

# Visualización por Medio de Superficies

---

- La hipótesis de que los datos volumétricos pueden ser visualizados por medio de superficies fue central para poder hacer uso de los motores gráficos y de los principios de graficación por computadora.
- Existen varios problemas con este tipo de visualización. Pero quizás el mas importante es que visualizar exclusivamente por superficies es problemático cuando se tienen datos complicados (partículas) o varias superficies. Dichas superficies pueden quedar ocultas o ni siquiera generadas.
- El avance de los motores gráficos y de técnicas de graficación por computadora permiten actualmente visualizar directamente los datos volumétricos.

# Visualización Directa de Volúmenes

---

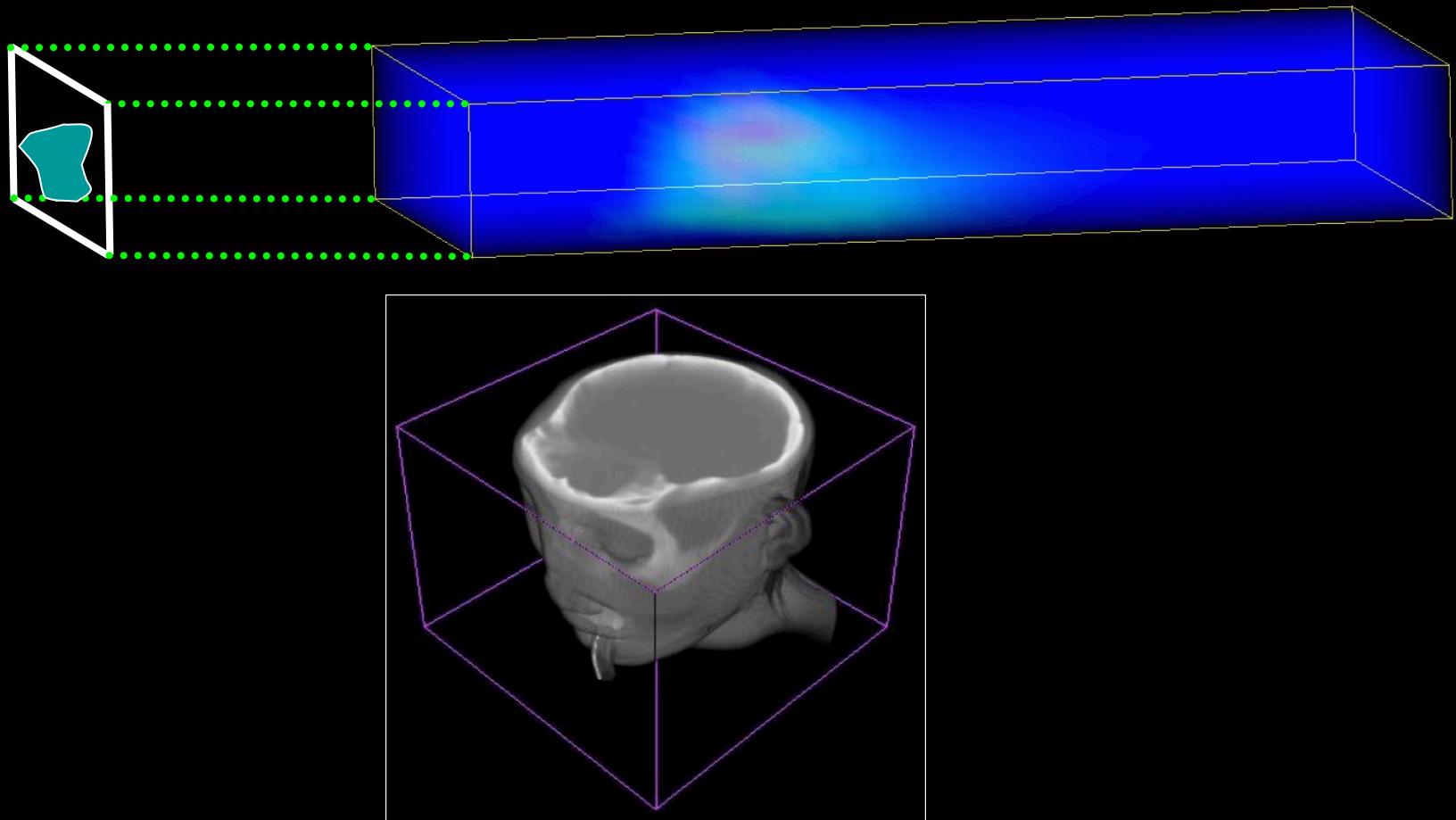
- Visualización directa de volúmenes se refiere a las técnicas que producen una imagen proyectada directamente de la información en los datos tridimensionales, sin elementos intermedios tales como superficies por polígonos.
- Un modelo volumétrico se refiere a un objeto representado por información en volúmenes (3D).
- Se accredita a Robert A. Drebin, Loren Carpenter y Pat Hanrahan de Pixar (1988) con la introducción del concepto de Volume Rendering también conocido como Direct Volume Rendering (Visualización Directa de Volúmenes).

