

OntPersonal: ontología de personalización para ITINER@, un sistema generador de rutas turísticas basado en información semántica.

Vladimir C. Ocegueda-Hernández (1), Jordi Conesa-Caralt(2)

(1) Master en Software Libre, Universidad Oberta de Catalunya, Guadalajara, México, vocegued@uoc.edu

(2) Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones, Universidad Oberta de Catalunya, Barcelona, España, jconesac@uoc.edu

Resumen.

En este artículo se presenta la ontología *OntPersonal*, una ontología de personalización para la aplicación ITINER@ [1], un sistema generador de rutas turísticas basado en información semántica. La ontología *OntPersonal* modela un conjunto de preferencias turísticas y restricciones de contexto asociadas al usuario final (turista), lo que se denomina su *perfil*. A partir de un juego de reglas SWRL se intentan inferir los puntos de interés (POI o visitables) – obtenidos de una ontología externa instanciada - más relevantes para cada perfil. Esta información, aunada a otras consideraciones, podría utilizarse por el sistema ITINER@ para construir rutas turísticas personalizadas. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al evaluar la ontología usando POI pertenecientes a la región de Esterrri d’Aneu en Cataluña, España.

Palabras clave: Web semántica, ontología, personalización, puntos de interés, SWRL

1. Introducción.

La mayor parte de este trabajo se ubica en la capa ontológica de la Web semántica. La definición más aceptada del término ontología en su connotación informática (el concepto original proviene de la filosofía) establece que es “una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida” [2]. Desde finales de la década de los 80, el uso de ontologías se introdujo en el campo de la Inteligencia Artificial como un mecanismo para reutilizar y compartir conocimiento. En la actualidad, es común escribir ontologías para representar el conocimiento de un dominio.

¿Qué beneficios pueden obtenerse de agregar contenido semántico a los sistemas de información turísticos?. Resulta interesante revisar el caso de los asistentes turísticos para dispositivos móviles (ver sección 2). Como se señala en [1], la efectividad de estas aplicaciones es cuestionable. En la mayoría de los casos se limitan a presentar información al usuario, pero rara vez son capaces de diseñar verdaderas rutas turísticas personalizadas. La presente investigación se inscribe en el marco de un proyecto más amplio denominado ITINER@ [1] que busca mejorar las aplicaciones SIG en el sector del turismo mediante el uso de información semántica. Uno de los objetivos centrales de este proyecto es la creación de rutas turísticas personalizadas considerando, entre otros factores, las preferencias del usuario. Además, se pretende que el traslado de dichas rutas a dispositivos móviles permita que los usuarios hagan los recorridos sin necesidad de conectarse a Internet. Tanto las preferencias del usuario como las características de los dispositivos móviles constituyen elementos de personalización que pueden modelarse mediante el uso de ontologías.

En informática, el problema de la *personalización* está fuertemente ligado al problema del *modelado de usuario*. A lo largo del tiempo se han propuesto diferentes

aproximaciones para construir modelos de usuario. En general, podemos agruparlas en representaciones *no-ontológicas* y representaciones *ontológicas*. Una de las principales ventajas de las representaciones ontológicas es que pueden usarse no sólo para representar información explícita sobre el usuario, sino también para inferir conocimiento implícito.

Como se aprecia en la figura 1, en ITINER@ se contemplan diversas ontologías de soporte a la personalización. *OntPersonal* fue concebida como una ontología que almacena las preferencias turísticas de los usuarios e intenta inferir los puntos de interés más relevantes para su perfil. Se considera, por tanto, que su contribución al diseño de rutas turísticas personalizadas está en línea con los objetivos planteados en el proyecto ITINER@. En este trabajo se pretende mostrar que el uso de ontologías es un medio apropiado para lograr este propósito.

