

Modelado y Visualización de Volúmenes

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática
Curso 2016-2017

Contenidos

1 Objetivos

2 Introducción

3 Modelado de volúmenes

- Obtención de los datos
- Representación de los datos

4 Visualización de volúmenes

- Visualización mediante isosuperficies
- Visualización directa por Ray-Tracing
- Visualización directa basada en texturas

5 Grandes modelos volumétricos

Objetivos

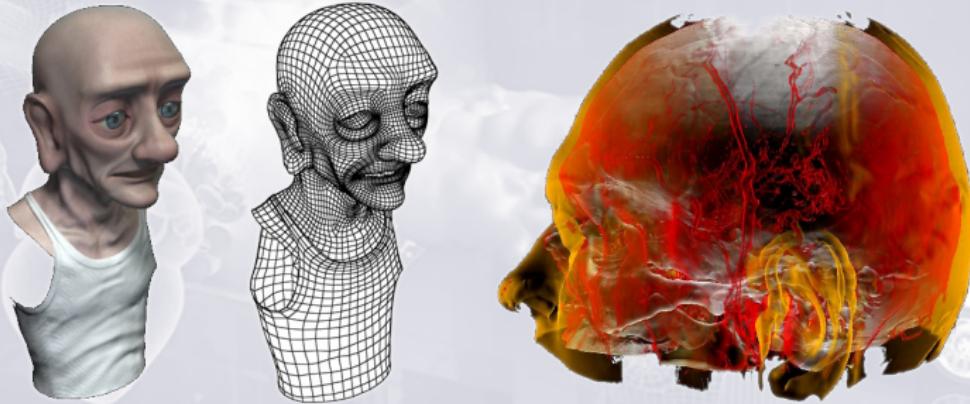
- Comprender lo que es un modelo volumétrico
- Entender las distintas etapas desde la captura de los datos hasta la visualización
- Saber discernir en qué aplicaciones son útiles los modelos volumétricos

Introducción

Modelos geométricos y volumétricos

- Modelos geométricos
 - ▶ Representan la geometría de un objeto, su frontera
 - ▶ Se considera que el objeto es homogéneo en su interior

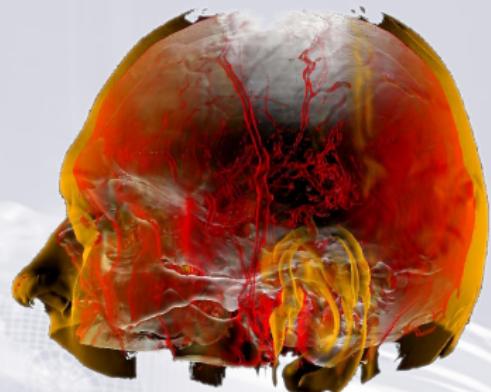
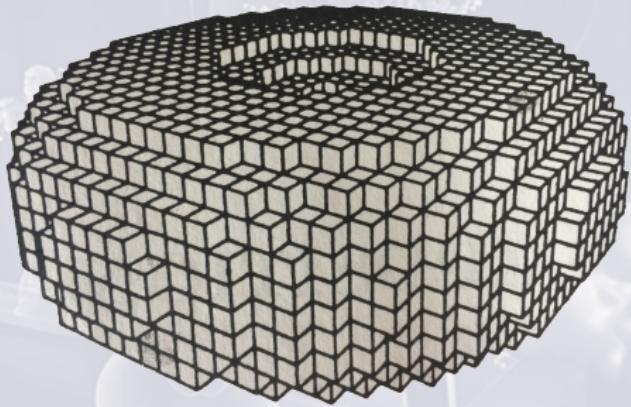
- Modelos volumétricos
 - ▶ Representan propiedades espacialmente localizadas
 - ▶ El interior es heterogéneo en cuanto a su material o propiedades



Modelo de volumen

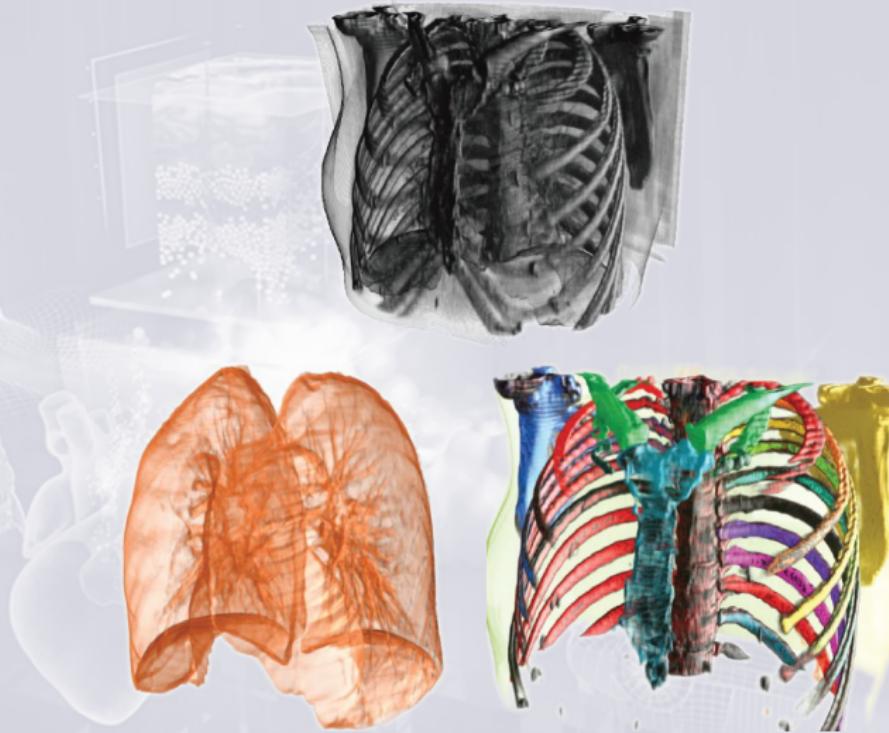
- Se representa la heterogeneidad del interior de un objeto

