

Phongov model osvjetljavanja

Domagoj Ličanin

Luka Lovrenčić

Uvod

Phongov model osvjetljavanja je razvio Bui Tuong Phong na Sveučilištu u Utah.

Phongov model osvjetljavanja jedan je od najčešće korištenih modela osvjetljavanja u računalnoj grafici.

On je lokalni model osvjetljavanja, što znači da se u obzir uzimaju samo direktne refleksije. Svjetlo koje se odbija od više nego jedne površine prije nego dođe do oka se zanemaruje.

Phongove metode smatrane su radikalne u vremenu kada su razvijene, ali su se s vremenom postale temelj mnogih aplikacija za renderiranje.

Zanimljivosti

Iako takav pristup nije potpuno realističan, njime se učinkovito izračunava osvjetljavanje.

Kako bi se indirektno svjetlo obrađivalo na pravilan način potrebna je neka od metoda globalnog osvjetljavanja, kao što je radiozitet, no takve metode zahtijevaju puno više procesorske snage.

Postoji nekoliko modela za osvjetljavanje, od kojih su neki prikazani na slijedećoj slici:



Phong



Anisotropic



Fresnel



Blinn

Princip rada

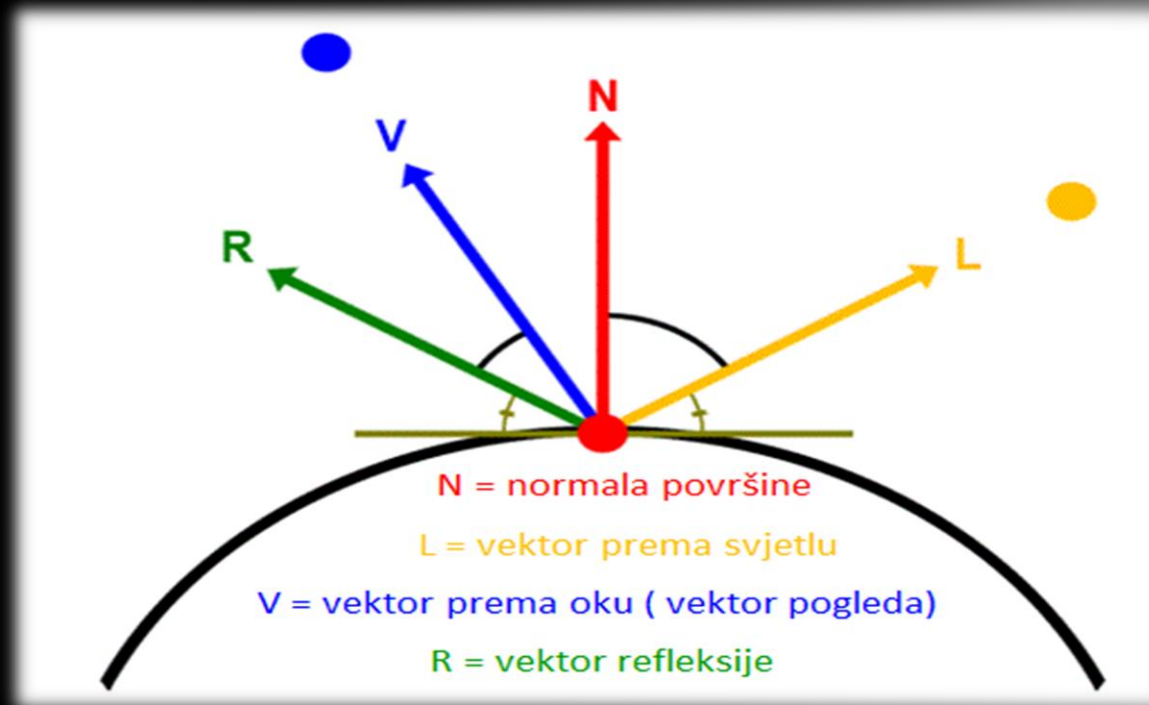
Princip rada Phongovog modela zasniva se na opažanju da vrlo sjajne površine imaju vrlo usku zrcalnu refleksiju, čiji intenzitet naglo opada. Površine manje sjajnosti imaju širu refleksiju, koja opada sporije.

Krajnosti su potpuna sažetost refleksije u jednoj točki ili rasprostiranje refleksije preko čitave površine. Zrcalna refleksija također ovisi o kutu gledanja. [dostupno 15.1.2014. na: <http://www.zemris.fer.hr/predmeti/irg/Zavrsni/o8Sajko/lmo.html>]

Phongov model osvjetljavanja - inputi

Slijedeća slika prikazuje inpute koji su bitni za jednadžbu Phongovog osvjetljavanja:

Plava točka označava poziciju kamere, žuta točka označava izvor svjetlosti, a vektor N označava normalu površine.



