



Técnicas de Modelado

Realidad Virtual y Animación

Miguel Ángel Otaduy
Álvaro Pérez Molero

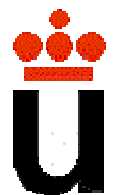
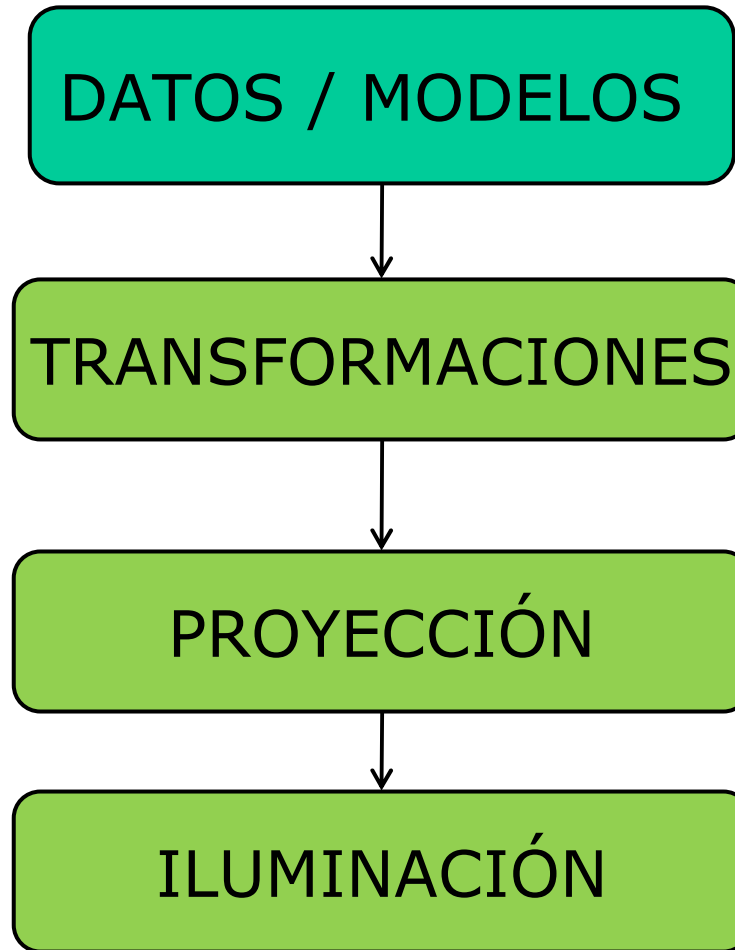
Curso 2011/2012



Realidad Virtual Inmersiva



Pipeline Gráfico



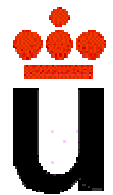
Modelado



Forma (Geometría)



Apariencia



Juegos



Índice

- Modelado geométrico / de forma
- Modelado de apariencia
- Movimiento
 - Clips de animación
 - Métodos físicos
- Modelado del comportamiento



Objetivos

- Modelos óptimos orientados a la aplicación
- a) Realidad Virtual / Juegos: optimizar detalle y comportamiento, bajo condiciones de tiempo real
 - b) Animación: gran realismo



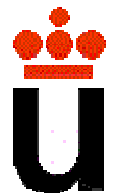
Modelado de Forma

- Modelos sólidos: se describe el volumen de los objetos.
- Modelos superficiales: se describe sólo la superficie de los objetos (b-rep, boundary representation)

