

Analysis of Color Information by Photo Diode Sensor

김 지 선* · 정 구 인* · 임 성 환^{§§} · 이 영 재* · 이 필 재[§] · 이 정 환** · 김 경 섭*** · 전 재 훈[†]
 (Ji-Sun Kim · Gu-in Jung · Sung-Hwan Lim · Young-Jae Lee · Pil-Jae Lee · Jeong-Hwan Lee ·
 Kyung-Seop Kim · Jae-Hoon Jun)

Abstract - Color is discerned due to the reflectance of object and its hue is determined by the Ratio of RGB spectrum. The aim of this study is to evaluate the Color information using by the optical system in terms of convenience and simplicity. Firstly, the differential Ratio of RGB is evaluated by photodiode Sensor which achieves a high efficiency with quick transducer output. To extract the information of RGB Ratio, light emitting diode is built in Color sensing system with photodiode. Our proposed method is very economical, simple, and convenient. Our results can be applied to confirm the accurate information of Color in the research environments and commercial purposes. Thus RGB information can be determined subjectively and thus, the inherent characteristic of Color will be revealed precisely and its related features can be resolved in a real time mode.

Key Words : Color detection, Color sensor, Color distinguish, Color information, Analysis of color

1. 서 론

색은 자연광이 사물에 의해 반사되는 빛으로 인해 구별하게 되고, 모든 색(Color)은 세 가지 색 RGB(Red, Green, Blue)을 혼합하여 만들어진다. 일반적으로 색은 두 가지 의미를 지니는데 첫째는 안료(Pigment)로서의 색으로 CMY(Cyan, Magenta, Yellow)는 잉크에 기초한 색상 구현원리(감산혼합)이고, 둘째는 어떤 특정 빛의 파장이 수용 기관에 자극을 주어 대뇌에서 느끼는 빛으로서의 색, 즉 RGB 색이다[1-2].

현재 우리가 일상생활에서 경험하는 색채는 그 종류가 무수히 많다. 하지만 색을 기술하는 언어적 표현방식이 매우 다양하고 색의 종류도 다양하여 정확한 색을 표현할 수 있는 방법이 거의 없으므로 정량적이고 객관적으로 색을 표현하고 나타낼 수 있는 방법이 필요하다[3-4].

색을 측정하는 방법에는 시각적 측정 방법인 정성적 분석(Qualitative Analysis)과 기계에 의해 측정하는 객관적 분석 방법인 정량적 분석(Quantitative Analysis)이 있다. 정성적 분석의 경우 색을 인지하고 판단하는 방법에 있어서 주관적이며 색의 평가가 쉬운 방법이나 색구별 능력이 개인마다 다르고 빛의 상태에 따라 색의 인식에 변화를 가져오는 등의 많은 오차를 초래할 수 있다. 이러한 개인의 시각적 오차가 없이 객관적으로 비교 분석하기 위해 기계로 색을 측정하는 정량적 분석방법이 발달하고 있다. 정확한 색을 검출하기 위한 정량적 분석은 분광계(Spectrometer)부터 광학 필터에 이르기까지 그 방법이 다양하다. 이 방법들의 장·단점들을 살펴보면,

(1) 분광계는 오늘날 화학, 생명과학, 환경, 제약 등 거의 모든 실험실에서 사용되는 분석 장비이다. 물질 고유의 흡수 스펙트럼을 측정하는 장비이고 비교적 정확하지만 샘플이 용매에 녹지 않는 경우 분석이 어렵고, 고가의 장비다.

(2) CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서의 경우 반응 속도가 우수하고 낮은 노이즈에 대해 간단히 적응하는 점이 있다. 그러나 높은 전압을 사용하여야 구동되고 전력 소비가 상대적으로 큰 편이며 시스템의 크기가 비교적 크고 복잡하다.

(3) CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 이미지 센서는 작동 속도가 빠르고 낮은 전압을 사용하며 내구성이 우수하다는 장점이 있다. 또한 센서의 사이즈 소형화가 가능하지만 주변회로가 복잡하고 어두운 곳에서 일반적으로 균일도가 떨어지고 별도의 이미지 프로세서를 사용하여야 한다는 단점이 있다[5].