Phongov model osvjetljavanja - inputi

Kao dodatak navedenim vektorima, Phongov model osvjetljavanja specificira nekoliko boja kao inpute, a to su:

- K_a , L_a : okolna boja izvora svjetlosti i materijala površine
- K_d , L_d : difuzna boja izvora svjetlosti i materijala površine
- K_s , L_s : zrcalna boja izvora svjetlosti i materijala površine

Kao što to ovaj popis sugerira, rasvjeta je razbijena u 3 različite komponente:

- 1. Okolno svjetlo (Ambient light)**
- 2. Difuzno svjetlo (Diffuse light)**
- 3. Zrcalno svjetlo (Specular light)**

Komponente

1. Okolno svjetlo (Ambient light)

Okolno svjetlo je konstantna količina svjetlosti koja se dodaje sceni bez obzira na sve. Njezin cilj je da lažira doprinos neizravnih refleksija. Termin ambient se koristi kako bi spriječio sjene da ne pocrne skroz, što bi bilo jako nerealno.

2. Difuzno svjetlo (Diffuse light)

Difuzno svjetlo je svjetlo koje udara u površinu te se raspršuje jednako u svim smjerovima. Intenzitet ovisi o kutu pod kojim svjetlost udara na površinu, tj. kut između vektora svjetla i normale površine. Što je veći kut, to će manje svjetla biti na površini.

3. Zrcalno svjetlo (Specular light)

Zrcalno svjetlo je svjetlo koje se reflektira u određenom smjeru. Zbog toga, zrcalno svjetlo ovisi o gledištu. Njezin intenzitet ovisi o kutu između vektora svjetla i vektora gledišta. Zrcalno svjetlo je odgovorno za stvaranja naglašavanja zbog kojih objekt može izgledati kao da se sjaji.

Komponente

Pošto je svjetlo dodatak, konačni intenzitet svjetla koje se reflektira s određene površine je jednostavno zbroj okolne, difuzne i zrcalne komponente. Slijedeća formula vrijedi kada je u pitanju jedan izvor svjetlosti:

$$I = K_d L_d (l \cdot n) + K_s L_s (r \cdot v)^\alpha + K_a L_a$$

Phong Lighting Equation

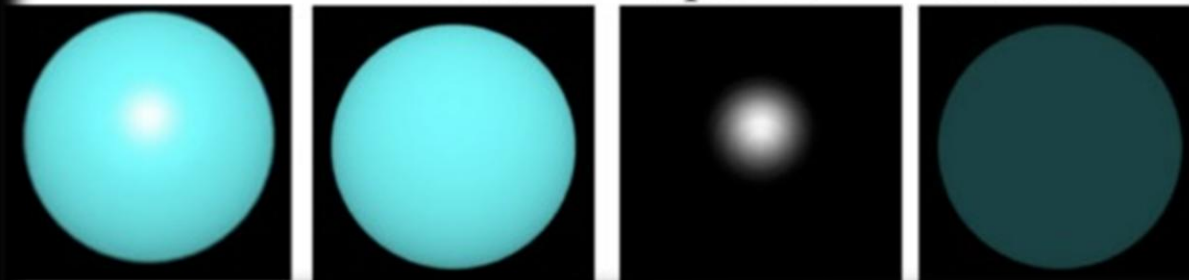
$I =$

$$K_d L_d (l \cdot n) + K_s L_s (r \cdot v)^\alpha + K_a L_a$$

diffuse

specular

ambient



[Dostupno 15.1.2014. na: <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~slongay/pmwiki-2.2.1/pmwiki.php?n=CPSC453W11.Lab12>]

Difuzna

Difuzna svjetlost se temelji na kutu između vektora i normale površine. Normala površine je dana, te ne zahtjeva neka dodatna objašnjenja. Vektor svjetlosti l je normalizirani vektor od osjenčane točke do izvora svjetlosti, tj. on označava smjer prema svjetlosti. S obzirom na ta dva vektora formula je:

$$I = K_d L_d (l \cdot n) + K_s L_s (r \cdot v)^\alpha + K_a L_a$$

Skalarni produkt od l i n vraća kosinus kuta između ta dva vektora. Kada su dva vektora jednaka, skalarni produkt je 1. Ako su vektori okomiti, vrijednost je 0. Ako su ta dva vektora suprotnog smjera, vrijednost postaje negativna. Kada se to dogodi vrijednost mora biti postavljena na nulu kako bi se spriječio odlazak u "negativnu svjetlost".

Postavljeni skalarni produkt se također množi (ili modulira) sa difuznim bojama svjetlosti i površinskim materijalom.

L_d označava difuznu komponentu svjetla, a K_d difuznu komponentu materijala.

