



Visibilidad de escenas

Introducción

Grafos de escena

Volúmenes de inclusión

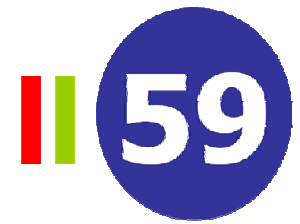
Partición del espacio

Introducción



- Descripción del problema
 - Determinar la visibilidad en escenas complejas
 - Evitar dibujar geometría redundante
- La idea básica
 - no dibujar lo que no se ve
 - Fuera de la vista
 - selección de los objetos que se encuentran fuera de la pirámide de visualización (view-frustum culling)
 - Oculto por objetos
 - selección de los objetos ocultos por otros (occlusion culling)
- La pregunta
 - ¿porqué nuevas técnicas?
 - Geometría fuera de la vista
 - Problema resuelto por el recortado (Clipping)
 - Geometría oculta
 - Problema resuelto por el Z-buffer
- La respuesta
 - Incrementar la eficiencia
 - El recortado y el Z-buffer tienen un coste lineal con el número de primitivas

Introducción

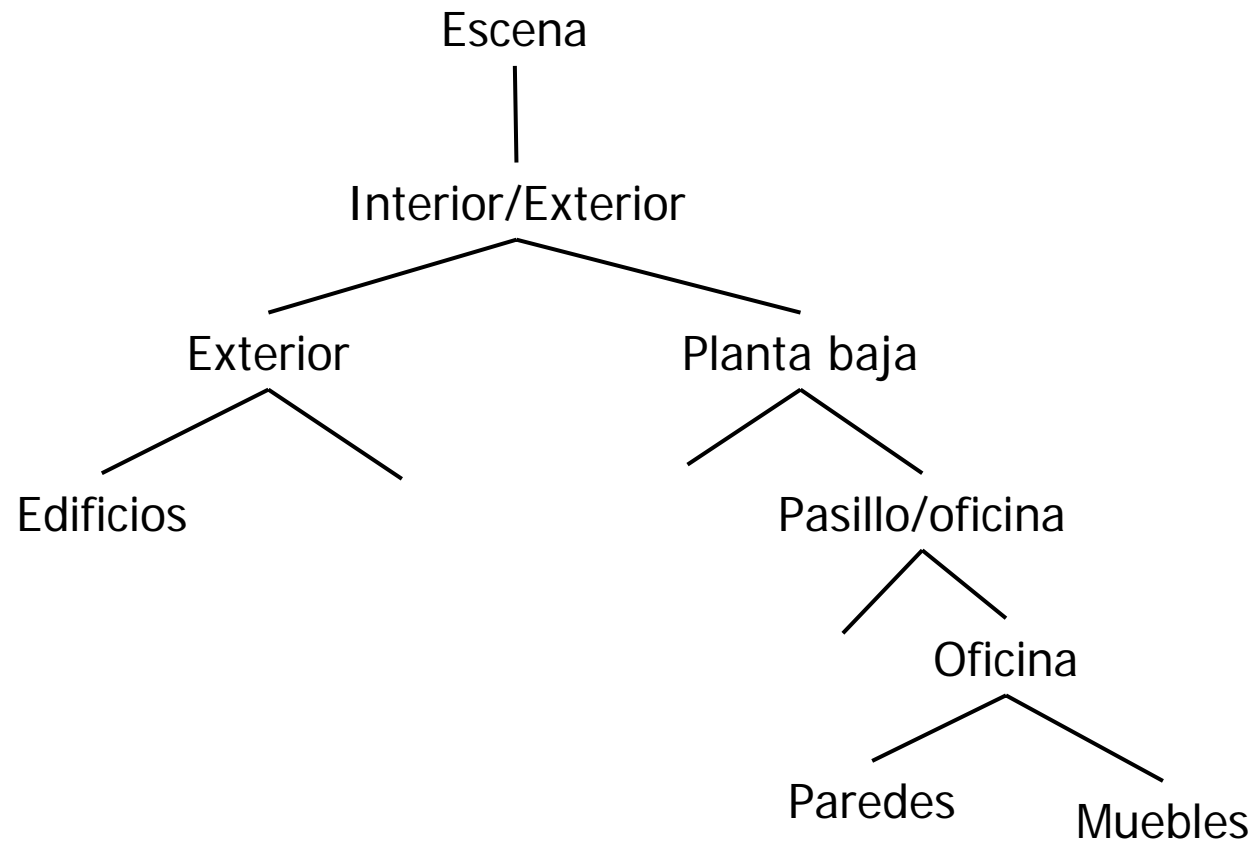


- **Objetivo:**
 - Eliminar rápidamente porciones grandes de la escena que no serán visibles en la imagen final
 - No se pretende una solución exacta, sino una manera rápida de realizar una estimación conservativa de las primitivas que serán visibles
 - El Z-buffer y el recortado ya darán la solución exacta
 - Esta estimación conservativa se llama conjunto potencialmente visible (potentially visible set – PVS)
- **Solución**
 - Organización jerárquica de escenas
 - Grafos de escena
 - Árboles de volúmenes de inclusión
 - Árboles de subdivisión espacial (BSPs)
 - Preproceso
 - Estructura de datos secundaria
 - No construida en tiempo real
 - Dificultad para representar objetos dinámicos

Introducción

- Ejemplo

- Los nodos pueden independizar las partes de la escena



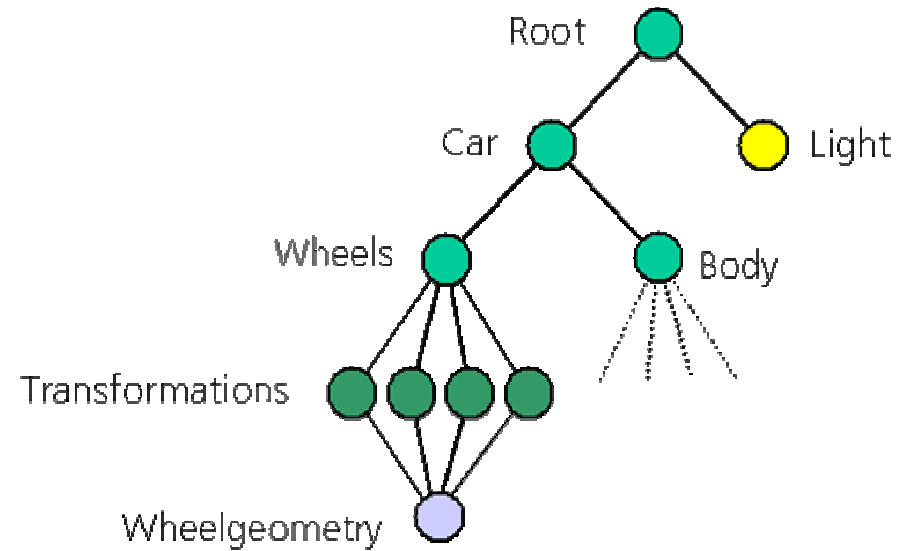
Introducción



- El proceso de visibilidad
 - Utilización de jerarquía (Culling)
 - Eliminación de las partes de la escena que no intersectan con el volumen de la vista
 - Precalcular la visibilidad desde cualquier vista
 - Determinación exacta de visibilidad
 - Recortado
 - Eliminación de caras traseras
 - Eliminación de caras ocultas
 - Explotar coherencia (similitudes entre entidades vecinas)