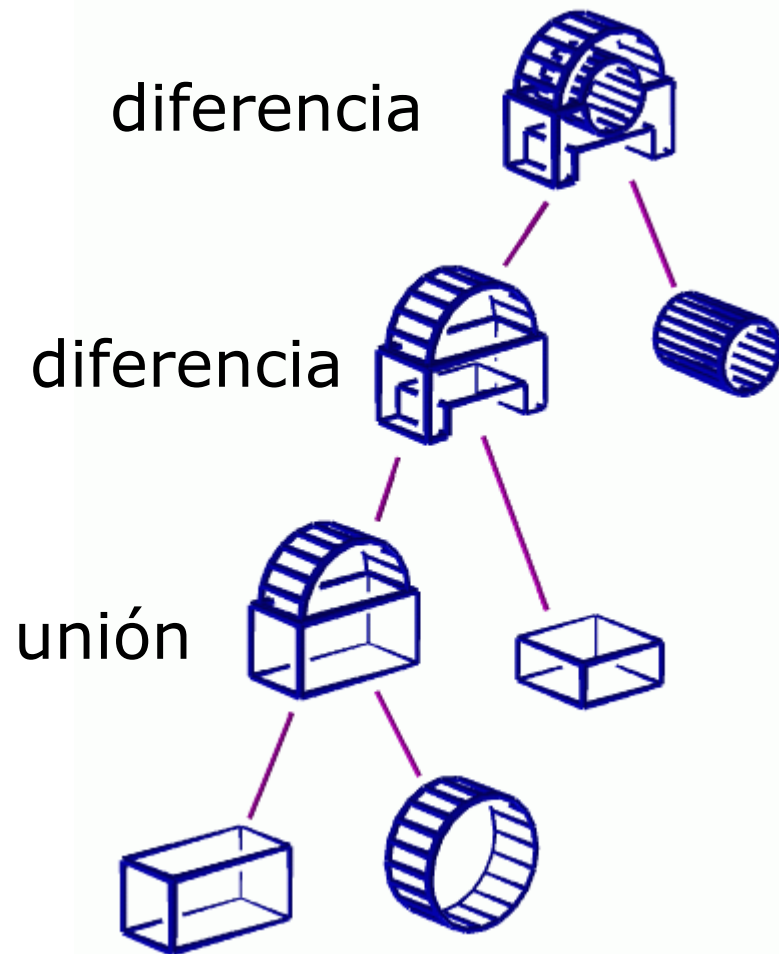


Modelado de Forma

- Modelos sólidos
 - Primitivas + operaciones booleanas (constructive solid geometry, CSG)
 - Divisiones espaciales, Texturas 3D
- Modelos superficiales
 - Mallas de polígonos (p.ej., triángulos)
 - Superficies implícitas (p.ej., esfera)
 - Superficies paramétricas (Bezier, B-Spline, NURBS)
 - Superficies de subdivisión
- Otros (geometría no explícita):
 - Impostores, Image-based rendering (IBR)...



Constructive Solid Geometry



- Modelado mediante primitivas básicas y operaciones booleanas: unión, intersección y diferencia
- No está orientado a gráficos tipo OpenGL

Divisiones Espaciales

- Voxels
- Octrees
- Mallas de tetraedros



Texturas 3D y Volume Rendering



- 'Rebanadas' del espacio con color y transparencia asociadas
- Muy útil en medicina (resonancia magnética MRI, tomografía CT...)

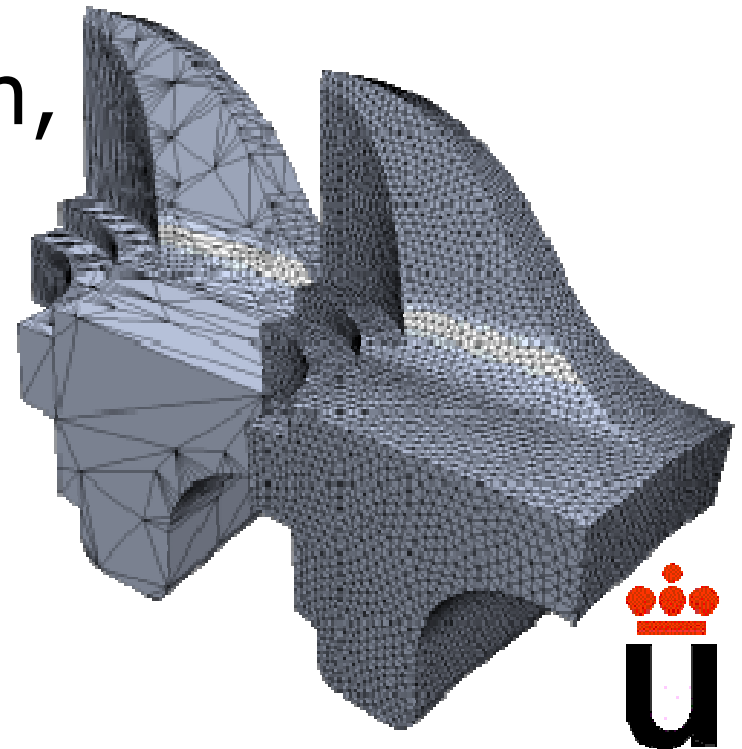
Mallas de Polígonos

- Representación superficial mediante puntos y aproximaciones planas
 - Triángulos
 - Quads
 - Pentágonos, hexágonos...
- 3 puntos definen un plano → los triángulos son la representación natural



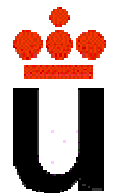
Mallas de Polígonos

- Muy costosas de diseñar manualmente.
- Se comienza con otro tipo de representación, y luego se crea la malla de triángulos (tessellation)



Mallas de Polígonos

- Almacenamiento
 - Multitud de formatos de ficheros: VRML (wrl), OBJ, 3DS...
 - Lista de vértices con sus posiciones
 - Lista de polígonos, con número de vértices e índices de los vértices
 - Se pueden añadir normales para cada vértice, coordenadas de texturas...
- Estructuras de datos: DCEL (doubly-connected edge list), half-edge
- Librerías para manejar mallas (CGAL, MeshLAB...)



Superficies Implícitas

- Definidas por una función $f(x,y,z)$.
- La superficie está formada por todos aquellos puntos en los que $f=0$.

- Ejemplo: esfera.

