

Comparative Experimental Study on Color Meter for Monitor Color Correction

한 병 조* · 구 경 완†
(Byung-Jo Han · Kyung-Wan Koo)

Abstract - The PID control to the monitor color correction was applied. Converted Gamma LUT was applied to the video card. Color and brightness information from the PID controller was used as control inputs. Color and brightness information from a calibrated monitor is measured again. Then, the difference between the preset values for the PID controller was compensated by the feedback. The software measured by color meter was used for color and brightness information. All of the monitor does not measure the color and brightness was measured by sampling. The color and brightness from the monitor were measured not by complete enumeration but by sampling. In the experiment, the original image was displayed on the same monitor as well as two other brands, and then, Gamma and Contrast were measured and compared.

Key Words : Monitor Calibration, Bernstein's Theorem, PID Control, RGB Color, CIE1931

1. 서 론

일반적으로 모니터와 같은 디스플레이 장치는 최근 들어 LCD를 비롯하여 LED와 OLED 등 여러 가지 형태로 광소자를 사용하여 제작되고 있으며, 그 시장성에서 있어서도 점차 커져 가고 있다.

이에 디스플레이 시장을 선점하기 위하여 개발 업체에서는 화상의 크기를 늘리면서 화소를 높여 보다 깨끗하고 실물과 같은 영상을 얻기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 그 중에서도 원본과 거의 같은 색감을 얻기 위한 색상 보정에 대한 연구가 많이 진행되고 있다[1]-[4].

디지털 카메라로 촬영한 피사체의 영상을 모니터를 통해 보면 실제의 색상과 다르며 이를 다시 프린터를 통해 출력할 경우 본래의 색상이 변질된다. 또한 동일한 사진을 이용하여 모니터에 출력할 경우 모델 및 제조회사에 따라 서로 다른 색상으로 나타나게 된다. 따라서 정보전달에 있어 장치간의 색상 불일치로 인한 부정확한 정보를 전달함으로써 심각한 문제를 발생시킬 수 있다.

이러한 디지털 장치간의 색상 불균형이 발생하는 이유는 색상 분해 및 합성의 기준이 되는 삼원색이 동일하지 않기 때문이며 삼원색 빛의 종류나 세기가 제품마다 달라 동일한 신호의 영상이 입력되어도 화면에 표시되는 색은 제품마다 다르게 나타난다.

스캐너의 경우 RGB 센서의 응답 특성이 제품마다 달라

서로 다른 영상 데이터를 출력하며 프린터의 경우 제조회사마다 사용하는 삼원색 잉크 및 종이의 색상이 달라 서로 다른 색을 출력하고 모니터와 프린터는 상반되는 색 혼합 원리를 이용하므로 표현할 수 있는 색의 범위가 근본적으로 달라 동일 신호를 지닌 영상일지라도 다른 색을 출력한다.

디지털 사진은 필름을 사진으로 인화하지 않고 디지털 정보를 사진으로 출력을 하며 전자적인 신호 체계로 재현되는 구조를 가진다. 보통 사람이 인지할 수 있는 색의 범위는 모니터보다 많으나 디지털 사진을 모니터나 출력물로 보게 된다. 사람의 시야로 본 것을 촬영하고 그것을 출력하여 보 관하지만 출력물은 눈으로 본 것과는 상당한 부분 차이가 있다는 것을 색상 측정기를 통하여 파악이 가능하다.

디스플레이어에서 재현되는 색은 빛의 삼원색에 의한 색 재현이라 할 수 있다. 기존의 CRT 모니터의 경우 브라운관 벽으로 전자총이 RGB 신호의 전자빔을 방사하면 색도 마스크(Shadow Mask)를 통해서 전면에 있는 R, G, B 신호에 대응하는 형광물질과 대응하게 된다. 여기서 형광물질은 빛을 발하고 형광점의 혼색에 의해 우리는 하나의 색을 인식할 수 있다. 모니터에서 노란색을 볼 경우 보색인 청색(Blue)이 발광하지 않고 붉은색(Red)과 녹색(Green)이 발광하여 노란(Yellow)을 만들어 내는 것이다. 하지만 모니터는 RGB의 색광 혼색(가법 혼색)이지만 출력물은 CMYK의 감법 혼합이기에 두 가지가 완벽하게 같은 색과 톤을 만들어 내는 것은 불가능하다.

