

Model oświetlenia

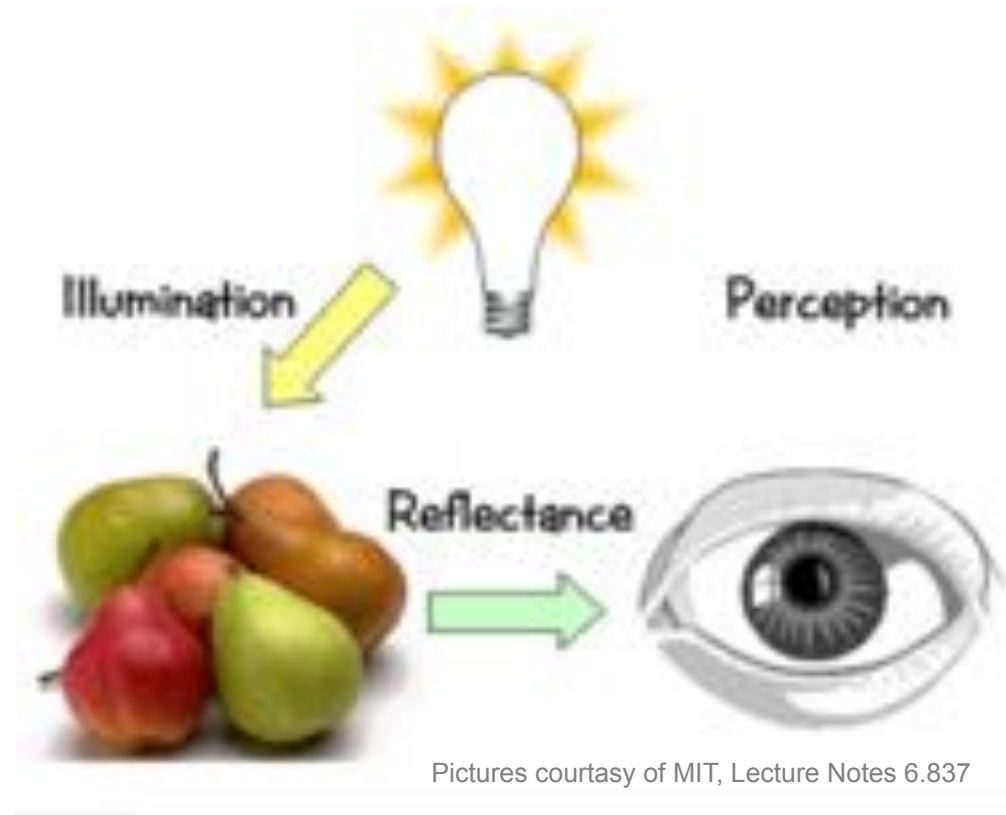
Radosław Mantiuk

Wydział Informatyki

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Obliczenie koloru powierzchni (ang. Lighting)

- Światło biegnie od źródła światła, odbija się od powierzchni obiektów i trafia do oka.
- Kolor powierzchni zależy od ilości światła **odbitego**, **pochłoniętego** oraz **wyemitowanego** przez powierzchnię.
- Powierzchnia może w różny sposób oddziaływać z różnymi długościami fal świetlnych.



Powierzchnia będzie miała kolor czerwony, jeżeli pochłania wszystkie długości fal z wyjątkiem długości odpowiadających barwie czerwonej.

Model oświetlenia

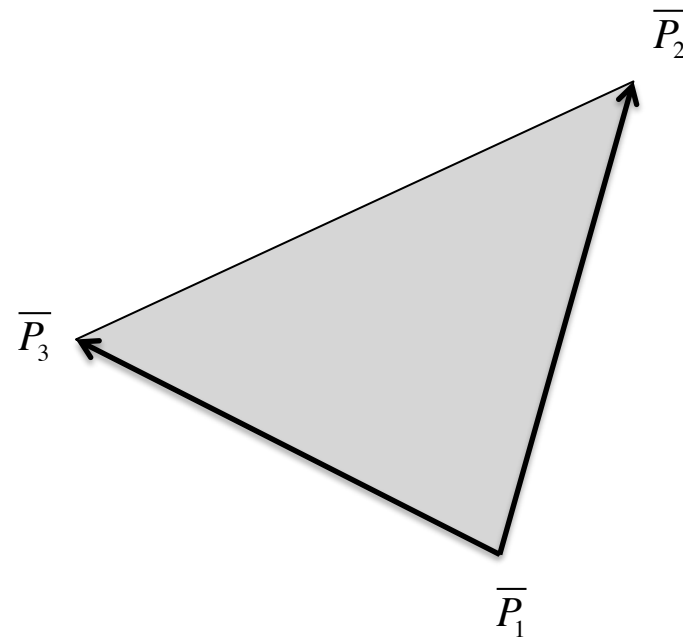
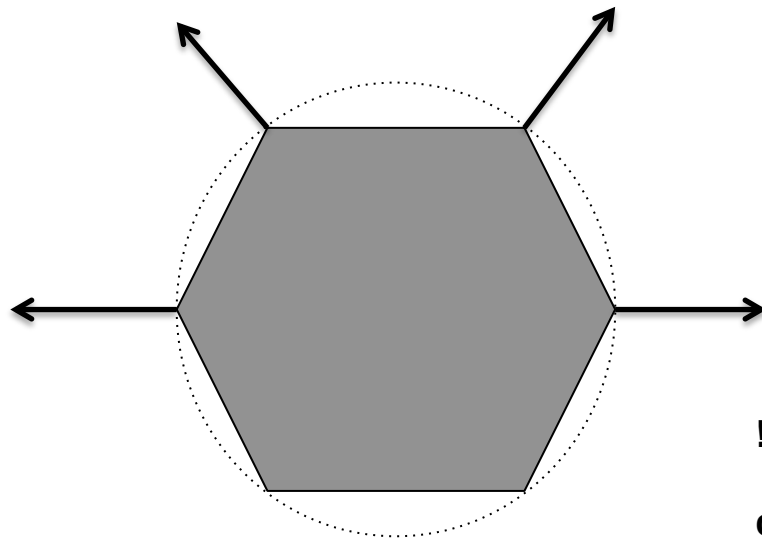
Model oświetlenia (ang. illumination model) - sposób obliczania rozchodzenia się światła w danym otoczeniu prowadzący do wyznaczenia kolorów powierzchni.

