



Hola Mundo Three.js

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

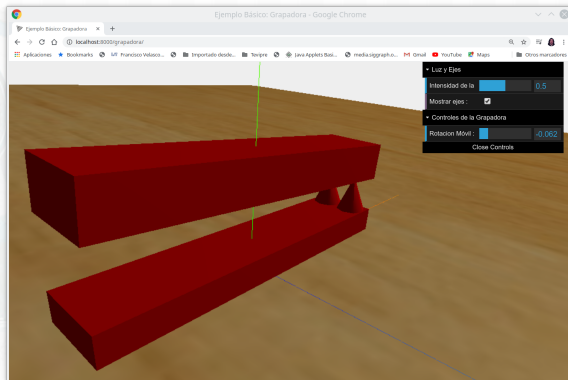
Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática
Curso 2021-2022

Contenidos

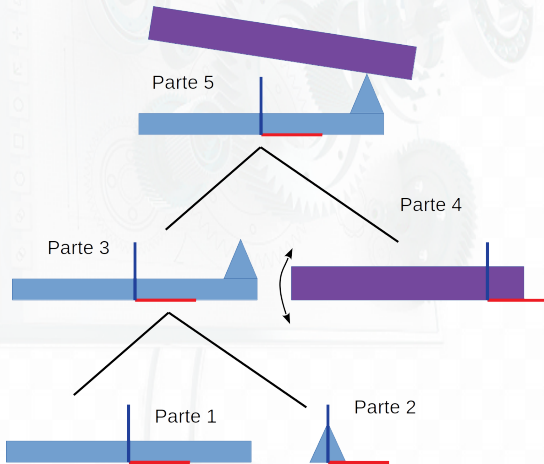
- 1 **Ejemplo de aplicación Three.js**
- 2 **La aplicación**
- 3 **Diseño**
 - Modelo jerárquico
 - Grafo de escena
 - Diagrama de clases
- 4 **Interfaz gráfica de usuario**
- 5 **Implementación**
 - Estructura de la aplicación
 - La clase `MyScene`
 - La clase `Grapadora`
 - Consejos importantes sobre implementación

La grapadora



Diseñando el modelo jerárquico

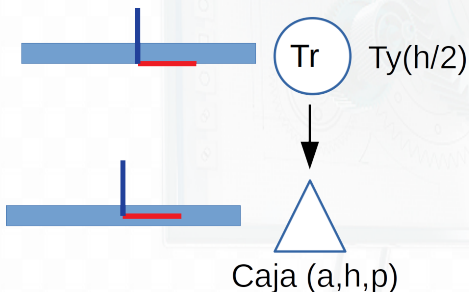
- Descomposición (proceso descendente)



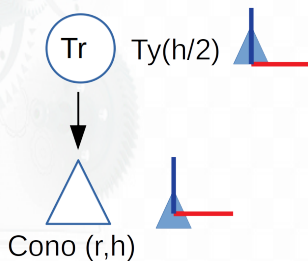
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)

