



광원 반사 모델

Optical reflection model

광원 반사 모델



반사 모델과 광원

- 빛은 물체 표면의 반사 형태와 빛의 요소들의 구성 비율에 따라서 각각 다른 방식으로 반사된다.
- 반사 모델 : 빛(광원)의 종류와 매우 밀접한 관계가 있다.
- 물체의 표면으로부터 반사되는 빛
- 물체 주위에 있는 여러 가지 광원으로부터 나옴
- 물체에 비춰지는 광원 종류:
 - 직접 광원->발광원(light-emitting sources),
 - 간접 광원->반사광원(light-reflecting sources)
- 장면 속에 있는 모든 물체는 근본적으로 광원이다.
- **광 방출기** : 광원(밀도에 의해 특징지어짐)
예 : 태양, 전구
- **광 반사기** : 보이는 물질 (물질의 특성에 의해 특징지어짐)
예: 방안의 벽
- 발광원에 직접 노출되어 있지 않은 물체라고 할 지라도, 근처에 있는 다른 물체로부터 나오는 반사광에 의해서 볼 수가 있다.

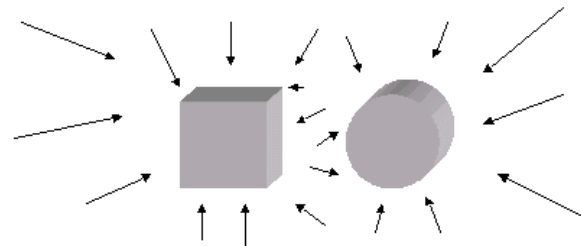


광원 반사 모델

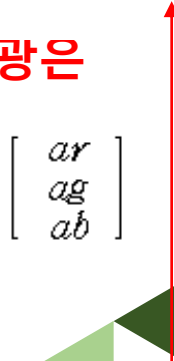


광원(조명) 모델 - 주변 광원(ambient light source)

- 주위 빛, 주변 광(ambient light) 또는 배경 빛(background light) :
물체 주위에 있는 여러 개의 반사광원에 의해서 만들어진 하나의 빛
- 주변광은 간접적인 조도를 모형화 하는데 사용된다.
- 공간성과 방향성을 가지지 않으며 각 물체에서 만들어 지는 주변 광의 양은 장면의 모든 표면에서 일정하다.
- 물체에서 반사되는 주변 광의 양은 물체의 위치와 방향과는 무관하며 물질의 특성만이 주변 광 중에서 얼마 만큼의 양이 반사 되는지를 결정한다.
- 실제 그래픽 프로그램에서 주변광을 특정 좌표점에 위치시키지만 **주변광은 모든 방향에서 비치는 것으로 생각하는 것이 좋다.**
- 각 장면의 조도(조명의 정도)나 어둡기를 결정하는 요소로 사용된다.
- 주변 광은 세 개의 컬러 성분을 가지고 있으며 다음처럼 표시할 수 있다.
- 주변광을 받는 표면의 한 지점의 컬러 성분을 $[Cr, Cg, Cb]$ 라고 표시하면 한 지점에서 반사되는 주변 광은 다음과 같이 구할 수 있다.

