

컴퓨터 그래픽스

8. 은면의 제거

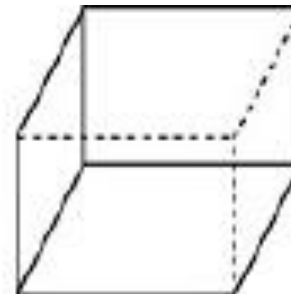
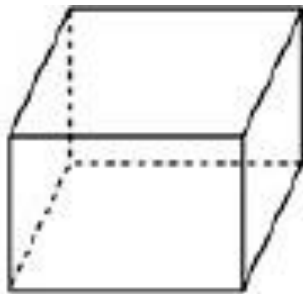
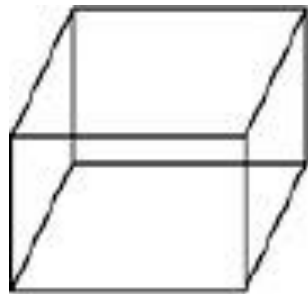
2022년 2학기

학습 내용

- 은면 제거
 - 은면 제거 개념
 - 은면 제거 알고리즘
- 컬러 모델

은면 제거 (Hidden Surface Removal)

- 3차원 객체를 2차원 평면에 투영
 - 시점에서 가장 가까운 객체가 화면에 나타난다.
 - 관측자의 시점에서 보이는 면만을 나타낸다
 - 입체감 있는 3차원 화면
 - 렌더링 속도 향상

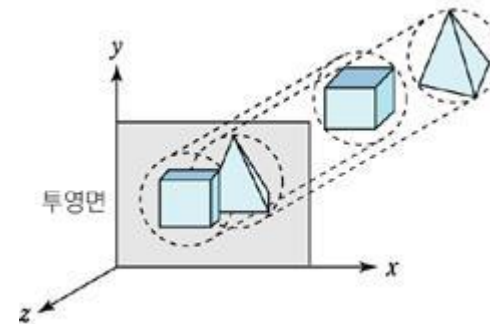


은면 제거 (Hidden Surface Removal)

- 알고리즘의 종류

- 객체 공간법 (Object Space Method)

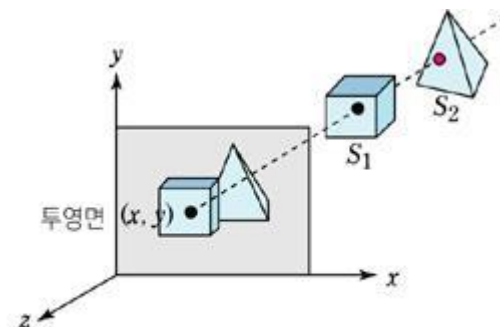
- 공간상에 있는 두 객체의 공간적 위치 관계를 이용하여 은면 결정
 - 객체 수가 적거나 서로 분산된 경우에 효율적
 - 객체수가 많은 경우에는 계산이 복잡하다
 - 예) 깊이 정렬 알고리즘



(a) 객체 공간법

- 이미지 공간법 (Image Space Method)

- 투영된 픽셀 평면에서 공간상의 객체가 보이는지 여부를 검사하는 방법
 - 투영면의 해상도에 의해 처리속도가 좌우
 - 많은 메모리가 필요
 - 예) Z-buffer 알고리즘

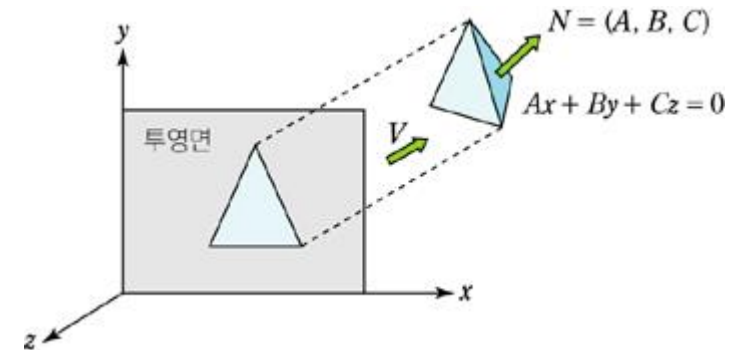


(b) 이미지 공간법

뒷면 제거 (Back-face Removal)

