



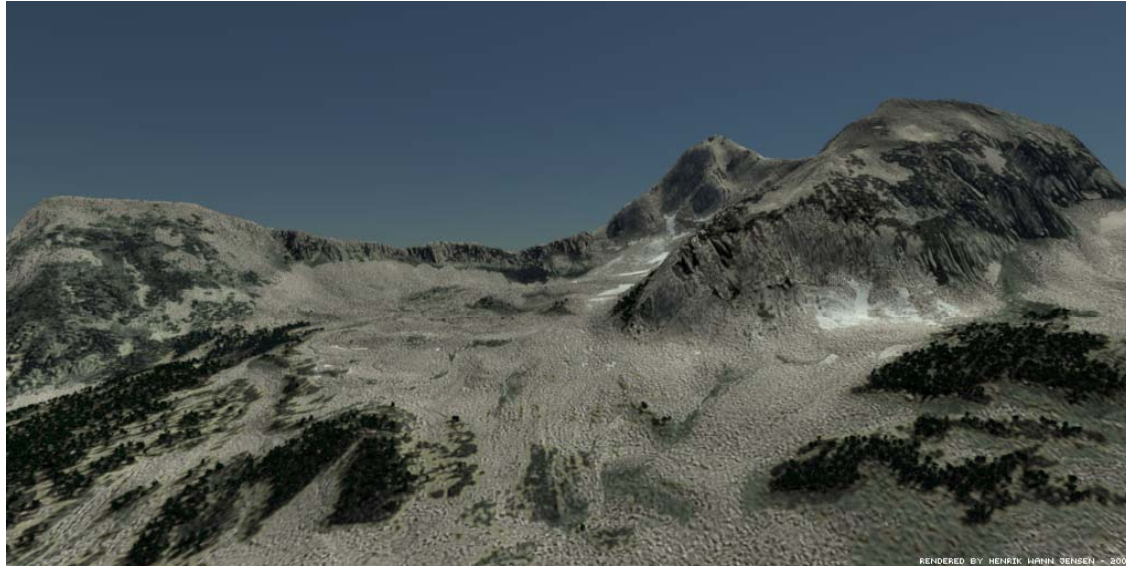
Medios Participativos

Técnicas Avanzadas de Gráficos en 3D

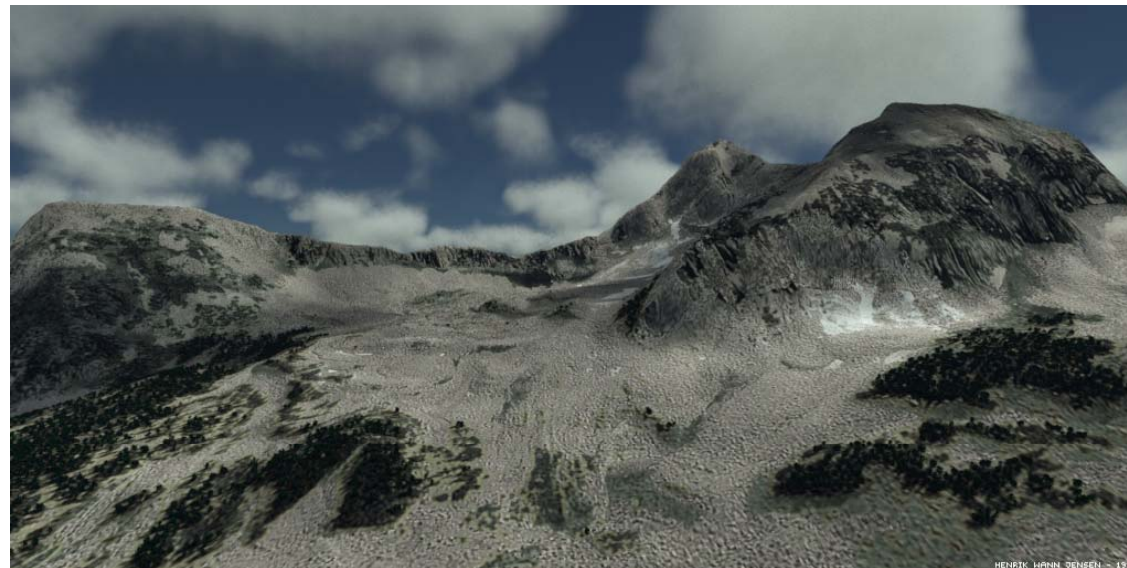
Miguel Ángel Otaduy
12 Abril 2010



Volume Rendering

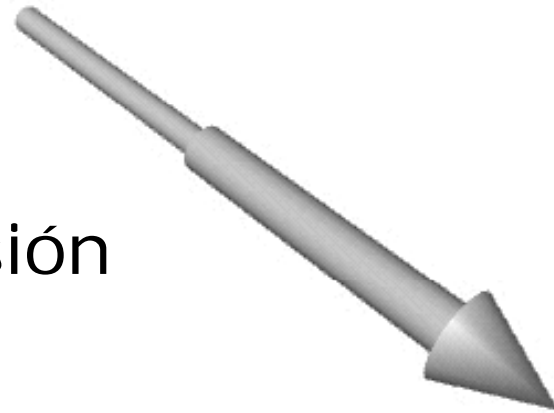


Wann Jensen, SIG
animation theater
2000



Absorción, emisión, dispersión

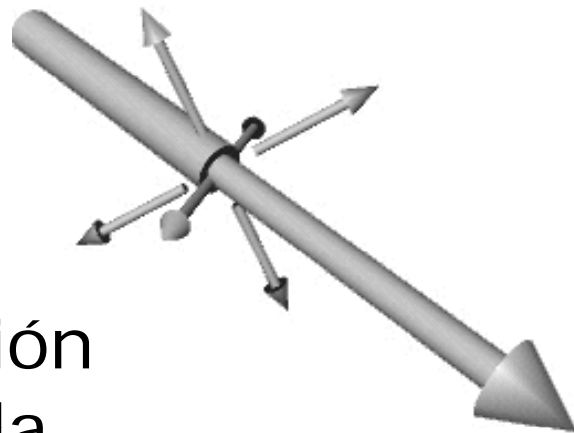
emisión



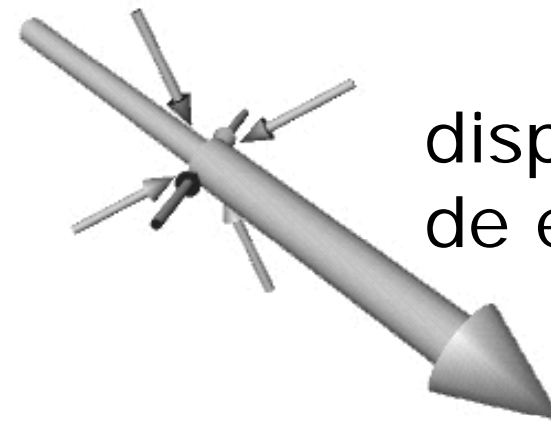