- ▶ Parte 1



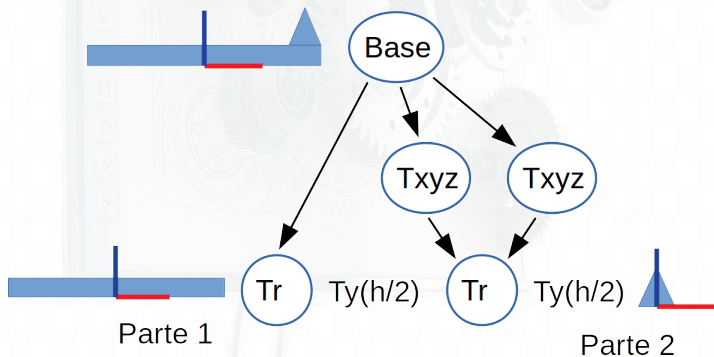
- ▶ Parte 2



Diseñando el modelo jerárquico

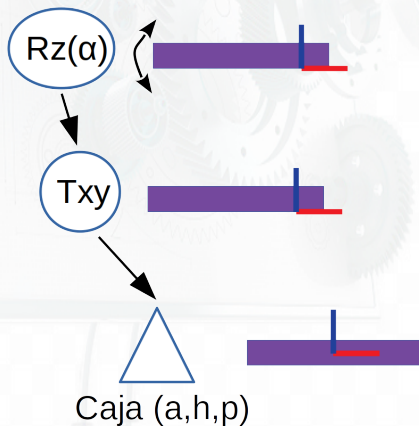
- Composición (proceso ascendente)

- ▶ Parte 3



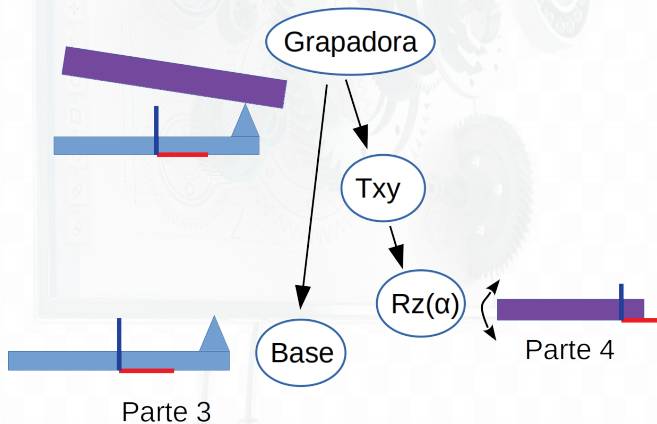
Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
 - Parte 4

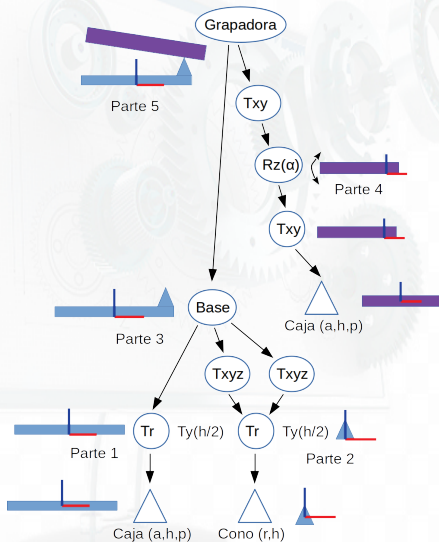


Diseñando el modelo jerárquico

- Composición (proceso ascendente)
 - Parte 5



Diseño general



Modelo jerárquico

Diseño adaptado a Three.js

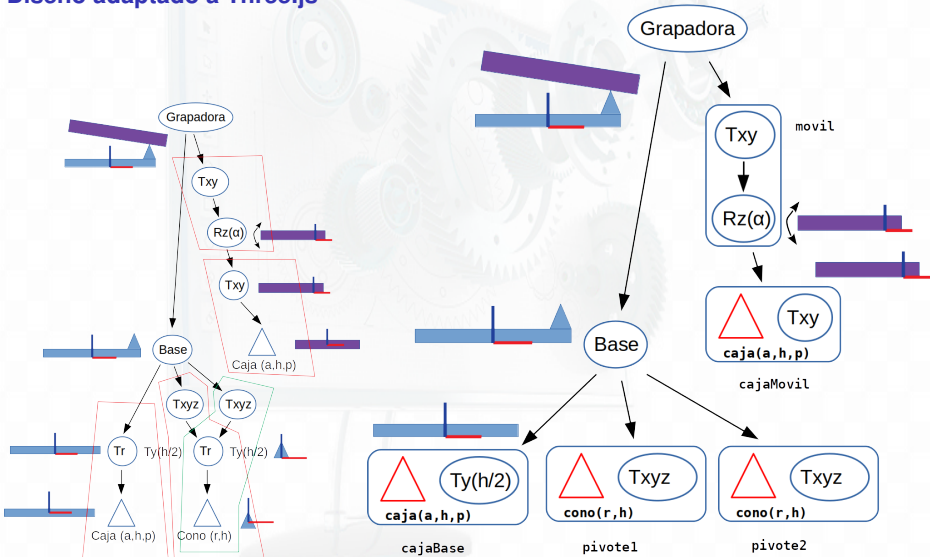
- Un nodo interno puede realizar varias transformaciones, **pero en un determinado orden**
 - 1 Los escalados, el orden de los distintos ejes no es importante
 - 2 Las rotaciones, primero sobre Z, luego sobre Y, por último sobre X
 - 3 Las traslaciones, el orden de los distintos ejes no es importante
- Un nodo con geometría, también puede realizar transformaciones (con las mismas restricciones)
- **Un nodo no puede tener más de un padre**

