

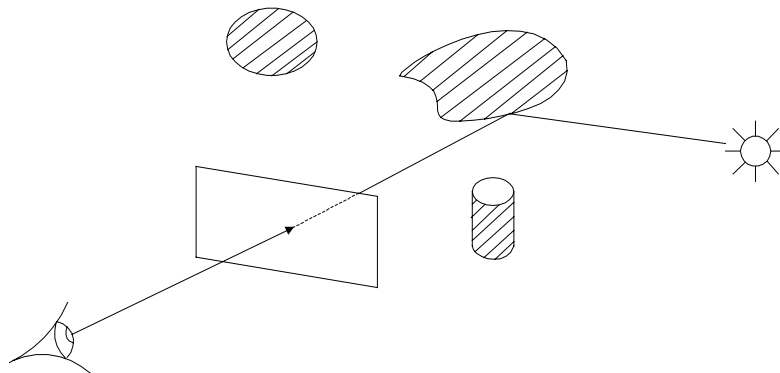
CAPITULO 8

Ray Tracing

8.1 Ray Tracing

Consiste en enviar un rayo desde el observador a través de la pantalla dentro de la escena. Este rayo sufrirá reflexiones y refracciones, de tal forma que el color del píxel correspondiente dependerá del trayecto de éste.

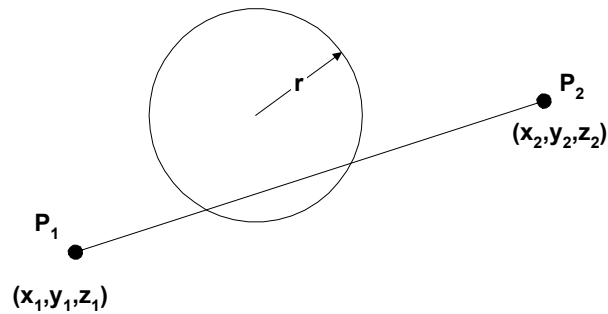
Ejemplo:



el primer cálculo que debe hacerse en ray tracing, corresponde a la intersección entre el rayo y los objetos de la escena. Este cálculo ocupará probablemente el 95% de tiempo de la CPU. Es necesario, por lo tanto, que se utilicen algoritmos optimizados para realizarlo.

El caso más común es la interacción de un rayo con una esfera.

8.2 Interacción Rayo-Esfera



La ecuación de la esfera con centro (l, m, n) es:

$$(x-l)^2 + (y-m)^2 + (z-n)^2 = r^2$$

Un punto cualquiera en la recta $\overline{P_1P_2}$ está dado por:

$$x = x_1 + (x_2 - x_1)t$$

$$y = y_1 + (y_2 - y_1)t$$

$$z = z_1 + (z_2 - z_1)t$$

substituyendo estos valores en la ecuación de la esfera, obtenemos una ecuación de la forma:

$$at^2 + bt + c = 0$$

Donde:

$$\begin{aligned}
 a &= (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 \\
 b &= 2(x_2 - x_1)(x_1 - l) + 2j(y_1 - m) + 2k(z_1 - n) \\
 c &= l^2 + m^2 + n^2 + x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 + 2(-lx_1 - my_1 - nz_1) - r^2 \\
 j &= y_2 - y_1 \qquad k = z_2 - z_1
 \end{aligned}$$

Si

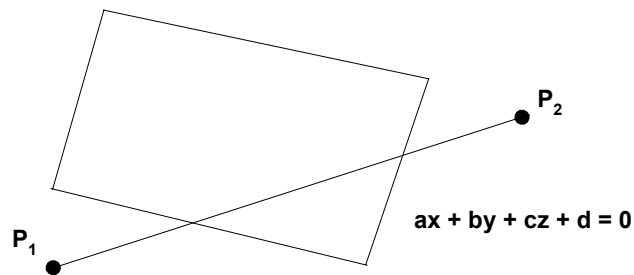
$Dct < 0$ no intersecciona la esfera

$Dct = 0$ toca tangencialmente la esfera

$Dct > 0$ corta a la esfera

Las raíces de la ecuación cuadrática darían los valores donde corta a la esfera.