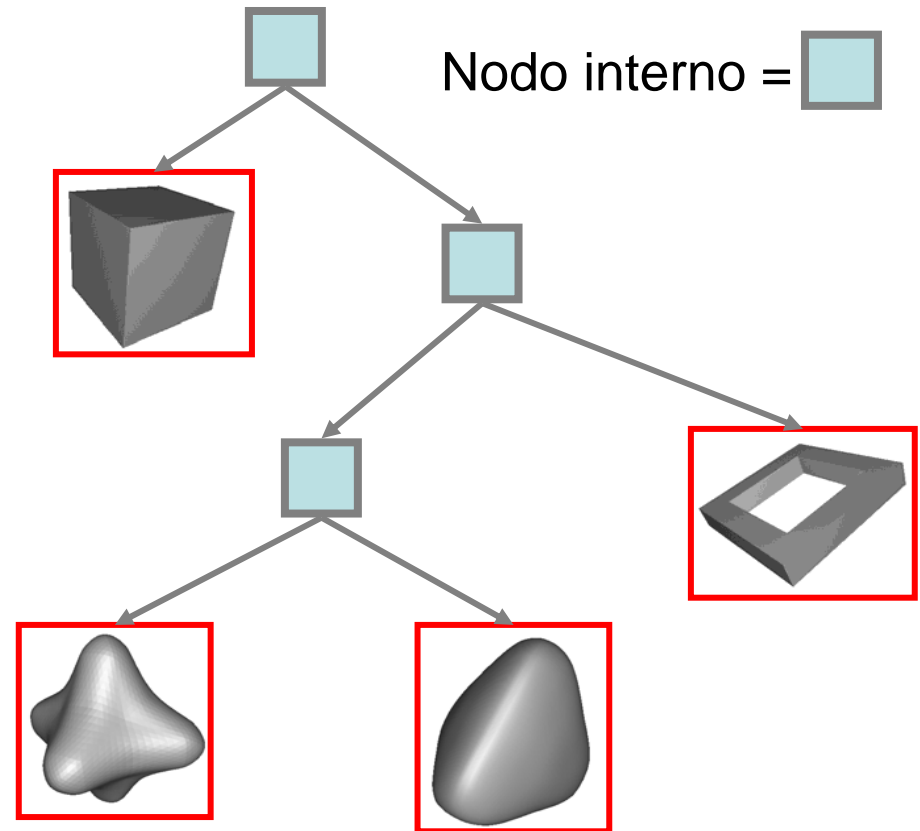
Introducción

- Estructuras de datos espaciales
 - Estructuras de datos que organizan la geometría en 2D, 3D o dimensiones superiores
 - Procesamiento eficiente
 - Mejora en las consultas de $O(n)$ a $O(\log n)$
 - Distintos ámbitos de aplicación
 - Determinación de visibilidad
 - Cálculo de intersecciones
 - Detección de colisiones
 - Aceleración de la iluminación global



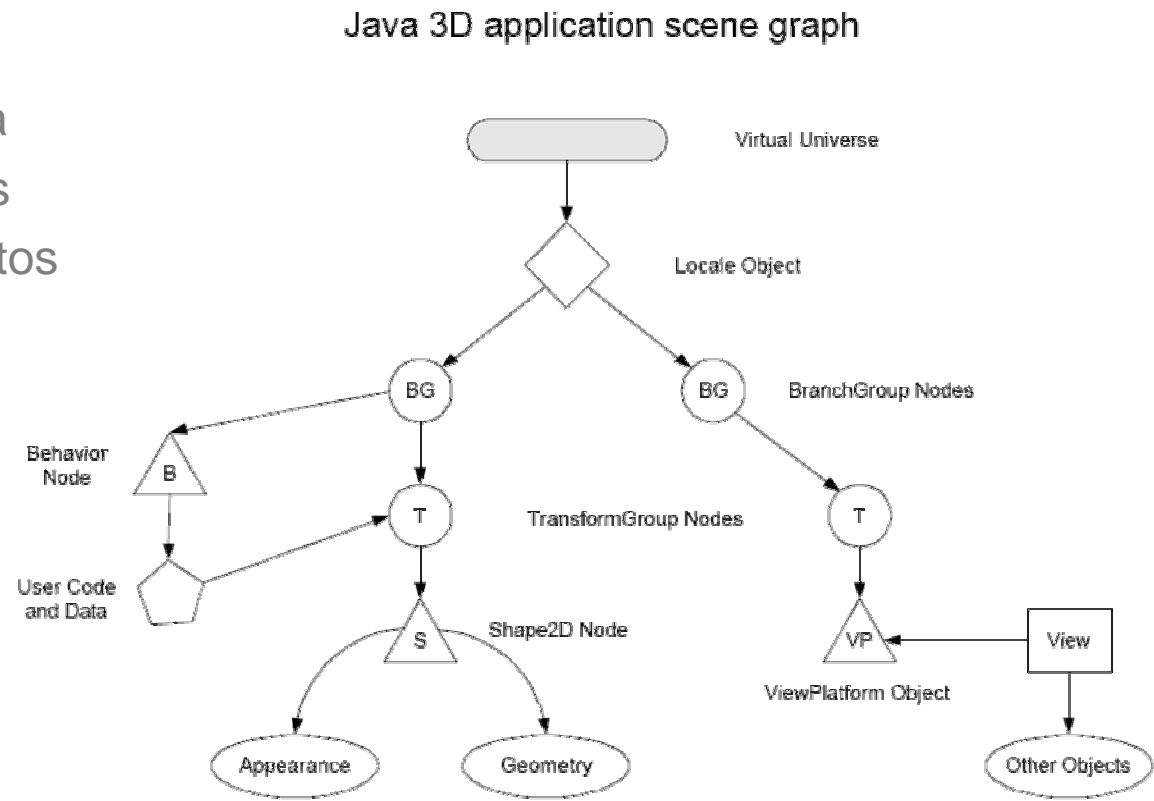
Grafos de escena

- El grafo de escena
 - Grafo acíclico dirigido
 - Un árbol n-ario sin bucles
 - Aplicaciones
 - Aceleración de la visualización (Culling)
 - Detección de colisiones
 - Animación de objetos
 - Ordenación por estados de visualización (similitud de materiales, texturas, ...)
 - APIs
 - OpenInventor
 - Java3D
 - VrmI
 - Open Scene Graph

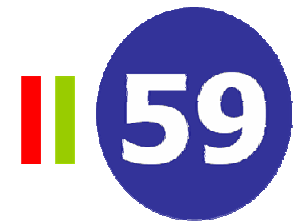


Grafos de escena

- Componentes de un grafo de escena
 - Formas (materiales y texturas)
 - Grupos y transformaciones
 - Luces
 - Puntos de vista
 - Niebla y fondos
 - Comportamientos
 - Sonidos