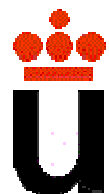
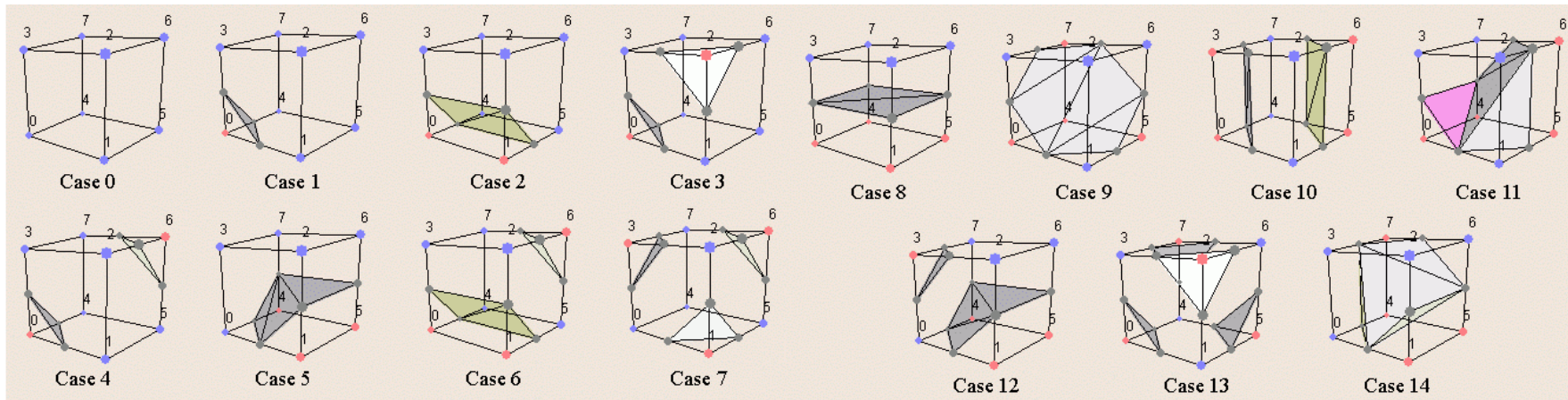
$$(x-x_0)^2+(y-y_0)^2+(z-z_0)^2-r^2=0$$

(x_0,y_0,z_0) es el centro, r es el radio.



Marching Cubes

- Convierte una representación implícita a una malla de triángulos.
- Se divide el modelo en celdas, y se evalúa la función f en los vértices
- Si la función f pasa de positiva a negativa, se trazan triángulos (luego hay que unirlos)



Superficies Paramétricas

- La superficie se describe por medio de funciones $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$.
- Dando valores a t , se obtienen puntos de la superficie.
- Ejemplo: esfera.

$$x(u,v) = x_0 + r \cos u \cos v$$

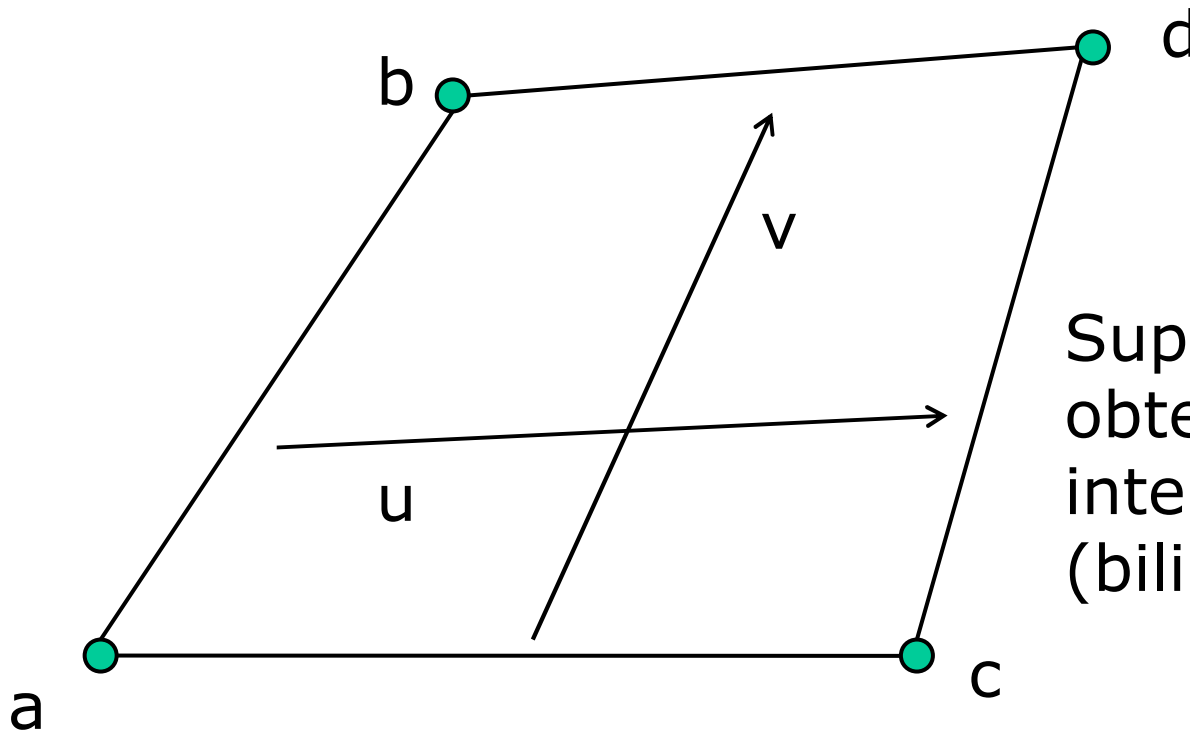
$$y(u,v) = y_0 + r \cos u \sin v$$

$$z(u,v) = z_0 + r \sin u$$

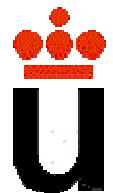


Superficies Paramétricas

- A menudo se crean por interpolación de puntos de control



Superficie cuadrática
obtenida por
interpolación bilineal
(bilinear patch)

