



Universidad  
de La Laguna

---

Diseño e implementación de un entorno  
georeferenciado basados en tecnología de  
la web 3.0 para la gestión del transporte  
compartido.

*Design and implementation of a geo-referenced environment in web  
3.0 technology for car-sharing management .*

Cristopher David Caamana Gómez

Dep. de Ingeniería Informática y de Sistemas.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Trabajo de Fin de Grado

---

La Laguna, 10 de junio de 2014



D. **Julio Brito Santana**, con N.I.F. 42.812.193-Q profesor Titular de la Escuela Técnica Superior en Ingeniería Informática, adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna

## C E R T I F I C A

Que la presente memoria titulada:

*“Diseño e implementación de un entorno georeferenciado basados en tecnología de la web 3.0 para la gestión del transporte compartido.”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Cristopher David Caamana Gómez**, con N.I.F. 79.088.605-T.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 10 de junio de 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Julio Brito', with a long horizontal stroke extending to the right.





## Agradecimientos

Quiero agradecer enormemente el apoyo de mi familia, mi tutor y mis amigos durante el desarrollo de este proyecto. También, agradecer a mis profesores durante estos años, por el enorme esfuerzo de enseñar sin perder la paciencia conmigo.



## Resumen

*La continua evolución de Internet y de las tecnologías web facilita la creación de contenido dinámico. Las redes sociales con Georreferenciación pueden ser útiles para manejar información de diversas fuentes y proporcionar servicios orientados al usuario. Entre estas aplicaciones podemos considerar los sistemas para la movilidad utilizando vehículos compartidos.*

*En este proyecto se presenta la plataforma de red geosocial llamada Vidali. La plataforma social de código abierto Vidali proporciona un conjunto de herramientas para el beneficio de la interactividad y la colaboración entre las personas y la prestación de servicios basados en la localización, lo que crea un ambiente que mejora la inteligencia colectiva. A partir de esta plataforma como base, hemos desarrollado una solución para mejorar la movilidad en el medio ambiente local, que incluye entre otras características la gestión de vehículos compartidos, y que se encuentra preparada para soportar en el futuro tecnología web 3.0 como elementos de la web semántica o datos abiertos. Se discute el diseño e implementación de Vidali y de un sistema para la gestión de coches compartidos.*

**Palabras clave:** Redes, sociales, transporte compartido, web social, georreferencia, transporte, open data, web semántica, inteligencia colectiva, servicios basados en localización, sistemas de información geográfica, geoweb.



## Abstract

The continuous evolution of the Internet and web technologies facilitates the creation of dynamic content. Georeferencing social networks can be useful to manage information from various sources and provide user-oriented services. These applications can be considered for mobility systems using shared vehicles.

In this project the geosocial network platform called Vidali is presented. The open source social platform Vidali provides a set of tools for the benefit of interactivity and collaboration between people and the provision of location-based services, which creates an environment that enhances collective intelligence. Starting with this platform as base, we developed a solution to improving mobility in local environments, which includes among other features the management of shared vehicles, and is ready to support web 3.0 technology as elements of the semantic web and open data in the future. The design and implementation of Vidali and a system for the management of shared cars is discussed.

**Keywords:** *Networks, social, shared transport, social web, georeferencing, transportation, open data, semantic web, collective intelligence, location-based services, geographic information systems, geoweb.*



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Tecnologías Web y redes geosociales.</b>	<b>4</b>
2.1. Redes sociales e inteligencia colectiva . . . . .	4
2.2. Web 3.0, web semántica y web geoespacial. . . . .	7
2.3. Sistemas de información geográfica . . . . .	9
2.4. Geolocalización . . . . .	10
2.5. Servicios basados en localización . . . . .	10
2.6. Redes geosociales o redes sociales georreferenciadas . . . . .	11
<b>3. Transporte y herramientas tecnológicas.</b>	<b>14</b>
3.1. Transporte y movilidad . . . . .	14
3.2. Transporte colectivo compartido o bajo demanda . . . . .	15
3.2.1. Tecnologías al servicio de la mejora del transporte y la movilidad . . . . .	19
<b>4. Vidali, Plataforma geosocial</b>	<b>23</b>
4.1. Características principales . . . . .	23
4.2. Especificaciones . . . . .	25
4.2.1. Requisitos . . . . .	26
4.2.2. Restricciones . . . . .	26
4.2.3. Actores . . . . .	26
4.2.4. Casos de uso . . . . .	27
4.3. Arquitectura . . . . .	28
4.3.1. Cliente-servidor . . . . .	29
4.3.2. Base de Datos . . . . .	30
4.4. Diseño MVC . . . . .	30
4.5. API: Interfaz de programación de aplicaciones . . . . .	33
4.5.1. API general . . . . .	33
4.6. Desarrollo . . . . .	33
<b>5. Sistema de gestión de coche compartido</b>	<b>39</b>
5.1. Diseño e implementación del servicio . . . . .	39
5.1.1. Punto de partida . . . . .	39
5.1.2. Base de datos . . . . .	41

5.1.3. Servidor . . . . .	41
5.1.4. Cliente . . . . .	42
5.1.5. API del servicio . . . . .	42
5.2. Características . . . . .	42
5.3. Actores . . . . .	43
5.4. Funcionalidades . . . . .	44
5.5. Interfaz . . . . .	46
<b>6. Conclusiones y trabajos futuros</b>	<b>49</b>
<b>7. Summary and Conclusions</b>	<b>51</b>
<b>A. Título del Apéndice 1</b>	<b>53</b>
A.1. Código controlador cliente . . . . .	53
<b>Bibliografía</b>	<b>57</b>



# Índice de figuras

2.1. Comparativa de redes sociales 2009 - 2013. Fuente: Vincenzo Consenza (www.vincos.it) . . . . .	6
2.2. Esquema web 3.0 . . . . .	7
2.3. Representación gráfica de una ontología de un perfil de usuario, sus clases y propiedades. Fuente: OWL-S: Semantic Markup for web Services. . . . .	8
3.1. Interfaz del servicio Blablacar, operando actualmente en España. . . . .	16
3.2. App para los clientes de Uber, solicitando un vehículo para una ruta determinada y el coste final del servicio. . . . .	18
3.3. Interfaz de la App waze para iOS. . . . .	19
4.1. Estado actual de la plataforma geosocial Vidali . . . . .	24
4.2. Diagrama de casos de uso de Vidali. . . . .	27
4.6. Diagrama de clases de la aplicación cliente. . . . .	31
4.7. Diagrama de clases de la aplicación servidor. . . . .	32
4.3. Estructura principal del proyecto. . . . .	36
4.4. Diagrama de componentes detallando el lado cliente y servidor, y su conexión con los servicios externos. . . . .	37
4.5. Representación gráfica del modelo relacional de la BBDD . . . . .	38
5.1. Interfaz del servicio de rutas de Vidali. . . . .	40
5.2. Punto de partida para el desarrollo del servicio de rutas. . . . .	40
5.3. Representación del modelo relacional de las tablas que almacenan los datos referentes a las rutas y los usuarios que utilizan el servicio. . . . .	41
5.4. Diagrama de clases del servicio en el lado servidor. . . . .	43
5.5. Herramienta de creación de rutas de usuario. . . . .	46
5.6. Buscador visualizando el listado de resultados y mostrando en el mapa una de las rutas. . . . .	47



# Capítulo 1

## Introducción

La aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones para mejorar la movilidad, el tráfico y la logística de las ciudades es una de las dimensiones que contribuyen a las ciudades inteligentes. La gestión eficiente y sostenible del uso de las infraestructuras y de los recursos de transporte, así como la gestión de necesidades de movilidad de los ciudadanos, requiere dotar a las administraciones, empresas y ciudadanos de las tecnologías para poner a disposición información proveniente de diferentes fuentes y proveer de servicios orientados al usuario.

La disponibilidad actual de todo tipo de dispositivos móviles conectados permite la constante captura de datos, la comunicación permanente y el intercambio de datos en tiempo real. Esta misma disponibilidad demanda por parte de los usuarios servicios en línea para tomar decisiones y resolver incidentes. Servicios avanzados de información para tratar problemas de localización, de diseño de rutas, de previsión, de priorización de actuaciones, de benchmarking de calidad, de política tarifaria, etc. Estos sistemas para la movilidad en espacios urbanos donde personas, vehículos e infraestructuras intercambian información en tiempo real permite entre otras cosas:

- Gestionar eficientemente el viario público mejorando la accesibilidad, el tráfico y el aparcamiento.
- Reducir el uso del vehículo privado, potenciando el transporte público y compartiendo vehículos.
- Hacer un seguimiento de la movilidad vehículos y personas.
- Analizar y predecir el comportamiento de los usuarios.
- Orientar a los usuarios (aparcamientos, rutas alternativas).
- Ayudarles a modificar el mismo en función de condicionantes externos (meteorología, tráfico, congestión, operaciones especiales de salida y entrada, incidentes, accidentes, ...).

Los sistemas con interfaces cartográficas, con capacidad de geolocalización, sistemas participativos y colaborativos para potenciar la inteligencia colectiva se convierten en un eje principal para el desarrollo de plataformas en este ámbito.

El desarrollo y evolución de tecnologías, aplicaciones y servicios de Internet orientado hacia entornos más interactivos y colaborativos, es hoy una realidad incuestionable. Aplicaciones y servicios de la web social facilitan la creación de contenidos dinámicos colaborativos. Pero además destacan otros aspectos de estos sistemas como:

- La web se ha convertido en la plataforma por excelencia de acceso ubicuo.
- El software evoluciona de manera constante y continua y se ofrece como servicio (SaaS).
- Los datos pertenecen al usuario que los genera y comparte y los formatos y protocolos abiertos como XML crecen conforme a la demanda de usuarios y servicios.
- Las interfaces adaptables y ricas permiten a los usuarios el manejo de componentes de forma elástica desarrolladas con lenguajes como AJAX; la usabilidad y sencillez de la aplicaciones garantizan su uso con aprendizaje.
- APIs, mashups y otras componentes, junto con arquitecturas cliente-servidor, multicapa o p2p facilitan la integración de aplicaciones y la portabilidad.[1]

Uno de sus mayores exponentes de la web son las redes sociales, que permiten a los usuarios la comunicación, la relación entre ellos y compartir información de forma pública o semi-pública. [2]. Las redes sociales son un conjunto de herramientas que crean espacios virtuales de promoción de comunidades e intercambio social, lo cual permite generar nuevos conocimientos, aprendizaje e inteligencia colectiva [3]. Con estas plataformas, la web social, participativa y en tiempo real es un fenómeno social, económico y empresarial que orienta la actividad hacia el usuario final o el cliente como protagonista.

Desde hace varias décadas se han desarrollado sistemas y tecnologías que han permitido capturar, almacenar, analizar, compartir y visualizar datos geográficamente localizados: los Sistemas de Información Geográficos. Estos sistemas manejan información espacial y basan sus capacidades en la geolocalización o georreferencias, localización o posicionamiento de datos sobre sistemas de coordenadas o de representación cartográfica. En el contexto de la web han emergido desarrollos de estas tecnologías que han potenciado la accesibilidad y las posibilidades de compartir la información geográfica de múltiples orígenes, la Internet geographic applications o Geoweb o también en el contexto de la web 2.0, la web Mapping 2.0 [4]. La Geoweb esta considerada como tecnología web 3.0, ya que abre nuevas formas de conectar y colaborar de manera gráfica e inteligente.

Por otro lado, en los últimos años se han desarrollado los servicios basados en localización (Location-Based Services, LBS) con la popularización del uso de móviles, smartphones y tables. Estos servicios hacen uso de las capacidades de los dispositivos móviles para facilitar la localización por medio de la triangulación GSM del teléfono, el GPS o la información enviada por el propio usuario [5]. Así los LBS, conociendo la posición geográfica del dispositivo, permiten identificar personas u objetos, y ha impulsado aplicaciones en

múltiples contextos [6]. La interacción de estas tecnologías y sistemas de cómputo dentro del ambiente físico, son parte del modelo de la computación ubicua, la cual integra el procesamiento de información entre los objetos y acciones con nuestro entorno [7]. Las redes geosociales son redes sociales las cuales incluyen capacidades y servicios basados en la georreferenciación, geoposicionamiento y el geoetiquetado. Estas funcionalidades que pueden incluir LBS, dotan a los usuarios de una dinámica social adicional, al integrar la interacción según el lugar donde se encuentren. Así las redes sociales se enriquecen conectando y comunicando personas, información y eventos en entornos localizados, lo que permite el desarrollo de nuevos servicios.

En este trabajo de final de grado se desarrolla un sistema para la gestión de vehículos compartidos, que es un sistema de información de transporte compartido, que ayuda a la selección de medios y rutas, permite entre otras cosas intercambiar información sobre los recorridos de los usuarios y conocer las demandas de transportes, además de compartir vehículo privado. Se trata de un sistema con interfaz georeferenciada que permite en tiempo real la comunicación entre dispositivos que facilitan la integración y procesamiento de datos, capaz de agregar datos de múltiples fuentes heterogéneas, con información dispuesta por los usuarios acerca de la movilidad.

Este sistema está implementado sobre una plataforma social open source basada en redes geosociales que presentamos su diseño y desarrollo. Por su diseño, ofrece un conjunto de herramientas para desarrollar aplicaciones dentro de esta plataforma. Entre sus características principales están que es software de código abierto, que puede instalarse en cualquier servidor, que es flexible y extensible con la posibilidad de ampliar sus características por medio de nuevas aplicaciones. Además, su diseño soporta características tecnológicas de la web semántica y open data. Desde el punto de vista de las aplicaciones en general está dirigida al desarrollo de servicios en entornos de desarrollo local, desarrollo urbano, ciudades inteligentes y movilidad inteligente.

A continuación, en el resto de este documento, el capítulo 2 detalla el estado las redes sociales y las redes geosociales, y de las tecnologías que utilizan. En el capítulo 3, se exponen y analizan los medios de transporte, así como los servicios que existen de base tecnológica en este sector. En el capítulo 4 se introduce Vidali, se explica qué es, cómo está formado y sus características, además de su desarrollo y la implementación de la plataforma. Una vez hecho esto, el capítulo 5 detalla la aplicación realizada como herramienta para el problema de la mejora de la movilidad. Por último, definimos nuestros resultados y obtenemos las conclusiones del trabajo, detallando los descubrimientos realizados y los posibles trabajos futuros.

## Capítulo 2

# Tecnologías Web y redes geosociales.

Las nuevas herramientas tecnológicas suponen un gran aporte en el campo de la comunicación humana, al permitir que grupos sociales puedan comunicarse de manera rápida a pesar de encontrarse en puntos lejanos del planeta. Esto supone un gran avance en las relaciones humanas, pues permite mantener unos vínculos sólidos entre personas. Actualmente, Internet juega un papel fundamental en este ámbito, pues rompe las barreras físicas para ofrecer un abanico de herramientas y servicios para mantener el contacto con personas de distintos lugares del planeta. Uno de sus máximos exponentes son las redes sociales, las cuales han marcado un punto de inflexión en la última década. En este capítulo, se analizan diversas tecnologías y servicios existentes de estas características.

### 2.1. Redes sociales e inteligencia colectiva

El desarrollo vertiginoso de la informática desde los años 70, junto a el inicio de Internet en los años 80 y 90, cambia radicalmente la manera de mantener la comunicación social. Es en este punto donde las redes sociales digitales juegan un papel importante como medio de comunicación social, ya que provoca que las redes sociales analógicas dejen de ser efectivas en algunos casos, principalmente en lo relativo a la ubicación y costes de compartir información.

Las redes sociales digitales no tienen un origen claro, pero se considera que la evolución de las tecnologías de comunicación sobre Internet/Arpanet son las precursoras de estas, donde el e-mail pudo ser una de sus bases que a día de hoy sigue siendo utilizado.

Algunas de las primeras tecnologías para comunicarse de manera digital eran los BBS (Bulletin Board System), los sitios web personales y los servicios de comunicación instantánea. Pero en 1995 se puede encontrar un servicio guarda similitudes con las redes sociales digitales modernas: Classmates, un portal para hablar con antiguos compañeros de estudios. Con la llegada del año 2000, se produce una continua evolución de los portales de Internet, transformandose en la denominada web 2.0, una web que abandona el concepto de portales informativos estáticos para favorecer la interacción en tiempo real de

múltiples usuarios.

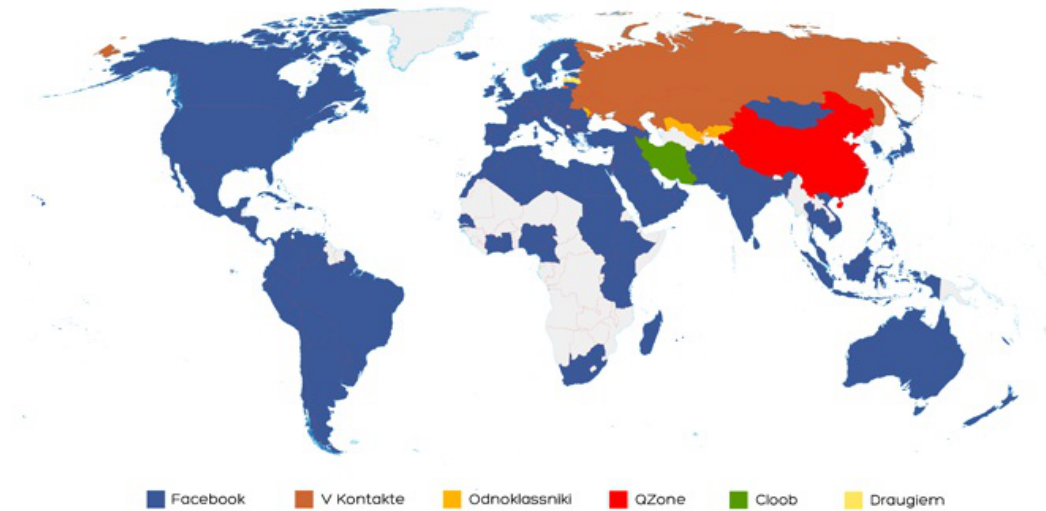
Dentro de Internet, las redes sociales se convierten en los servicios más potentes en la era de la web 2.0. Estas redes, han evolucionado rápidamente desde 2004 hasta la actualidad, convirtiéndose en los servicios que más tráfico de información generan a nivel mundial. Entre 2005 y 2009, encontramos una gran cantidad de redes sociales de diferentes tipos, pero es a partir de 2010 cuando se consolidan los principales servicios de redes sociales a nivel mundial. Un ejemplo es la red social Facebook, la cual es actualmente la red social más utilizada a nivel mundial, aumentando su número de usuarios desde su creación, tal como muestra la figura 2.1.