→ Un modelo jerárquico adaptado a Three

- ▶ Es un árbol, no un grafo
- ▶ **Puede tener menos nodos si se agrupan varias transformaciones en un único nodo** (importante, cumpliendo los requisitos)

Modelo jerárquico

Diseño adaptado a Three.js



Grafo de escena

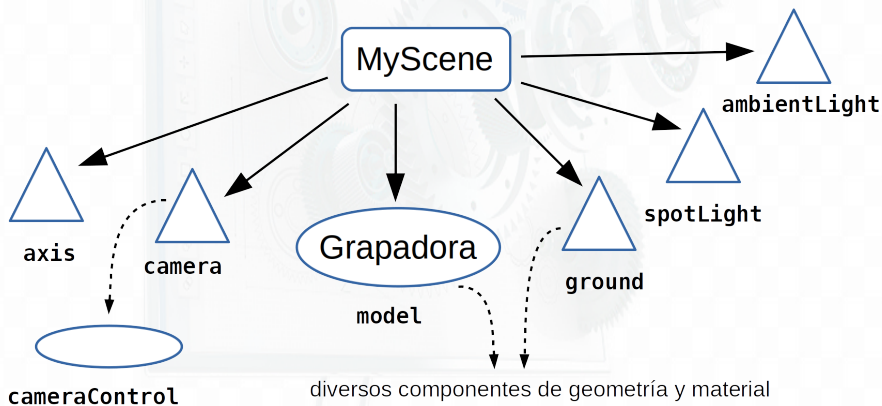
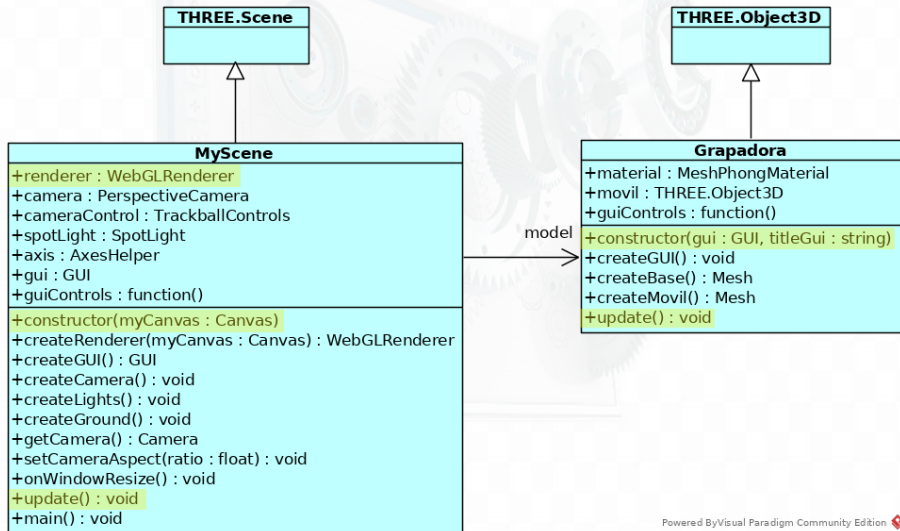