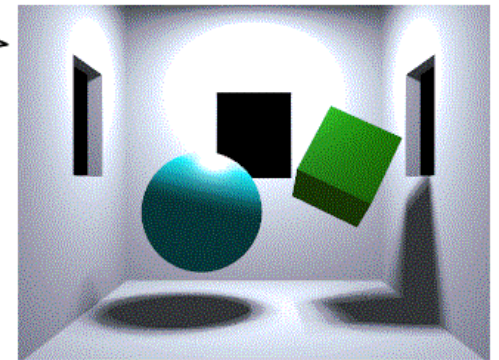
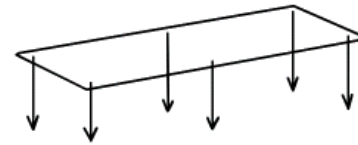
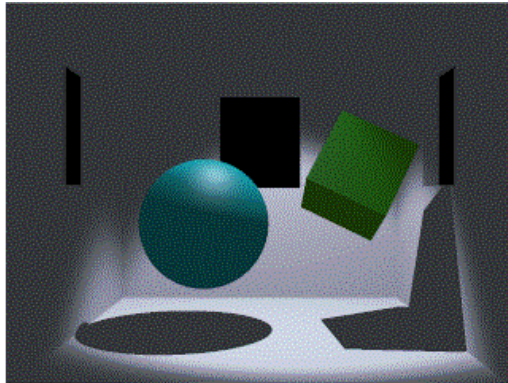
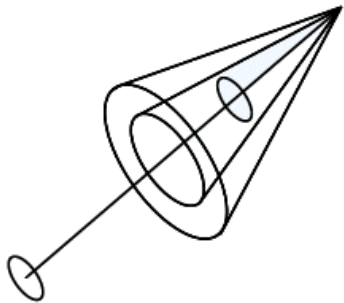
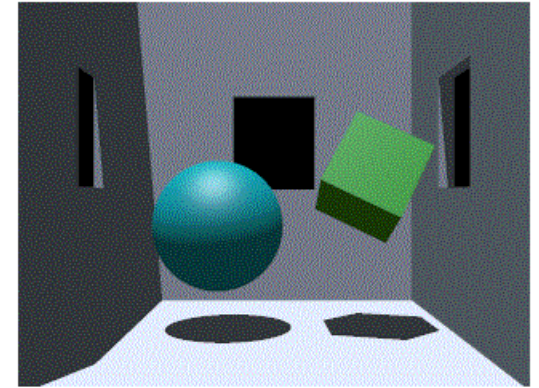
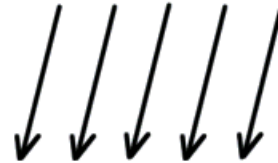
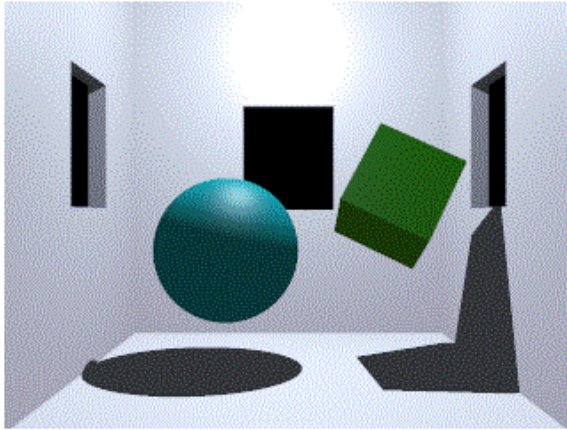
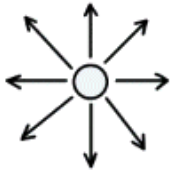


$$[cr, cb, cg] \begin{bmatrix} ar \\ ag \\ ab \end{bmatrix}$$



광원 반사 모델

광원(조명) 모델

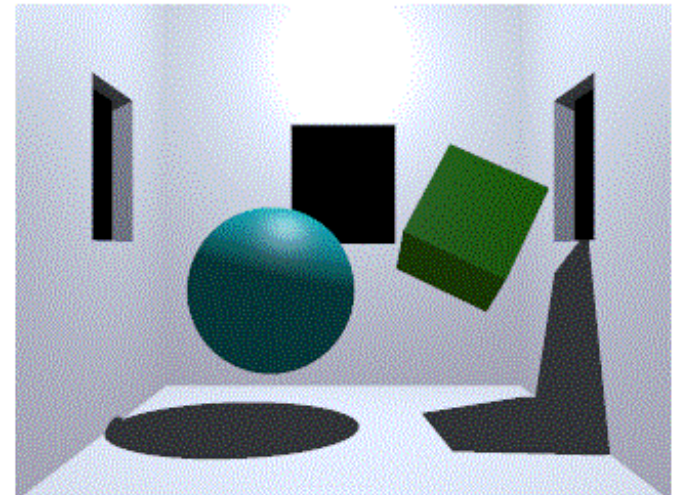
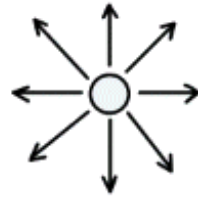