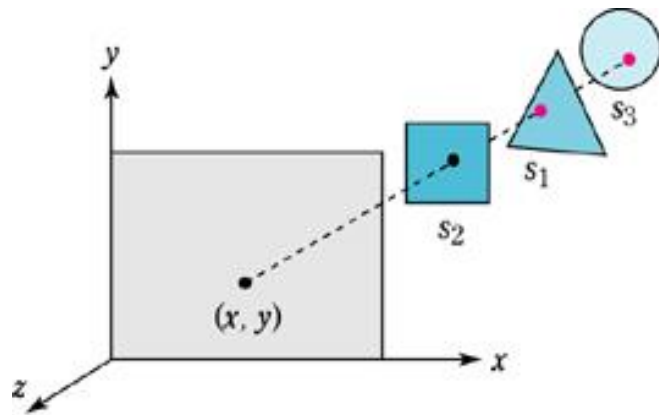
- 은면 제거의 첫 단계에서 이용
 - 빠르고 간단하게 뒷면을 찾는 객체공간 방법
 - 시점에서 보이는 앞면은 화면에 나타내고 뒷면은 나타내지 않는다.
 - 일반적인 장면에서 다면체 면의 약 50% 제거
- 평면 방정식 이용
 - $Ax + By + Cz + D = 0$ 에서 법선 벡터 $N=(A,B,C)$
 - 법선 벡터와 시선방향 벡터의 내적을 사용하여 앞/뒷면 판단
 - 시선 방향 벡터: V (z 축의 음의 방향)
 - 평면의 법선 벡터: N
 - 즉,
 $V = ((0, 0, V_z), N = (A, B, C)$
 $V \cdot N = V_z C$

 $C < 0 \rightarrow V \cdot N = V_z C > 0 \rightarrow$ 뒷면: 시점에서 보이지 않는 뒷면
 $C > 0 \rightarrow V \cdot N = V_z C < 0 \rightarrow$ 앞면: 시점에서 보이는 앞면

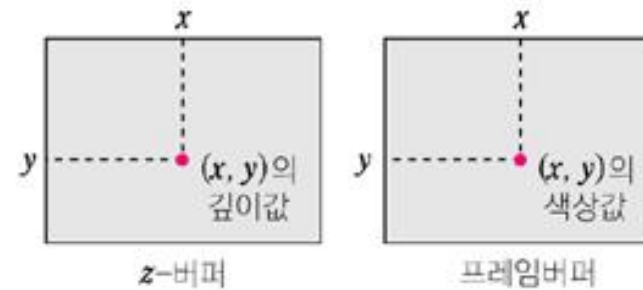


은면 제거: Z-Buffer 알고리즘

- Z-Buffer 알고리즘 (깊이 버퍼 알고리즘)
 - 가장 일반적으로 사용되는 이미지 공간 접근 방법
 - 물체의 가시성을 픽셀 단위로 조사
 - 시점과 투영면의 픽셀을 연결하는 직선에서 투영면에 가장 가까운 객체만이 투영면에 나타난다
 - 2개의 버퍼를 사용한다
 - Z-버퍼: 투영면상의 점인 픽셀 (x, y) 에 투영되는 z값 저장
 - Frame-버퍼: 색상값 저장



(a) z-버퍼 알고리즘의 개념



(b) z-버퍼와 프레임버퍼

은면 제거: Z-Buffer 알고리즘

- 수행 과정

- 시선의 방향: z축 음의 방향, 투영면: $z=0$
- 공간상의 객체 가운데 시점에 가장 가까운 객체 (z값이 가장 큰 객체)가 투영면에 나타난다.
- 버퍼 초기화

- Z-버퍼: 최소값

$$\text{Depth}(x, y) = -\infty$$

- 프레임-버퍼: 배경의 색상값

$$\text{Frame}(x, y) = \text{background}$$

- 각 객체 면에서 한번에 한 개의 스캔 라인에서 각 (x, y) 점의 깊이를 비교한다
만약 $z > \text{Depth}(x, y)$ 이면
 $\text{depth}(x, y) = z$
 $\text{Frame}(x, y) = \text{intensity}(P)$

- (x, y) 에서 다각형의 방정식은 $Ax + By + Cz + D = 0$

$$z = \frac{(-Ax - By - D)}{C}$$

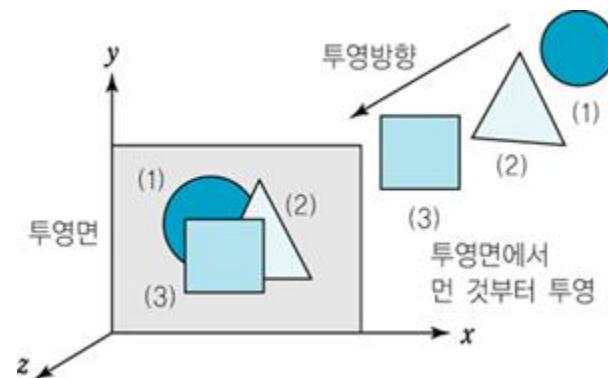
- (x, y) 에서의 깊이가 z 라면, 다음 점 $(x+1, y)$ 에서의 깊이 z' 는

$$z' = \frac{(-A(x+1) - By - D)}{C}$$

은면 제거: 깊이 정렬 기법 (Depth-sorting)

