

Introducción a la generación de imágenes estereo

TÉCNICAS Y DISPOSITIVOS DE REALIDAD VIRTUAL

MASTER EN INFORMÁTICA GRÁFICA,
JUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

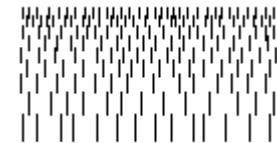
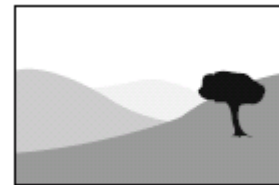
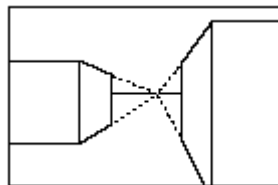
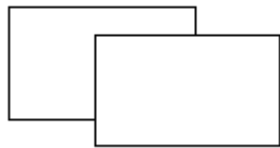
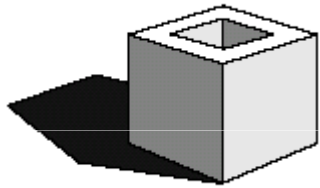
Marcos García
Marcos.garcía@urjc.es



Bibliografía

- Virtual Reality Technology (Second Edition) Grigore C. Burdea, Philippe Coiffet
Ed. Wiley-IEEE Press, 2003
- http://www.stereographics.com/support/downloads_support/handbook.pdf
- <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/projection/stereorender/>
 - Calculating Stereo Pairs
 - 3D Stereo OpenGL example
 - A portable rear projection stereoscopic display
- <http://www.captain3d.com/stereo/html/tutorial.html>

¿Cómo mejorar la percepción de la profundidad?



Fundamentos de la visión estéreo

- Nuestros ojos captan dos imágenes desde dos puntos de vista distintos
 - Depende de la separación intraocular (DIO)
 - Entre 45-75mm (65mm es lo habitual)
 - Disparidad o divergencia: entre las dos imágenes existen diferencias en la dirección horizontal
- Son interpretadas como una única imagen, información de la distancia (fusión y estereopsis)
- La sensación de profundidad depende de la disparidad y la disparidad de la DIO
 - A mayor DIO mayor disparidad y mejor captación de la profundidad en objetos lejanos
 - A menor DIO menor disparidad y mejor captación de la profundidad en objetos cercanos

Pequeño experimento



Los ojos convergen en el pulgar.
El fondo se ve doble



Los ojos convergen en el fondo.
El pulgar se ve doble

Fundamentos de la visión estéreo

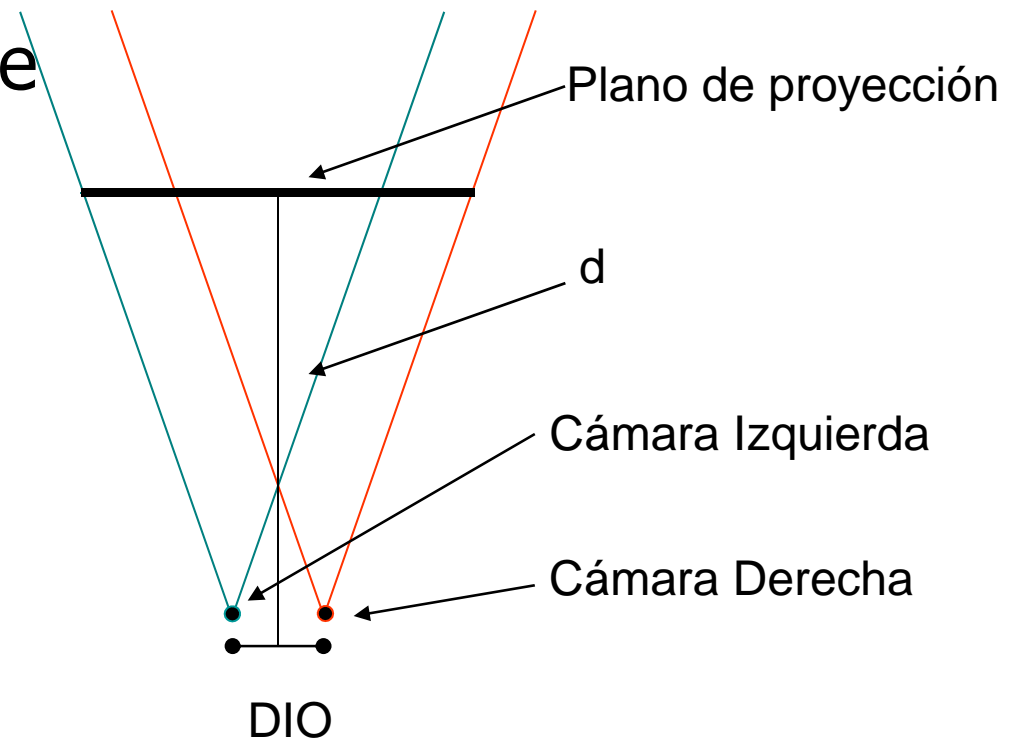
- Convergencia: punto en el cual intersecan los ejes ópticos
 - Punto de divergencia 0
 - En puntos muy alejados los ejes ópticos son casi paralelos
 - La divergencia nunca se produce
 - A partir de ciertas distancias no se distingue la profundidad
 - Depende de las personas
 - Entre los 60 y 100m
- Acomodación: enfoque óptico de un punto
- Fusión: proceso conjunto de acomodar un punto y hacer converger los ejes ópticos en él