Shading - obliczanie kolorów obiektów

- **parametry powierzchni** - składowe ambient, diffuse i specular materiału,
- **źródło światła** - obiekt emitujący światło (ang. illumination),
- **lighting** – oświetlenie sceny,
- **wektory normalne** - parametryzują kształt powierzchni, zmieniając kierunek wektorów normalnych można zmienić sposób interakcji powierzchni i światła,
- **współrzędne tekstur** - wektory określające sposób mapowania tekstury na powierzchnię obiektu.

Wektory normalne

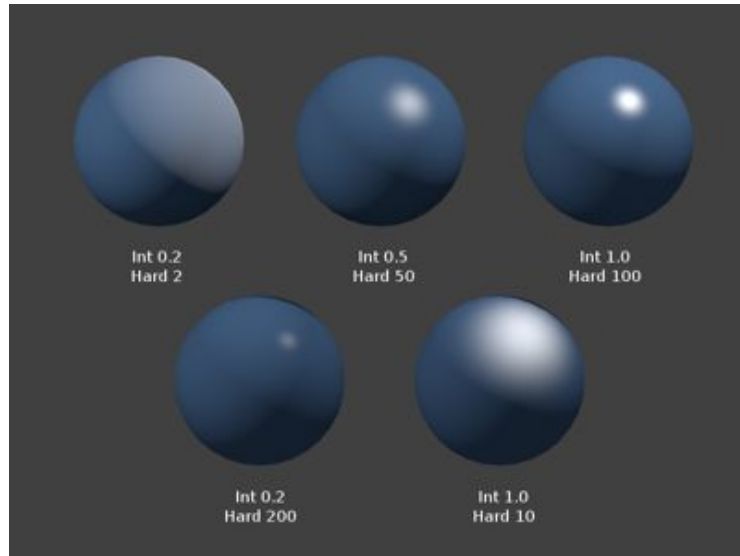
- Reprezentacja kształtu powierzchni obiektu,
- definiują kąt pomiędzy źródłami światła a powierzchnią oraz pomiędzy kamerą a powierzchnią.



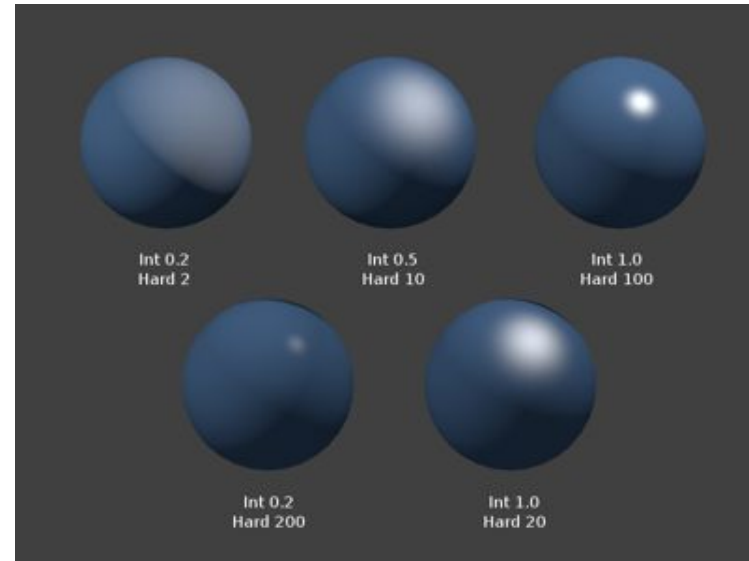
$$\bar{N} = (\bar{P}_2 - \bar{P}_1) \times (\bar{P}_3 - \bar{P}_1)$$