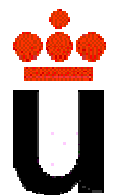
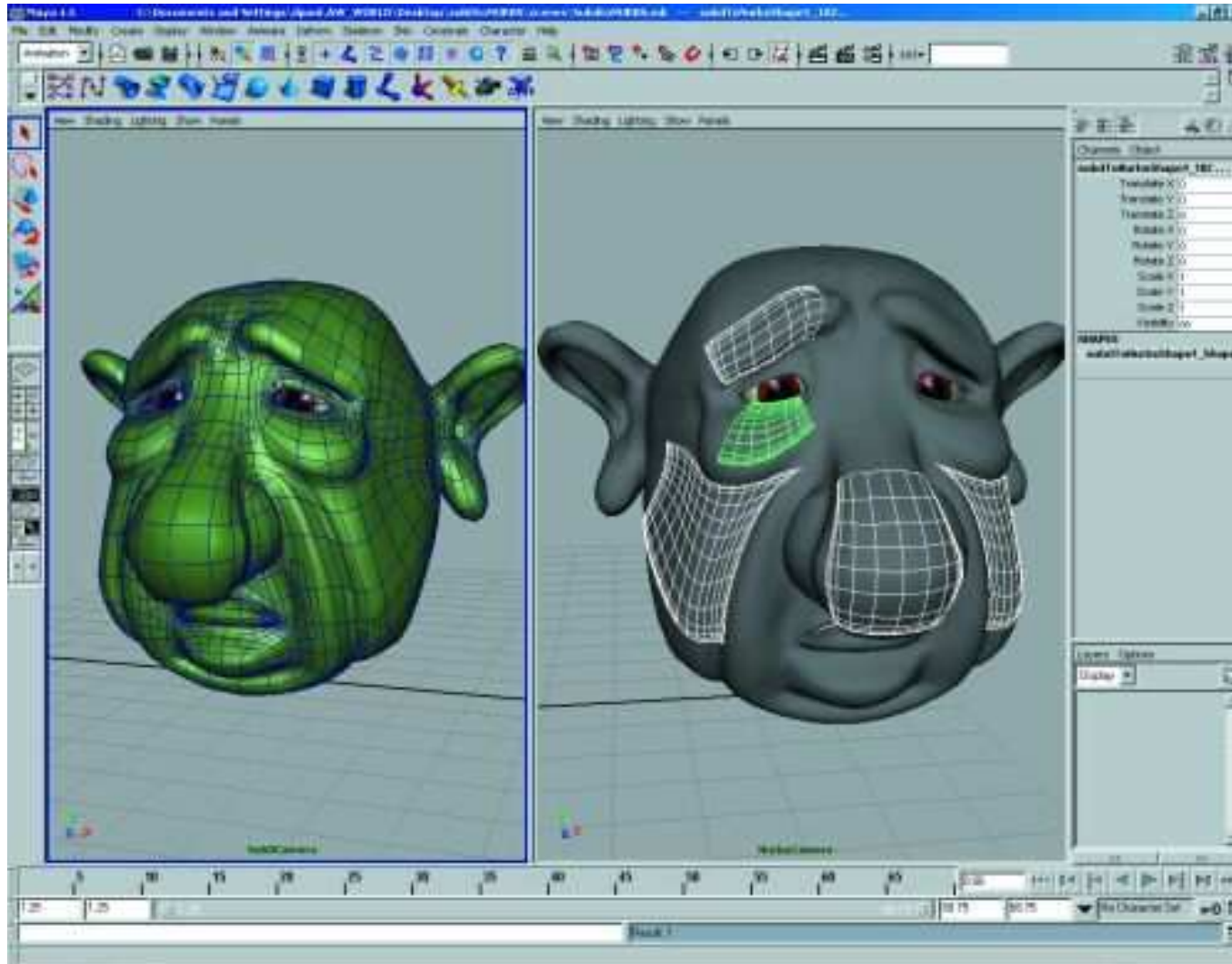


Superficies Paramétricas

- Ejemplos:
 - Hermite: se interpola la posición y la derivada en los puntos de control
 - Spline: se conectan segmentos que aproximan los puntos de control
 - Bezier: se pueden crear con un algoritmo recursivo
 - B-Spline, NURBS...
- Son superficies curvas, de gran calidad, definidas por pocos puntos