LCD 모니터는 RGB 신호를 AD변환기의 입력 레벨에 정확하게 맞추어 디지털 신호로 변환하기 위한 보정 방법이[5],[6] 널리 이용되고 있으며 AD변환기의 입력 RGB 신호의 레벨이 입력 레벨에 맞지 않을 경우 RGB신호가 정확하게 디지털신호로 변환되지 못해 색상 보정이 정상적으로 이루어지지 않는 문제점이 발생하고 RGB신호의 레벨을 측정 후 AD변환기의

* 정 회 원 : 한양대 전자전기제어계측공학과 박사과정

† 교신저자, 정회원 : 호서대 국방과학기술학과 교수 · 공박

E-mail: alarmkoo@hoseo.edu

접수일자 : 2010년 10월 28일

최종완료 : 2010년 11월 11일

입력레벨에 맞게 수동으로 조정해 주어야 한다[7],[8]. 이로 인해 색상 보정의 정확도가 떨어지고 또한 색상 보정 시간이 오래 걸리는 문제점이 있었다. 또한 기존의 모니터 색상 보정을 이용하는 경우 한 번의 보정 단계만 수행하기 때문에, 실제로 얻고자 하는 색상과 비교할 때 정밀도가 떨어질 수 있다. 또한 현재 얻고자 하는 색상과 모니터 상의 색상과의 차이에서 생긴 오차에 대한 정보를 얻을 수는 있으나, 이 정보를 이용하여 다시 색상을 보정할 수 없는 문제가 있다. 따라서, 보정된 색상 정보를 다시 수정해야 하는 번거로움이 발생할 수 있다.

본 논문에서는 모니터 색상 보정을 위해 PID 제어를 연산에 적용 하였고 변환된 Gamma LUT를 비디오 카드에 적용하였다. 색상 정보와 밝기 정보를 PID 제어기에서 제어 입력으로 사용하고 보정된 모니터로부터 다시 색상 정보와 밝기 정보를 측정된 다음 미리 설정된 값과의 차를 PID 제어기에 피드백시켜 실물에 가까운 색상 정보를 얻었다. 소프트웨어는 색측기에서 받은 색상과 밝기정보를 이용하였고 모니터의 모든 색상과 밝기를 측정하지 아니하고 표본색을 추출하여 측정하였다. 실험에서는 원본 이미지를 동일한 모니터에 디스플레이 후 국외제품 2종과 비교하여 Gamma와 Contrast를 측정하였다.

2. 본 론

2.1 색측기 제작 원리 및 구조

사람이 광원이나 물체의 색을 볼 수 있는 것은 광원의 복사율과 물체의 반사율, 사람의 색 일치 함수의 조합으로 이루어진 신호가 눈에 전달되기 때문이다. 따라서 색측기는 CIE 색도 좌표를 직접 측정하는 장치로서 광원에서 빛이 직접 들어오거나 기기에서 반사된 빛이 CIE 표준 관찰자의 색 일치 함수와 동일한 투과율을 가진 광학 필터를 통해 들어온 빛의 세기를 각각 RGB 센서로 측정이 되고 프로세서에 의해



그림 1 색측기 하드웨어 전체 구성
Fig. 1 Colormeter hardware configuration

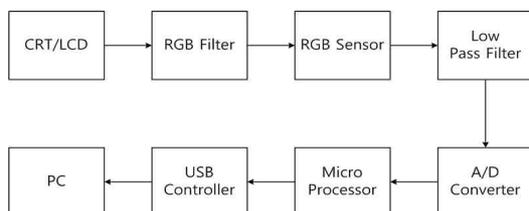


그림 2 색측기 동작 원리
Fig. 2 The operation principle of colormeter

신호가 처리된 후 절대치 XYZ 값으로 직접 디스플레이 된다. 그림 1은 색측기 하드웨어 전체 구성을 나타낸 것이며 그림 2는 색측기 동작 원리를 나타낸 것이다.

