

Gamma, Color Space의 이해

이장호 <jangho.lee@gmail.com>

KASA, 2010.01.24

개요

- Gamma와 그에 따른 기반 지식의 이해
- 게임 개발에서 활용을 토의

시각의 특성

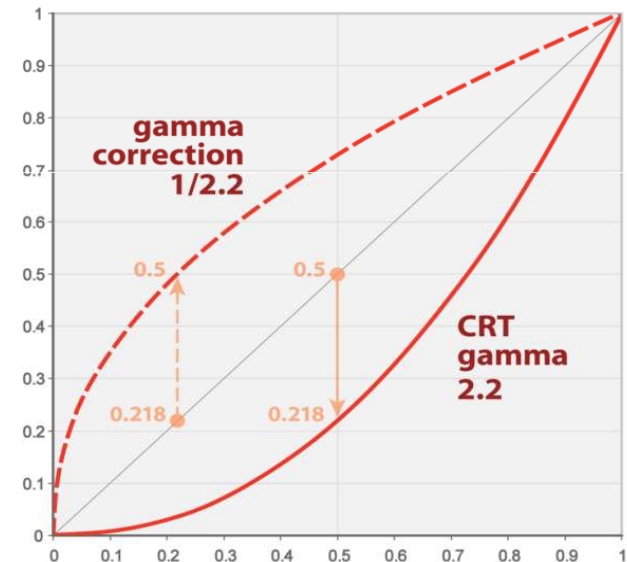
- 비선형
일정 비율 이상이 되어야 자극의 변화량을 느낄 수 있음
- 베버의 법칙(Weber's Law)을 따름
베버상수 $K = (R_2 - R_1) / R_1$
- 시각은 $1/120 \sim 1/100$, 미각의 $1/6$, 청각은 $1/7$
시각의 예) $1/100$ 일때 100의 자극 다음은 101, 1000
다음은 1010
- 시각이 느끼는 선형은 n제곱 그래프로 표현됨

Gamma

- Gamma Encoding, Decoding을 의미
- 시각의 비선형성을 맞추기 위해 빛의 강도를 비선형적으로 변형하는 과정. 선형으로 표현하면 시각에서는 단차가 발생
- 따라서, CRT는 시각에 선형적으로 보이도록 그 역으로 맞춰져 만들어졌음
- $V_{out} = V_{in}^{\gamma}$
- 입출력값이 gamma 제곱의 관계

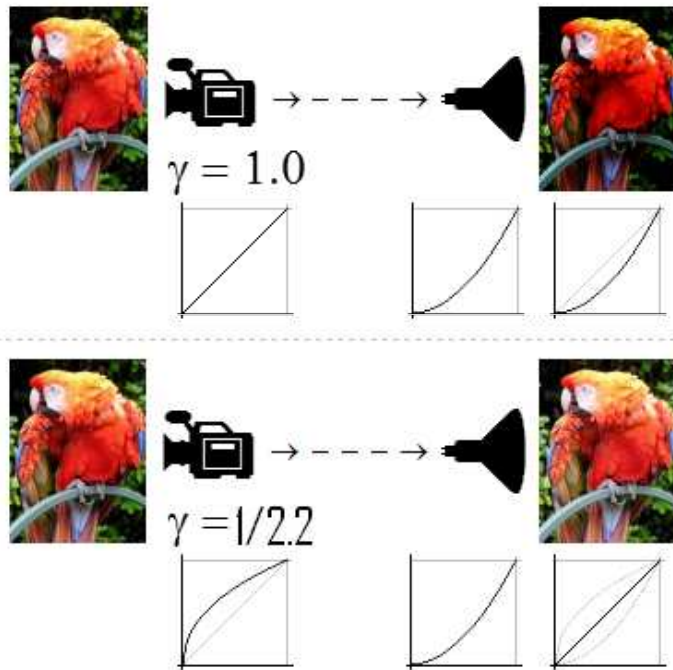
Gamma Correction

- 디스플레이 디바이스는 Gamma Decoder
- Gamma Correction은 Decoding을 고려해 Encoding하는 과정
- 1보다 작으면 인코딩(compression)
1보다 크면 디코딩(expansion)



