



Sección de
Informática
Gráfica
VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Animación & IGU



Gráficos 3D en la web



Sección de
Informática
Gráfica | Computer
Graphics
Group
VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Animación

Etapa de actualización

○ Coherencia temporal

- variables dependientes del tiempo transcurrido entre *frames*
- cálculo del tiempo transcurrido
 - `Date.now()` : tiempo en msg desde el origen
 - `THREE.Clock()`
 - `.getDelta()` : tiempo entre llamadas en sg
 - `render(time)` : tiempo en msg desde el origen provisto por `requestAnimationFrame()`

○ Función `update()`

- `v += inc_v(t);`

`inc_angulo = velocidad_angular * tiempo_trancurrido`

```
var antes = Date.now();
function update()
{
    var ahora = Date.now();
    angulo += Math.PI/30 * (ahora - antes)/1000;
    antes = ahora;
    paraguas.rotation.y = angulo;
}

function render()
{
    requestAnimationFrame( render );
    update();
    renderer.render( scene, camera );
}
```

Interpolación

- ▶ animación = cambio = evolución
- ▶ evolución de un atributo
 - ▶ valor inicial y final
 - ▶ tiempo de evolución
 - ▶ forma matemática (función temporal del atributo)
 - ▶ muestreo automático: técnica de inbetweening
- ▶ Tween.js
 - ▶ <https://github.com/tweenjs/tween.js>
 - ▶ Motor de interpolación de uso sencillo
 - ▶ Directamente integrable con three.js

valor final de los atributos

variable a interpolar

```
var coords = { x: 0, y: 0 };
var tween = new TWEEN.Tween(coords)
    .to({ x: 100, y: 100 }, 1000)
    .onUpdate(function() {
        console.log(this.x, this.y);
    })
    .start();

requestAnimationFrame(animate);

function animate(time) {
    requestAnimationFrame(animate);
    TWEEN.update(time);
}
```

tiempo de interpolación



Interpolación

- ▶ TWEEN.Tween(objeto)
 - ▶ Construye un interpolador
 - ▶ Métodos principales:
 - ▶ .to(objeto, duración_msg)
 - ▶ .start()
 - ▶ .stop()
 - ▶ .update()
 - ▶ .chain(tween_siguiete)
 - ▶ .repeat(veces_extra)
 - ▶ .easing(TWEEN.Easing.funcion)
 - ▶ Call backs:
 - ▶ .onStart(callback)
 - ▶ .onComplete(callback)
 - ▶ .onUpdate(callback)

```
function init() {  
  
    position = {x: 100, y: 100, rotation: 0};  
    target = document.getElementById('target');  
    tween = new TWEEN.Tween(position)  
        .to({x: 700, y: 200, rotation: 359}, 2000)  
        .delay(1000)  
        .easing(TWEEN.Easing.Elastic.InOut)  
        .onUpdate(update);  
  
    tweenBack = new TWEEN.Tween(position)  
        .to({x: 100, y: 100, rotation: 0}, 3000)  
        .easing(TWEEN.Easing.Elastic.InOut)  
        .onUpdate(update);  
  
    tween.chain(tweenBack);  
    tweenBack.chain(tween);  
  
    tween.start();  
  
}
```

[ejemplo](#)