- 깊이 정렬 알고리즘

- 페인터 알고리즘(Painter's algorithm)
- 다각형 면을 깊이 (z값)에 따라 정렬한 뒤, 먼 것부터 투영하여 그린다
 - 뒤쪽에 있는 면은 나중에 그린 면 (가까운 면)에 가려진다



- 조건:
 - 공간상의 객체: $z < 0$ 인 공간에 있다.
 - 시점: $z > 0$ 인 공간에 존재
 - 시선: z 축 음의 방향
 - 투영면: $z = 0$
- 다각형을 z 축의 절대값에 따라 정렬: 투영면에서 가장 멀리 떨어진 면부터 순서대로 나열된다.

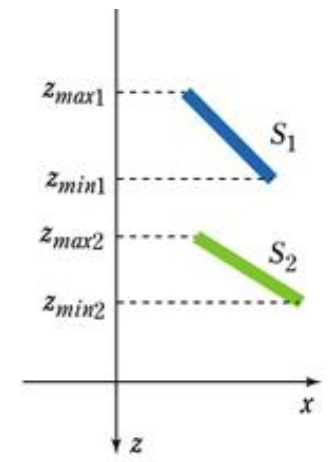
은면 제거: 깊이 정렬 기법 (Depth-sorting)

- S1, S2 순서로 정렬되어 있고, 두 면을 순서대로 그리려고 할 때,
 - 1) 깊이인 z-영역이 겹치지 않으면 → 멀리 있는 면부터 그린다. 깊이가 겹치는 경우에는 다음의 검사를 한다.
 - 2) x-방향으로 겹치지 않으면 → 두 다각형을 각각 그린다.

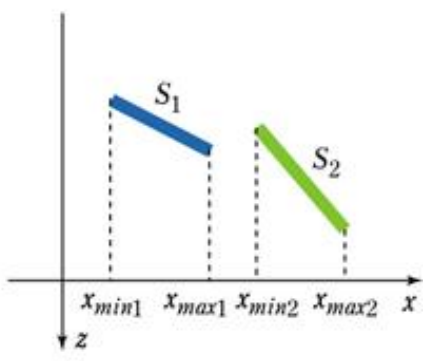
3) 다각형 면 S1과 S2의 z영역이 중첩된다
 $S_1 (A_1x+B_1y+C_1z+D_1=0)$ 이 면 $S_2 (A_2x+B_2y+C_2z+D_2=0)$ 의 안쪽 (뒤쪽)에 있으면
→ 다각형 면 S1의 모든 꼭지점 (x, y, z) 에 대해 $A_2x+B_2y+C_2z+D_2 < 0$
→ S1은 S2 뒤에 있다
→ S1부터 그린다.

4) 다각형 면 S1과 S2의 z영역이 중첩된다
 S_2 가 투영하려는 S1면의 바깥쪽 (앞쪽)에 있으면
→ 다각형 면 S2의 모든 꼭지점(x, y, z)에 대해 $A_1x+B_1y+C_1z+D_1 > 0$
→ S2는 S1의 앞에 있다
→ S1부터 그린다.

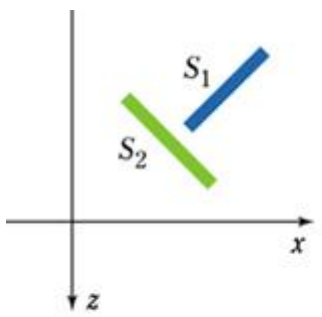
5) 면이 중첩될 때 앞의 4가지가 모두 아니면 → 두 면의 순서를 바꾼다.
(투영하려는 면 S1이 더 멀리 있지만 S2를 가리고 있는 경우)