2.2 ICC 프로파일 구성 및 구조

ICC(International Color Consortium)은 컴퓨터 및 주변장치의 제조사에 관계없이 하드웨어에서 동일한 품질의 컬러영상을 얻기 위한 컬러관리 시스템의 구성 및 디바이스 Profile의 표준을 규정하기 위한 목적으로 1993년도에 도입되었으며 해당 장비의 칼라표현 특성을 나타내는 데이터 파일이다.

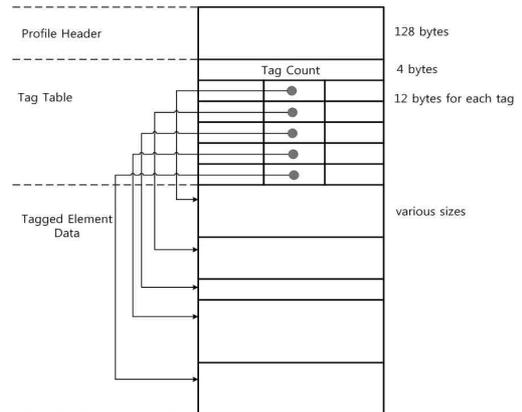


그림 3 ICC 프로파일 구성
Fig. 3 ICC Device Profile Configuration

표 1 프로파일 헤더 구조

Table 1 Profile header structure

Byte Position	Field Length (bytes)	Field Contents
0-3	4	Profile size
4-7	4	Preferred CMM Type
8-11	4	Profile version number
12-15	4	Profile/Device Class
16-19	4	Colour space of data (possibly a derived space) [i.e. "the canonical input space"]
20-23	4	Profile Connection Space (PCS) [i.e. "the canonical output space"]
24-35	12	Date and time this profile was first created
36-39	4	'acsp' (61637370h) profile file signature
40-43	4	Primary Platform signature
44-47	4	Profile flags to indicate various options for the CMM such as distributed processing and caching options
48-51	4	Device manufacturer of the device for which this profile is created
52-55	4	Device model of the device for which this profile is created
56-63	8	Device attributes unique to the particular device setup such as media type
64-67	4	Rendering Intent
68-79	12	The XYZ values of the illuminant of the Profile Connection Space. This must correspond to D50.
80-83	4	Profile Creator signature
84-99	16	Profile ID
100-127	28	Bytes reserved for future expansion - must be set to zero (3/0 of ISO 646)

표 2 프로파일 태그 테이블 구조

Table 2 Profile tag table structure

Byte Offset	Field Length (bytes)	Content
0-3	4	Tag count
4-7	4	Tag Signature
8-11	4	Offset to beginning of tag data element
12-15	4	Size of tag data element
16-(12n+3)	12n	Signature, offset and size respectively of

표 3 영상 표시 장치 ICC 프로파일 태그

Table 3 ICC profile tag of the image display device

Tag Name	General Description
profileDescriptionTag	Structure containing invariant and localizable versions of the profile name for display
redMatrixColumnTag	The first column in the matrix used in TRC/matrix transforms.
greenMatrixColumnTag	The second column in the matrix used in TRC/matrix transforms.
blueMatrixColumnTag	The third column in the matrix used in TRC/matrix transforms.
redTRCTag	Red channel tone reproduction curve
greenTRCTag	Green channel tone reproduction curve
blueTRCTag	Blue channel tone reproduction curve
mediaWhitePointTag	Media XYZ white point
copyrightTag	Profile copyright information
chromaticAdaptationTag	Converts XYZ colour from the actual illumination source to PCS illuminant.