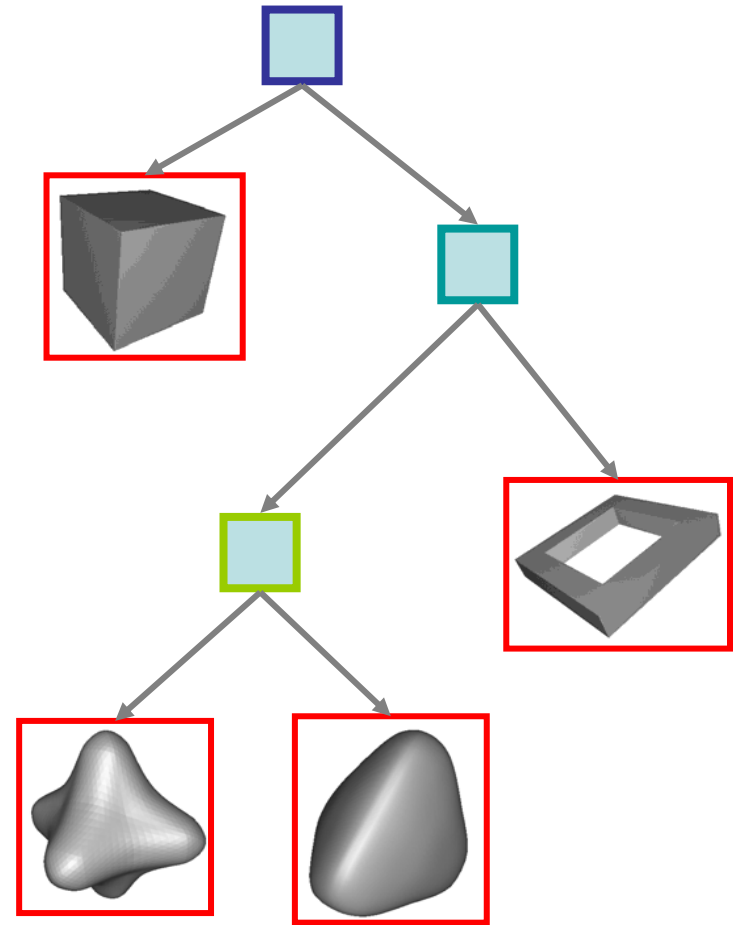
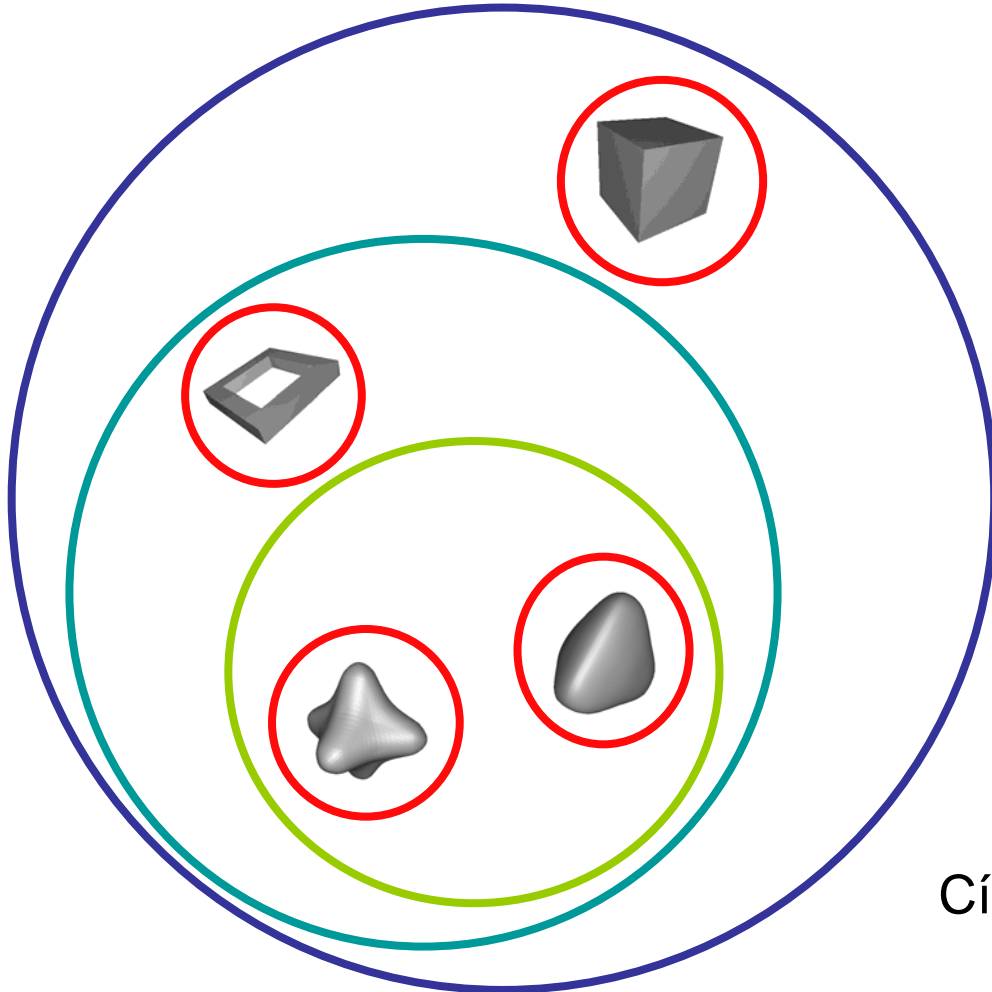
Grafos de escena



- Terminología
 - Nodo. Elemento de un grafo de escena
 - Grupos: nodos con hijos
 - » Transformaciones, nodos de opción, nivel de detalle, etc.
 - Hojas: nodos sin hijos
 - » Formas, luces, sonidos, etc.
 - Nota: cada nodo sólo tiene un padre
 - Componentes de un nodo. Conjunto de atributos
 - Geometría de una forma
 - Color de una forma
 - Sonido
 - Nota: Un componente puede referenciarse por más de un objeto

Grafos de escena

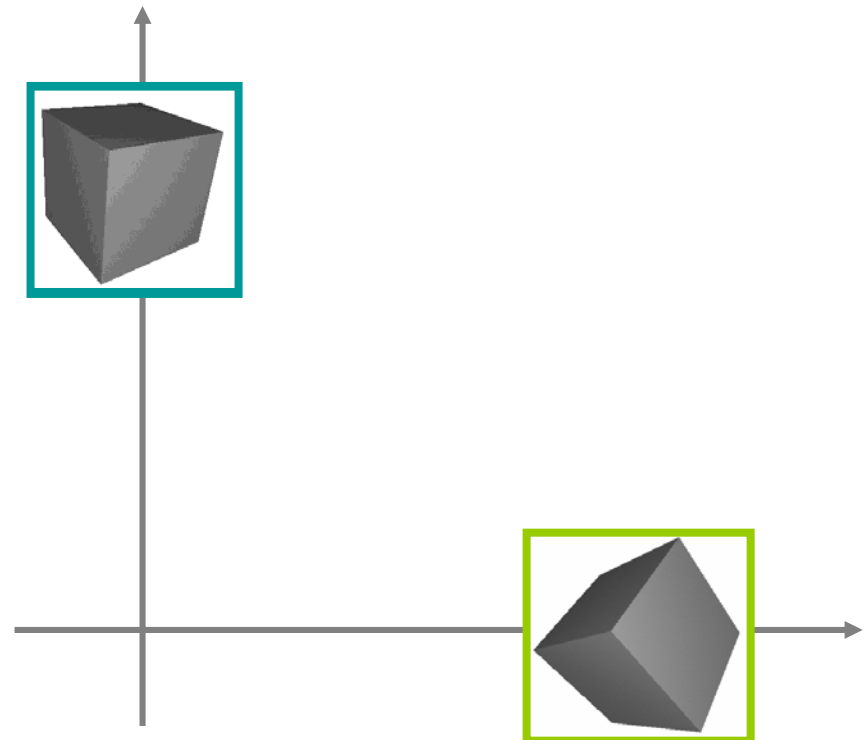
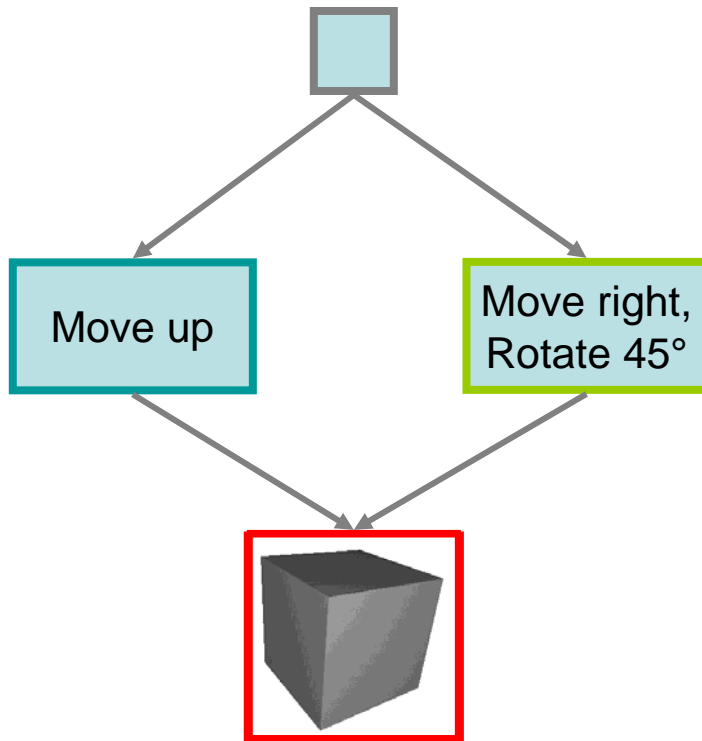
– Ejemplo de grafo de escena