Gran parte de las primeras investigaciones sobre las comunidades en línea suponen que las personas que utilizan estos sistemas se conectan con otras personas fuera de su grupo social preexistente o ubicación, liberándolos para formar comunidades en torno a intereses compartidos, en lugar de la geografía compartida [8].

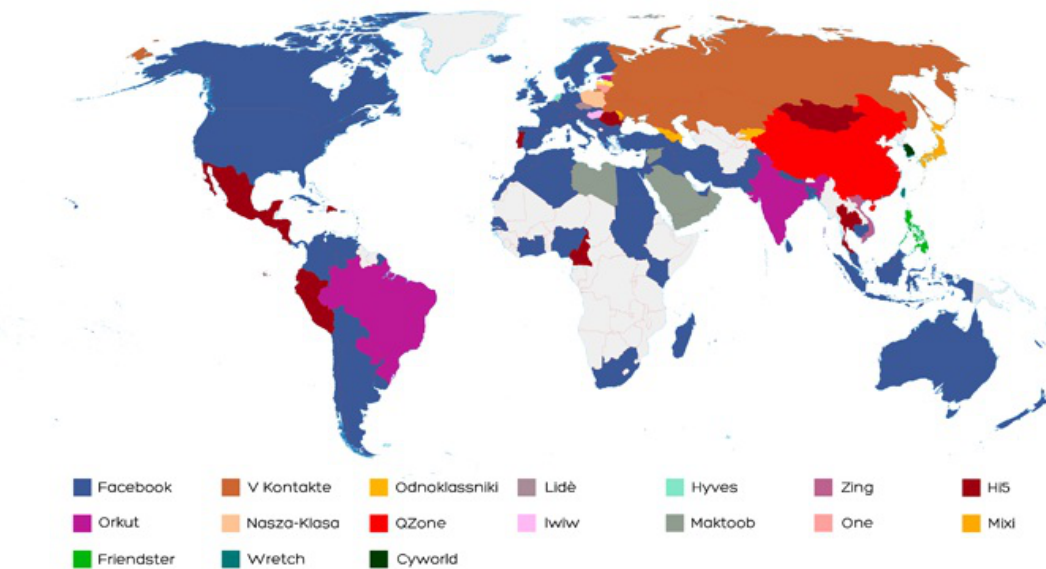
Además, los usuarios de estas redes sociales, mejoran la calidad de la información o la complementan, lo que es un aporte positivo en la comunicación ya que los consumidores pasan a ser también creadores de contenido. Al existir gran libertad para aportar contenidos en la red, los propios consumidores pueden construir contenidos colaborando entre ellos, aportando nuevos datos, corrigiendo, ampliando, etc. Esto permite la creación de espacios dedicados exclusivamente a la creación de contenidos a través de una inteligencia colectiva, una forma de inteligencia que surge de la colaboración entre muchos individuos. Dada la naturaleza de la inteligencia colectiva, esta está muy vinculada a la sociedad de la información y del conocimiento, al ser las propias personas las que seleccionan la información y saben como aprovecharla, además de hacerla circular rápidamente, aumentando su capacidad de difusión. Esta colaboración, se basa en la toma de decisiones consensuada de las personas a través de sus respectivos servicios, y permiten mejorar las capacidades de las comunidades humanas hacia un orden de complejidad y armonía mayor, lo que permite avanzar en la generación de contenidos, aunque puede presentar problemas como la falta de consistencia en la información obtenida, las imprecisiones intelectuales [9].

## WORLD MAP OF SOCIAL NETWORKS

### December 2013



June 2009



credits: Vincenzo Casenza [www.vincos.it](http://www.vincos.it)

license: CC-BY-NC

sources: Google Trends for Websites/Alexa

Figura 2.1: Comparativa de redes sociales 2009 - 2013. Fuente: Vincenzo Consenza ([www.vincos.it](http://www.vincos.it))



## 2.2. Web 3.0, web semántica y web geoespacial.

La web 3.0 es un neologismo utilizado desde 2006 (apareció por primera vez en un artículo de Jeffrey Zeldman, crítico de la web 2.0 ) para describir la evolución del uso y la interacción en la red a través de diferentes caminos, incluyendo la transformación de la red en una base de datos colectiva, un movimiento hacia hacer los contenidos accesibles por múltiples aplicaciones, potenciar la inteligencia artificial, la web semántica, la web geoespacial, o la web 3D. Frecuentemente es utilizado para hacer referencia a las mejoras respecto a la web 2.0. En la actualidad, no existe una definición sólida sobre este término, ni existe un punto de vista único, siendo objeto de debate

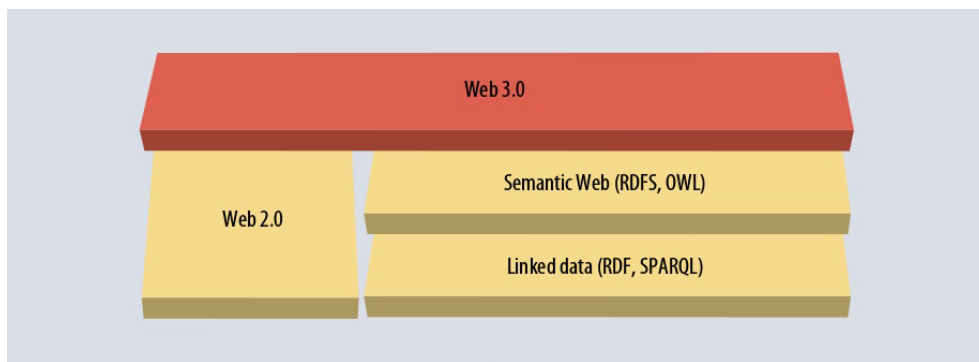


Figura 2.2: Esquema web 3.0

Como se puede ver en la figura 2.2, existen referencias que señalan a la web semántica como motor de la web 3.0. La web semántica fue concebida para enriquecer la búsqueda y la explotación de los resultados en la web, siendo dotada de mayor significado en la que cualquier usuario en Internet puede encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida. Esta web extendida y basada en el significado, se apoya en lenguajes universales que resuelven los problemas ocasionados por una web carente de semántica en la que, en ocasiones, el acceso a la información se convierte en una tarea difícil. Las mejoras que la web semántica aporta respecto a la web estandar son el ahorro de tiempo en el procesado de datos, resultados más adecuados de búsqueda, la mejora de la comunicación entre servicios web, etc.

La “Data web”, o lo que conforma la información enlazada en la web semántica, propone además de usar formatos como XML, RDF y microformatos, el uso de la tecnología SPARQL, que permite un lenguaje estandarizado y una API para la búsqueda a través de bases de datos en la red. La “Data web” permite un nuevo nivel de integración de datos y aplicación interoperable, haciendo los datos tan accesibles y enlazables como las páginas web. Gracias a esto, surge el Linked Data: la publicación de datos estructurados para que puedan ser interconectados y más útiles. Se basa en tecnologías web estándar, tales como HTTP, RDF y los URI, pero en vez de utilizarlos para servir páginas web para los lectores humanos, las extiende para compartir información de una manera que puede ser

leída automáticamente por ordenadores. Esto permite que sean conectados y consultados datos de diferentes fuentes.

Con estas mejoras, por ejemplo, se pueden crear nuevos elementos que complementan los servicios actuales de las redes sociales, añadiendo elementos semánticos que permiten interpretar de manera sencilla los datos obtenidos de los usuarios (como el uso de FOAF, una ontología que describe personas, sus actividades y relaciones). También podrían hacer uso de inteligencia colectiva, generando nuevos sistemas de información social, los cuales pueden tener varios fines donde los miembros que se encuentren dentro de estas, serán piezas fundamentales a la hora de aportar información, siguiendo unos controles que aseguren la integridad y consistencia de la información publicada.

Sin embargo, estos sistemas se encuentran todavía en una fase temprana, dificultando su adopción. Servicios como Facebook, han creado una capa por debajo de sus servicios que utiliza redes semánticas para el tratamiento de los datos de sus usuarios (conocido como Open Graph), obteniendo retroalimentación automática para mejorar sus productos y ofrecer a las empresas datos relevantes sobre los usuarios. De esta manera, la información contenida en la red social para adquirir información semántica de los usuarios, y de los elementos que interactúan con este, como sus gustos o los servicios que utiliza. Esta información, al ser importante, debe estar estandarizada para su correcto funcionamiento para facilitar el acceso correcto al contenido en Internet. Como casos de estandarización, la W3C (World Wide web Consortium) define varias pautas a seguir en este aspecto, como en el diagrama 2.3, que describe una ontología para un perfil de usuario.

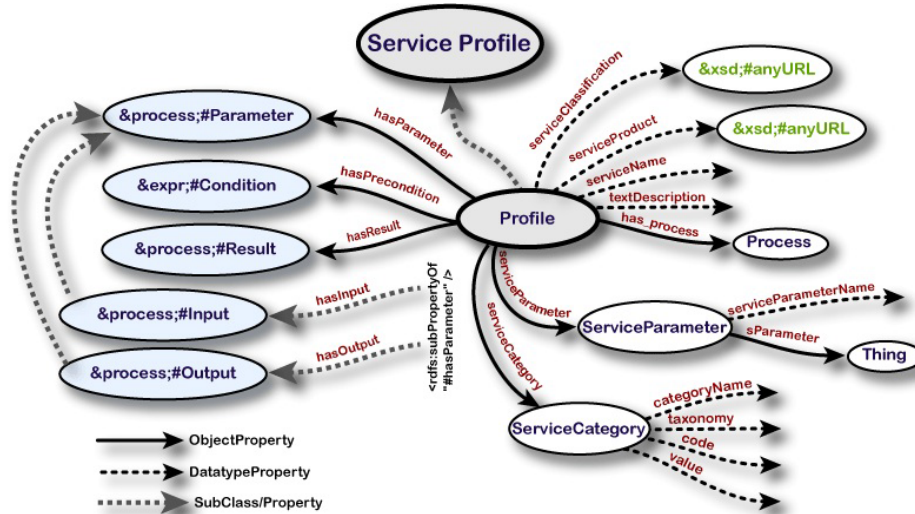


Figura 2.3: Representación gráfica de una ontología de un perfil de usuario, sus clases y propiedades. Fuente: OWL-S: Semantic Markup for web Services.

También se debate el concepto de la web 3.0 como la web 3D, geoespacial o Geoweb, redes de computadoras que acoplan geográficamente (por ejemplo, mapas bidimensiona-

les) o geoespacial (imágenes por ejemplo tridimensionales) sistemas de capas de base con sistemas de superposición geoetiquetadas con el propósito de conexión de los usuarios con otros lugares en la red. Los geonavegadores libres y populares de hoy son ejemplos de implementaciones de servicios Geoweb simples. Servicios de Geoweb complejos proporcionan a los usuarios acceso a las aplicaciones y archivos, en el contexto de ubicaciones físicas específicas en la tierra. Como tal, la Geoweb se caracteriza por la sincronización auto de direccionamiento de red, el tiempo y la ubicación, permitiría ubicación que se utilizará para organizar automáticamente todos los datos geoespaciales referencia disponibles a través de Internet. La Geoweb es un concepto reciente, en fase de consolidación, pues se trata de un término sujeto a un cierto grado de abstracción. En su sentido más amplio, la Geoweb expresa la relación que se produce entre los datos virtuales de la red y su posición espacial.

Para poder crear servicios basados en la Geoweb, son necesarias herramientas, sistemas y tecnologías que nos permitan visualizar información geográfica de manera sencilla (por ejemplo, los sistemas de información geográfica), utilizar herramientas para la ubicación de personas u objetos (geolocalización), y la creación de aplicaciones en base a la localización de personas o lugares (servicios basados en localización) .

### 2.3. Sistemas de información geográfica

Como se describe en el apartado anterior, para que sea posible formar un servicio en la Geoweb se emplean herramientas que permitan visualizar la información geográfica. Unas de estas herramientas son los Sistemas de Información Geográfica. Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

Con el uso de SIG, existen varios desarrollos basados en web cuyos objetivos coinciden con el propuesto de informar y planificar desplazamientos [10], [11], [12]. En el ámbito de los sistemas inteligentes de transporte con uso o no de información georeferenciada, existen varias propuestas en las que se utilizan para disponer de información y realizar análisis, modelar y tomar decisiones a nivel de planificación estratégica [13], [14], [15].

Estos SIG, parten de una base de datos con información geográfica que está asociada a un identificador concreto de un mapa digital. Para hacer posible esta representación, los sistemas componen capas que agrupa datos concretos y superponerlos para conformar el mapa, basandose en la ubicación que les corresponde. En este punto interviene la geolocalización para obtener dicha información.

## 2.4. Geolocalización

La geolocalización, o georeferenciación, consiste en el posicionamiento de un objeto espacial, en un sistema de coordenadas determinado.

Para poder posicionar un objeto, es necesario emplear tecnología que permita obtener las coordenadas en las que se localiza el objeto. Esta tecnología, desde el auge de dispositivos como tablets o smartphones ha visto incrementado su uso de manera exponencial.

Con el fin de obtener esta información, los sistemas de georeferenciación utilizan herramientas que ofrezcan la información necesaria para poder localizar al usuario:

- Triangulación GSM
- Trilateración WIFI
- Servicio de GPS
- Detección por IP
- Localización Manual
- Códigos QR con GEO URI

Existen una serie de servicios que se pueden utilizar alrededor de esta tecnología, los cuales complementan la experiencia de los usuarios al relacionarse con elementos cercanos:

- Ubicación en tiempo real
- Seguimiento (tracking)
- Recomendación de elementos cercanos
- Guía y asesoramiento en rutas

La geolocalización es utilizada para crear servicios basados en localización, que se describen a continuación.

## 2.5. Servicios basados en localización

Los servicios basados en localización (Location-based Service, LBS) buscan ofrecer un servicio personalizado basada en la información de ubicación geográfica de sus usuarios. Para su operación utiliza tecnología de SIG, alguna tecnología de geolocalización y tecnología de comunicación de redes para transmitir información hacia una aplicación LBS que pueda procesar y responder la solicitud. Las aplicaciones típicas LBS buscan proveer servicios geográficos en tiempo real. Algunos ejemplos típicos de esto son servicios de mapas, enrutamiento y páginas amarillas geográficas. El nivel de precisión posicional y desempeño para navegación es fundamental para el mercado de servicios basados en localización. Algunos fabricantes de antenas buscan para esto mejorar la calidad de la señal y reducir el tamaño de la antena.

Existen dos posibles escenarios basados en localización, un usuario puede necesitar de un servicio de información y el centro de administración puede requerir rastrear un dispositivo en tiempo real. En cualquiera de los dos escenarios, a través de un dispositivo de posicionamiento integrado con el dispositivo se determina la posición actual del usuario. Esta ubicación junto con otros parámetros relevantes (por ejemplo: información de sensores), es transmitida a un centro de procesamiento. Allí, los requerimientos de servicio son analizados por una infraestructura apoyada en sistemas de información geográfica para poder entregar la respuesta al usuario.

Además, hay dos modos de trabajo: los LBS activo que está enfocado principalmente en usuarios móviles particulares con el fin proveer a ellos información de servicios y los sistemas LBS pasivos, generalmente diseñados para clientes empresariales que requieren administrar sus recursos móviles (Por ejemplo: conocer en tiempo real la ubicación de la fuerza de venta en campo o hacer seguimiento de flotas de vehículos) y soportar toma de decisiones. Estos sistemas de monitoreo pueden rastrear el flujo de mercancías y controlar los parámetros ambientales por medio de sensores conectados.

## 2.6. Redes geosociales o redes sociales georreferenciadas

En algunos casos, las redes sociales convencionales utilizan las tecnologías descritas anteriormente para complementar sus servicios, sin embargo ocupan segundo plano como un servicio extra de la red social. Así, dentro de los sistemas LBS activos descritos en el apartado anterior, podemos encontrar un tipo de red social enfocada en la ubicación, denominada redes geosociales.

Las redes geosociales son redes sociales que incluyen funcionalidades relacionadas con la geolocalización. Permiten a sus usuarios una dinámica social adicional a la que existe en otras redes sociales, como la interacción basada en el lugar donde se encuentran. Dichos datos de localización son enviados por el usuario, de manera que permiten conectar al mismo con otras personas, lugares o eventos cerca de su zona, siendo necesario el uso de dispositivos dotados de tecnologías de georreferencia.

Las redes geosociales nacieron alrededor de 2007, siendo las más importantes Foursquare y Gowalla. Actualmente Gowalla cerró y Foursquare es la más importante de las redes geosociales. Dentro de las redes sociales convencionales también se agregaron capas de georeferencia, tales como Facebook Places y Google Latitude, aunque ocupan un segundo plano en la explotación de contenidos de la red. La información geosocial, suele encontrarse por una entrada en una base de datos geolocalizada, pero también podría ser en forma de un tweet, un comentario, un consejo, o alguna otra cadena de texto corta [16].

Actualmente, podemos encontrar los siguientes servicios de redes geosociales:

- Spotbros: En las primeras versiones de este servicio, los mensajes eran ubicados geográficamente para que cualquier persona pudiese recuperar ese mensaje posteriormente. Actualmente su sistema se basa en el almacenamiento en la nube de contenido.
- Wikitude: Aplicación de realidad aumentada que se basa en la geolocalización para

ofrecer información de realidad aumentada a sus usuarios. Su contenido principal proviene de los sistemas de Open Data y la propia comunidad.