Imagen estéreo

- Llamaremos imagen estéreo a la fusión de la imagen del ojo derecho con la imagen del ojo izquierdo
- Cada una de los dos elementos que componen la imagen estéreo recibe el nombre de campo

Parámetros estéreo

- Distancia intraocular (DIO)
- Distancia al centro de proyección (d)
- Paralaje (Parallax)
 - Depende de los factores anteriores
- Traslación horizontal de la imagen HIT



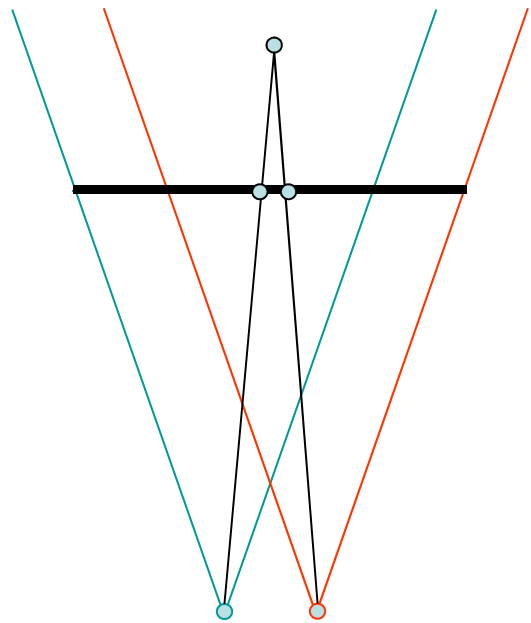
Paralaje

- Paralax: distancia entre las dos proyecciones de un punto en el plano de proyección
- Disparidad: distancia entre las dos proyecciones de un punto en las retinas
- Paralax → Disparidad → Fusión → Estéreopsis
- Depende de
 - La distancia intraocular
 - A más DIO más paralax

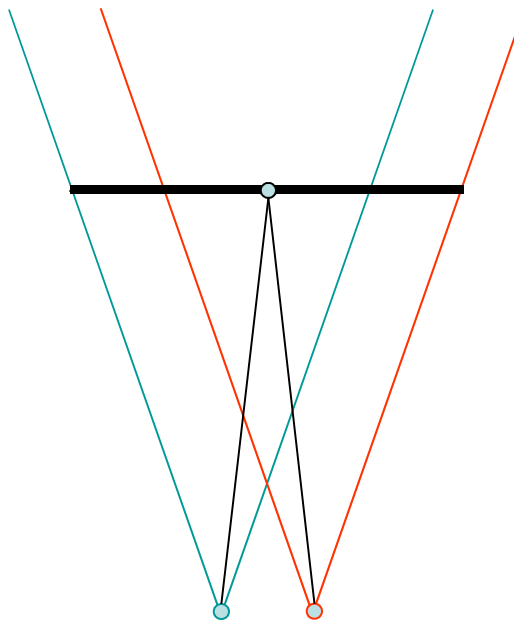
Paralaje

- Tipos de paralaje
- Según el eje
 - paralaje horizontal
 - paralaje vertical (no debe producirse)
- Según la distancia
 - Cero paralaje: El punto se encuentra sobre el plano de proyección. (ZPS: Zero Parallax Setting)
 - Paralaje positivo. El punto se encuentra detrás del plano de proyección.
 - Divergente: no debe producirse
 - Paralaje negativo

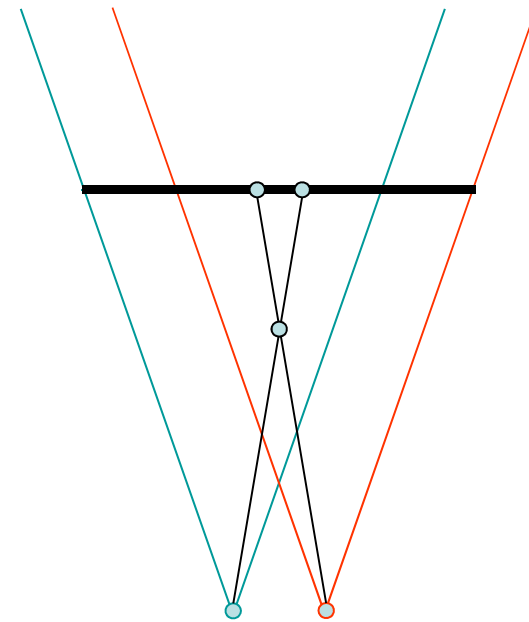
Paralaje



paralaje Positivo



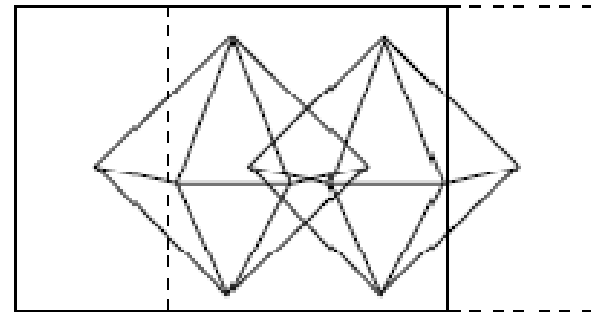
Cero paralaje



paralaje Negativo

Horizontal Image Translation

- Traslación horizontal de los campos del par estéreo
- Parámetro de ajuste (tunning)
- HIT \neq parallax
 - HIT no depende de la distancia