!!! ważna kolejność wierzchołków w trójkącie

długość wektora normalnego powinna wynosić jeden

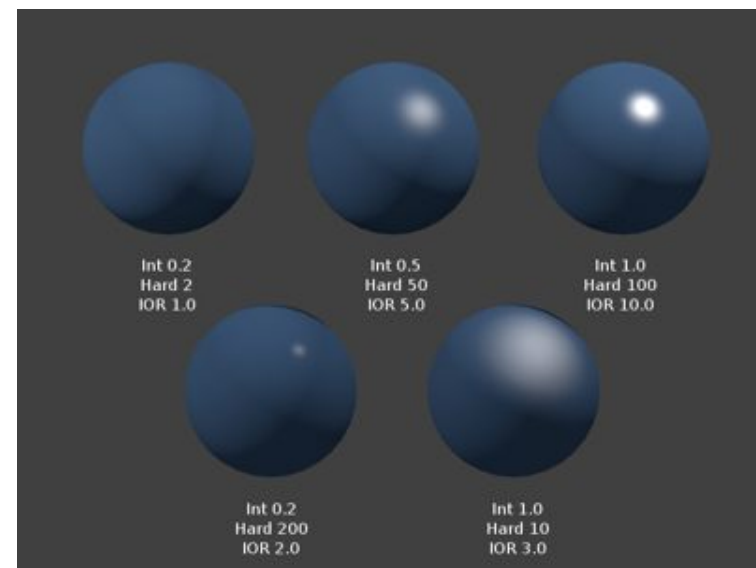


Cook-Torrance



Phong

- Bui Tuong Phong, Illumination for computer-generated images, Doctoral Dissertation, 1973.
- Blinn, James F. , Models of Light Reflection for Computer Synthesized Pictures. Computer Graphics, SIGGRAPH 77 Proceedings, 11(2), July 1977, p. 192-198.
- Robert L. Cook, Kenneth E. Torrance, A reflectance model for computer graphics, 1982.
- Christophe Schlick, A Customizable Reflectance Model for Everyday Rendering, Fourth Eurographics Workshop on Rendering, 1993.



Blinn

Model Phong'a: Składowe koloru



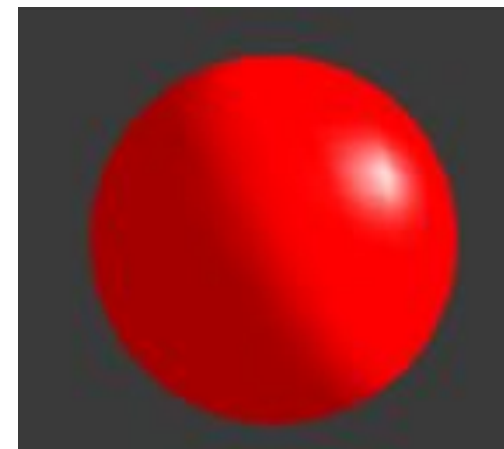
ambient



ambient +
specular



ambient + diffuse



ambient +
diffuse +
specular

Równanie oświetlenia (model Phong'a)

Obliczenie koloru w wierzchołkach wielokątów na podstawie parametrów powierzchni oraz parametrów źródeł światła.

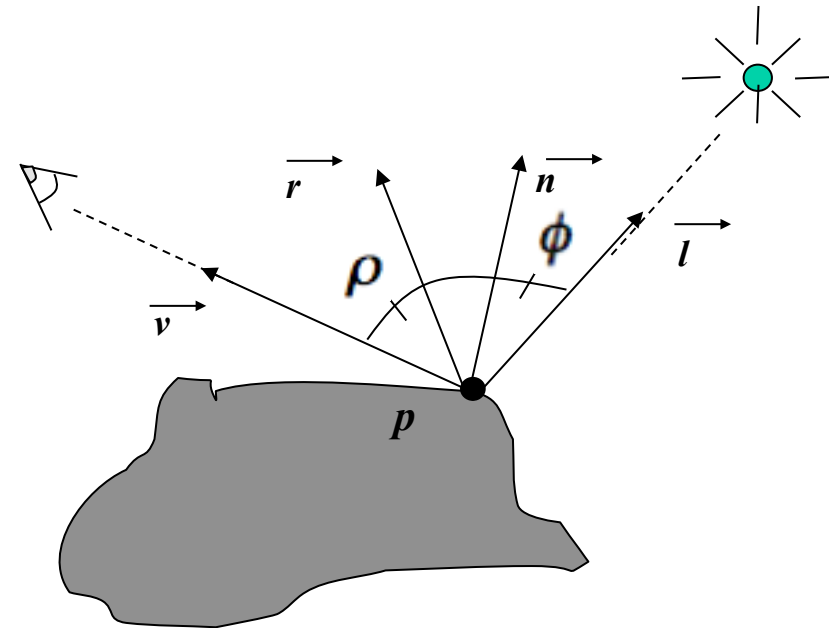
$$i_{tot} = i_{amb} + \sum_{k=1}^N (i_{diff}^k + i_{spec}^k)$$

model oświetlenia Phong'a

$$i_{amb} = m_{amb} \cdot S_{amb}$$

$$i_{diff} = m_{diff} \cdot S_{diff} \cdot (\bar{l} \cdot \bar{n})$$

$$i_{spec} = m_{spec} \cdot S_{spec} \cdot (\bar{v} \cdot \bar{r})^{m_{shi}}$$



$$\vec{r} = 2(\vec{n} \cdot \vec{l})\vec{n} - \vec{l}$$

Światło otoczenia - składowa ambient

Aproksymacja oświetlenia światłem odbitym od innych obiektów znajdujących się na scenie.