광원 반사 모델



광원(조명) 모델 - 점 광원(point source)

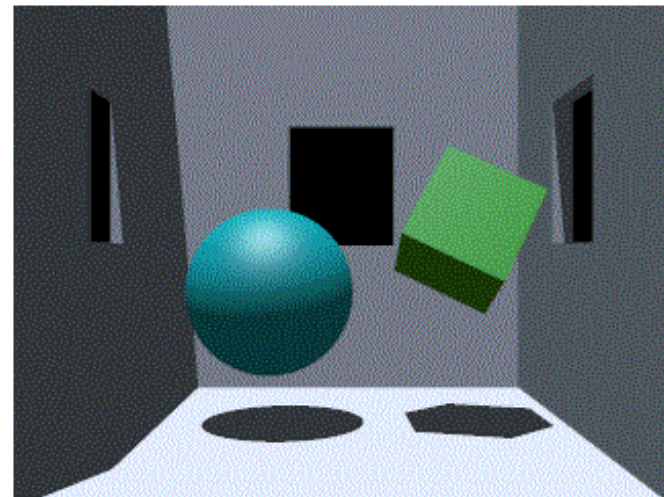
- 점 광원(point source) : 광원의 크기가 대상 물체의 크기에 비하여 작은 경우 모든 방향에서 점 광원의 빛의 양은 일정하다.
- 점 광원에서 방출되는 광선은 원천으로부터 방사상으로 발산하며 점 광원은 백열 전구와 같은 지역 광원과 같다.
예를 들어 태양의 경우에는 매우 멀리 떨어져 있으므로 점 광원으로 취급하고 있다.



광원 반사 모델

광원(조명) 모델 - **방향성 광원** (Directional light source)

- 방향성 광원은 무한대 광원이라고도 한다.
 - 방향성 광원으로부터의 모든 광선은 동일한 방향성과 원점을 가진다.
 - 광원이 조명하는 표면으로부터 무한히 멀 경우에, 광원에서 방출하는 빛의 방향은 거의 일정하게 된다.
- 태양 빛을 그 예로 들 수 있는데, 따라서 방향성 광원을 원거리 광원이라고도 한다.

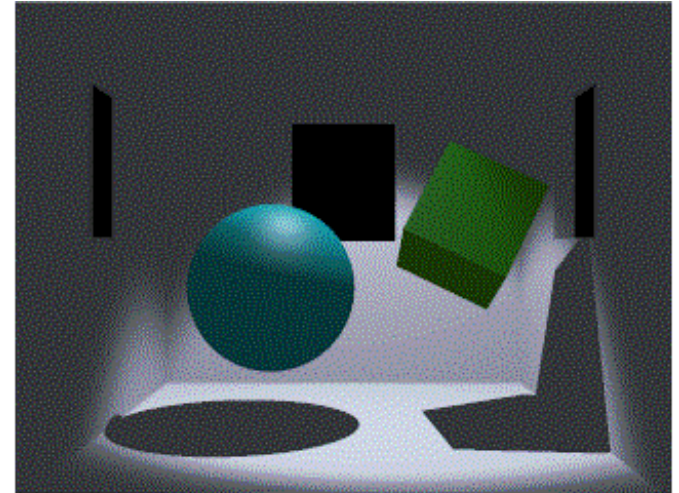
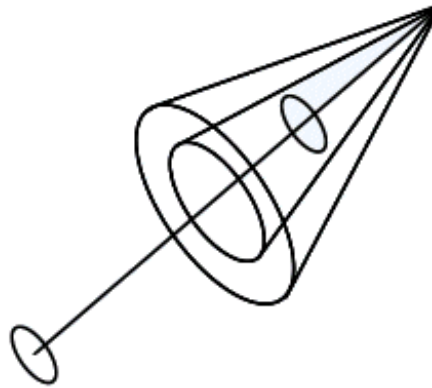