# Idea Básica de Visualización Directa de Volúmenes

---

- En esta técnica se asume que el campo escalar está compuesta de objetos translúcidos. Por lo tanto, se la imagen que se crea en la pantalla es una proyección del campo escalar translúcido.
- Para crear dicha imagen, el campo escalar se discretiza en pequeños elementos volumétricos (voxels) y las contribuciones de opacidad y color de cada objeto en el campo escalar se calculan localmente para cada voxel.

# Ejemplo Gráfico



# Puntos Sobre Visualización Directa de Volúmenes

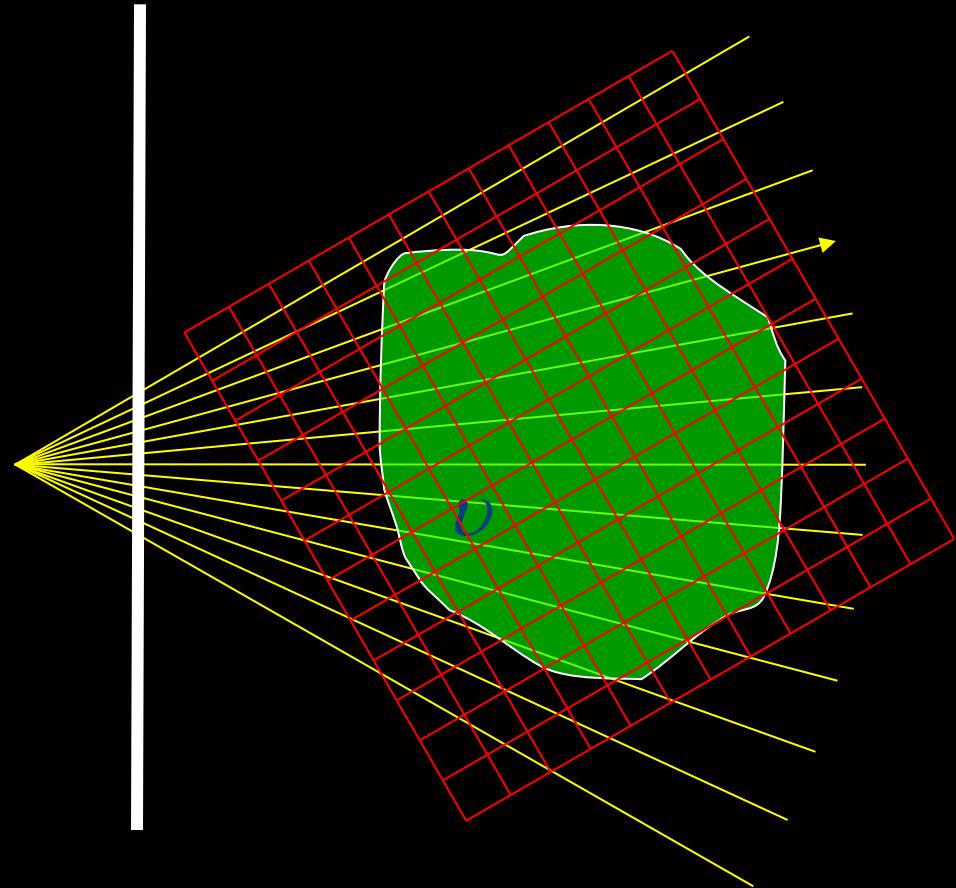
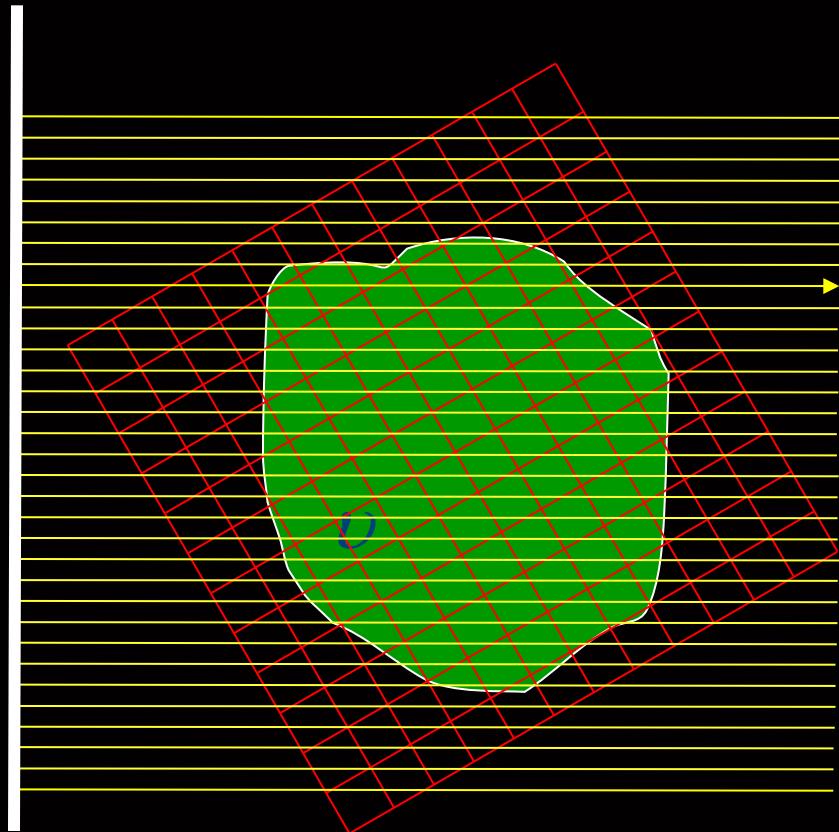
- El proceso de reconocimiento de estructuras al observador. Aunque el proceso puede ser complicado por la oclusión de estructuras.
- Para evitar la oclusión de estructuras, se asignan opacidades que reducen la obstrucción de regiones “importantes” del campo escalar.
- Es una operación costosa computacionalmente ya que requiere la proyección de “todos” los voxels sobre la pantalla cada vez que se cambia la dirección de observación.
- “Indiferente” a la complejidad de los datos y de los objetos.
- Modela naturalmente densidades.
- Discretización genera aliasing.
- Requiere de diseño buenas funciones de transferencia (asignación de propiedades de opacidad) que se puede considerar como una función de segmentación.
- Requiere de grandes cantidades de memoria.
- Bajo nivel de interacción (rotaciones, acercamientos, etc.)