(4) 광학필터(Optical Filter)를 이용하여 RGB비율을 검출해내는 방법은 일부 논문에서 색을 검출하는데 사용되어져

* 정 회 원 : 건국대 의공학학과 박사과정
 건국대 의공학 실용 기술연구소
 ** 정 회 원 : 건국대 의공학부 부교수
 건국대 의공학 실용 기술연구소
 *** 정 회 원 : 건국대 의공학부 교수
 건국대 의공학 실용 기술연구소
 § 정 회 원 : 건국대 의공학부 석사과정
 건국대 의공학 실용 기술연구소
 §§ 준 회 원 : 건국대학교 의공학부
 † 교신저자, 정회원 : 건국대학교 의공학부 부교수
 건국대 의공학 실용 기술연구소
 E-mail : jjun81@kku.ac.kr
 접수일자 : 2010년 10월 18일
 최종완료 : 2011년 3월 16일

은 방식이다[6]. 특히 다이크로익 필터란, 특정한 주파수의 빛을 통과시키고 나머지는 반사시키는 특성을 가진 필터이다. 하지만 광학 필터를 사용하여 색을 검출 할 경우 그 형태가 커지고, 제조가 힘들뿐만 아니라 내구성이 낮으며 고가의 장비라는 단점이 있다.

본 연구는 사용자 편의성과 경제성, 색의 효율적 평가를 위해 색을 구별할 수 있는 방법을 연구하였는데, 장비의 크기 문제를 해소하기 위해 LED가 장착된 컬러 센서(Color Sensor)를 사용하였으며 무게는 15g정도의 구성으로 어떤 물체에도 사용할 수 있게 소형으로 설계하였다. 또한 이를 색이 다른 물체에 적용하여 실험을 실시하였다. 연구에서 접근한 색 정보 분석 방법은 센서가 눈에 보이는 빛이라는 장점을 사용하여 색을 측정 할 수 있는 방법을 고안하게 되었다. 수신부의 전압을 측정하고 데이터를 얻어 RGB비율을 처리하여 색의 변화를 관찰하고 색을 구별해 내는 점에 있어 색을 효율적으로 감지할 수 있다고 사료된다. LED와 포토 다이오드 센서(Photo Diode Sensor)를 사용하여 색 정보를 분석하고 색을 검출 하게 된다면 일반 연구실뿐만 아니라 제약이 없는 공간에서 색의 변화를 관찰하고 구별해 내는데 있어 효율적으로 장비를 이용할 수 있을 것이라고 사료된다. 본 연구의 결과는 색의 작은 변화까지 감지 할 수 있어 pH의 구별이나 시료의 색구별 또는 염료의 착색 정도를 판단하는 곳에 사용할 수 있고, 시약이나 색이 변화하는 화학 시험지 검사 등에도 사용될 수 있을 것이다.

2. 실험 방법

2.1 실험에 사용된 센서 및 방법

본 연구에서는 CCD나 CMOS를 사용하여 영상에서의 RGB비율을 판단하는 것이 아닌 전기적 효율이 높고 크기가 작은 LED와 빛에 대한 반응이 빠르다는 장점을 가진 포토 다이오드 센서를 사용하여 고체에서의 RGB비율을 판단하고자 한다. 위에서 기술한 장비들의 단점들을 보완하고 색을 효율적으로 구별하고 평가하며 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 휴대가 용이한 광학적 방법의 색 분석 시스템을 연구하였다.

실험은 110가지의 색이 서로 다른 색종이에 대하여 RGB 비율 측정 실험 및 색 검출에 관한 실험을 진행 되었는데 실험에 사용한 샘플은 I.R.I(Image Research Institute) 색채 연구소에서 제공하는 10가지의 다른 색상(Hue)을 11가지의 색조(Tone)로 분류하여 놓은 110가지의 색이 다른 색종이(H&T120)이다[7]. 실험은 LED와 포토 다이오드 센서가 내장된 센서를 사용하여 실험을 진행 하였고 센서 데이터의 RGB비율의 비교군을 설정하기 위하여 I.R.I 연구소에서 제공하는 샘플의 RGB비율에 관한 정보를 Adobe Illustration 소프트웨어를 이용하여 RGB값을 각각 추출해 내었으며 이를 가지고 각각 RGB비율로 환산한 후 실험치 와 비교 하였다. 이 방법은 모두 Red, Green, Blue Color의 LED를 이용하여 색의 정보를 분석 하고 그 결과를 비교해 보자 하는 것으로 3가지의 다른 빛을 사용 하여 서로 다른 색의 정보를 비교적 정확하게 얻는 기술을 구현 하고자 하였다. 광학 필터를 부착 하지 않은 컬러 센서를 사용하여 비교적 신호

가 안정적인 Red, Green, Blue의 색을 가지는 광원(Source)의 LED를 이용하였고, 세 종류의 광원을 사용한 가산 혼합의 방법을 사용하여 색을 분석 할 수 있는 시스템을 연구하였다.

