



**Departamento de  
Informática e  
Ingeniería de Sistemas  
Universidad Zaragoza**

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

# **Desarrollo de un simulador de escenarios con usuarios móviles para la evaluación de algoritmos de recomendaciones**

---

**Autor**

Slavcho Georgiev Ivanov

**Director**

Sergio Ilarri Artigas



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ÁREA DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E INGENIERÍA DE SISTEMAS

---

Zaragoza, 11 de marzo de 2016







# **Desarrollo de un simulador de escenarios con usuarios móviles para la evaluación de algoritmos de recomendaciones**

## **Resumen**

Los sistemas de recomendación proporcionan sugerencias acerca de elementos que pueden resultar de interés para el usuario (hoteles, restaurantes, libros, películas, etc.). En este TFG se pretende desarrollar un simulador de escenarios con usuarios móviles (mapas de ciudades con objetos móviles y estáticos) que permita la evaluación de algoritmos de recomendación.



# Agradecimientos

Me gustaría agradecer este Trabajo Fin de Grado a todas las personas que lo han echo posible con su apoyo y dedicación.

En su primer lugar a mi director Sergio Ilarri por la oportunidad que me ha dado para realizar este proyecto, su paciencia y ayuda, sin la cual este proyecto no hubiera sido posible. A mis compañeros y amigos de clase, con los que he compartido estos años de carrera, por hacer que los momentos de estudio y prácticas fuesen agradables y amenos. A mi familia y amigos más cercanos, por su paciencia y por motivarme para seguir adelante en los momentos más complicados.

Y por supuesto a la Universidad de Zaragoza y a todos aquellos profesores de lo que he aprendido tanto a lo largo de estos años.





# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación del proyecto . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	1
1.3. Contexto Tecnológico . . . . .	2
1.4. Herramientas utilizadas . . . . .	3
1.5. Modelo de proceso seleccionado . . . . .	4
1.6. Estructura de la memoria . . . . .	4
<b>2. Trabajo desarrollado</b>	<b>7</b>
2.1. Resumen del simulador . . . . .	7
2.2. Arquitectura del sistema . . . . .	8



# Índice de figuras

2.1. Simulación en Actur, Zaragoza con un solo usuario . . . . .	7
2.2. Arquitectura de componentes del sistema . . . . .	8



# Índice de cuadros



# Capítulo 1

## Introducción

En este capítulo se mostrará la motivación existente para la realización de este Trabajo Fin de Grado, los objetivos que han sido marcados por el proyecto, las librerías y herramientas utilizadas para su elaboración, el modelo de trabajo seleccionado y también se analizará el trabajo relacionado. Finalmente se mostrará la estructura seguida en este documento.

### 1.1. Motivación del proyecto

Han sido varias las razones que me llevaron a elegir desarrollar este Trabajo Fin de Grado. La primera y principal ha sido el interés personal en los sistemas de recomendaciones y su amplia aplicación en sistemas comerciales y la web. Por otro lado, realizar un proyecto complejo, partiendo desde cero y sin tener ningún conocimiento particular de este ámbito, suponía un gran reto que deseaba afrontar porque me permitiría ampliar mis conocimientos en campos diversos como Ingeniería del Software, Arquitecturas de Software etc., de las que poseía unos conocimientos limitados. Además, consideré que la experiencia y conocimientos que adquiriría en este proyecto aumentarían mis posibilidades de desarrollar mi carrera profesional en este ámbito.

### 1.2. Objetivos

El Trabajo Fin de Grado que se describe en este documento tiene los siguientes objetivos:

- Desarrollar un simulador de escenarios con usuarios móviles, que cuente con mapas de ciudades con objetos móviles y estáticos.

- Desarrollar lo necesario para que se permita que los mapas de ciudades sean reales de tal forma que estos sean obtenidos de un sistema que proporcione mapas.
- Desarrollar lo necesario para que los usuarios puedan crear, editar, borrar y configurar los mapas y escenarios del simulador.
- Desarrollar lo necesario para que todas las configuraciones de mapas y escenarios sean parametrizables desde la interfaz de usuario.
- Desarrollar lo necesario para que la simulación de escenas funcione en tiempo real de tal forma que los eventos de una escena se reflejen en los dispositivos de los usuarios conectados al mismo mapa y escena.
- Desarrollar una interfaz que permita la integración con un recomendador externo de tal forma que exista una comunicación bidireccional basada en eventos entre el simulador y el recomendador.