이러한 ICC Profile은 컬러 관리를 위해각각의 컴퓨터에서 그래픽 프로그램이나, 입출력 장치의 개별적인 특성에 제한을 받지 않고, 일치된 칼라의 입출력을 가능하게 하는데 필요한 데이터 파일이다. 따라서 장치의 독립적인 색 공간을 바탕으로 기기들의 특성을 ICC에서 정한 형태의 Profile을 만들고 해당장치의 특성을 기록한다. 이러한 특성과의 차이를 컬러 관리 프로그램들이 관리하여 장치와는 독립된 통일된 칼라로 이미지 재현을 가능케 하여주고 있다.

ICC에서는 색 관리 시스템의 보급을 위하여 입출력 장치의 색 특성을 저장하는 프로파일 형식을 표준화하여 그림 3과 같이 해당 장치의 일반적 정보를 포함하고 있는 헤더와 색 보정을 위해 필요한 입출력 장치에 대한 변수 값을 포함하고 있는 태그들로 구성되어 있다. 프로파일 헤더는 128byte 공간을 차지하며 프로파일을 검색하고 정리하는데 필요한 정보를 나타낸다. 다음의 4byte는 저장된 태그의 개수를 나타낸 것이며 색 인기호, 데이터의 오프셋 그리고 크기를 나타내는 태그 테이블이 있으며 각 태그에 대해 12byte의 공간을 차지한다.

2.3 모니터 색상 보정

색상보정을 위한 기존의 방법으로 하이라이트, 쉐도우, 그레이 검사 등이 있으나 이는 모니터 색상 보정을 위해 육안으로 보정하게 되어 정확한 보정이 이루어지기가 힘들다.

그림 4는 하이라이트 검사로 모니터의 하이라이트를 표현한 것으로 1~10까지의 모든 숫자가 확인 가능해야 하나 contrast가 강한 경우 낮은 숫자들이 보이지 않게 된다.

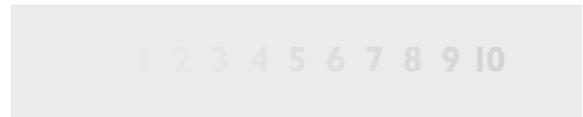


그림 4 하이라이트 검사

Fig. 4 Highlights test

그림 5는 검은색 차트에서 1~10까지의 숫자가 제대로 보이지 않을 경우 모니터가 어둡거나 주변광원이 밝은 경우이며 색상보정이 완료되었을 경우 10까지 모두 확인이 가능하다.



그림 5 쉐도우 검사

Fig. 5 Shadow test

그림 6은 50% 그레이를 나타낸 것으로 -5~-1까지, 1~5까지 모두 확인이 가능해야 한다.



그림 6 그레이 검사

Fig. 6 Gray test

본 논문에서 그림 7은 모니터의 색상 보정을 위한 색상 보정 순서를 나타낸 것으로 비디오 카드의 감마 LUT를 추출하여 표본의 개수와 감마 LUT 수를 분석 한다. 다음으로 표본 및 감마 LUT의 최대값을 적용하고 번스타인 방정식의 차수를 결정하고 표본 검출을 통한 베지어 곡선을 생성한 후 감마 LUT를 환산하여 비디오 카드에 적용시키는 순서로

