

Itiner@: Ontología para la personalización de rutas turísticas en dispositivos móviles

Laia Descamps-Vila⁽¹⁾, Joan Casas⁽²⁾, Jordi Conesa⁽²⁾, A. Pérez-Navarro⁽²⁾

⁽¹⁾ I.C.A. Informática y Comunicaciones Avanzadas, S.L., C/ Almogàvers 107-119, 08018 Barcelona, ldescamps@grupoica.com.

⁽²⁾ Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació, Universitat Oberta de Catalunya, Rambla Poblenou 156, 08018 Barcelona, [jcasasrom|jconesac|aperezn]@uoc.edu.

RESUMEN

En los últimos años han aparecido numerosas aplicaciones móviles que sirven de asistente turístico a los turistas. Estas aplicaciones, aunque populares, no se han convertido en un asistente turístico fiable y confiable debido, entre otros problemas, a la poca personalización que ofrecen, que puede desbordar a los usuarios con demasiada información. Una aplicación móvil turística efectiva debería almacenar la información de manera que facilitara identificar los puntos de interés para el usuario y la información relevante sobre los mismos. La relevancia de la información dependerá del contexto, entendido como la conjunción del usuario, sus acompañantes, la zona a visitar y la información temporal de la visita, como son la fecha, su duración y en qué franja horaria se realiza.

En este trabajo se extiende el estado del arte de ontologías turísticas y geográficas, que se presentó en las V Jornadas de SIG libre, para crear una ontología que permite almacenar información de puntos de interés, de preferencias y hábitos de usuarios y de información temporal. Esta ontología se ha alineado con la ontología GeoLinkedData para facilitar la importación de datos desde y hacia ella. La ontología se ha integrado en una aplicación móvil turística llamada Itiner@, que utiliza su información para crear rutas personalizadas para cada usuario en función de sus preferencias, situación personal, medio de transporte utilizado, zona visitada y fecha y duración de la visita.

La principal contribución de este trabajo es mostrar cómo utilizar una ontología para incrementar las funcionalidades de los sistemas de información turísticos vía el uso de información semántica.

Palabras clave: Personalización, Ontologías, Semántica, routing, Android.

ABSTRACT

Several applications that support users when doing tourism have appeared during the last years. These applications, though popular, have not become a reliable and dependable tourist assistant because they offer little personalization, which eventually may overwhelm users with too much information. An effective mobile application should store tourist information in a way that facilitates the identification of relevant points of interest to the user and the relevant information about them. The relevance of information depends also on the context, understood as the conjunction of the user, his companions, the area to visit and the time constraints of the visit.

This paper presents an ontology that can store information about points of interest, preferences and habits of users and time information. This ontology is aligned with the ontology GeoLinkedData to facilitate the importation of data to and from it. The ontology has been integrated into a mobile application called Itiner@ to create custom paths for each user based on his/her preferences, personal situation, means of transport, area to visit and date and duration of the visit.

The main contribution of this work is to show how to use an ontology to improve the functionalities of GIS thru the use of semantic information. Even though the ontology has been successfully used in Itiner@, as further work we plan to evolve the ontology in order to allow more personalization.

Key words: *Personalization, Ontologies, Semantics, routing, Android.*

1 INTRODUCCIÓN

El turismo es una área que ha experimentado un gran auge en los últimos años debido principalmente a la aparición de nuevas tecnologías y de información geográfica accesible de forma gratuita y al alcance de todos. En consecuencia, en los últimos años han aparecido numerosas aplicaciones basadas en sistemas de información geográfica (SIG) que proporcionan la capacidad de ofrecer productos de mayor complejidad que satisfagan las demandas de los diferentes viajeros dependiendo de sus preferencias [1-3]. Muchas de estas son aplicaciones basadas en localización que se ejecutan en dispositivos móviles, lo que convierte el móvil en algo parecido a un asistente turístico.

Dichos asistentes, aunque populares, no se han convertido en un asistente turístico fiable y confiable debido a varios problemas. Quizás los más importantes son: 1) la necesidad de disponer de conexión a internet y de cobertura GPS en todo momento, 2) su localidad, ya que muchas aplicaciones han sido expresamente creadas para dar soporte al turismo en una zona y son poco adaptables a otras zonas, y 3) la poca personalización que ofrecen, que acaba por desbordar a los usuarios con gran cantidad de información. Estos problemas limitaciones se deben básicamente a las limitaciones en la capacidad de almacenaje y proceso de los dispositivos móviles y a la baja cobertura de la red de telefonía y/o GPS.

Bajo nuestro punto de vista, una aplicación móvil turística efectiva debería ser capaz de ejecutar todas sus funcionalidades en el dispositivo móvil, sin necesidad de acceder a Internet. Para hacer eso la aplicación debería almacenar en el dispositivo móvil la información necesaria antes de realizar la ruta. De no ser así, los problemas anteriormente mencionados podrían hacer que la aplicación no se comporte correctamente en algunas situaciones. Por ejemplo, en zonas remotas fuera de los núcleos urbanos y en el extranjero la conexión a internet es inexistente o demasiado cara, lo que lleva a que la mayoría de las funcionalidades sean inaccesibles (*routing*, cambio de ruta, añadir nuevos puntos de interés...). Por otro lado, en grandes ciudades puede haber un número demasiado elevado de puntos de interés, que acaben por desbordar al usuario en caso de no haber ningún filtro que permita seleccionar los puntos de interés más relevantes para él/ella.

Para almacenar la información relevante para una ruta y gestionarla de forma eficiente es necesario utilizar tecnologías que permitan que los ordenadores procesen dicha información desde un punto de vista semántico para su clasificación y posterior uso. Para dicho objetivo utilizaremos tecnologías del ámbito de la Web Semántica [5], en particular las ontologías. Las ontologías son el pilar básico de la web semántica y pueden definirse como modelos conceptuales de parte de la realidad escritos en un lenguaje interpretable por un programa. Tal y como se ha demostrado en distintos proyectos, el mundo de las ontologías y el del turismo pueden mezclarse, de tal

manera que utilizar ontologías con información turística permita a los usuarios generar rutas turísticas de forma sencilla.