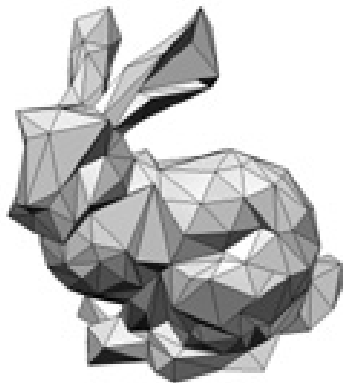


Ejemplos NURBS



Superficies de Subdivisión

- Se define una malla de baja resolución, que actúa de malla de control
- La superficie se define subdividiendo los polígonos y colocando los nuevos vértices de acuerdo a reglas.
- También se puede añadir más detalle almacenado en texturas (displacement mapping)



Comparación: Triángulos – Superficies Paramétricas

- Modificación de un modelo:
 - a) Triángulos: se han de modificar directamente todos los puntos
 - b) Superficies paramétricas: se modifican los puntos de control



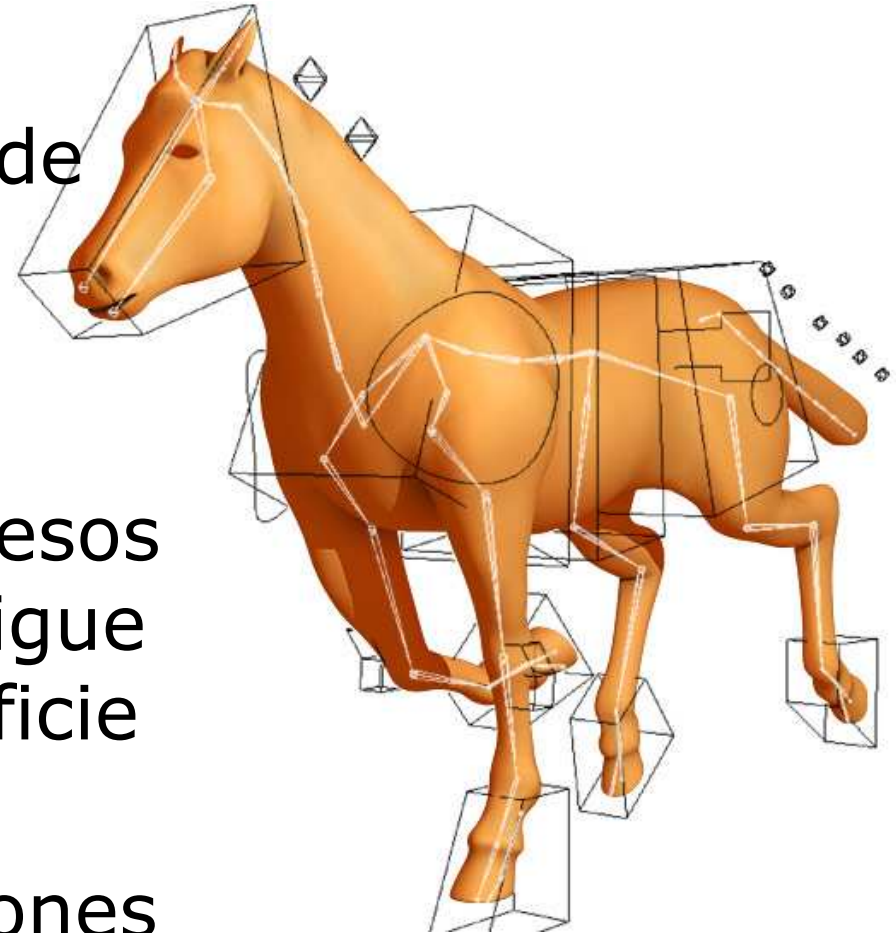
Modelado Geométrico

- Manipulación directa (sobre vértices o sobre puntos de control)
- Rigging
- Minimización de energía, con asas (handles) y restricciones (constraints)