Aproksymacja oświetlenia globalnego, zachowanie widoczności obiektów znajdujących się w cieniu.

$$i_{amb} = m_{amb} \cdot S_{amb}$$



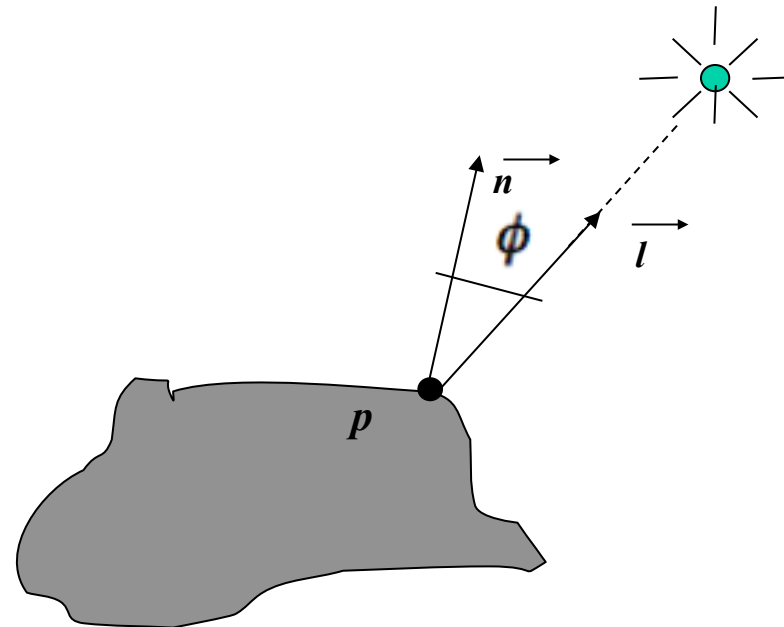
Światło rozproszone - składowa diffuse

Oświetlenie zależne od własności materiałów oraz własności źródeł światła.

Prawo Lamberta - ilość światła docierająca do powierzchni jest proporcjonalna do kosinusa kąta między normalną do powierzchni i kierunkiem do źródła światła (istotne są kąty do 90 stopni).

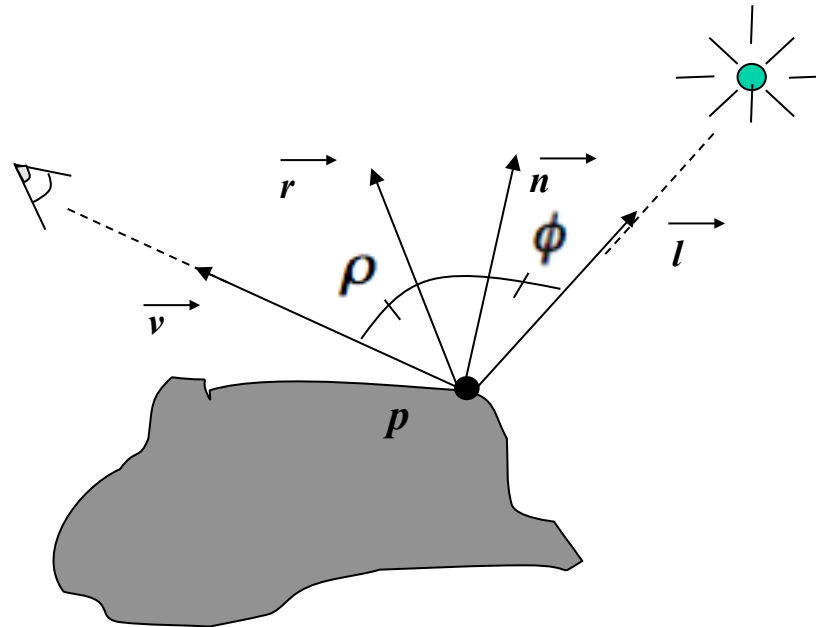


$$i_{diff} = m_{diff} \cdot s_{diff} \cdot (\vec{l} \cdot \vec{n})$$



Rozbłyśki (ang. specular highlights)

