

Informática Gráfica

Tema 3. Visualización de Objetos.

Domingo Martín

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
ETSI Informática y de Telecomunicación
Universidad de Granada

Índice

Informática Gráfica

Tema 3. Visualización de Objetos.

- 1 Cámara: proyección
- 2 Cámara: transformación de vista
- 3 Iluminación
- 4 Texturas

Proyección

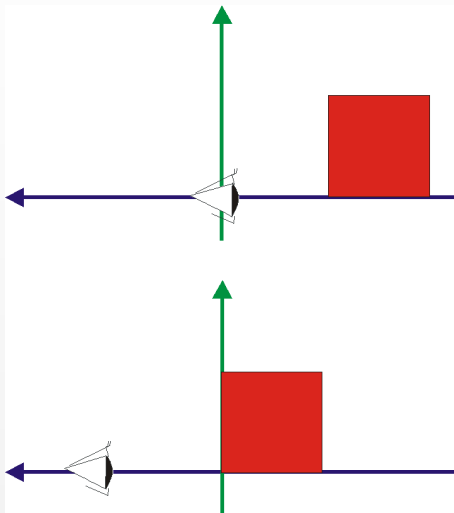
- ▶ Una vez hemos visto como crear los objetos pasamos a estudiar al observador o cámara virtual
- ▶ Podemos obviar la iluminación por el momento porque los objetos se comportan como si emitieran luz.
- ▶ La función de la cámara es capturar la luz reflejado por la escena 3D y convertirla en información 2D ya que la mayoría de los elementos de representación son bidimensionales
- ▶ ¿Cómo se pasa de 3D a 2D?

Solución → Proyección

Proyección

- ▶ Además la cámara debe poder colocarse en cualquier posición para observar la escena
- ▶ Debemos hacer incapié en la relatividad del posicionamiento:
 - ▶ Cámara fija
 - ▶ Colocar y orientar los objetos
 - ▶ Disparar
 - ▶ Revelar y obtener el positivo, indicando el tamaño y forma del resultado final
 - ▶ Escena fija
 - ▶ Colocar y orientar la cámara
 - ▶ Disparar
 - ▶ Revelar y obtener el positivo, indicando el tamaño y forma del resultado final
- ▶ El resultado es el mismo
- ▶ Las transformaciones se aplican en orden inverso con los valores opuestos

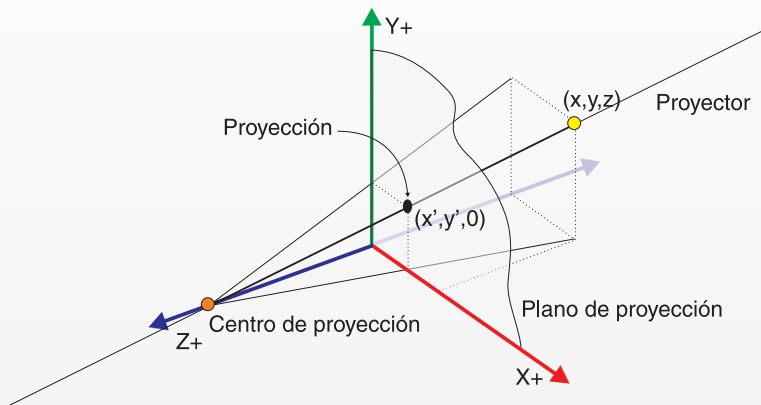
Proyección



Proyección

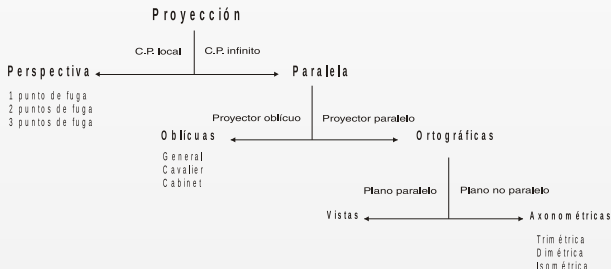
- ▶ Elementos de la proyección
 - ▶ Centro de proyección
 - ▶ Punto en el que convergen todos los proyectores
 - ▶ Plano de proyección
 - ▶ Plano intersectado por los proyectores
 - ▶ Proyector
 - ▶ Recta que une el punto a proyectar con el centro de proyección

Proyección



Proyección

- ▶ 3D \rightarrow 2D
- ▶ Imagen = Proyector \cap Plano de proyección
- ▶ 2 tipos
 - ▶ Paralela
 - ▶ Centro de proyección en el infinito
 - ▶ Perspectiva
 - ▶ Centro de proyección en una posición finita



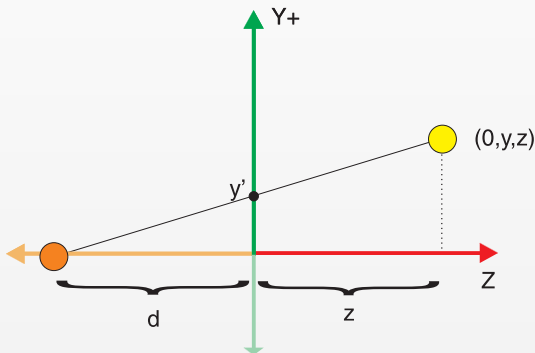
Proyección de perspectiva

- ▶ Centro de proyección local
- ▶ Si el plano de proyección corta
 - ▶ 1 eje: 1 punto de fuga
 - ▶ 2 ejes: 2 puntos de fuga
 - ▶ 3 ejes: 3 puntos de fuga
- ▶ Un punto de fuga es el punto donde convergen 2 líneas paralelas

