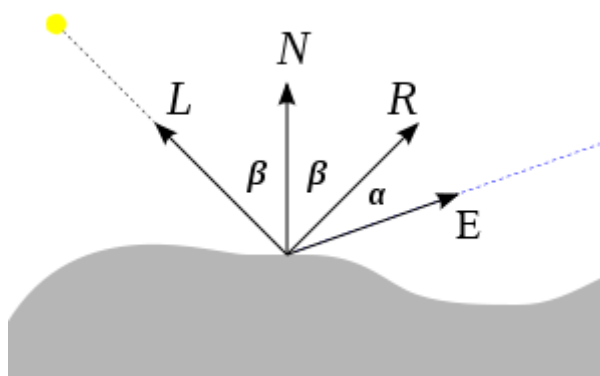


Oświetlenia Phong - model oświetlenia stosowany w grafice komputerowej, służący do modelowania odbić zwierciadlanych od nieidealnych obiektów.

Model ten przyjmuje, że powierzchnia obiektu jest pokryta bardzo cienką przezroczystą warstwą, na której zachodzi odbicie zwierciadlane, tzn. światło nie zmienia swojej barwy, natomiast na powierzchni znajdującej się pod tą warstwą następuje odbicie rozproszone, które zabarwia światło na kolor przypisany do obiektu. W świecie rzeczywistym takimi właściwościami cechują się np. błyszczące plastiki czy powierzchnie pomalowane bezbarwnym lakierem.



Rys. 1. N - wektor normalny, L - promień światła, R - promień odbity, E - kierunek do obserwator.

W obliczeniach stosowany jest wektor odbicia zwierciadlanego R taki, że kąt pomiędzy wektorami N i L jest taki sam jak między R i N (kąt β). Kąt pomiędzy wektorami E i R to kąt α . Wektor R jest obliczany jako

$$\vec{R} = 2\vec{N} (\vec{L} \cdot \vec{N}) - \vec{L}$$

przy założeniu, że wektory L i N są normalizowane. Wektor R powstaje w ten sposób, że wektor $-\vec{L}$ odbijamy względem płaszczyzny, której normalną jest wektor N, a zatem wektor R będzie leżał na płaszczyźnie zdefiniowanej przez N i wektor L. Stąd właśnie możemy zauważyć, że kąt pomiędzy R i N jest równy kątowi pomiędzy N i L. Możemy alternatywnie odbić wektor L względem wektora N. Równanie oświetlenia to

$$I_{Phong} = I_{ga} + att \left(I_{la} + L_d M_d (\vec{N} \cdot \vec{L}) + L_s M_s (\vec{R} \cdot \vec{E})^{M_{sh}} \right)$$

gdzie:

I_{ga} – globalne światło otoczenia obliczane ze wzoru

$$I_{ga} = G_a M_a$$

w którym G_a to intensywność globalnego światła otoczenia, M_a to współczynnik odbicia światła otoczenia przez materiał (parametr materiału *ambient*);

att – współczynnik tłumienia, wynikający z tłumienia atmosferycznego światła, które ogranicza zasięg światła punktowego

$$att = \frac{1}{k_c + k_l |\vec{L}\vec{V}| + k_q |\vec{L}\vec{V}|^2}$$

gdzie k_c , k_l i k_q to współczynniki tłumienia atmosferycznego – stały, liniowy i kwadratowy (ang. *constantAttenuation*, *linearAttenuation*, *quadraticAttenuation*). $|\vec{L}\vec{V}|$ to długość wektora od źródła światła L do oświetlanego wierzchołka V;

I_{la} – intensywność światła otoczenia, która wpływa lokalnie na światło otoczenia

$$I_{la} = L_a M_a$$

gdzie L_a to intensywność światła otoczenia (parametr źródła światła *ambient*);

L_d – intensywność światła rozproszonego (parametr źródła światła *diffuse*);

L_s – intensywność światła zwierciadlanego (parametr źródła światła *specular*);

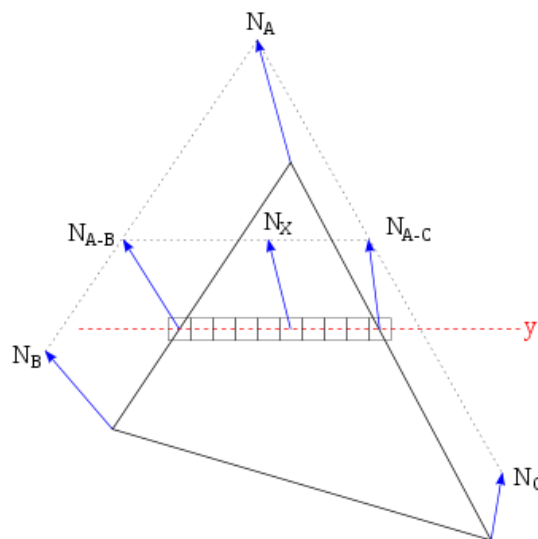
M_d – współczynnik odbicia światła rozproszonego (parametr materiału *diffuse*);

M_s – współczynnik odbicia światła zwierciadlanego (parametr materiału *specular*);

M_{sh} – wykładnik współczynnika funkcji rozbłysku (parametr materiału *shininess*).

Źródła: https://pl.wikipedia.org/wiki/Cieniowanie_Phonga,
<http://home.agh.edu.pl/~morchel/files/grafika/zajecia2.pdf>

Cieniowanie Phong (*cieniowanie z interpolacją wektora normalnego*) to technika cieniowania wielokątów, w której interpolowany jest wektor normalny do powierzchni. Dla każdego przetwarzanego piksela jest wyznaczany wektor normalny, a następnie stosuje się wybrany model oświetlenia (np. oświetlenie Phong, Lamberta, Blinna lub inne) w celu określenia koloru piksela. Do wektorów normalnych wierzchołków stosuje się cieniowanie Gourauda.



Rys. 2. Przykład cieniowania trójkąta - cieniowanie Phong.

Na rysunku został pokazany przykład cieniowania trójkąta, dla którego dane są normalne \vec{N}_A , \vec{N}_B i \vec{N}_C . Przed rasteryzacją pikseli w wierszu y (y jest podany we współrzędnych ekranu) obliczane są normalne \vec{N}_{A-B} i \vec{N}_{A-C} . Następnie, dla każdego piksela w wierszu wyznaczana jest normalna \vec{N}_x .

Źródła: https://pl.wikipedia.org/wiki/Cieniowanie_Phonga