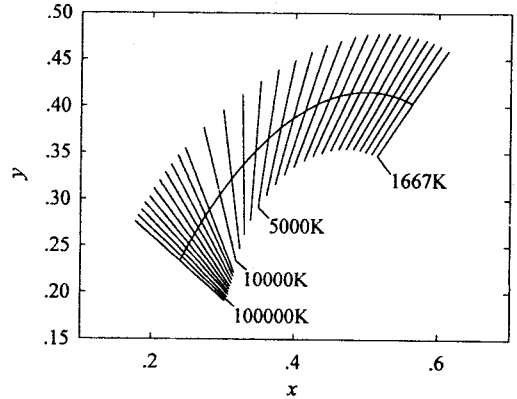


그림 2. 색온도에 따른 흑체의 색도 좌표  $(x, y)$ 와 등온선의 궤적

Fig. 2. Chromaticity- $(x, y)$  of blackbody locus and locus of isotherm line according to color temperature.

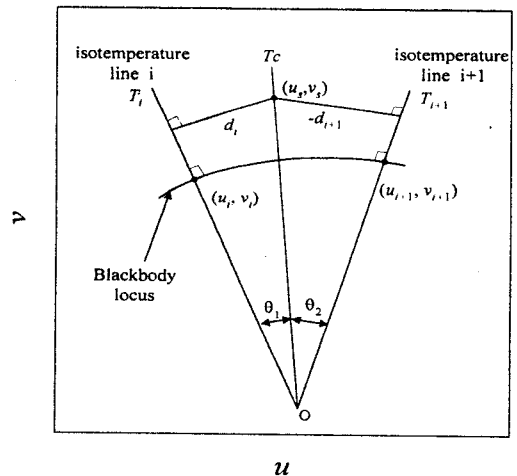


그림 3. 주어진 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 의 상관 색온도를 구하기 위한 보간법

Fig. 3. Method of interpolation to find the correlated color temperature of a source of given  $(u_s, v_s)$ -chromaticity.

일반적으로  $\theta_1$ 과  $\theta_2$ 는 매우 작기 때문에

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} \approx \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{d_i}{-d_{i+1}} \quad (8)$$

가 성립한다. 따라서 식 (8)를 식 (7)에 대입하면 임의의 색도 좌표  $(u_s, v_s)$ 의 상관 색온도  $T_c$ 는

$$T_c = \left[ \frac{1}{T_i} + \frac{d_i}{d_i - d_{i+1}} \left( \frac{1}{T_{i+1}} - \frac{1}{T_i} \right) \right]^{-1} \quad (9)$$

가 된다.

### III. 옐로우와 사이안 두 광 센서를 이용한 주위 조명광의 색온도 측정 및 분류

주위 조명광을 색온도를 결정하기 위해서 본 논문에서는 옐로우 (yellow, Ye)와 사이안 (cyan, Cy) 두 출력을 갖는 AM-32-CY-02 광 센서를 사용하였다. 이 광 센서의 Ye 및 Cy의 출력을 파장에 대한 상대적인 감도 특성으로 그림 4에 나타내었고, 두 광센서의 xy좌표는 각각 Ye(x=0.3810, y=0.6122) 및 Cy(x=0.2270, y=0.4085)가 된다. 그리고 두 광센서 출력의 xy좌표를 CIE 1931년 원색의 옐로우와 사이안의 좌표와 비교하여 그림 5에 나타내었다. 이 그림에서 CIE 1931년 원색의 옐로우와 사이안의 좌표보다는 센서 출력의 옐로우와 사이안의 좌표 값이 그린 (green, G) 영역으로 치우치고 있다는 것을 알 수 있다.

#### 1. Ye 및 Cy의 두 광센서 출력을 통한 조명광의 색온도 측정

광 센서를 사용하여 색온도를 측정하려면 입력 조명광의 xy 좌표를 구할 필요가 있다. 이를 위하여 Ye  $\bar{c}_y(\lambda)$  및 Cy의 2자극치로부터 CIE X, Y, 및 Z 3자극치로 변환이 필요하며, 그림 4의 각 파장의 알려진  $\bar{y}_e(\lambda)$  및  $\bar{c}_y(\lambda)$ 로부터 그림 1의 CIE  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ , 및  $\bar{z}(\lambda)$ 로의 변환 관계를 매트릭스로 표현하면,

