

**컴퓨터 그래픽스의 색상체계에 관한 연구**  
A Study on Computer Graphics Color System

**홍 석 일**

한양대학교 디자인대학 디자인학부

## I. 머릿말

### 2. 기존 색 체계(Color System)

- 2-1. 색 인지 시스템
- 2-2. 색의 속성(Attributes)
  - 2-2-1. 색상(Hue)
  - 2-2-2. 명암(Value)
  - 2-2-3. 채도(Chroma)
- 2-3. 색의 상호작용(Interaction)
  - 2-3-1. 대비(Contrast)
  - 2-3-2. 조화(Harmony)
  - 2-3-3. 리듬(Rhythm)
- 2-4. 색 체계
  - 2-4-1. 아이작 뉴턴(Isaac Newton)
  - 2-4-2. 괴테(Johann Wolfgang von Goethe)
  - 2-4-3. 맥스웰(James Clerk Maxwell)
  - 2-4-4. 먼셀(Albert H. Munsell)
  - 2-4-5. CIE 색도 차트(The CIE Chromaticity Chart)
  - 2-4-6. 게릿센(Frans Gerritsen)

### 3. 컴퓨터 색 체계

- 3-1. 컴퓨터 모니터
  - 3-1-1. 음극선 관(Cathode Ray Tube) 모니터
  - 3-1-2. 액정(Liquid Crystal Display) 모니터
- 3-2. 컴퓨터 색 체계
  - 3-2-1. RGB 색 체계(RGB Specification)
  - 3-2-2. CIE 색 체계

### 4. 컴퓨터 색 관리 체계(Color Management System)

- 4-1. 컴퓨터 색 관리
  - 4-1-1. 색상계(Gamut)
  - 4-1-2. 프로파일(Profile)
  - 4-1-3. 색도 측정(Calibration)
- 4-2. 컴퓨터 색 관리 과정
  - 4-2-1. 애플(Apple)의 컬러싱크(ColorSync)
  - 4-2-2. 코닥(Kodak)의 PICC
  - 4-2-3. 아그파(Agfa)의 포토튠(PhotoTune)
  - 4-2-4. Electronics for Imaging의 Efi Color Work

## 5. 맺는말

### 참고문헌

중심어: Color, Color System, Calibration, CMS

## Abstract

It is the most important technological progress for the computer graphics when computer has incorporated the color system. However, color system used in computer is totally different from traditional color system like printing ink or painting color because it is exist only in the form of wavelengths of light on the computer screen. Therefore, some compatible problems are still remains with traditional design process or color matching in photography. It is important to produce precise representation and management of color in the current design system which is controlled and managed by computer to merge design process.

In this study, I have discussed the merits of color, technological characteristics, designer's approach to color and traditional color system. Also I analyzed the aesthetic characteristics of computer color system which are found in computer graphics technology and compared them to traditional color system to try to find some opportunity and possibility for new method of development.

### 논문요약

컴퓨터가 컬러 색 체계를 갖게됨에 따라 컴퓨터 그래픽스는 중요한 기술적 진보를 이루게 되었다. 그러나 컴퓨터에서 구현되는 색 체계는 컴퓨터 모니터 상에서 빛으로 존재하기 때문에 인쇄 잉크나 물감에 의한 기존의 색 체계와는 전혀 다른 구조로 되어 있다. 따라서 기존의 디자인 프로세스나 사진에서의 색 재현이나 호환성에 여러 문제가 제기되고 있다. 컴퓨터에 의해 디자인 프로세스가 통합되어 조절, 관리되는 현재의 디자인 시스템에서는 정확한 색의 재현과 관리는 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 기존의 색 체계의 역할과 그 기능을 고찰하고, 컴퓨터 그래픽스에 있어 컴퓨터 색 체계의 특성을 전통적인 색 체계와 비교, 분석하여 컴퓨터의 기술적인 표현이 가져다 주는 조형적 특성을 고찰함으로써 컴퓨터를 이용한 색의 재현과 디자인 프로세스의 새로운 가능성을 탐구하는데 그 목적이 있다.

### I. 머리말

색은 우리의 일상생활에 있어 매우 풍부하고도 강력한 일부분이며, 우리의 감각이나 지성, 정서에 호소한다. 우리에게 생리학적인 반응을 불러 일으키는 것을 넘어서서, 색은 우리의 정신상태에 영향을 끼칠 수 있고, 심지어는 우리의 육체적 상태에도 영향을 미칠 수 있다. 문화, 종교 그리고 사회는 잠재의식적으로 강력하고 때로는 잊을 수 없는 색의 조합을 만들어 내기도 하였다.

우리는 어떤 색에 대해 강력한 느낌을 가져야 하는 것을 자연스러운 것으로 여긴다. 우리는 다른 사람들과 의사소통하는데 있어 어떤 색이 미당한

지 선택할 수 있다. 가끔은, 색에 대한 우리의 반응은 여러 가지의 잠재의 식적인 영향의 결과이다. 건축, 조각, 회화, 그리고 디자인에 있어서 사용한 색에 따라 우리들은 즐거워 지기도 하고 혼란스러워 지기도 한다. 우리들은 매우 친근하게 설정된 색의 기호에 대해서는 매우 빠르고 효과적으로 대처하기도 한다. 예를 들면, 빨간 신호에서는 멈추고, 파란 신호에서는 가는 것이 그런 것들이다.

컴퓨터 그래픽스 시스템은 사용자로 하여금 자신만의 색을 디자인하거나 다른 사람들과 의사소통할 수 있게 한다. 문서, 도표, 지도를 작성하거나, CAD 또는 이미지 프로세싱에 있어 많은 사람들이 색 이론에 대해 전문 지식이 없거나 실습 없이도 별 문제없이 색을 잘 다루고 있다. 예술가나 디자이너의 관점에서 보면, 컴퓨터 그래픽스의 출력물들은 거의 전부라고 해도 과언이 아닐 만큼 색이 범람하고 있다. 그러나, 이것은 색에 대해 진지한 결정과정이 결여되어 있다는 반증이기도 하다. 컴퓨터 그래픽스 시스템의 힘을 진정으로 사용하기 위해서는, 우리는 색이 어떻게 의사소통되고 있는지 정확히 알아야만 한다.