$$V \subset \mathbb{R}^3 \longrightarrow \Gamma$$



Visualización de volúmenes

- Se obtiene una imagen a partir de un modelo de volumen



Modelado vs. Visualización de volúmenes

- **Modelado de volúmenes**

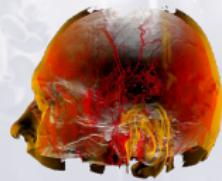
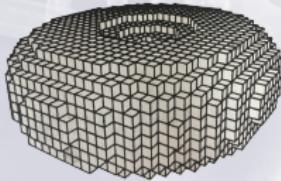
- ▶ Representación de la heterogeneidad de información de un objeto, estando esta **información localizada espacialmente**

- **Visualización de volúmenes**

- ▶ Obtención, a partir del modelo, **de imágenes que muestren de manera eficiente y precisa la información representada**

- Ambas disciplinas trabajan conjuntamente

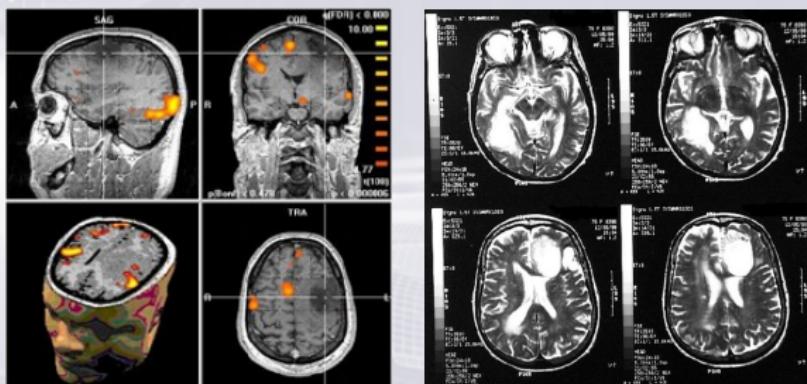
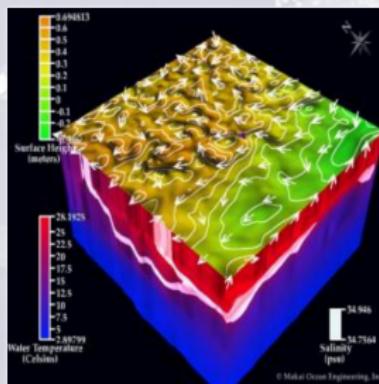
- ▶ Uno de los objetivos principales de un modelo de volumen es ser visualizado



Obtención de los datos

Muestreo

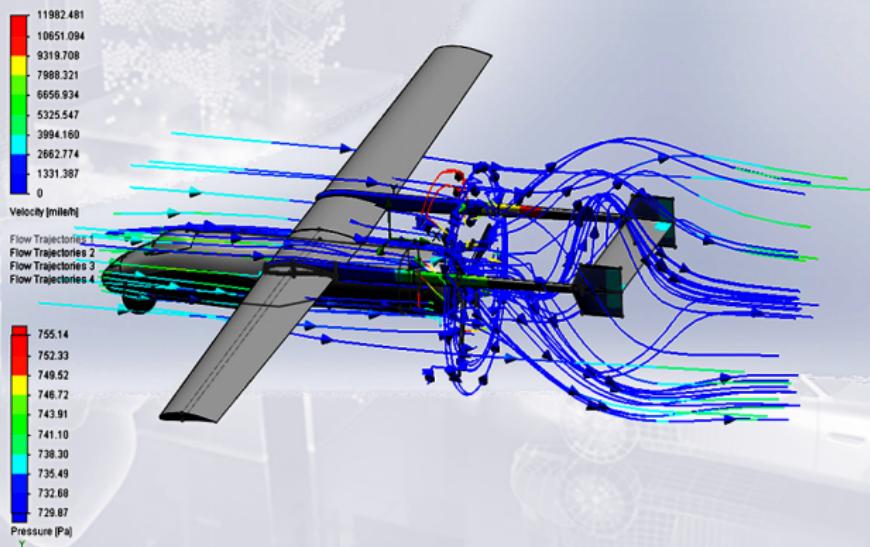
- Los datos se obtienen discretizando el objeto o fenómeno real
- Para cada punto muestreado se *miden* los datos a representar, ya sean datos escalares o vectoriales



Obtención de los datos

Simulación

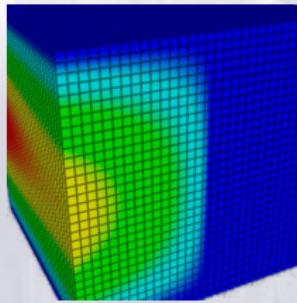
- Los datos los genera la simulación de un fenómeno físico mediante un ordenador
- Se *miden* los datos a representar en los puntos del modelo



Representación de los datos

Enumeración espacial regular

- Es la forma natural de representar un volumen
- Se considera el espacio particionado en cubos de igual tamaño y alineados con los ejes
- Cada cubo almacena los datos del espacio que representa
- Esta estructura proporciona de manera implícita
 - ▶ La posición geométrica de los datos
 - ▶ La conexión topológica de unos datos con otros