- Gpsmess: Con una filosofía similar al inicio de Spotbros, esta app permite compartir mensajes (yipis) y localizarlos en la ubicación en la que se encuentra el usuario. Después, cualquier persona que pase por dicha ubicación los recibirá automáticamente.
- Foursquare: Es una aplicación que permite, por medio de “check-ins” compartir y guardar los lugares que un usuario visita, y con la información que el usuario proporciona recibirá recomendaciones personalizadas y ofertas.
- Yelp: Esta nueva aplicación similar a Foursquare que ofrece sugerencias de locales a un usuario en su zona, permitiendo valorarlos y ofreciendo a los dueños de los locales una serie de herramientas para recibir esta información e incluso comentar sobre dichas valoraciones.

Dentro de las redes sociales, Facebook, Twitter y LinkedIn son las más utilizadas. Esto supone una gran ventaja al no dispersar a los usuarios de Internet, sin embargo, presentan una serie de carencias, y que por otro lado, las redes geosociales pueden complementar o mejorar:

- Seguridad y privacidad: Las redes sociales convencionales se basan principalmente en el contenido que genera el usuario, incluyendo información sensible, que es posteriormente vendida a terceros para mejorar su publicidad, en el caso de las redes geosociales, son las propias ubicaciones a las que visita el usuario las que recopilan esa información, pues se basa en la retroalimentación (feedback) del servicio. En ambos casos, si los servicios son privativos pueden ser más invasivos a la intimidad de sus usuarios.
- Aislamiento virtual: Dentro de Internet no estamos aislados, pues podemos establecer contacto con una gran cantidad de personas. Pero, las redes sociales tratan de enfocar nuestra actividad en línea a nuestro entorno más “cercano”, provocando una menor socialización fuera de nuestro entorno analógico. Esto supone un problema al limitar la libertad de relación social en Internet. Este problema es común sobretodo en redes geosociales, pues la información accesible se limita mayormente a la ubicación del usuario.
- Aislamiento real: Las relaciones sociales persona a persona se están mermando por el excesivo uso de las redes sociales convencionales. Esto supone un fallo en la comunicación persona a persona pues implica la pérdida con el contacto en el mundo real. En este aspecto, las redes geosociales aumentan la presencia de las personas en entornos donde se facilita la comunicación sin utilizar ninguna tecnología.

Ninguna de estas plataformas es abierta, en datos y desarrollo ni tampoco están orientadas a la prestación de servicios en el contexto de la movilidad inteligente y la literatura sobre la ingeniería y desarrollo de estos sistemas es inexistente. En cambio si podemos encontrar algunas referencias en este ámbito de las redes geosociales. Un survey general

sobre georeferenciación en redes sociales es [17] y una descripción preliminar sobre los servicios que la información geografía aporta a las redes sociales se encuentra en [18]. Carburar Et al. presentan algunas investigaciones en relación al tratamiento de datos de manera segura para los usuarios, evitando problemas de privacidad y evitando enviar información falsa [19], [20]. Otras referencias estudian el impacto de las redes geosociales y los dispositivos móviles en entornos urbanos, la vida de las personas y la experiencia de los usuarios [21], [22], [23], [24], [25], [16], así como técnicas, modelos y entornos de análisis de la información generada en estos sistemas [26], [27], [23], [28], [29], incluyendo el estudio de patrones de uso de las mismas [30]. Entre las aplicaciones referenciada están los sistemas de recomendaciones [31], [32] un survey sobre los mismos lo podemos encontrar en [33].

## Capítulo 3

# Transporte y herramientas tecnológicas.

### 3.1. Transporte y movilidad

Este capítulo aborda los conceptos sobre transporte, movilidad y la integración de las nuevas tecnologías dentro de este sector.

Se denomina transporte al traslado de un lugar a otro de algún elemento, en general personas o bienes. El transporte es una actividad fundamental dentro de la sociedad y de la economía. Para llevar a cabo las actividades de transporte se requieren varios elementos, que interactúan entre sí:

- Una infraestructura sobre la cual se lleva físicamente la actividad, incluyendo,
- los vehículos o medios de transporte, el equipamiento que permite el traslado de personas personas y mercancía,
- los operadores de transporte que referencian a las entidades encargadas y responsables del transporte, que gestionan y ofertan servicios de transporte.
- Un conjunto de operaciones o servicios que permiten que la actividad se lleve a cabo de forma eficiente, segura y con calidad.

Los medios de transporte de pasajeros, pueden ser de uso individual o colectivo, siendo los segundos el motivo central de preocupación de este proyecto, al presentar una serie de ventajas sobre el transporte individual, en relación a la mejora de la movilidad

1. Menos congestión de las vías de tránsito.
2. Reduce los consumos de energía y contaminación.

Los medios de transporte están asociado a diversas modalidades o modos de transporte. Entre los modos de transporte colectivo de pasajeros, podemos encontrar:



- Transporte terrestre:
  - Autobús - Autobús de tránsito rápido - Trolebús - Taxi
- Transporte ferroviario
  - Tren - Tranvía - Tren ligero - Metro - Tren de alta velocidad
- Transporte marítimo y fluvial:
  - Barco(ferry) - Transbordador - Catamarán - Lancha colectiva - Góndola
- Transporte aéreo:
  - Avión - Helicóptero
- Otro Transporte:
  - Teleférico - Telecabina

Estos medios de transporte, se coordinan de tal manera que podemos enlazar un medio de transporte con otro, permitiéndonos la multimodalidad con el objetivo de llegar a nuestro destino en determinados tiempos razonables. Sin embargo, las ciudades presentan un crecimiento de población, con el consecuente aumento de la demanda de movilidad. Si no se mejoran los medios, innovados pueden llegar a colapsarse el sistema de transporte, dificultando la movilidad.

El conocimiento acerca de la movilidad es muy importante para estudiar estos fenómenos y poder planificar el transporte. Los servicios públicos y privados de transporte basan sus datos de uso y afluencia de personas en la recopilación de información mediante encuestas y en el seguimiento de los propios medios, mediante puntos de control que tienen disponibles como los sistemas de pago dentro de cada vehículo. En base a esto desarrollan sistema de explotación que permite orientar, planificar y controlar las rutas que cubren las necesidades de la población, optimizar los recursos disponibles y facilitar la movilidad, garantizando los tiempos de llegada entre un punto y otro.

### **3.2. Transporte colectivo compartido o bajo demanda**

Dentro de los medios de transporte podemos encontrar el medio de transporte colectivo, el cual transporta por una ruta determinada un grupo de usuarios concreto, y el transporte compartido, donde un usuario emplea su vehículo de transporte en una ruta y permite transportar a otros usuarios que sigan la misma trayectoria, sea con un fin económico o altruista. Estos dos modos de transporte de usuarios son una buena solución al problema anteriormente planteado ya que presentan una serie de ventajas. En primer lugar, estos modos de transporte permiten ahorrar costos a los usuarios, pues el coste de transporte se distribuye entre el total de los usuarios que emplean estos modos de transporte, además de contribuir en el ahorro de combustible y la reducción de contaminación. También facilita

la descongestión del tráfico y favorece las relaciones sociales entre los usuarios vinculados, cosa que no es facilitada con los coches particulares, salvo que se trate de un coche compartido.

Por contra, para que estos beneficios puedan ser disfrutados por la mayoría de la sociedad en su conjunto, se necesita aplicar unos correctos medios de difusión y de coordinación por parte de los interesados en el funcionamiento de estas técnicas, lo que supone actualizar gran parte de los sistemas de información actuales, realizar inversiones en modernizar los sistemas de información y formar a los encargados de la gestión de estos. Sin embargo, este tipo de inversiones resultan amortizadas en un plazo razonable de tiempo, por lo que no supone u a amenaza real a la viabilidad de estos servicios.

Desde 2012 aproximadamente, dentro de Internet se comienza a generar una serie de servicios que unen el concepto antiguo de compartir coche entre amigos con las nuevas tecnologías, surgiendo los servicios de carpooling como plataformas virtuales donde un usuario puede compartir vehículo con otros, compartiendo los costes de combustible y optimizando las rutas en las que se desplazan los vehículos. Como ejemplos relevantes podemos destacar a Blablacar (cuya interfaz se puede ver en la figura 3.1) y Uber, empresas actualmente operando en varios países del mundo.



Figura 3.1: Interfaz del servicio Blablacar, operando actualmente en España.

Para hacer de esto un sistema fiable, los conductores son valorados y verificados por la empresa, de esta manera se comprueba que no hay intento de estafa o pueda ser un usuario conflictivo. Por otro lado, a los usuarios interesados también se los puede moderar, valorar e incluso bloquear el uso del servicio, según su actitud dentro de los vehículos.

Respecto a los servicios de vehículo compartido, una de las soluciones propuestas, varios entornos están disponibles en el mercado como Carpooling, Blablacar o Uber POP, ofrecen a los usuarios una plataforma para compartir coche y reducir gastos de desplazamiento. Estos entornos son sistemas cerrados que no disponen de información de otros servicios de transporte existentes ni permiten el uso de la información que generan. En la literatura aparecen algunas referencias sobre estos sistemas para compartir vehículos [34], [35] y modelos de ayuda a la planificación [36], [37]. Existen propuestas de desarrollo de plataformas orientadas a ofrecer servicios dentro de comunidades sociales como CarPal [38], que ofrece un sistema de carpooling que comparte de manera descentralizada información de desplazamientos, permitiendo a los usuarios interactuar entre ellos sin necesidad de un servidor principal.

Sin embargo el principal problema de estos servicios, se encuentran en el detalle de que los usuarios no se conocen entre sí, y que el primer contacto será crucial para que estos usuarios puedan mantener el servicio de manera persistente. Como elemento adicional, la única empresa beneficiada es la proveedora del servicio, pues no publica sus datos de manera libre y tanto los organismos como otros servicios no pueden nutrirse de esa información.

En el uso del transporte colectivo, también existe una variante en la cual el medio de transporte se adapta a las necesidades de una zona en concreto, lo que reduce costes y agiliza el transporte, sobre todo en zonas alejadas de los núcleos urbanos.

Este tipo de transporte colectivo bajo demanda, el usuario que quiera contratar el servicio tiene que solicitarlo previamente, y en algunos casos hacer un pago previo. El viajero debe indicar la hora y dirección de recogida y destino para realizar la reserva. Este tipo de transporte ya se encuentra funcionando en varios países, y recientemente en ciudades como Madrid, Galicia, Castilla y León, entre otros.

Esta modalidad de transporte, optimiza las rutas y los horarios de los servicios de transporte según las necesidades de una zona poblada. Con esto, se trata de mejorar la oferta sobre todo en el sector rural, ahorrando costes y mejorando la demanda de medios de transporte en dichas zonas.

En el sector privado, surgen nuevos proyectos como Skybus, que se basa en las nuevas tecnologías para mejorar sus rutas, ofrecerlas a empresas y facilitar el transporte. También ofrecen soluciones a ciudades, tratando de complementar las rutas de transporte público en zonas que no están cubiertas. Uber, por su parte, ofrece su servicio de coches bajo demanda a través de su app móvil. En la figura 3.2 se puede ver el funcionamiento de la app del cliente.



Figura 3.2: App para los clientes de Uber, solicitando un vehículo para una ruta determinada y el coste final del servicio.

Estos nuevos cambios en el uso del transporte supone un gran cambio en las costumbres sociales actuales, por lo que puede generar resistencia al cambio y también puede ser objeto de rechazo por algún posible grupo reducido de afectados en el proceso de cambio a los nuevos hábitos que genera el uso de los servicios de transporte aplicando estos nuevos modos. Para evitar este tipo de malestares, se debe conformar un marco común entre las empresas, la administración pública y los usuarios, con el fin de evitar malestares o perjudicar un sector en concreto.

Como ejemplo a este tipo de inconvenientes, podemos encontrar las protestas por parte de los taxistas parisinos por los sistemas que benefician a los conductores privados, considerándolo desleal, o la presión de la federación española de transporte en autobús, el cual se muestra contrario a la existencia de servicios como Blablacar dentro del país.

Una de las maneras para conseguir esto, consiste en generar una serie de acuerdos bajo los cuales la administración pública garantiza que los servicios de transporte como taxis o autobuses puedan rentabilizar e incluso interactuar con los usuarios de coches compartidos, puesto que el objetivo es reducir el uso de coches compartidos. De esta manera, se trataría de utilizar los sistemas de coche compartido solo en los recorridos que no puedan ser cubiertos por los vehículos de transporte colectivo.

Para que esto sea posible, es necesaria una herramienta capaz de servir de nexo entre estos actores. Este es uno de los argumentos que presenta la plataforma que desarrollamos y describimos en este proyecto, como alternativa que permita realizar lo anteriormente descrito.

Estos servicios de mejora de la movilidad pueden ser considerados dentro de las estrategias de desarrollo de las ciudades inteligentes. Estos favorecen la movilidad inteligente, uno de los ámbitos o dimensiones para Rudolf Giffinger de las ciudades inteligentes, basados en la teoría de la competitividad regional, en la economía de los transportes y de las tecnologías de la información y de la comunicación, en los recursos naturales, en el capital humano y social, en la calidad de vida, y en la participación de los ciudadanos en la vida democrática de la ciudad.

### 3.2.1. Tecnologías al servicio de la mejora del transporte y la movilidad



Figura 3.3: Interfaz de la App waze para iOS.

Dentro del sector del transporte, la adopción de tecnologías relacionadas a Internet y las redes sociales ha sido escasa hasta hace un par de años. Actualmente existen algunos servicios dentro del sector, sin embargo la mayoría de estos servicios son de pago, limitados a integrarse con elementos de otros organismos (solo interacciona con vehículos de la misma empresa por ejemplo), no reciben una retroalimentación por parte de los usuarios finales, y están más enfocadas en el sector privado del transporte de mercancías. También existen servicios como Google Transit o Waze (adquirida por google, interfaz mostrada en la figura 3.3) que se encargan de aprovechar la información que los usuarios ofrecen para dotar a sus

mapas de información relevante para los mismos. Sin embargo, poseen también el defecto de no informar a las empresas de transporte con datos de uso o de incidencias.

Es por ello, que las escasas nuevas tecnologías asociadas al transporte apenas han causado un impacto en dicho sector, al no generar una correcta simbiosis entre empresas, organismos público vinculados, y los clientes de los medios de transporte. Si a esto añadimos el detalle que los usuarios finales tampoco están acostumbrados a retroalimentar con información de los medios que usan, obtenemos una nula comunicación entre las partes. Esto afecta también al hecho de que entre los mismos usuarios podrían crear soluciones al problema de transporte privado, por medio del uso del transporte compartido, o integrarse en un sistema de transporte colectivo si existe alguna alternativa que satisfice sus necesidades de movilidad.

De manera paralela a los servicios descritos anteriormente, existen importantes referencias acerca del desarrollo de sistemas para la mejora de la movilidad, muchas de las cuales estén enmarcadas a Sistemas Inteligentes de Transporte(SIT). Recientes revisiones de tecnologías asociadas a los SIT los podemos encontrar en [39] y [40]. Dentro de este tópico, para la planificación de viajes y transporte se encuentran los denominados Traveler Information Systems (TIS) que ofrece información y conocimientos sobre los medios y modos de transporte y permite elegir la ruta adecuada [41], [42], con carácter multimodal como el trip planning system propuesto por Su J-m. and Chang C-h. en[43], o el desarrollado con un multimodal transport network model por Zhan Et Al. [44]. En [45] se propone un sistema avanzado con información colaborativa del tráfico en tiempo real. Las tecnologías emergentes ubicuas y sensitivas pueden tener un impacto muy importante en el desarrollo de SIT avanzados como se describe en [46].

Un campo específico de interés donde se aplican sistemas inteligentes es el turismo, donde encontramos entre otros los trabajos de Werthner [47], [48], de Camacho Et al. sobre Intelligent Travel Planning System utilizando tecnología de agentes inteligentes [49], [50] . En [51] podemos encontrar un estado del arte sobre funcionalidades en los sistemas de planificación de viajes.

Con el uso de SIG, existen varios desarrollos basados en web cuyos objetivos coinciden con el propuesto de informar y planificar desplazamientos [10], [11], [12]. En el ámbito de los SIT con uso o no de información georeferenciada, existen varias propuestas en las que se utilizan para disponer de información y realizar análisis, modelar y tomar decisiones a nivel de planificación estratégica [13], [14], [15].

En el sector de la planificación, gestión y optimización, se emplean agentes inteligentes y algoritmos para solventar problemas. Los problemas de planificar el mejor itinerario o ruta origen destino se puede modelar como el shortest path problem. Un survey sobre heurísticas para resolver este problema se puede encontrar en [52]. En [53] se describen una serie de algoritmos para planificar itinerarios del transporte público cuando las redes de transporte son intermodales orientada a los viajeros. Este mismo modelo con carácter multimodal Bielli Et al. se aplica en un sistema de viaje utilizando un entorno GIS [54].

Otro de los enfoques emergentes con el desarrollo de Internet, son los sistemas de recomendación. Un libro de referencia sobre estas tecnologías es el de Ricc et Al . [55]. De este mismo autor en [56] se describen de forma manera divulgativa estas tecnologías aplicadas a la planificación de viajes y en[57] con el uso de dispositivos móviles. En [58]

se propone un sistema de recomendación para genera itinerarios turísticos. En el caso que plantea este proyecto, es un incipiente sistema de recomendaciones, que utiliza la información proporcionada por los operadores de transporte y la información compartida por los usuarios.

Todas estas referencias están orientadas a resolver los problemas y necesidades de planificación de alguno en particular de los stakeholder, usuario final, operador de transporte y administración responsable.No existen referencias sobre sistemas de movilidad y transporte urbanos que estén orientados con una visión integrada y global, al tratamiento de información y servicios para los tres tipos de actores y contemple transporte público y privado como el que se propondrá en el capítulo 5.





## Capítulo 4

# Vidali, Plataforma geosocial

### 4.1. Características principales

Como aporte dentro de las redes geosociales, se propone el desarrollo de una plataforma geosocial innovadora, modular y escalable, que permita entre otras cosas, ampliar sus funcionalidad, implementar nuevas características, etc.