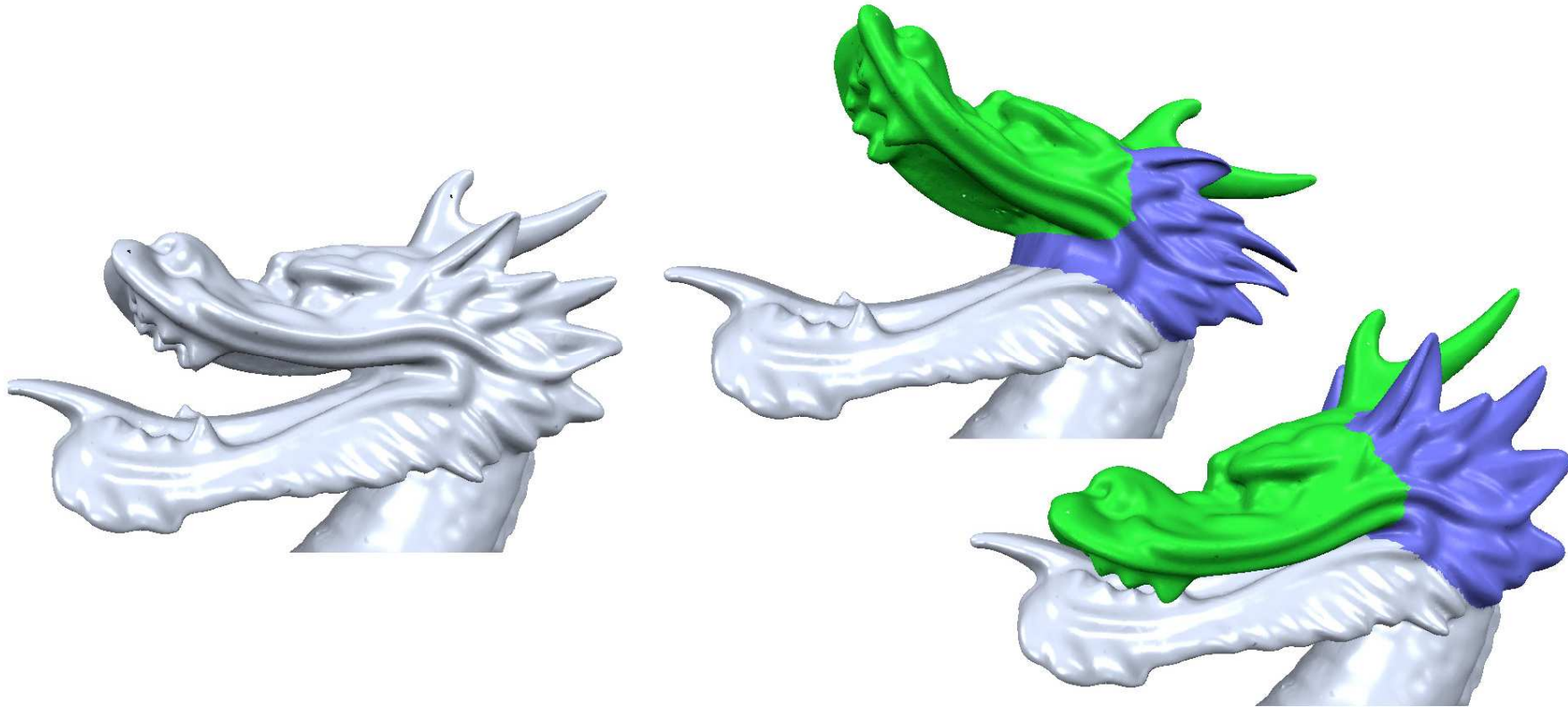


Rigging

- Se definen posiciones de puntos de control en función de p.ej., un esqueleto.
- Con sólo mover los huesos del esqueleto, se consigue mover toda una superficie
- Utilizado para crear keyframes en animaciones



Handles & Constraints



Problema: Fluidos



Problema: Fluidos

1. Superficie: algoritmo marching cubes. Extra la superficie que separa el volumen 'con fluido' y 'sin fluido'.
2. Burbujas: point sprites. Pequeñas esferas transparentes.



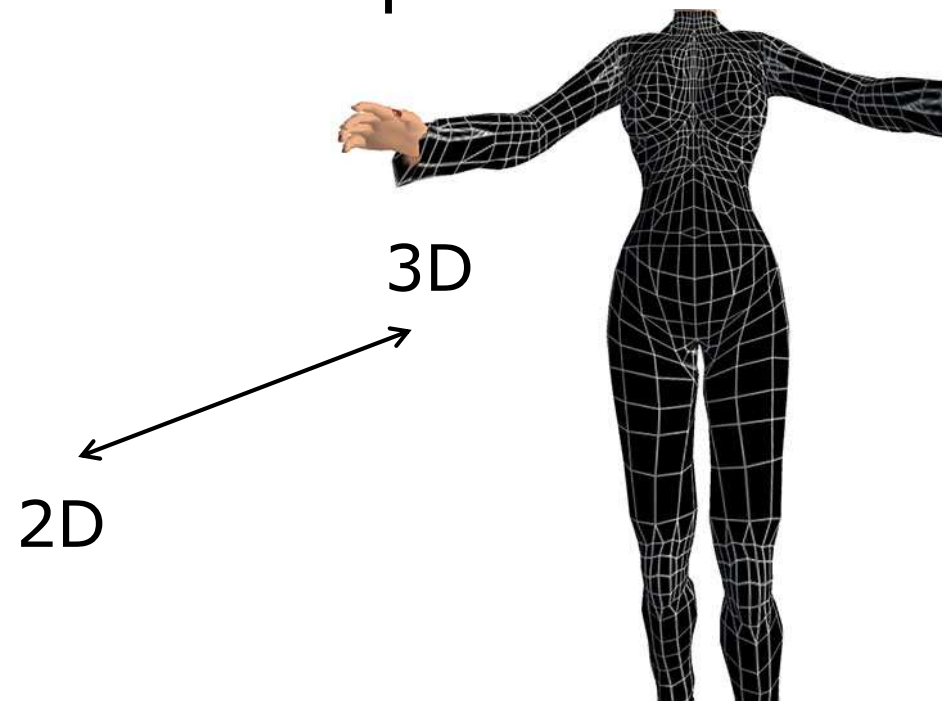
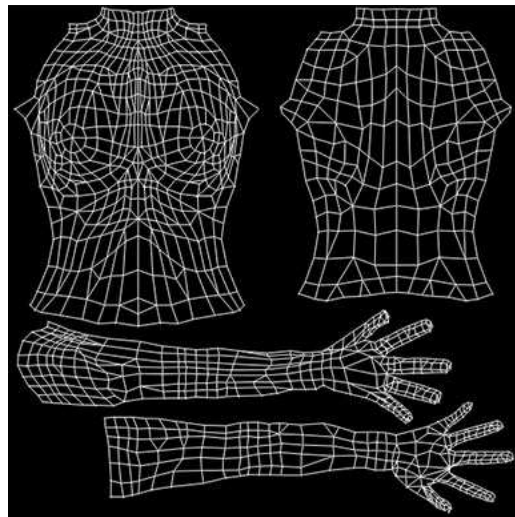
Apariencia