El principal objetivo de este artículo es la creación y el uso de ontologías para dar soporte a la personalización de rutas y al proceso offline de información turística. Con este fin, la siguiente sección explica el concepto de ontología y se presentan diferentes ontologías potencialmente relevantes en aplicaciones de turismo. Posteriormente se introduce el asistente de rutas virtual móvil Itiner@ y se enumeran sus funcionalidades para, en la cuarta sección, presentar la ontología que se ha creado para dar soporte a Itiner@ y explicar cómo se ha utilizado. Finalmente, la última sección presenta las conclusiones y el trabajo futuro previsto.

2 ONTOLOGÍAS PARA ENTORNOS TURÍSTICOS

El término ontología se refiere, en primer lugar, a una disciplina filosófica. Una definición informal de ontología sería: es la rama de la metafísica encargada de estudiar la esencia de la realidad, de las cosas que la forman, de las relaciones existentes entre ellas y de su organización dentro de la propia realidad. Actualmente las ontologías son usadas también por la ciencia de la informática en la representación y organización de conocimiento.

En el campo de la informática, la definición original y más utilizada del término ontología es la de Gruber [6], que define una ontología como “la especificación explícita de una conceptualización”, entendiendo como conceptualización una visión abstracta y simplificada del mundo o sistema que se quiere representar. Distintos autores han propuesto definiciones alternativas o complementarias a ésta, (ver por ejemplo las referencias [7] y [8]), que conforman lo que hoy en día entendemos como ontología: un esquema conceptual que permite especificar el conocimiento de uno o varios dominios que es compartido por varios agentes y interpretable por un programa informático.

Hay varios lenguajes que pueden usarse para la implementación de ontologías (ver [9] para una descripción exhaustiva), y el hecho de escoger uno u otro depende sobre todo del lenguaje y los mecanismos de inferencia necesarios para la aplicación que utilizará la ontología. Hoy en día los lenguajes basados en XML son los que más se utilizan para representar ontologías y, entre ellos, dos de los más usados y extendidos en el sector turístico son RDF [10] y OWL [11].

RDF (Resource Description Framework) es un modelo estándar para especificar metadatos que describan recursos en la web. RDF permite el intercambio sobre la base de tripletas que representan expresiones del tipo sujeto-predicado-objeto (**quién** hace **qué** con **algo**). RDF proporciona unas estructuras primitivas básicas para modelar ontologías, y es por eso que muchos otros lenguajes (entre ellos OWL) utilizan RDF como base. OWL (Web Ontology Language) es el lenguaje propuesto por W3C para representar ontologías en la web semántica y se ha construido como una extensión de RDF. OWL define diferentes perfiles de aplicación que difieren en su nivel de expresividad y en su capacidad de cálculo.

En el ámbito del turismo se han desarrollado diferentes catálogos de datos y taxonomías para facilitar la gestión de la información a los agentes turísticos (ver [4] para más información). Actualmente existe un gran número de ontologías que están en un estado de madurez muy avanzado. Estas ontologías se han representado según diferentes niveles de formalismo (desde tesauros [12] y especificaciones [13] a ontologías formales [14, 15, 16, 17]), de acuerdo a diferentes objetivos (desde aspectos genéricos del ámbito turístico hasta subdominios más específicos para describir escenarios más concretos, como ontologías de ámbito regional) y de acuerdo a diferentes licencias de uso (desde públicas hasta propietarias). Estas y otras ontologías han sido (y están siendo) utilizadas de forma efectiva en el ámbito del turismo. Aunque su uso se centra básicamente en aplicaciones de escritorio debido a las limitaciones de los dispositivos móviles al tratar ontologías. Hoy en día, quizás el

principal problema de las actuales aplicaciones turísticas es la interoperabilidad. Los tesauros y ontologías creados hasta el momento permiten una mejor interoperabilidad entre aplicaciones, pero la solución dista mucho de estar cerca. Una posible solución a los problemas de interoperabilidad podría ser la utilización de ontologías bien conocidas y adoptadas por la mayoría de la comunidad, como por ejemplo las del proyecto *OpenLinkedData*.

*OpenLinkedData*¹ (OLD de aquí en adelante) es una iniciativa que busca interconectar la información de la web de una manera que sea comprensible para programas informáticos. La forma de realizar eso es definir un conjunto de ontologías en RDF, donde cada ontología describe la estructura de la información de un sitio web y contiene información sobre el sitio web en forma de instancias de la ontología. De esa forma, un programa es capaz de interpretar la información que contiene el sitio web a partir de la estructura de su ontología y obtener información sobre sus datos a partir de sus instancias. Pero el poder de OLD no está en sus ontologías, sino en sus interrelaciones. Las ontologías están relacionadas entre sí, lo que posibilita que los programas naveguen de un concepto a otros conceptos relacionados, ya sea en un mismo dominio o en dominios distintos. Por ejemplo este sistema permitiría que la ontología *LinkedGeoData*, que contiene información sobre *OpenStreetMaps*, estuviera relacionada con *DBpedia*, que contiene información sobre *Wikipedia*, permitiendo que puntos de interés de *LinkedGeoData* (como por ejemplo la ciudad de Girona) se puedan relacionar con su entrada en *Wikipedia* vía *DBpedia*, o incluso con fotos de Girona vía la ontología de *Flickr*.

Podemos encontrar diversas ontologías de OLD relacionadas con el ámbito del turismo. Las más relevantes son *LinkedGeoData* (ontología de *OpenStreetMaps*), *GeoLinkedData(es)* (contiene datos geoespaciales del territorio nacional español), *GeoNames* (ontología de topónimos) y *UN/LOCODE* (contiene información sobre más de 70.000 localizaciones de 243 países).