absorción



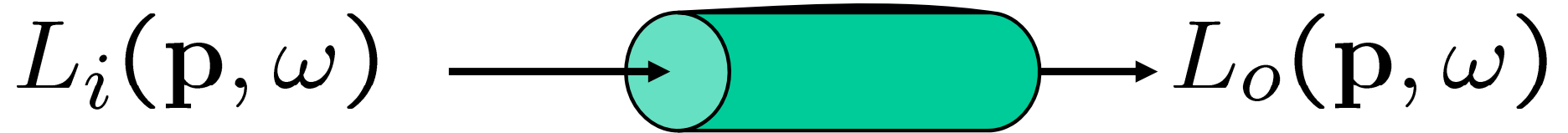
dispersión
de salida



dispersión
de entrada



Absorción y Dispersión de Salida

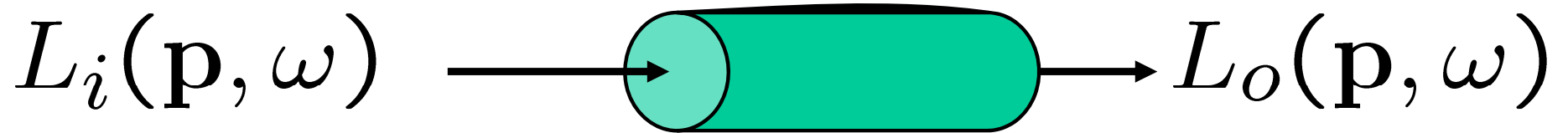


Radiancia entrante (i) y saliente (o)
en un diferencial de rayo

$$L_o(\mathbf{p}, \omega) - L_i(\mathbf{p}, \omega) = dL_o(\mathbf{p}, \omega)$$



Absorción y Dispersión de Salida



Modelo lineal de la pérdida de radiancia

