

Entornos Virtuales

J.C. Torres

Lab. Realidad Virtual UGR,
Universidad de Granada

February 13, 2019

Presentación

Profesorado:

Juan Carlos Torres Cantero

web: <http://lsi.ugr.es/~jctorres>

email: jctorres@ugr.es

Tlf.: 958 243 181

Despacho 3.35 (ETSII) / LRV

Tutorías: Martes y viernes de 9:30 a 12:30

Máster en Ingeniería Informática 2º cuatrimestre										
	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
8:30-9:30										
9:30-10:30										
10:30-11:30										
11:30-12:30										
12:30-13:30										
13:30-14:30										
15:30-17:00	GIDM 1.6	GINW -1.1		ASS 1.6	IM -1.1		AMCA 1.6	DOM 1.6	SC -1.1	
17:00-18:30	GIDM -1.1	GINW 1.6	TVG 1.6	SSBW 2.1	ASS -1.1	IM 1.6	AMCA -1.1	DOM -1.1	SC 1.6	
18:30-20:00	CC 1.6		TVG 3.5	SSBW 1.6		EV 1.6	SIGE 1.6			
20:00-21:30	CC 2.4				EV 2.1		SIGE 2.1			

Tema 1: Introducción

Tema 2: Modelado geométrico para entornos virtuales

Tema 3: Técnicas de interacción

Tema 4: Realidad virtual

Tema 5: Realidad aumentada y mixta

Tema 6: Aplicaciones

	Práctica	Inicio	Entrega
1	Blender	13/2/19	13/3/19
2	Diseño de un sistema inmersivo	20/2/19	13/3/19
3	Creación de modelos	13/3/19	27/3/19
4	Texturas	27/3/19	10/4/19
5	Simulación	10/4/19	8/5/19
6	Interacción	8/5/19	22/5/19
7	Evaluación del sistema	22/5/19	5/6/19

Software: Blender

A cada práctica se dedican dos sesiones de laboratorio salvo a la segunda, a la que se dedica una sola (el 6/3/19).

Teoría

- Ejercicios teóricos propuestos (peso final 10 %).
- Examen final (peso final 40 %).

Prácticas

- Prácticas realizadas durante el curso (peso final 50 %) .
- Todos los ejercicios tendrán una fecha límite de entrega .
- Los estudiantes que no hayan asistido al menos al 80 % de las clases (y los que quieran subir su calificación por evaluación continua) realizarán un examen práctico en el que deberán crear una aplicación 3D interactiva con la herramienta usada en la asignatura.

Calificación final: Media ponderada de los ejercicios teóricos, prácticos y el examen final.

- Para aprobar la asignatura será necesario obtener al menos un 4 en cada parte de la asignatura (teoría y prácticas).

Tema 1. Introducción

- ① Tecnologías
- ② Entornos virtuales
- ③ Estructura de un sistema inmersivo
- ④ Sentidos
- ⑤ Modelos 3D
- ⑥ Técnicas de interacción

1. Tecnologías

La realidad virtual introduce al usuario en un mundo virtual de forma que sus sentidos están desconectados de su entorno y reciben estímulo del mundo virtual. A este efecto se le denomina inmersión.

Necesita dispositivos especiales (vista, interacción, localización, movimiento, tacto,...)



<https://www.youtube.com/watch?v=7470ysQpTBs#t=6m18s>



Realidad Aumentada

La realidad aumentada añade capas de información al entorno real (pueden ser texto, imágenes o modelos 3D).

Puede implementarse con un smartphone o un tablet.



<https://www.youtube.com/watch?v=EWVbDh8mDNU&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=-qb4YkhR058#t=0m13s>



La realidad mixta combina el entorno real con elementos virtuales “ubicados” en el entorno real.

Necesita dispositivos especiales de visualización y localización.



<http://hololamp.tech/>

<https://youtu.be/DgTcIwhK5zg#t=0m4s>



Video grabado con una cámara omnidireccional, a partir de los cuales se puede generar una imagen mirando desde el punto de filmación en cualquier dirección. No permiten interacción (salvo cambiar la dirección de vista).

Se pueden visualizar en una pantalla o gafas de RV.



<https://www.youtube.com/watch?v=8lsB-P8nGSM>

Visualización de escenas 3D con posibilidad de interacción

Se puede visualizar en una pantalla, interaccionando con cualquier dispositivo de entrada.