Vidali es una plataforma de servicios soportada en una red geosocial de código abierto (licencia AGPLv3). La georreferenciación da capacidad para publicar y compartir conocimientos de los usuarios con su ubicación geográfica y recibir información del entorno. Las herramientas de comunicación social integradas, permiten interactuar con otros usuarios afines y cercanos, y disponer de una serie de funcionalidades como crear un perfil de usuario, crear y unirse a grupos, administrar un grupo, agregar como contactos a otros usuarios, chatear, subir archivos, actualizar estados y eventos y posicionarlos en una interfaz georreferenciada.

En este proyecto, se aplican las metodologías Orientada a objetos. Para la recogida de información inicial, se han investigado las redes sociales existentes, donde encontramos debilidades en el sector de las redes geosociales y de los servicios de transporte compartido. Se han utilizado herramientas de diseño y análisis de software tales como, Umbrello, Dia y Cacao (herramienta web colaborativa). En la figura 4.1 se puede observar el resultado final de estas funcionalidades en la plataforma.

Cada usuario podrá agregar hasta 150 contactos, cantidad de individuos que un ser humano puede procesar dentro de sus capacidades sociales (Dunbar. 1993. Behavioral and brain sciences.). La información es mostrada de manera intuitiva y útil a partir de la interfaz cartográfica. El usuario puede elegir la información a visualizar con el uso de mapas abiertos y extensibles. Además la información que el usuario recibe sobre su zona puede provenir de fuentes de Open Data, públicas o privadas.

Los principales actores de esta plataforma geosocial de servicios son: los usuarios finales, las empresas y organizaciones de cualquier tipo, y desarrolladores de aplicaciones. Cada uno de ellos comparte e intercambia información con el fin de cubrir una serie de necesidades. Los usuarios, solicitan y comparten cada vez más información de su entorno, de actividades o de una ubicación concreta. Por su parte las empresas y organizaciones

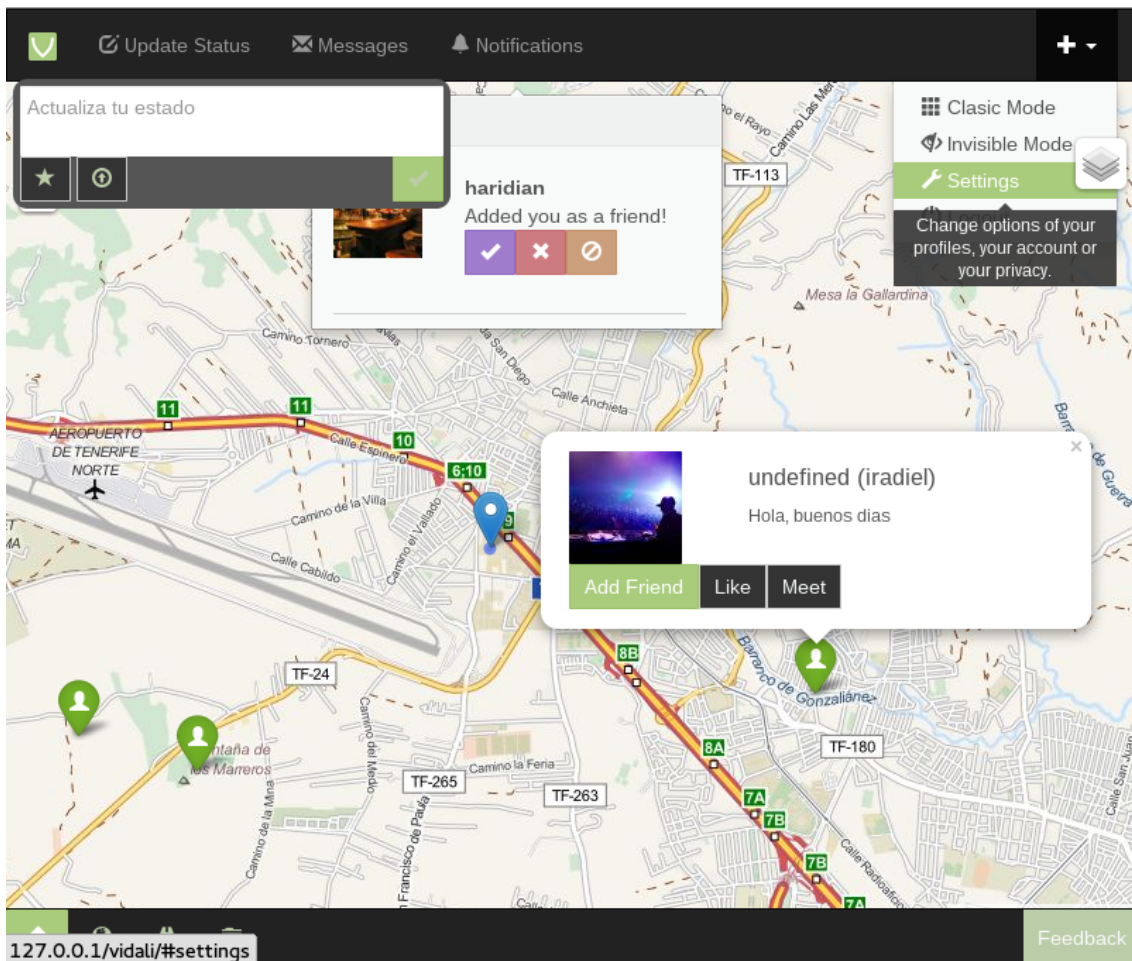


Figura 4.1: Estado actual de la plataforma geosocial Vidali

necesitan conocer las demandas y valoraciones de los usuarios en relación a sus actividades o servicios. Los desarrolladores, necesitan tener una serie de recursos disponibles para desarrollar nuevas aplicaciones. Los beneficios que reciben estos actores están basados principalmente en la retroalimentación, ya que aportan conocimientos a los otros actores, las empresas, organizaciones y desarrolladores se ajustan a la demanda de los usuarios y mejoran la experiencia de usuario. Además, los desarrolladores pueden crear aplicaciones para las empresas y organizaciones, los cuales generan una cartera de servicios sobre la plataforma y que son de utilidad para el usuario. Los usuarios finales tendrán un entorno virtual donde puede valorar e interactuar con los servicios ofertados por las empresas y organizaciones, con el objetivo de recibir servicios que se ajustan a sus necesidades. Por su parte los desarrolladores también reciben información sobre cómo mejorar sus servicios y pueden mejorarlos o crear otros a partir de la demanda de los usuarios finales.

Las características tecnológicas del diseño y desarrollo de la plataforma logran lo si-

guiente:

- Potenciar la interacción entre personas con gustos o características afines (por medio de grupos y mensajes). Esta aplicación representa de manera intuitiva los grupos y usuarios cercanos, siempre que forme parte de sus intereses. Esto se obtiene usando la información básica que comparte el usuario en la red, con la cual generamos una selección de grupos iniciales donde el usuario podrá agregar nuevos contactos, y comunicarse con estos utilizando la herramienta de envío de mensajes. Posteriormente, el usuario podrá buscar y unirse a más grupos. El propósito de esto es permitir a los miembros de cada grupo publicar información de interés para sus miembros
- Aprovechar la actividad y los eventos del entorno. Se obtiene la ubicación del usuario y de todos los elementos cercanos a él y se representan en el mapa, lo que facilita la orientación y la búsqueda de actividades y el transcurso que tendrá un evento determinado. El usuario, podrá también ser informado de cualquier actividad relevante, por una alerta o invitación. Para que esto sea posible, el usuario debe dar su consentimiento.
- Informar en tiempo real de servicios activos. La localización del usuario permite elegir una fuente de open data que suministre información complementaria sobre su entorno. Esto facilita información básica acerca de un lugar,
- Ofrecer retroalimentación a los usuarios utilizando la información generada en la plataforma. Con la finalidad de que todos los posibles actores de esta plataforma puedan tener datos sobre sus actividades en Vidali, se ofrecería un panel de gestión donde los interesados pueden saber la valoración de su actividad y solventar posibles conflictos con otros actores.
- Ampliar la plataforma con servicios adicionales. Al ser software libre, la comunidad de desarrolladores, las empresas y las organizaciones, pueden crear servicios o aplicaciones dentro de Vidali aprovechando sus recursos. La plataforma puede ser instalada en cualquier servidor, ser adaptada medida en cada servidor. Los usuarios deberán instalar el servicio en su cliente para poder acceder a estas características.

En el siguiente apartado, se detallan las especificaciones necesarias para el desarrollo de la plataforma.

## 4.2. Especificaciones

En este apartado, se detallan una serie de requisitos y restricciones previos para Vidali, con el fin de realizar una descripción de elementos a tener en cuenta en sistema que se va a desarrollar. También se hace un análisis de los actores que intervienen, y se describe un diagrama de casos de uso en el escenario de la plataforma.

### 4.2.1. Requisitos

- Servidor web: Se necesita un servidor principal, el cual permitirá gestionar las conexiones de los clientes de escritorio y móviles con otros servidores.
- API de funcionamiento: Implementar una API (Application Programming Interface) que permita la conexión entre el cliente y el servidor, usando el modelo API REST (Representational State Transfer), las cuales realizan las llamadas al servidor web.
- Cliente web: Desarrollo de la App en HTML5/JS que nos permita conectarnos al servidor. Este cliente es la base para implementar las aplicaciones móviles.
- Cliente móvil: Desarrollo de una aplicación móvil con las mismas características del cliente web.
- Panel de administración del Sistema: Implementación de un panel de administración para los servidores web, desde el cual un administrador pueda realizar sus tareas de manera sencilla.
- Mapa y capas de ubicación: Desarrollo de la interfaz visual de mapas usando OpenStreetMap y Leaflet, para definir y mostrar los datos georeferenciados.

### 4.2.2. Restricciones

- El acceso al contenido de Vidali solo puede ser realizado por usuarios registrados.
- Se debe respetar la licencia APGLv3, además de facilitar una documentación para la comunidad de software libre.
- Los datos que un usuario almacene en los servidores, deben respetar la Ley Orgánica de Protección de Datos, vigente en la legislación española.
- El usuario debe consentir la recopilación de información sobre su ubicación y la información obtenida, para que sea posteriormente analizada.

### 4.2.3. Actores

- Visitante: Este actor representa a un visitante (Usuario no registrado en Vidali). Este usuario solo puede registrarse en el portal para poder acceder a los contenidos.
- Usuario Autenticado: Este actor representa a un usuario de Vidali, una persona registrada en la plataforma, que puede interactuar (hablar, enviar mensajes o bloquear) con otros usuarios, publicar contenido, unirse y charlar en grupos y mirar otros perfiles
- Empresa: Representa a una empresa que puede publicitar eventos dentro de la red, solicitar información estadística anónima y genera comunidades de marca dentro de Vidali.

- Organismo: Institución pública que ofrece una serie de datos abiertos en la red, de tal manera que ofrece información útil a los usuarios por medio de metadatos semánticos.
- Administrador: Es el encargado de vigilar el contenido de la red, moderar y suprimir contenido ilegal, expulsar o bloquear usuarios, cambiar la configuración de la red, repartir invitaciones, enviar correos, entre otras cosas.

#### 4.2.4. Casos de uso

En ese apartado se pasa a detallar el escenario de casos de uso, en este caso concreto los relacionados al usuario. La figura 4.2 permite visualizar el diagrama de casos de uso:

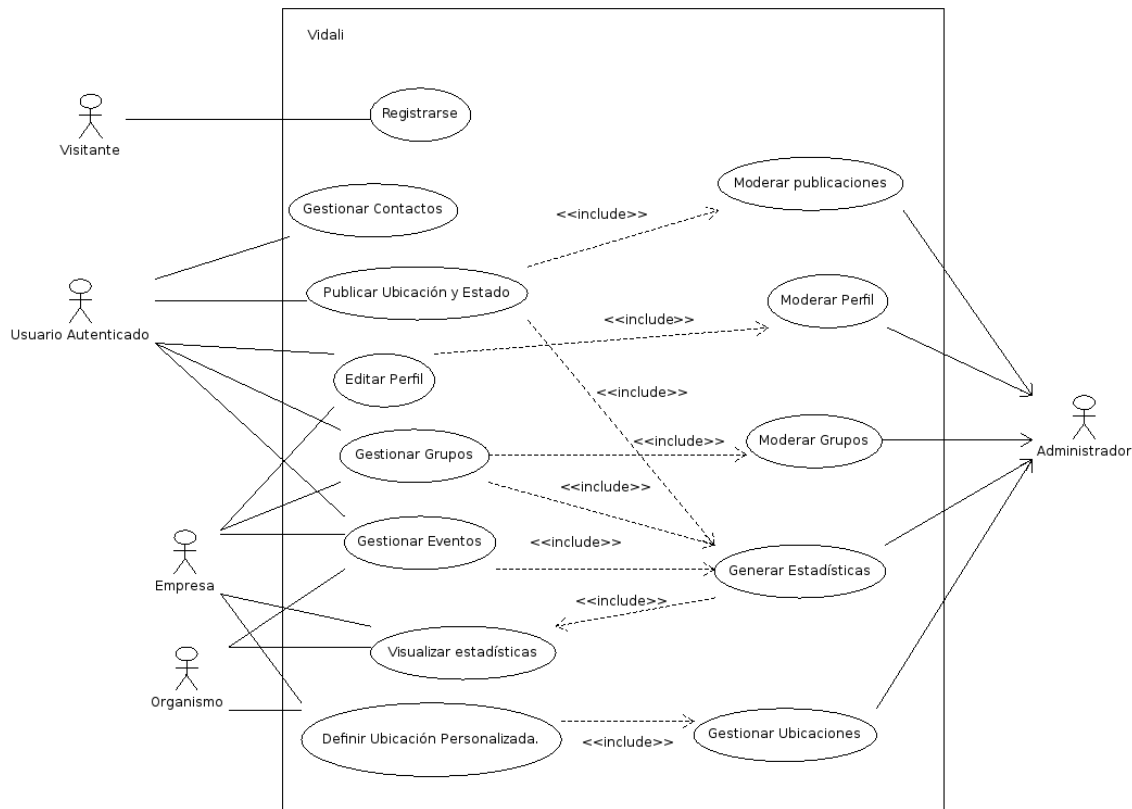


Figura 4.2: Diagrama de casos de uso de Vidali.

#### Casos de uso relacionados a las acciones de usuario autenticado

- Gestionar contactos: Permite al usuario gestionar los contactos que tiene, ya sea agregando nuevos o eliminando los existentes.
- Publicar ubicación y estado: El usuario podrá publicar un mensaje desde la ubicación en la que se encuentre.

- **Editar perfil:** Este caso de uso permite al usuario modificar la información almacenada en su cuenta.
- **Gestionar grupos:** Permite realizar la gestión de grupos en los que el usuario esté agregado.
- **Gestionar eventos:** Permite realizar la gestión de eventos creados por el usuario o en los que esté vinculado.

#### **Casos de uso relacionados a las acciones de los organismos y empresas**

- **Gestionar eventos:** Permite realizar la gestión de eventos creados por la empresa y organismo.
- **Visualizar Estadísticas:** Las empresas y los organismos, podrán solicitar información estadística anónima para analizar el impacto de su actividad en la plataforma.
- **Definir ubicación personalizada:** Permite que estos actores puedan solicitar al administrador una ubicación concreta (por ejemplo, la ubicación de su empresa) y que esta sea almacenada.

#### **Casos de uso relacionados a las acciones del Administrador**

- **Moderar publicaciones:** El administrador, debe controlar el contenido en la plataforma. En este caso de uso se contempla el control de publicaciones que puedan ser abusivas o ilegales.
- **Moderar grupos:** De manera similar al anterior caso de uso descrito, en este punto se contemplaría el control de los grupos creados, en caso de que puedan ser perjudiciales dentro de la red.
- **Generar estadísticas:** El administrador puede crear una serie de estadísticas personalizadas para empresas y organizaciones o para conocer mejor el funcionamiento de la plataforma.
- **Gestionar ubicaciones:** Permite al administrador gestionar las solicitudes de ubicaciones personalizadas hechas por las empresas y organizaciones.

### **4.3. Arquitectura**

La arquitectura de Vidali planteada a continuación, especifica aspectos relevantes a su diseño e implementación. La plataforma, dada sus características de escalabilidad y modularidad permite implementar aplicaciones o servicios completamente integrados. Estos aplicativos pueden utilizar los recursos y funcionalidades diseñadas para obtener y gestionar datos, la interfaz, los perfiles de usuarios y grupos, el sistema de eventos, etc, a través de la API REST. Para realizar estas aplicaciones, se debe seguir el MVC dentro del servidor, además de implementar el visor en el cliente. En el servidor, los modelos, serán los

encargados de obtener los datos desde la BBDD. Desde los controladores, se debe procesar estos datos, además de realizar las correspondientes llamadas al resto de servicios de la plataforma (si es necesario) y pasarlos por JSON a la vista, la cual cargará los datos y sus controladores se encargarán de mostrarlo al usuario.

Como se puede observar en la figura 4.3, la estructura principal del proyecto está compuesta de lo siguiente:

- Panel de administración: Todas las actividades de administración para la red, así como de gestión para elementos de terceros.
- Elementos y actividades de usuario: Define la jerarquía de elementos disponibles para cada uno de los usuarios de la plataforma.
- Elementos de grupos: Define la jerarquía de elementos dentro de los grupos.
- Archivos: Define el nivel de actividades para el procesamiento de archivos en la plataforma.
- Elementos de sistema: Define la jerarquía de acciones del sistema, la cual se encarga del control de la interfaz de usuario, la seguridad del sistema y la capa de servicios que pueden ser implementadas en Vidali. Como ejemplo se detalla el servicio de rutas y los elementos que la componen.

#### 4.3.1. Cliente-servidor

Esta aplicación se diseña siguiendo una arquitectura tipo cliente-servidor, un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores del servicio, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Nuestra plataforma posee una aplicación cliente que realiza peticiones a otro programa, el servidor, quien responde con la información que se pide. Además, tanto el cliente como el servidor se comunican con servidores externos para obtener información (OpenStreetMap y los servidores Open Data, por ejemplo).

Debido a la capacidad de proceso repartida en esta arquitectura, existe la ventaja de distribuir el contenido entre el cliente y el servidor, de manera que cada una de las partes se encarga de realizar un trabajo lógico y modular.