$$dL_o(\mathbf{p}, \omega) = -\sigma_t(\mathbf{p}, \omega)L_i(\mathbf{p}, \omega)dt$$

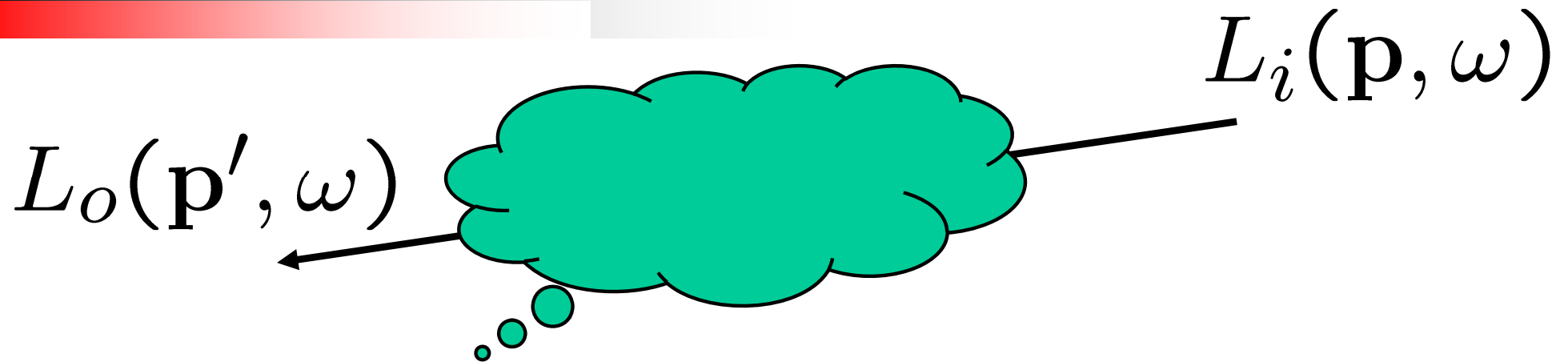
$$\sigma_t = \sigma_a + \sigma_s$$

Parametriz. del rayo

Atenuación. Comprende absorción (a) y dispersión/scattering (s)



Absorción y Dispersión de Salida



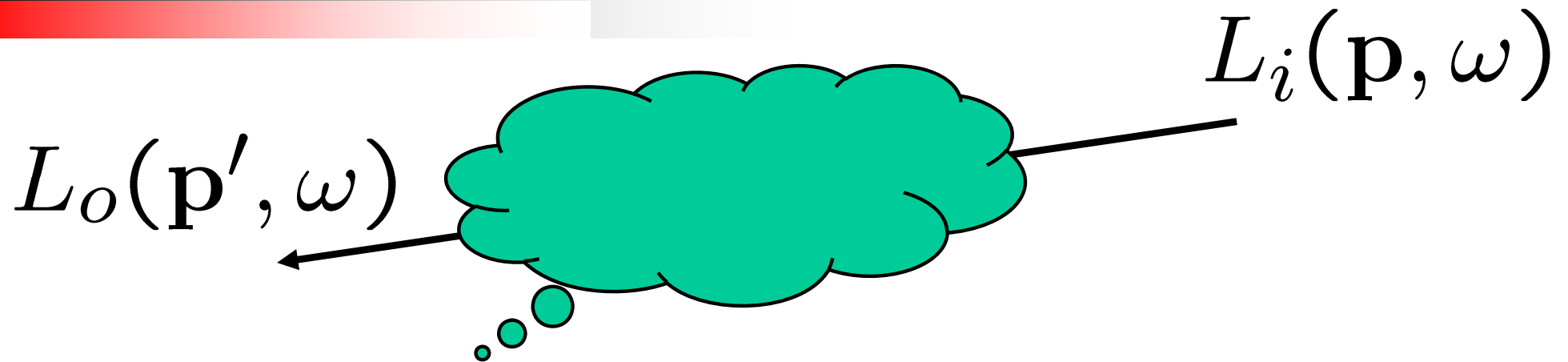
Transferencia de p a p' considerando absorción.
Necesitamos integrar la ec. diferencial.