Otras ontologías que no están directamente relacionadas con los dominios turísticos y geográficos pero relevantes para aplicaciones turísticas son las que tratan con información temporal, de usuario y de dispositivos móviles. Algunas ontologías que podrían utilizarse con dicho propósito son:

Información de usuario: FOAF² en conjunción con SIOC³ para representar información del usuario, sus gustos, sus preferencias e incluso su participación e intervenciones en redes sociales. Dicha información podría ser útil para realizar una personalización más precisa.

Información extra de POIs: *DBpedia*, *Flickrwrapp* y otras ontologías de recursos educativos para representar información relativa a los puntos de interés (fotografías, vídeos, explicaciones, cursos...). Dicha información permitiría ofrecer más información para cada punto de interés y más variada.

Información de dispositivos móviles: algunas de las fuentes de información más relevantes son el repositorio XML de descripción de dispositivos móviles *WURFL*⁴, que ofrece un fichero XML con información de miles de dispositivos móviles y sus características; la ontología *Delivery Context*⁵, que permite describir las características de dispositivos móviles (hardware, software y información sobre la red de conexión de datos que utiliza), o *Mio! Ontology Network*⁶, que define una red de ontologías que permite representar el conocimiento relacionado con el contexto de un usuario, incluyendo información tanto del lugar donde se encuentra y su temperatura, sus gustos, preferencias y información sobre su dispositivo, la conexión de red que

¹ <http://linkeddata.org/>

² <http://www.foaf-project.org/>

³ <http://rdfs.org/sioc/spec/>

⁴ <http://wurfl.sourceforge.net/>

⁵ <http://www.w3.org/TR/dcontology/>

⁶ <http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/index.php/en/ontologies/82-mio-ontologies>

utiliza y los servicios que puede consumir y producir. Una combinación adecuada de las anteriores ontologías podría utilizarse para representar información relativa a las funcionalidades y limitaciones de cada tipo de dispositivo móvil y poblar automáticamente dicha ontología con los dispositivos de WURFL. Dicha información sería útil para filtrar que tipo de información tiene sentido enviar (o evitar enviar) a los usuarios o cual es el mejor formato de entrega.

3 ITINER@: VISTA GENERAL

Las aplicaciones SIG en el ámbito del turismo deben cambiar la información ofrecida al usuario en función de quien la demande, de su contexto y de diversas restricciones. Ello implica que, si queremos añadir semántica a una aplicación, deberemos tener en cuenta la semántica de diferentes dominios: tantos como factores condicionen el contexto en la aplicación a desarrollar.

El asistente turístico Itiner@ propone rutas turísticas a los usuarios en función de sus preferencias, del lugar a visitar, de la franja horaria de la visita y de las limitaciones del dispositivo móvil a utilizar. Por tanto, necesitamos ontologías que traten los siguientes dominios (ver figura 1): turístico (información sobre los puntos de interés, su localización y recursos asociados, como por ejemplo fotos, descripciones y vídeos), temporal (definición del factor tiempo y algunas funciones para tratar información temporal), personal (información sobre el usuario, sus preferencias y sus hábitos en las rutas realizadas hasta el momento), y dispositivos móviles (información sobre dispositivos móviles, junto con sus funcionalidades y limitaciones).

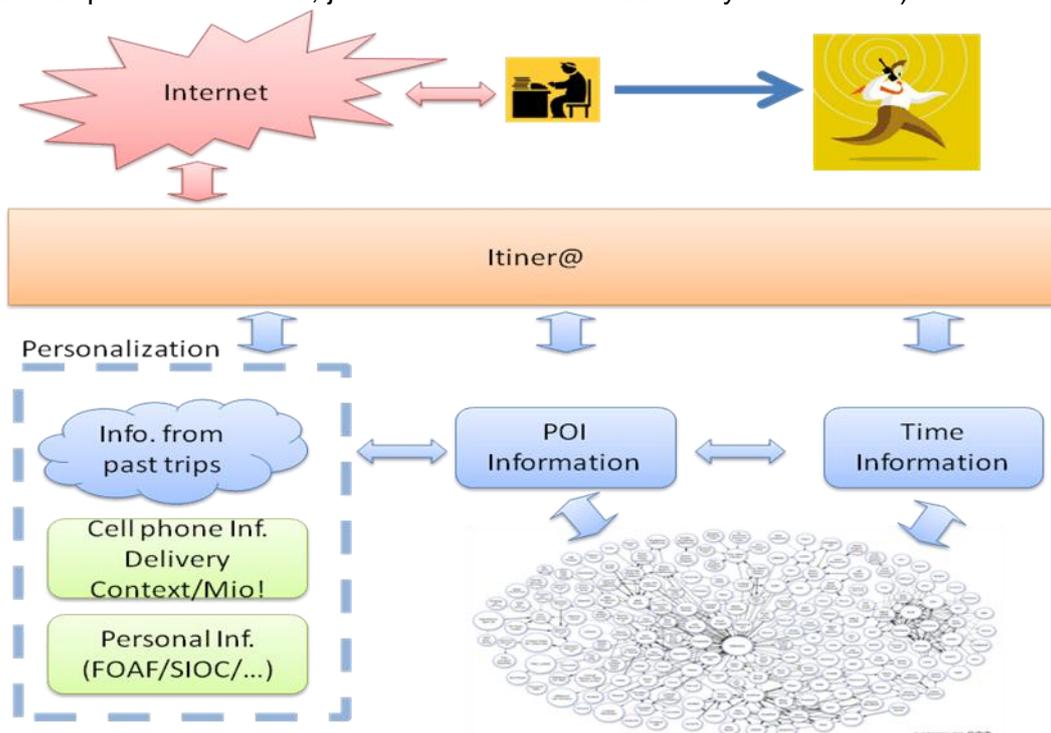


Figura 1: Esquema de la arquitectura del sistema Itiner@

La figura 1 presenta el esquema de la arquitectura del sistema Itiner@. La parte inferior de la figura representa el marco ontológico desarrollado. Como podemos ver, el elemento central del sistema ontológico es la información de los puntos de interés, que contendrá la información básica de los puntos de interés (localización, tipo, nombre y características). Los puntos de interés estarán relacionados con distintas ontologías para dar soporte a la personalización. Por un lado, los puntos de interés estarán relacionados con una ontología temporal para poder definir de forma