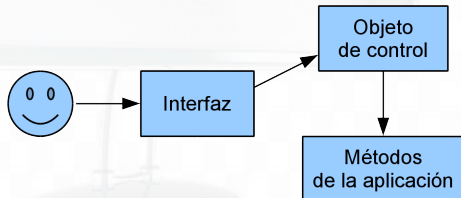
Diagrama de clases



Interfaz Gráfica de Usuario

dat.gui

- Se puede descargar de:
<https://github.com/dataarts/dat.gui>
- La ayuda se encuentra en:
<https://github.com/dataarts/dat.gui/blob/master/API.md>
- Ejemplos de su uso en:
<http://workshop.chromeexperiments.com/examples/gui>
- Estructura básica



dat.gui

Ejemplo

GUI: Objeto de control

```
GUIcontrols = {  
  axis : true,  
  lightIntensity : 0.5  
  addBox : () => { . . . }  
}
```

▼ Axis and Lights

Axis on/off : ☒

Light intensity : 0.5

▼ Actions

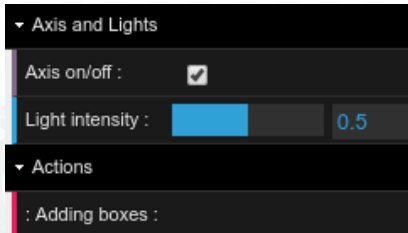
: Adding boxes :

- El valor asignado a cada atributo determina el tipo de control
 - ▶ Booleano, muestra un checkbox
 - ▶ Numérico, muestra un deslizador
 - ▶ Función, muestra un “botón”
 - ★ Al pulsarlo se ejecuta el código de la función

dat.gui

Composición de la interfaz

- Se crea el objeto único de la interfaz
- Se le pueden añadir *carpetas* y controles



GUI: Composición de la interfaz

```
var gui = new GUI();

var axisLights = gui.addFolder ('Axis and Lights');
    // obj. control atributo Texto en pantalla
axisLights.add(GUIcontrols, 'axis').name('Axis on/off :');
    // En los deslizadores, mín, máx, incremento
axisLights.add(GUIcontrols, 'lightIntensity', 0, 1.0, 0.1)
    .name('Light intensity :');

var actions = gui.addFolder ('Actions');
    var addingBoxes = actions.add(GUIcontrols, 'addBox')
    .name (': Adding boxes :');
```


dat.gui

Actualización de la escena

- Cuando es necesario se leen los valores del objeto de control
- Con ellos se modifican los objetos de la escena
- Si se realiza en los métodos update (para cada frame), los objetos siempre están actualizados según la interfaz

▼ Axis and Lights

Axis on/off : ☒

Light intensity : 0.5

▼ Actions

: Adding boxes :

GUI: Lectura de valores desde la aplicación

```
// Desde algún método update  
this.spotLight.intensity = GUIcontrols.lightIntensity ;
```

dat.gui

Actuación sobre la escena

- Desde la interfaz se puede modificar directamente la escena
- Un método se ejecuta cada vez que se cambia un valor

GUI: Modificación de la escena desde la interfaz

```
// Se tiene un método que modifica el modelo
setIntensidad (valor) {
  this.spotLight.intensity = valor;
}

// Se crea y configura el componente de la interfaz
var axisLights = gui.addFolder ('Axis and Lights');
axisLights.add(GUIcontrols, 'lightIntensity', 0, 1.0, 0.1)
  .name('Light intensity :')
  .onChange ( (value) => this.setIntensidad(value) );
```

dat.gui

Actualizar la interfaz desde el código

- Si desde el código se modifica el objeto de control, la interfaz no mostrará los nuevos valores al usuario
- Salvo los componentes de la interfaz que estén en modo *escucha*

