



INGENIERÍA EN SISTEMAS AUDIOVISUALES Y
MULTIMEDIA

Curso Académico 2018/2019

Trabajo Fin de Grado

WEBSIM
SIMULADOR DE ROBOTS CON TECNOLOGÍAS WEB VR

Autor : Álvaro Paniagua Tena

Tutor : Dr. Jose María Cañas Plaza

Trabajo Fin de Grado

Título del Trabajo con Letras Capitales para Sustantivos y Adjetivos

Autor : Álvaro Paniagua Tena

Tutor : Dr. Jose María Cañas Plaza

La defensa del presente Proyecto Fin de Carrera se realizó el día de
de 20XX, siendo calificada por el siguiente tribunal:

Presidente:

Secretario:

Vocal:

y habiendo obtenido la siguiente calificación:

Calificación:

Fuenlabrada, a de de 20XX

*Dedicado a
mis padres, familia, y a mi pareja Cristina*

Agradecimientos

En primer lugar dar las gracias a mis padres por apoyarme y animarme desde el primer momento. También agradecer a mis compañeros Roberto, Ángel y Ahmed por tantas horas de ayuda y clases particulares para que entendiese todo bien.

Gracias tambien a Jose María Cañas por darme la oportunidad de colaborar en el proyecto.

Por último dar las gracias a mi pareja Cristina, has sido un gran apoyo en estos últimos años y sin duda me has motivado a hacer mejor las cosas y superarme.

Resumen

El proyecto tiene una intención clara, la creación de un simulador de robots usando tecnologías web puras aprovechando el crecimiento que ha experimentado el framework *AFRAME*.

Para la realización del proyecto se han utilizado diversas tecnologías como *HTML5*, *JavaScript*, *CSS3*, *AFRAME*, *jQuery* y *Blockly (Scratch 3)*.

El proyecto pretende ser una herramienta para la plataforma JdeRobot Kids en la cual los alumnos pueden generar código en el simulador **WebSim** para resolver una serie de ejercicios introductorios sobre **visión artificial** y **programación de robots** brindandoles varias opciones para dicha generación de código:

- Escribiendo código en JavaScript puro a través de un editor de código embebido.
- Utilizando el lenguaje de bloques visuales Scratch 3, este a su vez se puede probar en el propio simulador ya que se traduce a JavaScript nativo o bien exportarlo para probarlo en el robot físico, esto es posible gracias a la traducción de Scratch 3 a *Python*.

Summary

This project has a clear intention, create a robot simulator using web technologies taking advantage of the *AFRAME* framework growth.

For the realization of the project, different technologies have been used, such as *HTML5*, *JavaScript*, *CSS3*, *AFRAME*, *jQuery* and *Blockly (Scratch 3)*.

The project aims to be a tool for the JdeRobot Kids platform on which students can generate code on WebSim simulator to solve basic exercises on **artificial vision** and **robot programming** bringing them different options to generate this code:

- Writing code on JavaScript language through the embedded code editor inside the web page.
- Using the visual block language Scratch 3, this in turn can be tested inside the simulator itself as it is translated to JavaScript language or can be export the code to test it on the physical robot translating Scratch 3 to *Python* code.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.1.1. Motivación	1
1.1.2. Motivación personal	2
1.2. Estructura de la memoria	2
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Planificación temporal	4
3. Estado del arte	5
3.1. ¿Por qué tecnologías WEB?	5
3.2. JavaScript	6
3.3. HTML	7
3.4. AFRAME	7
3.5. ACE Editor	7
3.6. Blockly	7
3.7. jQuery	7
3.8. CSS	7
4. Diseño e implementación	9
4.1. Arquitectura	9
4.2. Objeto Robot	10
4.2.1. Motores	10

4.2.2. Sensores	10
4.2.3. Cámara	10
4.3. Interfaz	10
4.4. Funcionalidad del servidor	10
5. Usos del simulador	11
5.1. Ejercicios JdeRobot Kids	11
5.2. Robot real	11
6. Conclusiones	13
6.1. Valoración objetivo final	13
6.2. Aplicación de lo aprendido	13
6.3. Mejoras futuras	13
6.4. Autovaloración del proyecto	14
A. Manual de usuario	15
B. Enlaces a tutoriales de uso	17

Índice de figuras

2.1. Diagrama de GANTT para el rango de fechas 14 de Julio de 2018 al 1 de Septiembre de 2018.	4
2.2. Diagrama de GANTT para el rango de fechas 2 de Septiembre de 2018 al 21 de Octubre de 2018.	4
2.3. Diagrama de GANTT para el rango de fechas 22 de Octubre de 2018 al 28 de Octubre de 2018.	4
3.1. En la parte izquierda de la imagen se muestra el objeto coche del que heredan los 3 de la parte derecha de la imagen, los 3 coches tienen en común que son del objeto coche pero se diferencian en marca y color	7
4.1. Estructura del parser básico	10

Capítulo 1

Introducción

Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la creación de una herramienta de simulación de robots para la plataforma JdeRobot Kids.