광원 반사 모델



광원(조명) 모델 - 집중 광선(Spotlights)

- 작은 각도로, 그리고 특정한 한 방향으로 빛을 방출하는 점 광원을 의미한다. 즉, 점 광원으로부터 발산되는 빛의 각도를 제한한 경우에 집중 광선이 된다.

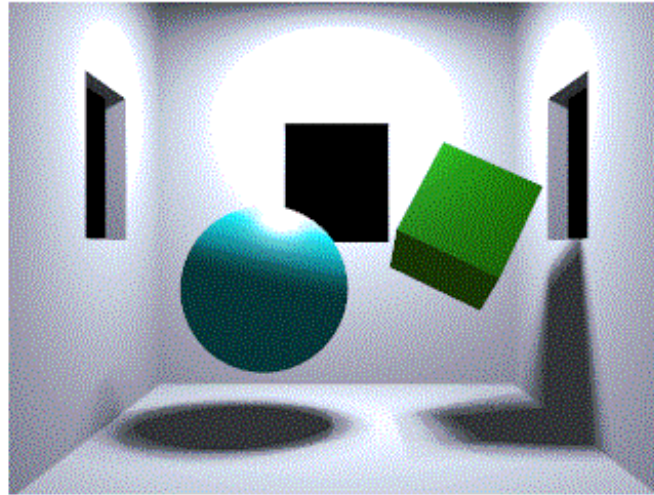
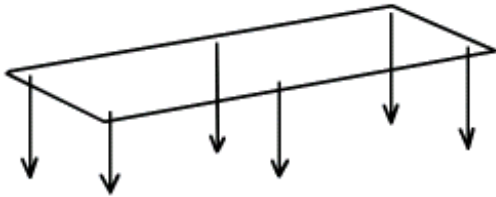


광원 반사 모델



광원(조명) 모델 - 지역 광(Area Light Sources)

- 사각형 형태의 광을 의미하며 사각형의 크기가 작을 때 효과적이다. 작은 영역에 균일한 빛이 필요할 때 사용된다.

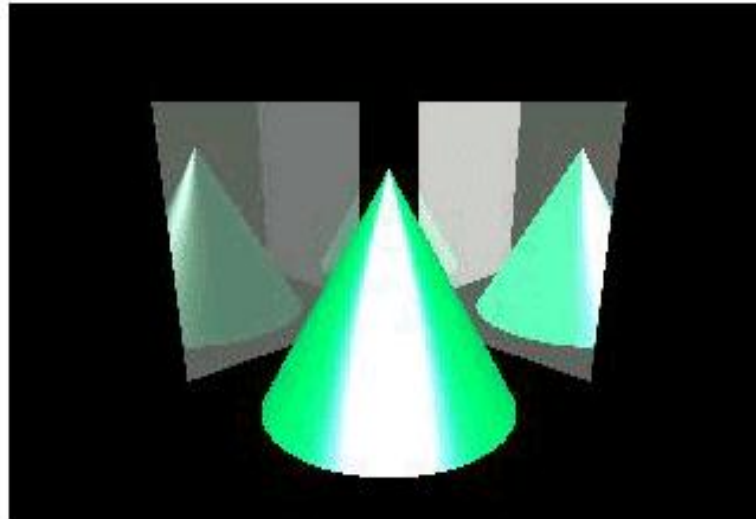


광원 반사 모델



반사 모델의 종류

- 거울에 들어온 빛은 들어온 각도로 그대로 나간다. (**입사각** = 반사각)
- 매끄럽지 않은 면에서는 빛이 사방으로 튕기는 **난반사**가 일어난다. 우리가 한 물체를 어느 방향에서나 잘 보는 것은 물체 표면에서 난반사가 일어나기 때문인데, 만약 물체표면에서 빛이 한 방향으로만 반사한다면 그 방향을 제외하면 어디서도 물체를 볼 수가 없게 된다.