# Métodos Típicos para VDV

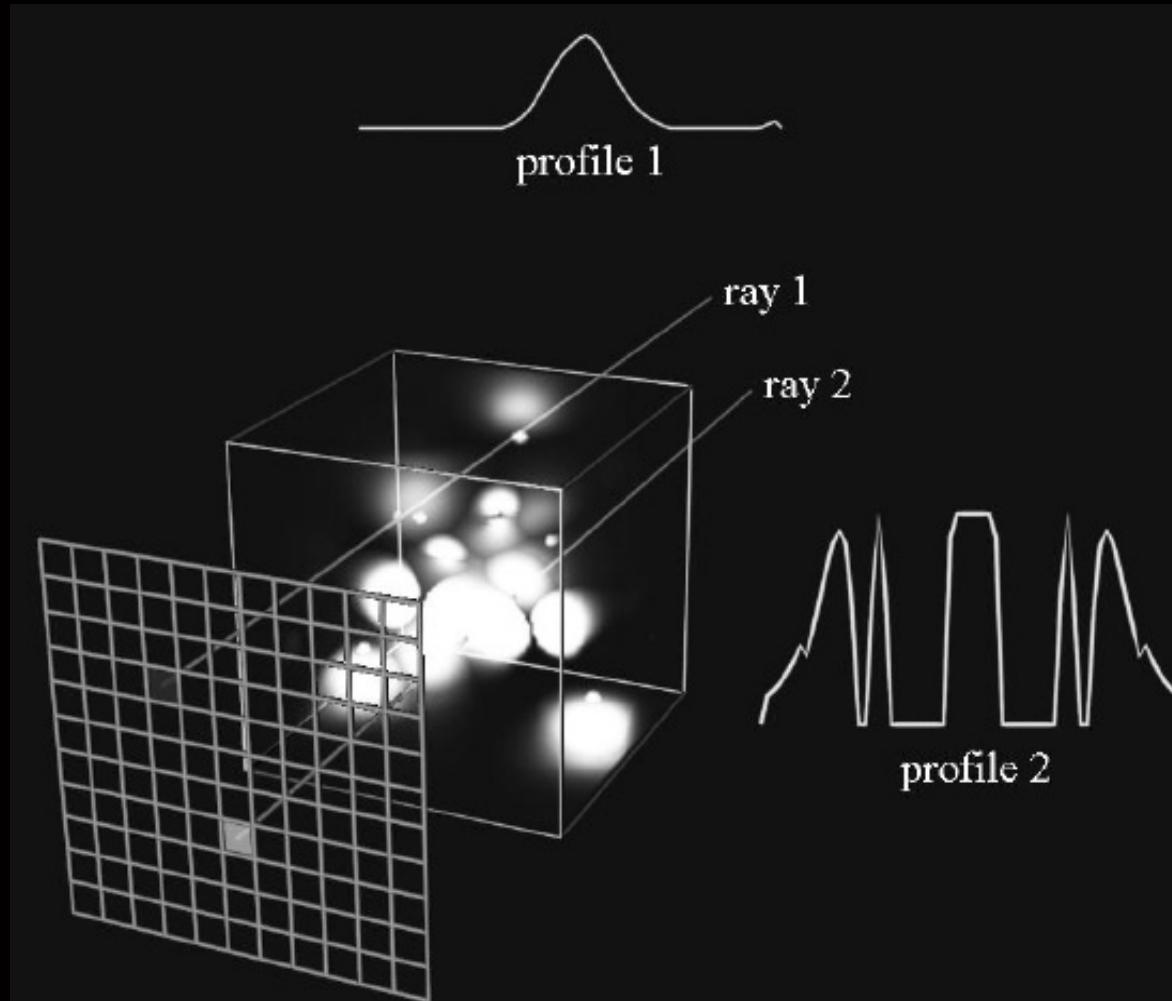
---

- Existen dos métodos tradicionales para llevar a cabo la generación de imágenes en VDV:
  - Ray Casting (Emisión de Rayos): Rayos (simulados por una linea) son emitidos desde la pantalla (uno por cada pixel) hacia el volumen. En la trayectoria de cada rayo se acumulan opacidades al cruzar pixeles y al terminar de cruzar el volumen (o a un valor predeterminado) se refleja el valor de opacidad en el pixel.
  - Splatting (Proyección): se proyectan los voxels uno sobre otro y se acumulan sus valores de densidad.