Interpolación

Linear.None



Quadratic.In



Quadratic.Out



Quadratic.InOut



Cubic.In



Cubic.Out



Cubic.InOut



Quartic.In



Quartic.Out



Quartic.InOut



Quintic.In



Quintic.Out



Quintic.InOut



Sinusoidal.In



Sinusoidal.Out



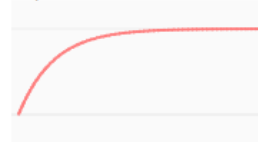
Sinusoidal.InOut



Exponential.In



Exponential.Out



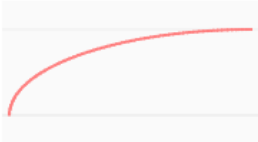
Exponential.InOut



Circular.In



Circular.Out



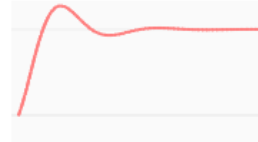
Circular.InOut



Elastic.In



Elastic.Out



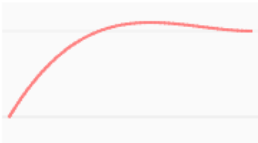
Elastic.InOut



Back.In



Back.Out



Back.InOut



Bounce.In



Bounce.Out



Bounce.InOut



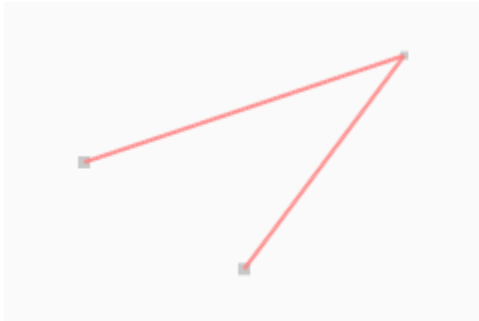
posición en la trayectoria origen-target respecto del tiempo
creciente: avanza; decreciente: retrocede

Interpolación

tipos de muestreo usando arrays

```
var tween = new TWEEN.Tween(relativeObj).to({ x: [0, -100, 100] });  
tween.interpolation( TWEEN.Interpolation.Bezier );
```