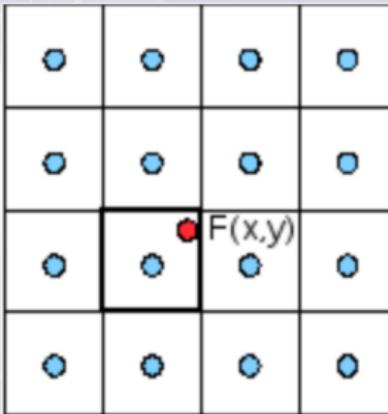


Enumeración espacial regular

Vóxeles vs. Celdas

• Vóxel

- ▶ La posición de los datos se encuentran en el **centro** de los cubos
- ▶ El voxel es **homogéneo** en cuanto a la información representada
- ▶ El equivalente en volumen a un píxel. Voxel = **Volume element**

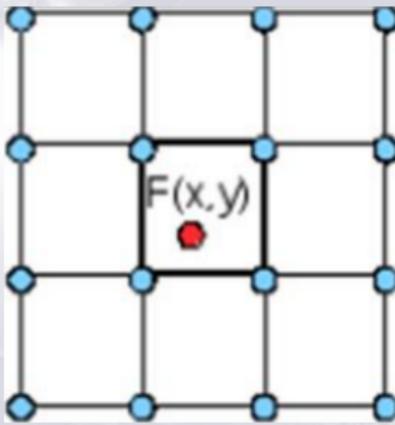


Enumeración espacial regular

Vóxeles vs. Celdas

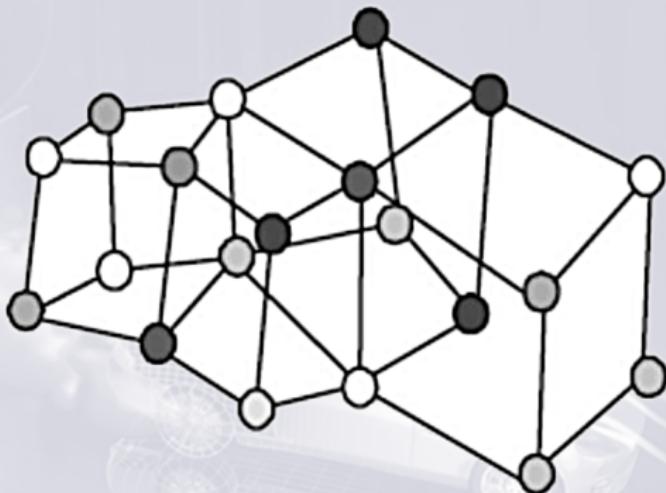
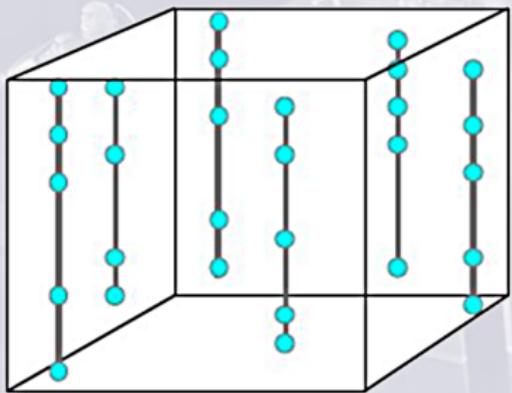
- **Celda**

- ▶ Los datos se encuentran en las **esquinas** de los cubos
- ▶ La celda es **heterogénea**
- ▶ Cualquier dato interior de la celda se obtiene por interpolación
 - ★ Normalmente interpolación trilineal



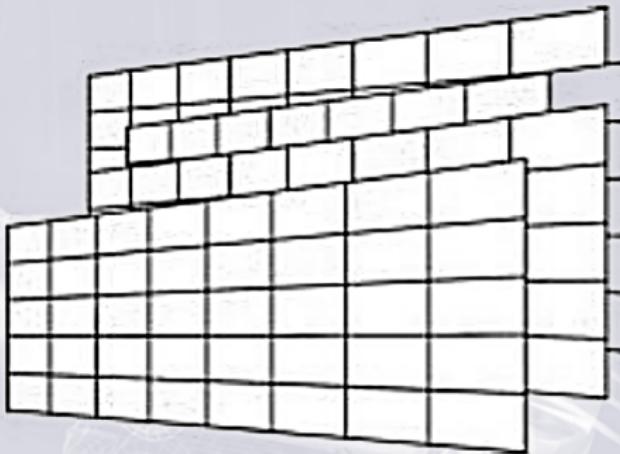
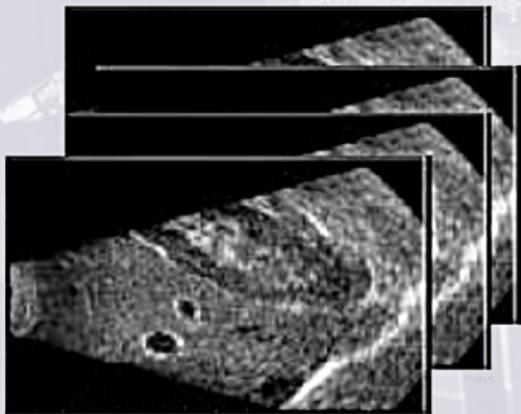
Otras representaciones (1)

- Según el modo de adquisición
 - A partir de estudios geofísicos
 - Se toman muestras en verticales en distintas posiciones
 - Da lugar a una rejilla no estructurada