# Ray-Casting

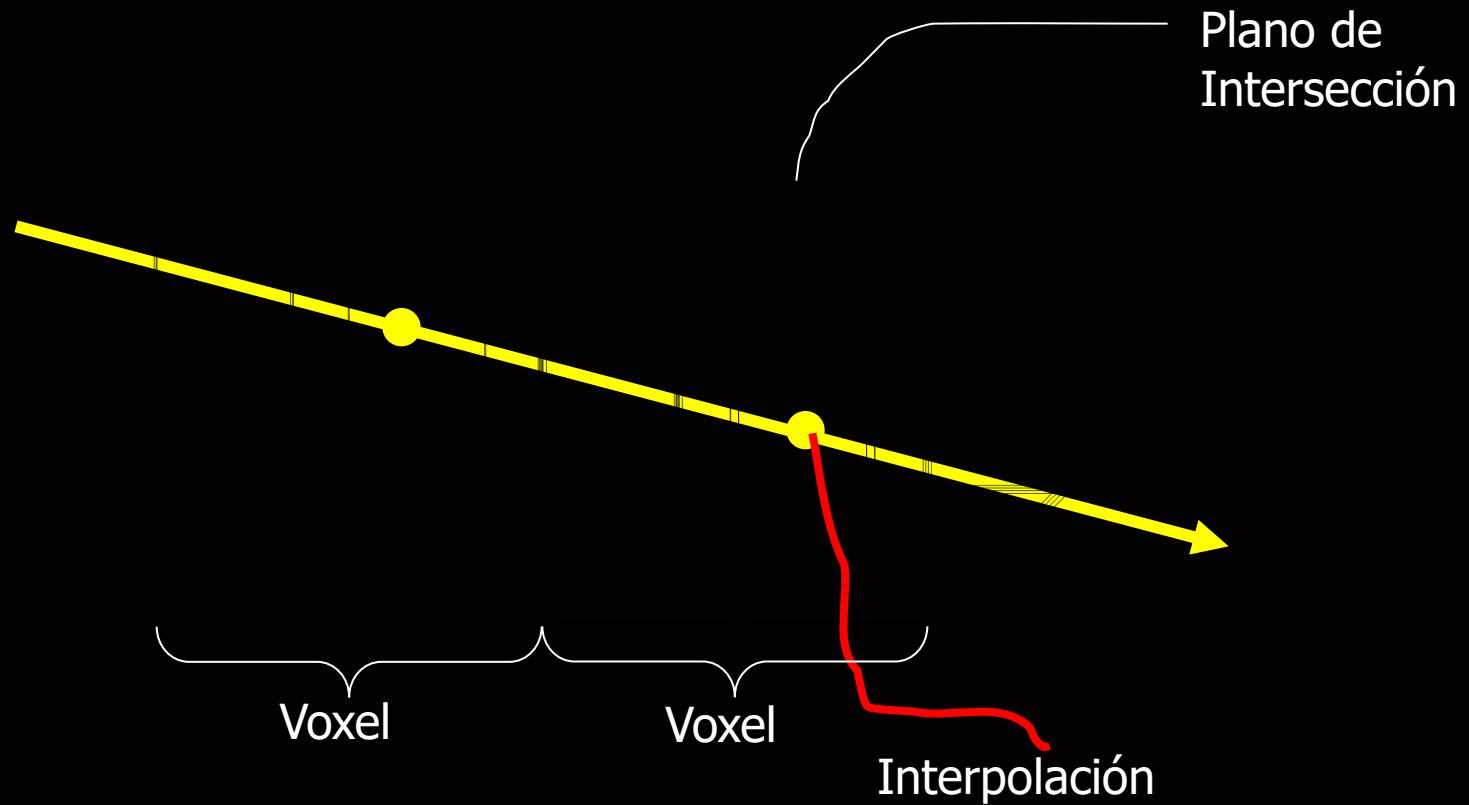


# Ray-Casting



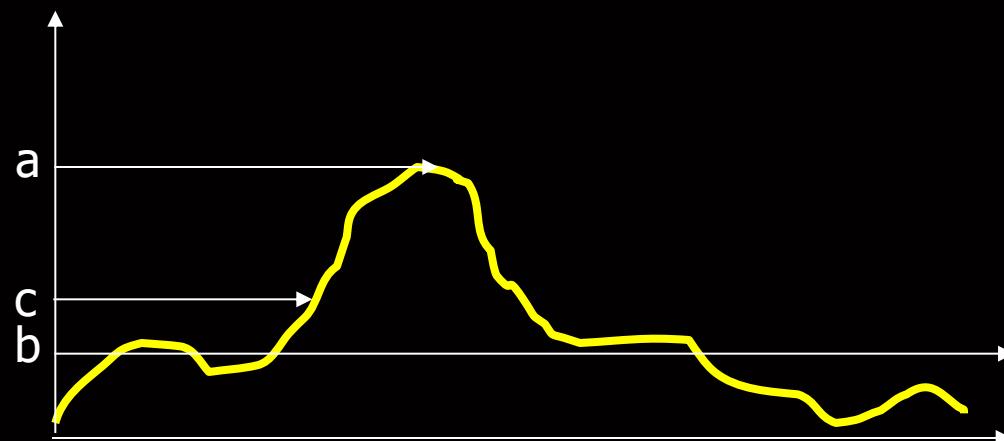
VTK p219

# Interpolación

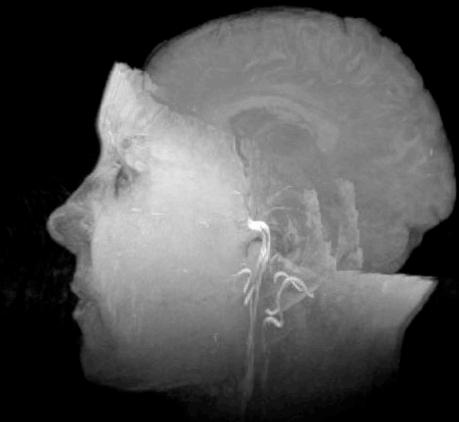


# Esquemas de Proyección

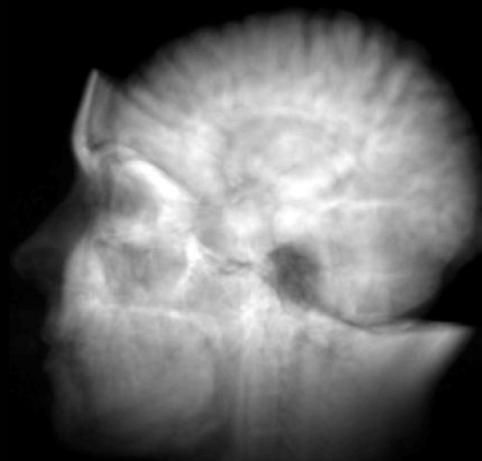
- a) Proyección de Máxima Intensidad (MIP).
  - a) Proyección de Máxima Intensidad Generalizada (GMIP).
- b) Promedio de Opacidades.
- c) Primer Valor de la Proyección (Primer valor mayor o igual a un valor predefinido).
- d) Composición Simple (valor del voxel proporcional a opacidad).
- e) Composición con FT (utilización de funciones de transferencia, a verse después).



# Esquemas de Proyección



MIP



Promedio



Composición Simple

# Integral de Visualización de Volumen

$$I(x) = \int_{x_0}^{x_1} C(s) \rho(s) e^{-\alpha(s)} ds \quad \alpha(s) = \kappa \int_s^{x_1} \rho(t) dt$$
$$C(s) = E(s) + R(s)$$