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_1 & \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_n \\ \bar{y}_1 & \bar{y}_2 & \dots & \bar{y}_n \\ \bar{z}_1 & \bar{z}_2 & \dots & \bar{z}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{y}_{e1} & \bar{y}_{e2} & \dots & \bar{y}_{en} \\ \bar{c}_{y1} & \bar{c}_{y2} & \dots & \bar{c}_{yn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

가 된다. 여기서 파장은 380~750 nm 까지 5 nm 간격으로 샘플 하였다. 식 (10)의 첫 행만 정리하면

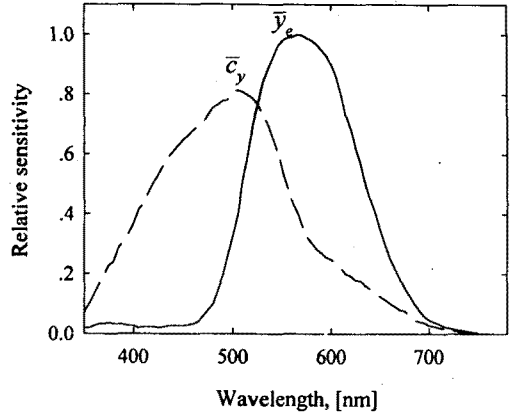


그림 4. AM-32-CY-02 센서의 파장에 따른 상대 감도  
Fig. 4. Relative sensitivity of AM-32-CY-02 sensor.

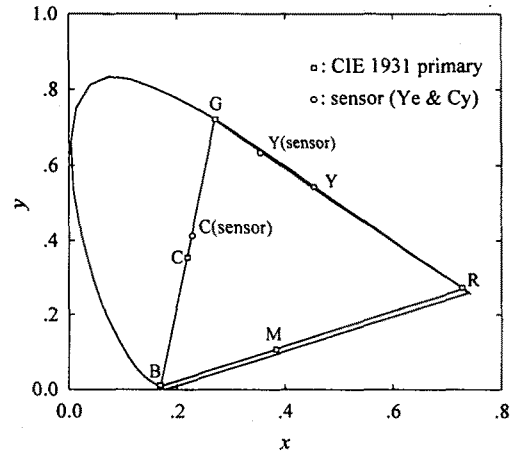


그림 5. 컬러 센서의 옐로우와 사이안의 (x, y) 좌표  
Fig. 5. Chromaticity-(x, y) of yellow and cyan of the color sensor.

$$\begin{aligned} \bar{x}_1 &= a_{11} \bar{y}_{e1} + a_{12} \bar{c}_{y1} \\ \bar{x}_2 &= a_{11} \bar{y}_{e2} + a_{12} \bar{c}_{y2} \\ &\vdots \\ \bar{x}_n &= a_{11} \bar{y}_{en} + a_{12} \bar{c}_{yn} \end{aligned} \quad (11)$$

로 주어진다. 이를 매트릭스 형태로 다시 표현하면

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{y}_{e1} & \bar{c}_{y1} \\ \bar{y}_{e2} & \bar{c}_{y2} \\ \vdots & \vdots \\ \bar{y}_{en} & \bar{c}_{yn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \end{bmatrix} \quad (12)$$

가 된다. 식 (12)은 방정식의 수가 많고 미지수의 수가 적은 경우이므로 일반화된 역 행렬 (generalized inverse matrix) 방법을 사용하면, 미지수  $a_{11}$  및  $a_{12}$ 는

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \end{bmatrix} = \left( \begin{bmatrix} \bar{y}_{e1} & \bar{c}_{y1} \\ \bar{y}_{e2} & \bar{c}_{y2} \\ \vdots & \vdots \\ \bar{y}_{en} & \bar{c}_{yn} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \bar{y}_{e1} & \bar{c}_{y1} \\ \bar{y}_{e2} & \bar{c}_{y2} \\ \vdots & \vdots \\ \bar{y}_{en} & \bar{c}_{yn} \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} \bar{y}_{e1} & \bar{c}_{y1} \\ \bar{y}_{e2} & \bar{c}_{y2} \\ \vdots & \vdots \\ \bar{y}_{en} & \bar{c}_{yn} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

로 주어진다. 마찬가지로 방법으로  $a_{21}$  및  $a_{22}$  와  $a_{31}$  및  $a_{32}$ 를 구할 수 있다. 따라서 측정에 사용한 광센서의  $Ye$  및  $Cy$ 의 2차극치로부터 CIE  $X, Y,$  및  $Z$  3차극치로의 변환 관계는

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$M = \begin{bmatrix} 0.7619 & -0.0623 \\ 0.8111 & 0.0845 \\ -0.6667 & 1.3505 \end{bmatrix}$$

로 주어진다.

