RAY-TRACING
dan
RADIOSITY

Oleh : Karmilasari

RAY TRACING vs. RADIOSITY

Ray-Traced Room

Radiosity Room

Review : ILUMINASI

- Secara umum dilihat dari fisiknya, model iluminasi menggambaran perpindahan energi dan radiasi
  - fokus pada sifat-sifat cahaya dan material
  - fokus pada geometri cahaya, objek dan pengamat
- Pada setiap permukaan, terdapat distribusi cahaya yang mencirikan penyerapan dan pantulan sesuai panjang gelombang
- Semua model iluminasi, mendefinisikan perkiraan :
  - berdasarkan sampling geometry, distribusi cahaya dan ciri material , serta mengambil jalan pintas untuk dilakukan rendering

RAY TRACING

RAY TRACING

- Dalam grafik komputer, ***ray tracing*** *a*dalah teknik untuk menghasilkan sebuah gambar dengan menelusuri jalan cahaya melalui pixel dalam gambar

RAY TRACING

- Ray tracing mampu menghasilkan tingkat ketajaman gambar yang sangat tinggi – biasanya lebih tinggi dari pada metode tipe *scanline rendering, tetapi biaya komputasi lebih besar.*

- Ray tracing paling cocok untuk aplikasi di mana gambar dapat di-render perlahan terlebih dahulu, seperti pada gambar diam dan film dan special effects televisi, dan kurang lebih cocok untuk real-time aplikasi seperti game komputer, dimana kecepatan sangat penting.

- Ray tracing mampu mensimulasikan berbagai efek optis, seperti refleksi dan pembiasan penyebaran, dan aberasi kromatik.

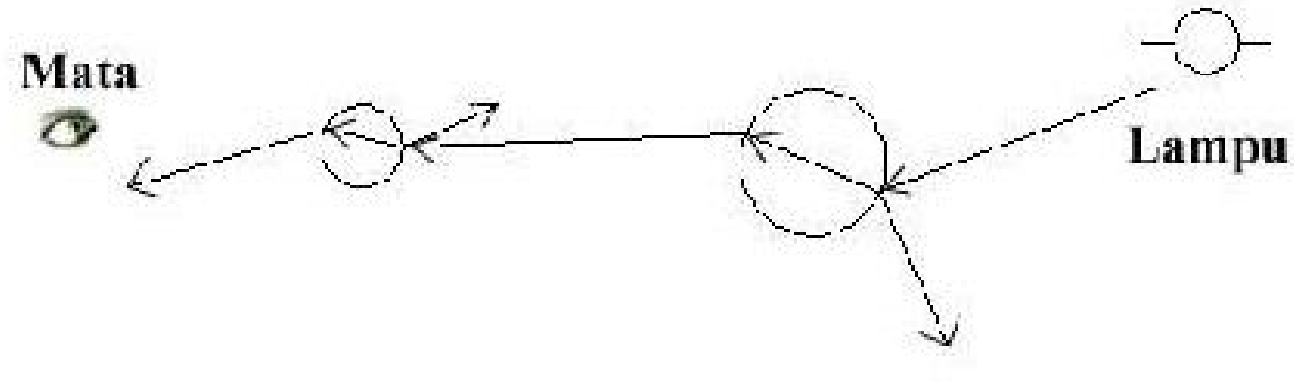
RAY TRACING

- Terdapat 2 metode pada Ray Tracing yaitu:

1. **Forward Ray Tracing**. Metode ini memperhitungkan semua sinar yang dipancarkan oleh sumber cahaya, baik yang mengenai mata ataupun tidak.
2. **Backward Ray Tracing**. Cara kerja dari metode ini adalah dengan menelusuri sinar yang mengenai mata ditelusuri kembali ke sumber cahaya.

Forward Ray Tracing

- Metode ini memperhitungkan keakuratan penghitungan warna, namun menjadi tidak efektif karena jumlah sinar yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya sangat banyak (bisa mencapai jutaan sinar), dan jika sinar tidak mengenai mata maka sinar tersebut akan tidak diperhitungkan meski telah dihitung sebelumnya. Hal ini akan menimbulkan banyak penghitungan sia-sia karena banyaknya sinar yang tidak diperhitungkan kemudian.