semántica cuándo están accesibles y cuándo no. Por otro lado, los puntos de interés estarán enlazados con la información de los usuarios que los han visitado y con qué dispositivo móvil. Notar que la ontología de puntos de interés estará relacionada con OLD para maximizar su interoperabilidad. En particular, la ontología de puntos de interés estará enlazada con la ontología LinkedGeoData. El sistema Itiner@ utilizará la información de las ontologías para presentar rutas personalizadas al usuario vía una interface web. Una vez el usuario haya escogido la ruta a realizar, la ruta y toda su información asociada (POIs a visitar, POIs alternativos, POIS de emergencias, restaurantes, descripciones, fotos, vídeos...) se trasladará al dispositivo móvil para que el usuario pueda realizar la ruta sin necesidad de conectarse a Internet.

En estos momentos, el sistema Itiner@ sólo utiliza la información temporal, de puntos de interés, de preferencias de usuario y el histórico de rutas de los usuarios (elementos pintados de azul en la figura 1). El alineamiento de la información de preferencias de usuario con ontologías relacionadas y la representación de las limitaciones de los dispositivos móviles se ha dejado como trabajo futuro.

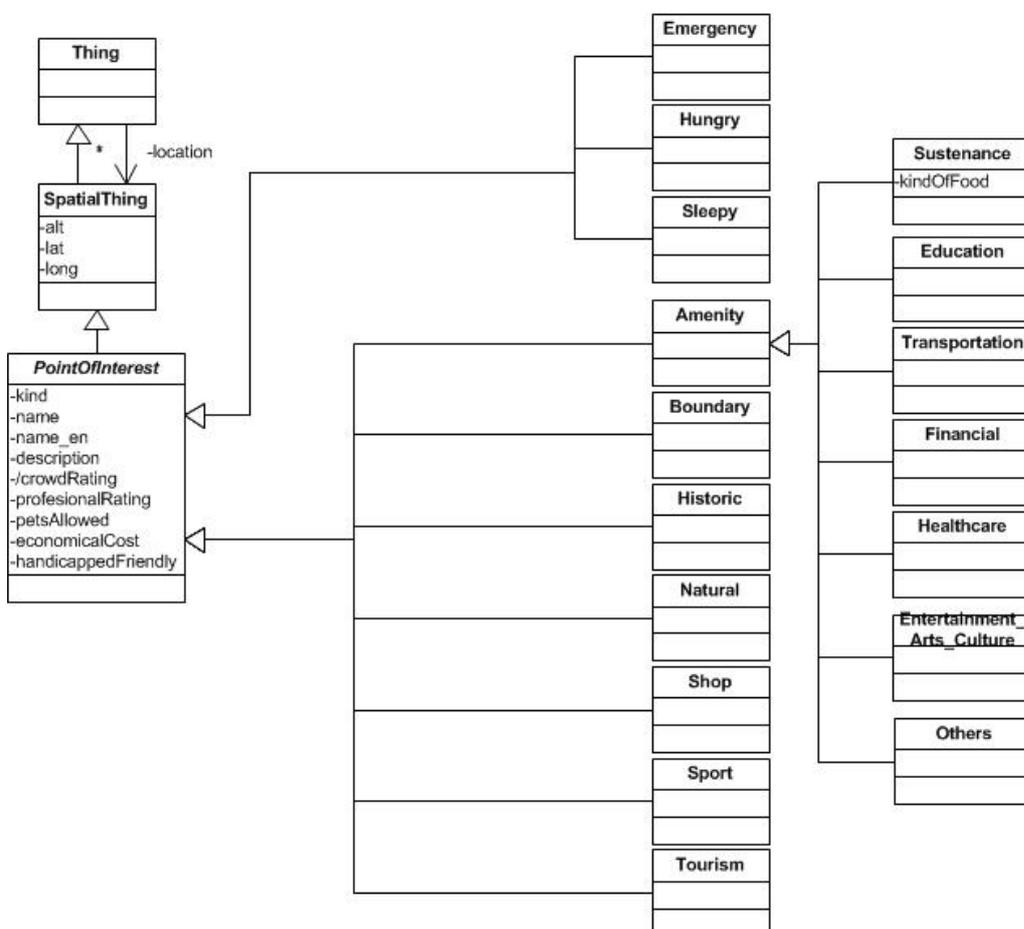


Figura 2: Fragmento de la ontología relacionado con la clase Punto de Interés

4 ONTOLOGIA DE ITINER@

En esta sección se describe brevemente la ontología creada por el proyecto Itiner@, identificando el conocimiento que permite representar, algunos ejemplos de su estructura y sus interrelaciones con otras ontologías existentes. Para información más detallada sobre la ontología desarrollada ver [18].

Tal y como hemos anunciado, el objetivo de la ontología es representar la información sobre puntos de interés, preferencias turísticas de usuarios e información sobre las rutas visitadas. Aun habiendo sido creada específicamente para Itiner@, la ontología deberá permitir un intercambio fácil de datos con distintas aplicaciones/sistemas relacionadas. Con dicho objetivo la ontología Itiner@ ha sido alineada con LinkedGeoData⁷ (para representar los POI), WGS_84⁸ (para representar las coordenadas geográficas) y con la *Time Ontology*⁹ (para representar y tratar información temporal).