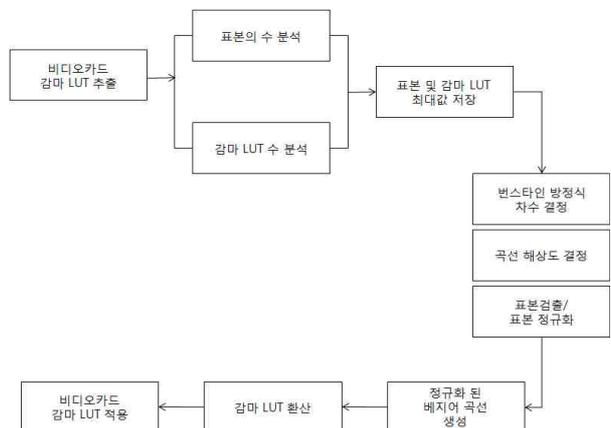


그림 7 모니터 색상 보정 순서도

Fig. 7 Monitor Color Calibration Flowchart

이루어진다. 기존의 방법은 비디오카드의 감마 LUT를 모니터 색상 보정을 함에 있어서 모든 영역에 대해서 밝기에 대한 교정이 이루어져 시간이 오래 소요되기 때문에 각 색상 보정 기기에서 정한 표본의 수 만큼만을 보정하고 표본과 표본 사이마다 1차 방정식을 이용하기 때문에 모니터 색상에 급격한 변화를 만들어내 각 구간마다의 이질감이 발생하게 된다.

이러한 점을 감안하여 색상 보정을 함에 있어서 각 표본을 잇는 곡선을 만드는 방법으로써 모니터 대조마다의 이질감을 덜어 부드러운 색감의 표현을 제공하고자 하였다. 이를 위해 번스타인 방정식을 이용하여 각 표본을 베지어 곡선의 제어점으로 하고 제어점의 수만큼 번스타인 방정식의 차수를 정하여 하나의 잘못된 표본이 있더라도 다른 표본들에 의해서 보상된다.

본 논문에서 비디오카드 감마 LUT 보간 방법은 감마 LUT에서 표본의 수와 감마 LUT의 수를 분석하고 표본을 정규화 하여 베지어 곡선의 변수로서 사용하였다. 표본은 모니터 색상 보정을 실시할 때 보통 256개의 감마 LUT를 모두 시행할 수 없으므로 이중 8개 내지는 18개를 표본으로 하여 모니터 색상 보정을 실시하였다. 이 때 표본점의 개수와 감마 LUT의 수는 보통의 비디오카드에서 8비트(256개)를 가지며 그 값은 16비트(65536개)를 가진다. 또한, 베지어 곡선은 식(1)과 같이 t의 값이 1을 넘지 못하므로 표본들을 모두 정규화 하였다.

$$B(t) = P_0(1-t)^3 + 3P_1t(1-t)^2 + 3P_2t^2(1-t)^3 + P_3t^3 \quad (1)$$

정규화된 표본은 식(1)과 같은 3차 곡선의 베지어 곡선의 원리를 이용하여 표본의 차수를 생성하여 베지어 곡선을 생성한다. 본 논문에서는 17개의 샘플을 이용하여 17차 곡선을 생성하였다.

$$\begin{aligned} B_0(t) &= 1 \cdot t^{17} \\ B_1(t) &= 17 \cdot t^{16} \cdot (1-t)^1 \\ B_2(t) &= 136 \cdot t^{15} \cdot (1-t)^2 \\ B_3(t) &= 680 \cdot t^{14} \cdot (1-t)^3 \\ B_4(t) &= 2380 \cdot t^{13} \cdot (1-t)^4 \\ B_5(t) &= 6188 \cdot t^{12} \cdot (1-t)^5 \\ B_6(t) &= 12376 \cdot t^{11} \cdot (1-t)^6 \\ B_7(t) &= 19448 \cdot t^{10} \cdot (1-t)^7 \\ B_8(t) &= 24310 \cdot t^9 \cdot (1-t)^8 \\ B_9(t) &= 24310 \cdot t^8 \cdot (1-t)^9 \\ &\vdots \\ B_{17}(t) &= 1 \cdot (1-t)^{17} \end{aligned} \quad (2)$$

식(2)와 같이 17차 번스타인 방정식을 이용하고 Gamma LUT의 개수와 같은 256개의 곡선 해상도를 결정하였다.