GUI: Modo escucha

```
// Creación del objeto de control
```

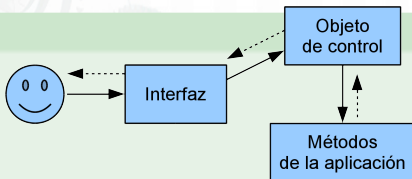
```
control = {  
  valor1 : 3,  
  valor2 : 5  
}
```

```
// Composición de la interfaz
```

```
interfaz = new GUI();  
interfaz.add (control, 'valor1', 1, 10, 1).listen();  
interfaz.add (control, 'valor2', 1, 10, 1);
```

```
// En algún punto de la aplicación se modifica el objeto de control
```

```
control.valor1 = 7; // El usuario verá este valor en la interfaz  
control.valor2 = 7; // El componente de este valor NO se actualiza
```



Implementación: Estructura de la aplicación

- La aplicación es un `html` que referencia a otros archivos

Aplicación: Archivo `index.html`

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Ejemplo Básico: Grapadora</title>
  <meta charset="utf-8">
  <script type="text/javascript" src="../libs/jquery.js"></script>
  <script type="module" src="MyScene.js"></script>
  <style>
    body{
      margin: 0;
      overflow: hidden;
    }
  </style>
</head>
<body>
<!-- Div que muestra la imagen, el lienzo -->
<div id="WebGL-output">
</div>
</body>
</html>
```

La clase `MyScene`

- Su responsabilidad principal es:
 - ▶ Crear un `renderer`
 - ▶ Crear el grafo de escena
 - ▶ Actualizar y visualizar el grafo (método `update()`)
 - ★ La visualización se realiza solicitándosela al `renderer`
 - ★ La actualización del grafo que es accesible directamente desde esta clase se realiza desde el propio método `update()`
 - ★ La actualización del grafo no accesible directamente, se le solicita a otros objetos
 - ★ **Importante:**
El método `update()` de la escena se encarga también de que vuelva a ser llamado cada vez que haya que “refrescar” la pantalla
- Veamos las partes del código más significativas

imports y exports

- En cada archivo se deben importar las clases que se van a necesitar
- Y exportar las clases que puedan necesitar otros

MyScene: imports

```
// Clases de la biblioteca
```

```
import * as THREE from '../libs/three.module.js'  
import { GUI } from '../libs/dat.gui.module.js'  
import { TrackballControls } from '../libs/TrackballControls.js'
```

```
// Clases de mi proyecto
```

```
import { Grapadora } from './Grapadora.js'
```

```
// En este caso no se exporta nada
```

El `main`

MyScene: El `main`

```
/// La función main
$(function () {

    // Se instancia la escena pasándole el div que se ha creado en el html para visualizar
    // Al instanciar la escena, se construye el renderer y el grafo
    var scene = new MyScene("#WebGL-output");

    // Se añaden los listener de la aplicación. En este caso, el que va a comprobar cuándo se
    // modifica el tamaño de la ventana de la aplicación.
    window.addEventListener("resize", () => scene.onWindowResize());

    // Que no se nos olvide, la primera visualización.
    scene.update();
});
```

La clase MyScene

MyScene: Clase y constructor

```
class MyScene extends THREE.Scene {  
    // Recibe el div que se ha creado en el html que va a ser el lienzo en el que mostrar  
    // la visualización de la escena  
    constructor (myCanvas) {  
        super();  
        // Se crea el visualizador, pasándole el lienzo sobre el que realizar los renderizados  
        this.renderer = this.createRenderer(myCanvas);  
        // Se crea la interfaz gráfica de usuario  
        this.gui = this.createGUI ();  
  
        // Construimos los distintos elementos que tendremos en la escena  
        // No basta con construirlos, deben añadirse al grafo con el método add  
        // this aquí es el nodo raíz del grafo  
  
        // Se crean unas luces. El propio método las añade al grafo  
        this.createLights ();  
        // Tendremos una cámara con un control de movimiento con el ratón  
        this.createCamera ();  
        // Un suelo  
        this.createGround ();  
        // Y unos ejes. Imprescindibles para orientarnos sobre dónde están las cosas  
        this.axis = new THREE.AxesHelper (5);  
        this.add (this.axis);  
        // Por último creamos el modelo.  
        this.model = new Grapadora(this.gui, "Controles de la Grapadora");  
        this.add (this.model);  
    }  
    . . .  
}
```


La clase MyScene

MyScene: Construyendo el renderer

```
createRenderer (myCanvas) {  
  // Se recibe el lienzo sobre el que se van a hacer los renderizados.  
  // Un div definido en el html.  
  