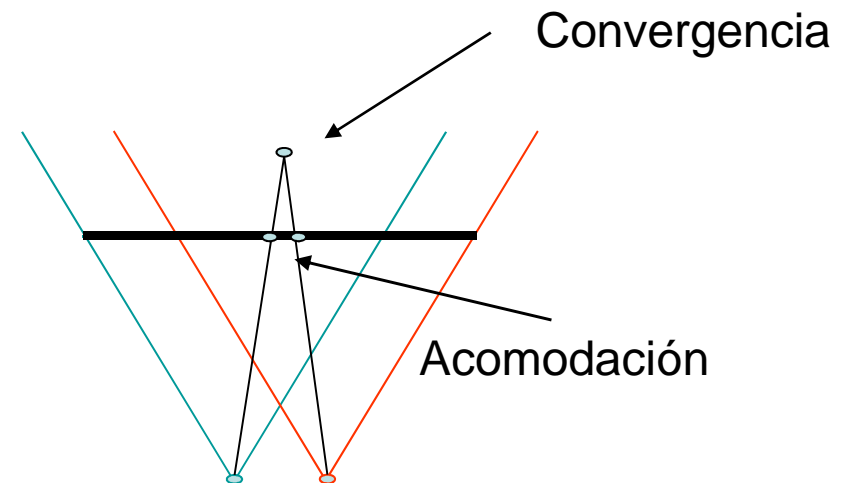


Problemas a tener en cuenta

- Relación acomodación/convergencia
- Imágenes congruentes
- Bordes
- Imágenes cruzadas
- Paralaje vertical
- Distancia del observador

Relación acomodación/convergencia

- Punto de enfoque \neq Punto de convergencia
- Acomodación en la pantalla
- Puede estar por delante o por detrás
- No hay problema para puntos con 0 parallax
- Produce
 - Dificultades en la fusión
 - Incomodidad

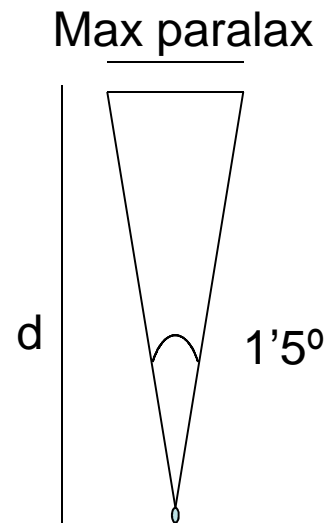


Relación acomodación/convergencia

- El efecto depende de:
 - La persona
 - En niños y gente que trabaja con imágenes estéreo e problema es menor
 - Depende de la escena que visualicemos
 - Del tamaño de la pantalla (mejor cuanto más grande)
 - De la distancia al plano de proyección (mejor cuanto mayor)
 - Del tipo de paralaje (mejor el paralaje positivo)

Relación acomodación/convergencia

- Se intenta que el paralaje no exceda los $1'5^{\circ}$



$$\text{Max paralax} = 2 \cdot d \cdot \tan (1'5^{\circ}/2)$$

Imágenes congruentes

- Las dos imágenes deben tener
 - Congruente brillo
 - Igual intensidad
 - Igual contraste
- Deben mostrar la misma escena
- Provoca
 - Dificultades en la fusión

Bordes

- Las imágenes que no están totalmente contenidas en la pantalla dan problemas
- Imágenes con paralaje negativo
 - El paralaje indica que el objeto está delante de la pantalla
 - El corte con el borde indica que está detrás
 - Son más tolerantes al recorte horizontal que al vertical
- El paralaje positivo no es un problema

Imágenes cruzadas

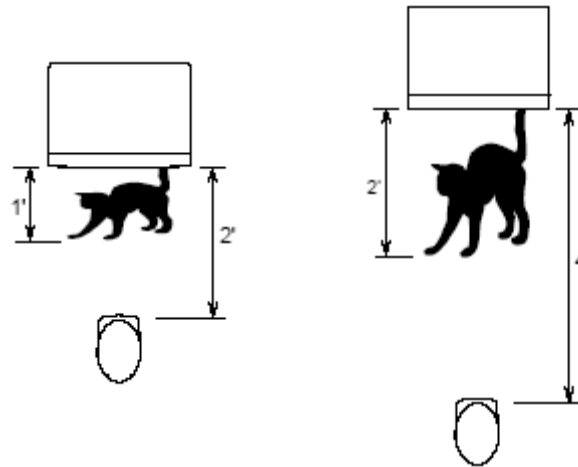
- Este efecto se produce cuando un ojo ve una imagen que no le corresponde
- Se produce el efecto de imagen fantasma o ghosting
- Se debe a
 - Problemas de sincronización con los dispositivos
 - Problemas de latencia de la pantalla o los proyectores

Paralaje vertical

- Distancia en el eje vertical de las dos proyecciones de un punto en el plano de proyección
- Nunca debe de producirse
- Provoca
 - Dificultades en la fusión
 - Incomodidad (incluso malestar)
 - Obliga al ojo a realizar un movimiento no natural