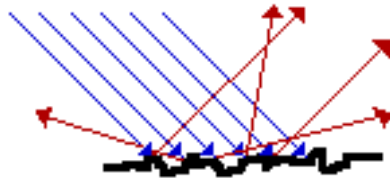
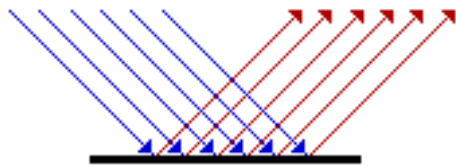


광원 반사 모델

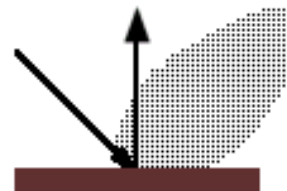


반사 모델의 종류

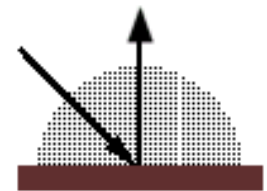
- 주변광원(ambient light source)과 점광원 두 개의 광원에서 나오는 빛은 모든 방향에서부터의 반사 빛을 만들어 낸다. 이 산발된 빛을 **난반사**(diffuse reflection)라고 하며, **이것은 표면에 굴곡이 있기 때문이다.**
- 표면이 엉켜있는 경우에는 난반사를 일으키는데, 그로 인하여 모든 방향으로 같은 양의 반사를 일으킨다.
- 점 광원은 어떤 밝은 점을 표면에 만들어내는데, 이를 특히 **전반사** (**거울반사, 검경반사 : specular reflection**)라고 부른다.
이 효과는 무딘 표면보다는 매끄러운 표면의 경우에 보다 확실히 나타난다.
- 투명한 물체에서의 반사 경우에는 **난반사 및 전반사 모두**가 일어난다.



(a) 전반사 (매끄러운 표면) (b) 난반사 (거친 표면)



(a) 전반사



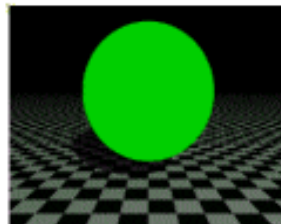
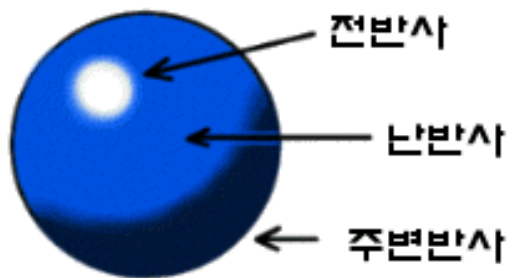
(b) 난반사

광원 반사 모델

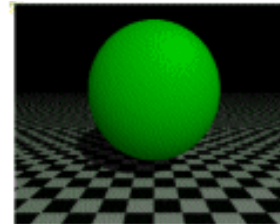


Phong의 반사 모델

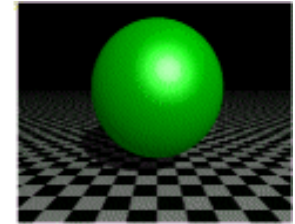
- Phong의 반사 모델은 다음과 같이 세가지로 조명을 분류하고 있다.
 - > 주변광(ambient) : 일정한 배경 빛의 강도를 가지며 빛의 강도는 한 장면에서 모든 객체에 동일하다. 따라서 일정한 명암을 만든다.
 - > 난반사광(diffuse) : 빛은 표면에 흩어지며 빛의 강도는 빛과 표면의 각도에 의해 결정된다.
 - > 전반사광(specular) : 객체에 하이라이트를 만든다. 빛의 강도는 광원과 관찰자 위치에 의해 결정된다.