Otras representaciones (2)

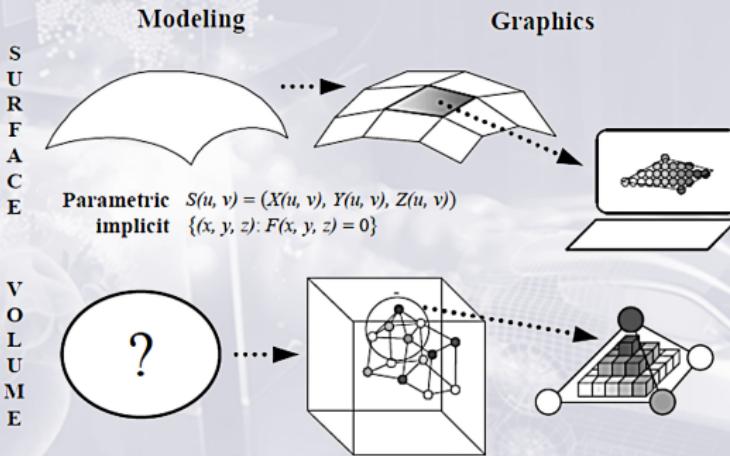
- Según el modo de adquisición
 - ▶ A partir de ecografías
 - ★ El ecógrafo se posiciona y orienta libremente
 - ★ El haz de ultrasonidos tiene forma triangular



Modelo de volumen

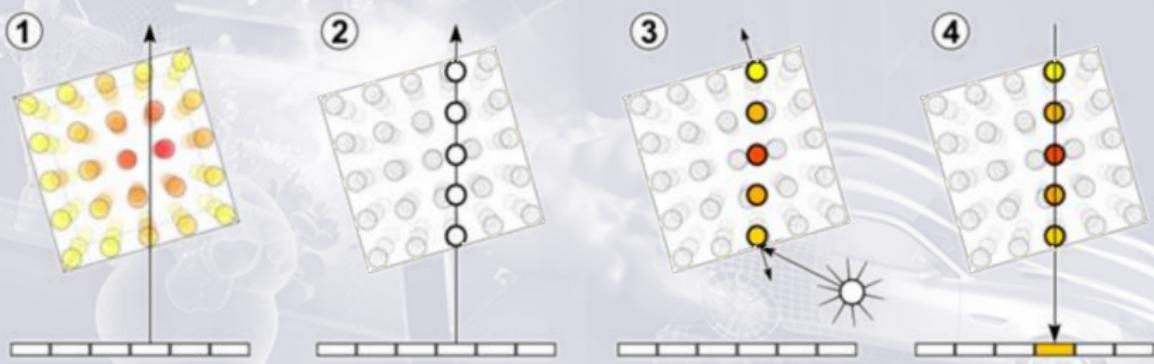
$$V \subset \mathbb{R}^3 \longrightarrow \Gamma$$

- Una colección de muestras NO es un modelo de volumen
- Se necesita una estimación en los puntos no muestreados
- Si lo comparamos con un modelo de superficie



Visualización de volúmenes

- La idea que subyace es la misma que en cualquier rendering
 - ▶ Calcular, para cada píxel,
el color que mejor muestre el modelo proyectado en ese píxel
 - ★ Se determinan qué muestras se proyectan en el píxel
 - ★ Se calcula un color para cada muestra
 - ★ Se componen los distintos colores en uno solo, el del píxel



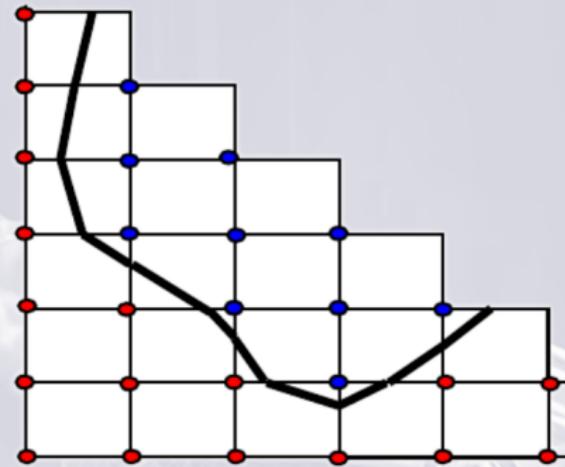
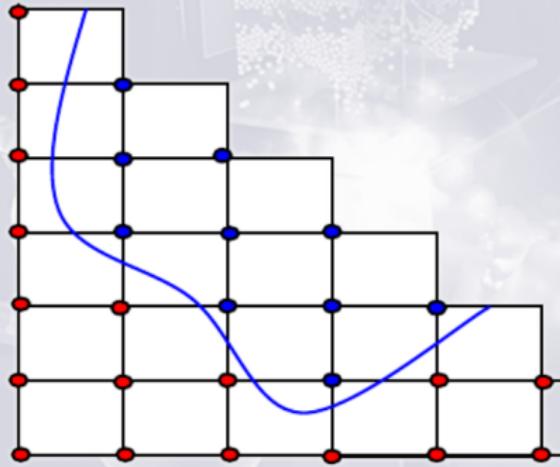
Visualización mediante isosuperficies

- Se elige el dato y valor a visualizar, el isovalor γ_0
- Se obtiene, a partir del volumen, la isosuperficie $f(x, y, z) = \gamma_0$
 - ▶ Puede construirse como una malla poligonal, y visualizarse como tal
 - ▶ O bien visualizarse directamente mediante Ray Tracing