그림 1은 실험에 사용된 컬러 센서(KIR-Series, Kodensh i)의 모형도 및 핀의 형태를 그림으로 나타낸 모식도 이다. 센서의 수신부는 일반 포토 다이오드로써 발광부의 신호만을 선택적으로 받아들이거나 다른 신호를 필터링 하지 못하기 때문에 실험 진행시에는 3개의 포토다이오드가 외부 빛의 간섭을 받지 않도록 실험 장치를 구성 하였으며 각각 컬러 센서 간에 있어 빛의 영향을 받지 않도록 센서의 간격을 조절하여 배치하였다.

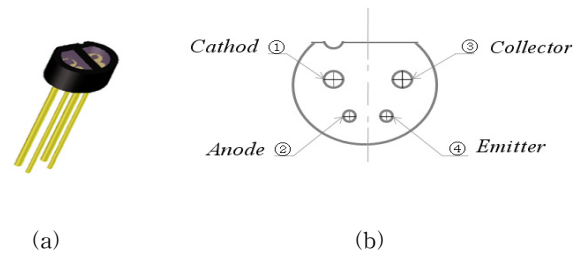


그림 1 실험에 사용된 컬러 센서; (a) 컬러 센서의 모형도, (b) 컬러 센서의 핀의 형태

Fig. 1 Color Sensor Used in this Experiment; (a) Color Sensor Model, (b) Pin Forms of the Color Sensor

표 1은 색을 감지하기 위해 구성된 장치에 사용된 컬러 센서의 파장대역을 보여준다. 실험에 사용된 LED의 파장 범위 Red(625nm~650nm), Blue(520nm~540nm), Green(468nm)이다. 일반적으로 Red의 파장범위는 620~780nm, Green의 파장 범위는 510~565nm, Blue의 파장범위는 440~510nm이다[3].

표 1 실험에 사용된 센서의 사양

Table 1 Specifications of the Sensors Used in this Experiment

	Min.	Typ.	Max.
KIR1001A	625nm	640nm	650nm
KIR1002A	520nm	-	540nm
KIR1003A	-	468nm	-

그림 2는 실제 본 연구에서 실험한 구성도 이다. 실험은 모두 동일한 방법으로 진행하였다. LED에서 나온 Red, Green, Blue 광원의 빛이 각각 고체 샘플에 부딪혀 빛이 반사되어 돌아오면 돌아온 신호를 수신부에서 감지하는 원리의 실험이다. 각각의 포토 다이오드에서 방출 되는 아날로그 신호를 DAQ-board로 받아, A/D 변환을 거친 신호를 Labview를 통해 저장하고, 저장된 데이터를 매트랩(Matlab)을 사용하여 색의 정보를 분석 할 수 있게 하였는데 이때 실험 데이터가 매트랩에 작성된 알고리즘을 거치면 알고리즘에 의해 RGB비율을 계산되고 최종적으로 색의 정보와 색을 검출해 내는 방법으로 실험을 진행하였다.

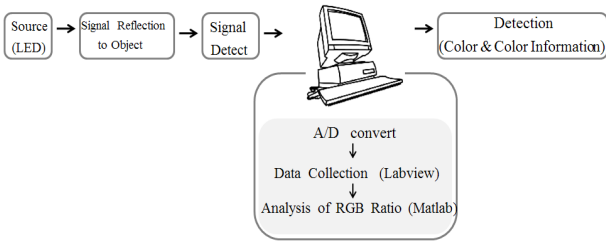


그림 2 실제 실험에 사용된 방법의 개략도
 Fig. 2 Schematic of Experimental Procedures

실험은 색이 다른 종이를 대상으로 실험을 진행하였다. 샘플은 10가지의 다른 색을 11가지의 색조로 분류하여 놓은 색종이 이다. 센서의 동작 전원은 송신부·수신부 5V로 진행하였다. 본 실험의 신호 수집 방법은 송신부에서 발생된 신호가 샘플에 부딪혀 반사되고, 반사된 신호를 수신부에서 받아들이는 방식이다.