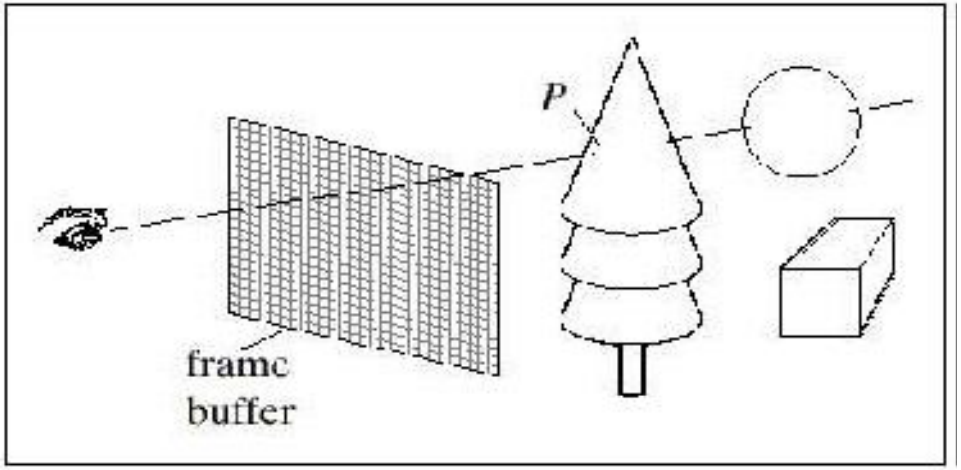
Backward Ray Tracing

- Sinar yang mengenai mata tersebut akan ditelusuri menuju ke layar penggambaran dengan memperhitung-kan nilai dari objek-objek yang ada pada penggambaran sehingga didapatkan apakah sinar tersebut mengenai objek yang ada. Proses penelusuran ini dilakukan untuk setiap *pixel* dari ukuran layar penggambaran.
- Hal ini menyebabkan semakin besar ukuran layar penggambaran maka semakin lama proses perhitungan yang dilakukan, dan demikian pula sebaliknya

Backward Ray Tracing

- Jika sinar mengenai salah satu benda maka akan diperhitungkan warna pixel tersebut dengan memperhitungkan warna benda dan juga nilai pencahayaan yang mengenai benda tersebut.
- Jika sinar tidak mengenai benda maka nilai pixel akan diset menjadi warna background (default warna background adalah warna hitam).
- Hal yang perlu diperhitungkan adalah bila sinar mengenai benda dan terdapat benda lain di belakang benda yang ditabrak maka sinar yang mengenai benda tersebut hanya diperhitungkan untuk tabrakan dengan benda pertama (benda terdepan) karena benda yang terletak di belakang benda yang lain pasti tidak akan terlihat.

Backward Ray Tracing



- Pada gambar di atas tampak bahwa sinar yang berasal dari sumber cahaya terus ke mata dan kemudian dari titik mata, sinar tersebut ditelusuri kembali. Dalam contoh kasus di atas, sinar yang ditelusuri kembali ternyata menabrak benda pada posisi u,v pada *frame buffer* / layar penggambaran.

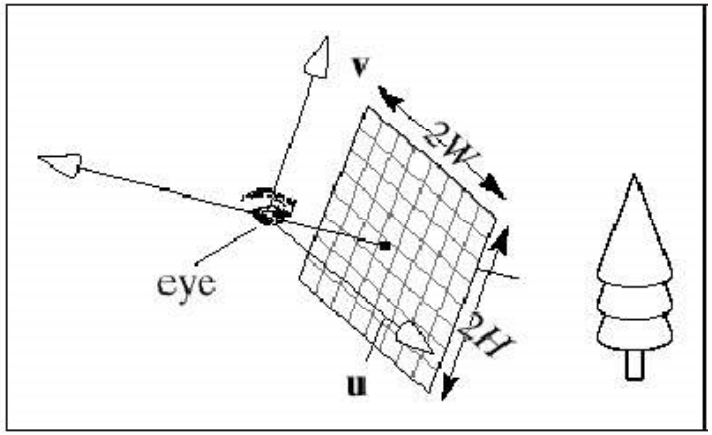
- Pada saat menabrak inilah maka nilai *pixel* pada *frame buffer* akan dihitung dengan memperhitungkan semua nilai *ambient / diffuse / specular* dari semua cahaya yang ada.