주변 반사



난반사



전반사

조명(Illumination) = 주변반사(Ambient) + 난반사(Diffuse) + 전반사(Specular)이때
의 조명은 특정 지점의 빛의 밝기, 빛의 강도 등을 의미

광원 반사 모델



주변 반사

$$I_{amb} = k_a \cdot I_a$$

(주변반사의 강도) (표면의 주변반사 계수) (주변광의 강도)

주변 반사량이 많은 표면인 경우 : 1
거의 흡수하는 표면인 경우 : 0

- 주변 광원의 색상과 강도에만 반응하는 반사 모델이다.
- 반사의 강도가 반사면과 광원의 거리, 그리고 광원과 표면의 각도와는 무관하다.
- 주변광은 모든 방향으로 균일하게 흩어지므로 객체의 모든 표면에서 받는 주변광의 양은 같게되고 따라서 반사량도 같게 된다.
- 3차원 객체라고 하더라도 주변 반사만을 적용한다면 완전히 평평한 면으로만 표현되어 질 것이다. 따라서 실제로 반사 모델을 적용할 때는 다른 반사 모델과 함께 적용시킨다.
- 주변 광은 대상물체에 가까이 있는 물체로부터의 반사 빛들로 이루어진 것이므로, 모든 방향으로부터의 일정한 빛의 강도 I_a 를 가진 것으로 가정할 수 있다. 주위 빛이 표면으로부터 반사된 것이라고 하면, 그 표면이 보이는 모든 지점에서 표면의 밝기는 일정하다.





난반사(Diffuse Reflection)-주변광에 대한 난반사

- 난반사가 일어나는 표면은 광원의 위치, 그리고 방향에 따라서 다르게 표현된다.
- 한 표면이 주위 빛에만 노출되어 있다고 하면 그 표면의 모든 지점에서의 난반사의 강도(밝기)는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$I_{diff} = k_d \cdot I_a$$

(난반사의 강도) (표면의 난반사 계수) (주변광의 강도)

ambient

난 반사량이 많은 표면인 경우 : 1
거의 흡수하는 표면인 경우 : 0



k_d ($k_a=0$)