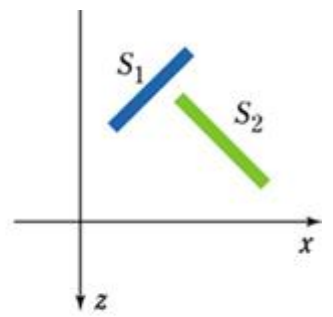
(a) z-영역이 겹치지 않는 경우



(b) x-영역이 겹치지 않는 경우



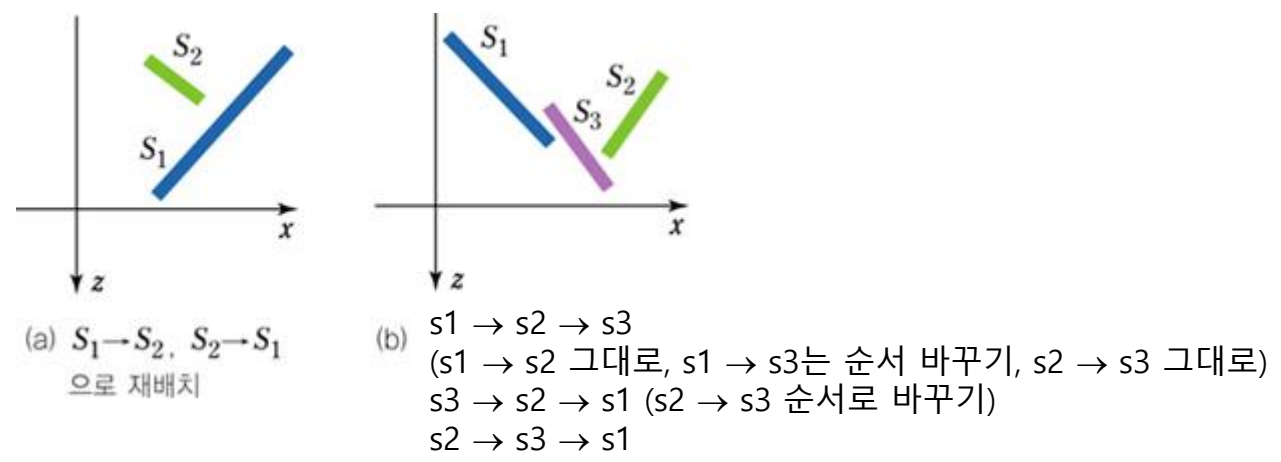
(a) S1이 S2 뒤에 위치



(b) S1의 앞에 S2가 위치

은면 제거: 깊이 정렬 기법 (Depth-sorting)

6) 3개 이상의 면이 겹치는 경우 각각 2개씩 비교하여 순서를 정한다.

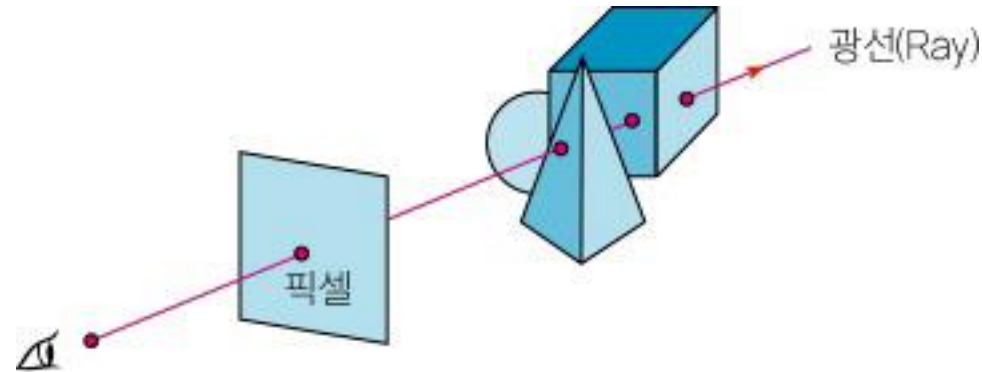


7) 해당하는 경우가 없으면, 일부 다각형 면을 절단하여 다시 적용한다.