정규화된 Gamma LUT를 베지어 곡선의 제어값(x,y)로 하여 베지어 곡선을 생성 후 다시 Gamma LUT의 총 개수와 표본 최대값을 이용하여 다시 Gamma LUT의 값으로 환산하여 비디오카드 Gamma LUT에 적용한다.

2.4 모니터 색상 보정 알고리즘

모니터 색상 보정 방법을 설명하기 위한 흐름도는 그림 8과 같으며 그림 9는 색상 보정 알고리즘으로 모니터 색상

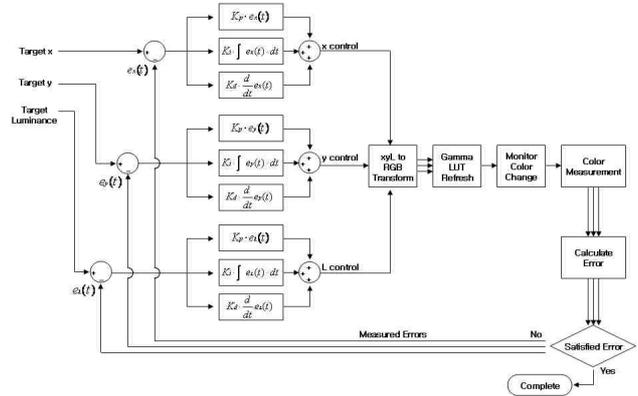


그림 8 모니터 색상 보정 알고리즘
Fig. 8 Monitor color calibration algorithm

보정 장치는 두 개의 색 정보(x, y)와 밝기 정보 (L)을 각각 처리하기 위하여 3개의 페루프 PID 제어기가 구성되어 있다[3]. 또한, PID 연산된 3개의 연산값이 XYZ 타입인 경우 그대로 출력을 하고, 연산 값이 XYZ 타입이 아닌 경우 XYZ 타입으로 변환시켜 주는 XYZ 변환(XYZ Transform)이 필요하다.

특히, XYZ타입의 연산값은 비디오 카드의 감마 LUT 보정을 통해 모니터의 색상을 보정해 주게 된다. 페루프 PID 제어기에는 측정 오차(ex(t), ey(t), eL(t))를 얻기 위한 설정값이 필요하게 되는데 태양광(6500K) 아래에서의 색상과 임의의 밝기를 사용하였다. 측정값이 CIE1931(x,y) 타입인 경우, 각각의 변수 x, y, L는 다음의 식(3)을 통해 XYZ 타입의 색상 정보로 변환하게 된다.

$$\begin{aligned} X &= \frac{x}{y} L \\ Y &= L \\ Z &= \frac{10(x+y)}{y} L \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $L = Luminence$ 이며 이와 같이 얻어진 측정값은 모니터의 Gamma LUT를 통해 색 보정이 이루어지게 되며 이러한 색 보정은 바로 모니터에 바로 적용된다. 각 페루프 PID 제어기에는 각각의 입력값(x,y,L)에 대해서 피드백을 필요로 하게 되는데 모니터에 적용된 색상으로부터 각각의 색상정보, 즉 두 개의 색 정보와 하나의 밝기 정보를 측정값으로 하고, 이 측정값과 설정값과의 차, 즉 측정 오차 $e_x(t)$, $e_y(t)$, $e_L(t)$ 를 피드백 한다. 측정 오차($e_x(t)$, $e_y(t)$, $e_L(t)$)가 허용 오차 범위 이내일 경우는 보정 단계를 끝내고 허용 오차 범위를 벗어나게 되면 각각 페루프 PID 제어기의 피드백 값으로 각각 대응하는 페루프 PID 제어기에 피드백 되어 허용 오차 범위 내에 존재하도록 반복한다.