Proyección de perspectiva

- Cálculo por semejanza de triángulos

$$\frac{y'}{d} = \frac{y}{z+d} \rightarrow y' = \frac{y \times d}{z+d} \rightarrow y' = y \times \left(\frac{1}{\frac{z}{d} + 1} \right)$$



Proyección de perspectiva

- Cálculo por ecuaciones paramétricas

$$x' = x - x \times u \quad y' = y - y \times u \quad z' = z - (z + d) \times u \quad \text{con } 0 \leq u \leq 1$$

$$\text{Proyección } z = 0 \quad \rightarrow \quad z' = 0 \quad \rightarrow \quad u = \frac{z}{(z+d)}$$

$$x' = x \times \frac{d}{(z+d)} \quad y' = y \times \frac{d}{(z+d)}$$

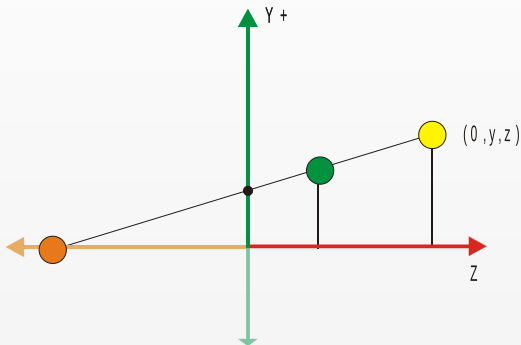
Proyección de perspectiva

- ▶ Se puede escribir en forma matricial
- ▶ Aprovechar el paso de 4D a 3D (dividir por w)
- ▶ $(x, y, z, w) \rightarrow (\frac{x}{w}, \frac{y}{w}, 0, 1) = (\frac{x}{(\frac{z}{d}+1)}, \frac{y}{(\frac{z}{d}+1)}, 0, 1)$
- ▶ $w = \frac{z}{d} + 1$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{d} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

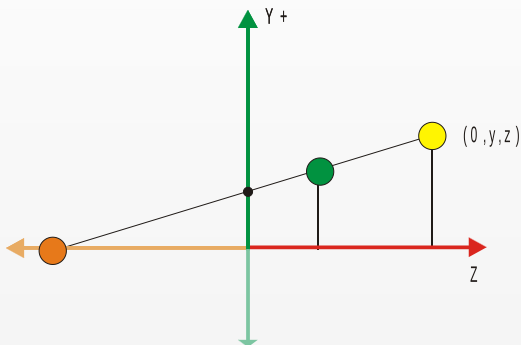
Proyección de perspectiva

► Acortamiento perspectivo



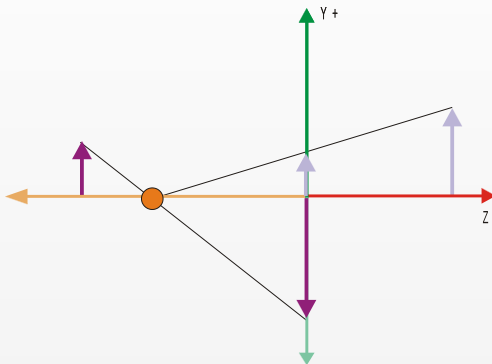
Proyección de perspectiva

► Puntos de fuga



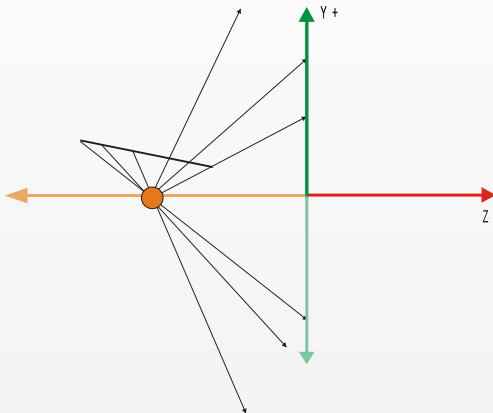
Proyección de perspectiva

► Confusión de vista



Proyección de perspectiva

► Distorsión topológica



Parámetros de definición de la proyección

- ▶ Se utiliza nomenclatura PHIGS
- ▶ Parámetros:
 - ▶ Centro de proyección
 - ▶ Planos de corte
 - ▶ Ventana
- ▶ Estos parámetros permiten definir el **volumen de visión**

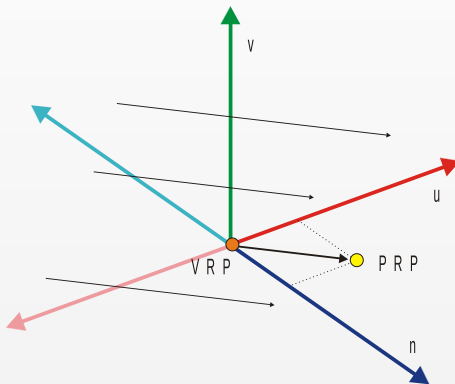
Parámetros de definición de la proyección

- ▶ Centro de proyección
 - ▶ Es el punto al que convergen los proyectores
 - ▶ Se define mediante un punto en coordenadas de vista, denominado Punto de Referencia de Proyección (Projection Reference Point, P.R.P.)