그림 3은 컬러 센서를 이용하여 색의 정보를 측정하는 실험 방법에 대해 간단히 그려놓은 개략도 이다. 그림과 같이 송신부와 수신부는 고정시켜 놓았고 고체 샘플만을 변경해 가며 실험을 실시하였다. 센서의 특성상 센서와 물체의 간격이 1mm일 때 수신부가 가장 민감하게 반응하기 때문에 센서와 물체의 간격을 1mm로 고정하고 실험을 실시하였다. 또한 센서 사이의 빛의 영향을 받지 않게 각각 센서 사이를 완전히 차단하였고 외부 빛의 영향을 받지 않도록 샘플의 위에 빛이 통하지 않을 정도의 두꺼운 물체를 올려 실험을 진행하였다.

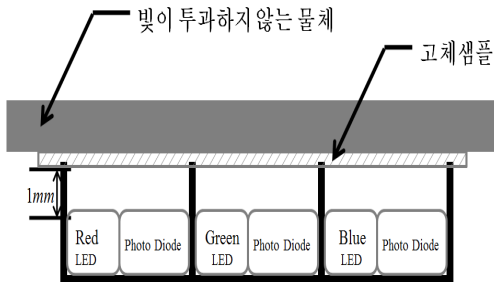


그림 3 컬러 센서를 이용한 색 측정 방법의 개략도
 Fig. 3 Schematic of Measuring Color Using Color Sensor

표 2는 본 실험에 사용한 고체샘플, 즉 I.R.I 색채 연구소에서 제공하는 10가지의 다른 색을 11가지의 색조로 분류하여 놓은 종이를 표로 나타낸 것이다. 크게 붉은색과 초록색, 푸른색 계열의 색으로 10가지 색상을 가지고 11가지의 종류의 서로 다른 명도와 채도의 정도에 따라 종이번호가 결정되어 있는 샘플을 실험 재료로 선정하고 실험하였다. 또한 색채 연구소에서 제공하는 ai 파일을 Adobe Illustrator를 사용하여 16진수로 표현된 각각의 RGB 값을 얻어 RGB 비율로 계산하고 이를 광 다이오드로 얻은 데이터와 비교하여 보았다.

표 2 실험에 사용된 물체의 색상
 Table 2 The Color of Object Used in this Experiment

Hue Tone	Red	Yellow Red	Yellow	Green Yellow	Green	Blue Green	Blue	Purple Blue	Purple	Red Purple
Vivid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Strong	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bright	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pale	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Very Pale	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Light Grayish	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Light	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Grayish	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Dull	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Deep	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Dark	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110

2.2 RGB비율의 계산 방법 및 분석

본 연구에서는 물체의 색을 구별하기 위해 고체 샘플과 액체샘플을 대상으로 하여 RGB 비율을 분석하고 색의 정보를 통해 색을 구별하는 것을 목표로 한다. 그를 위해 각각의 Red, Green, Blue의 광원을 가진 컬러 센서의 수집된 데이터 값을 이용하여 RGB 비율로 변환 시키고자 하였다. 수신부에서 받아들인 각각의 Red, Green, Blue의 빛이 반사되어 수신부에 들어온 신호를 이용하여 퍼센트 계산을 통해 각 샘플의 RGB 비율을 계산 하였고 이는 식(1),(2),(3)과 같이 계산 할 수 있다.

$$R = \frac{I_R}{I_R + I_G + I_B} \tag{1}$$

$$G = \frac{I_G}{I_R + I_G + I_B} \tag{2}$$

$$B = \frac{I_B}{I_R + I_G + I_B} \tag{3}$$

- R : Red 광원 데이터의 비율
- G : Green 광원 데이터의 비율
- B : Blue 광원 데이터의 비율
- I_i : 각 광원 데이터의 Intensity
- i : 광원의 색(Red, Green, Blue)

2.3 색 검출 알고리즘

본 연구에서는 컬러 센서를 사용하여 신뢰성 있는 RGB 비율을 결정하고 RGB 비율을 통해 색을 검출하는 방법을 제시하려 한다. 먼저 기존에 반복 실험을 통해 얻은 RGB 비율 각각을 평균값으로 설정한다. 그 후 실험을 통하여 얻은 데이터를 RGB 비율로 변환시키고 기존에 실험으로 얻은 RGB 비율의 평균값에서 실험값을 빼주어 차이를 계산 하고 오차를 구하는 방법을 사용하였다.