Distancia

- Al acérganos las distancias disminuyen
- Al alejarnos las distancias aumentan



Formatos

- Líneas entrelazadas
- Above-below
- Syde-by-side
- Red-Cyan
- Quadbuffer

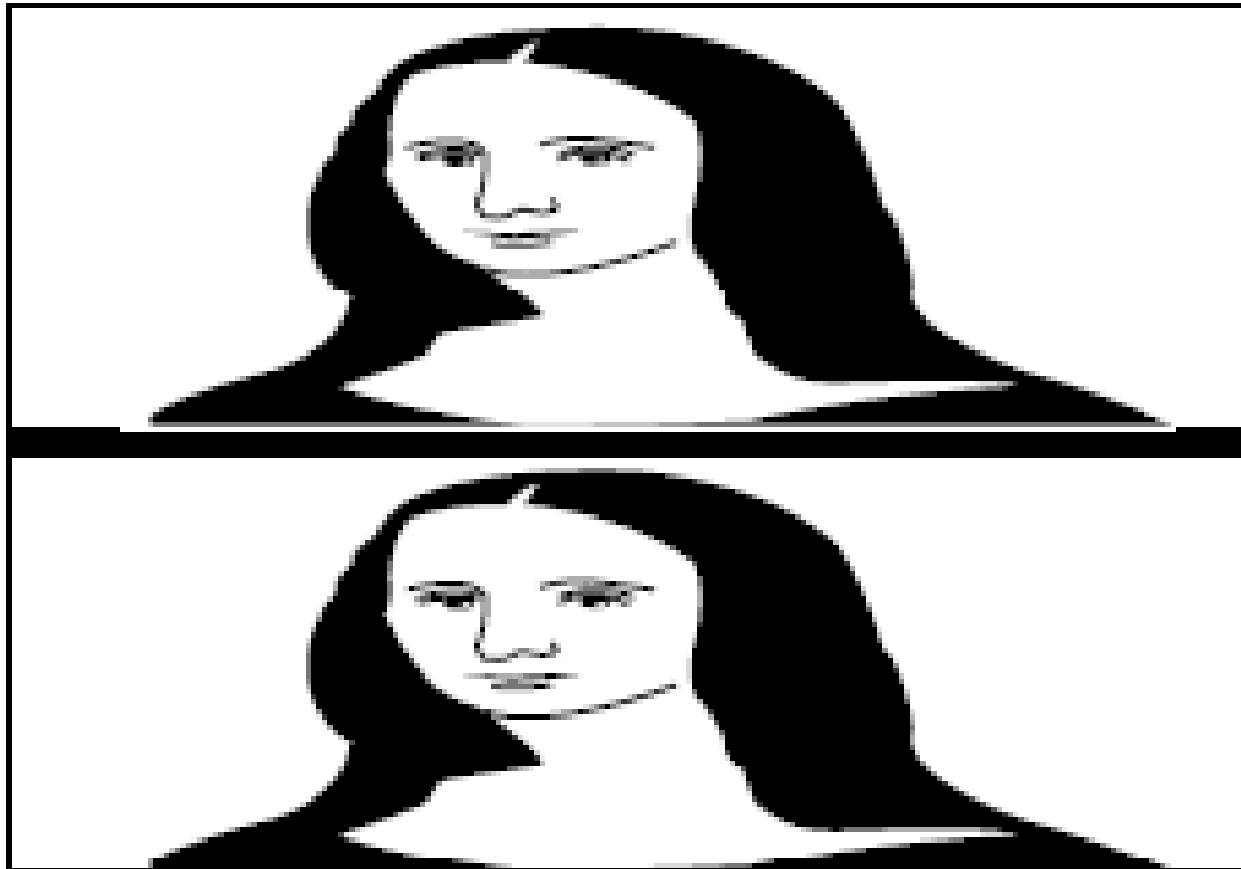
Líneas entrelazadas

- Se utilizan la líneas pares para un campo y las líneas impares para el otro campo
- Problemas
 - Reduce la definición vertical (menos puntos por columna)

Above-below

- Se divide el área de renderizado verticalmente
- Debe introducirse como parámetro el tamaño de la línea de separación de campos
- Problema
 - Pérdida de resolución horizontal

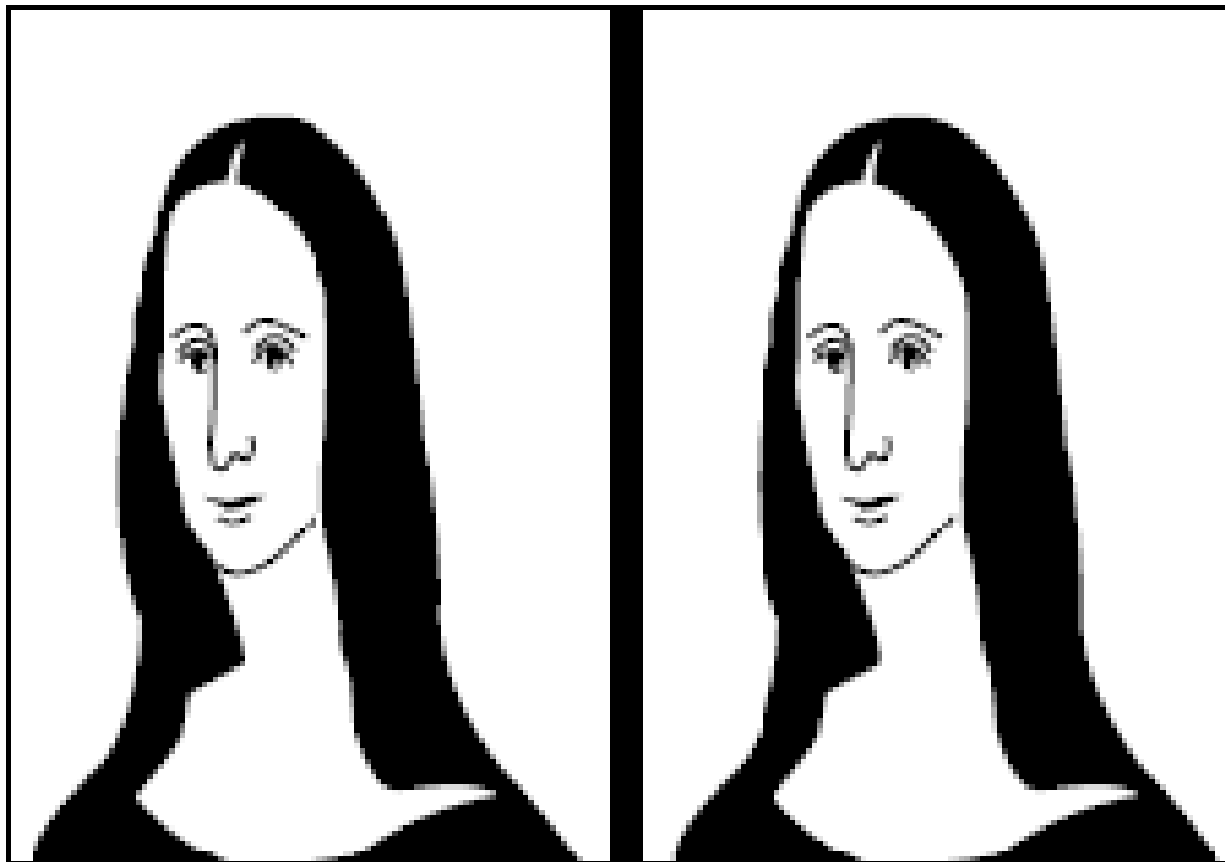
Above-below (II)