Ésto permite no cambiar los planos de corte cuando cambia el observador
 - ▶ Proyección de perspectiva: el PRP define el CP.
 - ▶ Proyección paralela: El vector PRP-VRP definen la dirección de los proyectores

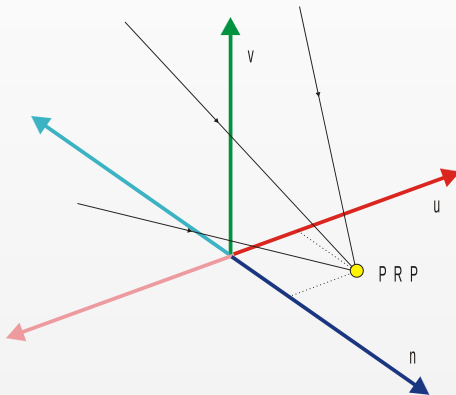
Parámetros de definición de la proyección

- Centro de proyección (paralela)



Parámetros de definición de la proyección

- Centro de proyección (perspectiva)

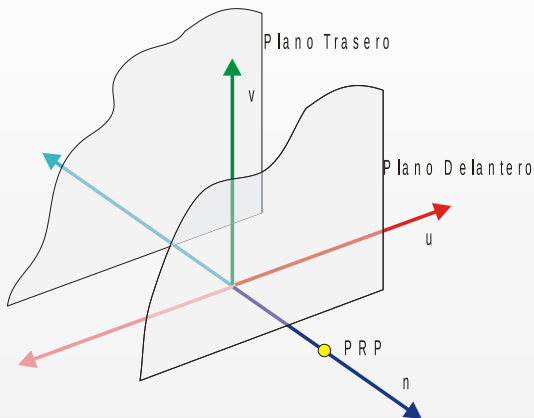


Parámetros de definición de la proyección

- ▶ Planos de corte
 - ▶ Se definen los planos de corte delantero y trasero, PD y PT (Front Plane y Back Plane)
 - ▶ El Plano Delantero evita la distorsión topológica
 - ▶ El Plano Delantero está delante del PRP (en P. de perspectiva)
 - ▶ El Plano Trasero evita transformar información no representativa
 - ▶ El Plano Trasero no puede estar delante del Plano Delantero

Parámetros de definición de la proyección

► Planos de corte

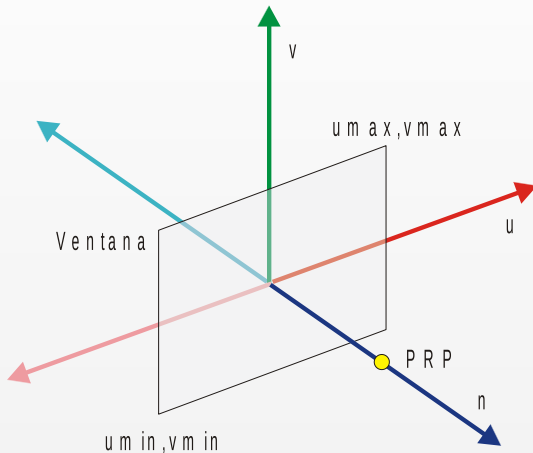


Parámetros de definición de la proyección

- ▶ Ventana
 - ▶ Delimita la información visible una vez se realiza la proyección
 - ▶ Es una zona rectangular definida en el plano de proyección (extremo inferior izquierdo, extremo superior derecho)
 - ▶ Junto con el CP forma 4 planos de corte

Parámetros de definición de la proyección

► Ventana

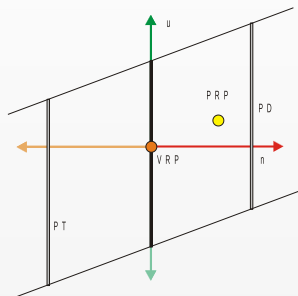
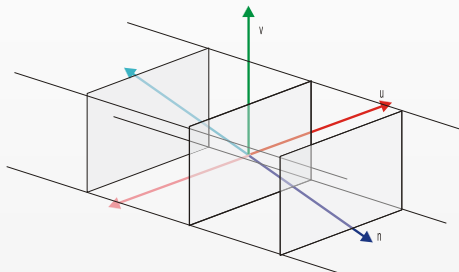


Parámetros de definición de la proyección

- ▶ Volumen de visión
 - ▶ P. Parelela: paralelepípedo
 - ▶ P. Perspectiva: pirámide truncada llamada “frustum”
 - ▶ Toda la información se recorta con respecto al volumen de visión
 - ▶ El volumen de visión se normaliza convirtiéndolo en un cubo unidad

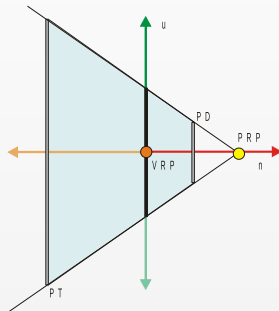
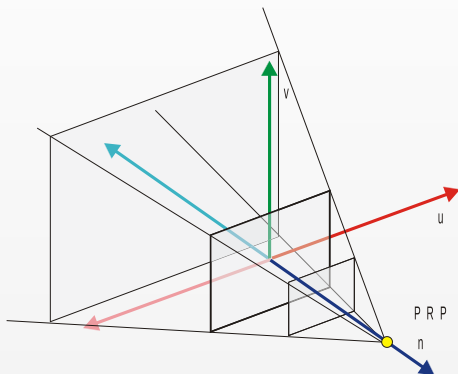
Parámetros de definición de la proyección

► Volumen de visión (paralela)



Parámetros de definición de la proyección

► Volumen de visión (perspectiva)