$$Ave_R - R = Error_R \tag{4}$$

$$\text{Ave}_G - G = \text{Error}_G \quad (5)$$

$$\text{Ave}_B - B = \text{Error}_B \quad (6)$$

$$|\text{Error}_R| + |\text{Error}_G| + |\text{Error}_B| = \text{Error}_{\text{Total}} \quad (7)$$

여기서 Ave_R : Red 광원 데이터의 평균값
 Ave_G : Green 광원 데이터의 평균값
 Ave_B : Blue 광원 데이터의 평균값
 Error_Total : R,G,B 광원의 Error값을 모두 합친 값

그림 4는 본 연구에서 작성하여 실험에 사용한 알고리즘을 보여 준다. 알고리즘은 첫째로 입력된 RGB 비율이 지정된 범위의 평균값 안에서 모두 만족하는지를 확인한다. 본 연구에서는 RGB 평균값의 각각의 ±2 %에 해당하는 값으로 설정하였다. ±2 %로 설정한 이유는 좀 더 정확한 색이 검출 되는 것을 실험적으로 검증하였기 때문이다. 여기서 평균값의 지정된 범위는 경험으로 얻은 수치이며 알고리즘 설계 시 수정이 가능하다. 입력된 값을 평균값에 적용하여 만족하는 것을 확인하고 얻어진 색의 값이 1개일 경우 알고리즘을 종료한다. 만약 얻어진 색의 값이 1개 이상이라면 식 (7)을 이용하여 가장 작은 오류를 갖는 색의 값을 검출하도록 알고리즘을 구성하였다.

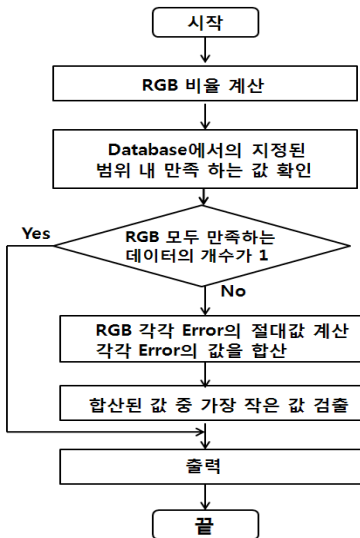


그림 4 색 검출에 사용된 알고리즘
 Fig. 4 The Algorithm Used to Detect the Color.

3. 결 과

그림 5는 110가지의 종이 번호에 의해 센서로 얻은 데이터의 RGB 비율을 도시화 한 것이다. 그림 5에서 R,G,B는 각각 Red, Blue, Green의 광원을 가진 컬러 센서에서 얻어진 데이터를 식(1),(2),(3)을 통해 RGB 비율을 계산한 결과이다. 표 1에서 확인할 수 있듯 종이의 번호는 10의 단위마다 다른 명도를 가지고 Red, Green, Blue 계열의 색을 반복적으로 나열 되어있다.

광 다이오드 센서를 이용하여 샘플에 반사된 신호의 RGB 비율의 결과는 샘플의 배열 순서에 따라 값이 다른 R, G, B 비율이 반복하며 11번 나타나는 것을 볼 수 있다. 실험의 결과 채도가 높은 10번대의 샘플에서 RGB 비율이 가장 뚜렷하게 나타났고 명도가 높고 채도가 낮은 40번, 50번 고체 샘플에서는 RGB 비율이 거의 비슷해 진 것을 확인할 수 있다. 실제 40번, 50번대의 샘플은 채도가 낮고 명도가 높아 샘플의 색이 거의 흰색을 나타낸다.