Gama Correction

- 선형 입력 - 디스플레이에서는 디코딩돼서 어둡게 표현됨
- 보정된(인코딩) 입력 - 디스플레이에서 바르게 표현됨



Gamma 2.2

- 일반적인 시스템에서는 인코딩 0.45($1/2.2$) 디코딩 2.2 RGB 채널별 gamma는 동일한 값으로 사용
- sRGB Color Space는 2.2 사용, NTSC도 2.2
- 일반적인 모니터는 2.35~2.55(Voltage)까지 값을 변경할 수 있음, 룩업 테이블로 1.8~2.2까지 맞춰줌
- 단, 매킨토시는 0.55, 1.8 사용. 모니터는 동일하나 QuickDraw가 비정상적인 테이블을 가지고 있었음, 현재(Snow Leopard)는 2.2 사용
- 이미지 파일은 ICC profile에 해당 정보를 저장함
- GBA는 조명에 따라 3~4로 가변적

게임에서의 적용 예

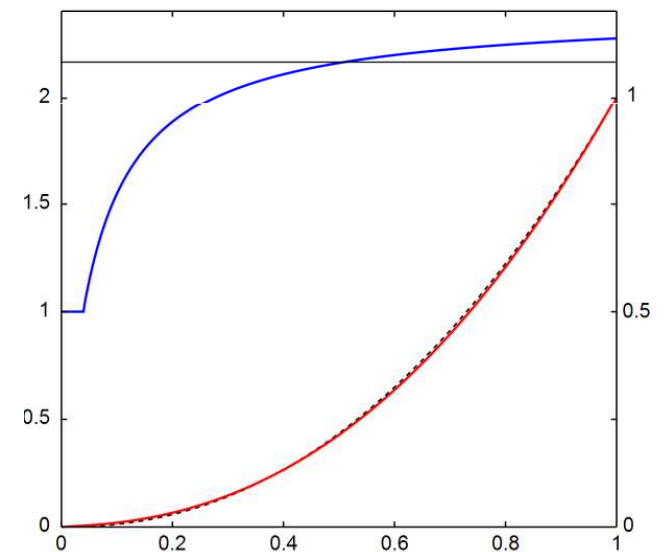
- 이창희님 발표 자료 참고, 2010.01.10
- Post Processing In The Orange Box, Valve, GDC 2008
XBox의 비정상적인 gamma 그래프에 의한 문제 해결

ICC Profile

- ICC(International Color Consortium)에서 정의한 컬러 입/출력 매핑을 위한 데이터
- 컬러스페이스 및 감마 변환 정보
- 예) RGB - PCS - CMYK
- PCS: Profile Connection Space로 CIEXYZ 또는 CIELab를 사용

sRGB

- HP, MS에서 지정한 표준 컬러 스페이스, 1996
- 모니터, 프린터, 인터넷용
- 감마는 전체적으로 2.2
- 블랙으로는 1, 화이트로는 2.4로 비균일