8.3 Intersección con un Plano



Al igual que en el caso anterior, se llega a tener:

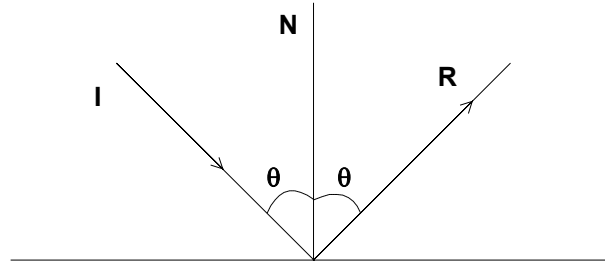
$$t = -\frac{(ax_1 + by_1 + cz_1 + d)}{a(x_2 - x_1) + b(y_2 - y_1) + c(z_2 - z_1)}$$

Si el denominador es igual a cero, entonces la línea es paralela al plano.

8.4 Intersección con un Polígono

Debe resolverse primero con un plano determinado por dos orillas del polígono.

Reflexión



R es una combinación lineal de N e I , es decir:

$$\begin{aligned}R &= \alpha I + \beta N \\R \cdot N &= \alpha I \cdot N + \beta \cdot N \cdot N \\ \cos \theta &= -\alpha \cos \theta + \beta \\ \beta &= \alpha \cos \theta + \cos \theta\end{aligned}$$

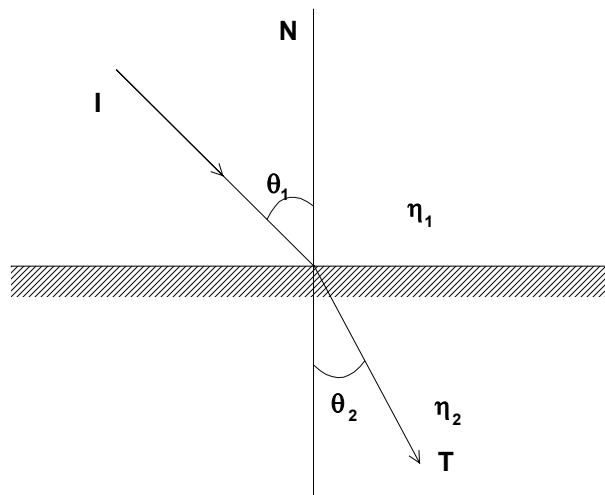
Si

$$\alpha = 1 \quad \beta = 2 \cos \theta$$

Luego

$$R = I + 2N \cos \theta$$

Transmisión



La ley de Snell dice:

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

T está dado por:

$$T = \frac{1}{\eta} I - \left(\cos \theta_2 - \frac{1}{\eta} \cos \theta_1 \right) N$$

$$\eta = \frac{\eta_2}{\eta_1}$$

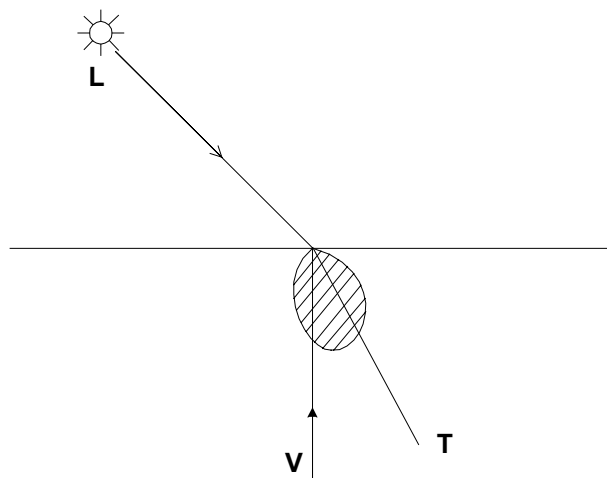
$$\cos \theta_2 = \left[1 - \frac{1}{\eta^2} (1 - \cos^2 \theta_1) \right]^{1/2}$$