  // Se instancia un Renderer WebGL  
  var renderer = new THREE.WebGLRenderer();  
  
  // Se establece un color de fondo en las imágenes que genera el render  
  renderer.setClearColor(new THREE.Color(0xEEEEEE), 1.0);  
  
  // Se establece el tamaño, se aprovecha la totalidad de la ventana del navegador  
  renderer.setSize(window.innerWidth, window.innerHeight);  
  
  // La visualización se muestra en el lienzo recibido  
  $(myCanvas).append(renderer.domElement);  
  
  return renderer;  
}
```

La clase MyScene

MyScene: La interfaz de usuario

```
createGUI () {  
    // Se crea la interfaz gráfica de usuario  
    var gui = new GUI();  
  
    // La escena le va a añadir sus propios controles.  
    // Se definen mediante un objeto de control  
    // En este caso la intensidad de la luz y si se muestran o no los ejes  
    this.guiControls = {  
        lightIntensity : 0.5,  
        axisOnOff : true  
    }  
  
    // Se crea una sección para los controles de esta clase  
    var folder = gui.addFolder ( 'Luz y Ejes' );  
  
    // Se le añade un control para la intensidad de la luz  
    folder.add (this.guiControls, 'lightIntensity', 0, 1, 0.1)  
        .name('Intensidad de la Luz : ')  
        .onChange ( (value) => this.setLightIntensity (value) );  
  
    // Y otro para mostrar u ocultar los ejes  
    folder.add (this.guiControls, 'axisOnOff')  
        .name ( 'Mostrar ejes : ' )  
        .onChange ( (value) => this.setAxisVisible (value) );  
  
    return gui;  
}
```

La clase MyScene

MyScene: El método update

```
update () {  
    // Le decimos al renderizador  
    // "visualiza la escena que te indico usando la cámara que te estoy pasando"  
    this.renderer.render (this, this.getCamera());  
  
    // Se actualizan los elementos del grafo para cada frame  
  
    // Los nodos accesibles directamente desde esta clase se actualizan aquí  
  
    // Se actualiza la posición de la cámara según su controlador  
    this.cameraControl.update();  
  
    // Para la actualización del resto de nodos se le pide a los objetos que correspondan  
    this.model.update();  
  
    // Este método debe ser llamado cada vez que queramos visualizar la escena de nuevo  
    // Se consigue con la siguiente línea  
    // Le decimos al navegador: "La próxima vez que haya que refrescar la pantalla,  
    // llama al método que te indico".  
    // Si no existiera esta línea, update() se ejecutaría solo la primera vez  
    requestAnimationFrame(() => this.update())  
}
```

La clase Grapadora

- Se encarga de construir y actualizar “su parte del grafo”
- Añade su parte de interfaz gráfica de usuario a la aplicación

Grapadora: imports y exports

```
import * as THREE from '../libs/three.module.js'

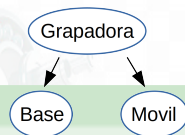
class Grapadora extends THREE.Object3D {
  . . .
}