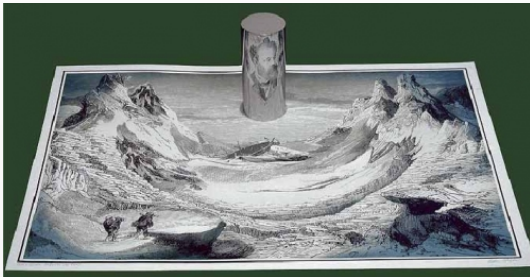
Otros tipos de proyección

► Anamorfosis



Otros tipos de proyección

► Anamorfosis



Transformación de vista

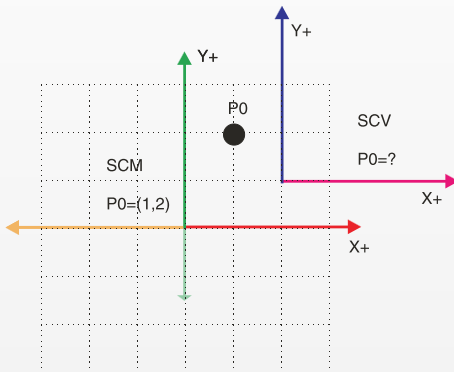
- ▶ Es necesario poder observar la escena desde cualquier posición
- ▶ Hasta ahora ha estado en el origen (P.P.: $z = 0$)
- ▶ Solución:
 - ▶ Definir un nuevo sistema de coordenadas: Sistema de Coordenadas de Vista
 - ▶ Se sigue la nomenclatura de PHIGS
 - ▶ Transformar la coordenadas de cada objeto desde el S.C. de Mundo al S.C. de Vista → Transformación de Vista
 - ▶ Alinear un sistema de coordenadas con el otro

Transformación de vista

- ▶ Definir el Sistema de Coordenadas de Vista
 - ▶ Parámetros necesarios para definir al observador:
 - ▶ Posición
 - ▶ Hacia donde se mira
 - ▶ Orientación hacia arriba
- ▶ Transformación de Vista
 - ▶ Traslación
 - ▶ Rotación en el eje X
 - ▶ Rotación en el eje Y
 - ▶ Rotación en el eje Z

Transformación de vista

- ▶ ¿Por qué es necesario un cambio de sistema de coordenadas?
- ▶ Porque el observador está en un sistema y los objetos observados en otro



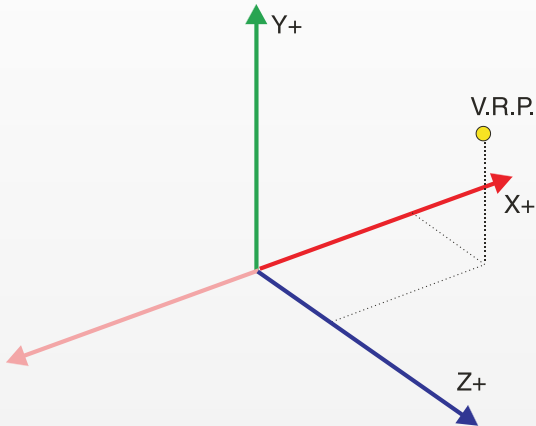
Transformación de vista

► Posición

- Es el lugar donde se coloca el observador
- Es un punto dado en coordenadas de mundo
- Representa el origen del S.C. de Vista
- Normalmente el plano de proyección pasa por él.
- Se denomina Punto de Referencia de Vista (View Reference Point, V.R.P.)

Transformación de vista

► Posición

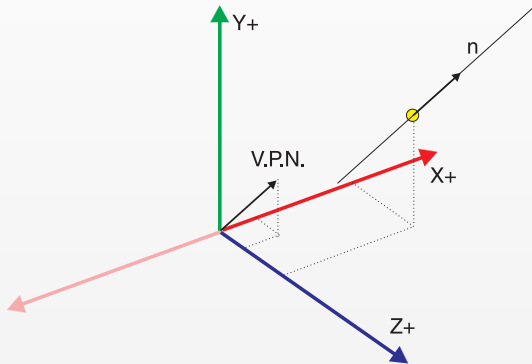


Transformación de vista

- ▶ Hacia donde se mira
 - ▶ Es un vector dado en coordenadas de mundo
 - ▶ Define la normal del plano de proyección
 - ▶ Se denomina Normal del Plano de Vista (View Plane Normal, V.P.N.)
 - ▶ El sentido es opuesto hacia donde se mira

Transformación de vista

- Hacia donde se mira

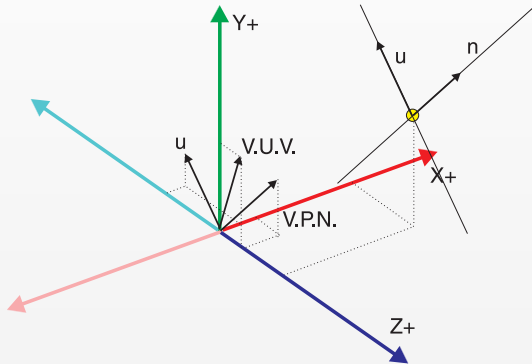


Transformación de vista

- ▶ Orientación hacia arriba
 - ▶ Es un vector dado en coordenadas de mundo
 - ▶ Define el sentido hacia arriba
 - ▶ Se denomina Vector Arriba de Vista (View Up Vector, V.U.V. o V.UP)
 - ▶ No puede ser paralelo al VPN

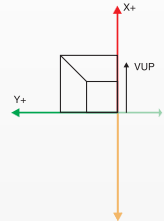
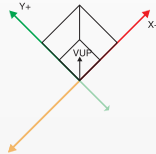
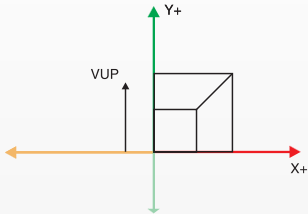
Transformación de vista

► Orientación hacia arriba



Transformación de vista

► Efecto del VUP



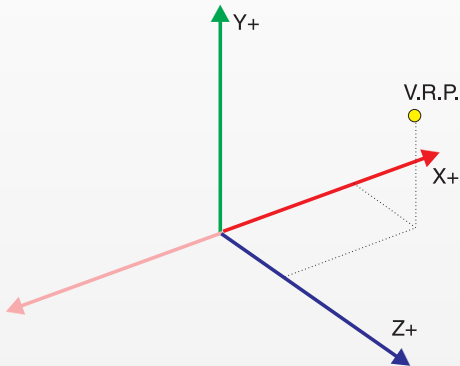
Transformación de vista

► ¿Cómo se obtiene el S.C. de Vista?