<https://www.simulanis.com/technologies.php>



<https://www.youtube.com/watch?v=8fe9RaEEGQU#t=0m56s>



Comparación: Visualización

	Visualización
Realidad Virtual	La cámara está en la posición del usuario. Se puede mirar desde cualquier punto en cualquier dirección. Visión estéreo.
Realidad Aumentada	Desde un posición fija precalculada.
Realidad Mixta	La cámara está en la posición del usuario. Se puede mirar desde cualquier punto en cualquier dirección.
Gráfico interactivo	La cámara se modifica con dispositivos de entrada.
Video 360	Solo se puede cambiar la dirección en que se mira

Comparación: Dispositivos de visualización

Dispositivos de visualización	
Realidad Virtual	Casco (HMD) / Proyección estéreo*
Realidad Aumentada	Smartphone / Tablet
Realidad Mixta	Casco see-through / Proyección*
Gráfico interactivo	Pantalla
Video 360	Pantalla / Casco (HMD)

* Requiere dispositivos de tracking

Comparación: Interacción

	Interacción
Realidad Virtual	Navegar ↔ Seleccionar e interaccionar
Realidad Aumentada	Sin interacción ↔ Seleccionar e interaccionar
Realidad Mixta	Navegar ↔ Seleccionar e interaccionar
Gráfico interactivo	Navegar ↔ Seleccionar e interaccionar
Video 360	Cambiar dirección de mirada

Comparación: Dispositivos de interacción

Dispositivos de interacción	
Realidad Virtual	Tracking + Controladores
Realidad Aumentada	Pantalla táctil del dispositivo
Realidad Mixta	Tracking + Controladores / Tracking
Gráfico interactivo	Ratón / joystick
Video 360	Orientación de cabeza / Ratón / Pantalla táctil

Comparación: Navegación

	Navegación
Realidad Virtual	Desplazarse físicamente / Dispositivos y técnicas especiales
Realidad Aumentada	-
Realidad Mixta	Desplazarse físicamente
Gráfico interactivo	Con dispositivos de entrada (ratón, joystick,...)
Video 360	-

Comparación: Dispositivos de posicionamiento

	Dispositivos
Realidad Virtual	Tracker
Realidad Aumentada	-
Realidad Mixta	Tracker
Gráfico interactivo	-
Video 360	-

Comparación: Representación del modelo

	Representación
Realidad Virtual	Modelo 3D
Realidad Aumentada	Etiquetas de texto ↔ Modelo 3D
Realidad Mixta	Modelo 3D
Gráfico interactivo	Modelo 3D
Video 360	Secuencia de fotogramas 360°

Comparación: Renderización

	Render
Realidad Virtual	Cámara en la posición del usuario. Estéreo. 120 FPS.
Realidad Aumentada	Visualización ubicada en la imagen del mundo real*. Si hay modelo 3D se renderiza en posición fija respecto al dispositivo.
Realidad Mixta	Cámara en posición del usuario. Estéreo. 120 FPS. Modelo ubicado en el mundo real*.
Gráfico interactivo	Cámara controlada con ratón/joystick. 60 FPS
Video 360	Recorte y reproyección de fotograma

* Necesitan mecanismos para hacer corresponder la información virtual con el mundo real.

Comparación: Inmersión

	Render
Realidad Virtual	Si
Realidad Aumentada	No
Realidad Mixta	Si
Gráfico interactivo	No
Video 360	No

2. Entornos virtuales

“A **virtual environment** (VE) can be defined as a **computer-generated environment used to simulate the real world**. Many different types of virtual environments are possible. On the one hand, these environments can be as simple as a **semi-immersive** computer-based environment. On the other hand, these environments can be completely **immersive**, hardware-based, three-dimensional interactive experiences utilizing sound and force feedback to simulate, as accurately as possible, a real environment”¹

¹ S.K. Gupta, D.K. Anand, J. Brough, M. Schwartz, and R. Kavetsky: “Training in Virtual Environments. A safe, cost effective, and engaging approach to training”. University of Maryland. 2008.

Ejemplo de entorno virtual

PalpSim es un sistema de realidad mixta para el entrenamiento en la palpación de la arteria femoral y la inserción de punción¹. Combina tres dispositivos hápticos con una cámara de video para generar realimentación táctil y visual. Renderización interactiva.