Zrcalna

Pojam zrcalnog osvjetljavanja je najteži od ova tri pojma. Ovisan je o kutu između reflektirajućeg vektora svjetlosti r i vektora pogleda v . Vektor pogleda v je normalizirani vektor od osjenčane točke do pozicije kamere. Vektor refleksije se izračunava na slijedeći način:

$$I = K_d L_d (l \cdot n) + K_s L_s (r \cdot v)^\alpha + K_a L_a$$

Vektor refleksije predstavlja smjer u koji bi dolazeća svjetlost bila reflektirana kada bi površina bila savršeno zrcalo.

Skalarni produkt je potreban jer želimo koristiti refleksije u smjeru kamere prema dijelovima koji su udaljeni od kamere. Što je veći kut između r i v to će zrcaljenje biti slabije. Važno je primijetiti kako se skalarni produkt stavlja na α -tu potenciju, gdje se α zove zrcalna eksponenta površine te predstavlja njezin sjaj. Više vrijednosti α rezultiraju sa manjim, oštrijim naglašavanjem, dok niže vrijednosti rezultiraju većim i mekšim naglašavanjem.

L_s označava zrcalnu komponentu svjetlosti, a K_s zrcalnu komponentu materijala.

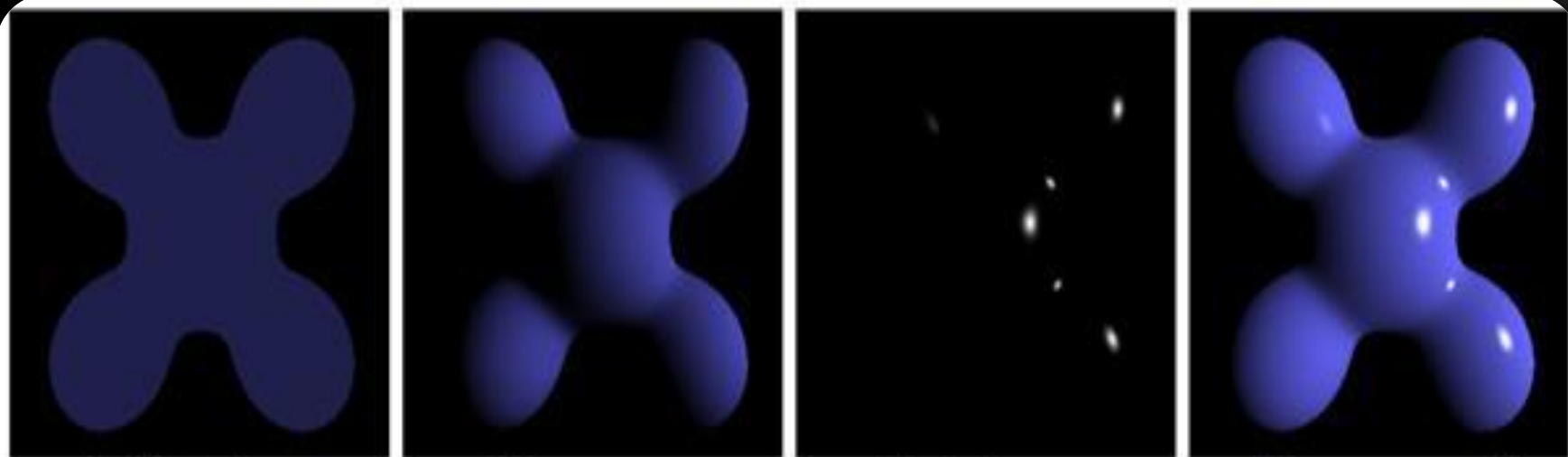
Okolna

Okolina, kao što je napomenuto već prije, je konstantna i zbog toga jednostavna:

$$I = K_d L_d (l \cdot n) + K_s L_s (r \cdot v)^\alpha + K_a L_a$$

Pojam okoline je kombinacija okolne komponente izvora svjetlosti i okolne komponente materijala površine. Množenjem boje svjetla i boje materijala, ukazuje se na činjenicu neki materijal reflektira samo određene frekvencije svjetlosti. Npr. zelena površina ne reflektira crveno svjetlo. Pojam difuznog i okolnog također kombinira boje svjetla i materijala na isti način.

Primjeri Phongovog osvjetljavanja



Ambijentalna
komponenta

+

Difuzna
komponenta

+

Spekularna
komponenta

=

Phongov model
osvjetljenja

komponenta
Ambijentalna

+

komponenta
Difuzna

+

komponenta
Spekularna

=

osvjetljenja
Phongov model

Dostupno 14.1.2014. na:

[<http://www.zemris.fer.hr/predmeti/irg/Zavrsni/o8Sajko/lmo.html>]