Círculos = Volúmenes de inclusión

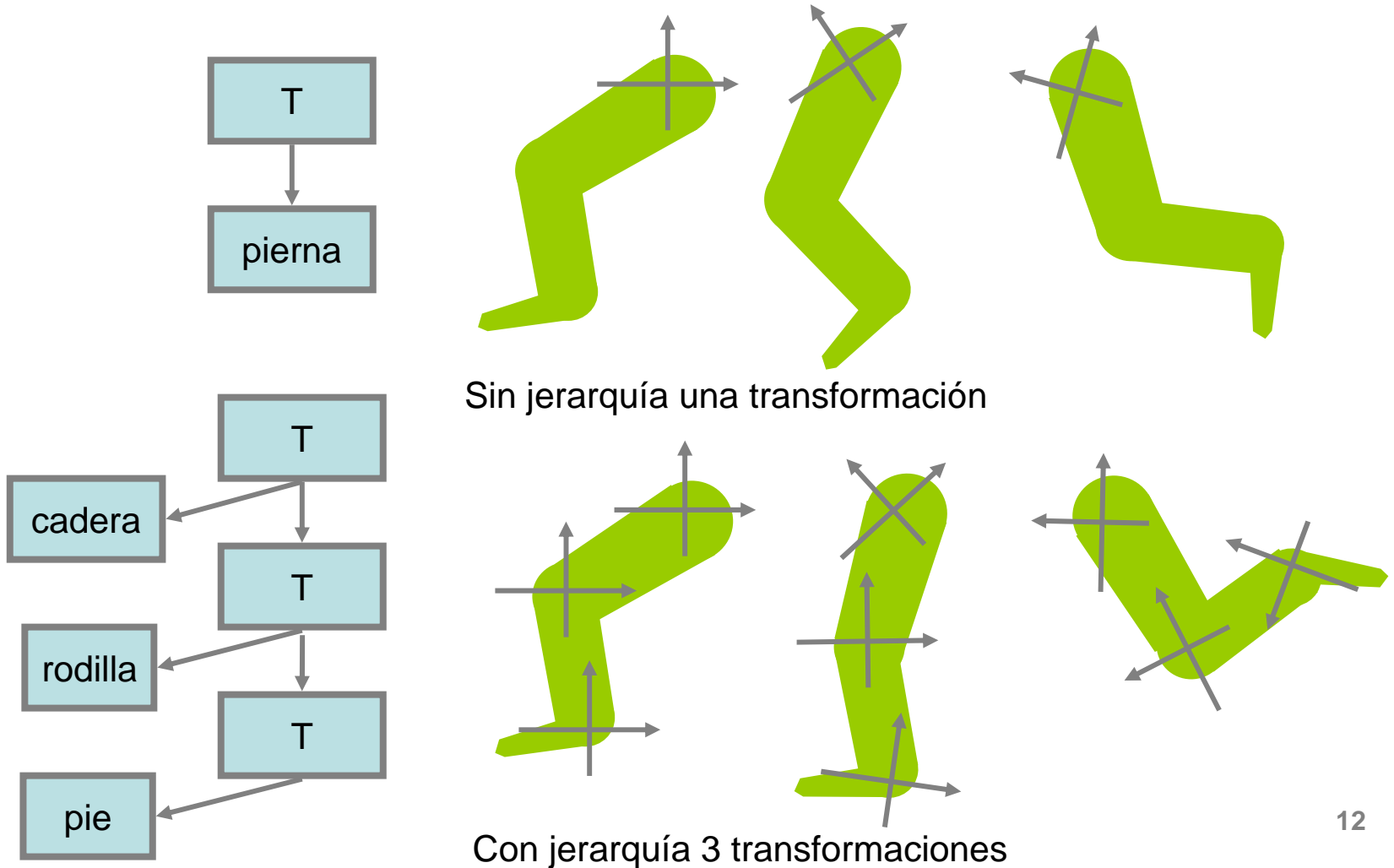
Grafos de escena

- Transformaciones en el grafo de escena
 - Se colocan en cada nodo interno
 - Permiten instanciación y animación jerárquica

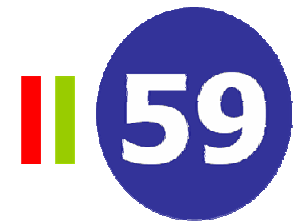


Grafos de escena

- Ejemplo de transformaciones jerárquicas



Volúmenes de inclusión



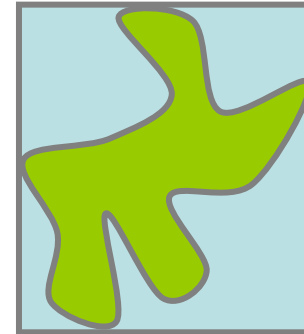
- Jerarquía de volúmenes de inclusión
 - La estructura de datos es un árbol de grado k
 - Tipos de volúmenes de inclusión
 - Esferas
 - cajas alineadas con los ejes (AABB)
 - cajas orientadas (OBB)
 - poliedro de orientaciones discretas (k-dop)
 - El volumen de inclusión no se dibuja
 - El volumen de inclusión de un nodo incluye toda la geometría de sus k -hijos

Volúmenes de inclusión

– Ejemplo de volumen



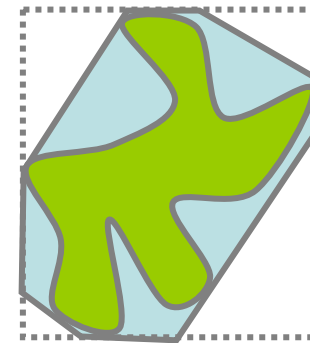
Esferas



Caja alineada con los ejes (AABB)



Cajas orientadas (OBB)



Poliedro de orientaciones discretas (K=8) (K-DOP)