$$\frac{dL_o(\mathbf{p}, \omega)}{dt} = -\sigma_t(\mathbf{p}, \omega) L_i(\mathbf{p}, \omega)$$

$$L_o(\mathbf{p}', \omega) = T_r(\mathbf{p} \rightarrow \mathbf{p}') L_i(\mathbf{p}, \omega)$$



Absorción y Dispersión de Salida



Transmitancia:

$$T_r(\mathbf{p} \rightarrow \mathbf{p}') = e^{-\int_0^d \sigma_t(\mathbf{p} + t\omega, \omega) dt}$$

Grosor óptico (optical thickness)



Emisión

$$dL_o(\mathbf{p}, \omega) = L_{ve}(\mathbf{p}, \omega) dt$$

Radiancia emitida por unidad de longitud



Dispersión de Entrada

Función de fase: relaciona la radiación dispersada en una dirección en función de la radiación entrante en cualquier dirección (análogo 3D a la BRDF)

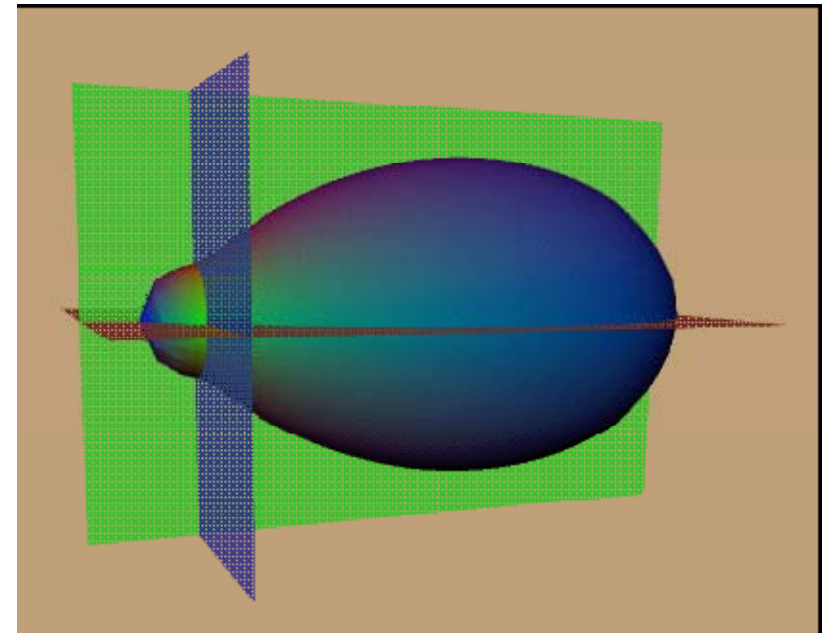
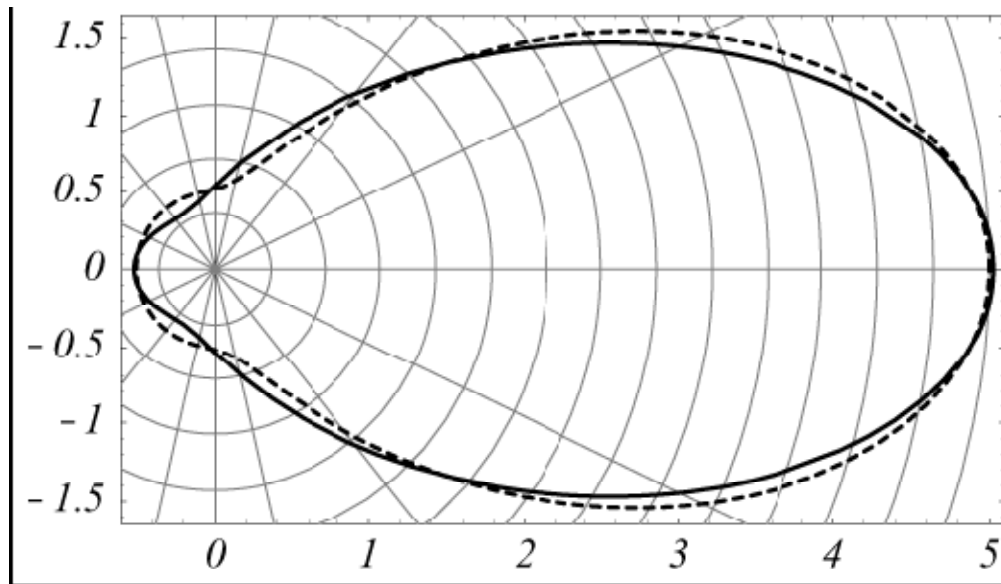
$$p(\omega \rightarrow \omega')$$