## 2. 기존 색 체계(Color System)

색의 현상에 대해 이해하고 묘사하기 위한 두가지 방법이 있다. 기술적인 용어(어떻게 그것이 만들어 졌는지, 어떻게 인간의 시각 기관이 작용하는지)와 정신적/미적인 용어(어떻게 그것이 인지되는지, 어떻게 그것이 인식적으로 그리고 정서적으로 번역되는지)가 그것이다. 색의 인식은 논의함에 따라, 이 연구에서는 우선 컴퓨터 그래픽스 시스템의 색상 체계의 몇 가지 기술적 세부사항을 요약하고자 한다.

가시광선의 스펙트럼은 400에서 700나노미터(nm)범위 안에서 보라색으로부터 빨간색에 이르기까지 일어난다.<sup>1)</sup> 그러나, 순수한 분광된 색은 무지개를 통해서 또는 프리즘에 의해 나누어 지기 전에는 눈으로 보기 어렵다. 대부분의 광원은 혼합된 파장을 방출한다. 대부분의 사물은 투사된 광선의 실제적인 부분을 흡수하여 혼합된 파장을 반사시킨다. 그러므로, 대부분의 색은 단색조이거나 순수한 파장이 아닌 다중 색조의 현상이다. 조도계를 이용하면 이런 투사된 광선이나 사물에 반사된 투사광선을 측정할 수 있으며, 측정지수를 이용하여 색의 특징적인 분광 분포곡선을 만들어 낼 수 있다. 인지된 색은 이 분광 특성의 복잡한 혼합이며, 색 정보에 대한 처리과정이다.

### 2-1. 색 인지 시스템

사람을 포함한 모든 동물과 곤충들은 사물의 형태와 명암, 그리고 색을 인지하는 감각기관으로 눈(Eye)을 가지고 있다. 눈은 구의 형태를 하고 있으며, 두뇌와 직결되어 있는 상당히 예민한 감각기관이다. 눈은 좌/우한 쌍으로 구성되어 사물을 입체적으로 파악할 수 있다. 눈은 가장 바깥 부분인 각막(Cornea), 빛을 통과시키는 수정체(Lens), 조리개의 역할을 하는 홍채(Iris), 상이 맺히는 망막(Retina), 그 밖에 시 신경(Optic Nerve) 등으로 구성되어 있다. 우리가 사물을 바라볼 때, 각막과 수정체를 통하여 빛이 들어오고, 망막에 상이 맺히게 되는데 이때 망막에 있는 원뿔(Cone) 모양의 시 신경 세포가 빛의 파장을 감지한다. 마찬가지로 우리가 컴퓨터 화면을 바라볼 때, 각각의 원뿔 세포는 서로 다른 파장에 의해 세가지 타입으로 되는데, 하나의 원뿔 타입은 빨강, 파랑, 그리고 초록에 가장 최적으로 반응하게 된다. 이 세가지 원뿔 타입이 똑같은 강도로 파장을 느낄

때 우리는 흰색 아니면 검정색을 느끼게 되고, 다양한 강도로 파장을 느낄 때 색을 느끼게 된다.

컴퓨터의 컬러 모니터 내부에서 전자총이 서로 다른 전압으로 전자를 방출하고, 이 전자가 화면 바로 뒷부분의 인이 발라져 있는 면에 부딪치면 화면에서는 각각 빨강, 파랑, 초록의 빛의 파장으로 나타나게 된다. 컬러 모니터 화면은 인체의 망막과 마찬가지로 서로 다른 종류의 인이 발라져 있어 서로 다른 빛의 파장을 발하게 되고, 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)의 망점을 형성하게 된다. 이 망점들은 매우 작고, 또 밀집해 있기 때문에 인간의 눈에는 하나의 색으로 보이게 된다. 이 점들이 어떻게 조합되느냐에 따라 모니터는 가시적인 빛의 스펙트럼 안에서 어떤 색이라도 나타낼 수 있다.

### 2-2. 색의 속성(Attributes)

색은 다음의 세가지 연계된 특성 - 색상(Hue), 명암(Value), 그리고 채도(Chroma)로 구성되어 있다.

#### 2-2-1. 색상(Hue)

색상은 가시광선의 서로 다른 파장의 무한한 조합에 의해 나타나는 속성이다. 이 속성이야말로 사람들이 색(Color)이라는 용어를 사용하게 하는 바로 그것이다. 색상은 많은 다른 방법으로 배열할 수 있다. 기본 색상들은 조합에 따라서는 모든 다른 조합을 만들어 낼 수 있다. 빛을 발하는 색원은 가색(Additive)의 조합을 만들어 낸다. 이것은 가색 체계의 기본색인 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)의 삼원색의 조합으로써 나타내는데, 이 색들은 전부 합쳐지면 흰색(White)이 되는 체계이다. 물체 표면에서 반사되는 색은 감색(Subtractive)의 조합으로 표현되는데, 기본색으로는 사이안(Cyan(파랑과 비슷하다)), 마젠타(Magenta(빨강과 비슷하다)), 노랑(Yellow)이 있다. 감색은 전부 합쳐지면, 검정(Black)같은 혼합색이 만들어진다. 색상의 발현은 그 주변에 의해 강하게 영향을 받는다.

#### 2-2-2. 명암(Value)

색은 명암 안에서 밝거나 어둡다. 명암은 색의 인지된 밝고 어두움이다. 발광하는 광원은 그 밝거나 비취지는 범위의 조광량에 따라 다양하다. 색의 측정된 밝기는(발광도(Luminance)라고도 불린다) 색의 명암과 같지는 않다. 색상과 마찬가지로, 색의 외견 상의 밝기는 그 주변에 의해 영향을 받는다. 색에 나타나는 에너지의 양이야말로, 그것이 광원으로부터 왔던, 또는 사물로부터 반사되었던, 색의 밝기이다.

#### 2-2-3. 채도(Chroma)

색은 선명하거나 탁하다. 색의 세번째 속성인 채도는 그것의 맑기(Saturation)나 순도(Purity)에 의해, 다시 말해 색에 회색의 양이 얼마나 있느냐에 따라 결정된다. 채도가 높거나 선명한 색은 다음과 같은 두가지 방법에 의해 약하게 하거나 덜 선명하게 만들 수 있다. (1) 회색을 섞거나, (2) 동일한 명암의 보충물을 섞는 것이다. 색상이나 명암과 마찬가지로, 주변을 둘러싸고 있는 환경은 색의 채도에 영향을 미칠 수 있다.