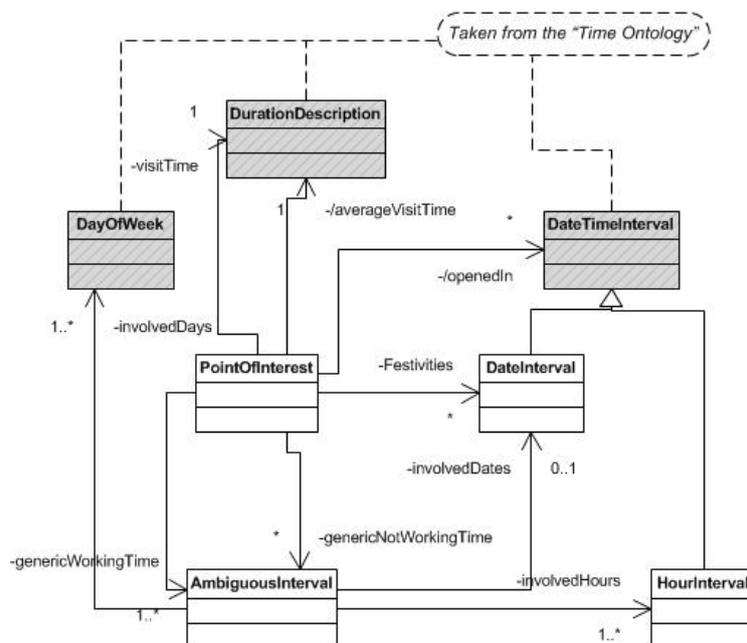


Figura 3: Ontología temporal

Probablemente el elemento central de la ontología es la clase "punto de interés", también llamada POI (ver figura 2). Un punto de interés representa cualquier elemento espacial que merece ser mencionado por su relevancia en un sistema de rutas turístico y/o comercial (por tanto incluye tanto monumentos o atractivos turísticos como tiendas, restaurantes y hospitales). Algunas de las clases relacionadas con *POI* se han reutilizado de otras ontologías, como por ejemplo la clase *SpatialThing*, que viene de la ontología *WGS_84*. Además, la especialización de clases de POI se ha basado en las categorías de punto de interés definidas en la ontología *LinkedGeoData*, es decir, por su tipología y según la necesidad que permite cubrir. Esto permite que nuestra ontología sea directamente compatible con *Open Street Maps*. La especialización de POI permite clasificación múltiple, es decir, un punto de interés puede ser instancia de más de un subtipo de POI, permitiendo por ejemplo que un edificio histórico sea también una tienda. Aparte de la especialización por tipo de punto de interés de *Open Street Maps*, también se han clasificado los puntos de interés en tres grandes tipos: *Emergencia*, *Hambre* y *Sueño*. En *Emergencia* estarán los puntos de interés que puedan dar solución a una situación de emergencia (accidente, incendio, robo...), bajo *Hambre* los POI donde se pueda comer y bajo *Sueño* los POI donde se pueda dormir. Esta clasificación facilita encontrar puntos de interés que den solución a situaciones de emergencia o inesperadas.

Un punto de interés puede tener asociados recursos, que pueden ser imágenes, vídeos, información textual sobre el lugar, mapas, etc. Estos recursos ofrecerán

⁷ <http://linkedgeo.org/About>

⁸ <http://www.w3.org/2003/01/geo/>

⁹ <http://www.w3.org/TR/owl-time/>

información extra al usuario, y mejorarán su experiencia turística. En general, los recursos no estarán almacenados localmente sino que se utilizarán sus URI para acceder a ellos a través de Internet. No obstante, cuando se descargue un punto de interés en el móvil, se descargarán también sus recursos asociados, evitando así que los recursos sean inaccesibles cuando no se tiene conexión a Internet.

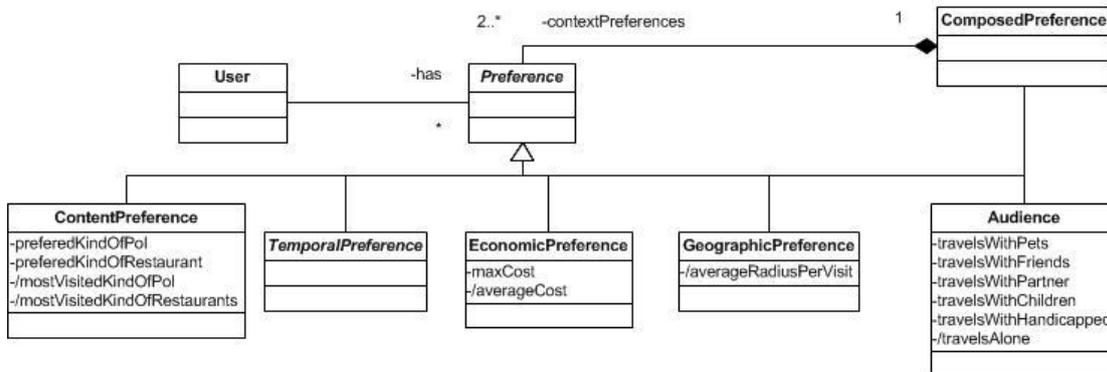


Figura 4: Fragmento de la ontología relacionado con las preferencias de usuario

Por otra parte, uno de los factores críticos en las aplicaciones turísticas es el factor tiempo: hay que tener en cuenta aspectos como el horario de apertura de los puntos de interés, el calendario de apertura, el tiempo necesario para visitarlo, etc. Para almacenar y operar eficientemente con variables temporales se han reutilizado conceptos de la ontología *Time Ontology*. En la figura 3 se puede observar un fragmento de la ontología que utiliza conceptos de la *Time Ontology* para indicar las fechas y horas de apertura de cada punto de interés.