1.1. Contexto

El desarrollo tecnológico ha generado cambios a nivel social facilitandonos a las personas la mayoría de las tareas que llevamos a cabo a lo largo del día tanto dentro del trabajo como pueden ser largas cadenas automáticas de fabricación de productos como en el ámbito del hogar como es el caso del aspirador Roomba.

La tendencia actual en robótica es la de tener robots que tengan un nivel de funcionalidad igual al que pueda tener un humano, con esto nos referimos a moverse de la misma manera que un humano, detectar los distintos objetos que conforman nuestro entorno e incluso detectar a las distintas personas de una sala. Este nuevo paradigma acarrea la necesidad de formar a nuevos expertos en éste área lo que conlleva la formación desde edades más tempranas.

1.1.1. Motivación

La motivación de este proyecto es la de sustituir el presente simulador *Gazebo* por WebSim, un simulador desarrollado íntegramente con tecnologías Web con peso computacional en el lado cliente lo que permite escalar el número de usuarios que lo utilizan de manera simultánea.

1.1.2. Motivación personal

Como motivación personal decir que, desde el inicio del grado me ha gustado el mundo de la programación y el desarrollo web.

Además, me gusta poder ayudar al aprendizaje de los demás por tanto este proyecto creo que encaja a la perfección ambos aspectos.

1.2. Estructura de la memoria

En esta sección se detalla la estructura de la memoria que constará de las siguientes partes:

- El capítulo 1 es una introducción al proyecto donde se explica la motivación del proyecto y la motivación personal.
- En el capítulo 2 se muestran los objetivos a completar para la elaboración del proyecto y la estructura del **roadmap**.
- En el capítulo 3 se presentan las tecnologías que se han utilizado para el desarrollo del proyecto y se explica el porqué de dichas tecnologías y no otras.
- En el capítulo 4 se explicarán el diseño de la aplicación, soporte del robot, es decir, qué funcionalidades tiene y la conectividad que dispone el simulador.
- En el capítulo 5 se muestran las aplicaciones reales en las que se encuentra actualmente WebSim.
- Finalmente en el capítulo 6 se hace una valoración de todo lo que ha conllevado el proyecto y se proponen futuras implementaciones o mejoras de WebSim.

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo general

Mi trabajo fin de grado consiste en crear la base de una herramienta educativa para simulación de robots para la plataforma JdeRobot Kids en la cual el peso computacional la lleve el lado cliente en lugar del lado servidor.

2.2. Objetivos específicos

El objetivo específico de el proyecto es la simulación del robot **PiBot** implementando así todo su conjunto de sensores y actuadores en los que se encuentran:

- **Motores:** son dos servomotores independientes que dotan de movimiento al robot.
- **Cámara:** una minicámara, ésto le da funcionalidad muy importante al robot como puede ser la detección de obstáculos.
- **Sensores IR:** dos sensores infrarrojos posicionados en la parte baja del chasis del robot, estos sensores permiten la detección de colores, objetos y formas.
- **Sensor de ultrasonidos:** Dos sensores de ultrasonido posicionados en la parte delantera del chasis del robot, su funcionalidad es la de sensores de proximidad lo que permite saber no solo si hay un objeto delante sino que también permite saber a qué distancia está dicho objeto.

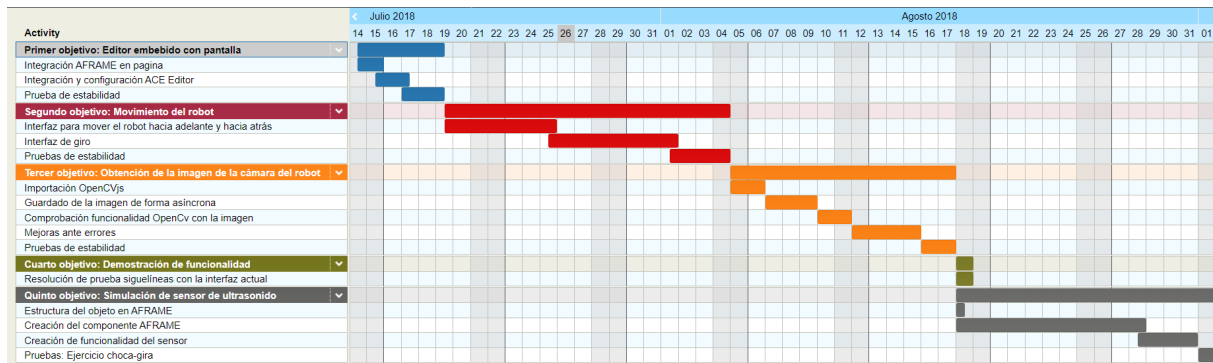


Figura 2.1: Diagrama de GANTT para el rango de fechas 14 de Julio de 2018 al 1 de Septiembre de 2018.