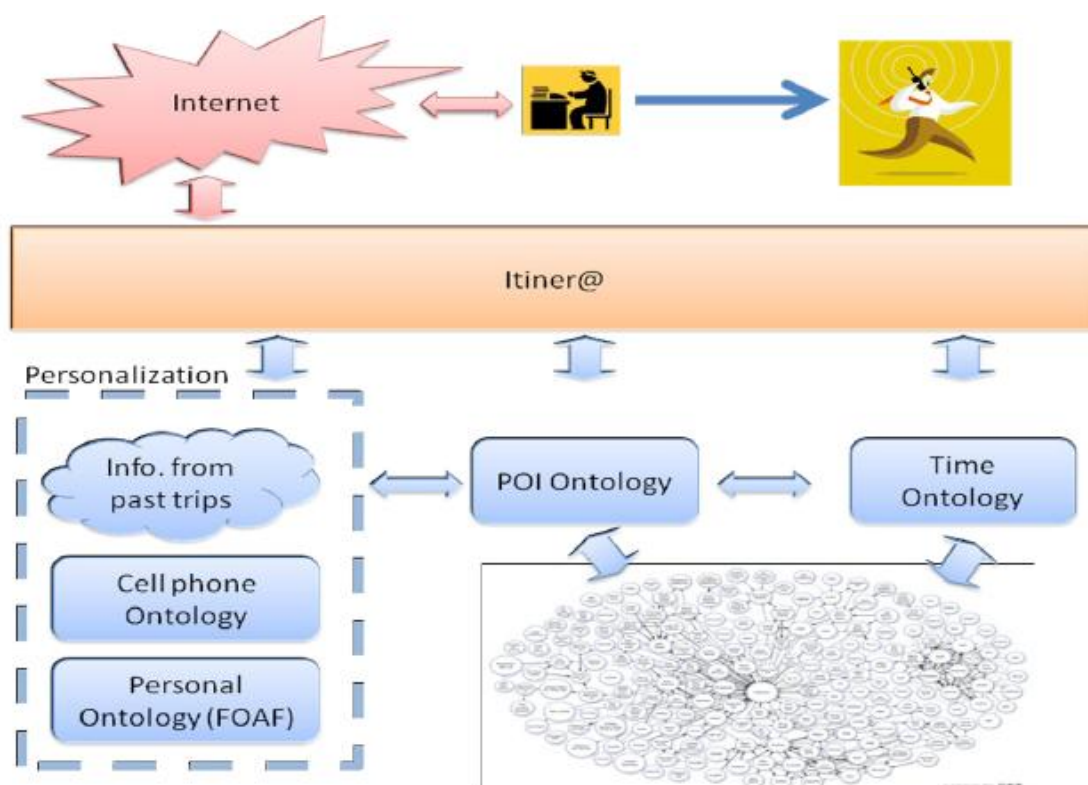


Figura 1. Arquitectura básica del sistema ITINER@.

En las secciones siguientes se discuten los trabajos relacionados (sección 2), las herramientas metodológicas (sección 3), los detalles de diseño (sección 4), así como la evaluación de *OntPersonal* en el contexto de prueba (sección 5). La última parte del estudio se enfoca en las conclusiones y las posibles líneas de trabajo futuro (sección 6).

2. Trabajos relacionados.

La tabla 1 muestra una selección de los principales asistentes turísticos para dispositivos móviles desarrollados hasta hoy, así como los tipos de personalización que implementan. Conviene destacar las aplicaciones que ofrecen rutas turísticas de aquellas que se limitan a servir de guías informativos. Esta distinción puede considerarse crucial para determinar el grado de personalización que dichas aplicaciones son capaces de proporcionar al usuario final. En el caso del proyecto ITINER@ se pretende diseñar rutas turísticas en función de las preferencias personales, del lugar a visitar, de la franja horaria de la visita y de las limitaciones del dispositivo móvil que el usuario utilizará para realizar la ruta .

	Sensible al historial	Sensible al contexto	Sensible a preferencias	Orientada al dispositivo	Reflejada en guías	Reflejada en rutas
Movópolis [4]		x			x	
SIGATEX-Móvil [5]			x		x	
Guía rural GPS [6]				x		x
Agent-based personalized tourist route advice system [7]	x	x	x			x
P-Tour [8]			x			x
The Dynamic Tour Guide [9]		x	x	x		x
SAMAP [10]	x		x	x		x
CRUMPET [11]		x	x	x	x	
TRPNS [12]	x		x			x
Psis Mobile [13]		x	x		x	x
ITINER@ [1]	x	x	x	x		x

Tabla 1. Personalización en asistentes turísticos para dispositivos móviles

Para los sistemas que soportan el cálculo de rutas personalizadas resulta interesante señalar las técnicas usadas para aproximar los perfiles de usuario con los puntos de interés. Dichas técnicas pueden dividirse en *ontológicas* y *no-ontológicas*. En el último caso, es común encontrar cálculos de similitud perfiles-POI basados en enfoques probabilísticos o modelos vectoriales.