<https://www.youtube.com/watch?v=aFafx7m-Xxs>

¹ T. R. Coles, N. W. John, D. Gould, and D. G. Caldwell, "Integrating Haptics with Augmented Reality in a Femoral Palpation and Needle Insertion Training Simulation," IEEE Transactions on Haptics, vol. 4, no. 3, pp. 199–209, Jul. 2011



Ejemplo: Cave



- Proyección estéreo
- Proyección envolvente
- Posicionamiento
- Modelo 3D
renderizado
interactivamente

Ejemplo: Simulador de vuelo

- Feedback inercial
- Modelo 3D renderizado interactivamente
- Replica real de cabina de control



http:

//indi.ca/2003/11/cae-flight-simulators



El test de Turing de un entorno virtual se puede formular como poder determinar si nos encontramos en un entorno real o virtual.

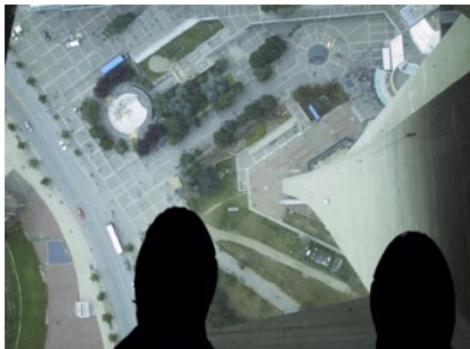


Fotografía



Visualización de un modelo
3D

Una formulación mas viable es: “Conseguir que el comportamiento de una persona sea indistinguible del comportamiento en un entorno real”.



<http://science.howstuffworks.com/life/>

virtual-medicine1.htm

<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/03/080320132646.htm>

- Entrenamiento (simuladores)
- Planificación (cirugía, industria,....)
- Evaluación y diagnóstico
- Entretenimiento y difusión
- Tratamiento terapéutico



<http://lrv.ugr.es>

- Reducción de riesgos
- Escenarios realistas
- Reducción de costes en procesos complejos
- Reproductibilidad de situaciones infrecuentes
- Monitorización



<http://lrv.ugr.es>

- Coste inicial de tecnología y de desarrollo
- Defectos de inmersión
- Fatiga visual
- Incomodidad



<http://lrv.ugr.es>

- 1965: Ivan Sutherland diseña "Ultimate Display", el primer casco.
- 1971: Frederick Brooks diseña el primer dispositivo háptico (GROPE-II).
- 1988: VPL Research diseña el primer casco comercial, "Eyephone".
- 1992: Carolina Cruz-Neira diseña la primera CAVE en la Universidad de Illinois.
- 2012: Oculus VR inicia el desarrollo de un casco de bajo coste, el Oculus Rift, como kickstarter.



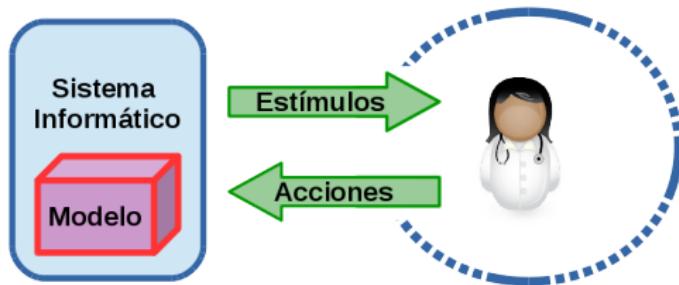
"The Ultimate Display," Sutherland, I.E., Proceedings of IFIPS Congress 1965, New York, May 1965, Vol. 2, pp. 506-508.

- Representar escenarios realistas en un sistema informático.
- Crear representaciones fieles de escenarios reales.
- Interaccionar de forma natural.
- Transmitir información sensorial al usuario para dar sensación de realidad.
- Conseguir sensación de inmersión.