Volúmenes de inclusión



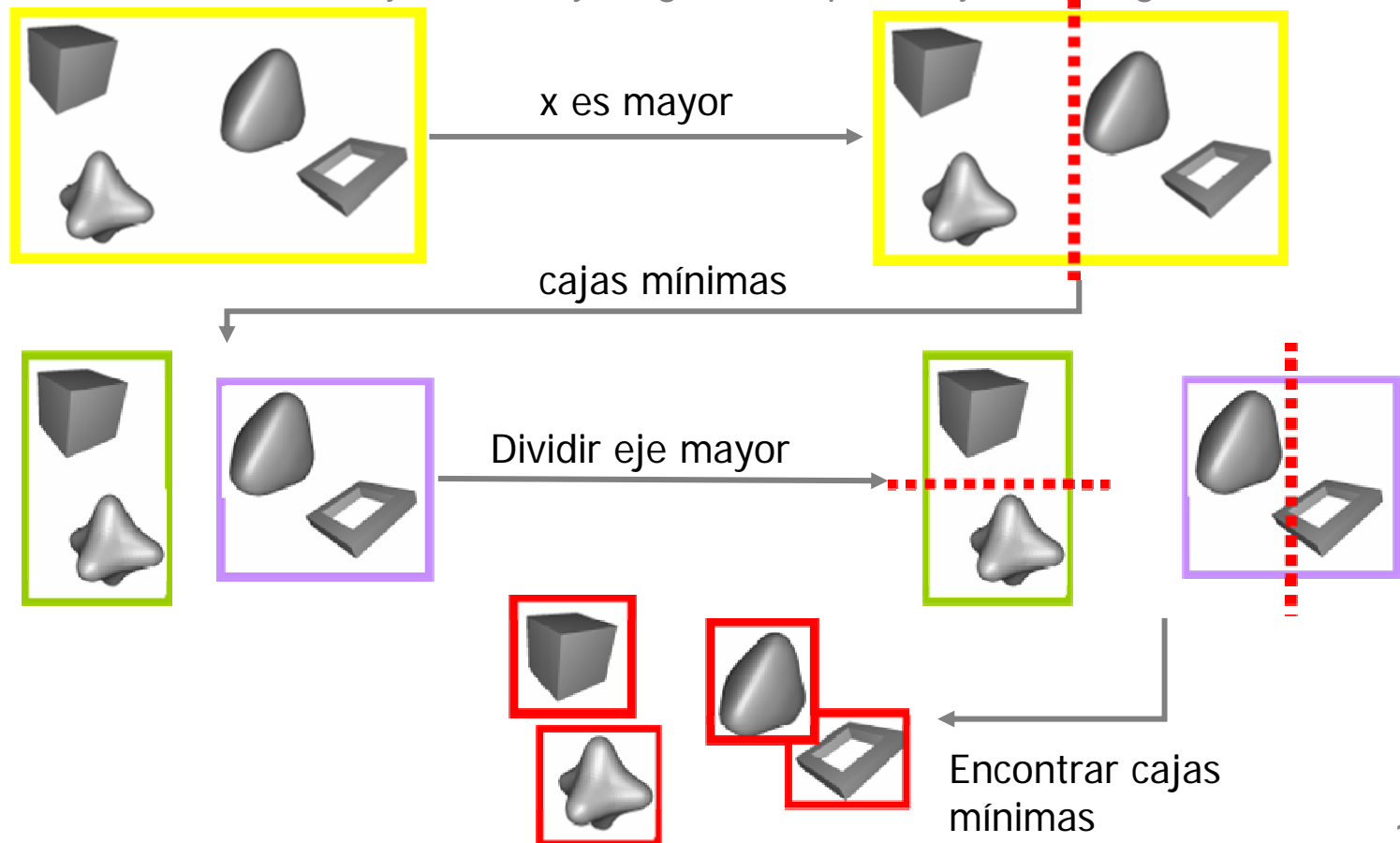
- Funcionamiento
 - Construir la jerarquía para cada objeto
 - Poda de cálculos de intersección
 - Los volúmenes más simples tienen cálculos más rápidos pero pueden necesitar más operaciones que los volúmenes complejos
- Características de los árboles
 - Altura, h . La trayectoria más larga desde la raíz
 - Árbol balanceado. Todas las hoja con altura h o $h-1$
 - Altura de un árbol balanceado de n nodos: $\log_k(n)$
 - Árbol binario ($k=2$) es el más simple
 - $K=4$ o $K=8$ habitual en gráficos

Volúmenes de inclusión

– Construcción

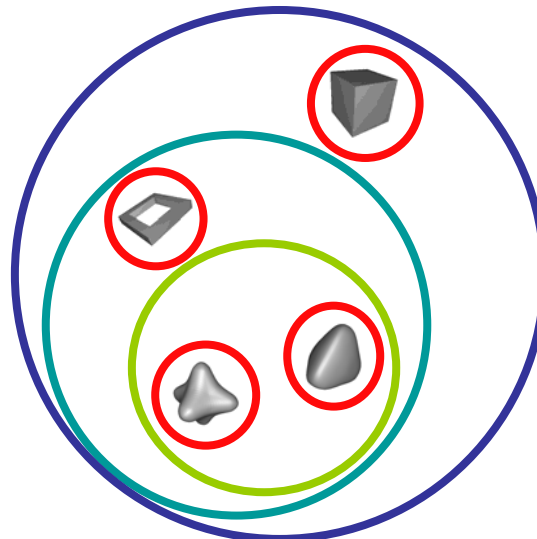
- Cajas alineadas con los ejes

– Encontrar caja mínima y luego dividir por el eje más largo



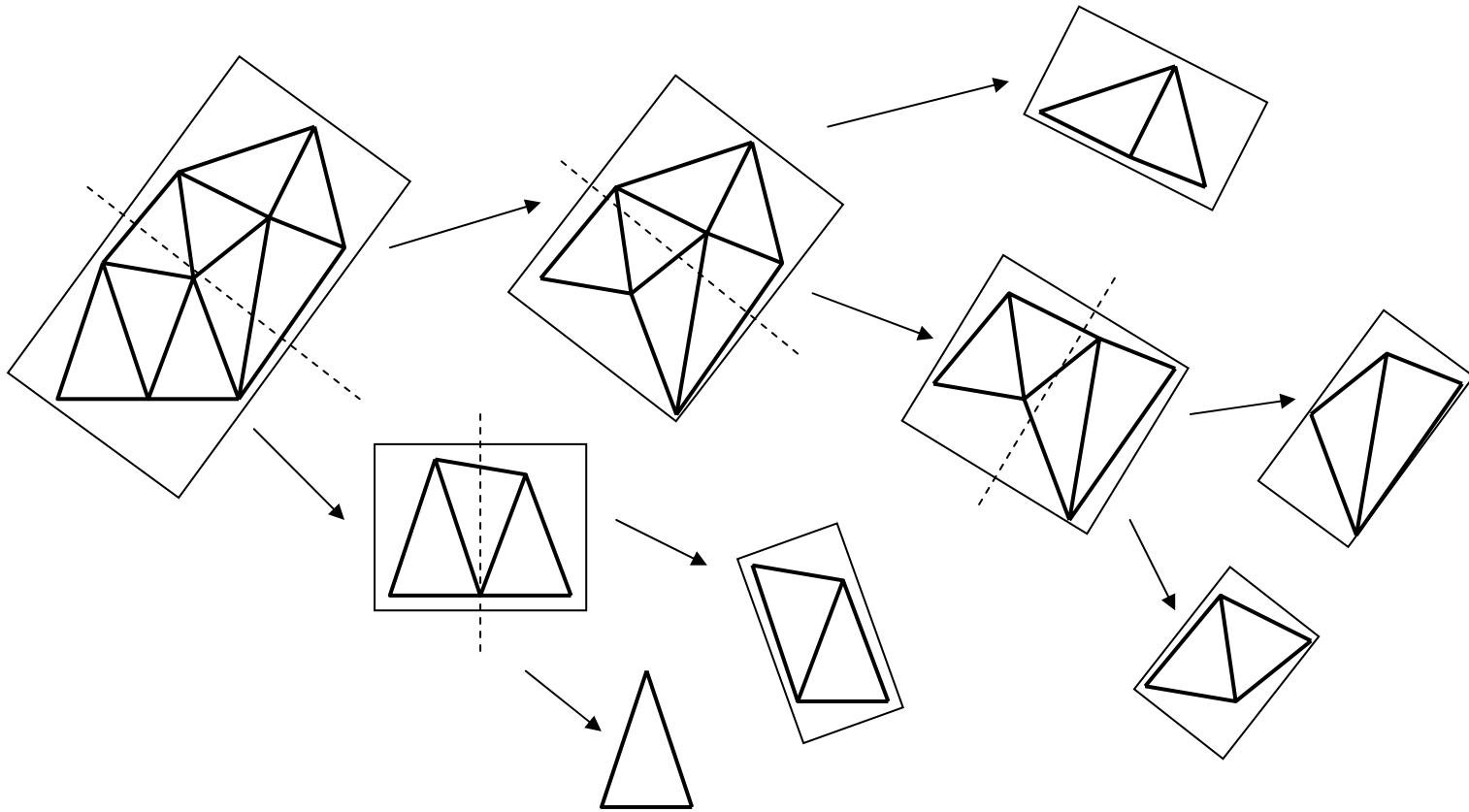
Volúmenes de inclusión

- Construcción
 - Esferas
 - Hay distintos algoritmos
 - » Construir una caja alineada y elegir el centro como centro de la esfera y la diagonal de la caja como radio
 - » Elegir vértices mayores y menores en cada eje. Para estos 3 pares de vértices encontrar aquellos con mayor distancia. Utilizar esos pares para formar una esfera. Ajustar la posición de la esfera comprobando todos los vértices.
 - » etc...