1) Greenburg, Donald, Aaron Marcus, Allan H. Schmidt and Vernon Gorter, *The Computer Image: Applications of Computer Graphics*. New York: Addison-Wesley, 1982 p. 79

### 2-3. 색의 상호작용(Interaction)

색의 기본 용어에 대한 지식은 유용하지만 예술가나 디자이너들에게는 그리 효과적이지 못하다. 그들은 어떻게 특정한 색이 하나의 구성 속에서 색채 환경에 의해 영향을 받는지와 같은 색상의 복잡한 상호작용을 전문적인 실습과정을 통해 배웠다. 예술가와 디자이너들은 대비(Contrast), 조화(Harmony), 그리고 리듬(Rhythm)을 통하여 뛰어난 구성을 만든다. 이런 현상들은 다양한 색상, 명암, 그리고 채도의 선택과 조작을 통하여 이룩할 수 있다.

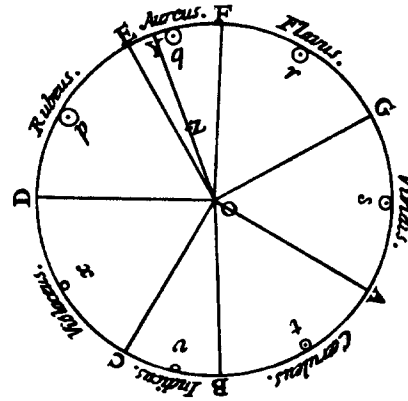


그림 1. 아이작 뉴턴의 색상 환(Color Wheel)

#### 2-3-1. 대비(Contrast)

색 대비의 한 종류는 따뜻한 색과 찬색같은 서로 반대되는 색의 대비이다. 따뜻한 색은 보다 더 능동적이며, 앞으로 나오는 듯이 보인다. 그와 반대로, 찬 색은 뒤로 물러나 보이고, 수동적이거나 안정적으로 보인다. 여기서 '따뜻하다'와 '차다'의 정의를 엄격하게 적용하기는 어렵다. 왜냐하면 색은 주변 환경에 의해 영향을 받기 때문이다. 한 환경에서 따뜻하다고 여겨지는 것이 다른 환경에서는 차다고 여겨질 수도 있다. 다른 종류의 대비는 색상보다는 명암과 채도의 대비이다. 언제나 명암과 채도에는 강력하게 조절되는 변수가 있는데 우리들은 그것을 공간적인 차별로 읽고 있다. 빛과 어두움의 변수는 일반적으로 3차원 물체의 빛나고 어두운 영역을 함축하고 있다. 명암은 공간적인 장소의 효과를 만들어 낸다. 밝은 색은 어두운 색이 뒤로 물러나 보일 때 앞으로 나타나 보인다. 낮은 명도의 색은 무거워 보이고, 밝은 색은 가벼워 보인다.

#### 2-3-2. 조화(Harmony)

조화는 색 사이의 관계의 감각이다. 예를 들어, 오직 명암만 변화하는 색의 단색조의 변화(예를 들어, 진한 빨강, 빨강, 밝은 빨강과 같은 식의 변화)는 즉각적으로 분명하고 자연스러운 관계를 인식하게 한다. 전통적으로, 다종의 색상 조화는 서로 인접해 있거나, 반대이거나, 아니면 반대편에 가까운 색상의 원주에 있는 색들의 선택을 통해 이루어진다.

#### 2-3-3. 리듬(Rhythm)

구성에 있어 최종적인 시각적 리듬은 어떤 색을 선택하느냐 뿐만 아니라 각각의 색들의 관련된 양과 그것의 공간적인 배열에 의해 결정된다. 이 요소들은 정적인 균형감각이나 구성안에서 우리의 눈이 다양한 색에 이끌리는 비대칭적인 균형을 만들어 낼 수 있다. 균형은 색상, 명암 그리고 채도와 마찬가지로 색의 양이나 위치를 조직하는데 따라 이루어 진다.

### 2-4. 색 체계

아리스토텔레스는 사람의 눈에서 빛이 뿜어나와 사물에 닿은 다음 색을 다시 눈으로 가져온다고 믿었다.<sup>2)</sup> 이런 고대 그리스인들의 색에 대한 이해는 중세 때까지 서구세계를 지배하였으며, 르네상스 때까지 별로 심각한 의문을 가지지 않았다.

#### 2-4-1. 아이작 뉴턴(Isaac Newton)

오늘날 색상을 나타낼 때 일반적으로 사용되는 색상 환(Color Wheel)의 개념은 1660년에 아이작 뉴턴에 의해 처음으로 고안되었다.<sup>3)</sup> 그는 모든 색상을 원의 계속되는 주변을 따라 체계적인 순서로 배열할 수 있다고 생각하였다. 그는 색은 빛의 조합이라고 알았으며, 프리즘을 통하여 백색광선이 무지개색의 찬란한 색깔로 바뀌는 것을 확인하였다. 그는 프리즘을 통하여 빛이 분광되어 색상의 띠를 이루는 것을 관찰하고, 빨강색으로부

터 노랑과 초록을 거쳐 파랑과 보라색으로 바뀌는 과정을 발견하였다. 그것은 무지개와 같이 매우 논리적이고 체계적인 배열이었으며, 색을 연구하는데 과학적인 근거를 마련하였다.

#### 2-4-2. 괴테(Johann Wolfgang von Goethe)

괴테는 1810년 뉴턴의 색상 환의 논리에 도전한 최초의 개인이었다.<sup>4)</sup> 괴테는 뉴턴의 색상 환을 재배열하여 강렬한 정서를 자극할 수 있는 조화로운 색상 환을 제안하였다. 괴테는 6개의 색을 강조하였는데, 이것은 다분히 실제적이라기 보다는 정신적인 것이었다. 괴테는 뉴턴에 의한 색상의 관찰을 이상적인 선을 따라 삼각형으로 완전히 재배열하였다.