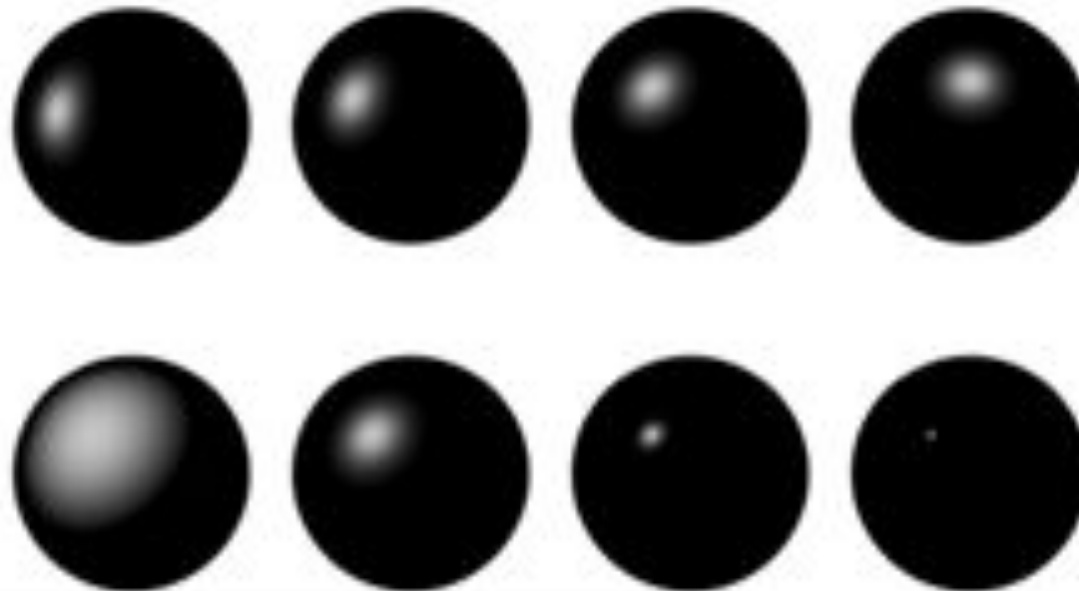
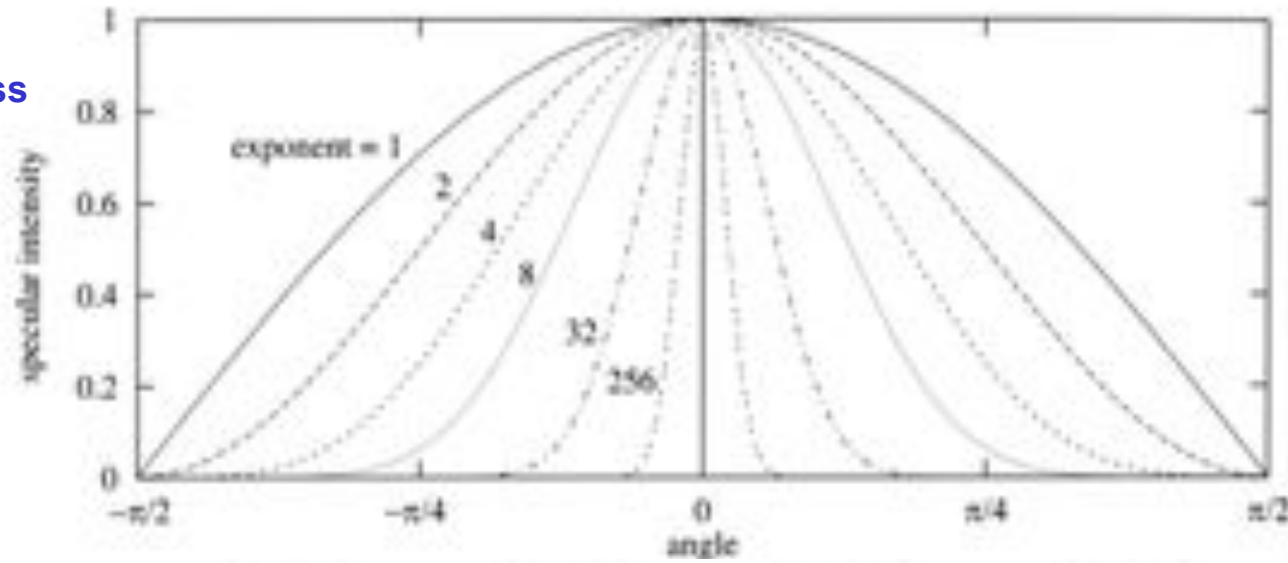
$$i_{spec} = m_{spec} \cdot S_{spec} \cdot (\bar{v} \cdot \bar{r})^{m_{shi}}$$



Składowa specular zależy od **położenia obserwatora**, parametrów powierzchni i źródeł światła.

Rozbłyśki - składowa specular

shininess



Równanie oświetlenia (model Blinna)

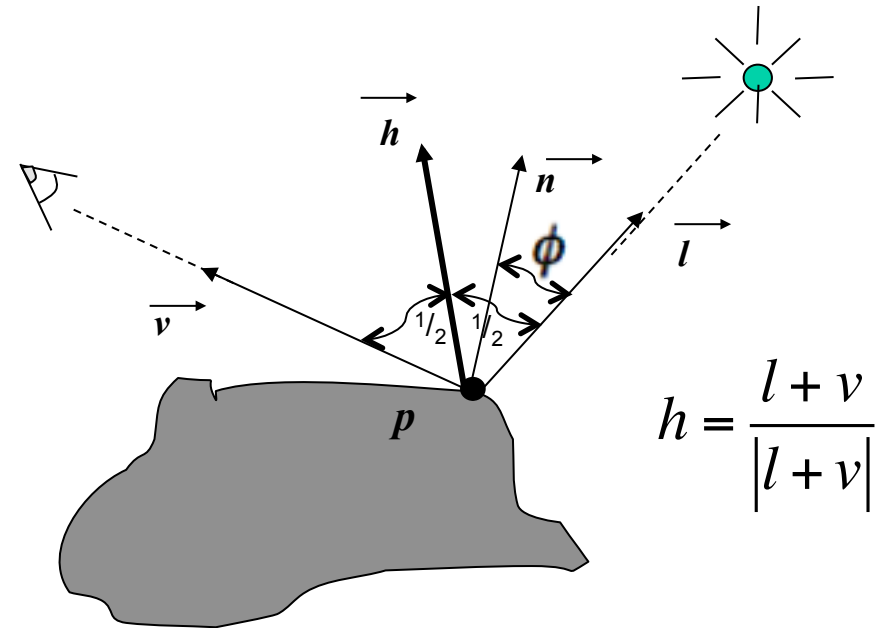
Obliczenie koloru w wierzchołkach wielokątów na podstawie parametrów powierzchni oraz parametrów źródeł światła.