Syde-by-side

- Se divide le área de renderizado horizontalmente colocando un campo al lado del otro
- Debe introducirse como parámetro el tamaño de la línea de separación de campos
- Problema
 - Pérdida de resolución vertical

Syde-by-side (II)



Red-Cyan

- Un campo se pinta con tonalidades de rojo y el otro con tonalidades de cian
- Problemas
 - Suele darse el fenómeno de ghosting
 - Se pierde congruencia entre los campos de la imagen estéreo

Quadbuffer

- Extensión del doblebuffer para estéreo
- Se utilizan dos buffers para cada campo
- Problemas
 - Necesita sincronización hardware
 - Necesita una tarjeta con velocidades de refresco altas

Tipos de dispositivos

- **Dispositivos activos**
 - Muestran alternativamente los campos de una imagen estéreo
 - Requieren mecanismos de sincronización costosos
 - Los proyectores son baratos
- **Dispositivos pasivos**
 - Las dos imágenes son mostradas a la vez
 - No requieren mecanismos de sincronización
 - Los proyectores son caros

Tipos de dispositivos

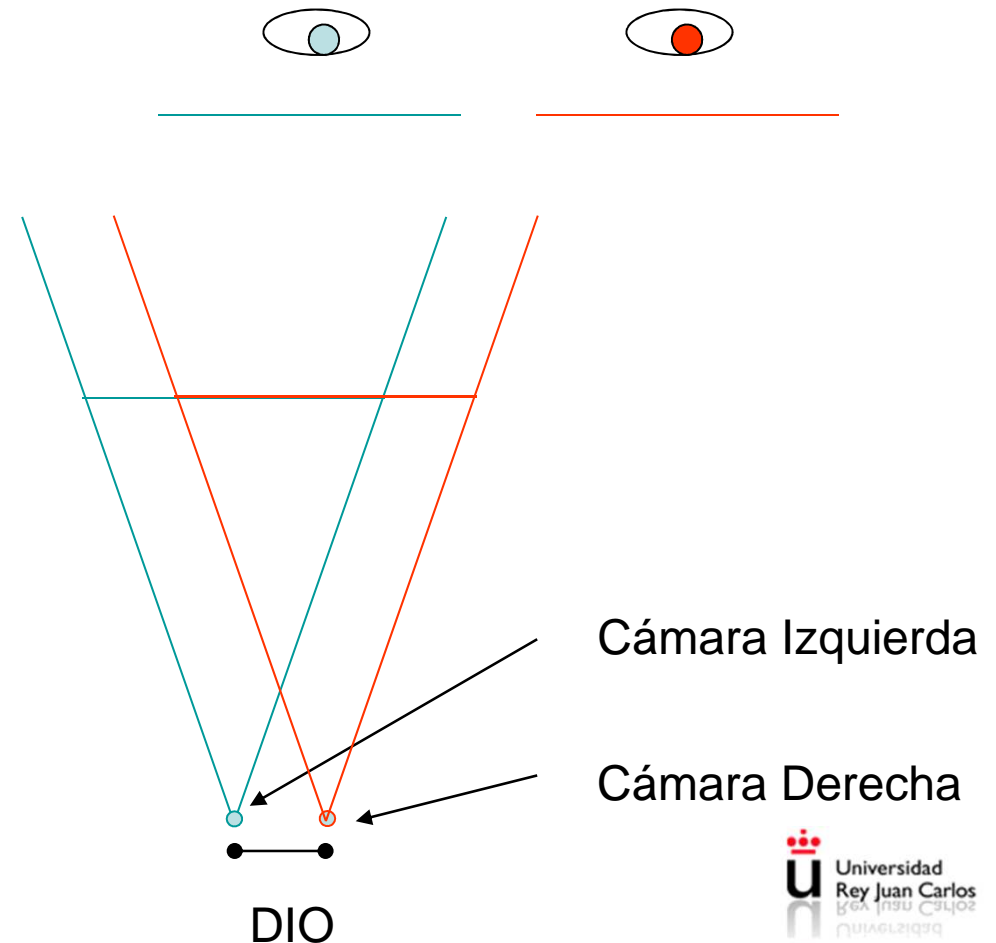
- **Proyectores**
 - Pasivos: 2 proyectores
 - Filtros:
 - Polares
 - Comáticos
 - Activos: más de 200Hz
 - Señal de sincronización infrarroja.
- **Televisiones actuales:**
 - Pasivos: 2 leds por color y punto. Cromáticos
 - Activos: frecuencias superiores a 200Hz
- **Monitores lenticulares:**
 - Sistema pasivo sin gafas

