

Nama : Aulya Salsabila Khairunnisa

NIM : 24060122140163

Kelas : A

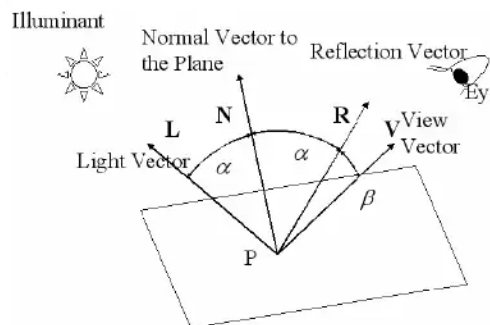
Lighting & Shading

A. Definisi

Illumination adalah proses perpindahan energi dari sumber cahaya ke suatu benda atau point secara langsung maupun tidak langsung. Lighting adalah proses komputasi intensitas cahaya (keluarnya cahaya) pada suatu titik pada bagian objek 3D. Biasanya pada bagian permukaan. Optical view adalah sebuah konsep mengenai pencahayaan yang jatuh pada sebuah benda. Pada optical view terdapat beberapa vector, yaitu:

- ⇒ Vektor yang menyatakan arah cahaya (lightVector)
- ⇒ Vektor yang menyatakan arah pandangan (viewVector)
- ⇒ Vektor normal (vecNormal)
- ⇒ Vektor pantulan cahaya yang jatuh atau refleksi (rVector)

Secara umum optical view dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Optical View

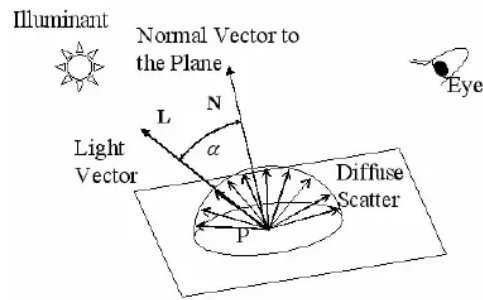
Di dalam optical view, ada satu syarat yang harus dipenuhi bahwa semua vektor harus vektor satuan. $|L| = |N| = |R| = |V| = 1$. Ada beberapa macam metode optical view yang dapat dijadikan dasar sebagai pencahayaan yang jatuh pada benda, yaitu:

- ⇒ Diffuse Scattering
- ⇒ Specular Reflection
- ⇒ Ambient
- ⇒ Lambert's Law
- ⇒ Phong Model

Dari semua model pencahayaan tersebut, Phong model merupakan model pencahayaan yang paling lengkap. Jadi, dalam buku grafika ini fungsi pencahayaan yang digunakan adalah Phong model.

1. Diffuse Scattering

Model pencahayaan menggunakan diffuse scattering dapat juga digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Diffuse Scattering

Dari gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa besarnya cahaya yang jatuh pada benda dapat dirumuskan dengan:

$$I_d = I_s k_d \text{MAX}(\cos \alpha, 0)$$

$$\cos \alpha = \mathbf{L} \cdot \mathbf{N}$$

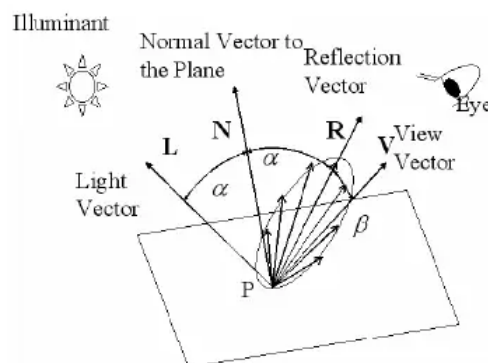
I_d : Intensity of the diffuse component

I_s : Intensity of the Light Source

k_d : Diffuse reflection coefficient

2. Specular Reflection

Model pencahayaan menggunakan specular reflection ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Specular Reflection

Dari gambar 3 di atas, dapat dilihat bahwa besarnya cahaya yang jatuh pada benda dapat dirumuskan dengan:

$$I_{sp} = I_s k_{sp} \text{MAX}(\cos^n \beta, 0)$$

$$\cos \beta = \mathbf{R} \cdot \mathbf{V}$$

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

I_{sp} : Intensitas dari Specular Reflection

I_s : Intensitas dari sumber cahaya

k_{sp} : Koefisien Specular reflection

n : konstanta bulat dari experiment (1 s/d - 200)