A continuación se revisan brevemente algunos aspectos relevantes de cada uno de los asistentes turísticos mencionados.

Movópolis [4]: Rígel, la empresa creadora de este producto asegura que “cualquier turista recibe toda la información necesaria para disfrutar y aprovechar al máximo su estancia en la ciudad de forma personalizada y en tiempo real”. La personalización se manifiesta en forma de contenido multimedia que se recibe en el dispositivo móvil del usuario. Los dispositivos móviles se activan por la proximidad con sensores colocados en los puntos de interés.

SIGATEX-Móvil [5]: Es un proyecto libre desarrollado para la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Extremadura. Incorpora un motor para el cálculo de rutas entre puntos de interés basado en GPS, pero su personalización en este sentido es limitada. El sistema trabaja en base a la información explícita que ingresa el usuario y permite personalizar algunos aspectos como indicar si el recorrido se realiza a pie o en automóvil. Su funcionamiento se asemeja más al de un navegador geográfico que al de un generador de rutas turísticas.

Guía Rural GPS [6]: Guía Rural GPS es un gestor y planificador multilingüe de información turística para entidades comarcales. Posee un componente para la planificación de rutas turísticas que recoge los puntos de interés que ingresa el usuario y entrega una ruta electrónica que puede leerse en dispositivos móviles equipados con GPS. La ruta se enriquece a través de contenido multimedia asociado con los puntos de interés. Sin embargo, la personalización es prácticamente nula.

Agent-based personalized tourist route advice system [7]: Este sistema es capaz de generar rutas turísticas personalizadas mediante un proceso iterativo que selecciona

en cada paso el segmento de ruta más atractivo basado en las preferencias del usuario. Tanto las preferencias del usuario como los recursos turísticos disponibles se integran en un modelo vectorial basado en ponderaciones numéricas que representan los valores de las atracciones y su costo. La personalización de la aplicación se basa en modelos heurísticos y no utiliza ontologías.

P-Tour: A personal navigation system for tourism [8]: En este sistema el usuario ingresa en su dispositivo móvil la mayoría de las restricciones para el cálculo de la ruta tales como el punto de inicio, el tiempo de salida, el punto de regreso, el tiempo de regreso y los puntos de interés junto a su importancia relativa, el tiempo de llegada y el tiempo estimado de la visita. A partir de estos datos, el sistema calcula la ruta que mejor se ajusta a las restricciones. Aunque la aplicación se adapta a ciertos cambios de contexto (por ejemplo, por retrasos en el recorrido original) no almacena el historial de rutas de un usuario, ni sus preferencias y no tiene mecanismos de inferencia.

The Dynamic Tour Guide (DTG) [9]: DTG es un agente de software accesible mediante dispositivos móviles y diseñado para calcular rutas turísticas a partir de las preferencias del usuario y la ventana de tiempo disponible para efectuar el recorrido. Introduce el concepto de TBB (Tour Building Block) asociado con atracciones (como un monumento) o proveedores de servicios (como un restaurante). Tanto las preferencias del usuario como los perfiles del TBB se almacenan en una ontología. El agente realiza un cálculo de similitud semántico entre las preferencias del usuario y los perfiles de los TBB para proponer la mejor ruta. La aplicación es sensible a la ubicación del dispositivo móvil y es capaz de reconocer los TBB disponibles en el entorno cercano para recalcular las rutas en caso necesario. Sin embargo, otras restricciones relevantes como la hora del día no son tomadas en cuenta.