그러므로 식 (14)를 이용하여 센서의 출력 전압  $Ye$  와  $Cy$ 로부터 3차극치  $X, Y,$  및  $Z$ 를 얻고, 이를 식 (3)에 적용하여 주위 조명광의  $xy$  좌표를 구할 수 있다. 이  $xy$  좌표를 식 (4)에 적용하여  $uv$  좌표로 변환한 후 전술한 2.2절의 방법을 통하여 주위 조명광의 색온도를 측정할 수 있다. 이를 간략히 흐름도로 나타내면 그림 6에서와 같다. 그림 6의 흐름도 절차로 대표적인 조명광인 주광 형광등 ( $x = 0.313, y = 0.332, T = 6500$  K) 및 백열등 ( $x = 0.417, y = 0.396, T = 3300$  K)<sup>[4]</sup> 색온도를 측정하면 표 I에서와 같았다.

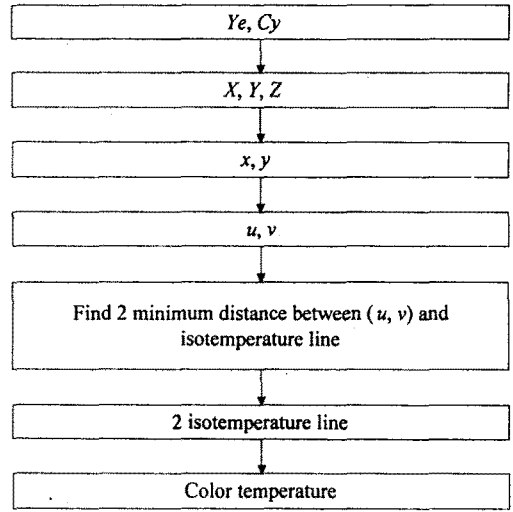


그림 6. 색온도를 측정하기 위한 흐름도

Fig. 6. Flow chart for determining of color temperature.

표 I. 주광 형광등 및 백열등에 대한 모의 실험한 색온도

Table I. Simulated color temperature for daylight fluorescent lamp and incandescent lamp.

	Fluorescent lamp	Incandescent lamp
Color temperature	71000 K	45000 K

### 2. 조명광의 분류

주위 조명광의 색온도보다 3000 K ~ 4000 K 높게 텔레비전 수상기의 디스플레이 백색으로 정하기 위하여 조명광의 색온도를 측정하려면 많은 계산량이 요구되므로 별도의 마이컴 (micro computer)이 필요하게 된다. 그리고 일반 가정의 조명광은 주로 백열등이나 형광등을 사용하므로 조명광의 정밀한 색온도 측정보다는 조명광의 분류가 더 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 텔레비전 수상기에 쉽게 적용하기 위한 방법으로서  $Cy$ 의 출력 전압에 대한  $Ye$ 의 출력 전압의 비( $Ye/Cy$ )로써 조명광을 분류하는 방법을 제안하였다.

먼저 식 (14)에 식 (3)을 적용하고 자극치  $Y$ 로 나누어 다시 정리하면

$$\begin{bmatrix} \frac{X}{Y} \\ \frac{Y}{Y} \\ \frac{Z}{Y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x}{y} \\ 1 \\ \frac{z}{y} \end{bmatrix} = \frac{1}{Y} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_e \\ C_y \end{bmatrix} \quad (15)$$

로 표현된다. 또한 식 (15)의 첫째 행과 셋째 행을 취하여 역 변환하면

$$\begin{bmatrix} Y_e \\ C_y \end{bmatrix} = Y \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{x}{y} \\ \frac{z}{y} \end{bmatrix} \quad (16)$$

로 표현되고, 여기서 자극치 Y는 식 (15)의 둘째 행으로부터

$$Y = a_{21}Y_e + a_{22}C_y \quad (17)$$

이다. 식 (16)에서 역 행렬을

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \quad (18)$$

로 두면, 식 (16)는

$$\begin{bmatrix} Y_e \\ C_y \end{bmatrix} = (a_{21}Y_e + a_{22}C_y) \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{x}{y} \\ \frac{z}{y} \end{bmatrix} \quad (19)$$

로 표현된다. 따라서 광 센서의 출력 전압  $Y_e$  와  $C_y$ 의 관계는

$$Y_e = \frac{b_{11}x + b_{12}z}{b_{21} + b_{22}z} \cdot C_y \quad (20)$$

로 주어진다.