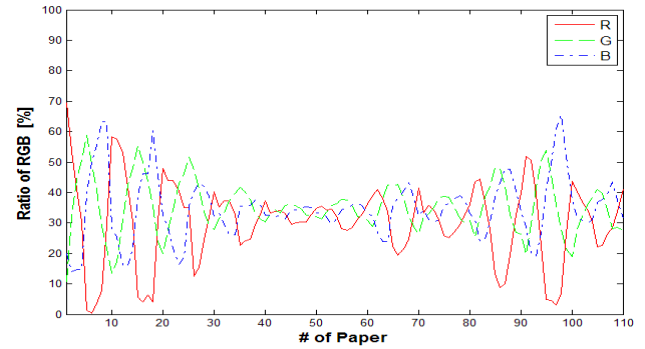


그림 5 종이 비율에 따른 센서 값의 RGB 비율
 Fig. 5 RGB Ratio of Number of Paper

그림 6은 110가지의 종이 번호에 따라 Adobe Illustration 소프트웨어를 사용하여 RGB비율을 얻고, 계산한 데이터를 도시화 한 그래프이다. 이의 결과 역시 전체 적으로 그림 5와 비슷한 유형을 보이며 그림 5와 마찬가지로 종이 번호에 따라 서로 다른 RGB 비율이 반복하여 각각 11번 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한 채도가 높은 종이 번호 영역에서는 비교적 높은 값의 RGB 비율이 반복적으로 나타나며 채도가 낮고 명도가 높은 종이 번호 영역에서는 비교적 낮은 값의 RGB 비율이 반복하여 나타나는 것을 확인할 수 있다.

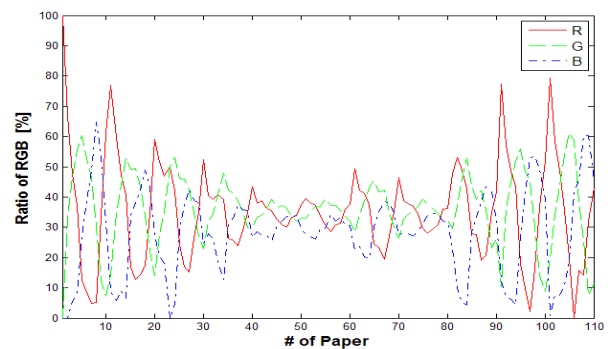


그림 6 종이 비율에 따른 이론값의 RGB 비율
 Fig. 6 RGB Ratio of H&T 120 Value of Paper

그림 7은 110가지의 고체 샘플을 Adobe Illustration 소프트웨어를 사용하여 RGB 값을 추출 한 값과 포토 다이오드 센서로 얻은 데이터의 RGB 비율을 각각 R, G, B를 따로 나타낸 그래프이다. 그림에서 H&T 120은 I.R.I 색채 연구소

에서 제공한 고체 샘플의 RGB비율을 의미한다. 3가지의 데이터는 비슷한 유형을 나타내지만 정확히 일치하지 않는다. 그래프가 일치하지 않는 첫 번째 이유는 포토 다이오드 센서를 사용하여 RGB 비율을 나타낸 데이터의 경우 모든 센서가 전압에 의하여 동작하기 때문에 미약한 전압 값이라도 항상 포토 다이오드 센서를 동작 하게 하여 잡음을 발생하기 때문이다. 또한 고체 샘플에서 Adobe Illustration 소프트웨어를 이용하여 얻은 RGB 이론값은 Red, Green, Blue Color의 가산 혼합 방식이 아닌 감산 혼합 방식을 사용하기 얻은 데이터이기 때문에 RGB 비율이 정확히 일치하지 않는 이유라고 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 고체 샘플에서의 RGB 비율을 이용하여 색을 구별할 수 있는 방법을 연구하였다. 실험에 사용된 샘플은 색상을 색상과 색조로 구분된 110가지 종류의 샘플이었고 이를 LED와 포토 다이오드 센서가 내장된 컬러 센서를 이용하여 실험을 진행하였다. 본 실험은 색의 RGB 정보를 확인하고 색을 검출 하는데 있어 앞서 기술한 장비들의 단점을 보완하고자 컬러 센서를 이용하여 색을 측정하였으며 매트랩과 Labview를 이용하여 데이터를 처리하고 분석하였으며 결과를 도출하였다.