Backward Ray Tracing

Langkah yang dilakukan

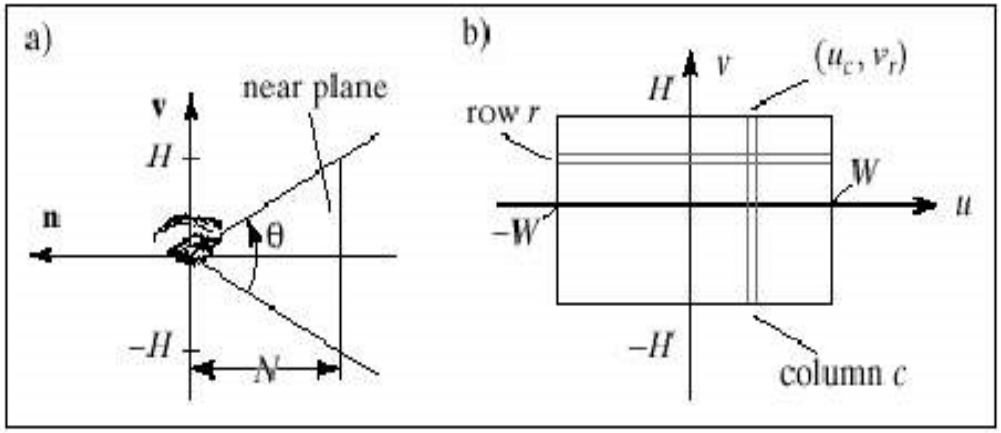
1. Melakukan setting / digunakan untuk penghitungan objek-objek 3 dimensi.

   Asumsikan bahwa layar penggambaran memiliki 2 variabel sumbu yaitu u dan v. Sumbu u adalah sumbu ke kanan dan range dari sumbu u adalah -W sampai dengan W. Sumbu v adalah sumbu ke atas dan range dari sumbu v adalah –H sampai dengan H



Backward Ray Tracing

2. Penentuan nilai dari W dan H yang sebelumnya diasumsikan sebagai range dari sumbu u dan v tersebut. Penghitungan nila W dan H tampak seperti gambar di bawah ini:



- Pada gambar di atas tampak bahwa mata memiliki sudut pandang yang dinamakan sebagai θ . Sehingga untuk mendapatkan nilai tinggi dari near plane / W maka bisa didapatkan dari rumus matematika yaitu

$$H = N.\tan(\theta/2)$$

Backward Ray Tracing

- Variabel N adalah jarak antara mata dengan bidang-bidang u dan v.
- Penentuan nilai W, didapatkan dengan mengalikan nilai H dengan *aspect ratio* layar penggambaran / bidang u-v. (W = H. *aspect ratio*).
- Setelah nilai H dan W ditentukan, maka nilai posisi U_c dan V_r, yang bila diturunkan adalah sebagai berikut:

$$v_r = -H + H\frac{2r}{nRows}, u_c = -W + W\frac{2c}{nCols}$$

- Rumus di atas digunakan untuk menentukan nilai (U_c,V_r) dalam hubungannya dengan W dan H.

Backward Ray Tracing

3. Penentuan persamaan sinar ditelusuri dari mata ke pixel tujuan yang dilakukan dengan menggunakan rumus

$$r(t)=eye(1-t) + (eye – N\mathbf{n} + U_c\mathbf{u} + V_r\mathbf{v})t$$

   – *Eye* adalah titik mata (dalam x,y,z), N adalah jarak antara mata dengan bilangan u-v, U_c dan V_r adalah posisi pixel pada bidang u-v dan t adalah titik tabrak sinar dengan benda (akan diperhitungkan kemudian). Rumus di atas disederhanakan menjadi :

$$r(t)=eye+\mathbf{dir}_{rc} .t,\ \mathbf{dir}_{rc} =-N\ \mathbf{n} + U_c\mathbf{u} + V_r$$

Backward Ray Tracing

Secara umum, *ray tracing* dapat dibentuk dari algoritma berikut ini:

define the objects and light sources in the scene
set up the camera

```
for(int r = 0; r < nRows; r++)
  for(int c = 0; c < nCols; c++)
  {
```

1. *Build the rc-th ray*
2. *Find all intersections of the rc-th ray with objects in the scene*
3. *Identify the intersection that lies closest to, and in front of, the eye*
4. *Compute the "hit point" where the ray hits this object, and the normal vector at that point*
5. *Find the color of the light returning to the eye along the ray from the point of intersection*
6. *Place the color in the rc-th pixel.*

```
  }
```