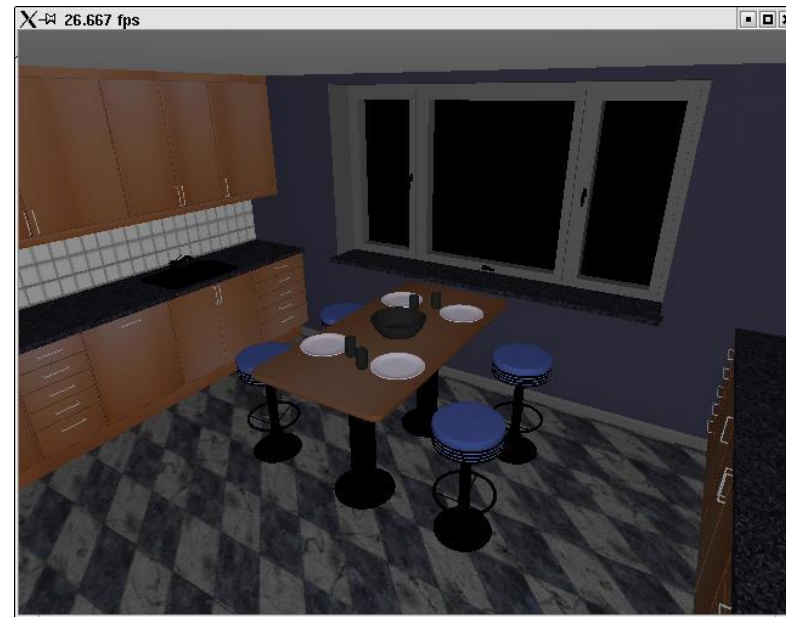
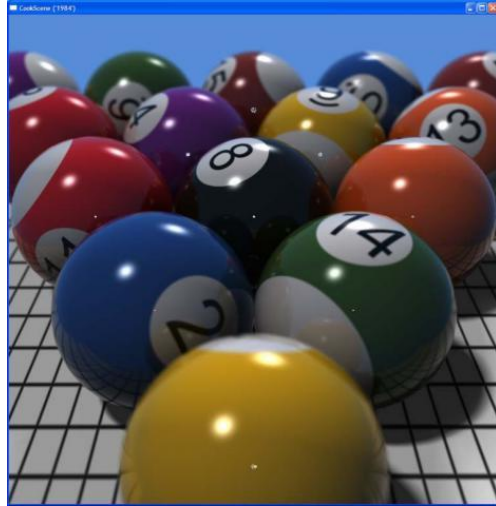
레이 캐스팅 기법 (Ray casting)

- Ray Casting

- 시점에서 투영면의 각 픽셀을 통해 빛(ray)을 투사
 - 이 빛과 처음으로 만나는 객체를 선택하여 해당 픽셀을 그린다.
 - 임의의 곡면과 같은 표면에서 효과적인 은면제거 방법
 - z-버퍼 알고리즘의 변형
 - Z-버퍼 알고리즘은 면의 깊이를 비교하여 처리하나, 레이 캐스팅은 처음 만나는 면만을 선택하여 픽셀 단위로 처리



레이 캐스팅 기법 (Ray casting)



컬러 모델

• 빛의 성질

– 빛이란: 가시광선

- 빨간색($4.3 \times 10^{14}\text{Hz}$)에서 보라색($7.5 \times 10^{14}\text{Hz}$) 주파수 대역에 걸쳐서 에너지가 분포

– 빛의 3가지 속성

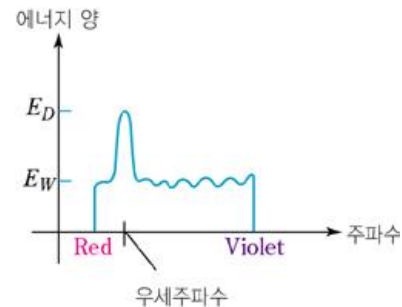
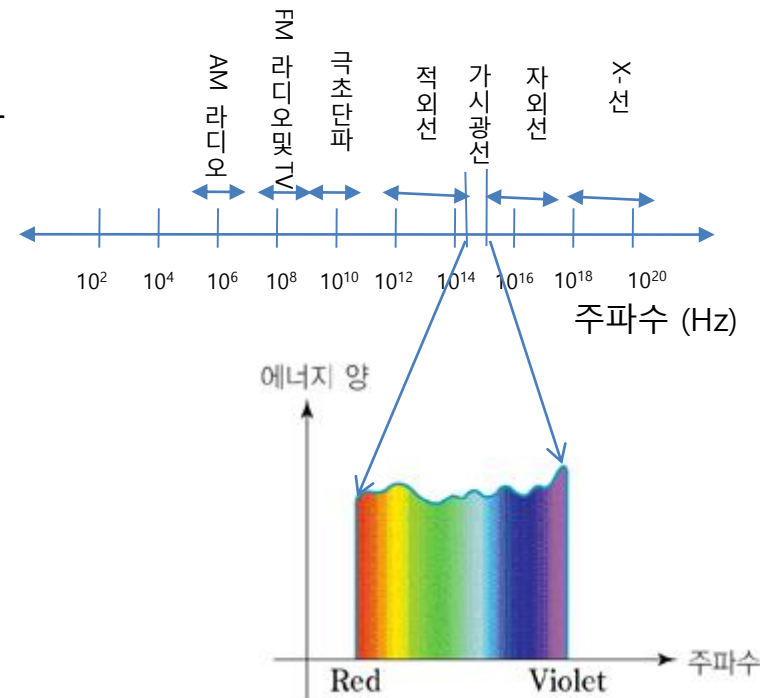
- 색상 (Color): 고유의 주파수
 - 우세 주파수 (Dominant Frequency)에 해당하는 주파수가 색상
- 명도 (Luminance, Brightness): 빛이 가지고 있는 에너지의 양
- 채도 (Purity, Saturation): 빛의 순수도
 - 주파수의 범위가 좁게 집중되면 채도가 높다.