- 1 El VRP es el origen del sistema
- 2 El VPV es el eje Z del S.C. de Vista, llamado \vec{n}
- 3 El eje X del S.C. de Vista, llamado \vec{u} , se calcula como:
$$\vec{u} = V\vec{UP} \otimes V\vec{PN}$$
 siendo \otimes =producto vectorial
- 4 El eje Y del S.C. de Vista, llamado \vec{v} , se calcula como: $\vec{v} = V\vec{PN} \otimes \vec{u}$

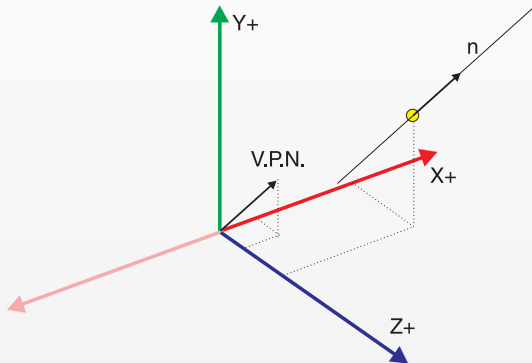
Transformación de vista

- El VRP es el origen del sistema



Transformación de vista

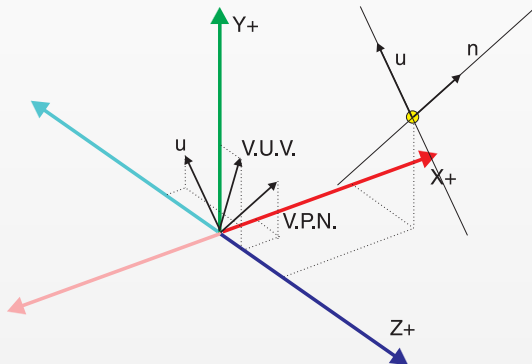
- El VPN es el eje Z del S.C. de Vista



Transformación de vista

- El eje X del S.C. de Vista, llamado \vec{u} , se calcula como:

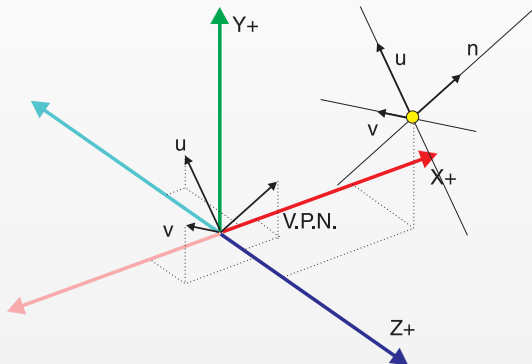
$$\vec{u} = V\vec{U}P \otimes V\vec{P}N$$



Transformación de vista

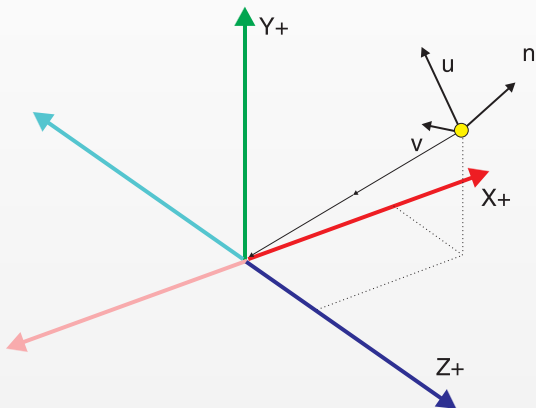
- El eje Y del S.C. de Vista, llamado v , se calcula como:

$$\vec{v} = V\vec{P}N \otimes \vec{u}$$



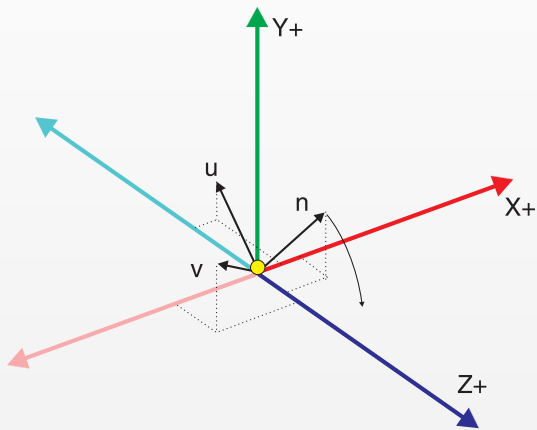
Cálculo de la Transformación de vista

► Traslación



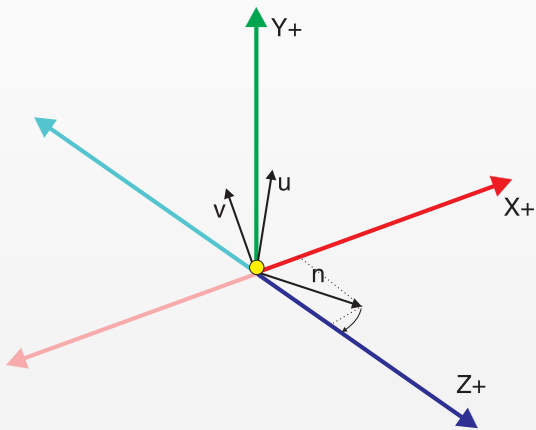
Cálculo de la Transformación de vista

- Rotación con respecto al eje X



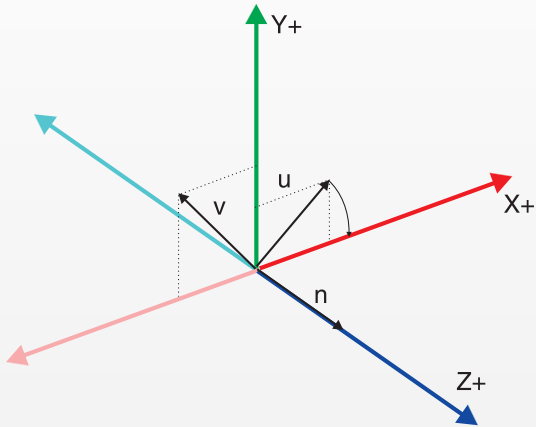
Cálculo de la Transformación de vista

- Rotación con respecto al eje y



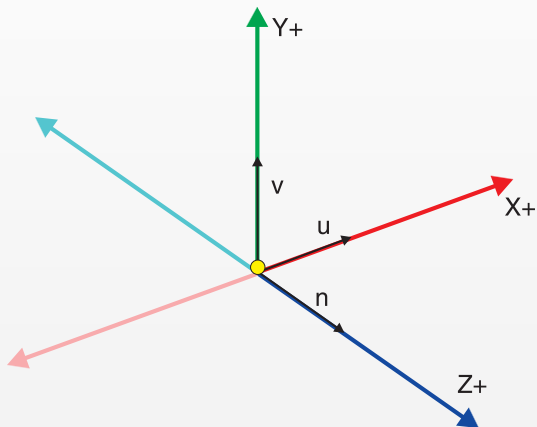
Cálculo de la Transformación de vista

- Rotación con respecto al eje z



Cálculo de la Transformación de vista

► Resultado



Iluminación

- ▶ Para que un modelo parezca realista debe reproducirse el efecto de la reflexión de la luz sobre la superficie del objeto
- ▶ Se necesita:
 - ▶ Un modelo de reflexión
 - ▶ Definir las características de la fuente o fuentes de luz
 - ▶ Definir las características del material del objeto
 - ▶ Conocer la orientación de la superficie del objeto
 - ▶ La posición del observador

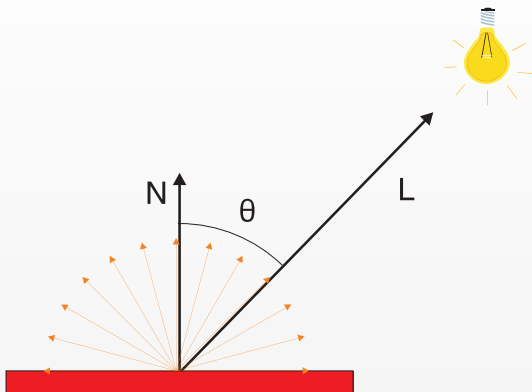
Modelo de reflexión

- ▶ Se basa en un modelo sencillo que intenta representar las distintas componentes que conforman la reflexión
- ▶ Es un modelo local: no hay interacciones entre objetos
- ▶ Tiene 3 componentes $R = R_{amb} + R_{dif} + R_{esp}$:
 - ▶ Reflexión difusa
 - ▶ Se produce en objetos con superficie no pulidas
 - ▶ La luz se refleja en todas direcciones
 - ▶ No depende del observador
 - ▶ Reflexión especular
 - ▶ Se produce en objetos con superficie pulidas
 - ▶ Depende del observador
 - ▶ Reflexión ambiental
 - ▶ Evita los objetos negros si no le llega luz
 - ▶ Modela las interreflexiones

Reflexión difusa

- ▶ Depende del ángulo que forman la normal y la posición de la luz
- ▶ $R_{dif} = I_{dif} \times K_{dif} \times \cos(\alpha)$
- ▶ Si el vector Normal \vec{N} y el vector de la luz \vec{L} están normalizados:
 $\cos(\alpha) = \vec{N} \cdot \vec{L}$ con \cdot siendo el producto escalar
- ▶ $R_{dif} = K_{dif} \times \vec{N} \cdot \vec{L}$
- ▶ K_{dif} es la constante de reflectividad difusa del material
- ▶ I_{dif} es la componente difusa de la luz

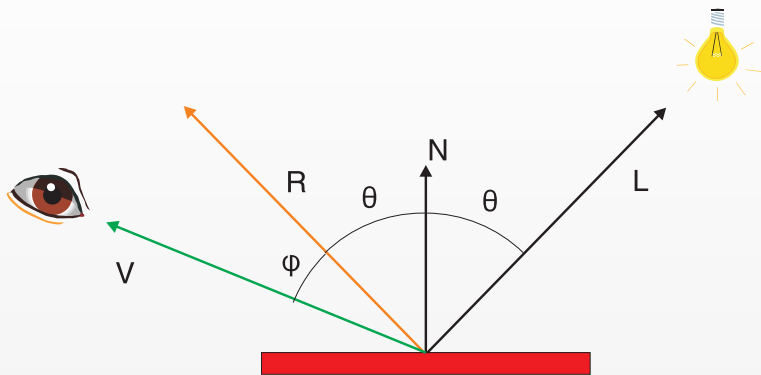
Reflexión difusa



Reflexión especular

- ▶ Depende del ángulo que forman la luz reflejada y la posición del observador
- ▶ $R_{esp} = I_{esp} \times K_{esp} \times \cos(\varphi)^n$
- ▶ Si el vector de luz reflejada \vec{R} y el vector del observador \vec{O} están normalizados: $\cos(\varphi) = \vec{R} \cdot \vec{O}$
- ▶ $R_{dif} = K_{dif} \times \vec{R} \cdot \vec{O}$
- ▶ K_{dif} es la constante de reflectividad difusa del material
- ▶ I_{esp} es la componente especular de la luz
- ▶ n modela el que el objeto sea más o menos brillante ya que hace que el coseno sea más o menos ancho