Implementación

- Implementación para sistemas con dos planos de proyección (HMD)
- Implementaciones para sistemas con uno único
 - Toe-in
 - Off-axis

Implementación para sistemas con dos planos de proyección

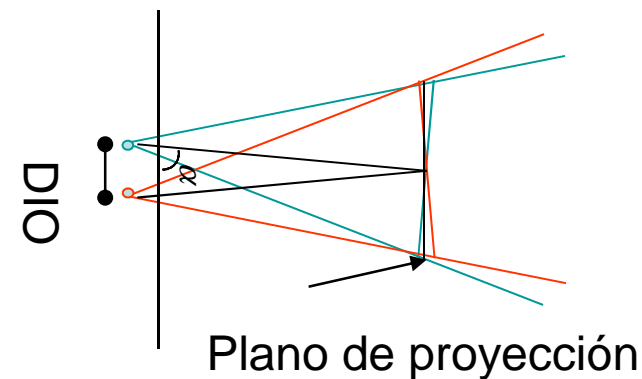
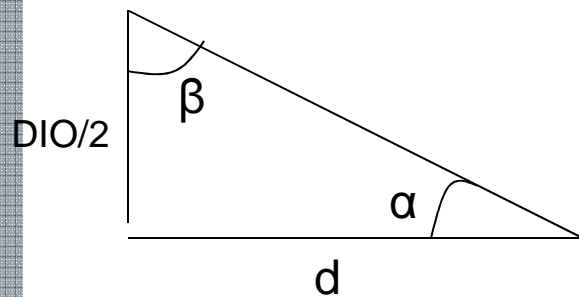
- Proyección sobre dos cámaras
 - Separadas una distancia DIO
 - Con la misma orientación
- Parámetros
 - Distancia intraocular (DIO)



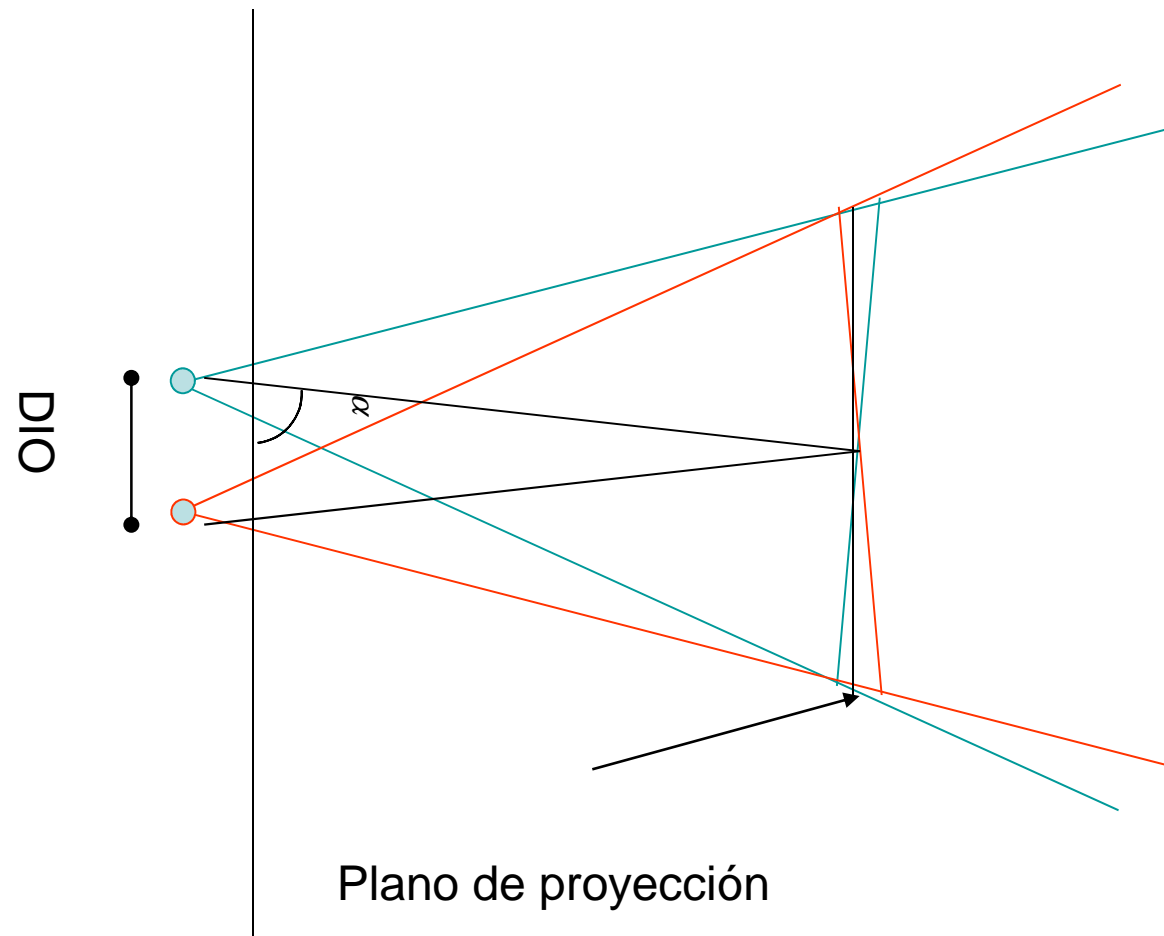
Toe-in

- Proyección sobre dos cámaras
 - Separadas una distancia DIO
 - Orientadas hacia el centro del plano de proyección
- Orientación
- Parámetros
 - Distancia intraocular (DIO)
 - Distancia al plano de proyección (d)
- Este método introduce paralaje vertical