– 색채 (Chromaticity):

- 빛의 색상과 채도를 통합적으로 표현

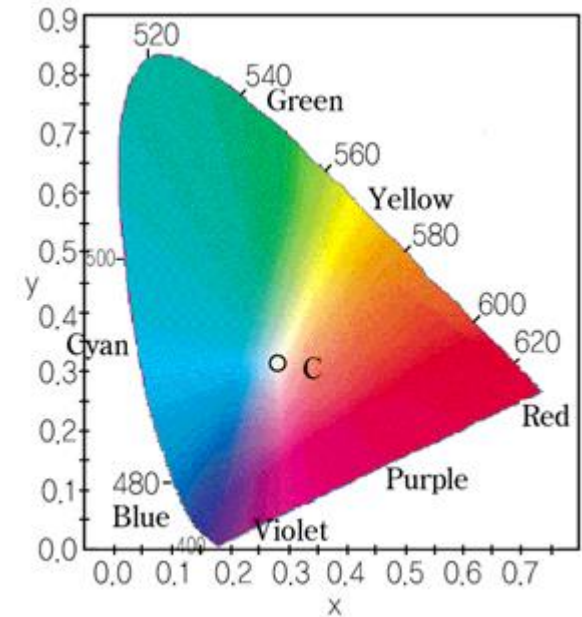
– 보색 (Complementary color):

- 두 빛이 혼합되어 백색광이 될 때
- red와 cyan, green과 magenta, blue와 yellow 는 보색 관계



컬러 모델: CIE 색채도

- 1931년 CIE (Commission Internationale de l'Clairage)라는 국제표준기구에서 주색상 역할을 할 수 있는 3가지 색을 지정
 - 3가지 색상 (A, B, C): 가상의 색 → CIE 색 원소 (CIE Primaries)
 - 보이는 색상: $x + y + z = 1$
여기에서 $x = \frac{A}{A+B+C}$ $y = \frac{B}{A+B+C}$ $z = \frac{C}{A+B+C}$
 - 임의의 색 표시: (x, y, z) (실제로는 (x, y))
 - CIE 색채도에서 x는 A, y는 B의 값
예) 보라색 (violet): (0.18, 0) → (0.18, 0, 0.82)
 - 색채도의 가장자리에 위치한 색 → 순수한 색상

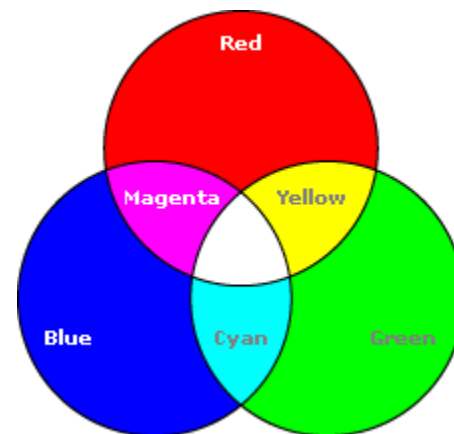
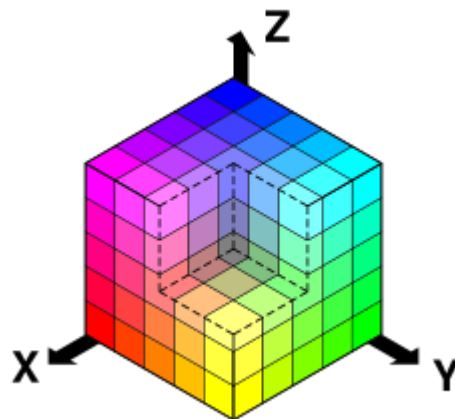
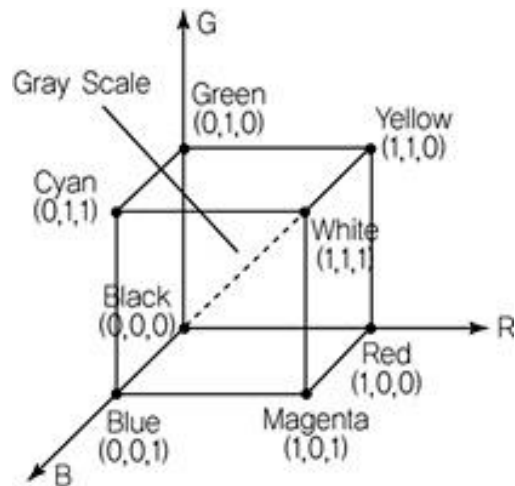