3. Ambient

Model pencahayaan menggunakan ambient adalah model pencahayaan yang merata pada semua permukaan benda dan dirumuskan dengan:

$$I_a = I_s k_a$$

I_a : Intensitas dari Ambient Reflection

I_s : Intensitas dari sumber cahaya

k_{sp} : Koefisien ambient reflection

4. Lambert's Law

Model pencahayaan menggunakan lambert's law adalah gabungan diffuse scattering dan ambient, dapat dituliskan dengan:

$$C_L = C_s \{k_d \text{MAX}(\cos \alpha, 0) + k_a\}$$

$$\cos \alpha = \mathbf{L} \cdot \mathbf{N}$$

C_L : Reflection Color

C_s : Surface Color

5. Phong Model

Model pencahayaan phong model ini adalah model pencahayaan yang lengkap karena merupakan gabungan dari diffuse scattering, specular reflection, dan ambient. Rumus dari phong model dituliskan dengan:

$$C_L = C_s \{k_d \text{MAX}(\cos \alpha, 0) + k_a\} + C_{white} k_{sp} \text{MAX}(\cos^n \beta, 0)$$

$$\cos \alpha = \mathbf{L} \cdot \mathbf{N}$$

$$\cos \beta = \mathbf{R} \cdot \mathbf{V}$$

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

C_L : Reflection Color

C_s : Surface Color

C_{white} : Specular Color (white)

B. Shading

Shading merupakan cara menampilkan objek 3 dimensi dengan mewarnai permukaan objek tersebut dengan memperhitungkan efek-efek cahaya. Efek-efek cahaya yang dimaksud adalah ambient, diffuse, dan specular. Metode shading yang digunakan adalah flat shading, gouraud shading, dan phong shading. Untuk metode flat shading ini, perhitungan warna dilakukan satu kali karena dalam 1 face tidak terjadi gradasi warna. Untuk gouraud shading, pewarnaan vertex dilakukan pada setiap vertex sehingga tampak jelas gradasi warnanya. Untuk phong shading, pewarnaan dilakukan pada setiap garis hasil scan line pada face sehingga gradasi tampak lebih halus. Dalam proses mewarnai objek 3 dimensi dikenal 2 cara pewarnaan utama, adalah global illumination dan juga local illumination. Di dalam 2 cara tersebut terbagi lagi menjadi beberapa teknik pewarnaan. Global illumination merupakan cara pewarnaan objek 3 dimensi yang telah dipengaruhi oleh sebuah pantulan dari sinar yang dipancarkan sumber cahaya dalam jumlah tidak terbatas yang mengenai benda sehingga benda tersebut dapat terlihat oleh mata. Global illumination dibagi menjadi 2, yaitu:

⇒ RayTracingRay Tracing

merupakan cara pewarnaan dengan mengikuti arah sinar cahaya dari sumber cahaya sampai mengenai suatu objek. Dimana sinar cahaya tersebut akan berubah arah ketika mengenai objek yang transparan ataupun objek yang memancarkan cahaya.

⇒ RadiosityRadiosity

merupakan cara pewarnaan untuk mengatasi indirect illumination ini sehingga bagian tersebut biasanya terlihat hitam.

Local illumination / shading merupakan suatu cara menampilkan objek dengan cara mengatur warna pixel pada objek yang telah ditentukan tersebut dengan memperhitungkan efek-efek dari cahaya. Dengan adanya shading ini, objek juga dapat terlihat lebih nyata daripada hanya ditampilkan dengan warna polos ataupun hanya berupa kerangka saja / wireframe.

