

[CSE4170] 기초 컴퓨터 그래픽스

HW 4: OpenGL Lighting Equation 요약 설명

20181632 박성현

보조 교재 6.5절을 읽고 다음의 OpenGL의 기본 조명 공식에 대하여 자신이 이해한 바를 A4 용지 두 장에 요약하여 제출하라. (제출 내용 중에는 이 공식의 각 변수가 의미하는 바가 분명히 기술되어야 함)

$$\mathbf{c} = \mathbf{e}_{cm} + \mathbf{a}_{cm} * \mathbf{a}_{cs} + \sum_{i=0}^{n-1} (att_i)(spot_i)[\mathbf{a}_{cm} * \mathbf{a}_{cli} + (\mathbf{n} \odot \nabla \mathbf{P}_{pli})\mathbf{d}_{cm} * \mathbf{d}_{cli} + (f_i)(\mathbf{n} \odot \hat{\mathbf{h}}_i)^{s_{cm}} \mathbf{s}_{cm} * \mathbf{s}_{cli}]$$

$$I_{\lambda} = I_{a\lambda} \cdot k_{a\lambda} + \sum_{i=0}^{m-1} f_{att}(d_i) \cdot I_{li\lambda} \cdot \{k_{d\lambda} \cdot (N \cdot L_i) + k_{s\lambda} \cdot (N \cdot H_i)^n\} \quad (3.1)$$

기본적으로 기본 조명 공식은 위와 같이 엠비언트 반사, 난반사, 그리고 정반사로 이루어진다. I 로 이루어진 인자들은 light parameter이며 광원의 색깔이다. A가 붙은 것은 엠비언트 광원이다. K로 이루어진 인자는 material parameter로 이 인자가 보이는 색깔을 계산한다고 생각할 수 있다. Fatt(d)는 빛의 감쇠효과로써 광원과 물체의 거리에 따른 밝기 조절을 위해 사용한다. 앞의 시그마는 여러 개의 직접 조명을 고려한다는 의미이다. N은 물체의 법선 벡터, L은 광원이 빛을 비추는 방향의 반대를 가르키는 벡터, H는 헤프웨이 벡터로써 R, 즉 빛이 반사되는 방향과 V, 즉 우리가 보는 방향사이에 각이 90도를 넘어갈 경우를 대비해 대신 R과 V의 내적대신 N과 H를 사용한다. 또한 매번 R을 계산하는 것은 상당한 연산을 해야하므로 연산량을 줄이기 위해 구하기 쉬운 H를 사용하기도 한다. N과 L을 내적한 값은 난반사를 나타낸다. 광원과 법선 벡터 사이의 각을 나타내며 각이 작을수록 반사되는 에너지의 양이 늘어난다. 난반사는 모든 방향으로 같은 밝기로 반사시키는 것이 특징인데, 이는 광원과 법선 벡터가 항상 고정되어 있다는 가정하에 일어나는 것이다. 하지만 광원이 움직이면 각도도 변하게 되니 에너지가 변함에 따라 밝기가 변한다. N과 H를 내적한 것은 정반사를 나타낸다. 정반사는 반사되는 각도에 따라 반사되는 밝기다 다름을 나타낸다. 원래 R 과 V를 내적해서 사용하지만 각도가 커지게 되면 문제가 생기기에 RV사이의 각의 반의 각도를 가지는 NH를 사용해 계산한다. 이로 인해 발생하는 오차는 정반사 지수 n으로 어느정도 커버할 수 있다. 가장 앞에 있는 엠비

엔트 반사는 직접 조명이 아닌 다른 간접적으로 들어오는 조명을 조금이라도 사용하기 위해 사용한다. 사방에 빛이 고르게 퍼져 있다고 생각한다. 엠비언트 광원의 색깔과 반사 계수를 곱해서 사용한다. 이제 이 기본식이 위의 좀 더 복잡한 식으로 어떻게 표현 가능한지 알아보자.

Acm과 acdi는 엠비언트 광원에 대한 값이다. 광원이 i개 있다고 가정하고 acm*acdi는 i번째 광원에 대한 엠비언트 광원을 나타낸다. N 내적 VP 에 대해 알아보자 기본적으로 음수의 내적 값은 0으로 사용해 뒷면에서 오는 빛은 무시한다고 생각하자. V는 조명 계산을 하려는 꼭짓점의 좌표, P는 광원의 위치이다. 이는 빛이 들어오는 방향의 반대, 즉 L과 같음을 알 수 있다. N내적 VP 는 N내적 L로 난반사를 나타낸다. 여기서 d는 그 임의의 벡터에 d에 대한 단위벡터이다.

다음 hi는 헤프웨이 벡터를 나타낸다.

헤프웨이 벡터는 다음과 같이 정의된

$$h_i = \begin{cases} \vec{VP}_{pli} + \vec{VP}_e, & v_{bs} = \text{TRUE}, \\ \vec{VP}_{pli} + (0 \ 0 \ 1 \ 0)^t, & v_{bs} = \text{FALSE} \end{cases}$$

다. Vbs 가 True라는 뜻은 모델의 원점에 관찰자가 있다는 뜻이므로 광원에 대한 방향벡터 VP 에 (0,0,0,1)을 더해 값을 설정하고 False라면 양의 z축방향으로 관찰자를 사용한다. 그러므로 (0,0,1,0)을 더해 사용한다. Fi의 값은 뒤의 내적값이 0보다 크면 1, 아니면 0을 가진다. 내적 값이 0 보다 크다는 L것은 n과 VP 의 각이 90도보다 작다는 것이고, 이는 광원이 물체 표면의 앞에서 빛을 비추고 있다는 뜻이다. 정반사 역시 뒤에서 비추는 빛은 무시한다.

Atti는 빛의 감쇠효과를 위한 값이다.

다음과 같이 표현하며 P의 w값이 0이

라는 것은 평행 광원이라는 것이고 거

리가 무한이다. 빛의 감쇠효과가 없

으므로 1값을 사용한다.

$$att_i = \begin{cases} \frac{1}{k_{0i} + k_{1i}||\vec{VP}_{pli}|| + k_{2i}||\vec{VP}_{pli}||^2}, & \vec{P}_{pli}'s \ w \neq 0, \\ 1.0, & otherwise \end{cases}$$

$$spot_i = \begin{cases} (\vec{P}_{pli}\vec{V} \odot \vec{s}_{dli})^{c_{rli}}, & c_{rli} \neq 180.0 \ \& \ \vec{P}_{pli}\vec{V} \odot \vec{s}_{dli} \geq \cos c_{rli}, \\ 0.0, & c_{rli} \neq 180.0 \ \& \ \vec{P}_{pli}\vec{V} \odot \vec{s}_{dli} < \cos c_{rli}, \\ 1.0, & c_{rli} = 180.0 \end{cases}$$

Spoti의 경우 점 광원을 나타낸다.

만약 점 광원을 사용하지 않으면 1값을 가지며 사용할 경우 절단각도 범위 내에 있으면 광원 벡터와 조명의 중심축방향의 단위벡터를 내적한 값을 사용하고 밖이면 0값, 즉 검은색을 사용한다. 여기에 전역 엠비언트 반사 acm과 acs를 곱한 값에 물질의 방사 색깔 ecm을 더해 본 공식을 얻을 수 있다.