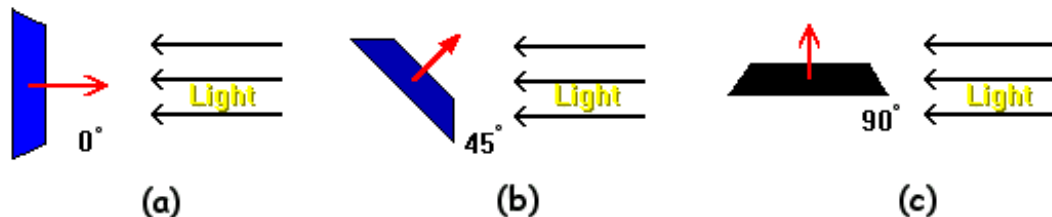
광원 반사 모델

점 광원에 대한 난반사- 입사각도 고려

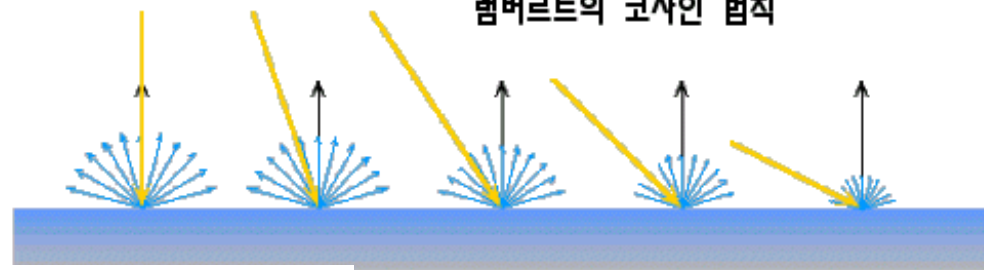
- 점 광원에 의한 난반사량의 계산 : 반사된 빛의 강도는 반사빛이 나오는 각도에 의한다는 램버르트(Lambert)의 법칙에 근거를 두고 있다.
- 입사각도 고려
- 난반사는 광원과의 거리보다 빛의 각도와 더욱 관계한다.
- 빛의 방향에 직각으로 놓여있는 표면은 기울어진 표면보다 밝게 보이고, 각도가 점점 커질수록, 표면에서 반사되는 빛의 강도는 작아지게 된다.

$$I_{diffuse} = k_d I_p \cos \theta$$

(난반사의 강도) (빛의 강도)
반사 계수(0~1)



램버르트의 코사인 법칙





점광원에 대한 난반사-거리 고려

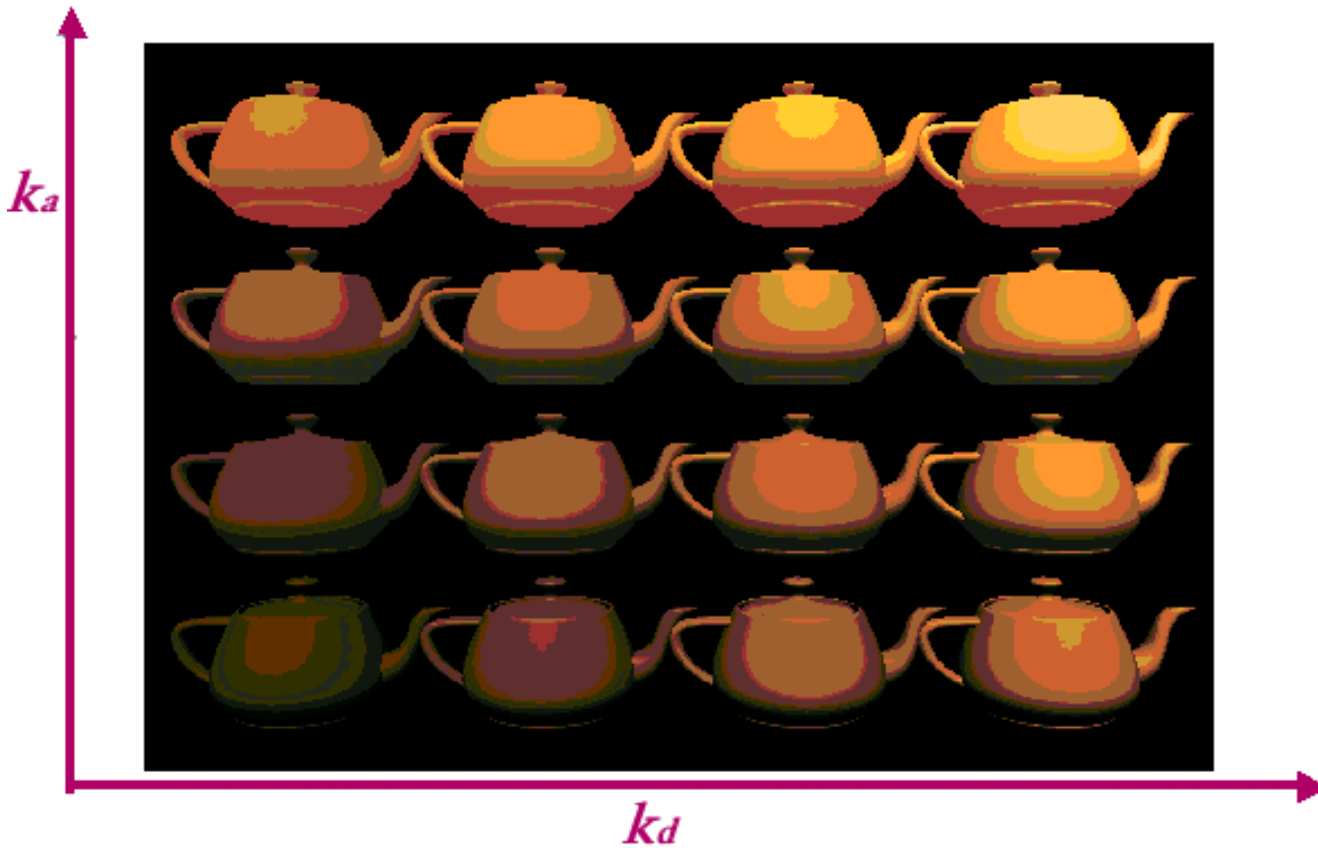
- 반사되는 표면의 밝기는 광원으로부터의 거리에 관계가 있고, 거리가 가까우면 가까울수록 보다 밝아지게 된다. 즉 거리와 밝기는 반비례관계에 있다.
d를 광원과 물체 표면 사이의 거리라 하고, I_p 를 점 광원의 밝기(빛의 강도)라고 하면, 표면에서의 한 점에서의 난반사 빛의 강도는 다음 식으로 나타낼 수가 있다.