Como se puede ver en la figura 4.4, en esta arquitectura se distinguen tres componentes principales:

- Servicios externos (Geoposicionamiento, Openstreetmap, Proveedores Open Data)
- Dispositivo servidor (Aplicación de servidor)
- Dispositivo cliente (webapp/Appmóvil)

El modo de operación común consiste en que los usuarios desde su cliente envían la solicitud de datos al servidor por medio de la REST API, la información de la posición y las imágenes del mapa a OpenStreetMap y se solicita información sobre los elementos

cercanos a la posición a los proveedores de datos abiertos. Una vez recibe la respuesta de todos, el contenido es visualizado. El servidor, por su parte, carga los datos del usuario, los itinerarios que el usuario ha creado y tiene almacenado, y/o guarda las posibles modificaciones que el usuario realice.

### 4.3.2. Base de Datos

En el proceso de diseño de la base de datos, procedemos a ampliar el modelo relacional existente de la red, agregando las tablas necesarias para el nuevo servicio de rutas, de modo que este se complemente de los servicios principales de la red y del servicio de grupos. A continuación, se muestra el modelo entidad relación de la BBDD en la figura 4.5:

## 4.4. Diseño MVC

Dentro del diseño software basado en patrones, *Vidali* es implementado para que sea mantenible y ampliado. La implementación del lado cliente y del lado servidor es un *Model-View-Controller*(MVC). Este patrón de arquitectura de software divide las acciones entre el usuario y la aplicación en tres roles principales: Modelo (que sigue la lógica de negocio), Vista (Interfaz de usuario) y el controlador (mecanismo de conexión entre los dos roles anteriores). Con esto se pretende facilitar la modularidad del proyecto y facilitar su crecimiento, siguiendo los principios de reutilización y flexibilidad, además de permitir un mejor control en las pruebas de cada parte y su mantenimiento.

Las funciones que desempeñan cada rol son las que se describen a continuación:

- **Modelo:** Representa la información con la que trabaja el sistema. Este responde a las peticiones de información desde la vista y a las instrucciones de cambios desde el controlador. La información solicitada o modificada se representa posteriormente en la vista.
- **Vista:** Esta parte se encarga de presentar la información obtenida por el modelo de manera sencilla y correcta para el usuario, de manera que este pueda interactuar con la información por medio de una interfaz.
- **Controlador:** Parte encargada de recibir y responder ante los eventos realizados por el usuario desde la vista. Se ocupa principalmente de la gestión y el tratamiento de datos y opera conjuntamente con la vista y el modelo.

En la aplicación cliente, el uso de *RequireJS* y *Backbone* permite heredar de estas librerías la estructura MVC, de tal manera que extendemos de estas clases los controladores, las vistas y los modelos. Debido a que esta aplicación conecta con el servidor por medio de una API REST propia, los modelos deben contener la URI (FORMATO IDENTIFICADOR) a la que debe realizar la consulta para obtener sus datos. El controlador que se utiliza es el enrutador de *Backbone* (*Backbone.Router*), del que extendemos para cargar y controlar las ventanas de navegación de la aplicación. Las vistas se extienden de *Backbone.View*, generando el esquema de vistas y subvistas para el sistema. Los modelos se extienden de



Backbone.Model, y en algunos casos se almacena un listado de modelos extendiendo de Backbone.Collection, que almacena conjuntos de modelos y trabajar con ellos. El resultado de esta implementación, se puede ver en la figura 4.6.

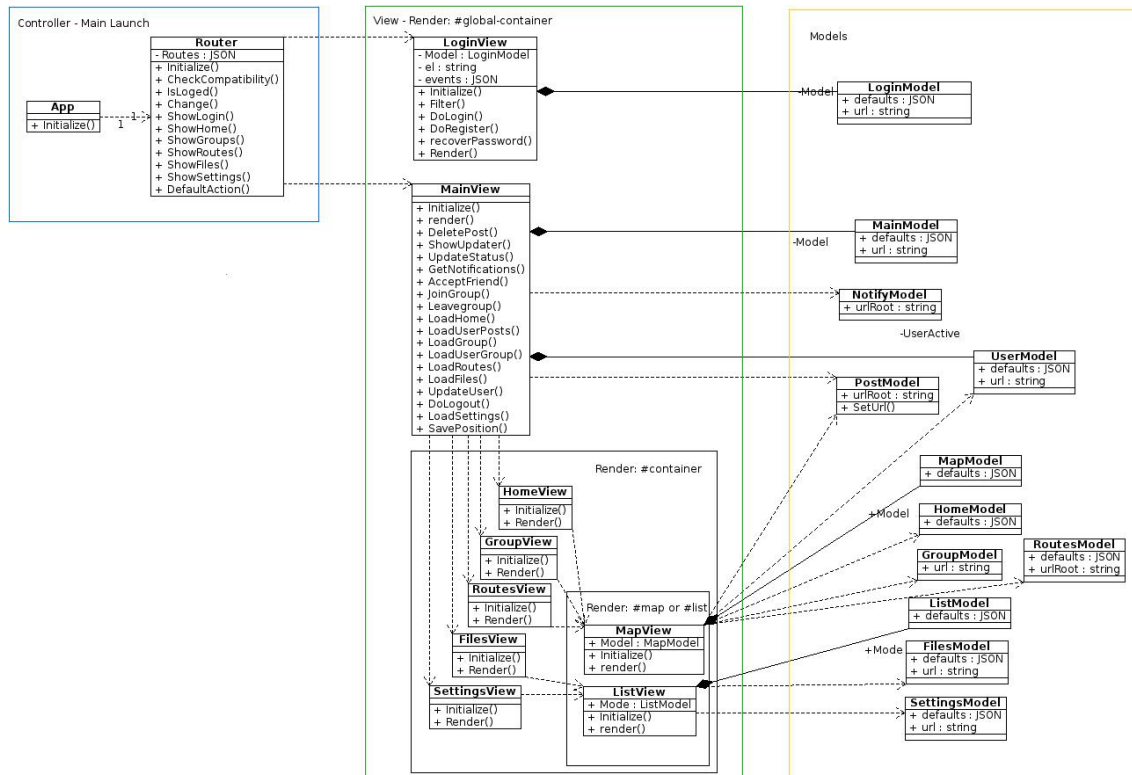


Figura 4.6: Diagrama de clases de la aplicación cliente.

En la aplicación servidor, el sistema de la API REST por medio del framework Slim, capturan las URI's que envía el cliente, y si son correctas se carga los elementos del servidor correspondientes, comprobando previamente la seguridad del sistema. Posteriormente, se devuelve al cliente los resultados. Para esta aplicación, la vista es implementada por medio de Slim, la cual devuelve toda la información en JSON para que el cliente pueda analizar los datos. En el caso de los controladores, se implementan de cero, ajustándose a las necesidades del cliente para el procesamiento de las peticiones que se hacen por medio de la API. Los modelos son también implementados de cero para conectar a la base de datos y permitir las operaciones básicas de inserción, modificación y eliminación en las tablas. En la figura 4.7 se puede ver el resultado de esta implementación:



## 4.5. API: Interfaz de programación de aplicaciones

Dentro de la arquitectura de software que se está empleando, distinguimos la interfaz de conexión entre cliente y servidor como una API REST, una serie de operaciones bien definidas que se comunican por medio de de operaciones HTTP (POST, GET, PUT, DELETE) y una sintaxis concreta en la URI para determinar e identificar los recursos.

En el campo de la API REST de funciones, debemos diferenciar 2 tipos de llamadas:

- Llamadas de la API general de la red: Dicho sistema conecta con las funciones sociales de la red, así como a los servicios básicos como los grupos o eventos.
- Llamadas de la API para el sistema de rutas: Estas llamadas permiten acceder a los datos del servicio de rutas y transporte. En el caso de la segunda API, deberá conectar con el sistema de seguridad de la primera, comprobando que el usuario existe y su sesión se encuentra iniciada. Además, deberá utilizar la información del perfil del usuario y sus relaciones creadas por medio de los grupos.

Para lograr que este sistema sea seguro, se debe tener en cuenta además una serie de reglas de seguridad para comprobar la integridad de las comunicaciones. En nuestro caso, se ha escogido un sistema asimétrico de claves para cifrar los datos en el momento de conectar con el servidor.

### 4.5.1. API general

Dentro del servicio de API de nuestro servidor, distinguimos una serie de llamadas necesarias para poder trabajar de manera correcta, pues los datos esenciales del usuario deberán ser recogidos por este conjunto de llamadas, y son un paso previo obligatorio para poder acceder a las llamadas del servicio de rutas:

- Login
- Token
- User
- Friends
- Notifications
- Groups

## 4.6. Desarrollo

La arquitectura cliente-servidor y el uso de la REST-API, permite generar una cartera de servicios variados e incrementar las opciones de crear aplicaciones que se sirvan de esta tecnología. En esta sección, se describen las herramientas, frameworks y complementos empleadas que facilitan la implementación.

En esta plataforma, las tecnologías de desarrollo y lenguajes empleados son las siguientes:

- Lenguajes: Javascript y PHP, además de BASH para crear rutinas que permitan compilar la documentación. Como Lenguaje de etiquetas se utiliza HTML5 dada su versatilidad y dentro del diseño del cliente el CSS3 generado por medio de LESS.
- Slim Framework: Framework para PHP para crear la API REST.
- Mysql: Motor de Base de datos Open Source.
- Underscore: Librería Javascript con utilidades. Necesaria para usar BackboneJS
- BackboneJS: Librería Javascript para integrar MVC en la aplicación cliente.
- RequireJS: Librería Javascript que aumenta la modularidad el proyecto.
- JQuery: Librería Javascript que provee utilidades y animaciones.
- Bootstrap: Framework para interfaces web, para mejorar el diseño y facilita el desarrollo.
- Leaflet: Framework en Javascript para integrar mapas dentro de nuestra plataforma.
- OpenStreetMap: Proyecto colaborativo que permite crear mapas libres y modificables. Estos mapas son utilizados y mejorados por la propia comunidad.

Con el uso de estas herramientas, se desarrolla una plataforma adaptable a cualquier dispositivo y ampliable a cualquier necesidad, tanto para usuarios finales como para empresas y administraciones públicas. Además, se pretende facilitar la modularidad del proyecto y facilitar su crecimiento, siguiendo los principios de reutilización y flexibilidad, además de permitir un mejor control en las pruebas de cada parte y su mantenimiento.

En el caso de la aplicación cliente, debido al uso de RequireJS y Backbone, heredamos de estas librerías la estructura, de tal manera que extendemos de estas clases los controladores, las vistas y los modelos. Debido a que esta aplicación conecta con el servidor por medio de API REST, los modelos deben contener la URI a la que debe realizar la consulta para obtener sus datos. En este caso, el controlador que se utiliza es el enrutador de Backbone (Backbone.Router), del que extendemos para cargar y controlar las ventanas de navegación de la aplicación. Las vistas se extienden de Backbone.View, generando el esquema de vistas y subvistas para el sistema. Los modelos se extienden de Backbone.Model, y en algunos casos concretos se almacena un listado de modelos extendiendo de Backbone.Collection, que nos permite almacenar conjuntos de modelos y trabajar con ellos.

En el caso de la aplicación del servidor, implementamos el sistema de la API REST por medio del framework Slim, capturando las URI's que nos envía el cliente, y si son correctas procedemos a cargar los elementos del servidor correspondientes, comprobando previamente la seguridad del sistema. Una vez se compruebe que todo está correcto, pasamos a devolver al cliente los resultados en formato JSON. Para esta aplicación, la vista es implementada por medio de Slim, la cual devuelve toda la información en JSON para

que el cliente pueda analizar los datos. En el caso de los controladores, se implementan de cero, ajustándose a las necesidades del cliente para el procesamiento de las peticiones que se hacen por medio de la API. Los modelos son también implementados de cero para conectar a la base de datos y permitir las operaciones básicas de inserción, modificación y eliminación en las tablas.

En el siguiente capítulo, se describe la implementación de uno de estos servicios, el cual permite gestionar y encontrar rutas de transporte y coche compartido.

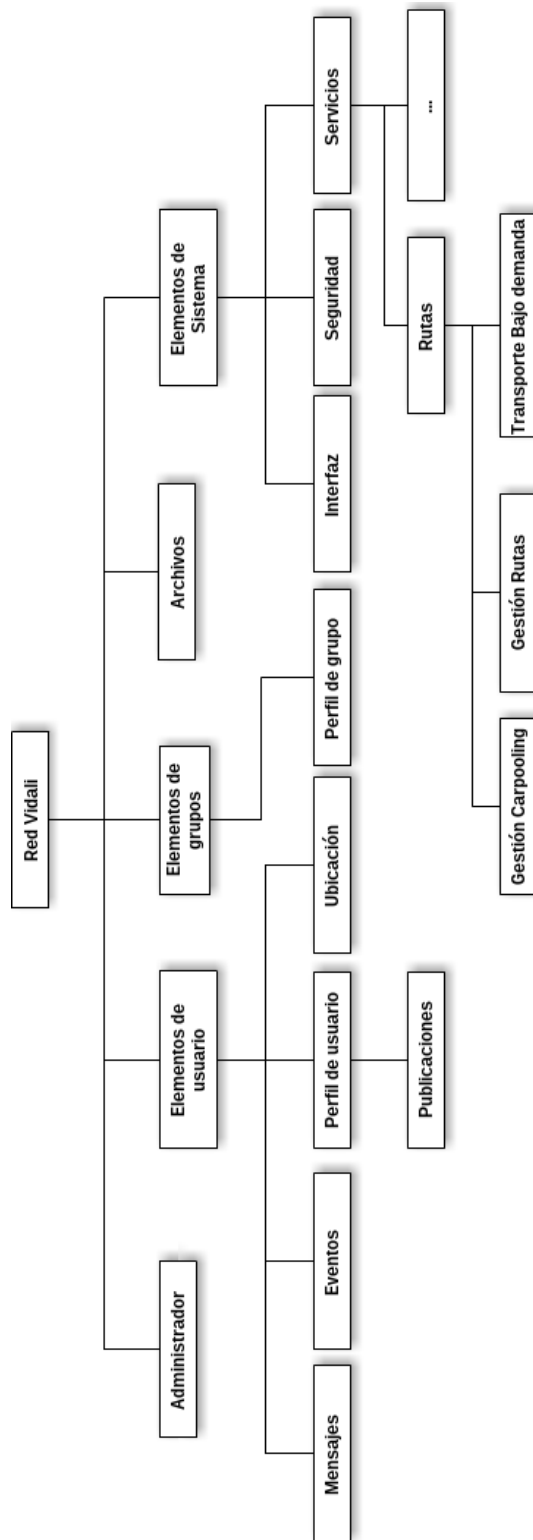


Figura 4.3: Estructura principal del proyecto.







## Capítulo 5

# Sistema de gestión de coche compartido

Uno de los objetivos de Vidali es desarrollar servicios que solventen necesidades y problemas reales de entornos locales. De especial interés son las necesidades de los distintos ámbitos de actuación de las Smart cities, economía, personas, gobernanza, movilidad, medioambiente definidos entre otros documentos en [59]. En esta sección presentamos el servicio de rutas y transporte compartido. La figura 5.1 muestra su estado final.

### 5.1. Diseño e implementación del servicio

#### 5.1.1. Punto de partida

Con el fin de crear una solución para el coche compartido, este nuevo servicio aprovecha las herramientas provistas en el diseño de Vidali como las API o su diseño basado en MVC que permite extender la nueva funcionalidad sin modificar las partes existentes de la plataforma. Dentro de los elementos de Vidali que se encuentran en funcionamiento y son de utilidad para el nuevo servicio, se encuentran las sesiones de usuario, las funciones de grupos, las acciones sociales de compartir estado, los ajustes de la red y la capa del mapa.

Para el desarrollo del servicio de rutas y transporte compartido tomamos como punto de partida la versión actualizada de la red (rama “testing”), en la cual tenemos la capa básica del servicio de red social funcionando. A partir del estado de la plataforma mostrado en la figura 5.2, se inicia el desarrollo de este servicio.

Como se describe anteriormente en el capítulo 3, la plataforma permite ampliar sus características creando sus respectivas modelos, vistas y controladores tanto en el servidor como el cliente. También hace necesario la creación de tablas en la base de datos, las cuales se vinculan al resto de elementos como los usuarios, grupos, notificaciones, etc.

De esta manera, los modelos creados para el servicio desde el lado cliente se encargan de realizar las consultas a la API hacia el servidor, accediendo a los métodos de este para extraer la información de la base de datos.

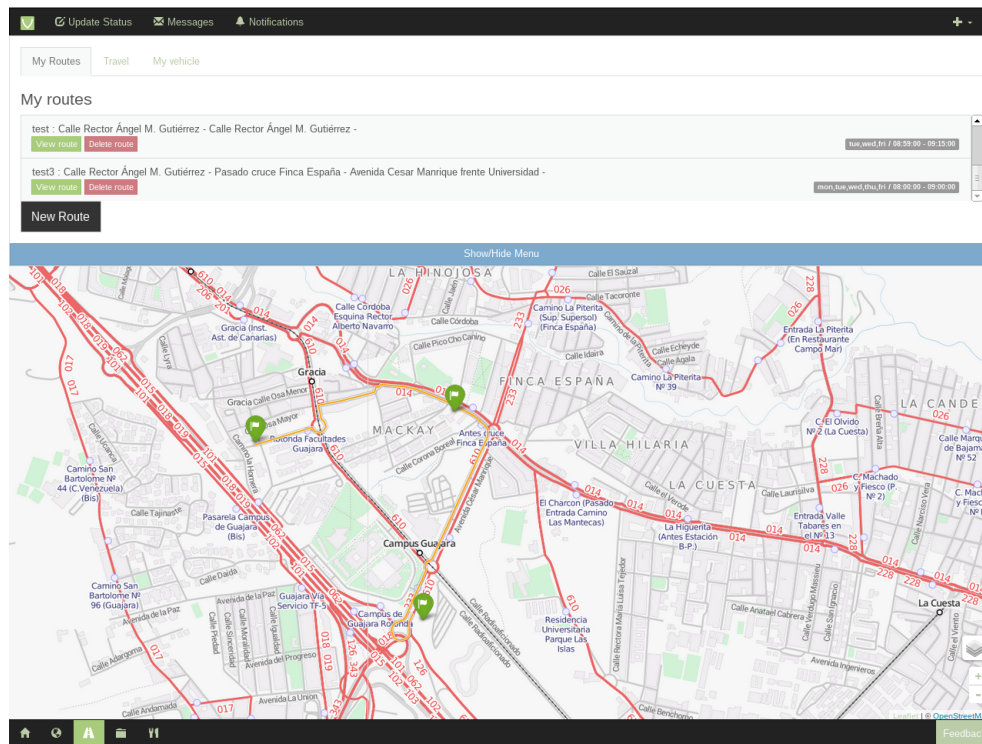


Figura 5.1: Interfaz del servicio de rutas de Vidali.