SAMAP. An user-oriented adaptive system for planning tourist visits [10]: SAMAP es un sistema multi-agente que genera rutas turísticas a partir del perfil del usuario actual y de otros usuarios similares que realizaron la misma ruta. El sistema está orientado a dispositivos móviles con acceso a internet. SAMAP propone una lista de lugares con una probabilidad alta de ser interesantes para el usuario a través de un razonamiento basado en casos. Los agentes comparten el conocimiento a través de una ontología diseñada con la herramienta Protégé. Una parte de esta ontología se encarga de almacenar los intereses y las preferencias del usuario. Este enfoque semántico junto con los criterios de similitud basados en casos confieren a SAMAP una personalización muy rica.

CRUMPET: Creation of User-Friendly Mobile Services Personalised for Tourism [11]: Presentado en el año 2001, fue una de las primeras aplicaciones que integró los servicios personalizados, la arquitectura multi-agente, los servicios basados en localización y las tecnologías de comunicaciones inalámbricas para construir un asistente turístico orientado a dispositivos móviles. Aunque no se trata de un planificador de rutas, sino de un gestor de servicios turísticos, CRUMPET concede un rol importante a la personalización basada en las preferencias y localización de los usuarios.

A tourist route planning and navigation system based on LBS: TRPNS [12]: Con TRPNS un turista puede planear el día con actividades específicas recomendadas a partir de sus preferencias. La ruta sugerida toma en cuenta otras restricciones como los tiempos de llegada y estancia en los puntos de interés. Una vez que la ruta es generada, TRPNS ayudará al usuario a seguirla de manera eficiente a través de su navegador. El sistema conjuga una arquitectura multi-agente con un enfoque orientado a servicios (SOA). Un agente se encarga de la gestión de los perfiles de usuario registrando los datos personales, las preferencias explícitas y el historial de

actividades. El sistema no utiliza ontologías y el conocimiento se almacena en una base de datos.

PSiS Mobile: Recommendation and Planning through Mobile Devices in Tourism Context [13]: Se trata de uno de los trabajos más recientes en materia de asistentes turísticos para dispositivos móviles. Según sus autores, existen hasta hoy dos grandes divisiones en este campo: los guías informativos y los sistemas de recomendación. En el primer caso, hablamos de aplicaciones que guían al usuario a través de puntos de interés detectables por el dispositivo móvil en su entorno cercano (es decir, se incorporan elementos del contexto). En el segundo caso, las aplicaciones utilizan conocimiento acerca de las preferencias del usuario para calcular una ruta sobre puntos de interés acordes con su perfil. Muy pocos sistemas suelen incorporar ambos enfoques, pero PSiS promete hacerlo. Sin embargo, para la planificación de rutas es necesario que el usuario se registre en la página Web del proyecto. Es aquí donde el usuario puede aprovechar las características del portal Web para obtener una ruta personalizada. PSiS Mobile complementará y actualizará el contenido de este plan con información de contexto del usuario. En el documento no se especifica de qué forma se almacenan y actualizan los perfiles de usuario, ni las técnicas usadas para aproximar las preferencias personales con los puntos de interés disponibles, por lo que no es posible obtener conclusiones claras acerca de sus mecanismos de personalización.

3. Herramientas metodológicas.

Para la construcción de OntPersonal se han seguido las pautas metodológicas contenidas en [14]. En dicho trabajo se presenta una metodología simple de ingeniería del conocimiento y se describe el diseño de ontologías como un proceso necesariamente iterativo. Se trata entonces de una metodología de alcance restringido, dependiente del dominio. Sin embargo, si las ontologías son concebidas como *artefactos de software* es necesario contar con una metodología de diseño más general, independiente del dominio. El modelo de desarrollo de software *basado en prototipos* parece adaptarse de manera natural a las condiciones del proyecto. En la tabla 2 se muestra cómo la metodología de construcción de ontologías se integra con el modelo de desarrollo de software.

Metodología para la construcción de ontologías		Modelo de desarrollo de software
Paso	Descripción	Etapas
1	Determinar el dominio y alcance de la ontología	Análisis
2	Considerar la reutilización de ontologías existentes	Diseño
3	Enumerar términos importantes para la ontología	
4	Definir las clases y las jerarquías de clases	
5	Definir las propiedades de las clases	
6	Definir las facetas de las propiedades (dominio, rango, tipo de dato, cardinalidad, etc)	
7	Crear instancias	Implementación

Tabla 2. Herramientas metodológicas.