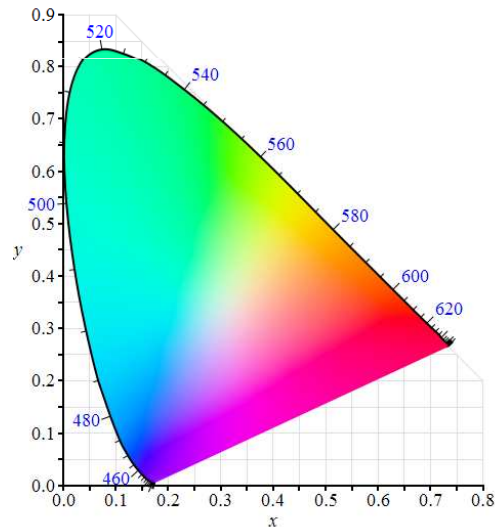
sRGB gamut

- sRGB가 표현할 수 있는 컬러 영역
- CIE XYZ 다이어그램에서 삼각형 영역, 그외에는 표현못함



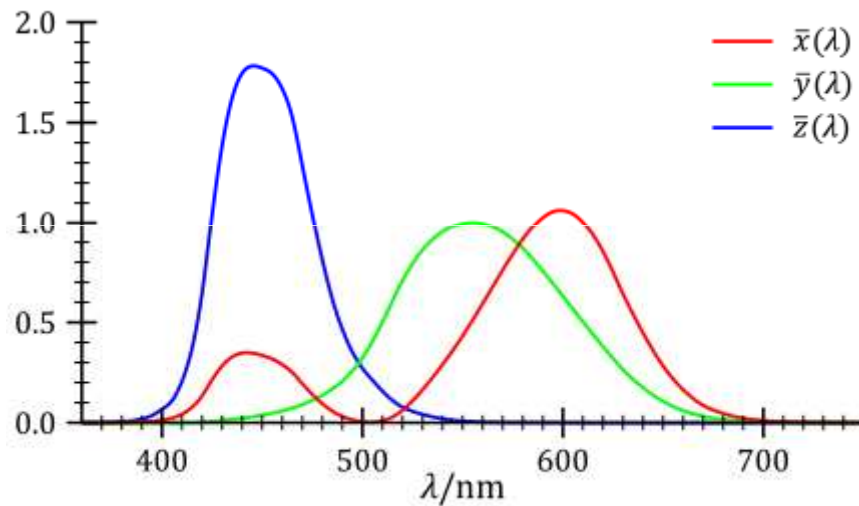
CIE 1931 XYZ

- CIE(International Commision on Illumination, Commission internationale de l'éclairage)가 1931에 제정한 색공간
- 인간이 인식할 수 있는 모든 파장(400nm~700nm)을 포함
- CIEXYZ를 모두 표현할 수 있는 디바이스는 없음



측정

- Metamerism에 기반:
서로 다른 파장의 혼합이 같은 컬러로 인지되는 특성 이용
하나의 컬러(파장)를 제시하고, 이를 세개의 컬러로 재구성

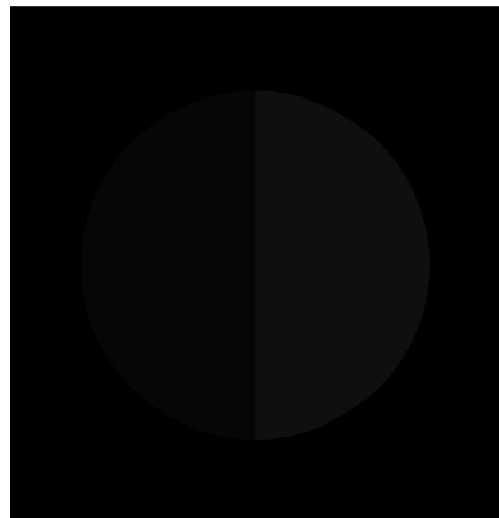


디스플레이 컬러 캘리브레이션

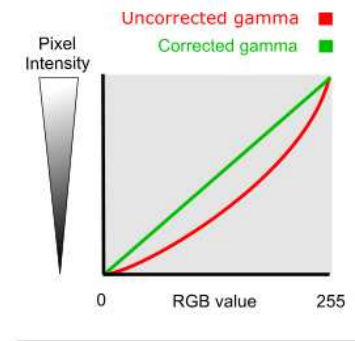
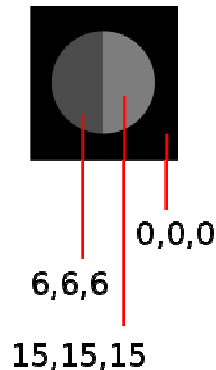
- 디스플레이의 색상, 주위 환경에 따라 출력되는 색상이 서로 다름
- 목표 컬러 스페이스에 맞게 화이트포인트, 감마등을 조절
- 디스플레이에 부착가능한 하드웨어를 이용하여 측정
- 비디오 카드의 룩업 테이블을 변경
- 하드웨어들이 판매 중

수동 디스플레이 감마 조절

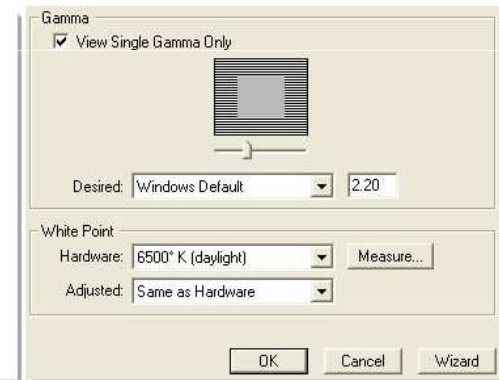
- 감마가 맞다면 시각적으로 적합하게 출력되어야 함
- 즉, 컬러의 변화가 선형적으로 표현되어야 함
- 그레이 변환표, 라인 중첩 등을 보고 모니터 수치 변경