예를 들면 식 (20)의 관계로부터 대표적인 조명광인 주광 형광등 및 백열등에 대해  $Y_e$ 와  $C_y$ 의 출력 전압 비( $Y_e/C_y$ )를 표 II에 나타내었고, 출력 전압  $C_y$ 에 대한 출력 전압  $Y_e$ 의 관계를 그림 7에 나타내었다. 이 그림으로부터 광 센서의 출력 전압  $C_y$ 에 대한 출력 전압  $Y_e$ 의 비가 1.4 정도이면 백열등이고, 0.9정도이면 형광등으로 판별할 수 있다.

표 II. 대표적인 형광등과 백열등에 대한  $Y_e$ 와  $C_y$ 의 출력 전압 비

Table II. Output voltage ratio ( $Y_e/C_y$ ) for fluorescent lamp and incandescent lamp.

	Incandescent lamp	Fluorescent lamp
$Y_e/C_y$	1.367	0.9284

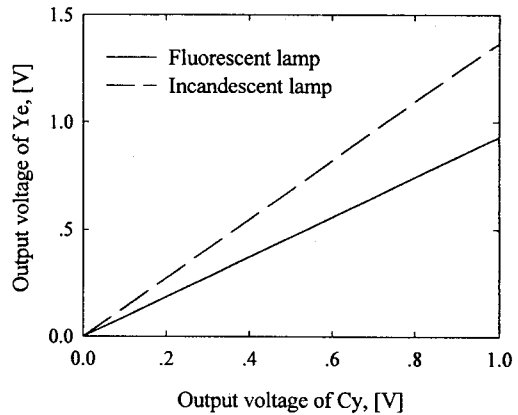


그림 7. 백열등과 형광등에 대한  $Y_e$ 와  $C_y$ 의 출력 전압  
Fig. 7. Output voltage of  $Y_e$  and  $C_y$  for fluorescent lamp and incandescent lamp.

한편 상관색온도에 따른 출력 전압의 관계를 알아보기 위해서 흑체 궤적의 2000 ~ 8000 K까지 1000 K간격의 색온도에 따른 -10, 0, 10, 30, 및 50 MPCD에 대한 출력 전압 비( $Y_e/C_y$ )를 모의 실험으로 구하였으며, 이를 그림 8에 나타내었다. 그림에서 같은 색온도에 대해서도 MPCD 값이 증가할 수록 광 센서의 출력 전압 비( $Y_e/C_y$ )가 증가한다는 것을 알 수 있고, 동일한 출력 전압 비라도 색온도가 다를 수 있다.

그러나 일반적으로 주위 광원으로서 백열등의 색온도 범위는 3000 K ~ 4000 K이고 MPCD는 -10 정도이며, 형광등의 색온도 범위는 6500 K ~ 7500 K 정도이고 MPCD는 50~60 정도이다. 따라서 그림 8에서 백열등의 경우 출력 전압 비( $Y_e/C_y$ )는 1.17~1.39 정도이고 형광등의 경우 출력 전압 비는 0.88~0.97 정도가 된다. 이것을 그림 9에 나타내었다. 그림에서 백열등과 형광등이 혼합조명된 경우 두 조명광의 출력 전압 비 사이에 놓이게 됨을 짐작할 수 있다. 따라서 옐로우와 사이

안 두 광센서의 출력 전압의 비로서 주위 조명광의 광원의 종류를 판별할 수 있다.

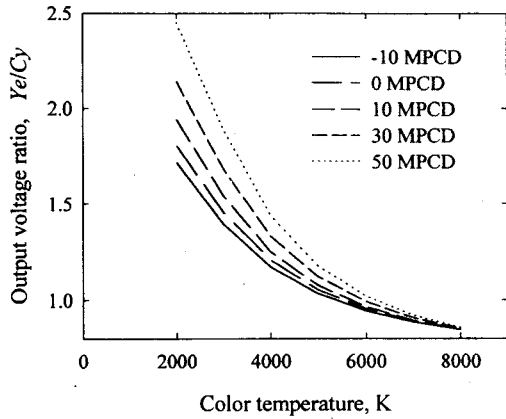


그림 8. 색온도에 따른 출력 전압 비 ( $Y_e/C_y$ )  
 Fig. 8. Output voltage ratio ( $Y_e/C_y$ ) according to color temperature.