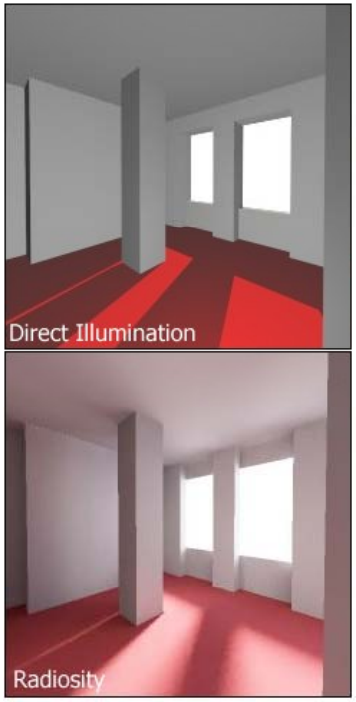
RADIOSITY

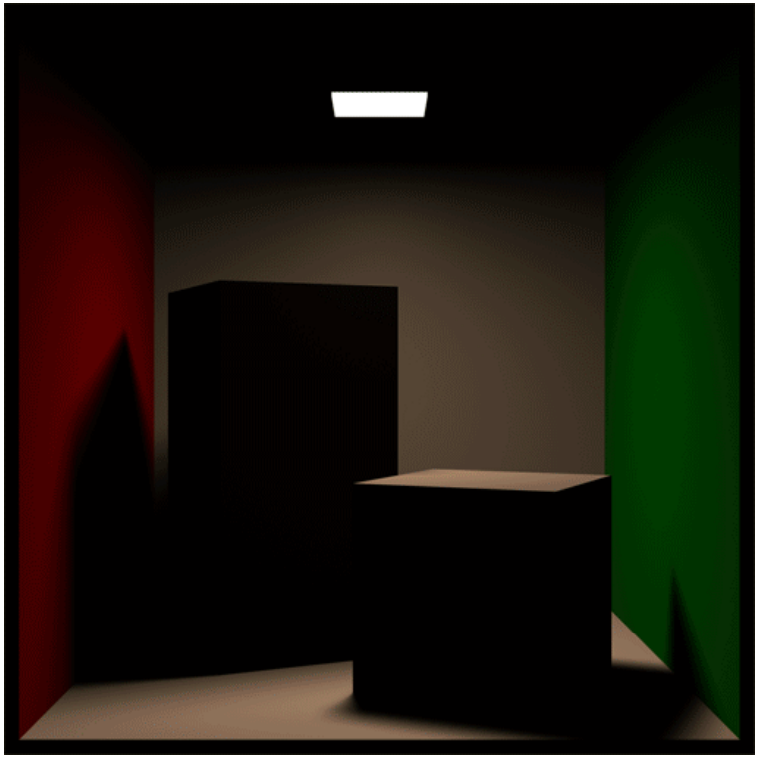
RADIOSITY

- Radiosity adalah tingkat di mana energi yang dipancarkan atau dipantulkan oleh permukaan.
- Disebut juga Iluminasi Global
- Hasilnya paling realistis dibandingkan metode lain

EFEK RADIOSITY

- Cahaya putih mengenai bola merah
- Ada pantulan cahaya merah dari bola ke objek lain di sekelilingnya
- Lantai putih di sekitar bola menjadi kemerah-merahan





RADIOSITY

- Metode radiosity pertama kali dikembangkan dalam pemindahan panas radiasi (*Siegel dan Howell,1984*) untuk menjelaskan pemindahan panas antara elemen di dalam perapian atau pada sebuah pesawat terbang.
- Metode radiosity adalah sebuah algoritma ruang obyek yang menyelesaikan intensitas pada titik diskrit atau lekatan permukaan dalam sebuah lingkungan dan bukan untuk pixel di dalam sebuah proyeksi bidang gambar. Jadi penyelesaiannya tidak tergantung pada posisi objek.
- Metode ini sangat bagus untuk menghasilkan gambar dari lingkungan interior, yang kebanyakan kumpulan dari obyek yang bukan spekular, dan ini menghasilkan interior yang kelihatan nyata.

KELEBIHAN RADIOSITY

Radiosity dapat mensimulasikan efek – efek cahaya dalam kehidupan sehari – hari

- Soft-shadow (Bayangan dalam kehidupan nyata yang tidak terlalu tampak gelap tetapi semu).
- Color – Bleed (Pendekatan 2 benda yang warnanya kontras maka warna salah satu benda akan menyebrang kebenda lain).
- Ambient Occlusion (AO), contohnya pencahayaan tidak langsung dan bayangan yang dihasilkannya.