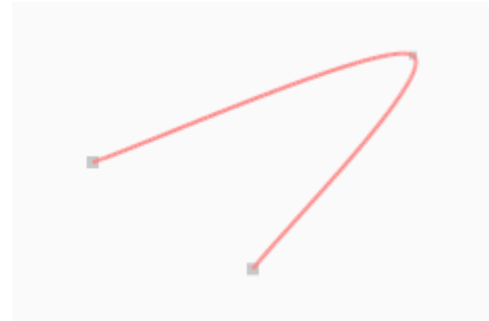
Linear



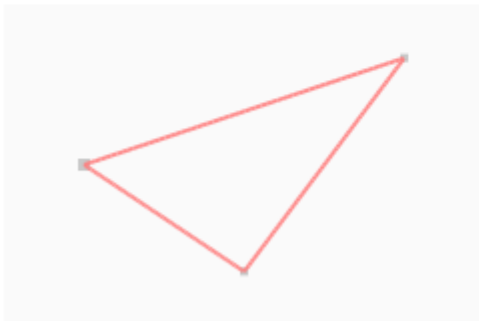
Bezier



CatmullRom

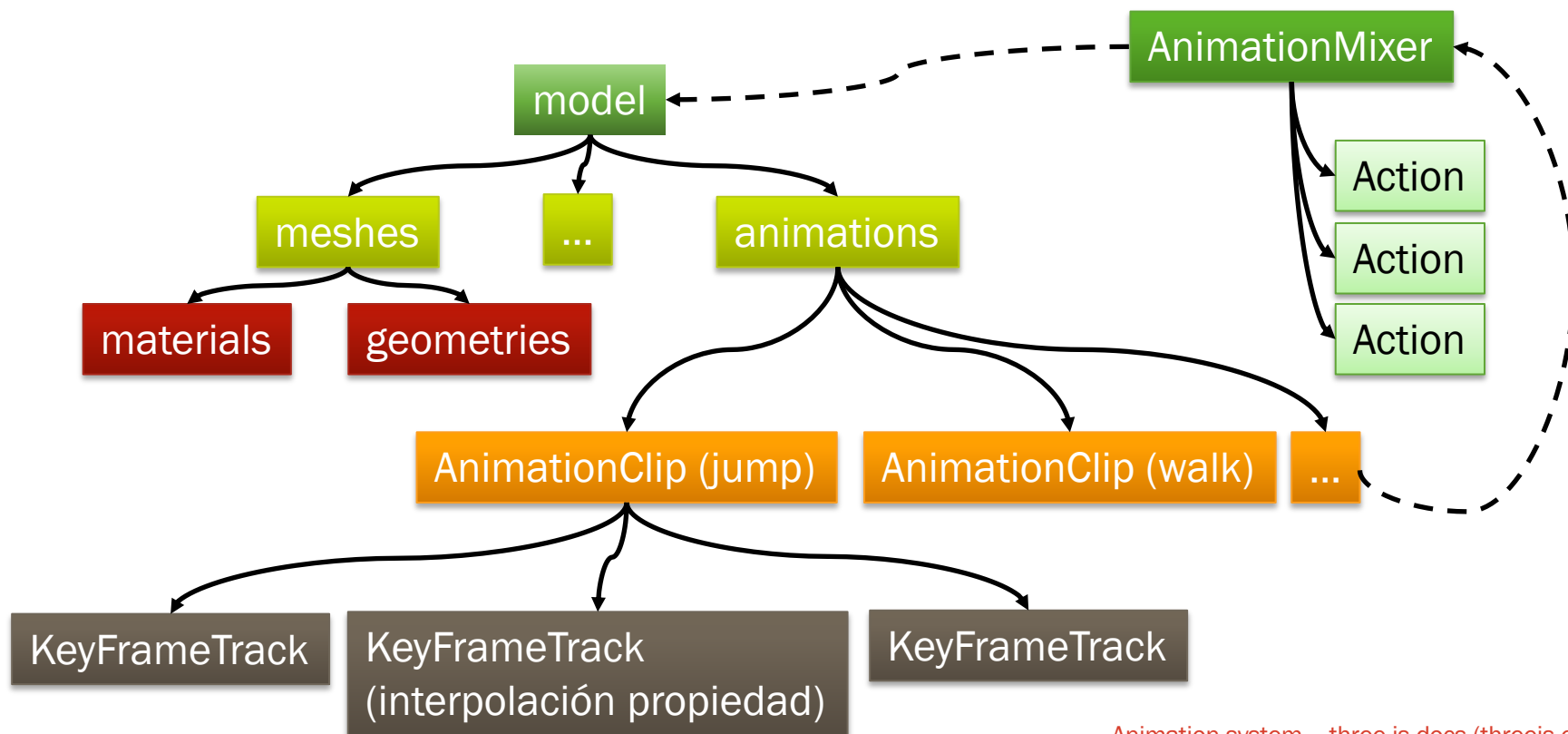


start === end



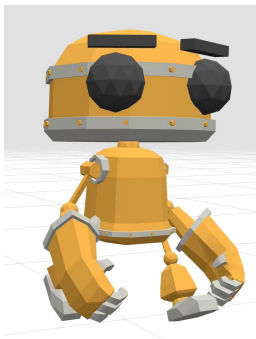
Animación en Threejs

- Basada en la especificación glTF
 - [glTF Overview - The Khronos Group Inc](#)
 - [KhronosGroup/glTF-Tutorials: glTF Tutorials \(github.com\)](#)





Animación en Threejs



```
let animatedObject ; // Object3D and descendants
let animations ;      // Array of AnimationClips
/*...*/
// Create an AnimationMixer and the actions list
const mixer = new THREE.AnimationMixer( animatedObject );
const actions = {};
animations.forEach(
  function(clip) {
    actions[clip.name] = mixer.AnimationClip(clip);
  }
)

// Play a specific animation
actions['dance'].play();

// Play all animations
for( let action in actions ) { actions[action].play(); };

// Update the mixer on each frame
function update () {
  mixer.update( deltaSeconds );
}
```

▼ Object 1

▼ animations: Array(14)

- ▶ 0: AnimationClip {name: 'Dance', tracks: Array(14), duration: 3.333333253860473}
- ▶ 1: AnimationClip {name: 'Death', tracks: Array(20), duration: 0.9583333134651184}
- ▶ 2: AnimationClip {name: 'Idle', tracks: Array(9), duration: 3.3333332538604736}

▼ 3: AnimationClip

blendMode: 2500

duration: 0.7083333134651184

name: "Jump"

▼ tracks: Array(20)