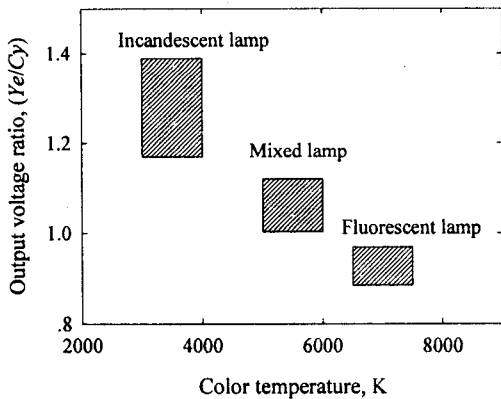


그림 9. 주위 광원에 대한 출력 전압 비의 분포도  
 Fig. 9. Distribution of output voltage ratio ( $Y_e/C_y$ ) for surround illuminant.

#### IV. 실험 결과 및 고찰

제안한 방식의 타당성을 조사하기 위해 AM-32-CY-02 광 센서를 사용하여 백열등과 형광등을 단일 조명한 상태에서 조도에 따른 출력 전압을 측정하고, 또한 백열등 및 형광등이 혼합 조명된 상태에서 조도에 따른 출력 전압을 측정하는 실제 실험을 하

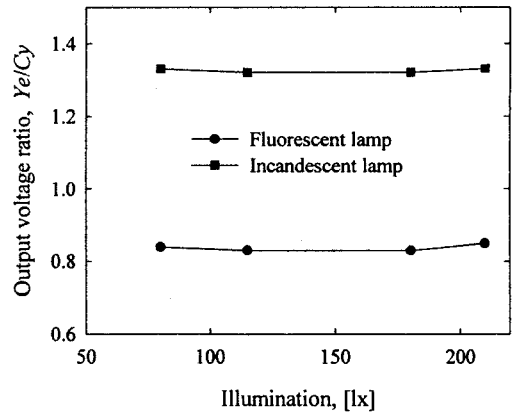


그림 10. 백열등과 형광등의 조도에 따른 출력 전압 비 ( $Y_e/C_y$ )

Fig. 10. Output voltage ratio ( $Y_e/C_y$ ) according to illumination of incandescent and fluorescent lamp.

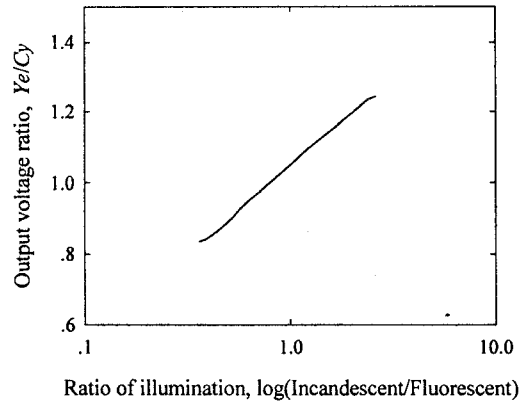


그림 11. 형광등과 백열등이 혼합조명된 경우에 대한 출력전압의 비( $Y_e/C_y$ )

Fig. 11. Output voltage ratio ( $Y_e/C_y$ ) for mixed illumination of incandescent and fluorescent lamp.

였다. 형광등 및 백열등을 각각 단일 조명하고 조명광의 조도를 80, 115, 180, 및 210 lx로 달리한 상태에서 광 센서의 출력 전압의 비( $Y_e/C_y$ )를 그림 10에 나타내었다. 그림에서 조명광의 조도에 관계없이 광 센서의 출력 전압의 비가 일정함을 알 수 있고, 형광등 조명하에서의 출력 전압의 비( $Y_e/C_y$ )는 0.82정도이고, 백열등 조명하에서는 1.3정도이므로 제안한 방식이 타당함

을 알 수 있다. 또한 형광등과 백열등을 혼합 조명하 상태에서 백열등과 형광등의 세기의 비에 대한 센서의 출력 전압의 비( $Y_e/C_y$ )를 그림 11에 나타내었다. 그림에서 형광등과 백열등을 동일한 세기로 혼합 조명하 상태의 색온도는 두 조명광의 자극에 비례하여 좌표상에서 두 조명광의 사이에 놓이게 되어 광 센서의 두 출력 전압의 비 즉,  $Y_e/C_y$  의 비가 1.1에 가까움을 알 수 있다. 따라서, 광 센서의 출력 값으로 주위 조명광을 분류할 수 있고, 판별된 주위 조명광의 색온도로부터 원하는 디스플레이 화이트를 결정할 수 있다.