$$i_{tot} = i_{amb} + \sum_{k=1}^N (i_{diff}^k + i_{spec}^k)$$

$$i_{amb} = m_{amb} \cdot S_{amb}$$

$$i_{diff} = m_{diff} \cdot S_{diff} \cdot (\bar{l} \cdot \bar{n})$$

$$i_{spec} = m_{spec} \cdot S_{spec} \cdot (\bar{n} \cdot \bar{h})^{m_{shi}}$$



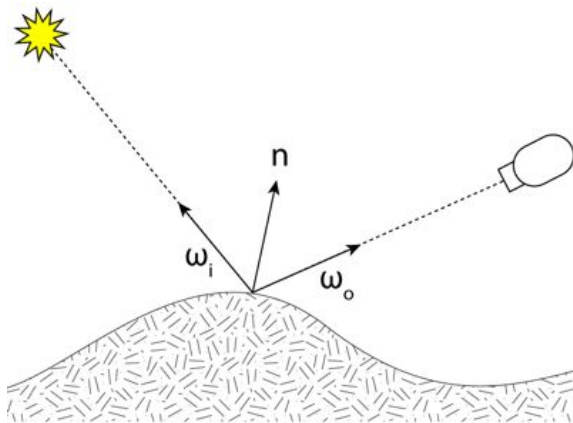


Modele oświetlenia bazujące na prawach fizyki

Model Phong'a jest aproksymacją rzeczywistego modelu oświetlenia.

Bidirectional Reflectance Distribution Function (BRDF) - funkcja opisująca interakcję światła z daną powierzchnią.

Powierzchnie anizotropowe - różny sposób odbicia światła dla różnych kierunków padania.



$$f_r(\omega_i, \omega_o) = \frac{dL_r(\omega_o)}{dL_i(\omega_i) \cos \theta_i d\omega_i}$$