RGB values apply to large image; thumbnail is exaggerated for clarity



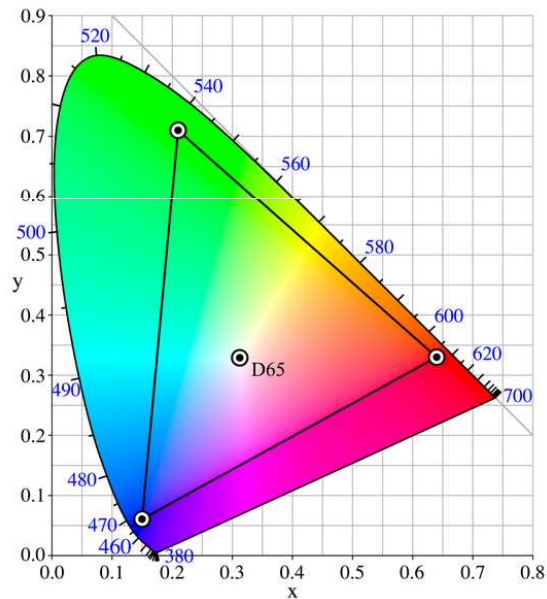
Gamma



Gamma correction tool

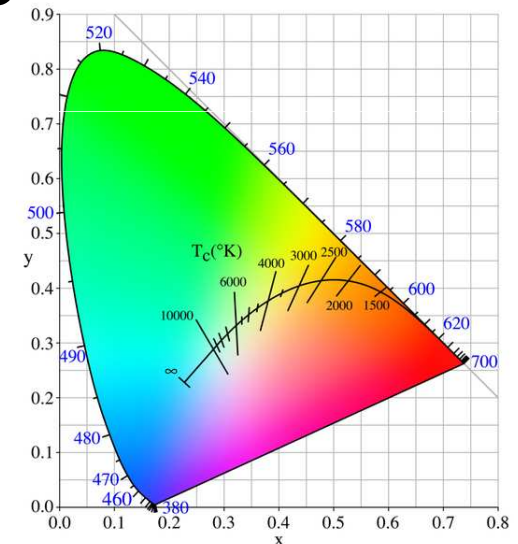
AdobeRGB

- Adobe에서 CMYK 컬러 프린터를 고려해 만든 컬러스페이스, 1988
- sRGB보다 넓은 영역을 커버



색온도

- 이상적인 흑체(Black Body)에 열을 가했을때 발산하는 색을 대입, 그 절대온도를 켈빈 단위로 표시
- 광원색에 따라 시각은 흰색을 적응 (디지털 카메라로 찍은 것이 더 붉게 또는 푸르게 나오는 이유)
- D65 (CIE Standard Daylight Illuminant)
= 6500K
- 주변환경에 따라 디스플레이의 색온도 조절 필요



토의

- 렌더링 파이프라인에 감마 보정을 넣자.
- 디스플레이에 따른 색감 차이의 이유와 엔진에서 제공할 수 있는 부분에 대해 아티스트에게 이해시켜주자.
- 동일한 컬러톤을 제공하기 위해서는 디스플레이 캘리브레이션을 이용하자.
- 단, 경험상 (저가의)캘리브레이션이 서로 다른 벤더들의 디스플레이를 동일한 세팅으로 만들진 못한다. 게다가 게임 유저들은 캘리브레이션을 하지 않는다.
- (초기화된) 디스플레이들의 평균적인 색감에 개발 환경을 맞추는 것이 유일한 해결책일 수 있다.

Reference

- http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_correction
- http://www.poynton.com/notes/colour_and_gamma/GammaFAQ.html
- <http://en.wikipedia.org/wiki/SRGB>
- http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space
- http://en.wikipedia.org/wiki/ICC_profile
- http://en.wikipedia.org/wiki/Color_management
- <http://en.wikipedia.org/wiki/CIELAB>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature
- <http://en.wikipedia.org/wiki/D65>
- Post Processing In The Orange Box, Valve, GDC 2008
- Rehabilitation of gamma