## V. 결 론

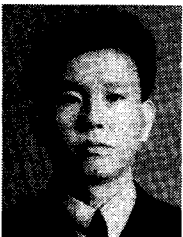
본 논문에서는 TV가 주위 조명에 대응하여 원하는 디스플레이 백색을 조정하기 위한 접근으로 RGB 광 센서 대신에 옐로우와 사이안의 2출력을 가지는 광 센서를 사용하였다. 이 광 센서의 2출력 전압으로부터 XYZ의 3자극치로의 선형 변환을 위한 매트릭스를 구하고, 이 3자극치  $X$ ,  $Y$ , 및  $Z$ 로부터 주위 조명광의 색온도를 측정할 수 있었다. 또한 일반 가정의 조명광은 형광등과 백열등을 주로 사용하므로 텔레비전 수상기에 적용하기 위해서는 조명광의 분류가 더욱 실용적이다. 따라서 얻어진 변환 매트릭스의 계수와 대표적인 조명광의  $xy$  좌표를 이용하여 광 센서의 출력 전압의 비로 조명광을 분류하는 방법을 제안하였다.

모의 실험에서는 광 센서의 2출력 전압의 비가 형광등은 0.9정도 백열등은 1.4정도로 측정 되었다. 그리고, 실제 실험에서는 단일 조명하에서는 2출력 전압의 비가 형광등은 0.82정도, 백열등은 1.3정도로 측정되었으며, 혼합 조명하에서는 형광등과 백열등의 세기가 비슷한 경우에 두 출력 전압의 비가 1.1정도로 측정되었다. 따라서, 제안한 방식이 타당함을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- [1] Charles J. Hirsch, "The Chromaticity of Reference White in Color Television," *J. of SMPTE*, vol. 77, pp. 702-713, July 1968.
- [2] C. Bailey Neal, "Television Colorimetry for Receiver Engineers," *IEEE Trans. BTR*, vol. BTR-19, pp. 149-162, Aug. 1973.
- [3] 大西他, カラーテレビにおける好みの白測定, テレビ全大, pp. 15-16, 1976.
- [4] G. Wyszecki and W. S. Stiles, *Color Science*, John Wiley & Sons, 1982.
- [5] K. Blair Benson and Jerry C. Whitaker, *Television Engineering Handbook*, McGraw-Hill, 1992.
- [6] Fred W. Billmeyer and Max Saltzman, *Principle of Color Technology*, John Wiley & Sons, 1981.
- [7] 박 동호, 색 복조축 독립 가변에 의한 평균 색 재현 오차 저감, 경북대학교 전자공학과 석사학위논문, 1995년 12월.

## 著 者 紹 介



최덕규(崔德圭)-정희원  
1990년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1990~1991 포항제철 전산시스템부 근무, 1993년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사), 1997년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사), 1998년 3월~현재 경북대학교 전자전기공학부 국제계약교수, 주관심분야는 색 공학, 비디오 공학, 디지털 신호처리



권기룡(權奇龍)-정희원  
1986년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1990년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사), 1994년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사), 1996년 3월~현재 부산외국어대학교 전자공학과 조교수, 주관심분야는 적응신호처리, 비디오 공학, 생체신호처리





권용대(權容大)-정회원

1994년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1997년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사), 1997년 3월~현재 경북대학교 대학교 전자공학과 박사과정중, 주관심분야는 영상신호처

리, 비디오 공학, 음향 공학



송규익(宋奎翼)-정회원

1975년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1977년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사), 1977~1982 국방과학연구소 연구원, 1990년 3월 일본 동북대학교 대학원 전자공학과 졸

업(공학박사), 1983년 4월~현재 경북대학교 전자전기공학부 교수, 주관심분야는 비디오 공학, 음향 공학, 자동차