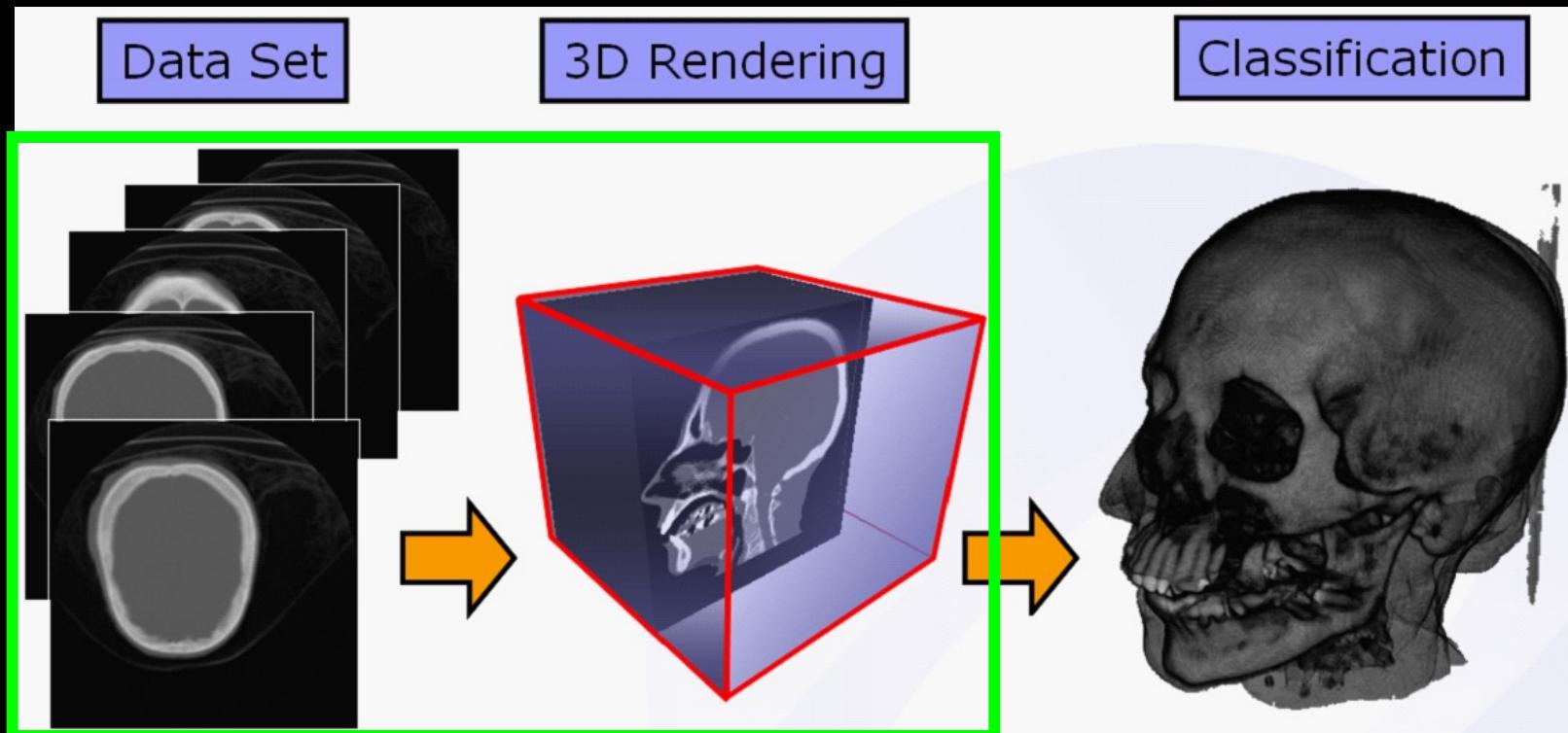
Aproximación:

$$I(x) \approx \sum_i (C(i\Delta s) \rho(i\Delta s) \Delta