$$\alpha = 90^\circ - \arctan\left(\frac{2d}{DIO}\right)$$



Toe-in

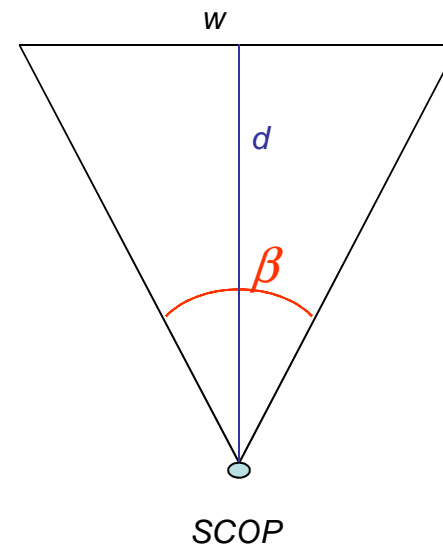
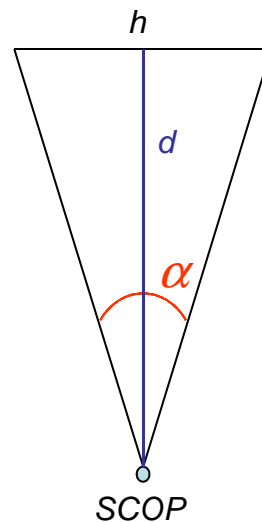
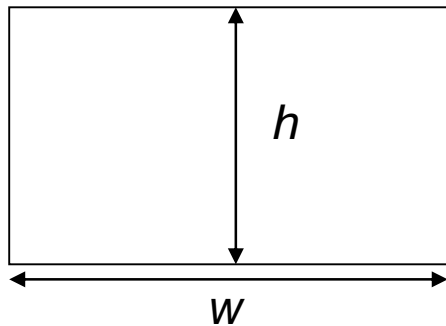


Off-axis

- Centro de proyección estéreo (SCOP)

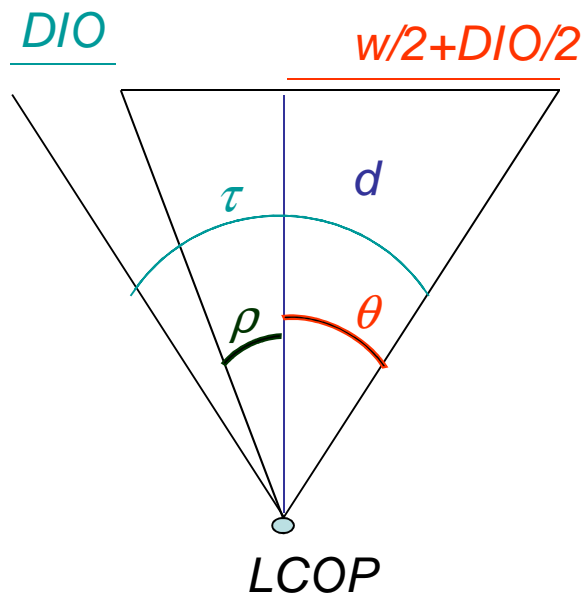
$$a = \frac{w}{h} = \frac{\tan(\beta/2)}{\tan(\alpha/2)}$$

$$\alpha = 2 \cdot \arctan\left(\frac{h}{2d}\right) \quad \beta = 2 \cdot \arctan\left(\frac{w}{2d}\right)$$



Off-axis

- Centro de proyección del campo izquierdo (LCOP)



$$a' = \frac{\tan(\tau/2)}{\tan(\alpha/2)} = \frac{w + DIO}{h} = a + \frac{DIO}{h}$$