#### 2-4-3. 맥스웰(James Clerk Maxwell)

19세기 말 무렵에는 색상 환은 체계적인 색 배열로 널리 인정되고 있었다. 동그런 색상 환은 많은 개인들에 의해 고찰되었으며, 많은 설명과 수정안이 제안되었다. 스코틀랜드의 물리학자인 제임스 맥스웰은 색상 체계를 찾는데 수학적 배열을 제안하였다. 맥스웰은 그가 신중한 수학적 분석을 제시한 전자장 파장 분광법의 연구에 참여하였다. 1872년에 그는 빛의 전자장 이론의 연구로부터 정삼각형 형태를 가진 차트를 고안하였다.<sup>5)</sup> 그는 이 삼각형안에 모든 색을 위치할 수 있다고 제안하였다. 그러나 이 삼각형은 분명히 괴테의 그것으로부터 빌어 온 것이었다. 맥스웰의 삼각형은 빨강, 초록, 파랑을 빛의 기본적인 부분으로 규명하고, 이 삼원색을 삼각형의 꼭지점에 놓이게 하였다. 이것은 오늘날 텔레비전이나 컴퓨터 모니터의 기본색과 같은 색상이다. 이 차트의 중심에는 분광된 색상들의 조합으로 만들어진 흰색이 놓였다. 모든 색상들은 이 삼각형내에서 배열될 수 있었다.

#### 2-4-4. 먼셀(Albert H. Munsell)

모든 색들을 완전히 분류하는데 있어 어떤 색 체계든 색의 세가지 기본적인 요소를 인식하여야 한다. 그것은 색상(Hue), 명암(Value), 그리고 채도(Saturation)이다. 19세기에 색의 세가지 요소를 차트로써가 아니라 3차원의 입체 모델로 규명하고자 하였던 몇몇 사람들이 있었는데 그들은

2) Norman, Richard B. *Electronic Color: The Art of Color Applied to Graphic Computing*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. p. 45

3) Ibid. pp. 47-49

4) Ibid. pp. 49-50

5) Ibid. pp. 50-52

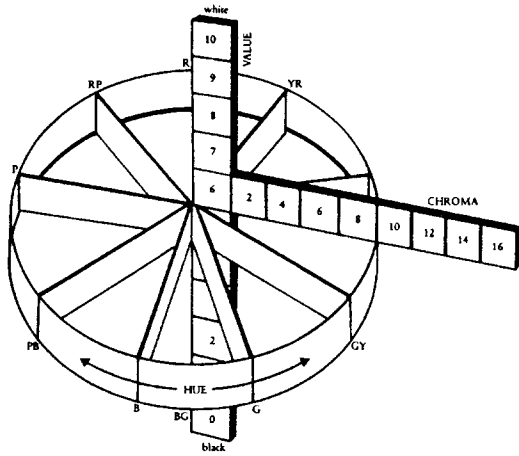


그림 2. 엘버트 먼셀의 색상 체계

Runge, Wundt, von Bezold 등이었다. 바록 먼셀이 3차원적인 입체모형을 제안한 첫번째 인물은 아니더라도, 1915년에 그는 대중적으로 크게 호응을 얻은 색상 체계를 개발하였다.<sup>6)</sup> 이 모델은 광범위하게 출판되어 건축가, 화가, 심지어는 물감 제조회사에 이르기까지 선호되었다. 먼셀은 색상 체계를 물리학자로서가 아니라 화가의 관점으로 접근하려고 했던 미국의 미술교사였다. 그의 색상 표기법은 빛을 나타내는 것이 아니라 안료를 분류하는 3차원 체계였다.

2-4-5. CIE 색도 차트(The CIE Chromaticity Chart)

1931년 색을 측정하는 세계 표준을 세우기 위해 영국 캠브리지에서 CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)가 조직되었다. 당시에는 현대적인 장비를 동원하여 색이 들어있는 어떤 광원이라도 매우 정교하게 측정할 수 있었다. 이 위원회는 약 60년전에 제임스 맥스웰이 세운 원칙을 하나의 모델로 삼았다. 위원회는 세가지 표준 색을 선택하였는데, 맥스웰의 삼각형에서 비롯된 빨강, 초록, 파랑이었다. 그 결과가 조명산업 분야에서 빛의 색을 측정하기 위한 표준이 된 CIE 차트로 알려져 있는 것이다. 1976년에 CIE 차트는 색을 보다 더 분배하기 위해 개량판이 만들어졌다.<sup>7)</sup> 이제 '균등 색상 영역(Uniform Color Space)'에서 색을 지정할 때,



그림 3. CIE 색상 체계

이 개량판은 빛의 색을 측정하기 위한 최근의 표준이 되고 있다.

2-4-6. 게릿센(Frans Gerritsen)

이상적인 색상 모델을 찾으려는 노력은 1975년에 컴퓨터 색 표현과 논리적인 색 관계에 대응하기 위한 색 영역을 개발한 프랜스 게릿센의 작업에 의해 계속되었다.<sup>8)</sup> 게릿센 모델은 먼셀 영역의 친근한 흑/백 기동에 기초하였다. 그러나 먼셀의 모델과는 달리, 그것은 6개의 기초색을 포함하고 있다. 색도 다이어그램에 있는 빨강, 초록, 그리고 파랑에 더하여 사이안, 마젠타, 그리고 노랑이 그것이다. 크로마 차트와는 달리 게릿센 모델은 3차원이다.

3. 컴퓨터 색 체계

컴퓨터에서 사용하는 색상 체계는 아직 표준이 정해져 있지도 않고, 아주 이상적이라고 할 만한 시스템도 없다. 색을 사용하는 컴퓨터에서 가장 단순한 색상 체계는 오로지 8가지 색을 사용한다. 그러나 매우 정교하고 성능 좋은 컴퓨터들은 약 1,600만 가지의 색을 모니터 상에 제공한다. 대부분의 컴퓨터들은 그 운용시스템에 기본 색상 체계가 내장되어 있거나, 색상을 선택하기 위한 몇 가지 선택사항을 제공한다.

컴퓨터에서는 2진법 방식으로 문자와 이미지 정보를 처리하고 있으나, 모니터는 아날로그 방식으로 표시하고 있기 때문에 처리된 정보는 프레임 버퍼(Frame Buffer)에 저장되었다가 디지털-아날로그 전환기(DAC: Digital - Analog Converter)를 거쳐 모니터에 표시된다. 이때 표시되는 색상은 2의 n승, 곧 2<sup>n</sup>으로 나타내는데, 24비트 프레임 버퍼의 경우, 빨강, 파랑, 초록의 RGB삼원색마다 각각 8비트의 메모리가 할당되므로 모두 2의 24승, 곧 2<sup>24</sup> = 16,777,216가지의 색상을 표시할 수 있게 된다.