Isosuperficie como malla poligonal

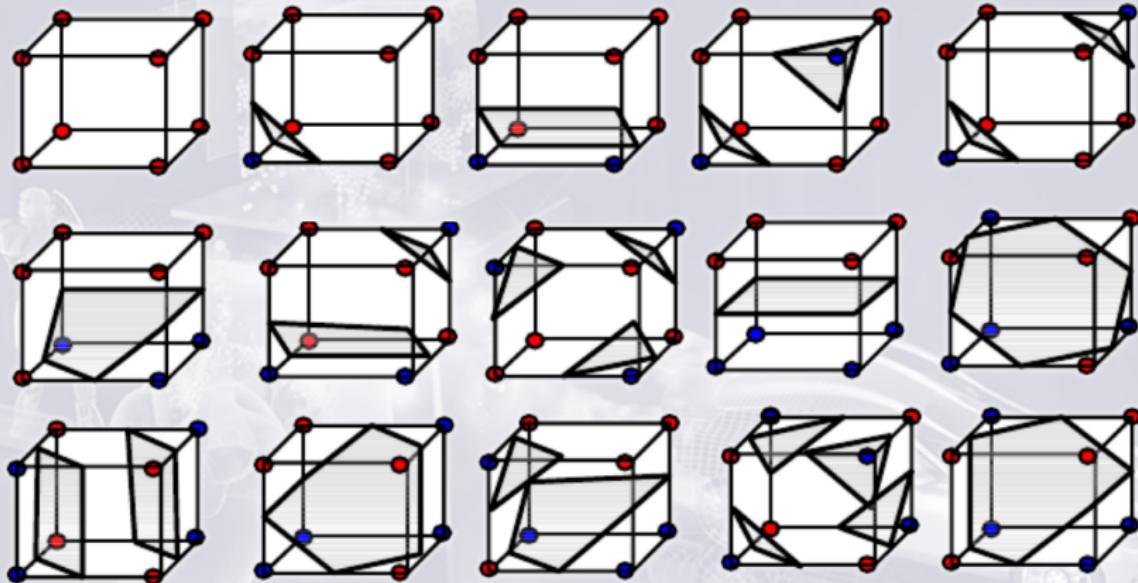
- La isosuperficie se construye explícitamente
- Se aproxima mediante una malla poligonal
- La malla se construye celda a celda



Construcción de la malla poligonal 3D

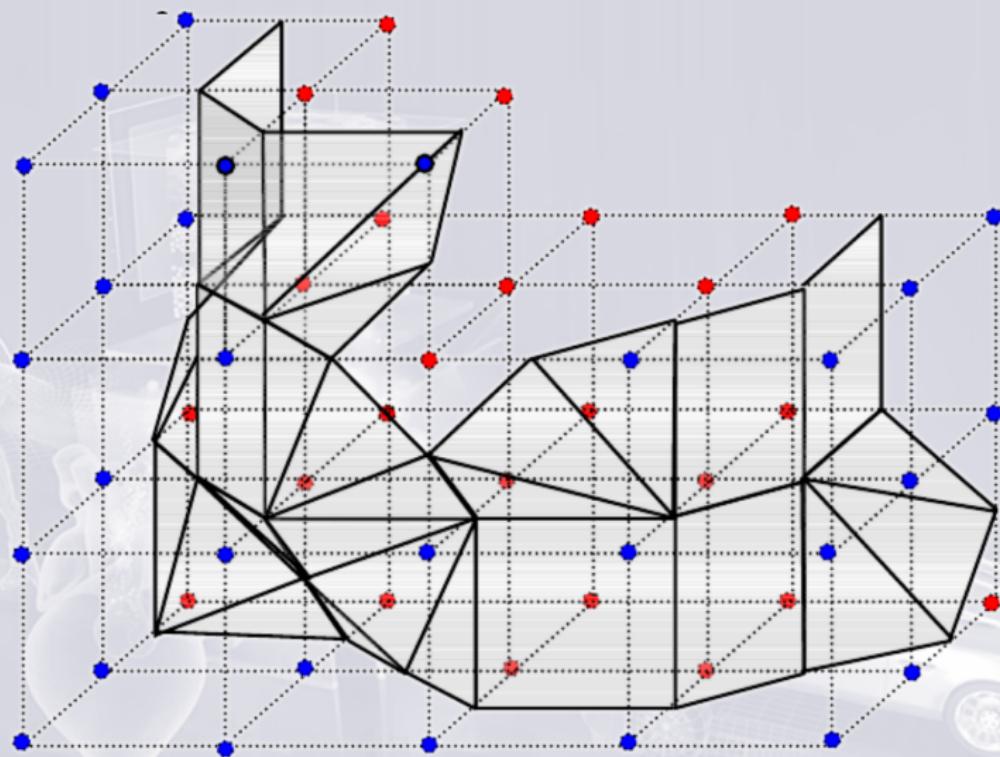
Propuesta de Lorensen en [Lorensen,1987]