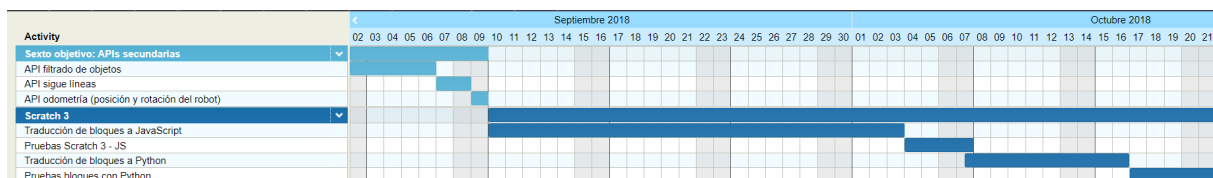


Figura 2.2: Diagrama de GANTT para el rango de fechas 2 de Septiembre de 2018 al 21 de Octubre de 2018.

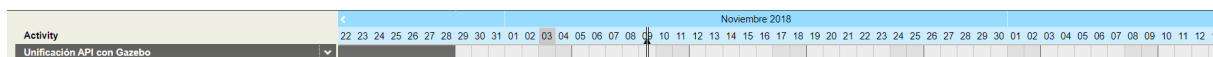


Figura 2.3: Diagrama de GANTT para el rango de fechas 22 de Octubre de 2018 al 28 de Octubre de 2018.

2.3. Planificación temporal

A continuación se muestran tres imágenes que representan la planificación temporal

El nivel de esfuerzo para este proyecto ha sido alto debido a la necesidad de aprender diferentes tecnologías como son AFRAME, jQuery y OpenCVjs. Se dedicaban alrededor de 3-4 horas al día cada día de la semana a excepción de los fines de semana que se añadían 2 horas más al anterior intervalo.

Capítulo 3

Estado del arte

3.1. ¿Por qué tecnologías WEB?

En la siguiente sección se tratarán de explicar las razones por las cuales se ha elegido desarrollar el proyecto con tecnologías web.

La principal y creo que más importante de las ventajas que ofrecen las tecnologías web es la ausencia de necesidad de instalación de paquetes de software, configuración y dependencias. Basta con tener un browser, en este caso Firefox, y una conexión a internet, todos los archivos necesarios para la ejecución de la aplicación se sirven de manera automática al ingresar la URL dentro de la barra de navegación.

El cliente no tiene la necesidad de instalar actualizaciones ya que únicamente se actualiza la versión que proporciona el servidor, esto elimina las incompatibilidades entre versiones ya que todos los clientes usarán la misma versión. Desarrollo unificado, con esto hacemos referencia a que no se necesita desarrollar para los distintos sistemas operativos (Windows, MacOS, Linux/Ubuntu, etc.) así como conocer sus entornos gráficos y dependencias del sistema operativo, lo único necesario es saber HTML5, JavaScript y CSS3, el navegador se encarga de interpretar los distintos lenguajes.

No todo son ventajas, como desventaja sabemos que las aplicaciones web son algo más lentas debido a la necesidad de descargar los recursos y no ser lenguajes binarios como C++ o Java sino interpretados, ésta desventaja cada vez va siendo menor debido a las mejoras en los navegadores y protocolos como por ejemplo *AJAX (Asynchronous JavaScript and XML requests)* que trata de una técnica de peticiones ligeras para aplicaciones interactivas.

Además con los años ha aumentado el número de navegadores distintos y desarrollar la aplicación para todos ellos es costoso aunque existen frameworks que facilitan esta tarea como pueden ser Express y Loopback para el lenguaje JavaScript y Django para el lenguaje Python.

Como conclusión, las tecnologías web están avanzando cada vez más con el objetivo de llegar al rendimiento de las aplicaciones de escritorio hasta el punto de existir frameworks para el desarrollo de aplicaciones híbridas, es decir, desarrolladas con lenguaje web pero haciendo uso del sistema operativo como es el caso de *Electron*.

3.2. JavaScript

JavaScript fue creado por Brendan Eich en 1995 cuando trabajaba para Netscape Communications inspirado por el lenguaje Java.