3-1. 컴퓨터 모니터

3-1-1. 음극선 관(Cathode Ray Tube) 모니터

컴퓨터 모니터는 텔레비전과 같은 방식의 음극선 관을 사용하고 있으나 그 화질은 대단히 높다. 음극선 관은 전자를 방출하는 음극(Cathode) (전

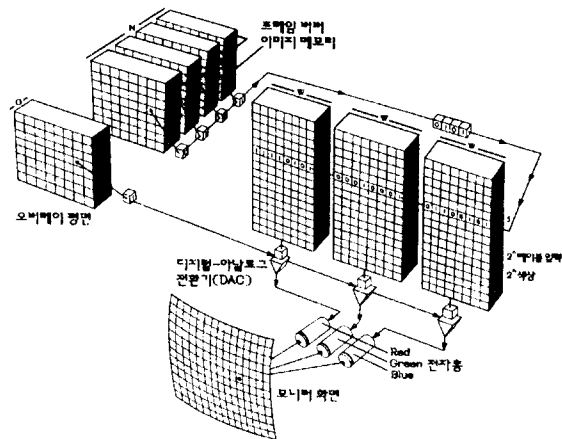


그림 4. 컴퓨터의 색상 처리 과정

6) Norman, Richard B. *Electronic Color: The Art of Color Applied to Graphic Computing*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. pp. 52-55  
 7) Ibid. pp. 55-58  
 8) Ibid. pp. 58-59

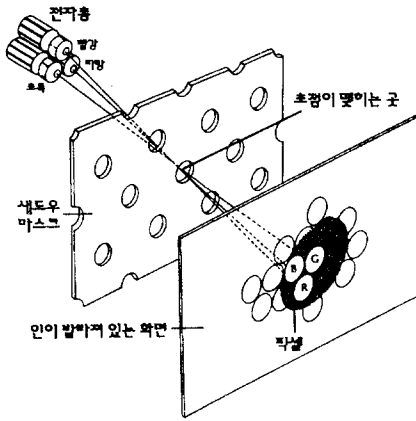


그림 5. 컴퓨터 컬러 모니터의 원리

자 총(Electron Guns)이라고도 한다), 전자의 흐름을 제어하는 편향 코일(Deflection Coils), 초점을 맞추게 하는 금속 망(Shadow Mask), 화면의 바로 뒷 유리면에 발라져 있는 인(Phosphor)등으로 구성되어 있다. 컴퓨터에서 보내온 전기신호에 의해 음극에서 전자가 방출되면 편향코일이 전자의 흐름을 제어하여 화면 사방으로 전자를 보내고 이를 금속 망에서 초점을 맺게하여 화면 바로 뒷면에 발라져 있는 인에 부딪쳐 발광하게 되는데, 전자가 계속하여 부딪치게 되므로 우리는 이의 잔상을 보게 되는 것이다. 흑백 모니터는 음극이 하나로 구성되어 있으나, 컬러 모니터는 음극이 빨강, 파랑, 초록의 RGB삼원색으로 구성되어 있다. 모든 음극선 관 모니터의 금속 망은 그 방식에 따라 화면 상의 특징이 나타나는데, 크게 일본 소니(Sony)에서 개발한 트리니트론(Trinitron)방식과 히타치(Hitachi)에서 개발한 섀도우 마스크(Shadow Mask)방식으로 나뉘고 있다. 트리니트론 방식은 세로로 길게 나열되어 있는 금속 선(Aperture Grill)에 의해 시각적으로 특징지워 지는데, 일반적으로 보다 세밀하다고 알려져 있다. 섀도우 마스크 방식은 빨강, 파랑, 초록의 RGB삼원색을 삼각형으로 구성된 원들의 집합으로 표시하고 있다.

음극선 관 모니터는 텔레비전과 마찬가지로 화면 좌측 상단으로부터 우측 하단으로 전자를 주사(Scan)하여 화면에 이미지를 표시한다. 원래 텔레비전에서는 1초에 30개의 화면을 주사하는데, 이때 한 정지화면을 프레임(Frame)이라고 한다. 하나의 프레임을 구성하기 위해서는 한 줄씩 건너 뛰면서 두 번에 나누어 주사하는데, 이를 비월주사(Interlaced), 또는 순차 주사라고 한다. 한 주사화면을 필드(Field)라 하고, 두 개의 필드가 모여 하나의 프레임(Frame)이 구성된다. 그러나 컴퓨터 모니터는 한 프레임을 한번에 주사하므로 비 순차주사(Non-Interlaced)라고 한다. 일반적으로 컴퓨터 모니터는 1초에 60회 이상 화면을 주사하는데, 이것을 화면 재생(Refresh)이라고 한다. 1초에 60회 이하로 재생되면 사람의 눈에 깜박거림이 나타나게 되는데, 이것을 깜박임(Flickering)현상이라고 한다.

### 3-1-2. 액정(Liquid Crystal Display) 모니터

근래에는 컴퓨터 모니터로 음극선 관 방식과는 다른 액정 표시(LCD: Liquid Crystal Display)방식이 등장하였다. LCD방식은 전기에 의해 발생된 빛이 두 장의 유리판 내부에 채워져 있는 액정에 의해 뒤돌린 형태로 정렬하고 이를 편광 필터가 통과시키거나 차단함으로써 화면이 켜진 상태로 되거나 꺼진 상태로 표시하는 방식이다. 컬러 액정은 편광 필터 앞부

분에 하나의 픽셀마다 보조픽셀로서 각각 R, G, B의 컬러 필터가 있어 색을 나타낸다.