Reflexión especular



Reflexión ambiental

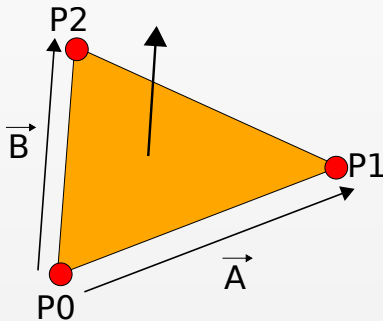
- ▶ Si hay una parte del objeto visible pero no iluminada aparece negra → no es realista
- ▶ Se producen interreflexiones entre los objetos
- ▶ Dado que es un modelo local, se representa mediante una constante: $R_{amb} = I_{amb} \times k_{m_amb} \times K_{amb}$
- ▶ k_{m_amb} es la constante ambiental del modelo
- ▶ K_{amb} constante de reflectividad ambiental del material
- ▶ I_{amb} es la componente ambiental de la luz

Características de la fuente de luz

- ▶ Posición
- ▶ Color
- ▶ Cono de luz
- ▶ Dirección del cono de luz
- ▶ Factor de atenuación
- ▶ ...

Cálculo de la normal de un triángulo

- ▶ Se calcula el producto vectorial de los dos vectores que se forman
- ▶ Dados los puntos P_0, P_1 y P_2
- ▶ Calcular los vectores $\vec{A} = P_1 - P_0$ y $\vec{B} = P_2 - P_0$
- ▶ $\vec{N} = \vec{A} \otimes \vec{B}$ con \otimes siendo el producto vectorial
- ▶ Hay que normalizarlo para facilitar los cálculos $\vec{N} = \frac{\vec{N}}{|\vec{N}|}$



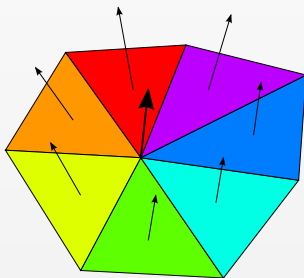
Cálculo de la normal de un punto

- ▶ Se calcula como la media de las normales
- ▶ Dadas las normales de las caras que confluyen en el punto

$$\vec{N}_0, \vec{N}_1, \dots, \vec{N}_n$$

- ▶
$$\vec{N} = \frac{\sum_{i=0}^n \vec{N}_i}{n}$$

- ▶ Hay que normalizarlo para facilitar los cálculos $\vec{N} = \frac{\vec{N}}{|\vec{N}|}$

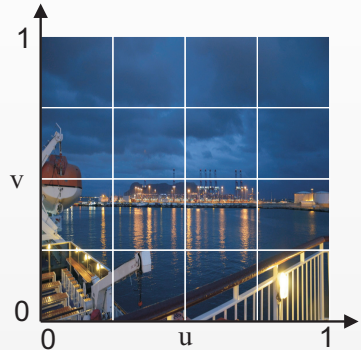


Introducción

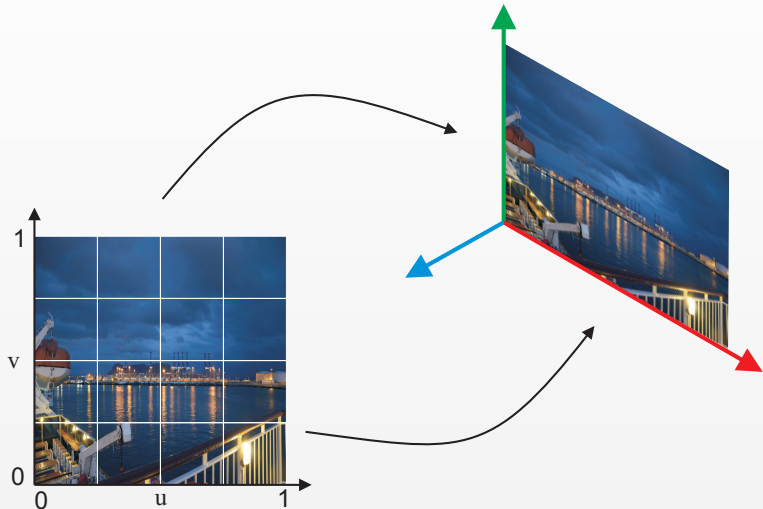
- ▶ Modelar todos los detalles con geometría puede ser muy costoso
- ▶ Solución → Usar una geometría simplificada y “pegarle” una imagen (textura)
- ▶ Hay que relacionar posiciones en el espacio 3D con posiciones en el espacio 2D
- ▶ La imagen se define en un espacio paramétrico u,v , con límites entre 0 y 1 (normalización)
- ▶ $f(u,v) = f(x,y,z)$
- ▶ Imagen (discreta) → Espacio u,v (continuo) → Coordenadas de mundo (continuo) → Coordenadas de dispositivo (discreto)
- ▶ Hay que tener en cuenta la posición de la cámara y la deformación de perspectiva
- ▶ Proceso costoso

