

$$C = e_{cm} + a_{cm} * a_{cs} + \sum_{i=0}^{n-1} (att_i) (spot_i) [a_{cm} + a_{di} + (n \odot \overrightarrow{VP_{di}}) d_{cm} + d_{di} + (f_i) (n \odot \hat{L}_i)^{f_{sm}} s_{cm} * s_{di}]$$

위 조명 공식에서  $e_{cm}$ 은 물체의 방출광 (emissive material)을 나타낸다.

$a_{cm}$ 은 물체의 ambient 색깔,  $a_{cs}$ 은 scene 전역 ambient 광원 색깔로,  $a_{cm} * a_{cs}$ 은 전역 ambient reflection 색깔: 주변광을 나타낸다.

$n$ 개의 조명기가 있다 했을 때, 각 조명기에 대한 감쇠효과 ( $att_i$ ), spot 광원효과 ( $spot_i$ )를  $i=0 \sim n-1$  동안 나누어 계산한다.

$$att_i = \begin{cases} \frac{1}{k_{0i} + k_{1i} \|\overrightarrow{VP_{di}}\| + k_{2i} \|\overrightarrow{VP_{di}}\|^2}, & P_{di}'s \ w \neq 0 \\ 1.0, & otherwise \end{cases}$$

광원 위치는  $P_{di}$ , 빛이 도달하는 위치는  $V$ 라 했을 때  $att_i$ 는 위와 같이 계산된다.

$P_{di}$ 의  $w$ 좌표가 0이면 (점광 light source)  $att_i=1$ , 즉 감쇠효과가 없다는 뜻이다.

일반적인 경우, 광원부터 도달 위치까지 거리  $\|\overrightarrow{VP_{di}}\|$ 의 제곱에 반비례한다.

$$spot_i = \begin{cases} (\overrightarrow{P_{di}V} \odot \hat{S}_{di})^{Cr_{di}}, & Cr_{di} \neq 180.0 \ \& \ \overrightarrow{P_{di}V} \odot \hat{S}_{di} \geq \cos Cr_{di} \\ 0.0, & Cr_{di} \neq 180.0 \ \& \ \overrightarrow{P_{di}V} \odot \hat{S}_{di} < \cos Cr_{di} \\ 1.0, & Cr_{di} = 180.0 \end{cases}$$

크게 spot 광원 절반 각도  $180^\circ$ 인 경우,  $180^\circ$ 가 아닌 경우  $Cr_{di}$ 로 나뉘어진다.

$180^\circ$ 인 경우, 빛이 사방으로 나자 spot 광원 효과가 없으므로  $spot_i=1$ ,

반대로는  $V$ 가 절반 각도 범위 내 들어오는 경우 ( $\overrightarrow{P_{di}V} \odot \hat{S}_{di} \geq \cos Cr_{di}$ ) 빛이 비치는 지점에서 멀어질수록 세두워진다. ( $(\overrightarrow{P_{di}V} \odot \hat{S}_{di})^{Cr_{di}}$ ) 반대 경우,  $spot_i=0$ .

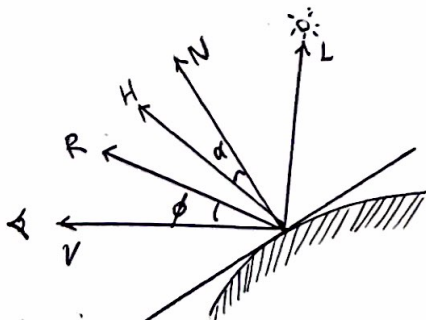
$(n \odot \overrightarrow{VP_{di}}) d_{cm} + d_{di}$ 은 반반사 (diffuse reflection) 부분으로, 같은 지점을 바라볼 때 시점이 바뀌어도 바뀌는 변하지 않는다.  $n$ : 물체 법선 벡터,  $\overrightarrow{VP_{di}}$ : 빛 진행방향의 반대 방향 단위벡터  $L$ ,

$$n \odot \overrightarrow{VP_{di}} = N \cdot L$$

Lambert's cosine law에 의해  $N, L$  사이 각이 증가할수록 빛 반사량이 줄어든다.  $d_{cm}$ : 물체 반반사 색 (diffuse color),  $d_{di}$ : 광원 반반사 색 (diffuse color)이다. 이 둘을 곱해 반반사광을 구하는데,

$n \odot \overrightarrow{VP_{di}} < 0$ 이면 배적: 0이다.

불투명 물체이므로 물체 뒤에서 들어오는 빛은 고려하지 않는다.



$(f_i) (n \odot \hat{n}_i)^{Sim} S_{cm} + S_{cl_i}$  에서,  $\hat{n}_i$  는  $i$ th 광원의 half-way-vector 인데,  
 사선방향  $V$ 와 빛 방향  $L$ 의 중간벡터이므로  $\hat{n} = \frac{L+V}{|L+V|}$  와 같이 나타낸다.

$$h_i = \begin{cases} \overrightarrow{VP_{cli}} + \overrightarrow{VPe} & , V_{hs} = TRUE \quad (\text{지역광원자}) \\ \overrightarrow{VP_{cli}} + (0010)^* & , V_{hs} = FALSE \quad (\text{무한광원자}) \end{cases}$$

정반사 지수  $S_{rm}$ 이 주어질 정반사 색  $S_{cm}$ ,  $i$ th 광원 정반사 색  $S_{cl_i}$  을  
 $i$ th 광원 정반사 색을 계산한다.

$(n \cdot \hat{n}_i)^{Sim}$  은  $\hat{n}_i$  방향으로 반사된 빛이 집중되는 것을 나타낸다.

$$f_i = \begin{cases} 0 & , n \cdot V_{pli} \leq 0 \\ 1 & , n \cdot V_{pli} > 0 \end{cases} \quad \rightarrow \text{반반사 매커니즘 문제 뒤에서 들어오는 빛은 고려하지 않는다.}$$

$$\therefore \text{조명} = \{\text{천정조명}\} + \{\text{직접조명}\}$$

$$= \{\text{방출광} + \text{주변광}\} + \{\text{주변광} + \text{반반사광} + \text{정반사광}\}$$

× spot 광원 효과, 감쇠효과.