컬러 LCD는 크게 두가지 표시 방식으로 나뉘고 있다. 패시브 매트릭스(Passive Matrix)방식은 전극(Electrode)의 그리드(Grid), 또는 행렬(Matrix)로 구성되어 있다. 패시브 매트릭스 기술이라 불리는 액정 패널의 수평과 수직으로 짜여져 있는 전극들은 어떤 특정한 교차점을 충전할 것 인지를 결정한다. 전류는 전극에서 전극으로 흐르고 있어 한번에 한 픽셀만 동작하기 때문에 계속하여 화면을 재생(Refresh)하여야 한다. 액티브 매트릭스(Active Matrix)방식은 패시브 방식보다 더 복잡하고 정밀하다. 박막 트랜지스터(TFT: Thin-Film Transistors)라고 불리는 수직, 수평 전극이 각각 열(Row)을 이루고 있으며, 픽셀의 그리드(Grid), 또는 행렬(Matrix)을 이루고 있다. 각각의 픽셀은 개별적으로 조절할 수 있으며, 필요하면 계속 켜져 있는 상태로 유지할 수 있고, 또한 여러 개의 픽셀이 동시에 켜질 수 있다.<sup>9)</sup>

## 3-2. 컴퓨터 색 체계

### 3-2-1. RGB 색 체계(RGB Specification)

컴퓨터 모니터에서 색을 조절하기 위한 가장 기초적인 방법은 RGB 색 체계 - 각 색에 요구되는 빨강, 초록, 파랑 빛의 비율을 지정하는 것이다. 컴퓨터 모니터의 각 색을 나타내는 인이 최대한의 밝기로 빛을 내면 우리는 이것을 흰색으로 인식한다. 반대로 모든 색이 꺼져 있으면 검정색으로 인식하게 된다. 이 두가지 양극에서 빨강, 초록, 파랑 빛의 비율을 정하는데 따라 어떤 색이라도 표시할 수 있다. 이것은 논리적으로는 매우 단순한 작업이긴 하지만, 이 세가지 비율에 의한 대부분의 색을 보이게 하는 것은 매우 어려운 일이다. 일반적으로 이런 배열 방식의 컴퓨터는 섞일 색들을 화면 상에 예시하여, 사용자로 하여금 여러가지를 시도하게 하고 있다. 그러나 색상, 명암 그리고 채도를 효율적으로 조절한다는 것은 그리 쉬운 일은 아니다.

### 3-2-2. CIE 색 체계

CIE 색도 다이어그램은 빛을 측정하기 위한 뛰어난 도구로 알려져 있다. 색상과 채도 특성의 2차원적인 도표로서, 이것은 컴퓨터 색상의 혼합을 시작하기 위한 논리적인 지점이다. 명암은 모든 조명이 사라져 완전한 검정색이 구현될 때까지 광원의 강도를 서서히 줄여 나감으로써 차트에 더할 수 있다. 그리하여 색도 차트는 CIE '균등 색상 영역(Uniform Color Space)' 라고 알려져 있는 3차원 색상 체계로 확대될 수 있다.

## 4. 컴퓨터 색 관리 체계(Color Management System)

### 4-1. 컴퓨터 색 관리

컴퓨터 색 관리 체계는 모니터에 나타나는 입력장치의 색 영역에서부터 출력단계의 색 영역에 이르는 처리과정에 관련된 모든 장비에 나타나는 색을 관리하는 체계(Color Management System)를 말한다. CMS가 없으면, 컴퓨터는 화면에서 선택한 RGB색상 값을 프린터 드라이버나 포스트 스크립트 번역기로 보내게 되며, 이 장비들은 RGB값을 CMYK값으로 변환하여 프린트하게 된다. 이런 변환은 때로는 매우 실망스러운 결과를 초

9) Stefanac, Suzanne. 'Crystal Clear Presentations', in Macworld, January, 1993. p. 159

래하기도 하는데, 모니터 화면 상에 나타난 색상과 최종 출력물은 매우 다르게 나타날 수도 있다.

CMS가 하는 일은 컴퓨터에 연결된 각각의 장비들 사이의 서로 다른 색 영역을 전환하여 그 장비가 요구하는 색 조절 방법으로 해결하는 일이다. 지금까지 많은 색 관리체계가 소개되었으나, 가장 널리 알려져 있고, 많이 사용되고 있는 색 관리 방법으로는 애플 컴퓨터(Apple Computer)의 컬러싱크(ColorSync), 이스트만 코닥(Eastman Kodak)의 Precision Input Color Characterization, 아그파(Agfa)의 포토튠(FotoTune), Electronics for Imaging의 Efi Color Work등이 있다.<sup>10)</sup> CMS는 모두 대상의 조명 환경 안에서 보여지는 색들을 조화시키기 위해 작동한다. 사용자가 어떤 전자 출판 작업과정 - 이미지를 스캔하거나, 화면상에서 문서를 편집하거나, 이미지를 수정, 합성하거나, 또는 합성된 교정지를 인쇄하거나 - 에 있든지 간에 화면에 나타나 있는 색상은 원래의 이미지와 최종 출력될 이미지 사이에 최적으로 조화되어야 한다.

이 과정을 수행하기 위해 CMS는 특정한 조명 환경하에서 어떻게 사용자의 눈이 색을 인지하는지에 기초하여 색 전환을 계산한다. 인간의 눈에 보이는 빛의 전체 분광은 CIE표준에 설명되어 있다. CIE는 또한 장비 독립적(Device-Independent)인 색으로 알려져 있는데, 그 이유는 몇몇 기계의 일시적인 색 생성 능력에 의존하고 있지 않기 때문이다. 이 과정에서 오로지 의미 있는 "장비"는 인간의 눈이라고 보고 있다.

장비가 요구하는 특정한 색 영역과 CIE의 광범위한 색상 영역간에 색상을 전환하기 위해 CMS는 다음과 같은 세가지 변수를 고려한다.

#### 4-1-1. 색상계(Gamut)

만약 가시광선의 분광을 3차원 그래프로 그린다면, 이 등그런 형태의 가장자리는 CIE의 색상계를 나타낸다. 이 색상계의 가장자리에 있는 모든 색들은 - 예를 들면, 적외선이나 자외선 같은 - 인간의 눈에 보여지게 된다. 사진 필름, RGB모니터, CMYK프린터들은 서로 다른, 그러나 CIE영역 안에 맞아 떨어지는 겹쳐진 색상계를 가지고 있다. CMS는 사용자의 시스템이 가지고 있는 각각의 색상계를 감지하여 전체 프로세스에서 정확한 색상 정보를 유지할 수 있게 한다.