- Iluminación
 - Parámetros del modelo de Phong, etc.
- Texturas
 - Permiten dar mayor resolución al color que a la geometría
 - A veces 'esconden' detalles geométricos



Texturas

- Una textura almacena información detallada (p.ej., color) como una función de la posición en la superficie.
- Requiere parameterizar la superficie (mapas UV)



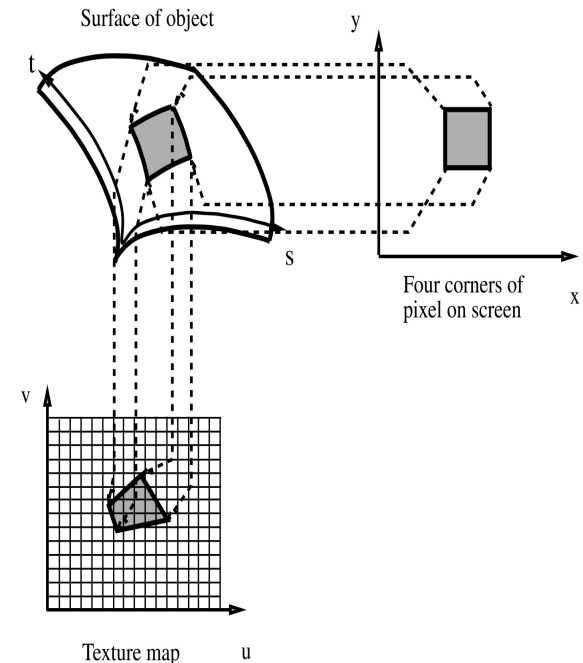
Texturas

- Tipos:
 - Mapas bidimensionales (texturas 2D)
 - Mapas tridimensionales (texturas 3D)
 - Texturas procedurales (funciones matemáticas, p.ej., ruido)
 - Mapa de entorno (environment map, cube map)
- Información:
 - Color
 - Normales
 - Desplazamientos
 - ...



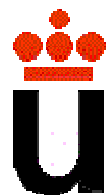
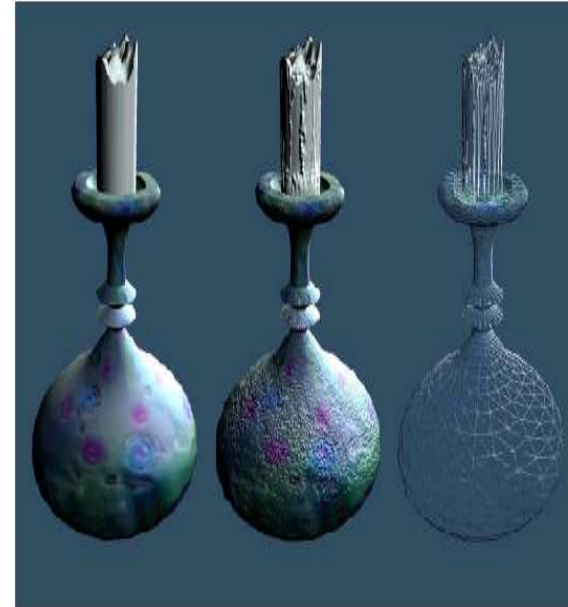
Parameterización

- Se ha de definir una correspondencia entre un punto de la superficie y un punto del mapa (la textura)
- Mapeados por proyección:
 - Plano
 - Cúbico
 - Esférico
 - Cilíndrico
 - ...
- Mapeados complejos:
corte en parches + minimización de distorsión



Texturas Complejas

- Multitexturas
 - Se pueden aplicar varias texturas a un modelo (capas, color + bumps...)
- Texturas multimapa (mip-map)
 - Ajusta la textura según la resolución
 - Se acelera el proceso
 - Filtrados (bilineal, trilineal)
 - Para su generación automática, la dimensión ha de ser potencia de 2



Modelado Cinemático

- Una vez modelado el objeto hay que situarlo en la escena
- Uso de matrices
 - Traslaciones
 - Rotaciones
 - Escalados
- Se utilizan relaciones jerárquicas
 - Al mover el padre se desplazan con él todos sus hijos