$$\tau = 2 \cdot \theta$$

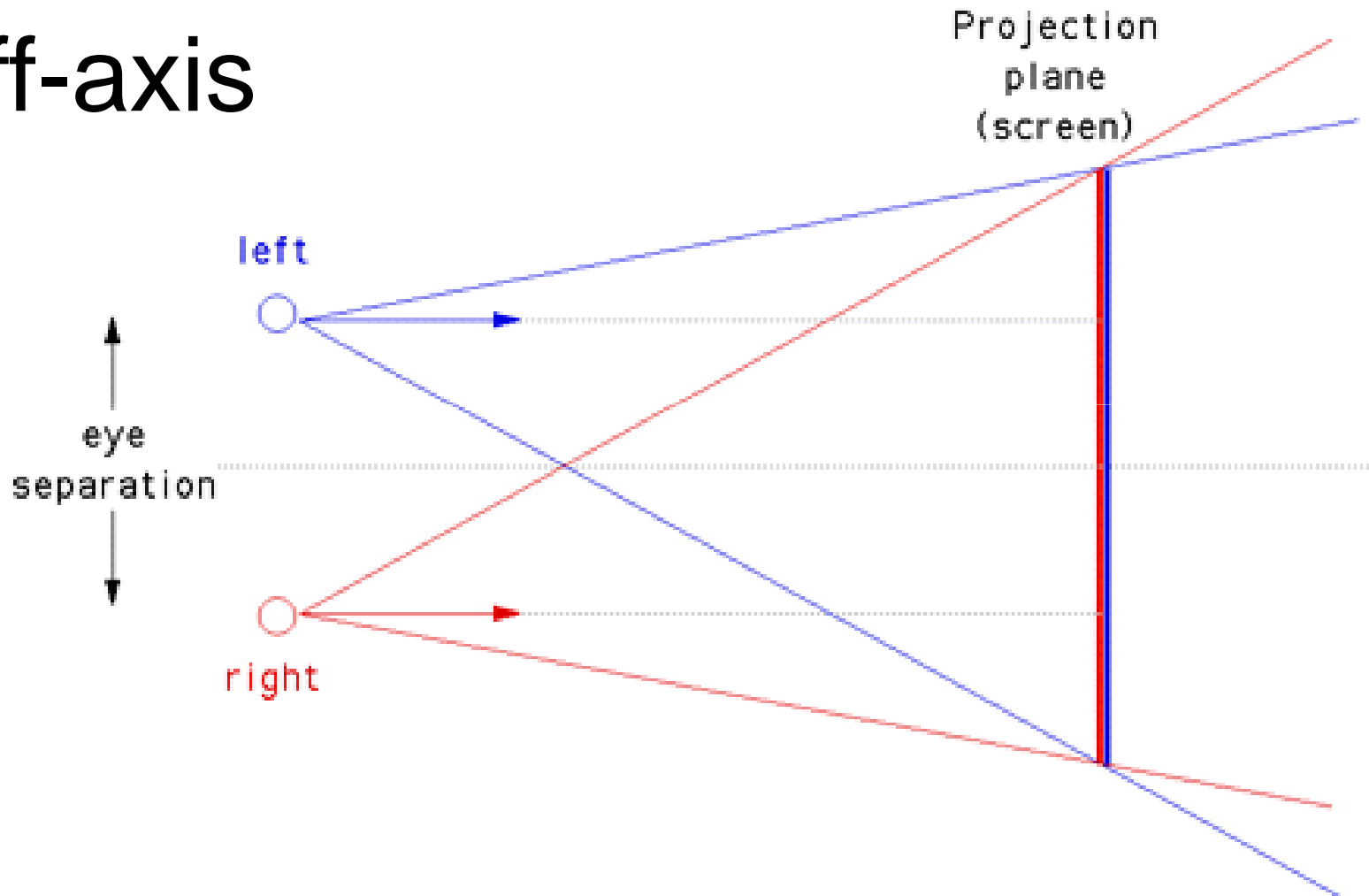
$$\theta = \arctan\left(\frac{w + DIO}{2d}\right) = \arctan\left(a \cdot \tan(\alpha/2) + \frac{DIO}{2d}\right)$$

$$\theta = \arctan(a' \cdot \tan(\alpha/2))$$

$$\rho = \arctan\left(\frac{w - DIO}{2d}\right) = \arctan\left(a \cdot \tan(\alpha/2) - \frac{DIO}{2d}\right)$$

Off-axis

Off-axis

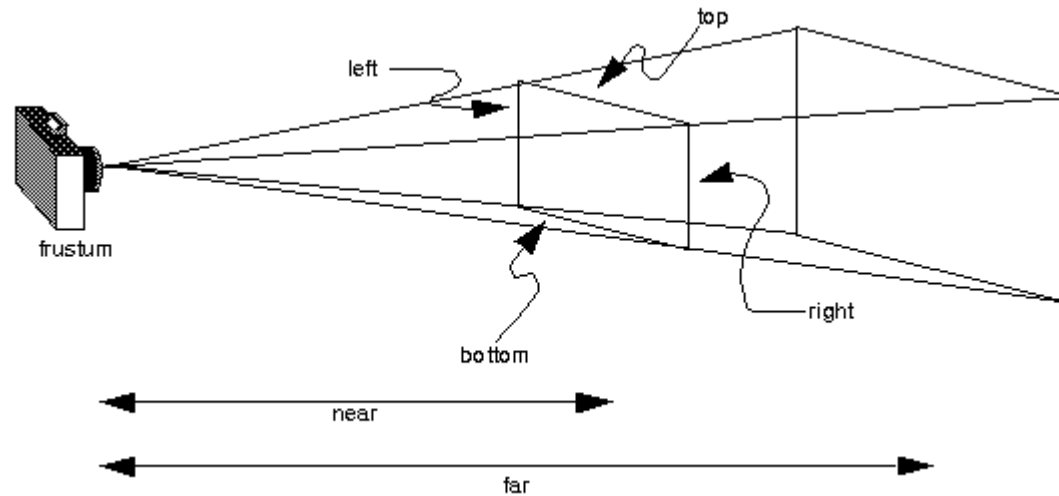


Off-axis

- Proyección sobre dos cámaras
 - Separadas una distancia DIO
 - Con la misma orientación
- Parámetros
 - Distancia intraocular (DIO)
 - Distancia al plano de proyección (d)
 - Ángulo de apertura vertical (α) o tamaño de la pantalla
 - Relación altura (h) anchura (w), aspect-ratio ($a=w/h$)

Off-axis

- Creación del frustrum en openGl



Dudas ???