C. Macam-macam Shading

Berdasarkan cara pewarnaannya, shading terbagi menjadi 3 macam, yaitu:

1) Flat Shading

Flat shading merupakan pewarnaan paling mudah dari objek 3 (tiga) dimensi karena flat shading hanya memperhitungkan posisi cahaya untuk menentukan warna objek, dalam satu polygon hanya ada 1 warna saja. Jika objek terkena sinar secara langsung maka face yang dikenai tersebut akan paling terang sedangkan face yang menjauhi itu

face yang paling terang tersebut akan berwarna lebih gelap dan semakin jauh semakin gelap.

$$I = I_i \times K_d \times \cos \theta \times w + K_a \times I_a \times w$$

dimana :

I	: warna objek setelah <i>shading</i>
I_i	: warna <i>diffuse</i> dan <i>specular</i> dari lampu
K_d	: koefisien <i>diffuse</i> dari objek
$\cos \theta$: sudut antara normal dan sinar datang
K_a	: koefisien <i>ambient</i> dari objek
I_a	: warna <i>ambient</i> dari lampu
w	: warna objek



Gambar 4. Flat Shading

2) Gouraud Shading

Gouraud shading merupakan cara pewarnaan objek 3 dimensi dimana setiap vertex biasanya mempunyai warna yang lain sehingga dalam satu face akan terdapat gradasi warna. Gouraud shading merupakan objek lebih baik daripada flat shading ini karena objek terlihat lebih nyata dan permukaan benda tampak lebih halus.

$$I = I_a \times K_a \times w + I_i \times K_d \times (L \cdot N) \times w + I_i \times K_s \times (N \cdot R)^n \times w$$

$$R = -L + N \times 2 \times (L \cdot N)$$

dimana :

I	: warna objek setelah shading
I_a	: warna <i>ambient</i> dari lampu
K_a	: koefisien warna <i>ambient</i> dari objek
w	: warna objek sekarang
I_i	: warna <i>diffuse</i> dan <i>specular</i> dari lampu
K_d	: koefisien <i>diffuse</i> dari objek
L	: jarak <i>vertex</i> ke arah cahaya yang telah dinormalisasi
N	: normal dari <i>vertex</i> yang telah dinormalisasi
K_s	: koefisien <i>specular</i> dari objek
R	: hasil refleksi dari sinar
n	: luas <i>area specular</i>



Gambar 5. Gouraud Shading

3) Phong shading

Pada phong shading, rumus yang digunakan sama dengan rumus gouraud shading, tetapi phong shading ini memiliki cara yang berbeda dalam teknik mewarnai tiap face dalam objeknya. Jika pada Gouraud Shading, warna objek pada setiap face ditentukan dengan perhitungan warna pada setiap vertex pembentuk face-nya, maka pada phong shading, pewarnaan dilakukan mula-mula dengan melakukan scan line atau membagi-bagi face dengan garis-garis dengan jumlah tertentu sehingga seluruh permukaan face tersebut akan tertutupi oleh garis-garis tersebut. Di dalam melakukan scan line, dicari

posisi ujung-ujung dari garis-garis scanline yang didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan rumus (2.4). Setelah dilakukan scanline, dilakukan perhitungan untuk mencari posisi yang normal untuk tiap-tiap titik hasil dari scanline tersebut dengan menggunakan Linear Interpolation (2.6). Setelah didapatkan normalnya kemudian itu dilakukan perhitungan warna titik-titik dengan menggunakan rumus (2.2). Dan, juga kemudian akan dilakukan gradasi warna mulai dari titik awal sampai dengan titik di seberangnya. Perbedaan warna dikarenakan perbedaan normal dari antara titik yang satu dengan titik yang lain. Hal inilah yang menyebabkan pada phong shading warna lebih luas daripada warna pada gouraud shading yang warna specular pada tengah-tengah polygon sering kali hilang. Hal ini dikarenakan pada gouraud shading tersebut pewarnaan dilakukan pada titik ujung polygon dan kemudian akan dilakukan gradasi sehingga warna itu bergantung pada bentuk polygon yang membentuk objek tersebut. Rumus untuk membagi face menjadi garis-garis adalah:

$$P_{(t)} = (1-t) \times p_0 + t \times p_1 \quad (2.4)$$

dimana :

t : jumlah garis pada tiap *face*

p_0 : titik awal pembagian *face*

p_1 : titik akhir pembagian *face*



Gambar 6. Phong Shading