Espacio paramétrico

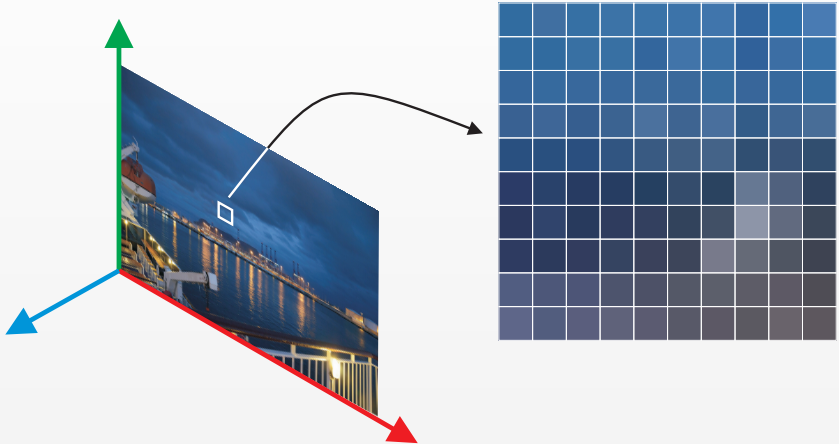
1000x662



Función de relación



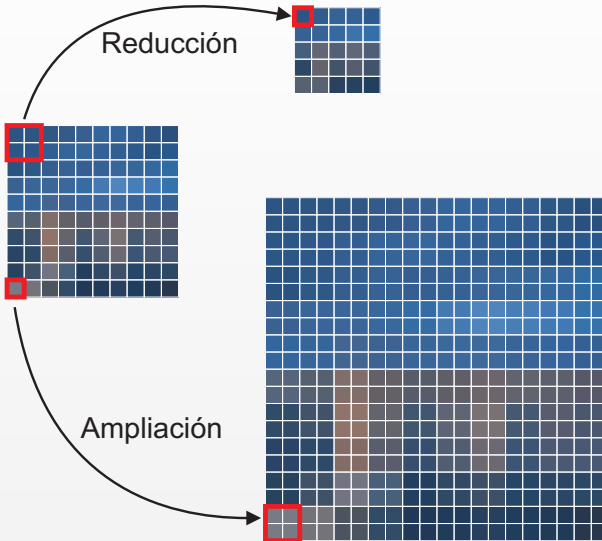
Función de relación



Ajustes

- ▶ Sin tener en cuenta las deformaciones, hay que considerar los casos en los que la imagen se corresponde con más píxeles y con menos
- ▶ Solución:
 - ▶ Interpolación
 - ▶ Mip-mapping

Interpolación



Mip-mapping



Coordenadas paramétricas

- ▶ Para ajustar la textura a la geometría se recurre a las coordenadas de textura
- ▶ A cada vértice se le hacen corresponder las coordenadas deseadas de la textura
- ▶ Este proceso puede ser:
 - ▶ Manual: para casos muy sencillos
 - ▶ Asistido: para casos muy complejos (mapas y atlas de texturas)
 - ▶ Automático: para figuras muy sencillas o donde no importan las deformaciones

Coordenadas paramétricas

► Asistido

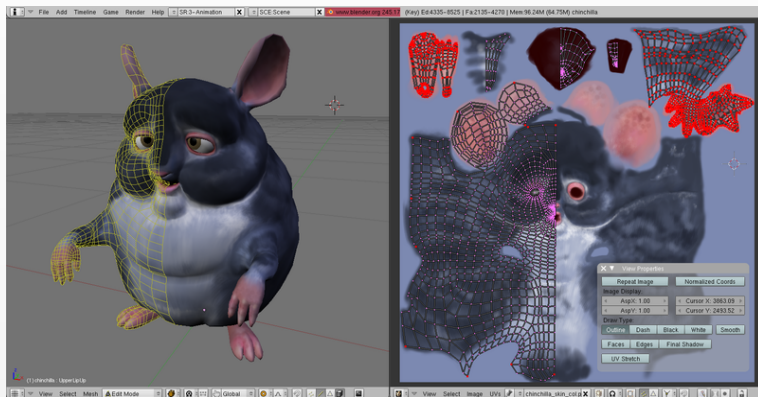


Figura : (blender.org©)

Coordenadas paramétricas

► Asistido



Figura : (Steve Fabok©; <http://vimeo.com/16790123>)

Coordenadas paramétricas

► Automático

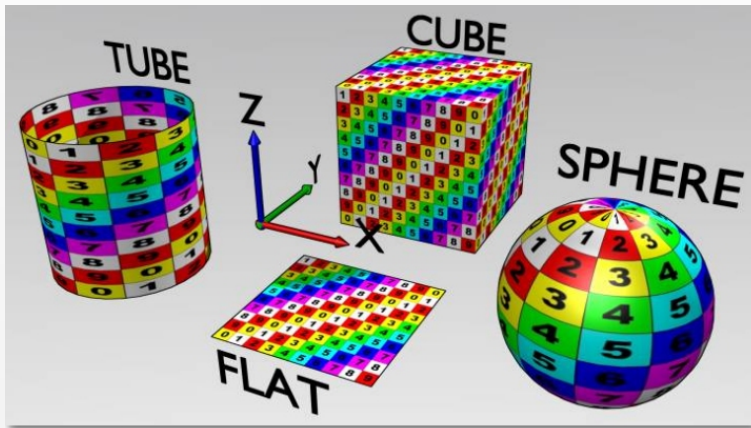


Figura : (blender.org©)