s) \prod_{j=0}^{i-1} e^{-\rho(j\Delta s)\Delta s}$$

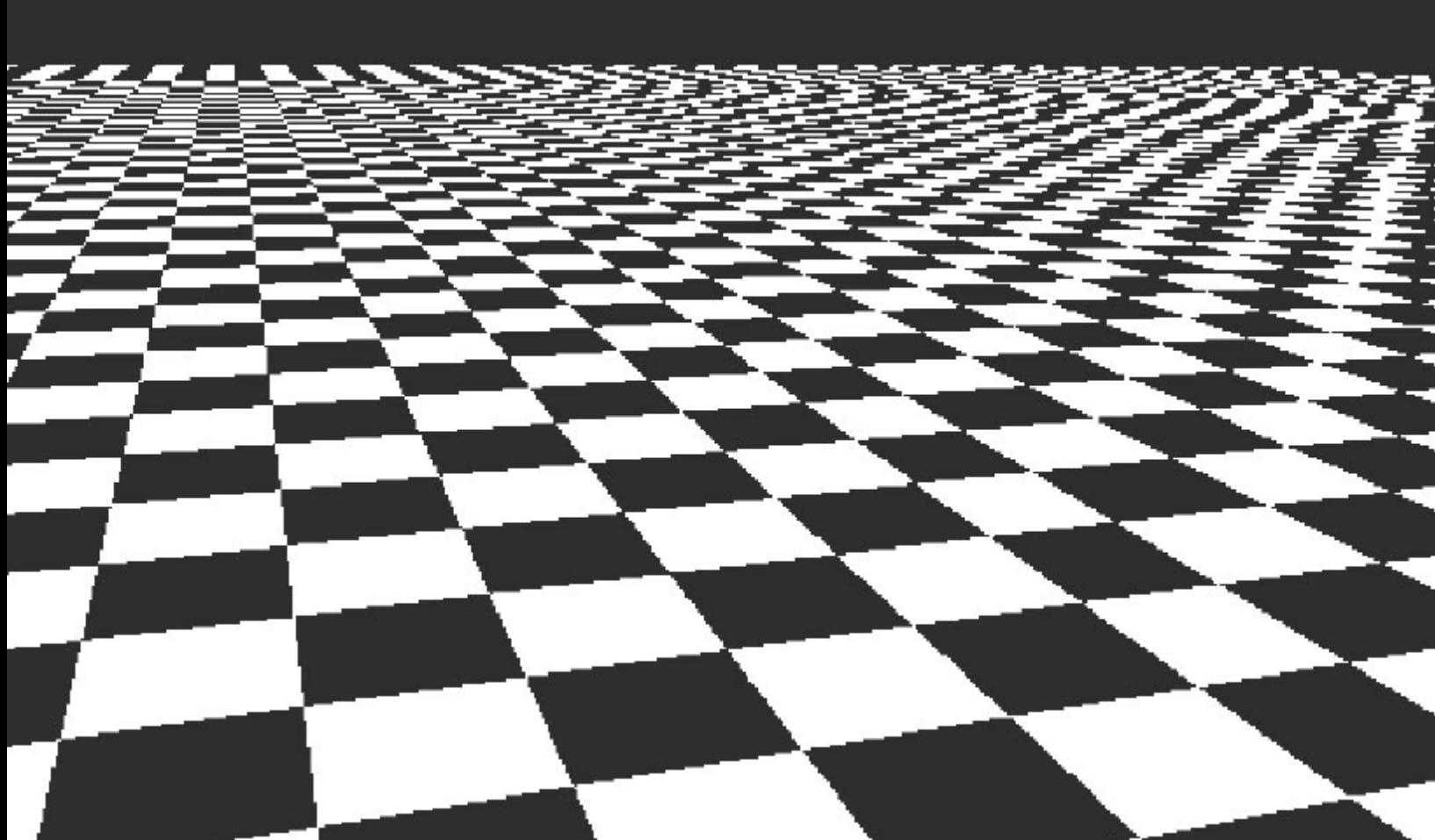
Aproximación eficiente:

$$I(x) \approx \sum_i (C(i\Delta s) \rho(i\Delta s) \Delta s) \prod_{j=0}^{i-1} (1 - \alpha(j\Delta s)) \quad \text{transparencia} \in [0,1]$$
$$\alpha = 1 - \text{transparencia}$$

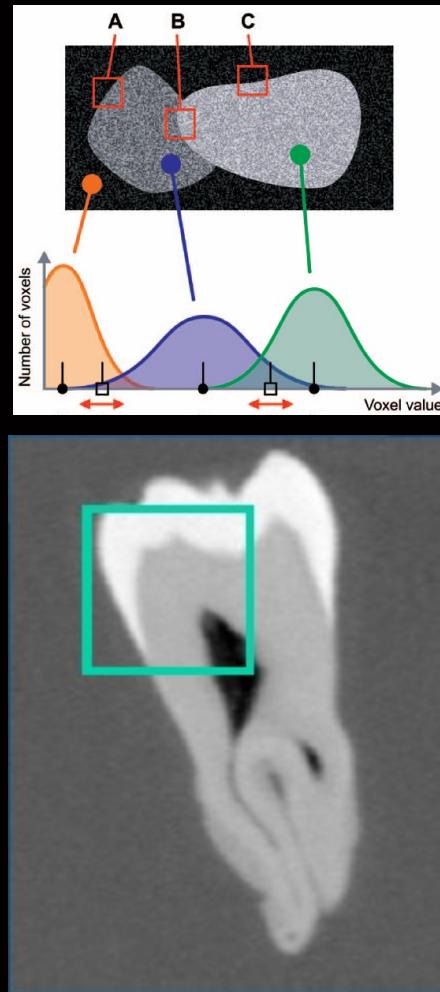
# Proceso de Visualización



# Aliasing Debido a Discretización



# Ejemplo Gráfico



# TF Son Complicadas



# Métodos de Diseño de Funciones de Transferencia

---

- Métodos Manuales (acuerdo y error).
- Detección de características.
- Basados en la imagen.
- Basados en los datos.

# Acierto y Error

Puede Producir  
Imágenes con  
Resultados Muy  
Buenos

Ray Casting

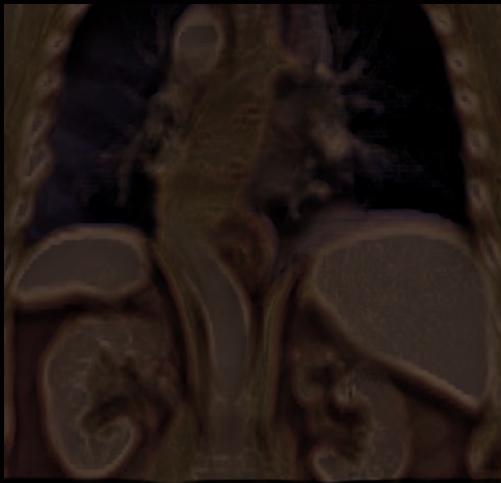


Se necesita de  
experiencia y hasta la  
asistencia de un  
experto  
(segmentación)

Debido a su dificultad,  
necesidad de una interfaz  
“intuitiva”, curva de  
aprendizaje y/o necesidad de  
un experto se ha buscado  
métodos automáticos o  
semi-automáticos.  
(¿Suena Familiar?)