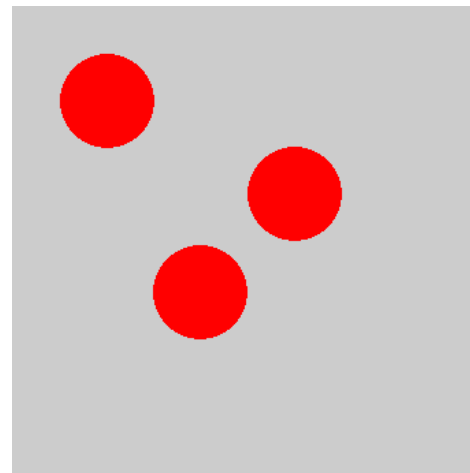
- ▶ 0: NumberKeyframeTrack {name: 'Head_2.morphTargetInfluences', times: Float32Array(18), values: Float32Array(54), createInterpolant: f}
- ▶ 1: NumberKeyframeTrack {name: 'Head_3.morphTargetInfluences', times: Float32Array(18), values: Float32Array(54), createInterpolant: f}
- ▶ 2: NumberKeyframeTrack {name: 'Head_4.morphTargetInfluences', times: Float32Array(18), values: Float32Array(54), createInterpolant: f}
- ▶ 3: VectorKeyframeTrack {name: 'FootL.position', times: Float32Array(18), values: Float32Array(54), createInterpolant: f}
- ▶ 4: QuaternionKeyframeTrack {name: 'FootL.quaternion', times: Float32Array(18), values: Float32Array(72), createInterpolant: f}

nodo afectado

propiedad interpolada

Motores de física

- ▶ Durante la animación
 - ▶ los objetos interactúan
 - ▶ están sometidos a leyes físicas
- ▶ Motores de físicas
 - ▶ conjunto de primitivas
 - ▶ esferas, cajas, planos, etc
 - ▶ dinámica
 - ▶ sólido rígido usualmente
 - ▶ colisión, gravedad, fricción, etc
 - ▶ restricciones
- ▶ Ejemplos
 - ▶ [ammo.js](#)
 - ▶ [cannon-es](#)
 - ▶ [Phisajs](#)
 - ▶ [Oimo.js](#)
 - ▶ [enable3d](#)



Motores de física

- ▶ Cannon.js
 - ▶ Biblioteca de simulación de dinámica del sólido rígido independiente del motor de render
 - ▶ Mundo
 - ▶ Entorno de simulación y nodo raíz
 - ▶ Propiedades:
 - ▶ gravedad
 - ▶ paso de simulación (ms)
 - ▶ Cuerpo rígido
 - ▶ Propiedades geométricas (forma)
 - ▶ Propiedades físicas (masa p.e.)
 - ▶ Restricciones
 - ▶ Limitan los grados de libertad
 - ▶ Conexiones entre cuerpos
 - ▶ Imposibilidad de penetración
 - ▶ cannon-es

```
import * as CANNON from 'cannon-es'

// Setup our physics world
const world = new CANNON.World({
  gravity: new CANNON.Vec3(0, -9.82, 0), // m/s²
})

// Create a sphere body
const radius = 1 // m
const sphereBody = new CANNON.Body({
  mass: 5, // kg
  shape: new CANNON.Sphere(radius),
})
sphereBody.position.set(0, 10, 0) // m
world.addBody(sphereBody)

// Create a static plane for the ground
const groundBody = new CANNON.Body({
  type: CANNON.Body.STATIC, // can also be achieved by setting the mass
  to 0
  shape: new CANNON.Plane(),
})
groundBody.quaternion.setFromEuler(-Math.PI / 2, 0, 0) // make it face
up
world.addBody(groundBody)

// Start the simulation loop
function animate() {
  requestAnimationFrame(animate)

  world.fixedStep()

  // the sphere y position shows the sphere falling
  console.log(`Sphere y position: ${sphereBody.position.y}`)
}
animate()
```