export { Grapadora }
```

La clase Grapadora

Grapadora: Clase y constructor

```
class Grapadora extends THREE.Object3D {  
  constructor(gui, titleGui) {  
    super();  
    // Se crea la parte de la interfaz que corresponde a la grapadora  
    // Se crea primero porque otros métodos usan las variables que se definen para la  
    // interfaz  
    this.createGUI(gui, titleGui);  
    // El material se usa desde varios métodos. Por eso se almacena en un atributo  
    this.material = new THREE.MeshPhongMaterial({color: 0xCF0000});  
    // A la base no se accede desde ningún método. Se almacena en una variable local del  
    // constructor.  
    var base = this.createBase();  
    // Al nodo que contiene la transformación interactiva que abre y cierra la grapadora se  
    // accede desde el método update, se almacena en un atributo.  
    this.movil = this.createMovil();  
    // A this, la grapadora, que es un Object3D, se le cuelgan la base y la parte móvil  
    this.add(base);  
    this.add(this.movil);  
  }  
  . . .  
}
```



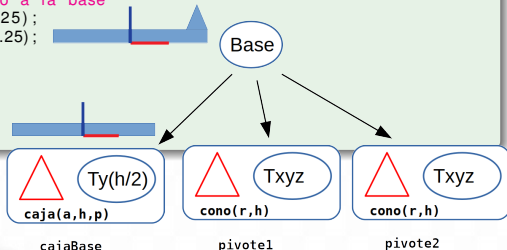
La clase Grapadora

Grapadora: Método createBase

```

createBase() {
  // El nodo del que van a colgar la caja y los 2 conos y que se va a devolver
  var base = new THREE.Object3D();
  // Cada figura, un Mesh, está compuesto de una geometría y un material
  var cajaBase = new THREE.Mesh (new THREE.BoxGeometry (5,0.4,1), this.material);
  cajaBase.position.y = 0.2;
  // La componente geometría se puede compartir entre varios meshes
  var geometriaPivote = new THREE.ConeGeometry (0.25, 0.6);
  var pivote1 = new THREE.Mesh (geometriaPivote, this.material);
  var pivote2 = new THREE.Mesh (geometriaPivote, this.material);
  // Se posicionan los pivotes con respecto a la base
  pivote1.position.set (2.25, 0.3+0.4, 0.25);
  pivote2.position.set (2.25, 0.3+0.4, -0.25);
  base.add(cajaBase);
  base.add(pivote1);
  base.add(pivote2);
  return base;
}

```

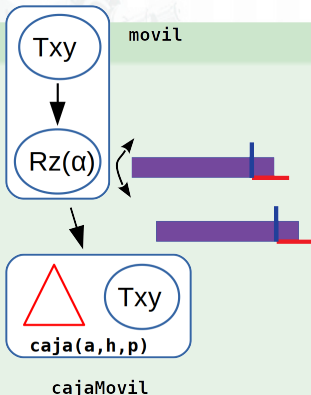


La clase Grapadora

Grapadora: Método createMovil

```
createMovil () {
  // Se crea la parte móvil
  var cajaMovil = new THREE.Mesh (
    new THREE.BoxGeometry (5, 0.6, 1),
    this.material
  );
  cajaMovil.position.set (-2.25, 0.3, 0);

  var movil = new THREE.Object3D ();
  // IMPORTANTE: En un mismo nodo las transformaciones
  // se aplican siempre en el mismo orden
  // Escalados, Rotaciones y por último Traslaciones
  movil.rotation.z = this.guiControls.rotacion;
  movil.position.set (2.25,1,0);
  movil.add(cajaMovil);
  return movil;
}
```



La clase Grapadora

Grapadora: Método createGUI

```
createGUI (gui, titleGui) {  
  // Controles para el movimiento de la parte móvil  
  this.guiControls = {  
    rotacion : 0  
  }  
  // Se crea una sección para los controles de la caja  
  var folder = gui.addFolder (titleGui);  
  // Estas líneas son las que añaden los componentes de la interfaz  
  // Las tres cifras indican un valor mínimo, un máximo y el incremento  
  folder.add (this.guiControls, 'rotacion', -0.125, 0.2, 0.001)  
    .name ( 'Apertura : ' )  
    .onChange ( (value) => this.setAngulo (-value) );  
}
```

Grapadora: Método update

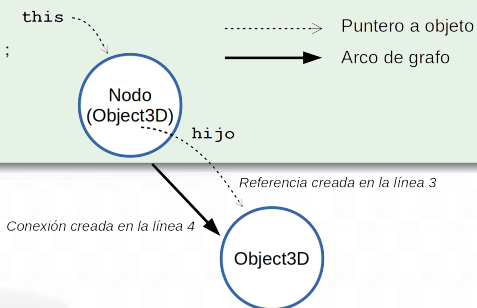
```
update () {  
  // En esta ocasión no hay nada que actualizar  
}
```


Conexión de los nodos a sus respectivos padres

- No olvidarse de conectar los nodos a sus respectivos padres
- Los nodos que no estén conectados al grafo no son tenidos en cuenta en la visualización
- Las referencias se usarán para acceder cómodamente a los nodos que se deseen modificar

: Referencia (puntero) vs. Arco de grafo