#### 4-1-2. 프로파일(Profile)

모든 스캐닝, 화면 표시, 프린팅 장비들은 자체 색상계안에서는 어떤 색을 만들어 내는 데에는 매우 뛰어난 능력을 가지고 있으나 다른 장비들과 동시에 작업을 할 때에는 그렇지 못하다. 예를 들어, 스캐너는 초록색을 과장하고 빨강을 덜 강조함으로써 색상을 왜곡한다. 프로파일은 이런 장비들이 최적의 색상 구현을 얻기 위한 힌트를 제공하기 위해 개발자들이 만든 파일이다. CMS는 이런 프로파일을 이용하여 하나의 장비에서 다른 장비로의 최적의 색상 구현을 조절한다.

#### 4-1-3. 색도 측정(Calibration)

장비의 프로파일은 최적의 조건을 나타내 준다. 예를 들어, 모니터를 위한 표준 프로파일은 사용자의 작업 환경의 조건을 설정하여 최적의 색상을 표시하는 능력을 가지고 있다. 이미지세터(Imagesetter)나 드림 스캐너 같은 전문 장비들은 아예 색도 측정을 위한 별도의 장비나 소프트웨어를 가지고 있기도 한다. 또한 모니터들을 위한 별도의 색도 측정 장비

(Calibrator)들도 소개되어 있다. 이런 장비들은 감지기(Sensor)를 모니터 화면에 부착하여 정확한 RGB값과 그 조합을 측정, 평가한 후 화면을 최적의 조건으로 조절하게 한다. 그런 다음 시스템 확장파일은 컴퓨터를 매번 시동할 때마다 측정결과에 따라 화면을 자동으로 조절해 준다. 그러나 탁상용 스캐너 같은 장비는 내부의 광학장치를 조절하여 색도 측정을 할 수 있는 그런 장비는 아니다. 사용자는 특정 프로파일을 이용하여 스캔작업을 한 후 이미지 수정 프로그램을 이용하여 최적의 색상상태로 조절한다. 애플 컴퓨터(Apple Computer)의 컬러싱크(ColorSync), 이스트만 코닥(Eastman Kodak)의 Precision Input Color Characterization, 아그파(Agfa)의 포토튠(FotoTune), Electronics for Imaging의 Efi Color Work등은 참고 목표를 스캔하여 프로파일을 생성한 후 소프트웨어를 이용하여 스캐닝한 파일을 평가한다. 코닥(Eastman Kodak)사나 아그파(Agfa)사등은 업계 표준인 IT 8 참고 목표(Reference Target)를 제공한다. 이런 과정을 거치고 나면 스캐너는 종전상태 그대로이나 프로파일이 색상을 바로 잡아주게 된다.

### 4-2. 컴퓨터 색 관리 과정

#### (1) 스캐너 특성화

먼저, 업계 표준인 IT 8 참고 목표를 스캔한 다음, CMS 특성화 유틸리티 프로그램을 실행시켜 스캔한 IT 8 참고 파일을 연다. 스캔된 참고 목표와 이상적인 목표를 위한 세팅을 비교하여 특성화 유틸리티 프로그램은 공장에서 조절한 이상적인 목표에 스캔된 참고 목표의 색상을 어떻게 조화시켜 스캐너를 조절할지 결정하게 된다. 그런 다음 CMS는 이 정보를 다음 스캔작업에 사용하기 위해 프로파일에 저장한다.

#### (2) 모니터 색도 측정과 특성화

모니터 색도 측정 장비를 화면에 부착하여 모니터의 RGB값을 나타내는 인(Phosphor)과 흰색점(가장 밝은 명도의 색 온도)을 측정한다. CMS는 이 정보를 모니터 프로파일에 저장하여 매번 컴퓨터 시동시마다 시스템 확장파일이 이 정보에 의해 모니터의 색상을 조절하게 한다. 만약 모니터 측정 장비가 없으면 컴퓨터 시스템이나 CMS를 제공하는 상품에 들어있는 모니터 프로파일을 이용할 수 있다.

#### (3) 스캔 작업물을 모니터 색상 영역으로 전환

스캔작업을 마친 후, CMS를 이용하여 스캐너의 색상 영역을 모니터의 색상 영역으로 전환한다. 대부분의 작업은 어도비 포토샵(Adobe Photoshop)프로그램을 이용하여 전환이 이루어지고 있으나, 애플사의 컬러싱크는 스캐너 소프트웨어에서 직접 전환하기도 한다.

#### (4) 포스트스크립트 레벨 2 프린터에서 프린트

포스트스크립트 레벨 2(PostScript Level 2)는 이 기술을 이용한 프린터 제조업체로 하여금 포스트스크립트 프린터 설명(PPD: PostScript Printer Description)파일에 색상을 수정하는 선택사항을 설계하도록 하고 있다. 매킨토시 컴퓨터에서 레이저라이터 8 프린터 드라이버를 이용할 경우, 사용자는 화면과 동일하도록 수정할 수 있고, 씻겨진 색의 채도를 올릴 수도 있다. 그러나 이 과정은 원래의 이미지파일에는 영향을 주지 않는다.

10) McClelland, Deke. 'The Color You Expect', in Macworld, May, 1995, p. 94

#### (5) 교정이나 옵셋인쇄를 위한 색 분해

포토샵 프로그램에서 사용자는 분해 테이블을 이용하여 RGB이미지를 CMYK색상영역으로 전환할 수 있다. 이 분판된 이미지들은 쿼크 익스프레스(Quark Xpress)나 페이지 메이커(Page Maker)와 같은 출판 편집 프로그램을 이용하여 바로 인쇄할 수 있다. 어떤 경우, 사용자는 프린터 프로파일에 따라 세번째 단계를 생략하고 스캐너로부터 바로 프린터로 전환할 수도 있다.

#### 4-2-1. 애플 컴퓨터(Apple Computer)의 컬러싱크(ColorSync)

컬러싱크는 RGB색을 CIE색상 영역으로 전환하여 모니터 화면에 표시하거나 포스트스크립트 레벨 22 프린터에 프린터에 전송하기 위한 새로운 RGB값을 생성시킨다. 애플 컴퓨터는 매킨토시 컴퓨터의 운영시스템에 이 기술을 포함시켜 기본적으로 자체 상표로 판매하고 있는 관련 장비 - 스캐너, 모니터, 프린터 - 들의 프로파일을 제공하고 있다. 애플 컴퓨터는 컬러싱크버전 2.5에서 이런 장비들을 측정하거나 특성화시킬 수 있도록 하였으며, 이 기능을 이용하여 이 기능을 지원하는 관련 장비의 조건과 부합시킬 수 있게 하고 있다.