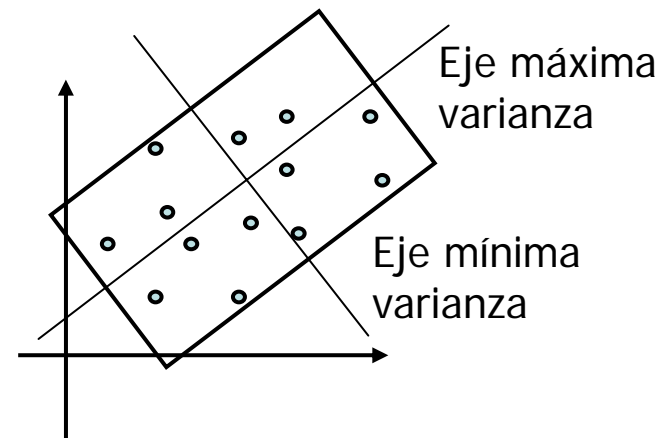
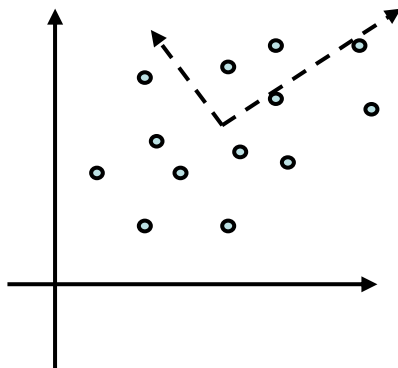
Volúmenes de inclusión

- Construcción
 - Cajas orientadas



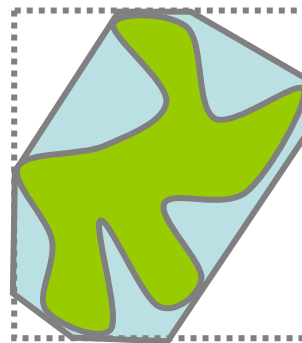
Volúmenes de inclusión

- Problema. Encontrar la orientación de la caja que mejor se ajusta al objeto
- Idealmente se desea el mínimo volumen para la caja, pero esto es muy costoso
- En su lugar se recurre a ideas de la estadística
 - Muestrear los puntos de la geometría
 - Encontrar la media y la matriz de covarianza de los puntos
 - La media será el centro de la caja
 - Los vectores de la matriz de covarianza son las principales direcciones y se utilizan como ejes de la caja
 - La dirección principal tiende a alinearse con el eje más largo, luego con el segundo eje perpendicular y finalmente con el tercer eje ortogonal



Volúmenes de inclusión

- Construcción
 - Poliedros de orientaciones discretas
 - Se definen para mantener las ventajas de las cajas alineadas (AABB) y mejorar los resultados de las cajas orientadas (OBB)
 - » Gottchalk et al. $O(m)$ con OBB frente a $O(m^2)$ con AABB
 - Se proyectan los vértices en la dirección de cada normal del k-dop los valores extremos (min, max) de esas proyecciones se almacenan en d_{\min}^i y d_{\max}^i . Estos valores definen el k-dop mínimo.
 - Existen métodos que primero calculan la caja alineada



Partición del espacio

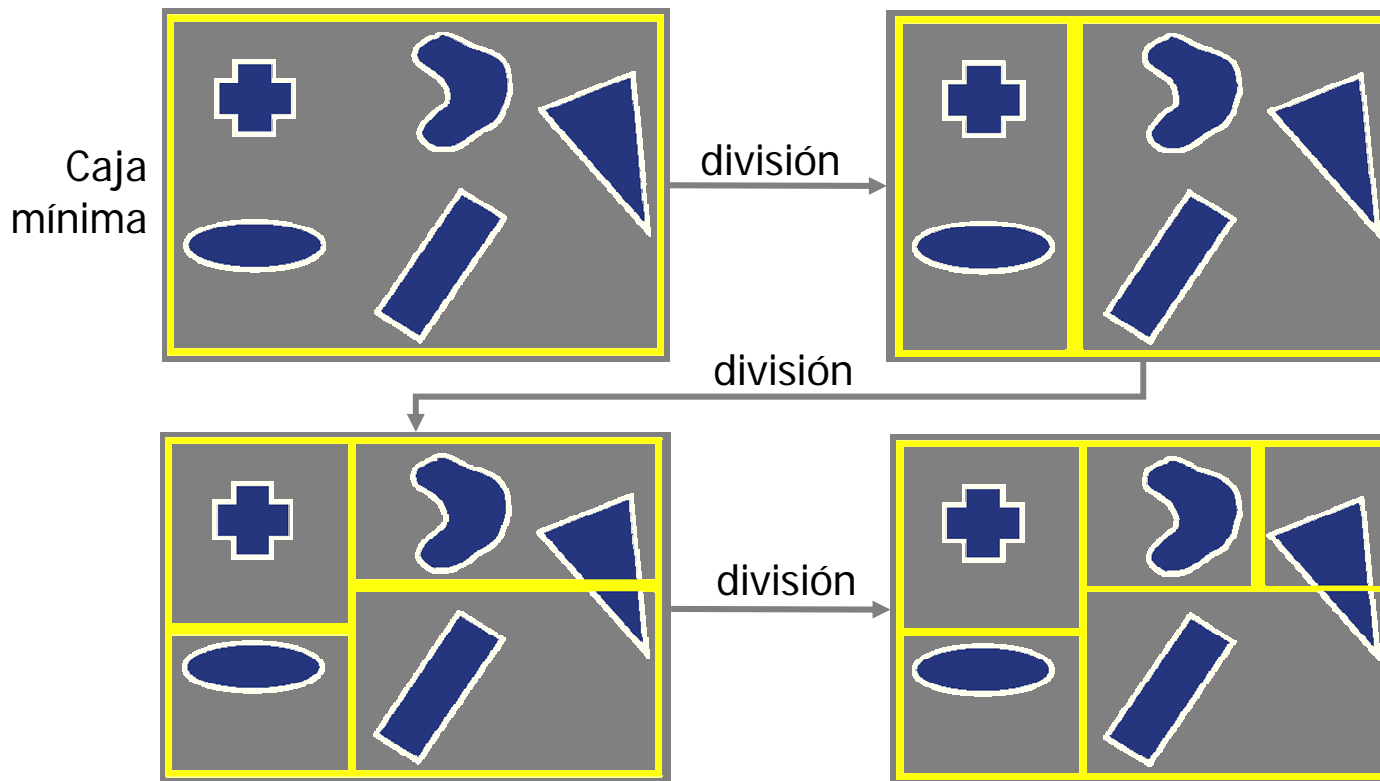
- Partición del espacio
 - División del espacio 3D en distintas regiones
 - Estructura jerárquica en forma de árbol
- Características
 - Aceleración de la visualización
 - Enviar sólo los triángulos visibles desde el punto de vista
 - Selección y recortado de polígonos a mayor escala (no por triángulo)
- Tipos
 - BSP (Binary Space Partition) Trees
 - Octrees