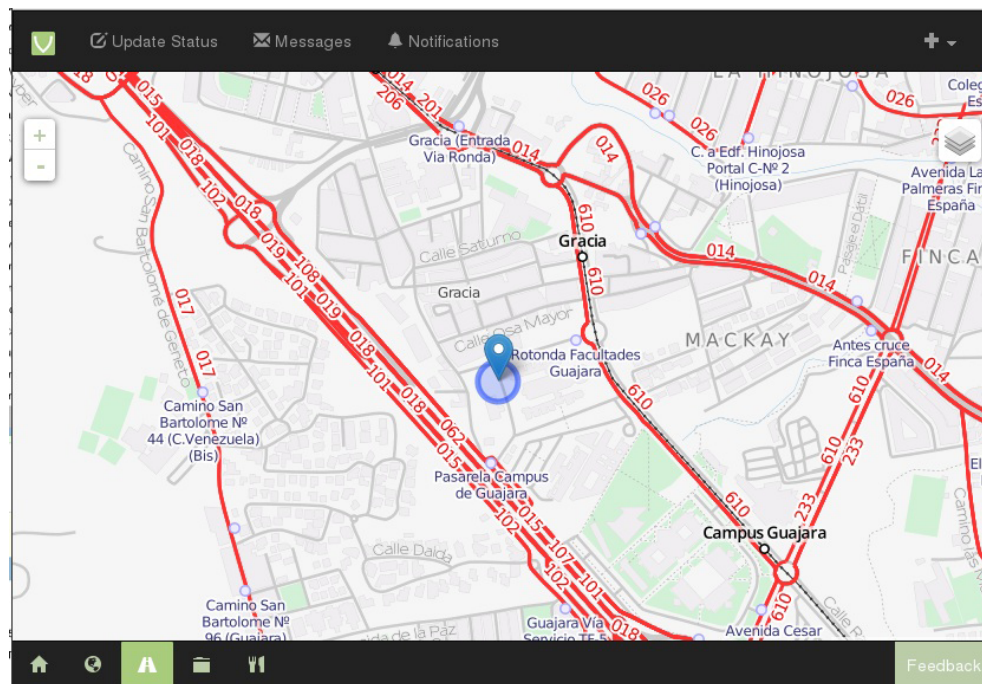


Figura 5.2: Punto de partida para el desarrollo del servicio de rutas.



der a las acciones que llegan por medio de la API, realizando las rutinas correspondientes para el tratamiento de los datos y enviando las solicitudes a los modelos. Finalmente, la vista es la encargada de procesar la información a enviar al cliente en formato JSON. La figura 5.4 detalla el diagrama de clases para este servicio.

#### 5.1.4. Cliente

El cliente se compone de una template para cada acción, un controlador general y los modelos agregados a la plataforma. Los modelos definen las API URI a las que se va a realizar las consultas o enviar la información, los controladores se encargan de gestionar cada una de las acciones del usuario, además de renderizar la template correspondiente y cargar la información en los modelos para comunicarse con el servidor.

#### 5.1.5. API del servicio

Dentro del API del servicio de rutas, debemos distinguir las llamadas a los distintos servicios que se realizan:

- Rutas
- Coches
- Pooling
- Transportes

## 5.2. Características

Este sistema de ayuda y gestión de la movilidad es un servicio que aporta una capa social y de inteligencia colectiva, con la finalidad de mejorar la movilidad.

Este servicio está centrado en:

- Compartir información sobre los medios de transporte y los recorridos que realizan los usuarios de manera habitual.
- Conocer las demandas de transporte y las ofertas cerca de cada usuario.
- Facilitar la gestión óptima de desplazamientos en vehículo compartido sea privado o público.

Este servicio integra datos de múltiples fuentes, aplican distintos procesos y ofrece soluciones que se pueden visualizar de forma adecuada en la interfaz cartográfica.

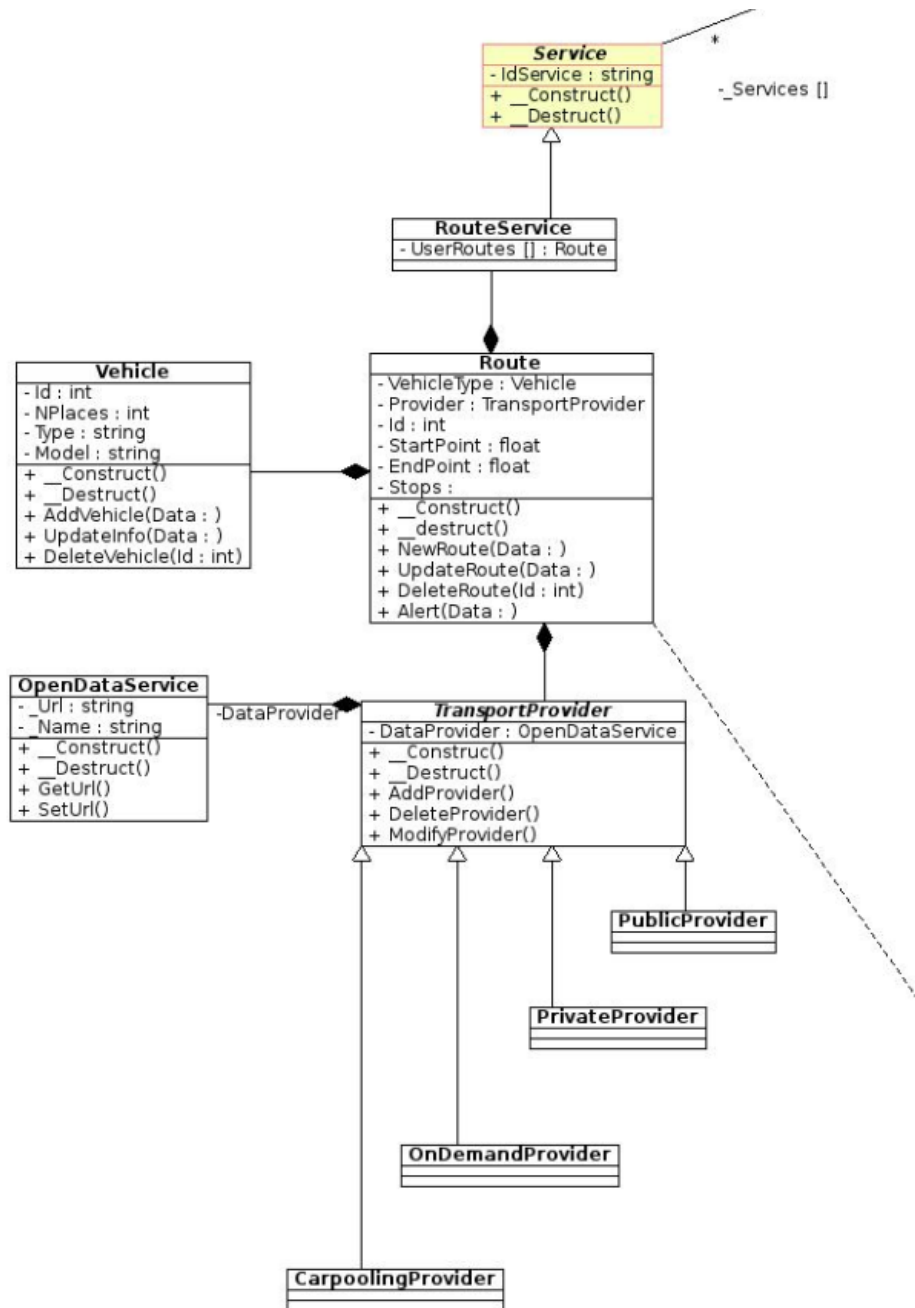


Figura 5.4: Diagrama de clases del servicio en el lado servidor.

### 5.3. Actores

En este servicio desarrollado en Vidali intervienen tres actores: los usuarios del transporte, administradores y /o gestores públicos responsables del transporte y operadores

y/o proveedores de servicios de transporte.

La necesidad principal de los usuarios del transporte es encontrar información adecuada sobre los medios de transporte y ayuda para encontrar el modo y el medio adecuado para desplazarse. Los operadores del transporte buscan atraer usuarios a sus servicios y prestar los servicios en las mejores condiciones. Los gestores de la administración pública responsables de la planificación necesitan conocimiento sobre la movilidad de los usuarios y los usos de las infraestructuras y medios de transporte.

Los actores obtienen beneficios de intercambiar y compartir información. A los usuarios seleccionar el mejor medio y modo de transporte entre todos los disponible (público, privado, propio, colectivo, compartido, bajo demanda, etc.) para desplazarse entre dos puntos. Los operadores o proveedores (empresas públicas o privadas, particular, alquiler, etc.) obtienen información detallada sobre los usuarios, sus demandas, incluso en tiempo real, ofrecer los servicios personalizados y bajo demanda, y diseñar los servicios adecuadas a la demanda, complementar la oferta actual, ofrecer nuevos servicios. Las administraciones públicas logran conocimientos para analizar y evaluar los servicios de transporte e impulsar medidas de mejora de la movilidad.

## 5.4. Funcionalidades

El sistema de movilidad inteligente tiene tres funcionalidades importantes:

- Información del transporte. Los usuarios comparten sus ubicaciones y desplazamientos cotidianos, establecen demandas concretas con su parámetros (origen y destino, horarios, duración, coste, preferencias, etc), visualizan la información sobre los medios y modos de transporte en general o respuestas concretas de disponibilidad (medios, costes, recorrido, paradas, duración, etc) y valoran los servicios. Los proveedores de servicios públicos o privados conocen a los usuarios que utilizan el transporte y sus necesidades, pueden ofertar y adaptar los servicios de forma regular, puntual o bajo demanda los usuarios que usan su servicio. Los gestores de la administración obtienen información sobre movilidad general de una zona, de los usuarios de infraestructuras y medios. Proveedores y gestores comparten datos de utilidad a través de recursos Open Data para los usuarios como líneas, paradas, ubicaciones de transporte en tiempo real, etc.

Todos los actores pueden visualizar en esta funcionalidad la valoración que reciben, evaluar resultados, recibir incidencias y responderlas para transmitir confianza sobre el medio de transporte, la integridad de los datos recibidos por parte de los gestores, y la seriedad de los usuarios al utilizar un servicio ofertado por un operador. Una retroalimentación interesante para valorar los usuarios y por ejemplo, evitar usuarios conflictivos; evaluar itinerarios, zonas proveedores y servicios deficientes/negativos.

- Transporte compartido: Esta funcionalidad incorpora operaciones de interacción entre actores para la gestión de vehículos compartidos, sea este un servicio público o privado (taxi, vehículo particular u otro medio bajo demanda). Los usuarios pueden elegir uno de estos servicios, disponibles en la funcionalidad anterior, para realizar su

desplazamiento. Los proveedores de transporte, ofrecen sus servicios a los usuarios, gestionando sus precios, disponibilidad y reservas. Para esta funcionalidad diseñamos e implementamos un sistema de recomendación inteligente que facilita al usuario una selección adecuada de servicios. Este sistema está basado en un agente inteligente que emplea dos procedimientos de búsqueda. Una variación de la heurística A\* para resolver el problema de caminos mínimos entre origen y destino y otra una metaheurística constructiva GRASP para resolver el Travelling Salesman Problem TSP y encontrar la mejor ruta que pase por un conjunto de nodos. En ambos casos el problema planteado es multicriterio y permite la combinación de varios modos de transporte. Este agente inteligente obtiene las mejores opciones para el desplazamiento del usuario y también permite lo mismo para el proveedor del servicio. Tomando en cuenta las valoraciones de los usuarios y de los proveedores, el sistema de recomendación utiliza la siguiente estrategia:

- Si el usuario ha recibido muchas valoraciones negativas, el sistema no le recomendará ningún medio de transporte.
- A partir del punto de origen del usuario, se eligen las rutas que tengan un margen de desvío aceptable respecto a la ruta del proveedor y puedan llevar al usuario a su punto de destino.
- Alta prioridad al proveedor más cercano al usuario.
- Se ordenan los proveedores en relación al recorrido que realizan, buscando los más óptimos para el desplazamiento del usuario.
- Tendrán prioridad los proveedores mejor valorados. Los proveedores con pocas valoraciones serán incluidos en el proceso, con la finalidad de ofrecer las mismas oportunidades a los nuevos proveedores.
- El coste fijado por el usuario, permite escoger a los proveedores que se encuentren en el rango de precios aceptado por el usuario.

El resultado es un listado de soluciones óptimas que mostrarán al usuario con la información adecuada, para que el usuario seleccione cuál es el servicio que le interesa. Una vez el usuario realice el desplazamiento, podrá valorar al proveedor del transporte y la calidad de la recomendación, un resultado para futuras recomendaciones.

- Conocimiento sobre la movilidad urbana: Esta funcionalidad ofrece un conjunto de herramientas de análisis y minería de datos. Su finalidad es extraer patrones y nuevos conocimientos para ayudar a tomar decisiones orientadas a la mejora de la movilidad. Facilita informes periódicos de los usos de las infraestructuras, medios de transporte y de itinerarios frecuentes. Las herramientas de minería de datos utilizan los datos históricos para descubrir diversos patrones del comportamiento de los usuarios y conocimiento de la movilidad para la planificación, por ejemplo de nuevas infraestructura, nuevas líneas de transporte colectivo o medidas que permitan mejorar la eficiencia, reducir costes y externalidades negativas medioambientales.

## 5.5. Interfaz

La interfaz creada en base al SIG incorporado en Vidali permite añadir elementos adicionales fuera del mapa, tales como paneles, pestañas e iconos. En el caso del servicio de rutas se implementaron para facilitar las acciones que no representan de manera cartográfica la información.

La interfaz del servicio, se compone de tres pestañas principales: “My Routes” (Mis rutas), “Travel” (Desplazarse), “My vehicle” (Mi vehículo). Desde estas ventanas podemos realizar las acciones principales del servicio.

The screenshot displays a web interface for creating user routes. At the top, there are navigation icons for 'Update Status', 'Messages', and 'Notifications'. Below this is a text input field for the address, containing 'Avenida General Mola Nº 30, Avenida Islas ( Somosierra (La Ipan) Urbana, Senda Traser'. A 'Test' button is next to it. The form includes fields for 'Departure time' (04:24) and 'Aprox. arrival time' (08:44). Under 'Select Days', 'Monday', 'Tuesday', and 'Saturday' are selected. A green bar with the text 'I want offer my car as carpool service' is present. Below this are fields for 'Price' (1) and 'Seats offered' (2), with 'Cancel' and 'Save' buttons. The bottom section features a map of Santa Cruz de Tenerife with a highlighted route and two orange location markers. The map includes a 'Show/Hide Menu' button and a 'Feedback' link at the bottom right.

Figura 5.5: Herramienta de creación de rutas de usuario.

- “My Routes”: Permite al usuario listar y visualizar las rutas creadas por este o las rutas a las que se ha unido. Permite eliminar una ruta, visualizarla en el mapa y obtener información detallada sobre esta como su horario y precio. Dentro de esta ventana se encuentra la opción de crear rutas, la cual nos permite usar el mapa para crear rutas con múltiples paradas, fijar su horario y días de repetición. En caso de que el usuario disponga de vehículo, puede ofrecer esa ruta como servicio fijando un precio y el número de asientos disponibles. Esta herramienta se puede visualizar en



la figura 5.5.

- “Travel”: En esta ventana el usuario puede utilizar un buscador para indicar hacia donde quiere ir. Este buscador analizará las rutas disponibles por parte de todos los usuarios y mostrará sus resultados en una lista. En un futuro, el sistema de recomendación aplicaría sus criterios para mostrar como primeros resultados los mas adecuados al usuario en relación calidad/precio y duración. para cada ruta disponible, se permite ver y/o unirse a la ruta y seleccionar la parada deseada. La figura 5.6 muestra la interfaz de este buscador.
- “My vehicle”: Esta ventana permite configurar al usuario el tipo de vehículo para sus desplazamientos (si tiene alguno). Dentro e sus opciones, permite añadir información relevante como el modelo del vehículo, los litros de gasolina que utiliza y la cantidad de asientos que dispone. También permite agregarse como proveedor de servicios, indicando que tipo de servicio ofrece y su tarifa.