#### 4-2-2. 이스트만 코닥(Eastman Kodak)의 Precision Input Color

##### Characterization

코닥 색 관리 시스템(Kodak Color Management System)에서는 스캐너의 색상을 측정하기 위한 프로그램으로 Precision Input Color Characterization과 모니터와 프린터들의 프로파일 모음인 Device Color Profile Starter를 내놓고 있다. 사용자가 포토샵에서 스캔작업을 할 때 코닥의 CMS입력 모듈은 스캔 작업에 들어가기 전에 사용자가 입력 프로파일과 출력 프로파일을 선택하도록 요구한다. 출력 프로파일은 모니터가 될 수도 있고 프린터가 될 수도 있다. PICC프로그램은 모니터를 바로잡고 나서 CMYK출력 색상영역으로 전환하거나 프린터를 바로잡기도 한다. PICC는 IT 8 참고 목표를 반사원과 슬라이드로 제공하고 있다. PICC는 이 참고 목표에 의해 스캐너 프로파일을 생성하며 프로파일이 얼마나 정밀해야 할지를 사용자에게 묻는다.

#### 4-2-3. 아그파(Agfa)의 포토튠(FotoTune)

아그파에서는 아그파 스캐너 사용자에게 포토룩(FotoLook)이라는 스캐닝 프로그램과 포토튠(FotoTune)이라는 CMS패키지를 제공한다. 포토튠은 스캐너와 특성화 기능을 통합하고 있다. 이 프로그램은 색상을 전환하기 위해 여러 가지 방법을 사용한다. 한가지 방법은 스캐너 이미지를 모니터에 맞게 수정하기 위해 포토샵에서 이미지를 수정하고, 수정된 RGB이미지를 CMYK색상영역으로 전환한다. 다른 방법으로는 스캐너에서 프린터로 색상을 바로 전환하거나 스캐너에서 장비 독립적인 CIE영역으로, 또는 CIE에서 RGB나 CMYK로 전환한다.

#### 4-2-4. Electronics for Imaging의 Efi Color Work

Electronics for Imaging의 Efi Color Work은 포토샵 프로그램에서 분해 테이블을 이용하여 이미지들을 분해하거나, 쿼크 익스프레스 프로그램에서 전환하거나 분해하기 위해 RGB이미지를 들여온다. Efi Color Work은 다이렉트 옵셋 인쇄나 디지털 복사기를 위한 프로파일을 제공한다.

## 5. 맺는말

컴퓨터가 예술과 디자인분야에서 행해왔던 전통적인 방법이나 매체를 대체해 나가게 되면서 새로운 도구로서의 역할이 커지고 있다. 예술과 디자인의 표현방법은 점차 기계적이고 전자적인 방법으로 옮겨가고 있고, 특히 컴퓨터에서 다루어지고 있는 색상은 기존의 색상 체계와는 완전히 다른 기술적인 특성을 지니고 있으므로 이를 이용한 디자인 프로세스에서는 이런 특성을 이해하는 것이 매우 중요해 졌다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 지금도 끊임없이 기술적인 개선이 이루어지고 있고, 전통적인 방법과 비교하여 새로운 방법들이 추구하고 있다. 그러나 아직도 이 분야의 통일된 표준 색상 관리체계가 정립되지 않고 있어 사용자의 측면에서 상당한 혼란과 기술적인 어려움이 남아 있는 것이 현실이다.

국내에도 디자인 프로세스에서 컴퓨터를 이용한 작업의 비중이 커져가고 있고 다양한 디자인 해결방법과 수단을 가지게 되었다. 최근에는 컴퓨터에서 구현된 색상을 원색분해나 조판작업같은 중간과정없이 직접 인쇄과정에서 재현하는 단계에 도달함으로써 새로운 디자인 프로세스를 보여주고 있다. 이런 디자인 프로세스에서는 전문 출력장비뿐만 아니라 컴퓨터 사용자의 개인장비에 이르기까지 기술적인 특성을 잘 파악하는 것은 디자인의 품질과 바로 연계되어 있다고 해도 과언이 아니다. 보다 나은 디자인 프로세스와 최종 결과물의 질을 높은 수준으로 유지하기 위해서는 디자이너의 컴퓨터에 적용된 색상체계에서 부터 최종 출력단계에 이르기까지 일관성 있는 색상 관리체계가 유지되어야 함은 필수적이다.

컴퓨터의 기술적인 측면과 전통적인 미적 가치와의 조화가 절실하게 요구되고 있는 이 시점에 본 연구를 통해 컴퓨터 그래픽스 색상 체계의 제 요소들을 고찰해 봄으로써 이 기술을 응용한 디자인 프로세스의 새로운 가능성을 탐색하였다.

## 참고문헌

McClelland, Deke. 'The Color You Expect', in *Macworld*, May, 1995. pp. 94-100

Stefanac, Suzanne. 'Crystal Clear Presentations', in *Macworld*, January, 1993. p. 159

Roth, Steve. 'Managing Color', in *Macworld*, January, 1993. pp. 148-155

Roth, Steve. 'All About Color' in *Macworld*, February, 1992. pp. 141-145

Norman, Richard B. *Electronic Color: The Art of Color Applied to Graphic Computing*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. pp. 45-59

Gerritsen, Frans. *Evolution in Color*. West Chester: Schiffer Publishing Ltd., 1988

Gerstner, Karl. *The Forms of Color*. Cambridge: The MIT Press, 1986

Greenburg, Donald, Aaron Marcus, Allan H. Schmidt and Vernon Gorter. *The Computer Image: Applications of Computer Graphics*. New York: Addison-Wesley, 1982. pp. 76-90

Munsell, Allen. *The Munsell Book of Color*. Baltimore: Munsell Color Co., Inc., 1969

Itten, Johannes. *The Element of Color*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1970

Birren, Faber. *Principle of Color*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1969

Munsell, Allen. *A Grammar of Color*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1969

Albers, Josef. *Interaction of Color*. New Haven: Yale University Press, 1963

Ellinger, Richard G. *Color Structure and Design*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1963

Itten, Johannes. *The Art of Color*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1961