Partición del espacio

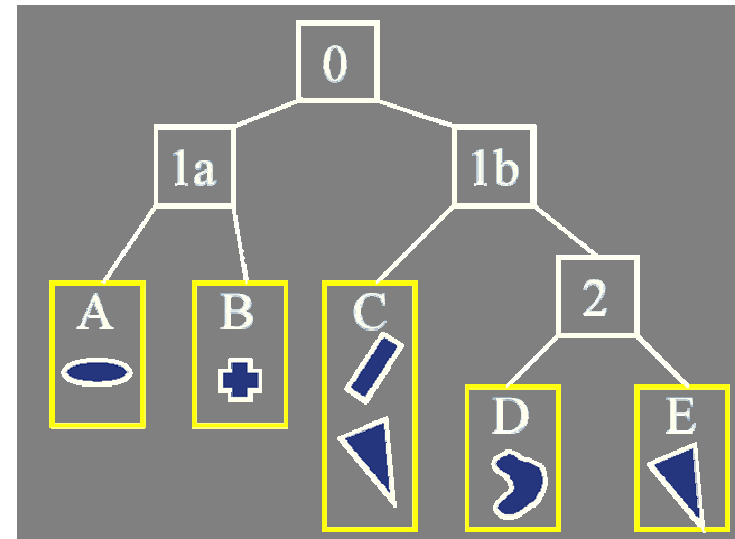
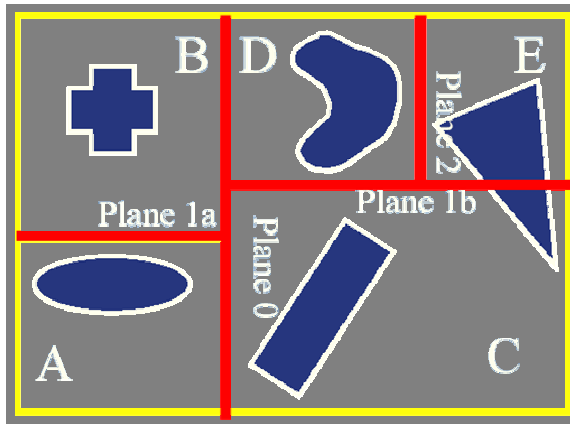
- Árboles binarios de particionamiento espacial
 - Tipos
 - Alineados con los ejes
 - Alineados con los polígonos
 - Idea general
 - Dividir el espacio con un plano
 - Ubicar geometría en el espacio al que pertenece
 - Aplicar el proceso de forma recursiva
 - Se puede obtener una ordenación de los polígonos a lo largo de un determinado eje
 - Exacta para BSPs alineados con polígonos
 - Aproximada para BSPs alineados con los ejes

Partición del espacio

- Alineados con los ejes
 - Los planos solo se dividen a lo largo de x, y o z



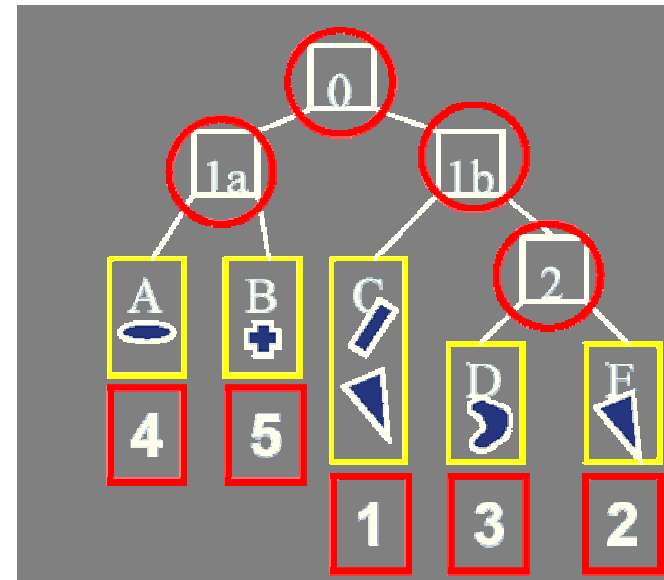
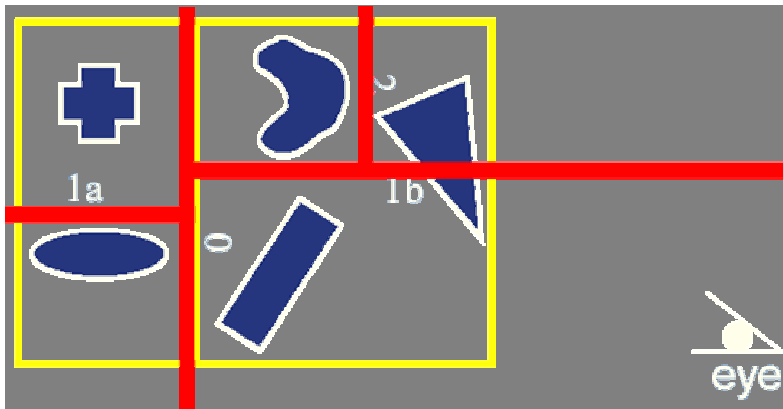
Partición del espacio



- Cada nodo interno almacena un plano de división
- Las hojas almacenan la geometría
- Diferencias con los volúmenes de inclusión
 - Representan la totalidad del espacio
 - Los volúmenes pueden construirse de cualquier forma (no hay orden)
 - Las jerarquías de volúmenes pueden utilizar cualquier tipo de volumen de inclusión

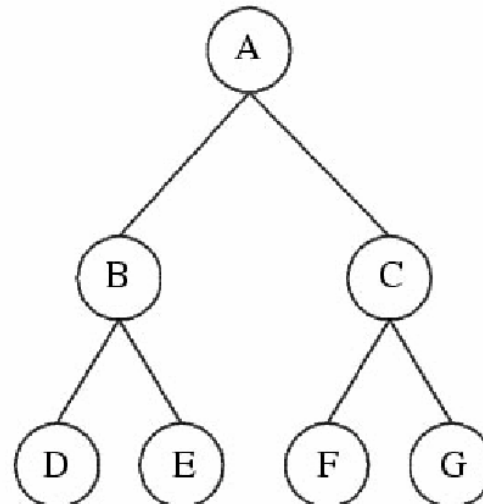
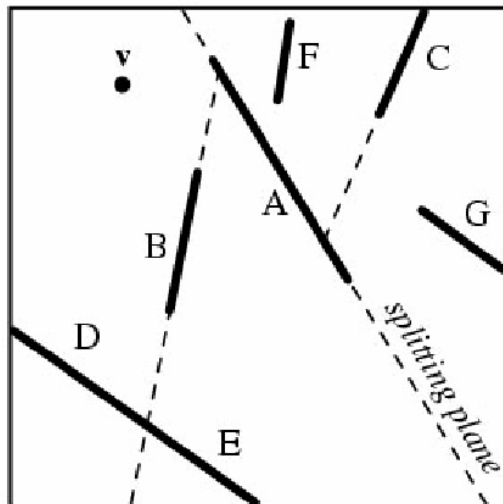
Partición del espacio

- Ordenación aproximada
 - Clasificar punto el punto de vista con los planos
 - Clasificar recursivamente desde la raíz
 - » P.V. delante de nodo: dibujar detrás-delante
 - » P.V. detrás de nodo: dibujar delante-detrás

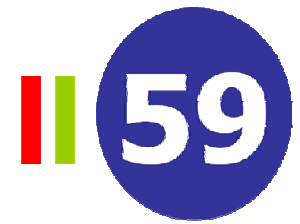


Partición del espacio

- Alineados con los polígonos
 - Permiten ordenación exacta
 - Muy similar al caso de alineados con los ejes
 - El plano de división se encuentra en los planos de los triángulos