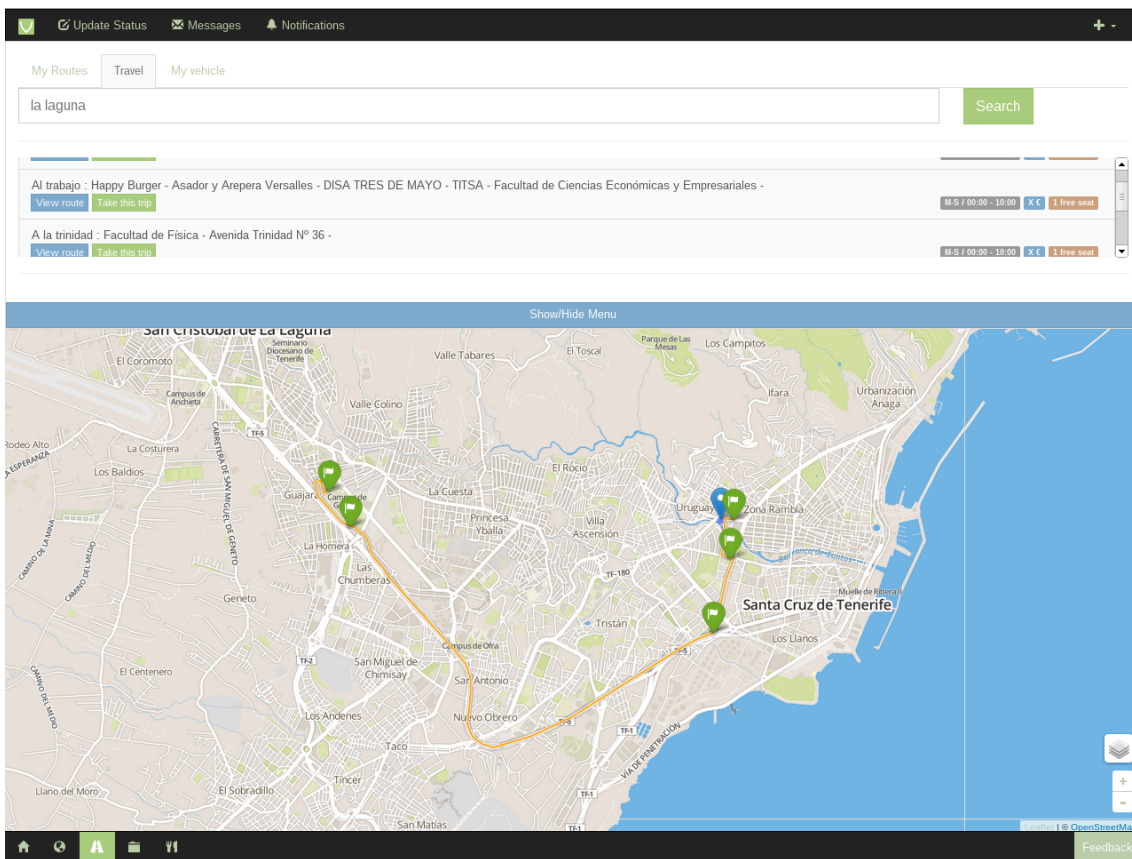


Figura 5.6: Buscador visualizando el listado de resultados y mostrando en el mapa una de las rutas.

Dado el diseño de la plataforma, una vez se cargan los datos del servidor en el cliente, las plantillas pueden ser rellenas mostrando los datos en las correspondiente pestañas. Sin embargo, para visualizar la información en el mapa y trabajar con el, el controlador del servicio de rutas debe delegar en el controlador del mapa, el cual debe utilizar el complemento que permite conectar con OSRM y la herramienta de reverse geocoding “Nominatim”, la cual nos da las direcciones de las calles o las paradas. Estos datos, serán capturados por el controlador de rutas y serán utilizados para almacenar la información en el servidor. Cabe destacar que la visualización del mapa es una tarea llevada a cabo por el controlador principal, por lo que se puede elegir el tipo de mapa en todo momento (Podemos elegir ver los datos sobre OpenStreetMap, TransportLayer, MapBox, además de los que se hayan preestablecido en la configuración global de la plataforma).

## Capítulo 6

# Conclusiones y trabajos futuros

En este capítulo se definen las impresiones y experiencias vividas durante el desarrollo del proyecto, así como una serie de trabajos futuros que se podrían añadir a lo ya ejecutado en este proyecto.

Durante el desarrollo de este proyecto se ha realizado un análisis de las tecnologías web existentes, las tecnologías relacionadas al transporte y impacto de estas dentro de la sociedad. El desarrollo de una red geosocial, presenta una serie de características que aportan ventajas sobre las redes sociales convencionales en relación a la oferta de servicios.

Por otro lado, el uso de tecnologías como los GIS (en concreto el ofrecido por Open Street Map), la geolocalización, tecnologías y lenguajes de desarrollo web como Backbone, RequireJS, Slim, HTML5 y PHP, y la implementación de una API REST contribuyen a facilitar el desarrollo con una interfaz sencilla y dinámica.

La plataforma propuesta aporta una solución a la mejora de la movilidad en entornos locales a través de un servicio, como la gestión de vehículos compartidos presentado en el capítulo 5. También facilita herramientas para desarrollar nuevos servicios basados en la colaboración entre personas.

Cabe destacar que una de las mayores dificultades presentadas en un proyecto de este tipo es el tiempo invertido en la implementación, al ser mayor del esperado. Además, permitió mejorar los conocimientos en el campo de las redes geosociales y los sistemas inteligentes. Dicho campo, permite abrir una vía de investigación, que tiene como resultado una publicación divulgativa junto al tutor de proyecto bajo el título: “A smart mobility system implemented in a geosocial network - Christopher David Caamana Gómez and Julio Brito Santana”, para la Sexta Conferencia Internacional en Inteligencia Computacional Colectiva, Tecnologías Inteligentes y Aplicaciones (ICCCI2014) siendo aceptada para su publicación en el volumen de “Springer LNCS/LNAI series”

Como trabajos futuros, se podrían ampliar las funcionalidades centradas en el campo de la colaboración y la georeferencia, aplicada a otros sectores como el turístico, social o cultural.

También se puede contemplar la incorporación de información de otros dispositivos o sensores y de otros procedimientos inteligentes al sistema actual de búsqueda en el servicio de rutas, incluyendo los procedimientos de optimización y al tratamiento masivo de datos.

Un avance importante, supondría la portabilidad de esta aplicación a dispositivos inteligentes como smartphones o tablets, a través de herramientas como Phonegap, o creando un cliente nativo para cada sistema operativo móvil.

Para finalizar, otra posible mejora sería la expansión de la plataforma mediante protocolos p2p para construir una plataforma social distribuida.

## Capítulo 7

# Summary and Conclusions

In this chapter the impressions and experiences during the project and a series of future work that could be added to what is already executed in this project are defined.

During the development of this project, there has been an analysis of existing web technologies, technologies related to transport and impact of these in society. The development of a geosocial network, has a number of features that provide advantages over conventional social networks in relation to the offer of services.

Furthermore, the use of technologies such as GIS (specifically the one offered by Open Street Map), geolocation tools, technologies and web development languages such as Backbone, RequireJS, Slim, HTML5 and PHP, and the implementation of a REST API contribute to facilitate the development with a simple and dynamic interface.

The proposed platform provides a solution to improving mobility in local environments through a service such as shared vehicle management presented in Chapter 5. Also provides tools to develop new services based on collaboration among people.

Notably, one of the biggest difficulties presented in a project like this is the time spent on implementation, to be higher than expected. Also, it allowed to improve knowledge in the field of geosocial networks and intelligent systems. This field allows a new of research line, resulting in an paper published with the project tutor under the title: “A smart mobility system Implemented in a geosocial network - Cristopher David Caamana Gómez and Julio Brito Santana” to the Sixth International Conference on Computational Collective Intelligence, Intelligent Technologies and Applications (ICCCI2014) being accepted for publication in the volume of “Springer LNCS / LNAI series”

As future work, we could extend the functionality focused on the field of collaboration and georeference applied to other sectors such as tourism, social or cultural.

It can also be considered the integration of information from other devices or sensors and other intelligent methods to the current search system service routes, including the optimization procedures and massive data processing.

An important advance, would this application portability to smart devices such as smartphones or tablets, through tools like Phonegap or creating a native client for each mobile operating system.

Finally, another possible improvement would be the expansion of the platform by p2p

protocols to build a distributed social platform.

# Apéndice A

## Título del Apéndice 1

### A.1. Código controlador cliente

```
*****
*
* route_view.js
*
*****
*
* CRISTOPHER DAVID CAAMANA GOMEZ
*
*
* 04/06/2014
*
*
* Cabecera de la vista, controlada por requireJS, junto a la definición de varios modelos
* y colecciones backbone (se adjuntan por comodidad, cada modelo se almacena en su propio
* fichero).
* Declaración de los métodos de creación de rutas, selección de ruta,
* búsqueda y visualización.
*
*****/

define([
  'underscore',
  'backbone',
  'config',
  'models/route_model',
  'views/map_view',
  'views/list_view',
  'text!templates/routes.html',
  'text!templates/routestab.html',
  'text!templates/routescreate.html',
  'text!templates/routesresult.html'
], function(_, Backbone, Config, RouteModel, MapView, ListView, homeTemplate,
  routestabTemplate, routescreateTemplate, routesresultTemplate){
  var RoutesCollection = Backbone.Collection.extend({
```

```

        initialize: function(models, options) {
            this.id = options.id;
        },
        url: function() {
            return Config.baseurl+"/vidali.server/api.php/routes/" + this.id;
        },
        model: RouteModel
    });
    var VehiclesCollection = Backbone.Collection.extend({
        initialize: function(models, options) {
            this.id = options.id;
        },
        url: function() {
            return Config.baseurl+"/vidali.server/api.php/vehicles/" + this.id;
        },
        model: RouteModel
    });

    var SearchCollection = Backbone.Collection.extend({
        initialize: function(models, options) {
            this.id = options.id;
        },
        url: function() {
            return Config.baseurl+"/vidali.server/api.php/search/" + this.id;
        },
        model: RouteModel
    });

    var routeView = Backbone.View.extend({
        events:{
            "click .menu-button": "slidemenu",
            "click .create-route": "createroute",
            "click .cancel-create": "cancelcreate",
            "click .save-route": "saveroute",
            "click .take-route": "takeroute",
            "click .stake-route": "stakeroute",
            "click .route-carpool": "showcarpool",
            "click .route-vehicle": "showvehiclesettings",
            "click .view-route": "showroute",
            "click .delete-route": "deleteroute",
            "click .save-vehicle": "savevehicle",
            "click .search-route": "searchroute",
            "click #vehicle-no": "blockoptions",
        },

        saveroute: function (ev) {
            var days = [];
            $("input[name='route-create-days']:checked").each(function (){
                days.push($(this).val());
            });
            var res = this.map.route.getPlan();
            var data = res._waypoints;
            var jdata = JSON.stringify(data,null, 2);
            var route = new RouteModel({

```



```

        id_user: this.userinfo.id,
        name: $('#route-name').val(),
        starttime: $('#route-start-time').val(),
        endtime: $('#route-end-time').val(),
        days: days.toString(),
        price: $('#route-price').val(),
        seats: $('#route-seats').val(),
        data: res,
        jdata: jdata,
        data: data,
    });
    route.seturl("add");
    route.save({}, {
        success: function() {
            displayMsg('Updated status! :)', "success");
        },
        error: function() {
            console.log('something failed');
        }
    });
    this.routes.fetch({async:false});
    localStorage.setItem("myroutes", JSON.stringify(this.routes.models, null, 2));
    this.userroutes = this.routes.models;
    this.cancelcreate();
},
showroute: function (ev) {
    var id = $(ev.target).data('idroute');
    var dots = [];
    for(var key in this.userroutes){
        var obj = this.userroutes[key];
        if(id == obj.get("id")){
            var data = JSON.parse(obj.get("data"));
            for(var pos in data){
                dots.push(data[pos].latLng);
            }
            this.map.showroute(dots);
            break;
        }
    }
},
stakeroute: function (ev) {
    var id = $(ev.target).data('idroute');
    var route = new RouteModel({
        id_user: this.userinfo.id,
        name: $('#route-name').val(),
        starttime: $('#route-start-time').val(),
        endtime: $('#route-end-time').val(),
        days: days.toString(),
        price: $('#route-price').val(),
        seats: $('#route-seats').val(),
        data: res,
        jdata: jdata,
        data: data,
    });
};

```

```

route.seturl("take");
route.save({}, {
  success: function() {
    displayMsg('Updated status! :)', "success");
  },
  error: function() {
    console.log('something failed');
  }
});
this.routes.fetch({async: false});
localStorage.setItem("myroutes", JSON.stringify(this.routes.models, null, 2));
this.userroutes = this.routes.models;
this.cancelcreate();
},
searchroute: function (ev) {
  var userid = this.userinfo.id + "/" + $('#search-value').val() +
    "/" + localStorage["latitude"] + "/" + localStorage["longitude"];
  console.log($('#search-value').val());
  var search = new SearchCollection([], { id: userid, });
  search.fetch({async: false}, {
    success: function() {
      displayMsg('Updated status! :)', "success");
      $("#routes-result").empty();
    },
    error: function() {
      console.log('something failed');
    }
  });
  template = _.template(routesresultTemplate, {routesR: search.models});
  $("#routes-result").html(template);
},
initialize: function () {
  var userid = this.userinfo.id;
  this.routes = new RoutesCollection([], { id: userid });
  this.vehicle = new VehiclesCollection([], { id: userid });
  this.routes.fetch({async: false});
  this.vehicle.fetch({async: false});
  localStorage.setItem("myroutes", JSON.stringify(this.routes.models, null, 2));
  localStorage.setItem("myvehicle", JSON.stringify(this.vehicle.models, null, 2));
  this.userroutes = this.routes.models;
},
render: function () {
  template = _.template(homeTemplate);
  this.$el.html(template);
  template = _.template(routestabTemplate,
{routesD: this.routes.models, vehicle: this.vehicle.models});
  $(".panel-body").html(template);
  this.map = new MapView({mapttype: "routes"}, { el: this.$('#map') });
  this.map.render();
}
});
return routeView;
});

```

# Bibliografía

- [1] T. O'reilly, "What is web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software.," *Communications & strategies*, vol. 1st Quarter, no. 65, pp. 17–37, 2007.
- [2] D. et al., "Social network sites: Definition, history, and scholarship," *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 13, no. 1, pp. 210–230, 2007.
- [3] D. Schoder, P. Gloor, and P. Metaxas, "Social media and collective intelligence-ongoing and future research streams," *KI - Künstliche Intelligenz*, vol. 27, no. 1, pp. 9–15, 2013.
- [4] M. Haklay, A. Singleton, and C. Parker, "Web mapping 2.0: The neogeography of the geoweb," *Geography Compass*, vol. 2, no. 6, pp. 2011–2039, 2008.
- [5] S. Wang, J. Min, and B. K. Yi, "Location based services for mobiles: Technologies and standards," in *IEEE international conference on communication (ICC)*, pp. 35–38, 2008.
- [6] P. Bellavista, A. Kupper, and S. Helal, "Location-based services: Back to the future," *Pervasive Computing, IEEE*, vol. 7, pp. 85–89, April 2008.
- [7] M. W. Wilson, "Location-based services, conspicuous mobility, and the location-aware future," *Geoforum*, vol. 43, no. 6, pp. 1266 – 1275, 2012. Themed issue: Spatialities of Ageing.
- [8] B. Wellman, J. Salaff, D. Dimitrova, L. Garton, M. Gulia, and C. Haythornthwaite, "Computer networks as social networks: Collaborative work, telework, and virtual community," *Annual review of sociology*, pp. 213–218, 1996.
- [9] H. P. Kuklinski, *Planeta Web 2.0: Inteligencia colectiva o medios fast food*. No. 1, LMI, 2008.
- [10] Z.-R. Peng and R. Huang, "Design and development of interactive trip planning for web-based transit information systems," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1-6, pp. 409 – 425, 2000.

- [11] A. K. Ziliaskopoulos and S. Waller, “An internet-based geographic information system that integrates data, models and users for transportation applications,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1-6, pp. 427 – 444, 2000.
- [12] P. Kumar, V. Singh, and D. Reddy, “Advanced traveler information system for hyderabad city,” *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 6, pp. 26–37, March 2005.
- [13] G. Arampatzis, C. Kiranoudis, P. Scaloubacas, and D. Assimacopoulos, “A gis-based decision support system for planning urban transportation policies,” *European Journal of Operational Research*, vol. 152, no. 2, pp. 465 – 475, 2004. New Technologies in Transportation Systems.
- [14] T. Toledo and R. Beinhaker, “Evaluation of the potential benefits of advanced traveler information systems,” *Journal of Intelligent Transportation Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 173–183, 2006.
- [15] A. Brown and J. Affum, “A gis-based environmental modelling system for transportation planners,” *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 26, no. 6, pp. 577 – 590, 2002.
- [16] M. J. Kelley, “Urban experience takes an informational turn: mobile internet usage and the unevenness of geosocial activity,” *GeoJournal*, vol. 79, no. 1, pp. 15–29, 2014.
- [17] P. Kelm, V. Murdock, S. Schmiedeke, S. Schockaert, P. Serdyukov, and O. Laere, “Georeferencing in social networks,” in *Social Media Retrieval* (N. Ramzan, R. Zwol, J.-S. Lee, K. Cläver, and X.-S. Hua, eds.), Computer Communications and Networks, pp. 115–141, Springer London, 2013.
- [18] Q. Huang and Y. Liu, “On geo-social network services,” in *Geoinformatics, 2009 17th International Conference on*, pp. 1–6, Aug 2009.
- [19] B. Carbunar, R. Sion, R. Potharaju, and M. Ehsan, “Private badges for geosocial networks,” *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol. PP, no. 99, pp. 1–1, 2013.
- [20] B. Carbunar, M. Rahman, N. Pissinou, and A. Vasilakos, “A survey of privacy vulnerabilities and defenses in geosocial networks,” *Communications Magazine, IEEE*, vol. 51, pp. 114–119, November 2013.
- [21] C. J. Hooper and J. W. Rettberg, “Experiences with geographical collaborative systems: Playfulness in geosocial networks and geocaching.” August 2011.
- [22] J. Chang and E. Sun, “Location 3: How users share and respond to location-based data on social networking sites,” in *Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*, pp. 74–80, 2011.