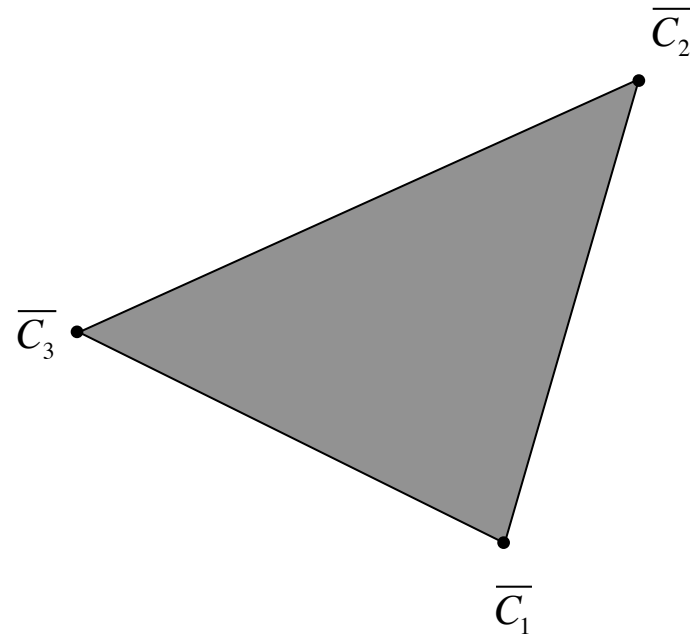


Pictures courtesy of MIT, Lecture Notes 6.837

Interpolacja płaska

Średnia kolorów wierzchołków

$$\bar{C} = \frac{\bar{C}_1 + \bar{C}_2 + \bar{C}_3}{3}$$



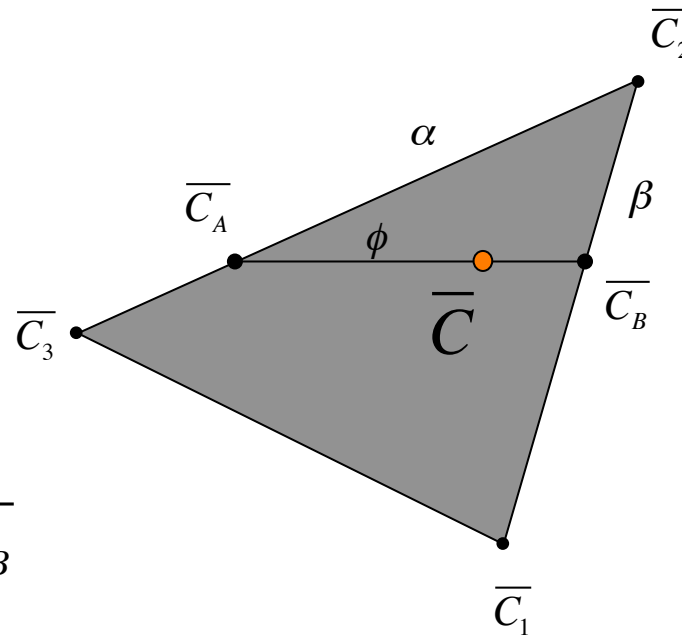
Interpolacja Gouraud'a

Interpolacja koloru na podstawie kolorów wierzchołków

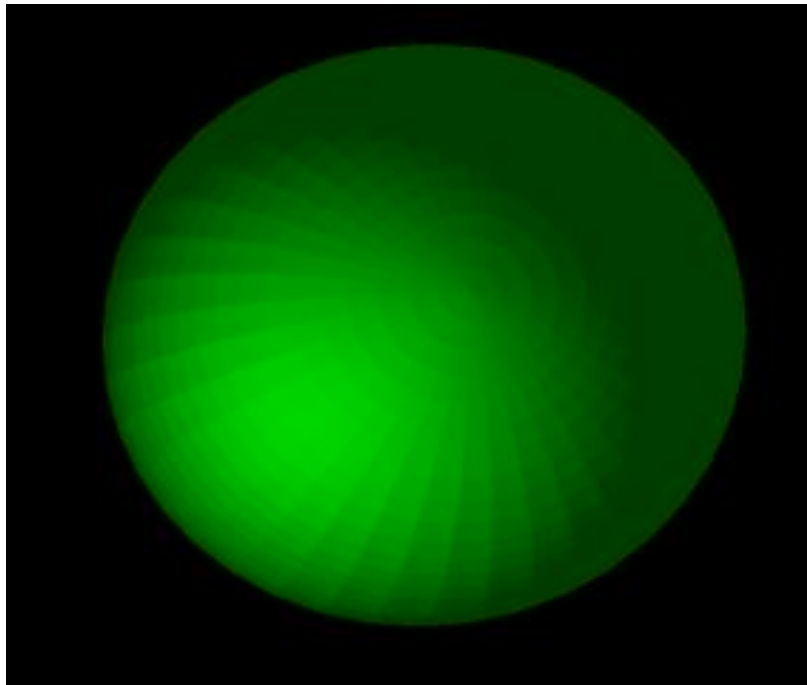
$$\bar{C}_A = \alpha \cdot \bar{C}_3 + (1 - \alpha) \cdot \bar{C}_2$$

$$\bar{C}_B = \beta \cdot \bar{C}_1 + (1 - \beta) \cdot \bar{C}_2$$

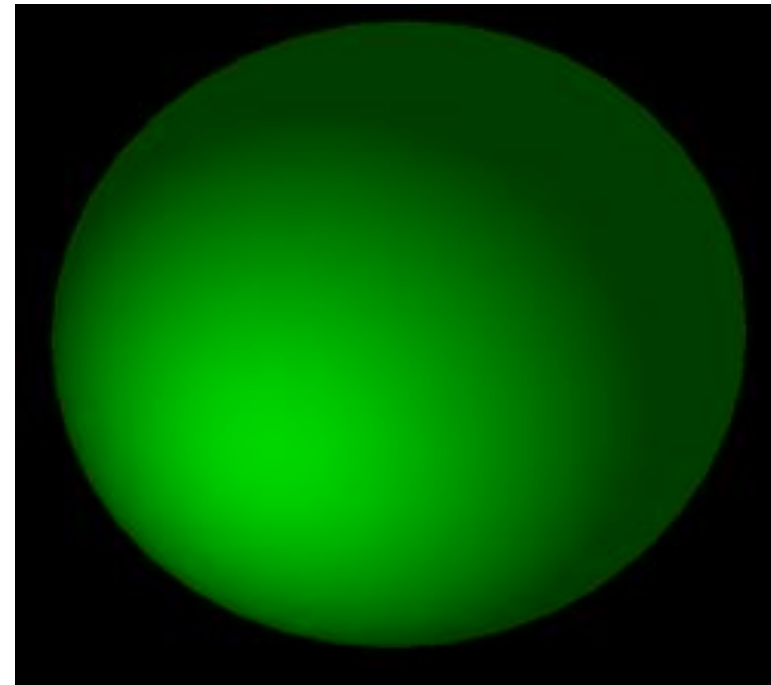
$$\bar{C} = \phi \cdot \bar{C}_A + (1 - \phi) \cdot \bar{C}_B$$