- Calcula que hay 15 configuraciones posibles para una celda 3D



Construcción de la malla poligonal 3D

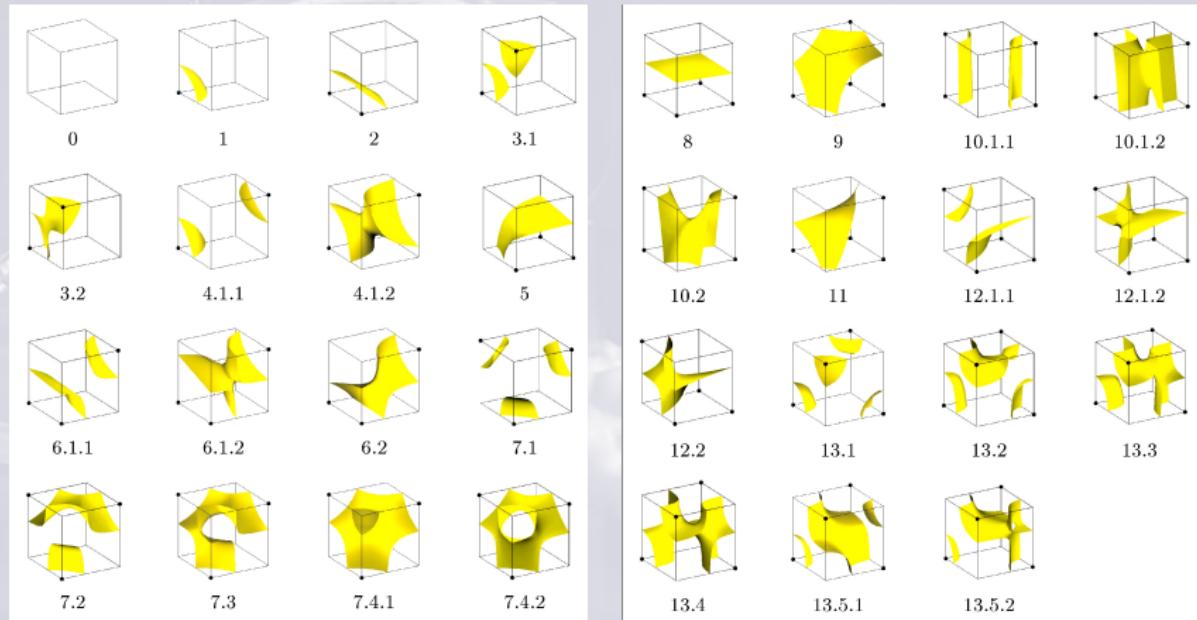
Ejemplo



Construcción de la malla poligonal 3D

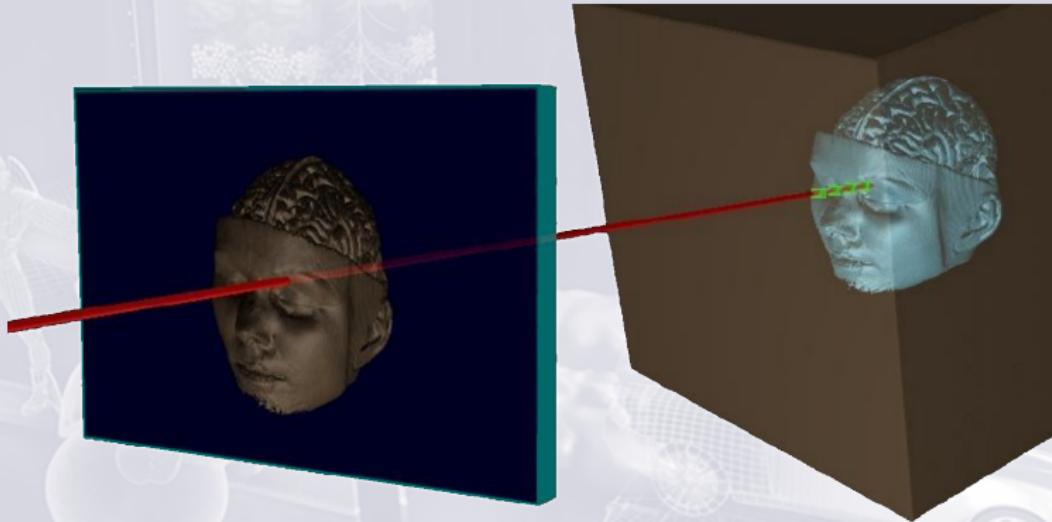
Propuesta de Lopes, en [Lopes,2003]

- Establecen 31 configuraciones, topológicamente correctas



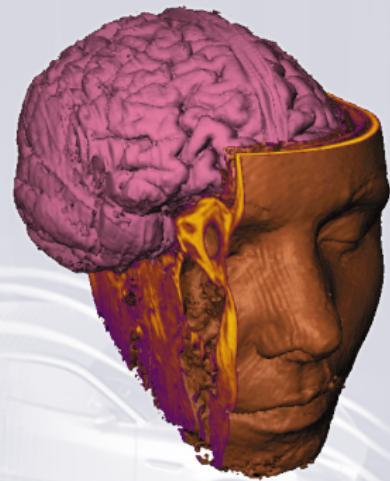
Isosuperficie mediante Ray Tracing

- No se construye previamente la isosuperficie
- Se aplica directamente Ray Tracing



Visualización de varias isosuperficies

- Se establecen varios isovalores y obtienen varias isosuperficies
- Se visualizan conjuntamente mediante transparencias o recortes