```
1 class Nodo extends THREE.Object3D {
2   constructor() {
3     this.hijo = new THREE.Object3D ();
4     this.add (this.hijo);
5     ...
6   }
7   ...
8 }
```



Consideraciones sobre rendimiento

- Construir solo los objetos imprescindibles
- Reutilizar objetos “antiguos” en vez de construir nuevos
- Usar para ello un gestor de objetos

Ejemplo: Gestor de objetos

```
class GestorBalas {  
  constructor () { this.buffer = []; }  
  
  dameUnaBala () {  
    if (this.buffer.length) { // Hay elementos en el buffer  
      return this.buffer.pop();  
    } else { return new Bala(); } // Solo se construyen objetos cuando es necesario  
  }  
  
  teDevuelvoUnaBala (p) { this.buffer.push (p); }  
}
```

Uso del gestor de balas

Ejemplo: Constructor de la escena y método disparo

```
constructor() {  
    // Entre otras cosas  
    this.gestorBalas = new GestorBalas();  
    this.nodoBalas = new THREE.Object3D();  
    this.balasAdestruir = [];  
}  
  
disparo() {  
    // Se solicita una bala al gestor  
    var unaBala = this.gestorBalas.dameUnaBala();  
  
    // Se configura: posición, dirección, velocidad, potencia, etc.  
    unaBala.set ( . . . );  
  
    // Se añade al nodo de balas  
    this.nodoBalas.add (unaBala);  
}
```

Uso del gestor de balas

Ejemplo: update de la escena

```
update() {  
    // Se actualizan las balas  
    var unaBala;  
    for (var i = 0; i < this.nodoBalas.children.length; i++) {  
        unaBala = this.nodoBalas.children[i];  
        unaBala.update();  
        if (unaBala.debeDesaparecer()) {  
            this.balasAdestruir.push(unaBala);  
        }  
    }  
  
    // Se descartan las balas innecesarias, pero no se destruyen, se reciclan ;-)  
    for (var i = 0; i < this.balasAdestruir.length; i++) {  
        unaBala = balasAdestruir[i];  
        this.nodoBalas.remove(unaBala);  
        this.gestorBalas.teDevuelvoUnaBala(unaBala);  
    }  
    this.balasAdestruir.length = 0;  
}
```

Especial atención a los métodos update

- La visualización se realiza varias veces por segundo
- Esto exige ser cuidadosos con el rendimiento
 - ▶ Optimizar los algoritmos empleados
 - ▶ **No construir objetos en los métodos update**
 - ▶ **Reutilizar objetos ya existentes**
 - ★ Si los objetos necesarios son una cantidad fija, construirlos una sola vez y después solo cambiarles el estado con los setters correspondientes
 - ★ Si los objetos son en un número indeterminado (por ejemplo, proyectiles en un juego de naves) usar un gestor de objetos

The background of the slide features a faint, light blue illustration of a computer monitor. Overlaid on the monitor screen is a complex mechanical gear system, including several interlocking gears of different sizes and a central shaft with a pulley. The entire scene is set against a light gray and white checkerboard pattern.

Hola Mundo Three.js

Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Sistemas Gráficos

Grado en Ingeniería Informática
Curso 2021-2022