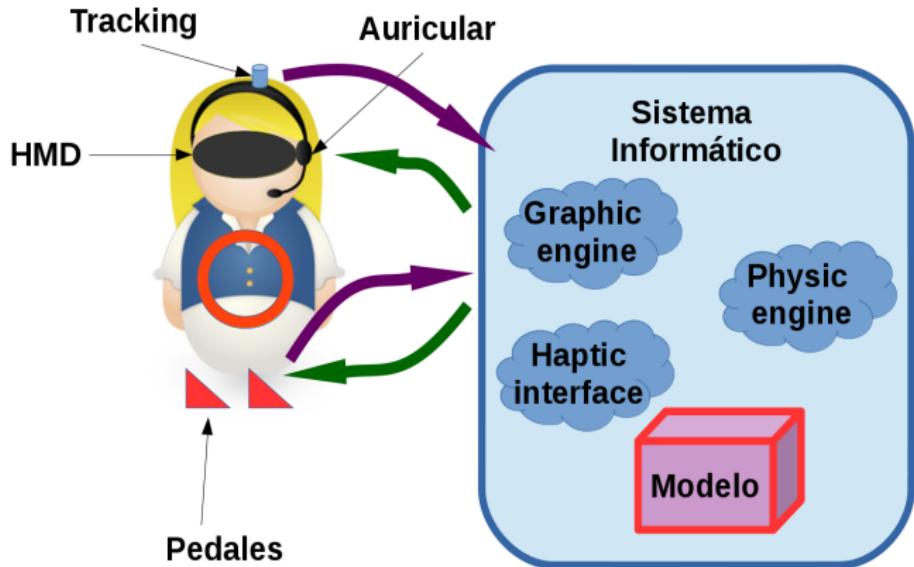
3. Estructura de un sistema inmersivo

Esquema de un sistema de RV

- Modelo
- Efectores
- Sensores



Ejemplo de sistema inmersivo



[Kim07]

Necesitamos dispositivos de entrada y salida (sensores y efectores).

- Sensores:

- Tracking (Posición y orientación).
- Dirección de mirada
- Acciones de las manos
- Desplazamiento

- Efectores:

- Imagen
- Audio
- Tacto

Elementos de un sistema de RV

- Modelo. Representación de la escena. Compromiso entre realismo y visualización interativa.
 - Gestionar niveles de detalle
 - Gestionar texturas
 - Simulación física
- Interacción.
 - Gestionar colisiones
 - Permitir manipulación
 - Navegación

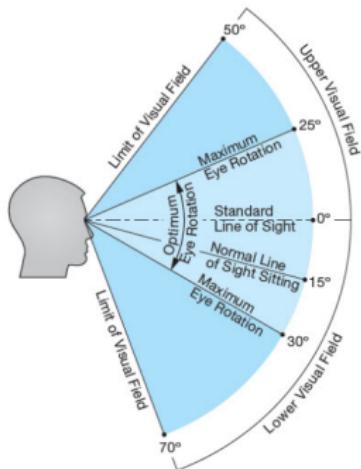
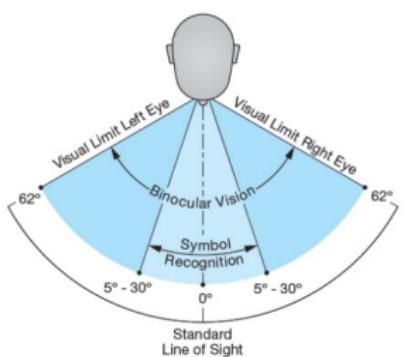
4. Sentidos

- Vista
- Oído
- Tacto
- Olfato
- Gusto
- Equilibrio

- Campo de visión
- Agudeza visual
- Resolución temporal
- Luminancia y color
- Visión estereoscópica y profundidad
- Sensación de movimiento

Vista: Campo de visión

- Cada ojo tiene un campo de visión (FOV) de aproximadamente 90° en horizontal y 120° en vertical
- Teniendo en cuenta la capacidad de movimiento del ojo el campo visual horizontal de una persona llega a 150°



<http://www.extron.com>

Mínimo ángulo entre dos puntos que se perciben como separados.

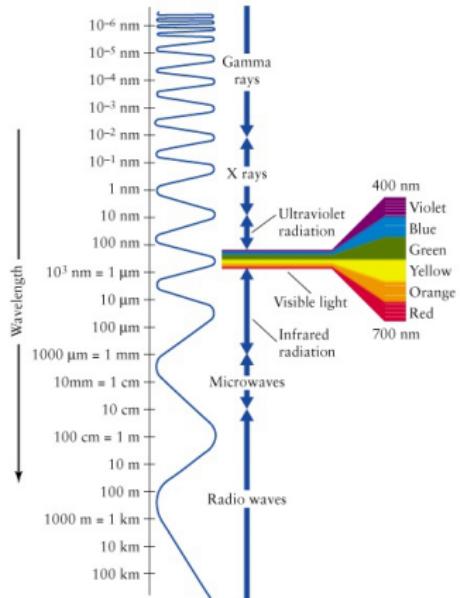
- En condiciones óptimas puede llegar a 1' (minuto de grado)
- Los simuladores suelen tener una resolución mínima de 3'
- Un casco con 110º de FOV (field of view) y 640 pixels tiene una resolución 10' entre pixels
- Una pantalla de 1280 píxeles con un FOV de 60º tendría una resolución de aproximadamente 3'

- Una imagen en la retina tarda un tiempo en desaparecer acabado el estímulo
- Este tiempo depende de la intensidad
- Puede variar entre 20 ms y 100 ms.
- Para no percibir parpadeo la frecuencia de refresco debe ser superior a 50Hz.