# Ejemplos



Distancia



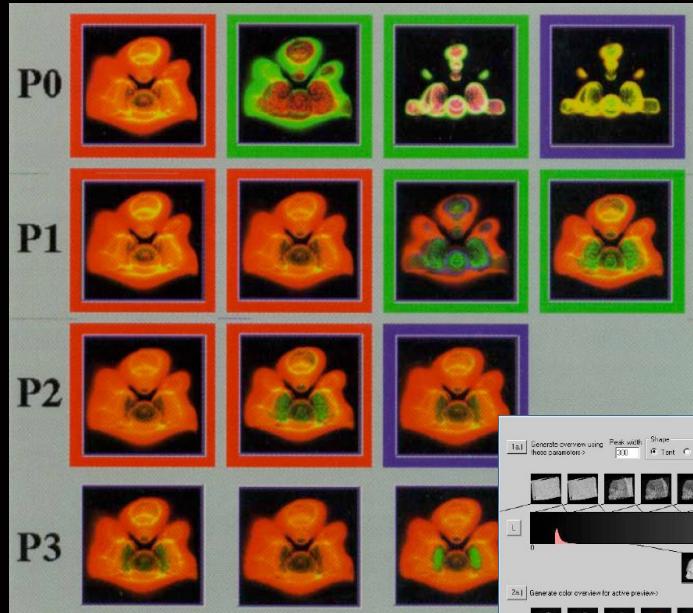
Realce de bordes



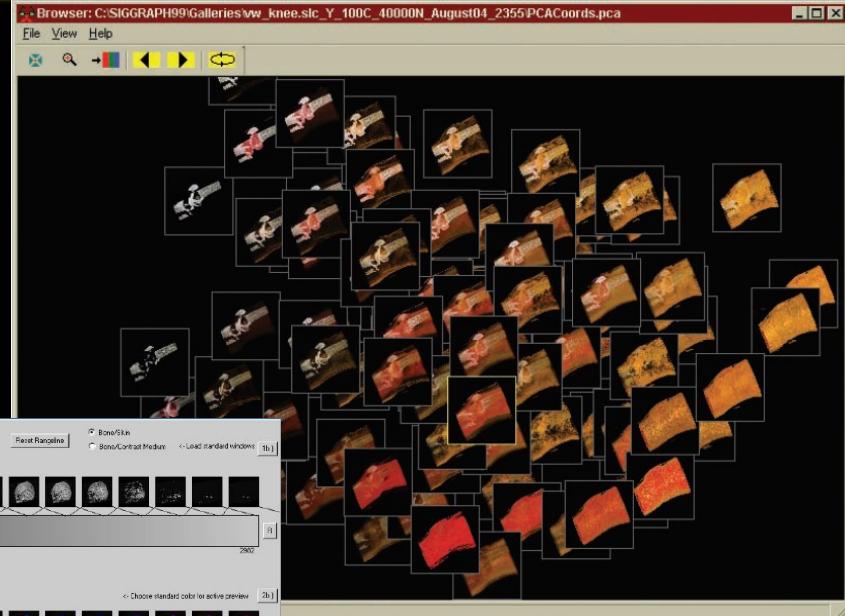
Relativo a la orientación

David Ebert, Penny Rheingans,  
Volume Illustration: Non-Photorealistic Rendering of Volume Models,  
*Proceedings of IEEE Visualization '00*

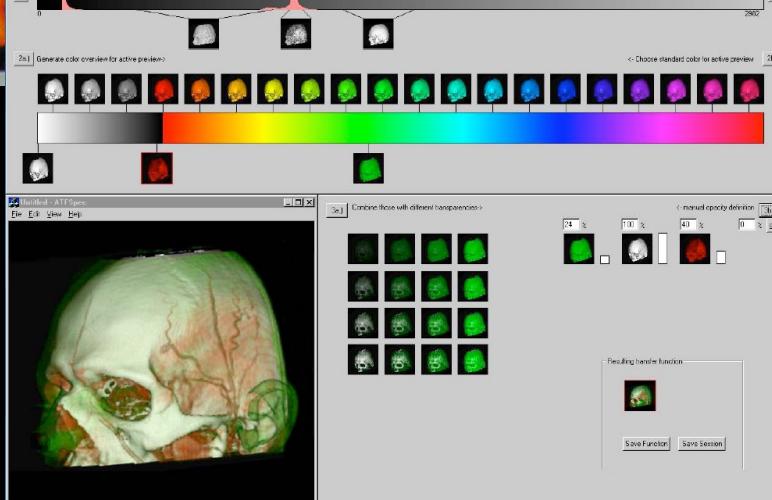
# Ejemplos



Búsquedas  
estocásticas



Galerias



Parametrización de  
thumbnails

# Ejemplos