Además de los objetivos marcados por la propuesta del Trabajo Fin de Grado, también se han tenido en cuenta como objetivos lograr que el simulador utilice los recursos hardware mínimos, permitir que este sea fácilmente escalable y que pueda desplegarse en un entorno distribuido. De esta forma logramos ahorrar costes de infraestructura y futuros desarrollos.

### 1.3. Contexto Tecnológico

Habitualmente los sistemas de recomendación se evalúan con conjuntos de datos estáticos clásicos. El inconveniente que esto conlleva es que si ejecutamos el mismo algoritmo sobre un conjunto de datos estáticos varias veces siempre obtenemos el mismo resultado. Con el fin de evitar este inconveniente surge la necesidad de evaluar los algoritmos de recomendaciones con conjuntos de datos dinámicos.

Una de las formas de recolectar y proveer conjuntos de datos dinámicos es mediante el crowdsourcing. El crowdsourcing, también conocido como colaboración abierta distribuida, consiste en delegar tareas a un grupo de personas o comunidad a través de una convocatoria abierta.

Así que a medida que el grupo de personas o comunidad vayan realizando las tareas asignadas el sistema va recolectando y suministrando datos sobre las acciones que realizan estos para llevar a cabo sus tareas. Esto nos da la oportunidad para suministrar datos a los algoritmos de recomendaciones en tiempo real, es decir, suministrar datos a medida que el grupo de personas vayan cumpliendo con sus tareas.



## 1.4. Herramientas utilizadas

En esta sección se listan las tecnologías, librerías externas y herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto acompañada de una breve descripción.

### Librerías usadas

Para el desarrollo del proyecto se ha hecho uso de diversas librerías externas que han permitido la implementación en un tiempo razonable de ciertas funciones necesarias que no formaban parte de los objetivos del proyecto:

- **Openlayers:** framework de OpenStreetMap que nos permite el uso libre de mapas.
- **Node.js v0.12.4:** entorno Javascript del lado del servidor basado en el motor V8 de Google.
- **Express v4.12.4:** framework de Node.js destinado a la creación de APIs Rest
- **Angular.js:** framework javascript que facilita la creación de aplicaciones en una sola página.
- **Mongoose v4.1.2:** framework de Node.js destinado al modelado de objetos para MongoDB.
- **jwt.io v5.0.4:** framework destinado a la creación y distribución de web tokens.
- **socket.io v1.4.4:** framework de Node.js destinado a la creación de comunicaciones bidireccionales basadas en eventos
- **Apache mahout v0.11.1:** framework de Java destinado al aprendizaje automático.
- **socket.io-client v0.1.0:** cliente Java para socket.io desarrollado por Naoyuki Kanezawa

### Herramienta de desarrollo

Durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado se han utilizado las siguientes herramientas:

- **Eclipse Java EE IDE:** editor de código Java version Mars 4.5.1
- **Maven v3.2.5:** gestor de paquetes para desarrollos Java
- **Brackets.io v1.6.0:** editor de código para desarrollos web
- **Git v1.9.4:** sistema de control de versiones
- **GitHub:** repositorio de código
- **Cmder:** emulador cmd de Windows
- **Sublime text 2:** editor de texto avanzado

### **Herramienta de documentación**

Se han usado las siguientes herramientas para la elaboración de la documentación del proyecto:

- **Latex:** lenguaje usado para la elaboración de este documento
- **GanttProject:** editor de diagramas de Gantt

## **1.5. Modelo de proceso seleccionado**

El modelo de trabajo seleccionado está basado en el modelo de espiral. Las actividades de este modelo forman una espiral de tal forma que cada iteración representa un conjunto de actividades. Se ha elegido este modelo de trabajo porque nos permitiría integrar el desarrollo con el mantenimiento y evaluar en cada iteración si dichos requisitos siguen encajando de lo que se esperaba de la aplicación para conseguir los objetivos propuestos. De esta forma se reduce el riesgo del proyecto y se incorporan objetivos de calidad.