8.5 Modelo de Iluminación

Los modelos ya estudiados pueden usarse para el ray tracing.
Ejemplo:

$$I_{\text{planos}} = \text{luz ambiente} + \text{luz difusa} + \text{luz especular}$$

En el caso de la luz especular, sin embargo, debe agregarse el hecho de que el observador está detrás de un objeto transparente y lo que necesita sea luz refractada.



En este caso debe agruparse, al igual que en el caso de la reflexión, un término H' , el cual contribuye con:

$$I_{\text{refractada}} = k_t (NH')^n$$

Donde

$$H' = -\frac{L - \eta V}{\eta - 1}$$

Así, H' depende del índice de refracción.

Luego nuestro modelo local queda como:

$$I_{\text{local}} = I_a k_a + I_i \left[k_d (NL) + \underbrace{k_s (NH)^{n_s}}_a + \underbrace{k_t (NH')^{n_t}}_b \right]$$

Los términos a y b son mutuamente excluyentes y debe determinarse a priori cual de ellos utilizar.

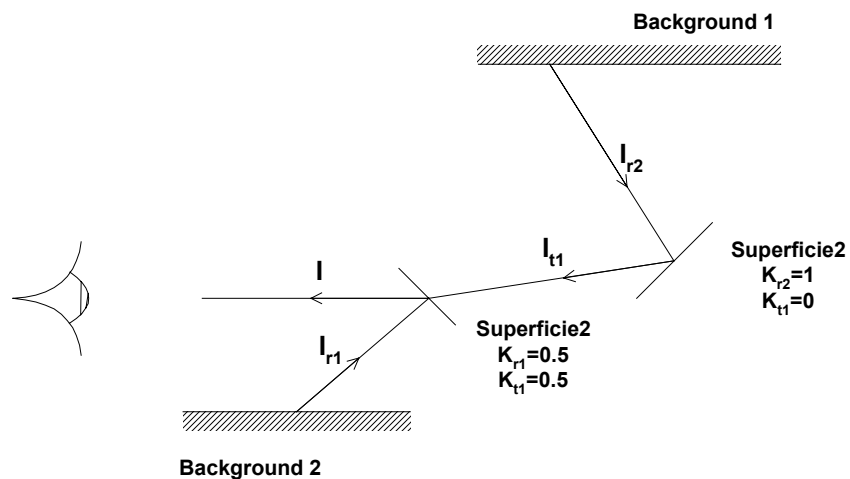
Así tenemos:

$$I = I_a k_a + I_i \left[k_d (NL) + k_s (NH)^{n_s} + k_t (NH')^{n_t} \right] + k_t I_t + k_r I_r$$

$$I = I_{\text{local}} + k_t I_t + k_r I_r$$

Esto determina un sistema recursivo para las ecuaciones.

Ejemplo:



$$\begin{aligned}
 I &= I_{local\ superficie1} + I_{t1} + I_{r1} \\
 I_{r1} &= I_{local\ background2} + 0 + 0 \\
 I_{t1} &= I_{local\ superficie2} + 0 + I_{r2} \\
 I_{r2} &= I_{local\ background1} + 0 + 0
 \end{aligned}$$

Determinada la luz local en un punto de la escena, la cual depende de la o las luces que hayan en ella, debe determinarse el efecto de iluminación de otros objetos, producto de refracciones y reflexiones que se produzcan. Así, la ecuación para la luz total queda como sigue:

$$I = I_{local} + I_{reflejada} + I_{refractada}$$

Donde

$$I_{reflejada} + I_{refractada} = I_{global}$$

La iluminación global se considera como iluminación especular a especular y no se toma en cuenta la luz difusa entre objetos.