결과적으로 컬러 센서를 이용하여 샘플의 RGB 비율을 판별하고 색을 감지해 낼 수 있었다. LED의 파장범위가 넓은 RED 컬러 센서보다 비교적 일정한 파장이 나오는 Blue 컬러 센서가 보다 이론값에 가까운 데이터가 나오는 것을 확인 할 수 있었고 이론값과 비교해 본 결과 비슷한 유형의 데이터들이 검출되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 실험의 결과 샘플로 실험한 110가지 색중 101가지가 검출 되었다, 또한 검출되지 않은 9가지의 색은 비슷한 유형의 색을 검출하는 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때 컬러 센서로 RGB 비율과 색을 검출해 낼 수 있는 것을 확인하였으며 색의 민감한 변화도 감지 해 낼 수 있는 것을 확인하였다. 그러나 본 연구는 전압을 사용하여 실험을 진행하여 잡음 제거에 있어 효율적이지 못했던 것으로 사료된다. 따라서 차후 연구로 센서의 더 정확한 RGB 비율과 색을 측정하도록 파장 대역대의 폭이 작은 LED나 컬러 센서, 주파수 센서를 사용하여 연구 할 것이며 샘플의 파장을 측정하여 색이 아닌 파장대역을 검출해내는 연구가 진행 될 것이다. 실험의 결과는 간단한 pH의 측정이나 용해 정도 판단 등에 적용하여 데이터를 얻어 색상을 분석할 수 있고 염료의 착색정도를 보다 객관적으로 판단할 수 있으며 실시간으로 RGB 비율을 확인 할 수 있어 시간적 효율을 증가 시킬 것이다. 또한 LED와 포토 다이오드 센서를 사용하여 색 정보를 분석하고 색을 검출 하게 된다면 일반 연구실뿐만 아니라 제약이 없는 공간에서 색의 변화를 관찰하고 구별해 내는데 있어 효율적으로 장비를 이용할 수 있을 것이라고 사료된다. 이 실험 방법을 이용하여 RGB 비율을 측정하게 된다면 실험실, 일반 연구소 등뿐만 아닌 자유로운 공간에서 비교적 간단한 장비로 색을 분석할 수 있을 것이다. 또한 이 실험의 응용 분야로는 색의 인지 기능이 정상인보다 미흡한 적녹색맹이 물체의 색을 구분하는데 적용하여 색을 판단하는데 도움을 줄 것이고, 피부병 환자들의 피부의 색소 침착의 정도를 보다 더 객관적이고 정량적으로 판단할 수 있을 것이다. 또한 강황이나 사과 등 식재료의 색을 판단하여 당도나 물질 함유량을 판별할 수 있고, 현재 육안으로 혈중 포도당의 양을 파악하고 있는 방법인 SMBG(Self Monitoring Blood Glucose)테스트에 적용하면 좀 더 객관적으로 판단 할 수 있게 될 것이다.

또한 차후 본 실험을 더 개발 시켜 수술시 출혈이 일어나는 경우 색의 변화를 감지하여 자동적으로 출혈을 막을 수 있는 시스템을 연구할 것이다. 이상 위의 내용과 같이 컬러 센서를 사용하여 색을 판별할 경우 고체와 액체의 구분 없이 색을 구분할 수 있을 것이며, 이것은 색상의 판별에 있어 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

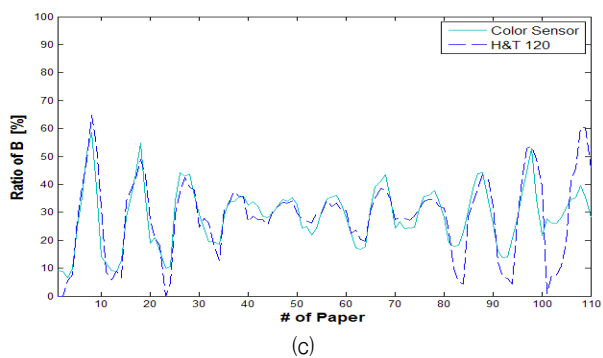
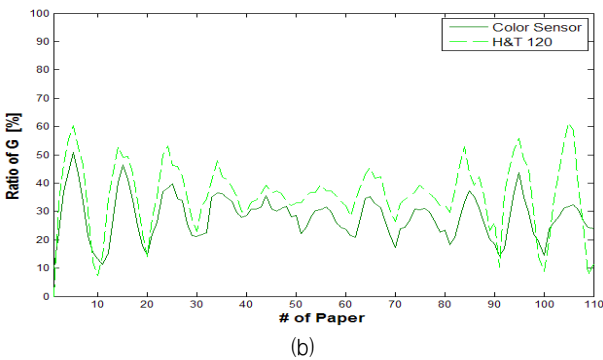
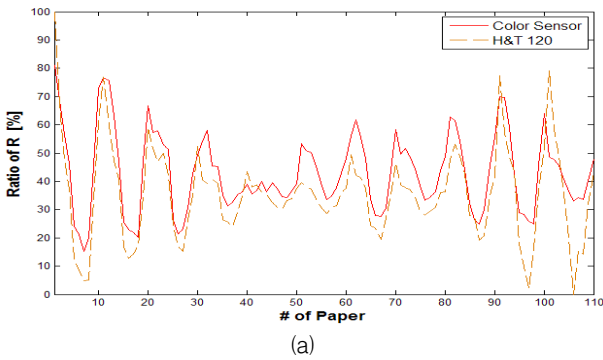