Otro elemento relevante a tener en cuenta en la ontología son las preferencias de los usuarios. Estas preferencias deben servir para que el sistema *l itiner@* sea capaz de ofrecer diferentes rutas a cada usuario en función de sus preferencias y del contexto en que se encuentre. Las preferencias son dependientes del contexto y por tanto podrán variar en función de si el usuario viaja sólo, en pareja, con amigos o con niños. La figura 4 muestra un fragmento de la ontología que se encarga de almacenar las preferencias de usuario. Un usuario puede definir un paquete de preferencias de acuerdo a sus intereses sobre el tipo de punto de interés que desea visitar, los momentos del día en que prefiere hacer la visita o la duración de la misma, las restricciones económicas, las preferencias geográficas de acuerdo a la zona que gusta visitar o a la que acostumbra a visitar, y en función de su compañía, es decir, si viaja con niños, con amigos, con mascotas o con personas con discapacidades. Por otro lado, el sistema también permite definir preferencias compuestas, que combinen dos o más tipos distintos de preferencias (incluso compuestas) para delimitar sus gustos de forma más específica. Esto permitiría representar cosas como "cuando viajo solo me gusta visitar puntos de interés históricos, pero cuando voy con niños prefiero ir a puntos de interés infantiles y acabar la ruta antes de las 5 de la tarde".

La ontología permitirá representar preferencias explícitas e implícitas. Las preferencias explícitas son aquellas que el usuario ha introducido en el sistema. Las preferencias implícitas son las que se extraerán a partir de un proceso de minería de datos después de analizar todas las rutas realizadas por cada usuario. Por ejemplo, alguien puede decir que le gusta visitar iglesias románicas y a la hora de la verdad siempre visitar iglesias góticas. Ambos tipos de preferencias se tendrán en cuenta para personalizar las rutas de los usuarios. Para tener en cuenta las preferencias implícitas, la ontología permitirá representar información histórica de las rutas realizadas por los usuarios (ver figura 5). Por tanto, para cada ruta realizada, se permitirá representar la ruta original (la que planificó el usuario), la ruta final (la que acabó haciendo el usuario) y los recursos consultados de los puntos de interés de la

ruta. Cuando el usuario tenga activado el GPS también se podrá grabar los tiempos de entrada y salida de cada POI, permitiendo inferir las desviaciones del usuario respecto a los tiempos medios de visita y viaje. Aparte de utilizar esta información para la mejora de la personalización de usuario, será muy útil para detectar recursos poco relevantes o errores en los puntos de interés.

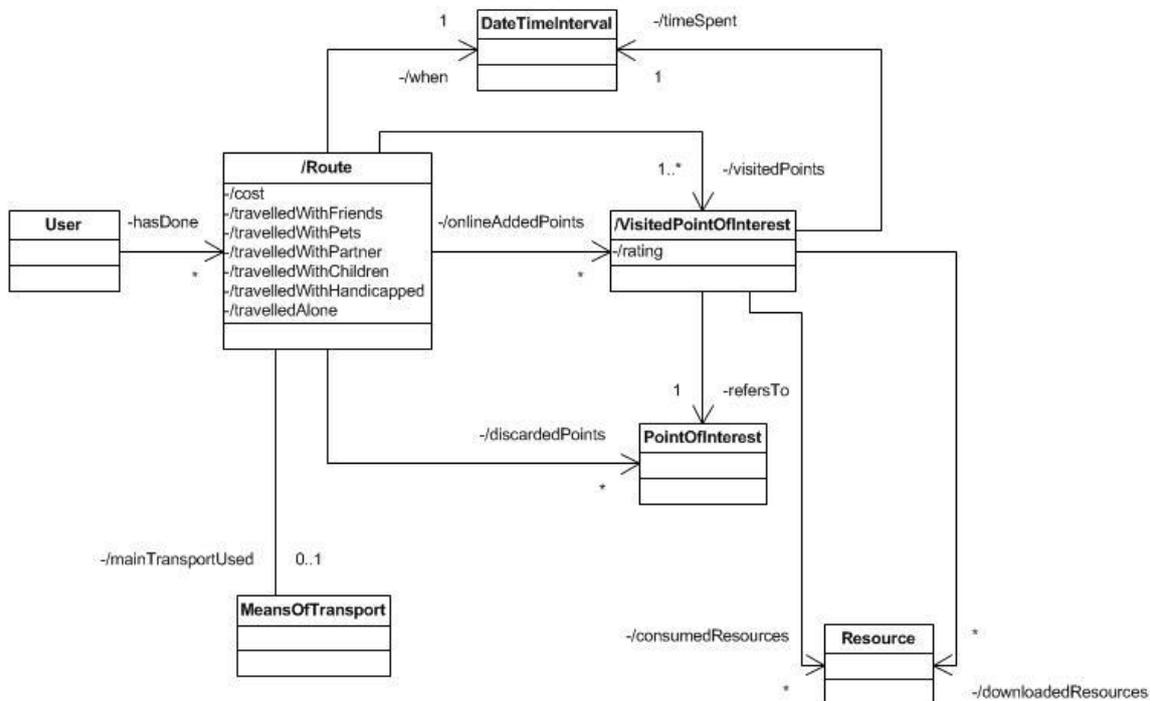


Figura 5: Fragmento de la ontología relacionado con el histórico de rutas

5 IMPLEMENTACIÓN Y USO DE LA ONTOLOGÍA DE ITINER@

La figura 6 muestra la arquitectura final del prototipo de Itiner@. El sistema dispone de dos entornos: un entorno web y un entorno sobre dispositivos móviles Android. Debido a la mayor potencia de cálculo, mayor disponibilidad de ancho de banda en ordenadores de sobremesa y al mayor tamaño de sus pantallas se ha decidido desarrollar una aplicación web para dar soporte en la preparación de las rutas a realizar. Un entorno web de estas características será más usable ya que permitirá mostrar gran cantidad de POI en pantalla y podrá gestionar mapas de forma más eficiente y fácil. Por otro lado, la aplicación móvil está destinada a dar soporte al usuario en la realización de la ruta.

Debido a las limitaciones de los dispositivos móviles (tanto de eficiencia, como tecnológicos) y a la falta de aplicaciones para el tratamiento eficaz de ontologías e información geográfica, ha sido necesario reescribir la ontología en un formato de base de datos relacional [19]. Esta reescritura dificulta la alineación con la ontología *LinkedGeoData* y hace que no sea posible utilizar motores de inferencia y por lo tanto aprovechar todo el potencial de la ontología; sin embargo, por otro lado, proporciona una eficiencia aceptable y aporta interoperabilidad en el sistema.