색채도 내의 임의의 색은 가장자리의 색상들의 조합으로 표현
C: 태양의 백색광

컬러 모델: RGB, CMY 컬러 모델

- RGB color model

- 빛의 삼원색으로 Video monitor(또는 사람의 눈)의 원리에 적합
- 가산모델(Additive model)
 - 3가지 R, G, B 빛을 더하여 원하는 빛을 생성
- 디스플레이 모니터상의 색상 표현에 적절한 모델
- 색상 표현 예)
 - Black (0, 0, 0), White(1, 1, 1)
 - Red (1, 0, 0), Green (0, 1, 0), Blue (0, 0, 1)
 - Cyan (0, 1, 1), Magenta (1, 0, 1), Yellow(1, 1, 0)



컬러 모델: RGB, CMY 컬러 모델

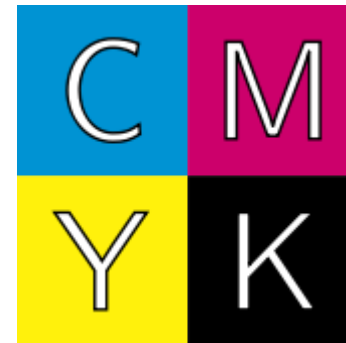
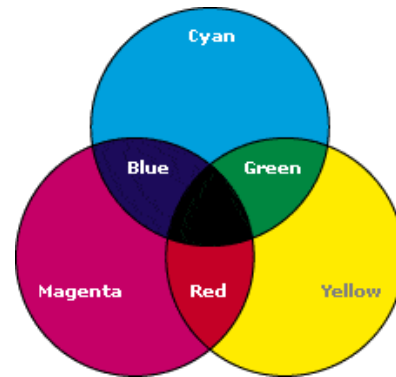
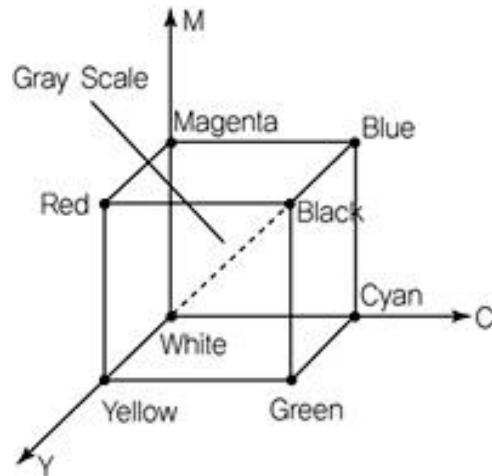
- CMY color model

- 색의 삼원색으로 하드 카피 출력 장치에 적합
- 감산 모델

- 빛이 물체에 닿으면 물체의 고유한 색상에 해당하는 빛의 성분은 반사되고 나머지 부분은 흡수 (사람 눈은 반사된 빛 인식)
- RGB의 보색인 Cyan, Magenta, Yellow를 사용, 흰색에서 RGB를 빼서 표현하는 방식
 - $\text{Cyan} = 1(\text{white}) - \text{red}$
 - $\text{Magenta} = 1(\text{white}) - \text{green}$
 - $\text{Yellow} = 1(\text{white}) - \text{blue}$

- 색상 표현 예)

- Black (1, 1, 1), White (0, 0, 0)
- Red (0, 1, 1), Green (1, 0, 1), Blue (1, 1, 0)
- Cyan (1, 0, 0), Magenta (0, 1, 0), Yellow (0, 0, 1)