- [23] Y. Doytsher, B. Galon, and Y. Kanza, “Storing routes in socio-spatial networks and supporting social-based route recommendation,” in *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks*, pp. 49–56, ACM, 2011.
- [24] H. Gao, J. Tang, and H. Liu, “Exploring social-historical ties on location-based social networks.,” in *ICWSM*, 2012.
- [25] M. J. Kelley, “The emergent urban imaginaries of geosocial media,” *GeoJournal*, vol. 78, no. 1, pp. 181–203, 2013.
- [26] Y. Doytsher, B. Galon, and Y. Kanza, “Querying geo-social data by bridging spatial networks and social networks,” in *Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks*, pp. 39–46, ACM, 2010.
- [27] S. Scellato, C. Mascolo, M. Musolesi, and V. Latora, “Distance matters: geo-social metrics for online social networks,” in *Proceedings of the 3rd conference on Online social networks*, pp. 8–8, 2010.
- [28] H. Gao, J. Tang, and H. Liu, “gscorr: Modeling geo-social correlations for new check-ins on location-based social networks,” in *Proceedings of the 21st ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 1582–1586, ACM, 2012.
- [29] A. Croitoru, A. Stefanidis, J. Radzikowski, A. Crooks, J. Stahl, and N. Wayant, “Towards a collaborative geosocial analysis workbench,” in *Proceedings of the 3rd International Conference on Computing for Geospatial Research and Applications*, p. 18, ACM, 2012.
- [30] A.Ñoulas, S. Scellato, C. Mascolo, and M. Pontil, “An empirical study of geographic user activity patterns in foursquare.,” *ICWSM*, vol. 11, pp. 570–573, 2011.
- [31] B. Berjani and T. Strufe, “A recommendation system for spots in location-based online social networks,” in *Proceedings of the 4th Workshop on Social Network Systems*, p. 4, ACM, 2011.
- [32] A. Garcia-Crespo, J. Chamizo, I. Rivera, M. Mencke, R. Colomo-Palacios, and J. M. Gomez-Berbis, “Speta: Social pervasive e-tourism advisor,” *Telematics and Informatics*, vol. 26, no. 3, pp. 306 – 315, 2009. Mobile and wireless communications: Technologies, applications, business models and diffusion.
- [33] J. Bao, Y. Zheng, D. Wilkie, and M. F. Mokbel, “A survey on recommendations in location-based social networks,” *ACM Transaction on Intelligent Systems and Technology (to be published)*, 2013.
- [34] J. Dobrosielski, T. Gray, A.Ñhan, and M. Stolen, “Carpool. umd: community carpooling,” in *CHI’07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2055–2060, ACM, 2007.

- [35] M. Barth and S. A. Shaheen, “Shared-use vehicle systems: Framework for classifying carsharing, station cars, and combined approaches,” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1791, no. 1, pp. 105–112, 2002.
- [36] A. G. Kek, R. L. Cheu, Q. Meng, and C. H. Fung, “A decision support system for vehicle relocation operations in carsharing systems,” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 45, no. 1, pp. 149 – 158, 2009.
- [37] G. Homem and A. Pais, “Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems,” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 48, no. 1, pp. 233 – 247, 2012. Select Papers from the 19th International Symposium on Transportation and Traffic Theory.
- [38] V. Ciancaglini, L. Liquori, and L. Vanni, “Carpal: Interconnecting overlay networks for a community-driven shared mobility,” in *Trustworthy Global Computing* (M. Wirsing, M. Hofmann, and A. Rauschmayer, eds.), vol. 6084 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 301–317, Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [39] A. L. Bazzan and F. Klügl, “Introduction to intelligent systems in traffic and transportation,” *Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning*, vol. 7, no. 3, pp. 1–137, 2013.
- [40] S. Elkosantini and S. Darmoul, “Intelligent public transportation systems: A review of architectures and enabling technologies,” in *Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2013 International Conference on*, pp. 233–238, May 2013.
- [41] R. W. Hall, “Route choice and advanced traveler information systems on a capacitated and dynamic network,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 4, no. 5, pp. 289 – 306, 1996.
- [42] J. L. Adler and V. J. Blue, “Toward the design of intelligent traveler information systems,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 6, no. 3, pp. 157 – 172, 1998.
- [43] J. ming Su and C. hung Chang, “The multimodal trip planning system of intercity transportation in taiwan,” *Expert Systems with Applications*, vol. 37, no. 10, pp. 6850 – 6861, 2010.
- [44] J. Zhang, F. Liao, T. Arentze, and H. Timmermans, “A multimodal transport network model for advanced traveler information systems,” *Procedia Computer Science*, vol. 5, no. 0, pp. 912 – 919, 2011. The 2nd International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2011) / The 8th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS 2011).
- [45] W.-H. Lee, S.-S. Tseng, and W.-Y. Shieh, “Collaborative real-time traffic information generation and sharing framework for the intelligent transportation system,”

- Information Sciences*, vol. 180, no. 1, pp. 62 – 70, 2010. Special Issue on Collective Intelligence.
- [46] V. Vieira, L. R. Caldas, and A. C. Salgado, “Towards an ubiquitous and context sensitive public transportation system,” in *Ubi-Media Computing (U-Media), 2011 4th International Conference on*, pp. 174–179, IEEE, 2011.
- [47] H. Werthner, “Intelligent systems in travel and tourism,” in *IJCAI*, vol. 3, pp. 1620–1625, 2003.
- [48] S. Staab, H. Werthner, F. Ricci, A. Zipf, U. Gretzel, D. R. Fesenmaier, C. Paris, and C. Knoblock, “Intelligent systems for tourism,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 17, no. 6, pp. 53–64, 2002.
- [49] D. Camacho, D. Borrajo, and J. Molina, “Intelligent travel planning: A multiagent planning system to solve web problems in the e-tourism domain,” *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 4, no. 4, pp. 387–392, 2001.
- [50] D. Camacho, J. M. Molina, D. Borrajo, and R. Aler, “Solving travel problems by integrating web information with planning,” in *Foundations of Intelligent Systems*, pp. 482–490, Springer, 2002.
- [51] W. Souffriau and P. Vansteenwegen, “Tourist trip planning functionalities: State of the art and future,” in *Current Trends in Web Engineering* (F. Daniel and F. Facca, eds.), vol. 6385 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 474–485, Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [52] L. Fu, D. Sun, and L. Rilett, “Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: State of the art,” *Computers & Operations Research*, vol. 33, no. 11, pp. 3324 – 3343, 2006. Part Special Issue: Operations Research and Data Mining.
- [53] K. G. Zografos and K. N. Androutsopoulos, “Algorithms for itinerary planning in multimodal transportation networks,” *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 9, no. 1, pp. 175–184, 2008.
- [54] M. Bielli, A. Boulmakoul, and H. Mouncif, “Object modeling and path computation for multimodal travel systems,” *European Journal of Operational Research*, vol. 175, no. 3, pp. 1705 – 1730, 2006.
- [55] F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, “Introduction to recommender systems handbook,” in *Recommender Systems Handbook* (F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, eds.), pp. 1–35, Springer US, 2011.
- [56] F. Ricci, “Travel recommender systems,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 17, no. 6, pp. 55–57, 2002.
- [57] F. Ricci, “Mobile recommender systems,” *Information Technology & Tourism*, vol. 12, no. 3, pp. 205–231, 2010.

- [58] P. Bitonto, F. Tria, M. Laterza, T. Roselli, V. Rossano, and F. Tangorra, “Automated generation of itineraries in recommender systems for tourism,” in *Current Trends in Web Engineering* (F. Daniel and F. Facca, eds.), vol. 6385 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 498–508, Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [59] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic, and E. Meijers, “Smart cities-ranking of european medium-sized cities,” tech. rep., Vienna University of Technology, 2007.
- [60] M. Allamanis, S. Scellato, and C. Mascolo, “Evolution of a location-based online social network: analysis and models,” in *Proceedings of the 2012 ACM conference on Internet measurement conference*, pp. 145–158, ACM, 2012.
- [61] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “The internet of things: A survey,” *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787 – 2805, 2010.
- [62] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, and M. Nitti, “The social internet of things (sIoT) - when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization,” *Computer Networks*, vol. 56, no. 16, pp. 3594 – 3608, 2012.
- [63] J. Bao, Y. Zheng, and M. F. Mokbel, “Location-based and preference-aware recommendation using sparse geo-social networking data,” in *Proceedings of the 20th International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, pp. 199–208, ACM, 2012.
- [64] A. Bawa-Cavia, “Sensing the urban: using location-based social network data in urban analysis,” in *Pervasive PURBA Workshop*, 2011.
- [65] A. Belloginn, I. Cantador, and P. Castells, “A comparative study of heterogeneous item recommendations in social systems,” *Information Sciences*, vol. 221, no. 0, pp. 142 – 169, 2013.
- [66] E. Ben-Elia and Y. Shiftan, “Which road do i take? a learning-based model of route-choice behavior with real-time information,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 44, no. 4, pp. 249 – 264, 2010.
- [67] D. m. Boyd and N. B. Ellison, “Social network sites: Definition, history, and scholarship,” *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 13, no. 1, pp. 210–230, 2007.
- [68] B. Carburnar, R. Sion, R. Potharaju, and M. Ehsan, “The shy mayor: Private badges in geosocial networks,” in *Applied Cryptography and Network Security* (F. Bao, P. Samarati, and J. Zhou, eds.), vol. 7341 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 436–454, Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [69] L. A. COTFAS, M. C. CROICU, and D. COTFAS, “A collaborative gis solution for public transport.,” *Informatica Economica*, vol. 13, no. 2, pp. 50–58, 2009.



- [70] K. J. Dueker and J. Butler, “A geographic information system framework for transportation data sharing,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1-6, pp. 13 – 36, 2000.
- [71] R. I. Dunbar, “Coevolution of neocortical size, group size and language in humans,” *Behavioral and brain sciences*, vol. 16, no. 04, pp. 681–694, 1993.
- [72] N.-E. E. Faouzi, H. Leung, and A. Kurian, “Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges - a survey,” *Information Fusion*, vol. 12, no. 1, pp. 4 – 10, 2011. Special Issue on Intelligent Transportation Systems.
- [73] L. Ferrari, A. Rosi, M. Mamei, and F. Zambonelli, “Extracting urban patterns from location-based social networks,” in *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location-Based Social Networks*, pp. 9–16, ACM, 2011.
- [74] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic, and E. Meijers, “Smart cities. ranking of european medium-sized cities,” final report of a research project, Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, 2007.
- [75] T. Goldman and R. Gorham, “Sustainable urban transport: Four innovative directions,” *Technology in Society*, vol. 28, no. 1-2, pp. 261 – 273, 2006. Sustainable Cities.
- [76] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, “Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions,” *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645 – 1660, 2013. Including Special sections: Cyber-enabled Distributed Computing for Ubiquitous Cloud and Network Services & Cloud Computing and Scientific Applications - Big Data, Scalable Analytics, and Beyond.
- [77] L. Han, H. Sun, J. Wu, and C. Zhu, “Day-to-day evolution of the traffic network with advanced traveler information system,” *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 44, no. 10, pp. 914 – 919, 2011.
- [78] C. J. Hooper and J. W. Rettberg, “Experiences with geographical collaborative systems: Playfulness in geosocial networks and geocaching,” in *MobileHCI 2011*, Association for Computing Machinery, 2011.
- [79] M. Horn, “Multi-modal and demand-responsive passenger transport systems: a modelling framework with embedded control systems,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 36, no. 2, pp. 167 – 188, 2002.
- [80] M. E. Horn, “Procedures for planning multi-leg journeys with fixed-route and demand-responsive passenger transport services,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 12, no. 1, pp. 33 – 55, 2004.

- [81] A. Hudson-Smith, A. Crooks, M. Gibin, R. Milton, and M. Batty, “Neogeography and web 2.0: concepts, tools and applications,” *Journal of Location Based Services*, vol. 3, no. 2, pp. 118–145, 2009.
- [82] A. Jarauniene, “Research into intelligent transport systems (its) technologies and efficiency,” *Transport*, vol. 22, no. 2, pp. 61–67, 2007.
- [83] R. Katzev, “Car sharing: A new approach to urban transportation problems,” *Analyses of Social Issues and Public Policy*, vol. 3, no. 1, pp. 65–86, 2003.
- [84] N. Lathia and L. Capra, “Mining mobility data to minimise travellers’ spending on public transport,” in *Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pp. 1181–1189, ACM, 2011.
- [85] N. Lathia, J. Froehlich, and L. Capra, “Mining public transport usage for personalised intelligent transport systems,” in *Data Mining (ICDM), 2010 IEEE 10th International Conference on*, pp. 887–892, IEEE, 2010.
- [86] D. Levinson, “The value of advanced traveler information systems for route choice,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 11, no. 1, pp. 75 – 87, 2003.
- [87] H. P. Li, H. Hu, and J. Xu, “Nearby friend alert: Location anonymity in mobile geosocial networks,” *Pervasive Computing, IEEE*, vol. 12, pp. 62–70, Oct 2013.
- [88] W. Liu, W. Sun, C. Chen, Y. Huang, Y. Jing, and K. Chen, “Circle of friend query in geo-social networks,” in *Database Systems for Advanced Applications*, pp. 126–137, Springer, 2012.
- [89] C. D. Maio, G. Fenza, M. Gaeta, V. Loia, and F. Orciuoli, “A knowledge-based framework for emergency {DSS},” *Knowledge-Based Systems*, vol. 24, no. 8, pp. 1372 – 1379, 2011.
- [90] S. Martino, C. Giorio, and R. Galiero, “A rich cloud application to improve sustainable mobility,” in *Web and Wireless Geographical Information Systems* (K. Tanaka, P. Fröhlich, and K.-S. Kim, eds.), vol. 6574 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 109–123, Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [91] M. Naaman, “Geographic information from georeferenced social media data,” *SIGSPATIAL Special*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, 2011.
- [92] T. L. Nyerges, R. Montejano, C. Oshiro, and M. Dadswell, “Group-based geographic information systems for transportation improvement site selection,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 5, no. 6, pp. 349 – 369, 1997.
- [93] D. Quercia, N. Lathia, F. Calabrese, G. Di Lorenzo, and J. Crowcroft, “Recommending social events from mobile phone location data,” in *Data Mining (ICDM), 2010 IEEE 10th International Conference on*, pp. 971–976, Dec 2010.

- [94] S. Roche and A. Rajabifard, "Sensing places' life to make city smarter," in *Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing*, pp. 41–46, ACM, 2012.
- [95] O. Roick and S. Heuser, "Location based social networks—definition, current state of the art and research agenda," *Transactions in GIS*, vol. 17, no. 5, pp. 763–784, 2013.
- [96] C. Roth, S. M. Kang, M. Batty, and M. Barthélemy, "Structure of urban movements: polycentric activity and entangled hierarchical flows," *PloS one*, vol. 6, no. 1, p. e15923, 2011.
- [97] J. Salminen, "Collective intelligence in humans: A literature review," *CoRR*, vol. abs/1204.3401, 2012.
- [98] S. Scellato, A. Noulas, R. Lambiotte, and C. Mascolo, "Socio-spatial properties of online location-based social networks.," *ICWSM*, vol. 11, pp. 329–336, 2011.
- [99] W. A. Schafer, C. H. Ganoë, and J. M. Carroll, "Supporting community emergency management planning through a geocollaboration software architecture," *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, vol. 16, no. 4-5, pp. 501–537, 2007.
- [100] T. Selker and P. Saphir, "Travelrole: A carpooling / physical social network creator," in *Collaborative Technologies and Systems (CTS), 2010 International Symposium on*, pp. 629–634, May 2010.
- [101] Y. Shiftan, S. Kaplan, and S. Hakkert, "Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 8, no. 5, pp. 323 – 342, 2003.
- [102] B. Silva, A. Bazzan, G. Andriotti, F. Lopes, and D. Oliveira, "Itsumo: An intelligent transportation system for urban mobility," in *Innovative Internet Community Systems* (T. Böhme, V. Larios Rosillo, H. Unger, and H. Unger, eds.), vol. 3473 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 224–235, Springer Berlin Heidelberg, 2006.
- [103] S. Steiniger, M. Neun, and A. Edwardes, "Foundations of location based services," *Lecture Notes on LBS*, vol. 1, p. 272, 2006.
- [104] D. Sui and M. Goodchild, "The convergence of gis and social media: challenges for giscience," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 25, no. 11, pp. 1737–1748, 2011.
- [105] L. Tang and P. V. Thakuriah, "Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the city of chicago," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 22, no. 0, pp. 146 – 161, 2012.
- [106] D. Teodorovic, "Swarm intelligence systems for transportation engineering: Principles and applications," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 16, no. 6, pp. 651 – 667, 2008.

- [107] J.-C. Thill, “Geographic information systems for transportation in perspective,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1-6, pp. 3 – 12, 2000.
- [108] S. Tiwari, S. Kaushik, P. Jagwani, and S. Tiwari, “A survey on lbs: system architecture, trends and broad research areas,” in *Databases in Networked Information Systems*, pp. 223–241, Springer, 2011.
- [109] F.-Y. Wang, K. Carley, D. Zeng, and W. Mao, “Social computing: From social informatics to social intelligence,” *Intelligent Systems, IEEE*, vol. 22, pp. 79–83, March 2007.
- [110] F.-Y. Wang, S. Tang, Y. Sui, and X. Wang, “Toward intelligent transportation systems for the 2008 olympics,” *Intelligent Systems, IEEE*, vol. 18, pp. 8–11, Nov 2003.
- [111] Z. Wang, D. Zhang, X. Zhou, D. Yang, Z. Yu, and Z. Yu, “Discovering and profiling overlapping communities in location-based social networks,” *Systems, Man, and Cybernetics: Systems, IEEE Transactions on*, vol. 44, pp. 499–509, April 2014.
- [112] Z. Yan, D. Chakraborty, C. Parent, S. Spaccapietra, and K. Aberer, “Semantic trajectories: Mobility data computation and annotation,” *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, vol. 4, no. 3, p. 49, 2013.
- [113] Z. Yan, C. Parent, S. Spaccapietra, and D. Chakraborty, “A hybrid model and computing platform for spatio-semantic trajectories,” in *The Semantic Web: Research and Applications*, pp. 60–75, Springer, 2010.
- [114] C. Zhang, L. Shou, K. Chen, G. Chen, and Y. Bei, “Evaluating geo-social influence in location-based social networks,” in *Proceedings of the 21st ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 1442–1451, ACM, 2012.
- [115] Y. Zhao, “Mobile phone location determination and its impact on intelligent transportation systems,” *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 1, pp. 55–64, Mar 2000.
- [116] D. Zhou, B. Wang, S. Rahimi, and X. Wang, “A study of recommending locations on location-based social network by collaborative filtering,” in *Advances in Artificial Intelligence* (L. Kosseim and D. Inkpen, eds.), vol. 7310 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 255–266, Springer Berlin Heidelberg, 2012.