2.5 소프트웨어

모니터 색상 보정을 위한 소프트웨어는 그림 9에서 보는 것과 같이 색상 보정을 하기 위해 기본사항을 선택하고 USB 포트에 색측기를 연결한다. 듀얼모니터의 경우 창을 이동시켜 색상 보정을 할 모니터에 해당 창이 보이도록 해야 하며 듀얼모니터가 아닌 경우 아이콘이 비활성화 된다.

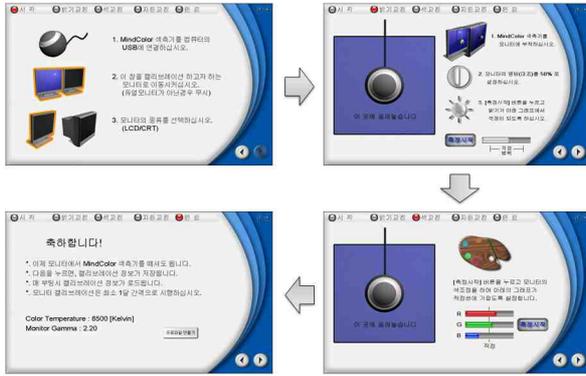


그림 9 모니터 색상 보정 소프트웨어
Fig. 9 Monitor color calibration software

다음은 밝기교정 모드로 모니터 색상 보정을 할 수 있도록 적정 밝기를 조정한다. 색측기를 모니터의 그림 위에 올려놓고 측정시작 버튼을 눌러 화면의 밝기를 적정 영역까지 조정한다. 이 때 적정영역 안에 들어오지 않으면 정확한 센싱을 할 수가 없어 모니터 색상 보정 품질이 떨어진다. 색교정 모드는 모니터의 색을 미리 적정수준으로 교정하며 이 교정은 색상 보정 품질을 결정하며 그래프가 적정에서 멀수록 모니터의 교정을 많이 하게 되며 색상 보정 품질은 다소 떨어진다. 모니터의 OSD버튼(Menu버튼)을 눌러 색온도(Color Temperature) 혹은 Color를 선택하여 6500K로 설정한 후 화면상의 창에서 그래프가 적정에 최대한 가깝도록 RGB를 교정한다. 또한 자동교정 모드에서도 교정이 가능하며 모니터 색상 보정이 끝난 후 프로파일을 만들어서 사용이 가능하며 Start Loader를 통하여 색상이 보정된 정보를 매 부팅 시 로드해주는 역할을 한다.

3. 실험 및 분석

본 논문에서는 22인치 LCD 모니터에 3종류의 색상측정기를 이용하여 색상 보정을 실험 하였으며 실험 조건은 표 4와 같다. 표 5에서 (a)는 개발 제품을 나타낸 것이며 (b)는 Eyexx, (c)는 Spixx 제품이며 원본은 모니터 색상 보정이 이루어지기 이전을 나타낸 것이다.

Contrast 값은 Mindcolor 제품이 연속적으로 부드럽게 색상이 분포되었음을 확인 할 수 있다. 원본 이미지의 경우 Gamma 그래프에서 회색 실선이 Gamma 2.2를 나타낸 것이며 검은색 실선이 현재의 Gamma 값을 나타낸 것으로 현저한 차이를 보이고 있음을 알 수가 있다. Gamma 값을 기준으로 Mindcolor, Eyexx, Splxx 순으로 Gamma 2.2에 가까워졌음을

표 4 색측기 실험 조건
Table 4 Colormeter experimental conditions

Model Parameter	Eyexx	Splxx	Mindcolor
Monitor	22" LCD		
Gamma Choices	fixed at 2.2	1.8 or 2.2	2.2
Color Temp	5000K,6500K, 7500K	5000K,6500K	5000K,6500K

표 5 색측기 실험 결과 비교

Table 5 Comparison of the experimental results of colormeter

대상 구분	원본	(a) Mndcolor	(b) Eyexx	(c) Spixx
Picture				
Contrast (Gray Brightness)				
Gamma				