(c) cannon-es

Motores de física

- ▶ Cannon.js
 - ▶ Conexión con Threejs
 - ▶ Cuerpo físico vs cuerpo visual
 - ▶ Copia propiedades físico -> visual

cannon

```
// Box
const shape = new CANNON.Box(new CANNON.Vec3(1, 1, 1))
body = new CANNON.Body({
  mass: 1,
})
body.addShape(shape)
body.angularVelocity.set(0, 10, 0)
body.angularDamping = 0.5
world.addBody(body)
```

threejs

```
// Box
const geometry = new THREE.BoxBufferGeometry(2, 2, 2)
const material = new THREE.MeshBasicMaterial({ color: 0xff0000, wireframe: true })

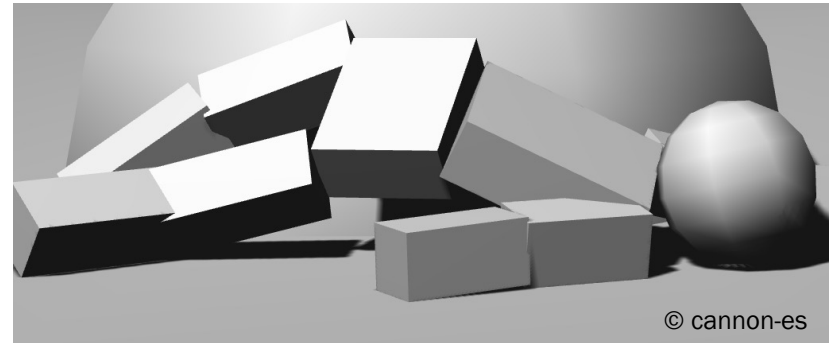
mesh = new THREE.Mesh(geometry, material)
scene.add(mesh)
```

```
// Copy coordinates from cannon.js to three.js
mesh.position.copy(body.position)
mesh.quaternion.copy(body.quaternion)
```

cada frame

Motores de física

- ▶ Cannon.js
 - ▶ Uniones (constraints)
 - ▶ Cuerpos en contacto
 - ▶ Definición de la restricción



```
// Knee joints
const leftKneeJoint = new CANNON.ConeTwistConstraint(lowerLeftLeg, upperLeftLeg, {
  pivotA: new CANNON.Vec3(0, 0, lowerLegLength / 2),
  pivotB: new CANNON.Vec3(0, 0, -upperLegLength / 2),
  axisA: CANNON.Vec3.UNIT_Z,
  axisB: CANNON.Vec3.UNIT_Z,
  angle,
  twistAngle,
})
```

Estadísticas animadas

► stats.js

- <https://github.com/mrdoob/stats.js/>
- Biblioteca para muestra animada de estadísticas de rendimiento
- FPS: frames por segundo
- MS: milisegundos por frame
- MB: Mbytes de memoria usada

```
var stats = new Stats();
stats.showPanel( 1 ); // 0: fps, 1: ms, 2: mb, 3+: custom
document.body.appendChild( stats.dom );

function animate() {

    stats.begin();

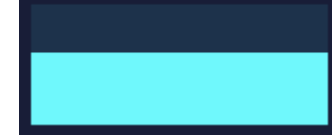
    // monitored code goes here

    stats.end();

    requestAnimationFrame( animate );

}
```

60 FPS (59-61)



8 MS (7-13)



386 MB (13-641)





Sección de
Informática
Gráfica | Computer
Graphics
Group
VALENCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Interfaz

Interfaz gráfica de usuario

- ▶ Biblioteca **ligera** de controles gráficos para que el usuario pueda modificar parámetros de la escena
- ▶ [dat.gui](#)
- ▶ [lil-gui](#)

```
import GUI from 'lil-gui';

const gui = new GUI();

const myObject = {
  myBoolean: true,
  myFunction: function() { ... },
  myString: 'lil-gui',
  myNumber: 1
};

gui.add( myObject, 'myBoolean' ); // Checkbox
gui.add( myObject, 'myFunction' ); // Button
gui.add( myObject, 'myString' ); // Text Field
gui.add( myObject, 'myNumber' ); // Number Field
```