JavaScript es un lenguaje con las siguientes características principales:

- Lenguaje de **alto nivel**, esto quiere decir que su sintaxis es similar a la escritura habitual de una persona, por ejemplo:

```
function myFunction() {  
    console.log("Hello world");  
}
```

- Lenguaje basado en **objetos**, esto es una estructura habitual en programación que se refiere a la encapsulación de operaciones y estados en un modelo de datos. Otros lenguajes orientados a objetos serían *Python*, *Ruby*, *Java*, *etc*. La siguiente imagen representa de manera visual la orientación a objetos.

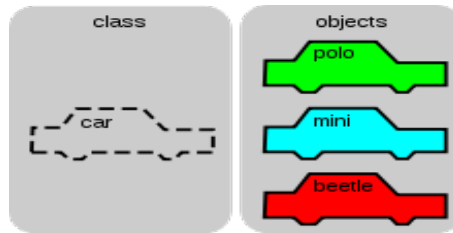


Figura 3.1: En la parte izquierda de la imagen se muestra el objeto **coche** del que heredan los 3 de la parte derecha de la imagen, los 3 coches tienen en común que son del objeto coche pero se diferencian en **marca** y **color**

3.3. HTML

3.4. AFRAME

3.5. ACE Editor

3.6. Blockly

3.7. jQuery

3.8. CSS

Capítulo 4

Diseño e implementación

Aquí viene todo lo que has hecho tú (tecnológicamente). Puedes entrar hasta el detalle. Es la parte más importante de la memoria, porque describe lo que has hecho tú. Eso sí, normalmente aconsejo no poner código, sino diagramas.

4.1. Arquitectura

Si tu proyecto es un software, siempre es bueno poner la arquitectura (que es cómo se estructura tu programa a “vista de pájaro”).

Por ejemplo, puedes verlo en la figura 4.1.

Si utilizas una base de datos, no te olvides de incluir también un diagrama de entidad-relación.

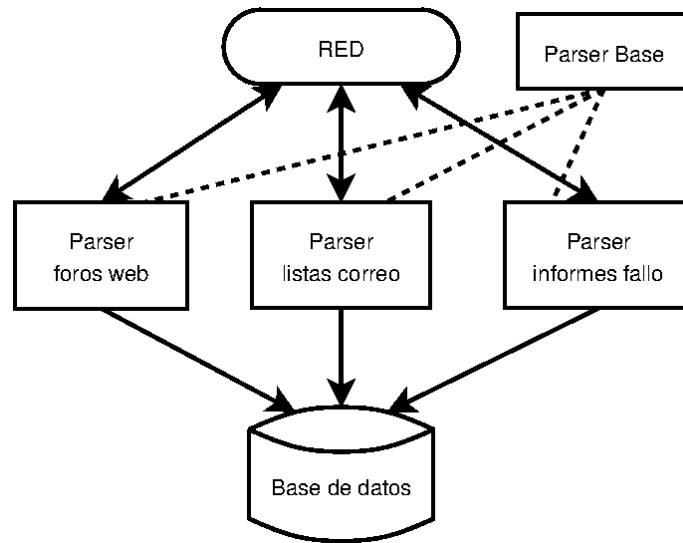


Figura 4.1: Estructura del parser básico

4.2. Objeto Robot

4.2.1. Motores

4.2.2. Sensores

4.2.3. Cámara

4.3. Interfaz

4.4. Funcionalidad del servidor

Capítulo 5

Usos del simulador

5.1. Ejercicios JdeRobot Kids

5.2. Robot real

Capítulo 6

Conclusiones

Esta sección es la sección espejo de las dos primeras del capítulo de objetivos, donde se planteaba el objetivo general y se elaboraban los específicos.

Es aquí donde hay que debatir qué se ha conseguido y qué no. Cuando algo no se ha conseguido, se ha de justificar, en términos de qué problemas se han encontrado y qué medidas se han tomado para mitigar esos problemas.

6.1. Valoración objetivo final

6.2. Aplicación de lo aprendido

Aquí viene lo que has aprendido durante el Grado/Máster y que has aplicado en el TF-G/TFM. Una buena idea es poner las asignaturas más relacionadas y comentar en un párrafo los conocimientos y habilidades puestos en práctica.

1. a

2. b

6.3. Mejoras futuras

Ningún software se termina, así que aquí vienen ideas y funcionalidades que estaría bien tener implementadas en el futuro.

Es un apartado que sirve para dar ideas de cara a futuros TFGs/TFMs.

6.4. Autovaloración del proyecto

Aquí viene lo que has aprendido en el Trabajo Fin de Grado/Máster.

1. a

2. b

Apéndice A

Manual de usuario

Apéndice B

Enlaces a tutoriales de uso