그림 7 RGB 이론값, 실험값의 비교; (a) Red 신호의 비율 (b) Green 신호의 비율 (c) Blue 신호의 비율

Fig. 7 RGB Theory, Comparison of Experimental Data: (a) Red Signal Ratio (b) Green Signal Ratio (c) Blue Signal Ratio

감사의 글

이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (한국연구재단 2010-0023158)

참고 문헌

- [1] 김이경, 조인호, 신수연, “수중 도재 색조 선택 시스템의 Spectrophotometer를 이용한 색조 재현성 평가,” Journal of Korean Academy of Prosthodontics, Vol.42, Issue5, pp.544-555, 2004.
- [2] 한승원, 이나영, 이종석 “RGB 화상데이터를 적용한 다육 식물류의 잎색 분석,” 한국 식물 인간환경 학회지, Vol.9, No.4, pp.88-94, 2006.
- [3] 최근배, 박찬운, 송창용, 고석민, “가시광선 영역에서 shade guide에 따른 광 투과도 특성 연구,” Journal of Korean Academy of Prosthodontics, Vol.38, Issue2, pp. 147-159, 2000.
- [4] 권오상, 여명선, 김영선, “주요 색채형용사의 색채 공간상의 의미방향성 연구,” 한국색채학회 동계학술대회 논문집, Vol.2001, No.1, pp.79-84, 2001.
- [5] 박석희, 김영철, “휴대폰 CMOS 카메라용 Color Correction 모듈 구현에 관한 연구,” 대한 전자 공학회, SoC 학 술대회 논문집, Vol.9, pp.456-459, 2009.
- [6] Sivanantha Raja, A, Sankaranarayanan, K, “Performance analysis of a Colorimeter designed with RGB Color Sensor,” International Conference on Intelligent and Advanced Systems, Issue 25-28, pp.305-310, 2007.
- [7] 전희경, 박주란, The Color for Designer, 영진출판사, pp.3-15, 2004.

저 자 소 개



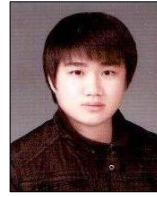
김 지 선 (金 志 宣)

2009년 건국대학교 의학공학부 졸업.
2011년 동대학원 석사.
2011년 ~ 현재 동대학원 박사과정 재학 중.



정 구 인 (鄭 求 仁)

2008년 건국대학교 의학공학부 졸업.
2010년 동대학원 석사.
2010년 ~ 현재 동대학원 박사과정 재학 중.



임 성 환 (林 盛 煥)

2005년 ~ 건국대학교 의학공학부 재학 중.



이 영 재 (李 映 在)

2008년 건국대학교 의학공학부 졸업.
2010년 동대학원 석사.
2010년 ~ 현재 동대학원 박사과정 재학 중.



이 필 재 (李 必 在)

2009년 세종대학교 생명공학과 졸업
2011년 ~ 건국대학교 의학공학부 석사과정 재학중.



이 정 환 (李 定 桓)

1992년 연세대학교 전기공학과 졸업.
1994년 동대학원 석사.
2000년 동대학원 박사.
2004년 ~ 현재 건국대학교 의학공학부 부교수.



김 경 섭 (金 敬 燮)

1979년 연세대학교 전기공학과 졸업.
1981년 동대학원 석사.
1994년 Ph.D. The University of Alabama in Huntsville, USA,
2001년 ~ 현재 건국대학교 의학공학부 교수.



전 재 훈 (田 載 燾)

1986년 고려대학교 화학공학과 졸업.
1993년 MS, Chemical Eng., Texas A&M University, USA
2001년 Ph.D., Biomedical Eng., Texas A&M University, USA
2004년 ~ 현재 건국대학교 의학공학부 부교수.