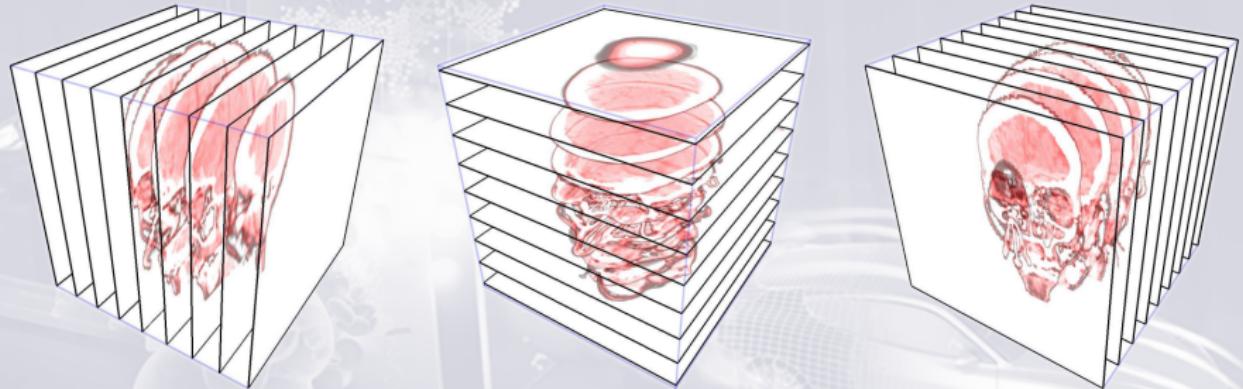
Visualización directa por Ray-Tracing

- Se visualiza el volumen completo
 - ▶ Correspondencia entre valores de propiedad y colores RGBA
 - ▶ En cada vóxel se crea una esfera con su color RGBA
 - ▶ Se aplica un Ray Tracing clásico



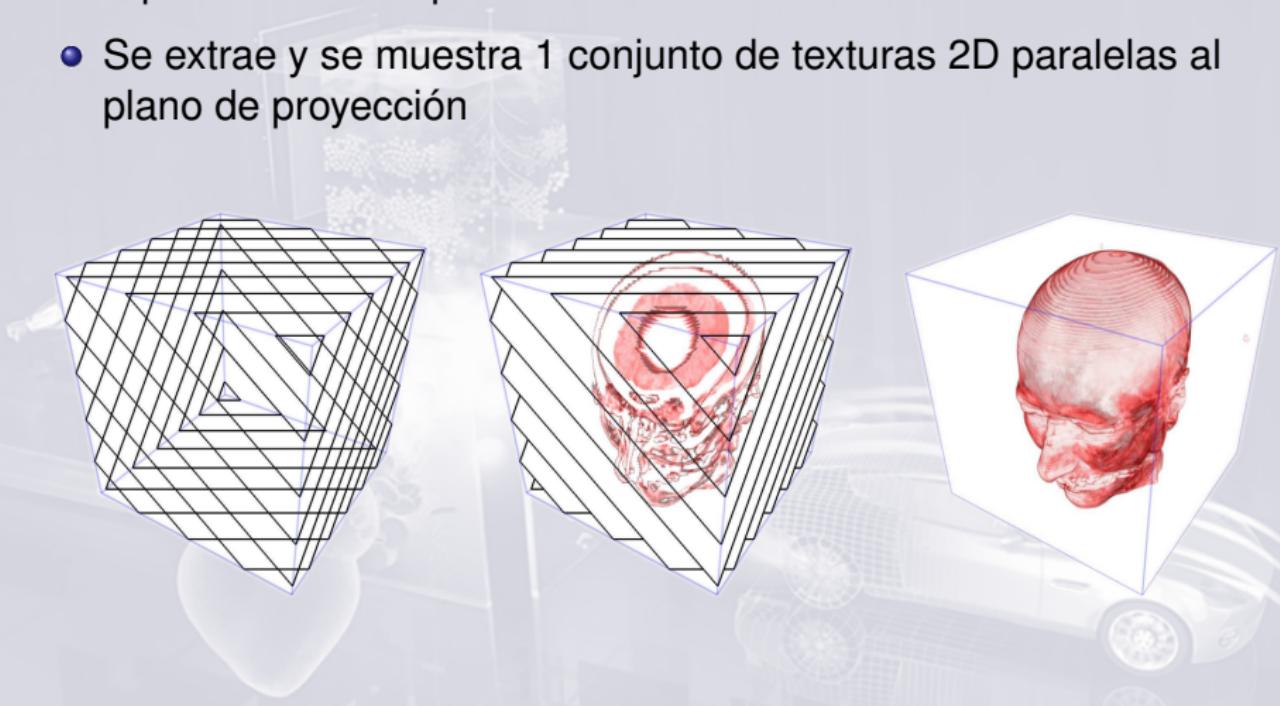
Visualización directa basada en texturas 2D

- Se extraen 3 conjuntos de texturas 2D alineadas con los ejes
- Se muestran unas u otras según el ángulo de visión



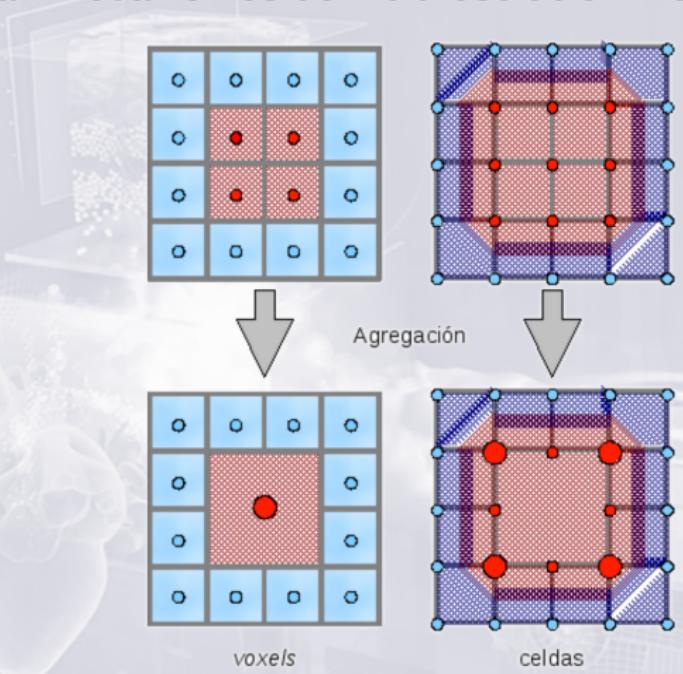
Visualización directa basada en texturas 3D