Interpolacja koloru

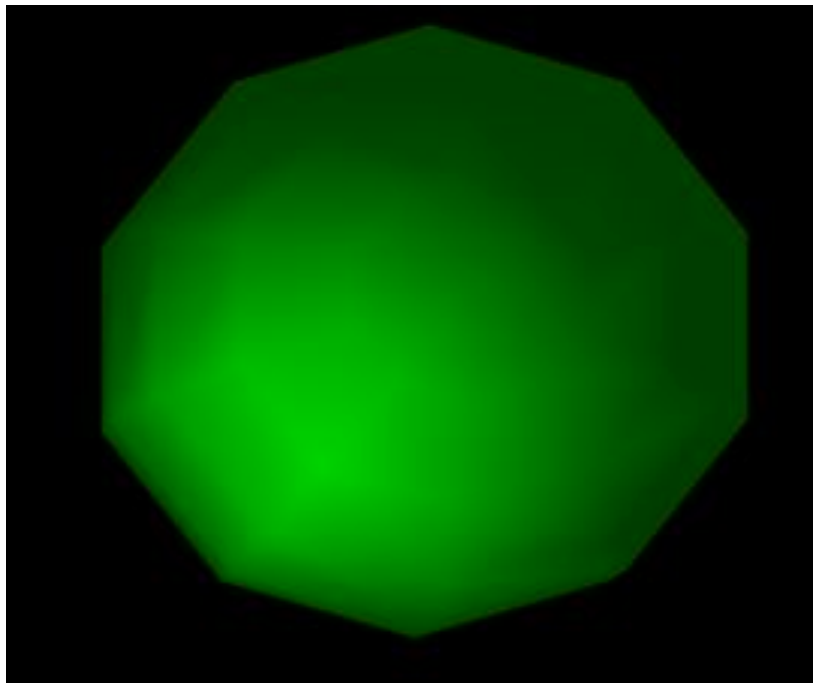


**cieniowanie płaskie (ang. flat shading)
obliczenia dla trójkąta**

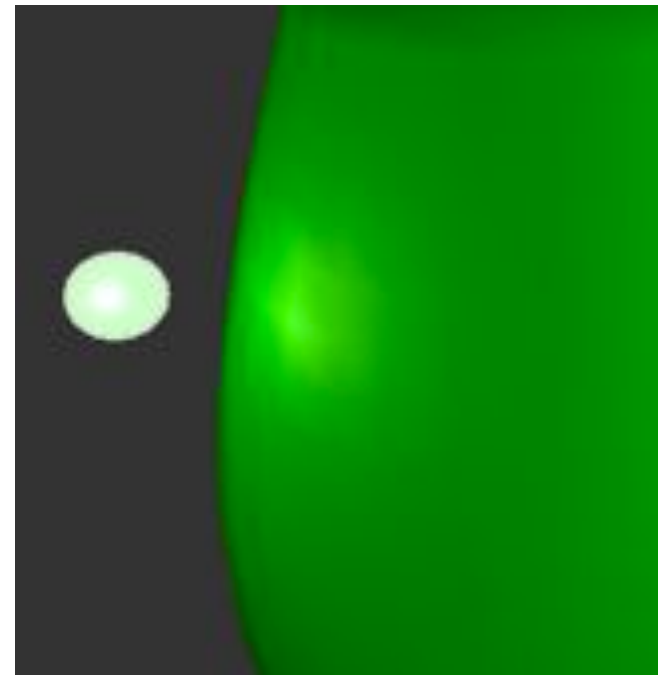


**cieniowanie Gouraud'a
obliczenia dla wierzchołka trójkąta**

Interpolacja koloru



cieniowanie Gouraud'a, zbyt mała liczba trójkątów



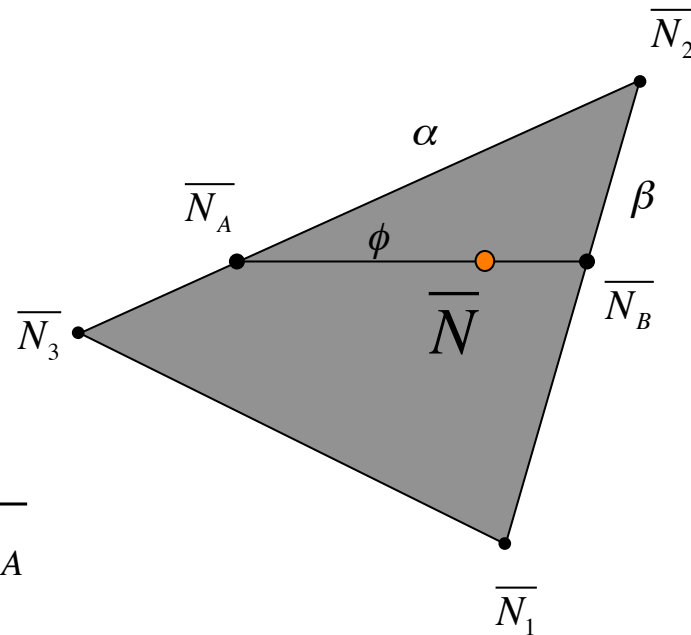


Interpolacja wektorów normalnych (Phong)

Interpolacja liniowa wektorów normalnych. Kolor piksela obliczany na podstawie wektora normalnego obliczonego dla danego piksela.

$$\overline{N}_A = \alpha \cdot \overline{N}_3 + (1 - \alpha) \cdot \overline{N}_2$$

$$\overline{N}_B = \beta \cdot \overline{N}_1 + (1 - \beta) \cdot \overline{N}_2$$



$$\overline{N} = \phi \cdot \overline{N}_B + (1 - \phi) \cdot \overline{N}_A$$

Interpolacja dla pojedynczego piksela

obliczenia dla każdego piksela obrazu