알 수가 있으며 Gray Scale의 분포가 총 16단계로 나누어 볼 때 (a)는 13단계, (b)는 11단계, (c)는 11단계까지 분포되어 있어 (a)Mindcolor 제품이 한쪽으로 치우치지 않고 골고루 분포되어 있음을 확인하였고 실제 Picture를 보면 옷의 미세한 구김과 머리카락이 뚜렷하게 보여짐을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 모니터 색상 보정을 위해 PID 제어를 연산에 적용 하였고 변환된 Gamma LUT를 비디오 카드에 적용하였다. 색상 정보와 밝기 정보를 PID 제어기에서 제어 입력으로 사용하고 보정된 모니터로부터 다시 색상 정보와 밝기 정보를 측정된 다음 미리 설정된 값과의 차를 PID 제어기에 피드백 시켜 실물에 가까운 색상 정보를 얻었다. 소프트웨어는 색측기에서 받은 색상과 밝기정보를 이용하였고 모니터의 모든 색상과 밝기를 측정하지 아니하고 표본색을 추출하여 측정하였다. 실험에서는 원본 이미지를 동일한 모니터에 디스플레이 후 국외제품 2종과 비교하고 Gamma와 Contrast를 측정하여 원본이미지의 색상을 보정하였다.

참고 문헌

[1] Yoshihiko Nomura, Michihiro Sagara, Hiroshi Naruse, and Atsushi Ide, "Simple Calibration Algorithm for

High-Distortion-Lens Camera”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 14, No. 11, NOV. 1992.

- [2] Sharma, G. "LCDs versus CRTs-color-calibration and gamut considerations " IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 14, No. 8, AUG. 2005.
- [3] 노규호, "PID 제어를 이용한 모니터 캘리브레이션 및 그 보정방법", 특허청, 등록번호 1009297100000, 2009.
- [4] 한병조, 구경완, 양해원, "듀얼 모니터 캘리브레이션을 위한 성능 개선에 관한 연구", 대한전기학회 2010년도 학술대회, 2010.
- [5] 김치호, 유범재, 김학배, "밝기 변화를 고려한 색상과 채도의 확률 모델에 기반한 조명변화에 강인한 컬러분할", 대한전기학회논문지, Vol. 54, No. 10, 2005.
- [6] 김문환, 박진배, 정근호, 주영훈, 이재연, 조영조, "퍼지 색상 필터를 이용한 얼굴 영역 추출", 대한전기학회 2004년도 학술대회, 2004.
- [7] 이성훈, 박진현, 전향식, 최영규, "조명 변화에 강인한 로봇 축구 시스템의 색상 분류기", 대한전기학회논문지, Vol. 53, No. 1, 2004.
- [8] 양경옥, 황보현, 이승준, 윤종호, 최명렬, "선호색 보정을 이용한 화질 향상 알고리즘", 대한전기학회논문지, Vol. 57P, No. 1, 2008.

저 자 소 개



한 병 조(韓 秉 祚)

1979년 11월 24일생. 2006년 영동대학교 전자공학과 졸업(학사). 2006년~현재 한양대학교 전자전기제어계측공학과 석·박사 통합과정(박사수료). 관심분야 비선형 시스템.

Tel: 031-436-8118

Fax: 031-436-8117

E-mail: help7@hanyang.ac.kr



구 경 완(丘 庚 完)

1961년 2월 5일생. 1983년 충남대학교 전자공학과 졸업(학사). 1992년 동 대학원 전자공학과 졸업(박사). 1987년 현대전자 반도체연구소 선임연구원. 1994년~2005년 영동대학교 전자·정보공학부 부교수. 2005년~현재 호서대학교 국방과학기술학과 교수.

Tel: 041-540-9541

Fax: 041-540-9548

E-mail: alarmkoo@hoseo.edu