## **1.6. Estructura de la memoria**

El contenido de la memoria está distribuido de la siguiente forma:

- En el capítulo 2 se expone el trabajo desarrollado para la elaboración de este simulador
- En el capítulo 3 se expone la gestión del proyecto y las distintas etapas por las que ha pasado este proyecto

- En el capítulo 4 se describe la interfaz que nos permite integrar un recomendador externo
- En el capítulo 5 se muestran las conclusiones del proyecto y el posible trabajo futuro de cara a mejorar el simulador



## Capítulo 2

# Trabajo desarrollado

En este capítulo se explican las funcionalidades básicas del simulador desarrollado centrándose únicamente en los aspectos más importantes. Para profundizar más sobre estos aspectos debe acudir a los anexos.

### 2.1. Resumen del simulador

Se trata de un sistema de colaboración abierta distribuida que permite configurar distintos escenarios con objetos móviles y estáticos sobre mapas de ciudades reales obtenidos a partir del servicio de mapas de OpenStreet-Map.

El simulador de escenarios está basado en el simulador Mavsim desarrollado por el Grupo de Sistemas de Información Distribuidos de la Universidad de Zaragoza utilizado para la simulación de VANETs en el cual hay muchos vehículos distribuidos en una amplia zona geográfica.

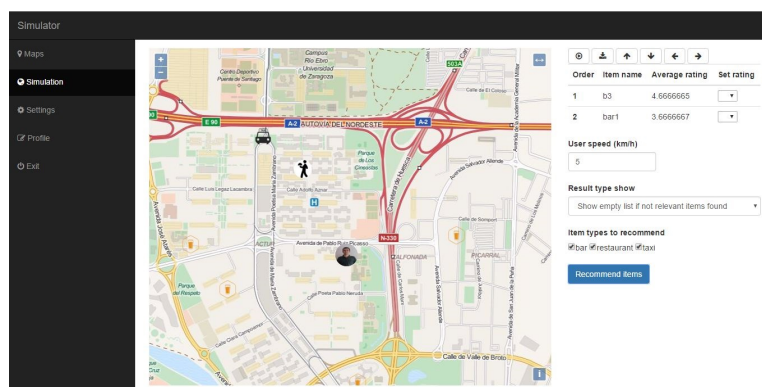


Figura 2.1: Simulación en Actur, Zaragoza con un solo usuario

Puede ser usado a través de cualquier dispositivo (PC, tablet, móvil etc.) con conexión a Internet y un navegador web. Permite a los usuarios crear sus propios mapas y escenarios. Durante la creación de una escena el usuario elige cual es la ciudad donde se realiza la simulación, el recomendador a utilizar, si el mapa es colaborativo o no, introducir los objetos estáticos y configurar cuales son los objetos móviles y sus rutas.

Para realizar una simulación el usuario tiene que buscar y seleccionar el mapa y escenario donde moverse tanto para obtener recomendaciones como para realizar votaciones sobre los distintos objetos de este entorno.

## 2.2. Arquitectura del sistema

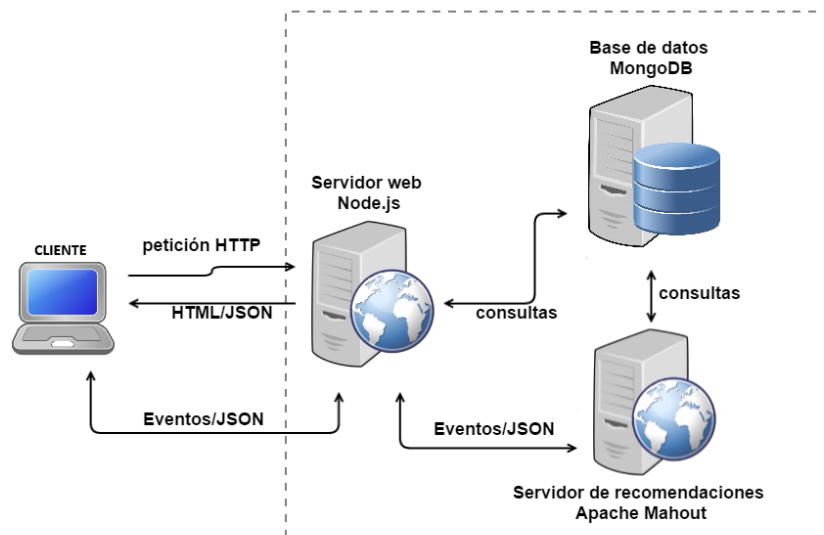


Figura 2.2: Arquitectura de componentes del sistema