$$I = \frac{k_d I_p}{d} (N \cdot L) \quad \longrightarrow \quad I = \frac{k_d I_p}{d + d_0} (N \cdot L)$$

d — 광원과 물체 표면사이의 거리 $d + d_0$ — d 가 0에 가까운 경우를 위한 상수

광원 반사 모델

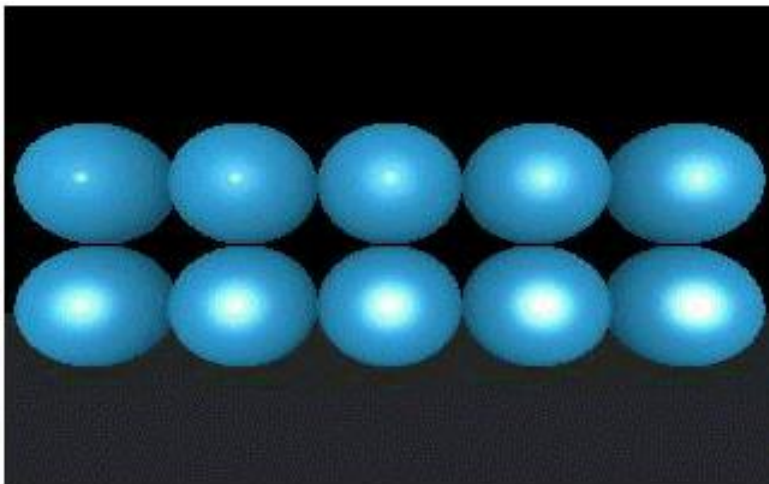
🔍 주변반사와 난반사 반사 계수에 따른 3차원 이미지





전반사(Specular Reflection)

- 어떤 관측각도에서는 매끈한 표면의 경우 모든 입사광선을 반사하여 반사계수의 값과 무관한 경우가 생긴다. 이런 현상을 전반사라고 하며, 입사광선과 같은 색을 지니는 반사광선 발산지점을 만들어낸다.
- 전반사가 일어나는 표면은 거울과 같은 방식으로 빛을 반사하기 때문에 매우 밝게 보인다.
- 전반사량은 광원의 위치보다는 반사된 빛의 각도와 카메라(관측점)와의 각도가 크게 작용하는데, 두각이 동일하면 전반사량은 커진다.



- 전반사는 반짝이는 객체에서 반사되어 보이는 하이라이트를 주기 위한 모델이다.
- 일반적으로 대상물체는 백색의 빛으로 비추어지므로, 전반사지점은 매우 밝은 백색 지점이다.