

VISUALIZACIÓN 3D

Proceso de visualización: espacios de trabajo. Operaciones a realizar

- Sistemas de coordenadas locales
- Sistema global o *del mundo*
- Sistema visual o *de coordenadas de cámara*
- Espacio de pantalla 3D
- Espacio de imagen

3.1 Sistemas locales

- Definición de los objetos de la BD
- Sistema canónico para cada objeto
- Puede interesar guardar:
 - Coordenadas de los vértices
 - Normales en cada vértice
 - Otra información (aristas reales, etc.)

3.2 Sistema global o *del mundo*

- Composición de la escena. Necesitamos transformaciones geométricas para situar los objetos
- Objetos animados: Transformación geométrica dependiente del tiempo (hecha cuadro a cuadro)
- Necesitamos especificar también:
 - Fuentes de luz
 - Atributos superficiales de los objetos (textura, color, etc.): diferentes objetos de la misma clase pueden ser distintos

3.3 Sistema visual o *de cámara*

- Facilita algunas operaciones
- Definimos parámetros de visualización
- Podemos usar la metáfora de la *cámara sintética* (definida por parámetros intrínsecos y extrínsecos). Modelo: cámara oscura
- Posibilidad de utilizar visualizaciones no equivalentes a cámaras (proyeccs. paralelas u oblicuas, etc.)

Parámetros del sistema visual o *de cámara*

- Posición del punto de vista
- Dirección de visualización
- Sistema de coordenadas referido al punto de vista (resto de ejes; eje vertical: noción de “arriba”)
- Plano de visualización para proyectar la escena; parámetros de la cámara
- Volumen de visualización para definir el campo visual; importante para las superficies de recorte

Operaciones en el espacio visual o *de cámara*

- Eliminación de caras posteriores

Operación muy sencilla. Permite descartar aproximadamente el 50% de los polígonos.

Analizamos el signo del producto escalar del vector de visualización con la normal a la superficie:

- Negativo: visible
- Positivo: vista por detrás

No es imprescindible (hay que analizar también oclusiones mutuas) pero es muy rentable

Operaciones en el espacio visual o *de* *cámara (2)*

- Recorte dentro del volumen de visualización:

Restringe los objetos que se van a representar

Acota la complejidad de la escena (sobre todo, con el recorte por el plano posterior)

Puede originar apariciones/desapariciones repentinas

Puede ser realizada en el espacio 3D de pantalla

3.4 Espacio de coordenadas 3D de pantalla

- Es un espacio 3D auxiliar, en el que realizamos varias operaciones:
 - Recorte por el espacio de visualización (más sencillo que en el sistema de cámara)
 - Eliminación de superficies ocultas
- Requiere una transformación perspectiva que envía el c.d.p al infinito.

3.4 Espacio de coordenadas 3D de pantalla (2)

- Convierte las visuales en rectas paralelas al eje Z_v
- Facilita en gran medida algunos procesos
 - Recorte por el espacio de visualización
 - Eliminación de superficies ocultas: Z-buffer
 - Sombreamos cada punto de la imagen
 - Utilizamos mecanismos de interpolación

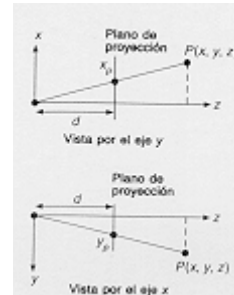
Proyección perspectiva

- Por semejanza de triángulos:

$$\frac{x_p}{d} = \frac{x}{z}; \quad \frac{y_p}{d} = \frac{y}{z}$$

$$x_p = \frac{d \cdot x}{z} = \frac{x}{z/d}, \quad y_p = \frac{d \cdot y}{z} = \frac{y}{z/d}$$

$$M_{per} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/d & 0 \end{bmatrix}$$



Proyección perspectiva (2)

- Por simplicidad, interesa normalizar las coordenadas en el espacio de pantalla a (-1,1)
- Nos interesa también mandar el c.d.p. al infinito (convierte las visuales en paralelas a Z)

- Transformación:
$$z_p = \frac{f - d \cdot f / z_v}{f - d}$$
 - Si $z_v = d$, $z_p = 0$
 - Si $z_v = f$, $z_p = 1$

Nueva matriz de transformación:

$$\begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d/h & 0 & 0 & 0 \\ 0 & d/h & 0 & 0 \\ 0 & 0 & f/(f-d) & -d.f/(f-d) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_v \\ Y_v \\ Z_v \\ 1 \end{bmatrix}$$

- Multiplica al resto de matrices en la transform. global
- Nos pasa por tanto de coordenadas locales a coordenadas 3D de pantalla

Notas:

- Nos seguimos moviendo en un espacio 3D
- Esta transformación transforma líneas y planos en líneas y planos
- Mantiene la noción subjetiva de que z_p crece para objetos lejanos (de z_v creciente)
- No es una transformación lineal

Notas (2)

- Introduce errores al interpolar
- Puede producir problemas de precisión si usamos pocos bits para Z al calcular intersecciones entre superficies
- Las visuales son ahora paralelas, lo que facilita la detección de oclusiones y el recorte por el volumen de visualización

Eliminación de oclusiones mutuas

- Algoritmo más usado: buffer Z (Catmull, 75)
- Muy popular, combinado con los modelos de iluminación y sombreado interpolados (Phong)
- Guarda información de sombreado y profundidad en dos buffer distintos
- Emplea un mecanismo de interpolación compatible con el de sombreado
- Realizable por hardware

Eliminación de oclusiones mutuas (2)

- Procesa polígonos independientemente de a qué objeto pertenecen, y en cualquier orden
- Por cada punto de cada polígono, se obtiene:
 - Su color, intensidad o sombreado
 - Su profundidad Z, respecto al punto de vista
 - Para pintarlo en pantalla, veremos si su Z es menor que la correspondiente al punto actual en el buffer Z. Si es así, lo dibujamos. Si no, se descarta

Eliminación de oclusiones mutuas (3)

- El método no impone ninguna limitación a la complejidad de la escena (si es más compleja: simplemente tarda más)
- Tiene limitaciones (sombreado local, dificultades para objetos con algún grado de transparencia)

3.5 Espacio de imagen

- Corresponde con la imagen generada
- Puede permitir la mezcla o composición de modelos de objetos 3D y 2D (por ejemplo, fondos capturados a partir de fotografías)
- Puede sufrir transformaciones geométricas para adaptarlo a diferentes geometrías de proyección

Ejemplo: proyección esférica