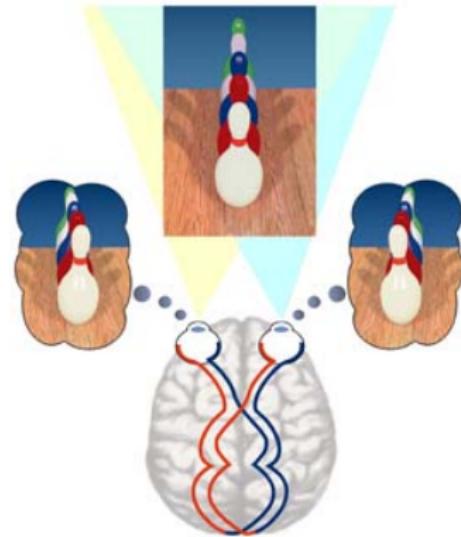
Vista: Luminancia y color

- El ojo es sensible a los ratios de intensidad en lugar de a intensidades absolutas
- Percibimos el color en el rango de luz de 400 nm a 700 nm



Vista: Estereopsis y Profundidad

- La visión estereoscópica se produce por la visión combinada de los dos ojos.
- El límite de la visión estéreo se produce a una resolución de 12 segundos de arco.
- Podemos percibir una profundidad de 1mm a 1m



<http://www.vision3d.com/stereo.html>

Vista: Sensación de movimiento

- El movimiento del campo visual provoca una sensación de movimiento, incluso sin movimiento físico.
- La visión periférica contribuye en gran medida a esta sensación.



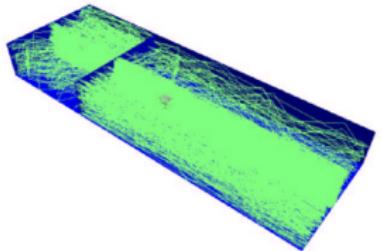
[https:](https://aschapman.wordpress.com/2011/09/29/araku-valley-and-vizag/img_1401-2/)

//aschapman.wordpress.com/2011/09/29/
araku-valley-and-vizag/img_1401-2/



- Permite sentir: frío, calor, presión, textura, vibración.
- Presente en toda la superficie del cuerpo.

<http://experimentando-juntas.blogspot.com.es/2013/03/los-sentidos.html>



[?]

- Percepción del sonido.
- El sonido es una vibración mecánica de entre 20 Hz y 20 KHz
- En un entorno virtual se puede “renderizar” el sonido [?].



- Proporciona conciencia espacial.
- Se detecta en el oído interno.
- Se complementa con información visual, del tacto y del estado de los músculos.

"Söderskär-bridge" by Miika Silfverberg (MiikaS) from Vantaa, Finland

<http://en.wikipedia.org/wiki/Catenary#mediaviewer/File:Söderskär-bridge.jpg>

- Hay sistemas experimentales que producen sensaciones olfativas.
- El gusto se puede enmascarar con olores



[http://spectrum.ieee.org/
computing/embedded-systems/
virtualreality-scent-system-fools-flavor-sense](http://spectrum.ieee.org/computing/embedded-systems/virtualreality-scent-system-fools-flavor-sense)

Consistencia de información de los sentidos

- El cerebro integra la información de los distintos sentidos.
- Los sentidos se complementan.
- La información debe ser consistente.
- La inconsistencia rompe la sensación de inmersión y puede provocar molestias.

5. Modelos 3D

Un modelo 3D o modelo geométrico es una representación computacional de una escena.

El modelo geométrico se puede usar para:

- Generar imágenes de la escena
- Detectar colisiones
- Simular el comportamiento físico
- Calcular la respuesta háptica
- Renderizar el sonido

```
typedef struct {  
    double posicion[3];  
    double velocidad[3];  
    double aceleracion[3];  
    float color[4];  
    float radio;  
}  
PARTICULA;  
PARTICULA Particulas[NMAX];
```

Modelo simple: renderización

```
typedef struct {
    double posicion[3];
    double velocidad[3];
    double aceleracion[3];
    float color[4];
    float radio;
}
PARTICULA;
PARTICULA Particulas[NMAX];
```