La información geográfica se obtiene de *OpenStreetMap*. Las imágenes de los mapas se obtienen en línea a través del servicio de mapas de OSM y se procesan y se muestran en el ordenador del cliente utilizando la biblioteca de *OpenLayers*. Por otro lado, la aplicación obtiene del servidor de OSM información turística y vectorial sobre los puntos de interés. Todos los datos turísticos se almacenan en *PostgreSQL*, utilizando el esquema de base de datos que corresponde a la ontología desarrollada.

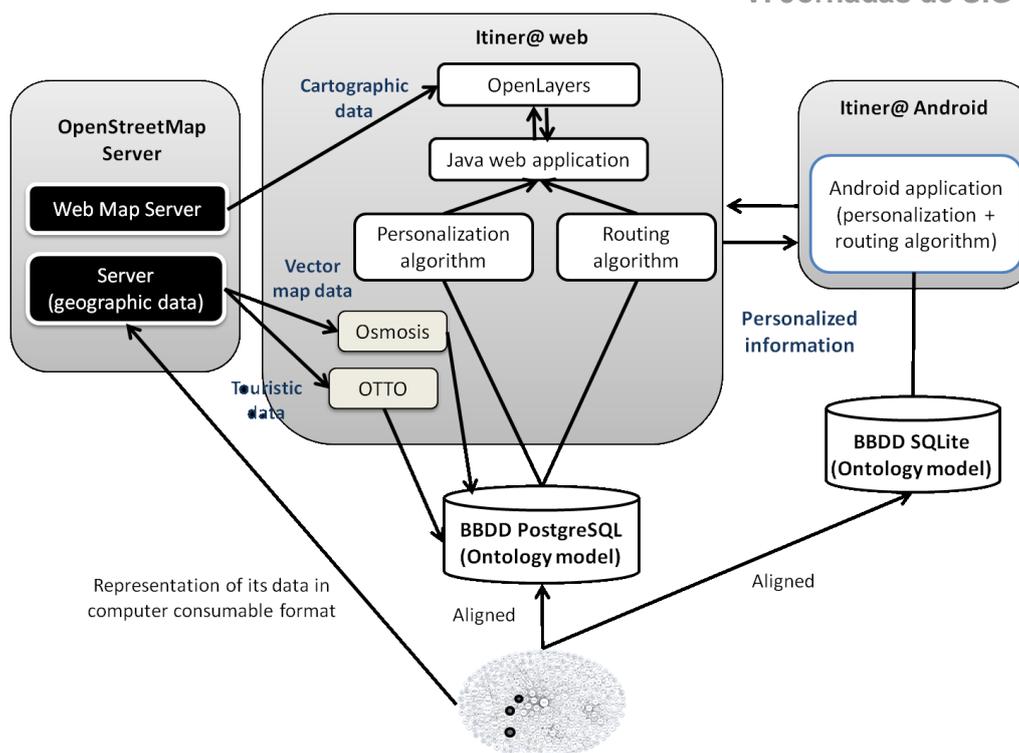


Figura 6: Arquitectura del prototipo de Itiner@

Más tarde, el algoritmo de personalización utiliza los datos turísticos, las preferencias de los usuarios, la fecha y la hora en que se quiere hacer la ruta para proponer los puntos de interés más atractivos para cada usuario [20], sea cual sea su contexto. Estos puntos se introducen en el algoritmo de *routing*, que proporciona una ruta de acceso adecuada para ir desde un punto a otro. Toda esta información se envía de vuelta a *OpenLayers* y se dibuja en el mapa presentado al usuario.

Debido a las limitaciones de los dispositivos móviles y a la poca cobertura de red en gran parte del territorio, el servidor sólo envía la información clave, que es: la ruta personalizada, los datos turísticos de los puntos de interés de la ruta, las imágenes de los mapas y la información geográfica (en formato vectorial) de los mapas de la región de la ruta [21].

La aplicación móvil se ha implementado sobre el sistema operativo *Android* y tiene el objetivo de mostrar las rutas personalizadas y apoyar al usuario en su ruta, ya sea informando de puntos de interés alternativos, del cumplimiento o no del horario de la ruta, o bien rehaciendo la ruta cuando sea necesario. Esta aplicación tiene la mayoría de funcionalidades que ofrece el servidor, pero sin necesidad de conexión a Internet. De hecho, la aplicación móvil sólo requiere conexión a Internet para descargar las rutas turísticas. La figura 7 muestra un ejemplo en el que la aplicación móvil presenta una ruta en el pueblo de Esterrí d'Aneu. Las chinchetas azules representan los puntos de interés a visitar, la línea azul la ruta a seguir y la línea roja el tramo actual. Para mostrar los mapas obtenidos de *OSM* la aplicación utiliza la biblioteca *Osmdroid*¹⁰, que provee funciones similares a *OpenLayers*.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El presente trabajo estudia el uso de información semántica en el proyecto Itiner@. En particular, se presenta qué tipo de información es necesaria para crear un asistente turístico móvil que permite ofrecer rutas personalizadas en función de las preferencias

¹⁰ <http://code.google.com/p/osmdroid/>

de usuario y el contexto y se presenta una ontología que permite representar dicha información. La ontología presentada está alineada con las ontologías *LinkedGeoData* del proyecto *Open Linked Data*, *Time Ontology* y *WGS_84* (que permite geoposicionar elementos). El artículo presenta la arquitectura de *Itiner@*, e indica cómo se ha implementado y usado la ontología y los motivos que han condicionado dicha implementación.