KEKURANGAN RADIOSITY

- Membutuhkan biaya yang mahal.
- Membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan hasil yang realistik.
- Membutuhkan kapasitas memory yang besar

TEORI DASAR RADIOSITY

- Radiosity (B): energi per satuan luas yang meninggalkan permukaan per satuan waktu; total energi yang dipancarkan dan yang dipantulkan

$$B_i dA_i = E_i dA_i + R_i \int_j B_j F_{ji} dA_i$$

Radiosity x luas = energi dipancarkan + energi dipantulkan

TEORI DASAR RADIOSITY

- Hubungan timbal balik: $F_{ij} A_i = F_{ji} A_j$

- Setelah dibagi dengan dA_i:

$$B_i = E_i + R_i \int_j B_j F_{ij}$$

- Untuk lingkungan diskrit:

$$B_i = E_i + R_i \sum_{j=1}^{n} B_j F_{ij}$$

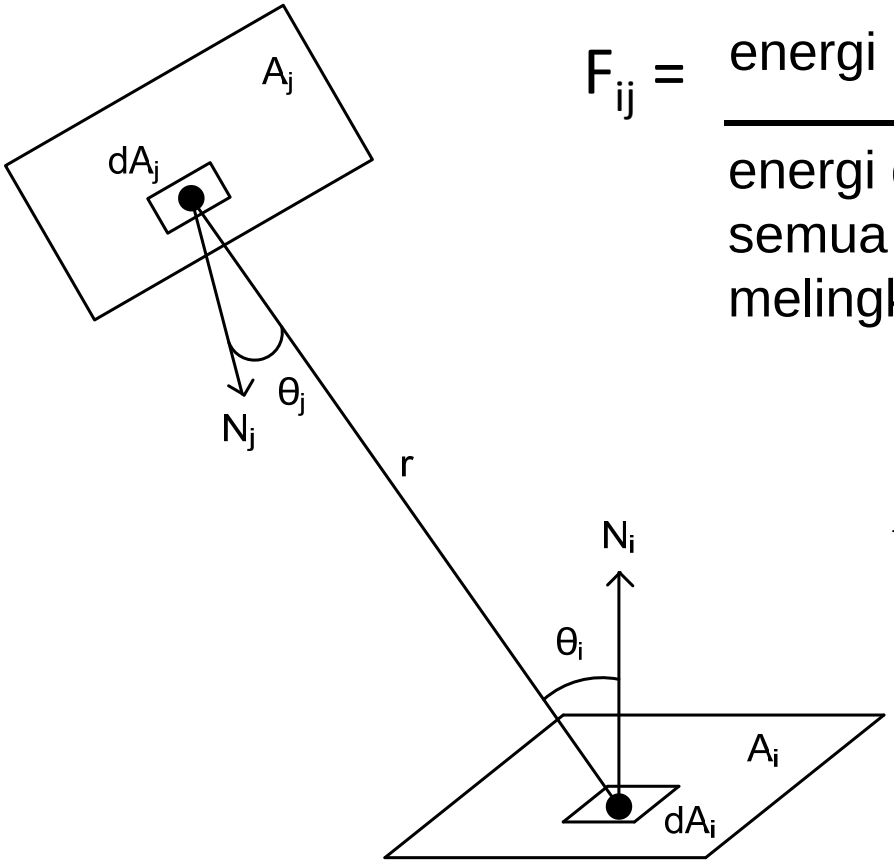
TEORI DASAR RADIOSITY

- Tiap permukaan saling mempengaruhi, sehingga perlu menyelesaikan n persamaan secara simultan:

$$\begin{bmatrix} 1-R_1F_{11} & -R_1F_{12} & \dots & -R_1F_{1n} \\ -R_2F_{21} & 1-R_2F_{22} & \dots & -R_2F_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -R_nF_{n1} & -R_nF_{n2} & \dots & 1-R_nF_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \dots \\ E_n \end{bmatrix}$$

- Radiosity bersifat monokromatik.
- Untuk RGB, lakukan perhitungan untuk tiap warna

FORM FACTOR



F_{ij} = energi dari permukaan A_i yang sampai ke A_j / energi dari permukaan A_i yang menyebar ke semua arah dalam ruang hemisphere yang melingkupi A_i

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos\theta_i \cos\theta_j}{\pi r^2} dA_j dA_i$$

ASUMSI DALAM PERHITUNGAN FORM FACTOR

- Berlaku hukum kekekalan energi

$$\sum_{j=1}^{n} F_{ij} = 1$$

- Pantulan cahaya seragam

$$A_i F_{ij} = A_j F_{ji}$$

- Permukaan datar atau convex

$$F_{jj} = 0$$