- A partir de un bloque de textura 3D
- Se extrae y se muestra 1 conjunto de texturas 2D paralelas al plano de proyección



Grandes modelos volumétricos

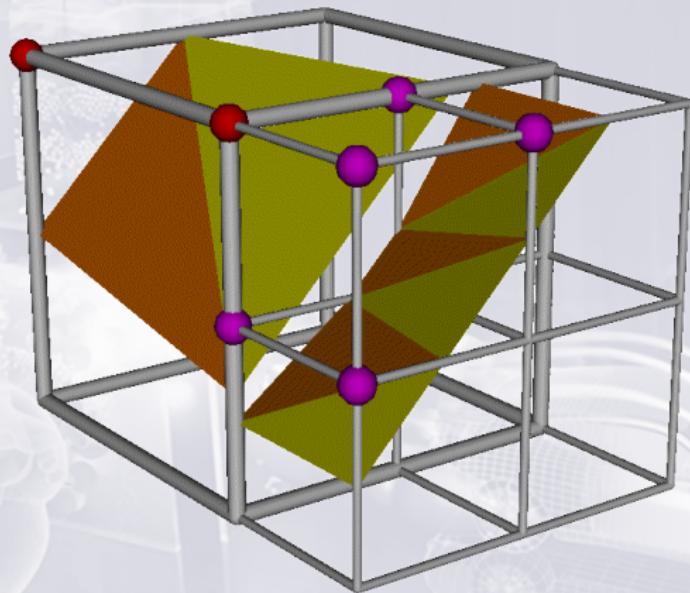
- Plantean los mismos problemas que los modelos poligonales
- Se utilizan mecanismos de multiresolución mediante agregación



Modelos volumétricos multiresolución

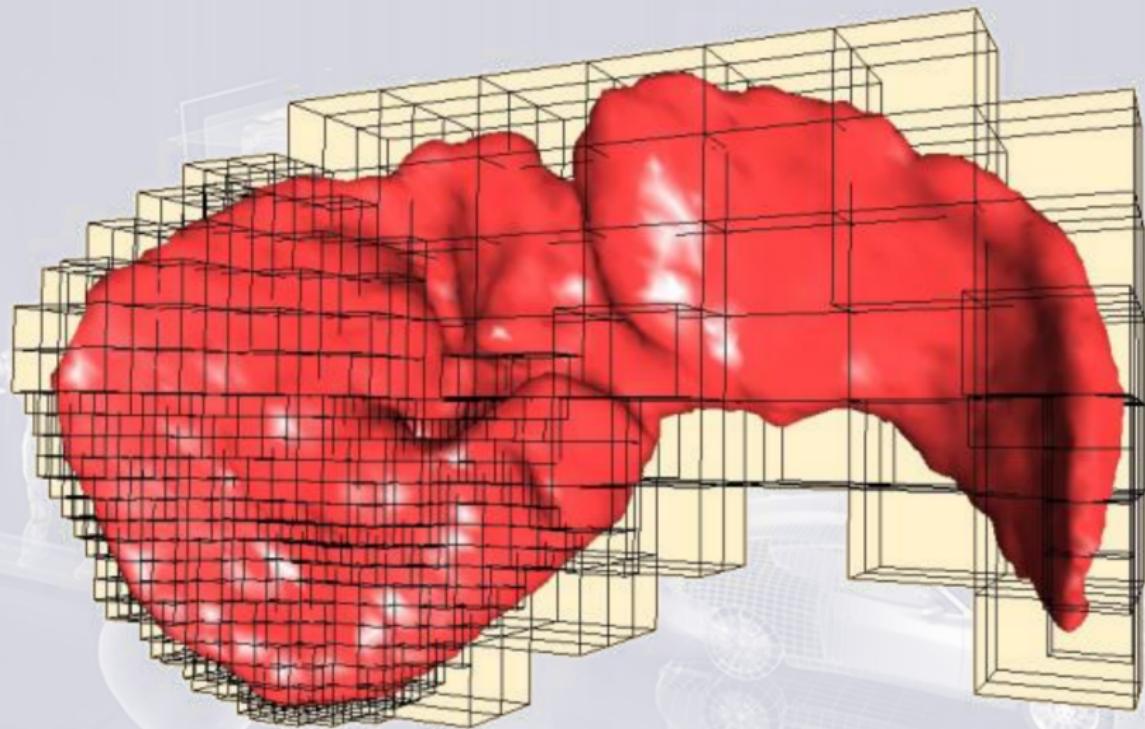
Problemas al construir la isosuperficie

- Se pueden producir isosuperficies con agujeros



Modelos volumétricos multiresolución

Ejemplo



Referencias

Lopes,2003 Lopes, A. and Brodlie, K.;

Improving the robustness and accuracy of the marching cubes algorithm for isosurfacing;

IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, 9(1):16-29. 2003.

Lorensen,1987 Lorensen, W.E. and Cline, H.;

Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm;
ACM Computer Graphics, 21(4):163-169. 1987.

Modelado y Visualización de Volúmenes

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática
Curso 2016-2017

Parte de este material ha sido realizado en colaboración con Francisco Javier Melero Rus