- Generación de imágenes de la escena

Modelo simple: renderización

```
typedef struct {
    double posicion[3];
    double velocidad[3];
    double aceleracion[3];
    float color[4];
    float radio;
}
PARTICULA;
PARTICULA Particulas[NMAX];
```

- Generación de imágenes de la escena

```
typedef struct {
    double posicion[3];
    double velocidad[3];
    double aceleracion[3];
    float color[4];
    float radio;
}
PARTICULA;
PARTICULA Particulas[NMAX];
```

- Detección de colisiones

```
typedef struct {
    double posicion[3];
    double velocidad[3];
    double aceleracion[3];
    float color[4];
    float radio;
}
PARTICULA;
PARTICULA Particulas[NMAX];
```

- Calcular la cinemática del sistema

Criterios para diseño del modelo

- El modelo se debe renderizar en cada frame (60 o 120Hz)
- Debe ser realista
- Hay que buscar un equilibrio entre estos dos objetivos dependiendo de la aplicación
- Se puede simplificar la geometría añadiendo realismo visual usando texturas
- Se pueden usar índices para acelerar el acceso al modelo
- Con frecuencia se utilizan estructuras diferentes para visualización, simulación física y detección de colisiones.

6. Técnicas de interacción

Conjunto de técnicas, dispositivos, algoritmos y para permitir al usuario interaccionar con el entorno virtual.

- Integración de dispositivos
- Información de realimentación
- Controlar el retardo entre dispositivos de entrada y salida



<http://lrv.ugr.es>

Funciones básica



<http://moving.cs.upc.edu/>

Interacción: Manipulación

- Interaccionamos con el mundo con acciones físicas.
- Para mantener la sensación de inmersión la interacción debe ser natural.



[http://machineoverlords.com/
wp-content/uploads/2012/06/
minority-report.jpg](http://machineoverlords.com/wp-content/uploads/2012/06/minority-report.jpg)

Interacción: Desplazamiento

- En el mundo nos podemos mover.
- Podemos desplazarnos en nuestro entorno.
- Podemos orientar nuestra mirada.
- El equilibrio nos da información sobre nuestro desplazamiento.
- En una instalación nuestro movimiento está limitado.



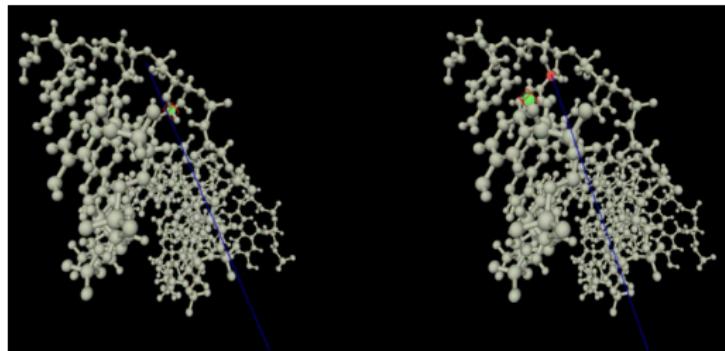
http://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2013/04/ARL_ODT.jpg

Dispositivos de interacción



- Tracking de cabeza
- Tracking de ojos
- Hapticos
- Captura de cuerpo
- Desplazamiento

<http://moving.cs.upc.edu/>



- Precisión
- Transparencia
- Latencia

<http://moving.cs.upc.edu/>

Tema 2: Modelado geométrico para entornos virtuales.

-  Ellis, Stephen R.: *What are virtual environments?*. Computer Graphics and Applications, IEEE 14.1 (1994): 17-22
<https://www.ieor.berkeley.edu/~goldberg/courses/S06/IEOR-170-S06/docs/EllisVE.pdf>
-  S.K. Gupta, D.K. Anand, J. Brough, M. Schwartz, and R. Kavetsky: *Training in Virtual Environments. A safe, cost effective, and engaging approach to training.* University of Maryland. 2008
http://terpconnect.umd.edu/~skgupta/Publication/Training_in_VE08_Gupta.pdf
-  G. Kim: *Designing Virtual Reality Systems: The Structured Approach.* Springer Science. 2007
-  C. Palmer, J. Williamson: *Virtual Reality Blueprints.* Packt. 2018
-  M. Slater, S. Anthony, C. Yiorgos: *Computer graphics and virtual environments: from realism to real-time.* Pearson Education, 2002.
https://www.researchgate.net/publication/220689101_Computer_graphics_and_virtual_environments_from_realism_to_real-time