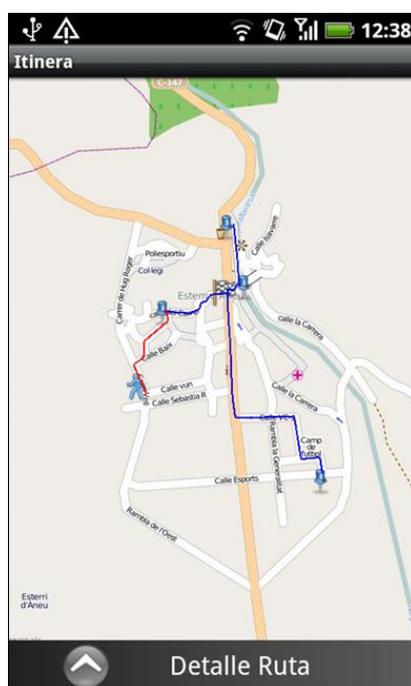


Figura 7: pantalla de ejemplo en la aplicación de *Itiner@* en un móvil

Tal y como se puede observar en [20,21], la ontología creada es suficientemente completa como para permitir generar rutas personalizadas para cada usuario y contexto. Además, su alineamiento con *LinkedGeoData* ha permitido poblar la ontología automáticamente con miles de puntos de interés del territorio catalán. No obstante, tal y como se ha comentado en el artículo, se podría generar rutas personales más adecuadas para cada usuario, más adaptadas a sus dispositivos móviles y con más variedad y cantidad de información para cada punto de interés. Para ello, es necesario añadir más información sobre el perfil social del usuario, sobre los dispositivos móviles que utiliza el usuario junto con sus limitaciones y capacidades y sobre diversos recursos web relacionados con puntos de interés geográfico (fotos de Flickr, vídeos de Youtube ...). Es en esta línea de trabajo en la que se plantea trabajar en un futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido desarrollado gracias al soporte del proyecto TSI-020110-2009-442 y del Instituto IN3 de la Universitat Oberta de Catalunya.

REFERENCIAS

- [1] D.I. J. DE LA FLOR, J. BORRÀS, Y. PÉREZ, A. RUSSO, S. ANTÓN-CLAVE, A. MORENO, A. VALLS, "SigTur/E-Destino: fusión de un SIG con métodos de Inteligencia Artificial para la gestión de regiones turísticas complejas," V Jornadas SIG Libre de Girona, 2011.

- [2] I. MÍNGUEZ, D. BERRUETA, AND L. POLO, "CRUZAR: An Application of Semantic Matchmaking to e-Tourism," Cases on Semantic Interoperability for Information Systems Integration: Practices and Applications, 2010, pp. 255-271.
- [3] M. NIEMANN, M. MOCHOL, AND R. TOLKSDORF, "Enhancing hotel search with semantic web technologies," Journal of theoretical and applied electronic commerce research, vol. 3, 2008, pp. 82-96.
- [4] L. DESCAMPS, A. PEREZ-NAVARRO, J. CONESA, J. CASAS: "Cómo introducir semántica en las aplicaciones SIG móviles: expectativas, teoría y realidad." V *Jornadas SIG Libre de Girona*, 2011.
- [5] T.B. LEE, J. HENDLER, AND O. LASSILA, "The semantic web," Scientific American, vol. 284, 2001, pp. 34-43.
- [6] T.R. GRUBER, "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing," N. Guarino and R. Poli, eds., Deventer, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [7] R. STUDER, V.R. BENJAMINS, AND D. FENSEL, "Knowledge Engineering: Principles and Methods," IEEE Transactions on Data and Knowledge Engineering, vol. 25, 1998, pp. 161-197.
- [8] N.F. NOY AND D.L. MCGUINNESS, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 2001. Technical Report SMI-2001-0880, Stanford Medical Informatics, 2001.
- [9] A. GÓMEZ-PÉREZ, M. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, AND O. CORCHO, *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer Verlag, 2004.
- [10] G. KLYNE, J.J. CARROLL, AND B. MCBRIDE, "Resource description framework (RDF): Concepts and abstract syntax," Changes, 2004.
- [11] W3C, *OWL Web Ontology Language Reference*, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
- [12] WTO, "TouristTerm: The terminology database of the World Tourism Organization (UNWTO)."
- [13] VV.AA, "OpenTravel Implementation Guide - Executive Summary (v1.5)," 2010, pp. 1-6.
- [14] H. ONTOLOGYAN, *The HarmoNET Ontology*, 2011. http://www.ecca.at/harmonet/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=63
- [15] K. SIORPAES, "OnTour System Design," *Tourism*, 2005. <http://e-tourism.deri.at/ont/>
- [16] R. BARTA, C. FEILMAYR, B. PRÖLL, C. GRÜN, AND H. WERTHNER, "Covering the semantic space of tourism: an approach based on modularized ontologies," *Proceedings of the 1st Workshop on CIAO*, 2009, pp. 1-8.
- [17] I. MÍNGUEZ, D. BERRUETA, AND L. POLO, "CRUZAR: An Application of Semantic Matchmaking to e-Tourism."
- [18] J. CONESA, J. CASAS, "Cap a l'ús efectiu d'ontologies en aplicacions informàtiques" *IN3 Working Paper*, 2012.
- [19] DESCAMPS, L.; PÉREZ-NAVARRO, A.; CONESA, J.; CASAS ROMA, J. (2011) *Cómo introducir semántica en las aplicaciones SIG móviles: expectativas, teoría y realidad*. V *Jornadas de SIG libre*.
- [20] DESCAMPS, L.; CASAS ROMA, J.; PÉREZ-NAVARRO, A.; CONESA, J. (2012) *Problemas en la implementación de algoritmos de routing de alta complejidad en dispositivos móviles: el caso Itiner@*. VI *Jornadas de SIG libre*.
- [21] DESCAMPS, L.; CASAS ROMA, J.; PÉREZ-NAVARRO, A.; CONESA, J. (2012) *Rutas turísticas personalizadas en dispositivos móviles sin necesidad de conexión a internet: Itiner@*. VI *Jornadas de SIG libre*.