Se puede interpretar con una densidad de probabilidad. Entonces:

$$\int_{S^2} p(\omega \rightarrow \omega') d\omega' = 1$$



Función de Fase



Ejemplo: aproximación de la función de fase para niebla (2D y 3D)

Emisión y Dispersión de Entrada

$$dL_o(\mathbf{p}, \omega) = S(\mathbf{p}, \omega)dt$$

Término fuente (source)

$$S(\mathbf{p}, \omega) = L_{ve}(\mathbf{p}, \omega) + \sigma_s(\mathbf{p}, \omega) \int_{S^2} p(\mathbf{p}, \omega' \rightarrow \omega) L_i(\mathbf{p}, \omega') d\omega'$$



Cambios sobre el Modelo

- Ecuación de transporte:
 - Radiancia constante a lo largo de un rayo.
- Ecuación de transferencia:
 - Se emite, absorbe, y/o refleja la luz a lo largo de los rayos.



Ecuación Integro-Diferencial

$$\frac{dL_o(\mathbf{p}, \omega)}{dt} = -\sigma_t(\mathbf{p}, \omega)L_i(\mathbf{p}, \omega) + S(\mathbf{p}, \omega)$$

Uniendo todos los términos: emisión, absorción, y dispersión de entrada y salida



Ecuación de Transferencia

Rayo infinito:

$$L_o(\mathbf{p}, \omega) = \int_0^\infty T_r(\mathbf{p}' \rightarrow \mathbf{p}) S(\mathbf{p}', \omega) dt$$

Rayo finito:

$$L_o(\mathbf{p}, \omega) = T_r(\mathbf{p}_0 \rightarrow \mathbf{p}) L_i(\mathbf{p}_0, \omega) + \int_0^t T_r(\mathbf{p}' \rightarrow \mathbf{p}) S(\mathbf{p}', \omega) dt$$



Dispersión Simple o Múltiple



simple

múltiple



Dispersión Simple

- Cuando la transmitancia es casi 1
 - Métodos analíticos
 - Métodos de muestreo



Dispersión Múltiple

- Hay múltiples rebotes de la luz
- Métodos de muestreado (traza de caminos, photon maps...)



Rendering Interactivo



A lighting mode for general participating media [Hegeman et al., I3D 2005]



Rendering Interactivo



Real-time rendering of smoke using compensated ray marching [Zhou et al., SIG 2008]



Referencias

- Physically-based rendering
(Pharr & Humphreys, capítulos 12 y 17)
- 'A survey on participating media rendering techniques', Cerezo et al., Visual Computer 2005.