Partición del espacio



```
Funcion Arbol(listaPoligonos):BSP  
  
raiz:= ExtraerPoligono(listaPoligonos)  
para cada poligono en listaPoligonos  
  si poligono enfrente de raiz  
    añadir poligono a listaFrontal  
  sino si poligono detras de raiz  
    añadir poligono a listaTrasera  
  sino  
    partir poligono con raiz  
    parte de delante a listaFrontal  
    parte de detras a listaTrasera  
Arbol:= BSP(Arbol(listaFrontal),raiz,  
            Arbol(listaTrasera))  
  
fin Arbol
```

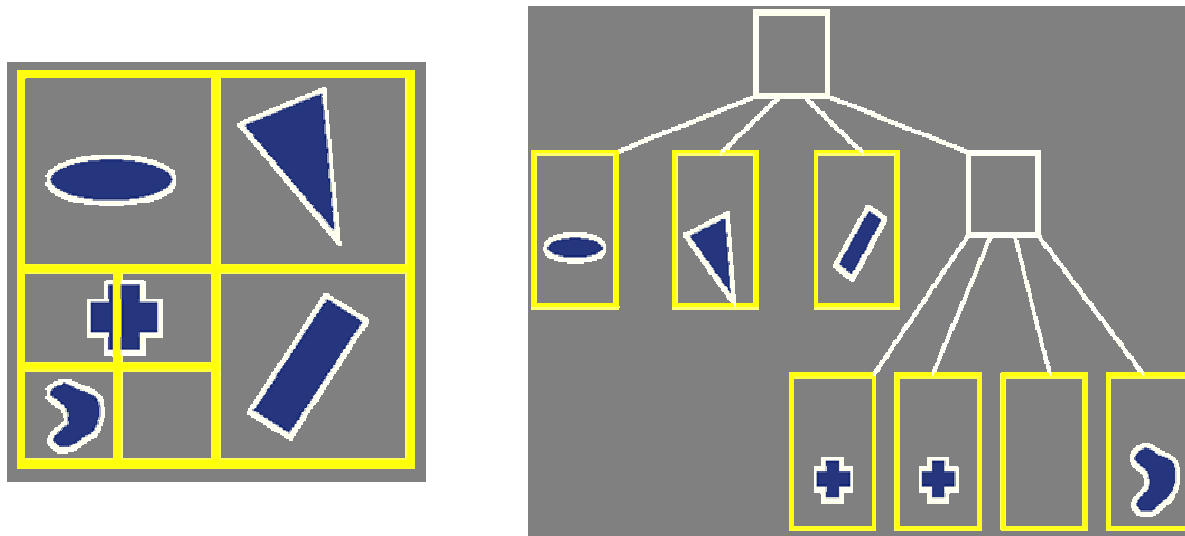
Algoritmo de construcción del BSP

```
MostrarBSP( bsp )  
  
  si P.V. delante de raiz  
    MostrarBSP(trasero)  
    mostrar raiz  
    MostrarBSP(frontal)  
  sino  
    MostrarBSP(frontal)  
    mostrar raiz  
    MostrarBSP(trasero)  
  
fin MostrarBSP
```

Algoritmo de visualización del BSP

Partición del espacio

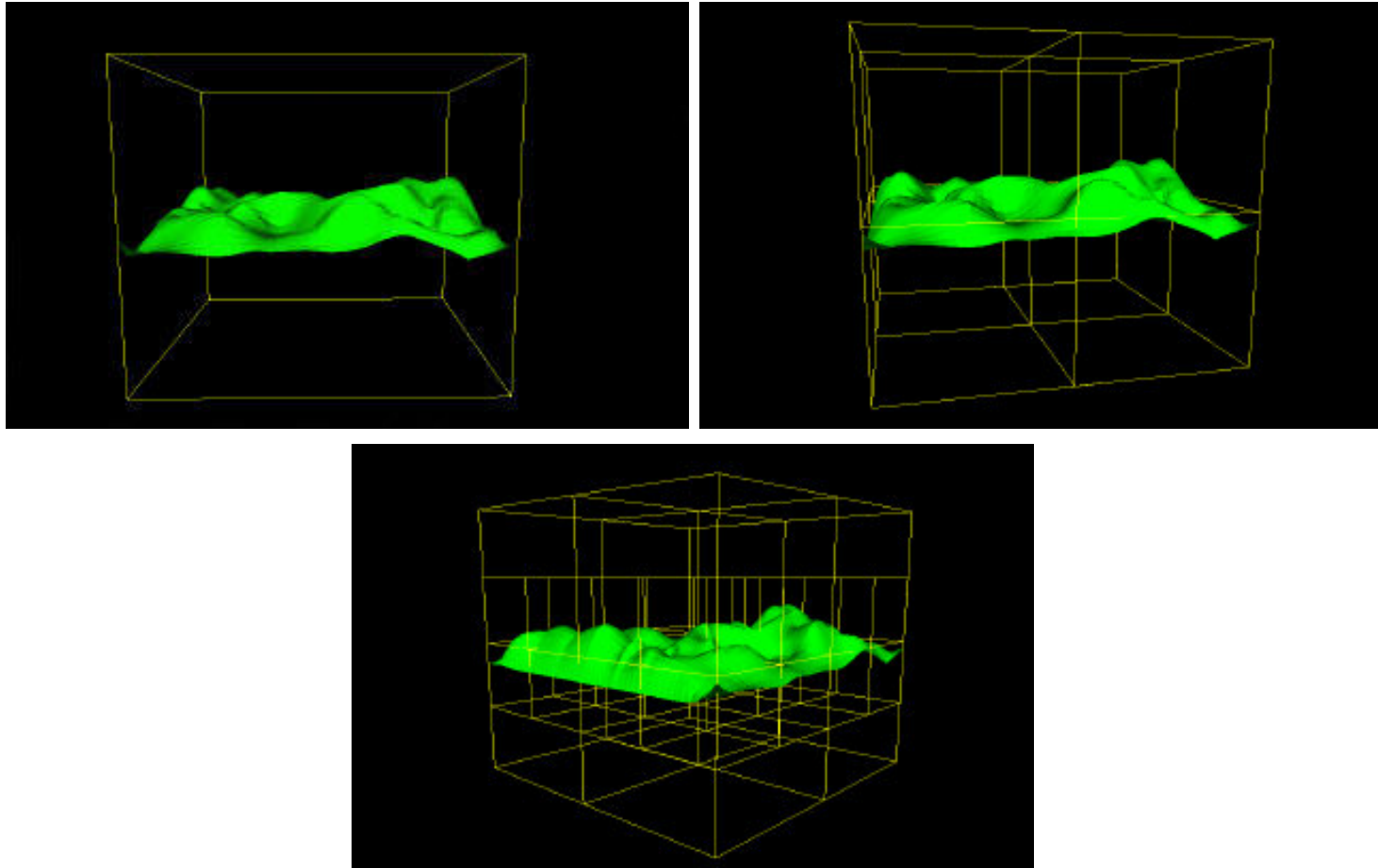
- Octrees
 - Muy similares a los BSPs alineados con los ejes



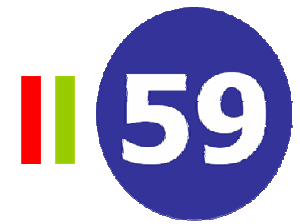
- Ejemplo con la estructura quadtree
- En 3D cada cuadrado es una caja con 8 hijos

Partición del espacio

– Ejemplo



Partición del espacio



- Características
 - Subdivisión
 - Hasta que los cubos tengan un número de triángulos
 - Hasta que se alcance un nivel de subdivisión
 - Hasta que se alcance un número de cubos en el árbol
 - Cuando los triángulos cruzan varios cubos
 - Colocar el triángulo en el cubo más grande que lo contenga
 - Dividir el triángulo
 - Colocarlo en ambos cubos
 - Uso
 - Combinación con selección de polígonos visibles (frustum culling)
 - Selección jerárquica (hierarchical frustum culling)