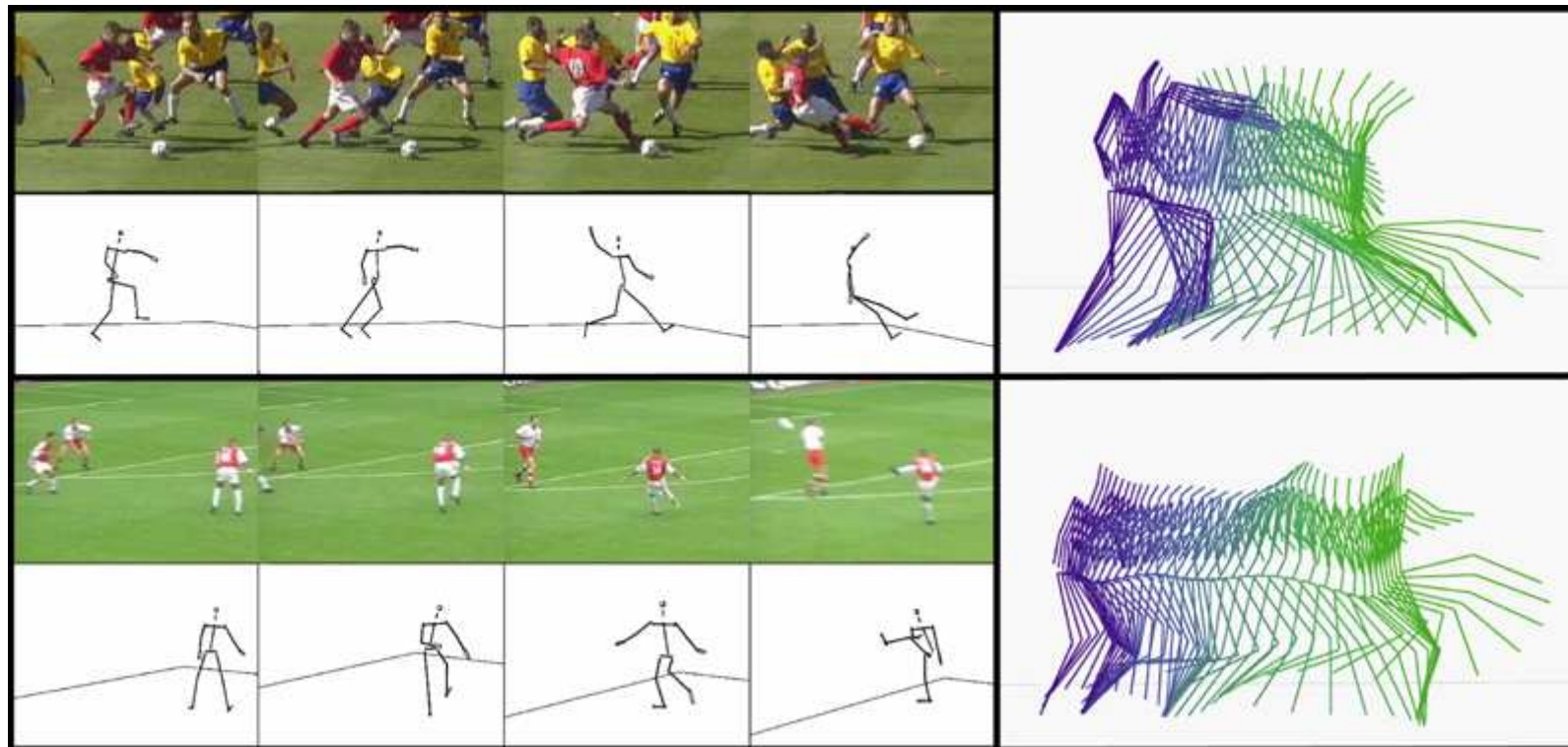


Animación por Keyframes

- Se modelan los objetos para varios fotogramas, y se interpola el movimiento entre fotogramas



Combinación de Secuencias



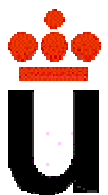
Simulación por Métodos Físicos

1. Determinar la ley física que describirá el efecto (p.ej., ecuación de mecánica de fluidos)
2. Modelar los objetos (p.ej., discretizar el agua en celdas)
3. Resolver ecuaciones diferenciales de forma numérica (calcular velocidad y densidad del fluido)
4. Identificar la superficie y pintar!



Comportamiento

- Modelado de las respuestas autónomas
- Tipos de objetos autónomos
 - Objetos interactivos
 - Agentes
 - *Crowd*
- Nivel de autonomía de un sistema (LOA)
 - Depende de la autonomía de sus componentes
 - $S_{\text{autonomía}} = f$
[LOA(objetos),LOA(Agentes),LOA(crowd)]



Autonomía de Entorno Virtual

- Nivel de autonomía (LOA)
 - Guiado: Acciones programadas por el usuario
 - Programado: Respuestas automáticas ante distintas acciones del usuario
 - Autónomo: Actúan en función del entorno, no en función de las acciones del usuario.
- Agentes totalmente autónomos
 - Grados de inteligencia
 - Comportamiento reflejo
 - Comportamiento emocional
 - Dos agentes pueden reaccionar de forma distinta ante la misma situación