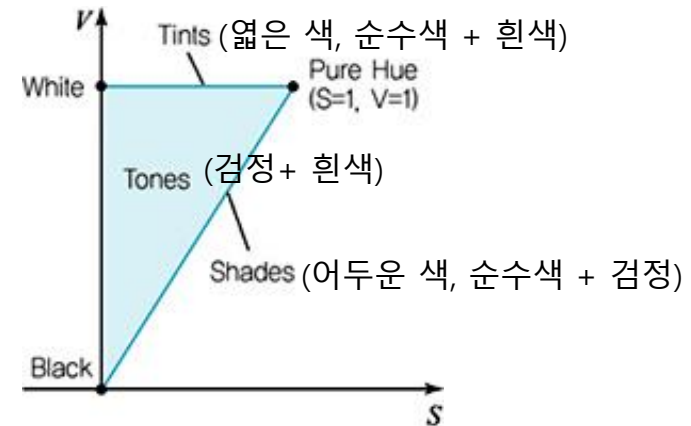
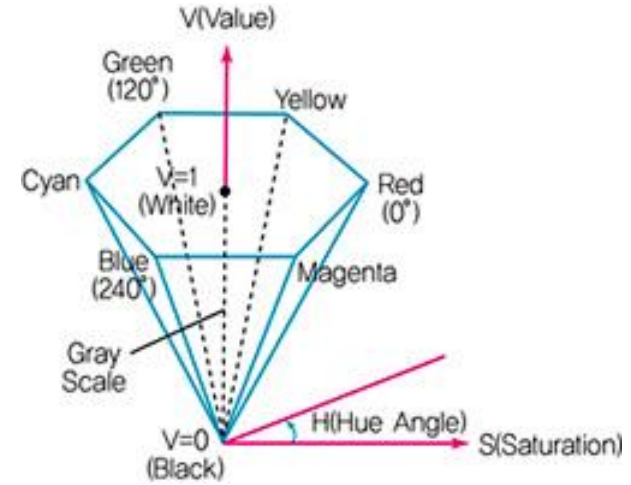


컬러 모델: HSV 컬러 모델

- HSV 컬러 모델

- 인간이 색을 사용하는 방식과 가장 근접한 모델
- 색조(Hue), 채도(백색과의 혼합도, Saturation), 명도 (Value)
- HSV 육각뿔

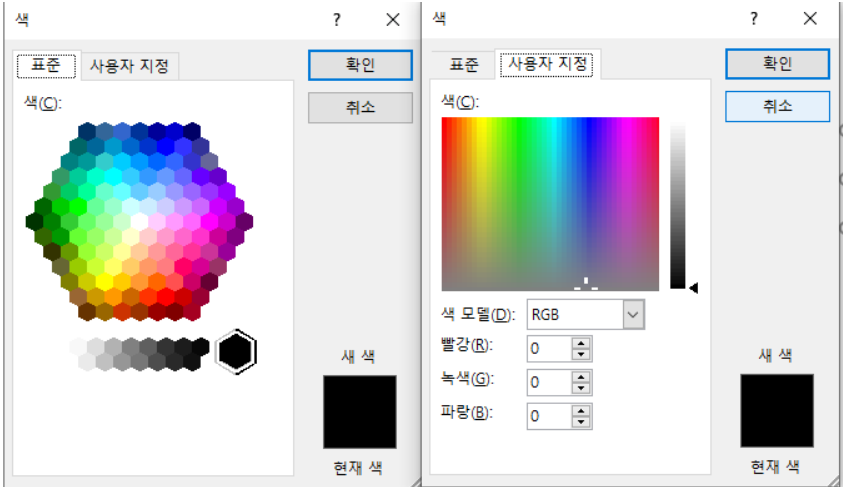
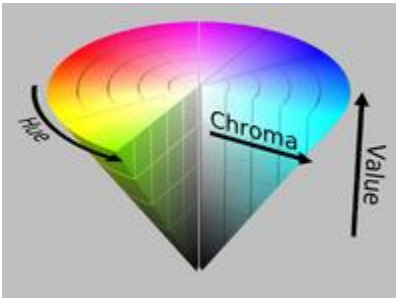
- 색상 (h): 정육면체의 둘레
 - $0^\circ \leq H \leq 360^\circ$
- 채도 (s): 정육각형의 중심으로부터 둘레 사이
 - $0 \leq S \leq 1$
 - 정육면체의 중심의 위치는 백색($S = 0$),
 - 둘레의 위치가 색상의 채도는 1 ($S = 1$)
- 명도 (v): 상하 방향의 축
 - $0 \leq V \leq 1$
 - $V = 1$: 흰색
 - $V = 0$: 검정



컬러 모델: HSV 컬러 모델

H	S	V	색
0	1.0	1.0	Red
120	1.0	1.0	Green
240	1.0	1.0	Blue
	0.0	1.0	White
		0.0	black

H, S, V 값을 각각 0 ~ 255 범위로
사상시키거나 백분율로 사상시켜
사용하기도 한다.



이번 주에는

- 은면제거
 - 컬러 모델
-
- 다음 주에는
 - 조명 모델