4. Detalles de diseño.

El primer punto que conviene definir es el dominio y alcance de la ontología. OntPersonal propone un modelo para representar las preferencias turísticas de los usuarios y algunas restricciones de contexto, lo que se denomina su *perfil*. A partir de este conocimiento explícito, la ontología intenta inferir los puntos de interés más relevantes para el perfil del usuario. Este concepto se ilustra en la figura 2.

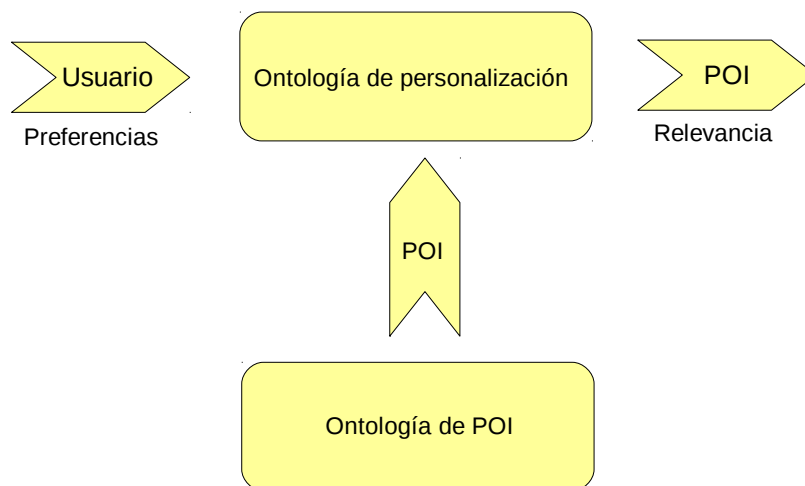


Figura 2. Dominio y alcance de la ontología OntPersonal.

Para lograr el cometido anterior, el diseño de OntPersonal se ha inspirado en tres ontologías existentes: FOAF [15], GUMO [16] y CRUZAR [17]. A continuación se describen los roles que juegan dichas ontologías en el proyecto.

FOAF (Friend of a Friend): esta ontología ha llegado a convertirse en un medio muy popular en Internet para describir personas y sus relaciones. En el diseño de OntPersonal se ha reutilizado la clase *Person* de FOAF y algunas de sus propiedades para modelar la información personal del usuario. Con el reuso de FOAF, la ontología puede enlazarse con el espacio global de datos OPEN LINKED DATA [18].

GUMO (General User Model Ontology): esta ontología de alto nivel resulta apropiada para modelar diversas dimensiones del usuario. Presenta algunas ventajas frente a otras ontologías de su tipo. En primer lugar, contiene elementos de información personal, de contexto y dependientes del dominio para describir exhaustivamente la situación del usuario. En segundo lugar, es una ontología reconocida y robusta. Por último, es una ontología flexible que puede adaptarse a diferentes dominios de aplicación. En OntPersonal se ha reutilizado un subconjunto de las clases disponibles en GUMO para modelar tres aspectos del usuario: el rol (clase *Role*), los contextos del viaje (clase *TravelContexts*) y las preferencias turísticas (clase *Preference*). Aunque la jerarquía de clases de GUMO se ha preservado, algunas subclases se especializaron para ajustarlas a los requerimientos del proyecto.

CRUZAR: el modelo de intereses turísticos de OntPersonal está inspirado en esta ontología. La clase superior *Quality* y las subclases *Interest* y *ArtStyle* retoman un concepto desarrollado en CRUZAR que permite asociar ciertas cualidades intrínsecas a las entidades. En OntPersonal, las cualidades *interés turístico* y *lo estilo artístico* se asocian con la entidad *punto de interés*. Esta característica es crucial para ponderar la relevancia de los puntos de interés y su grado de atractivo turístico para los perfiles de usuario.

La figura 3 muestra un fragmento de la jerarquía de clases de OntPersonal creado con la herramienta Protégé 4.1. Las clases *SpatialThing* y *Resource* pertenecen a una ontología externa de puntos de interés. Las clases *Quality* y *SituationalElements* se han tomado de las ontologías CRUZAR y GUMO respectivamente.

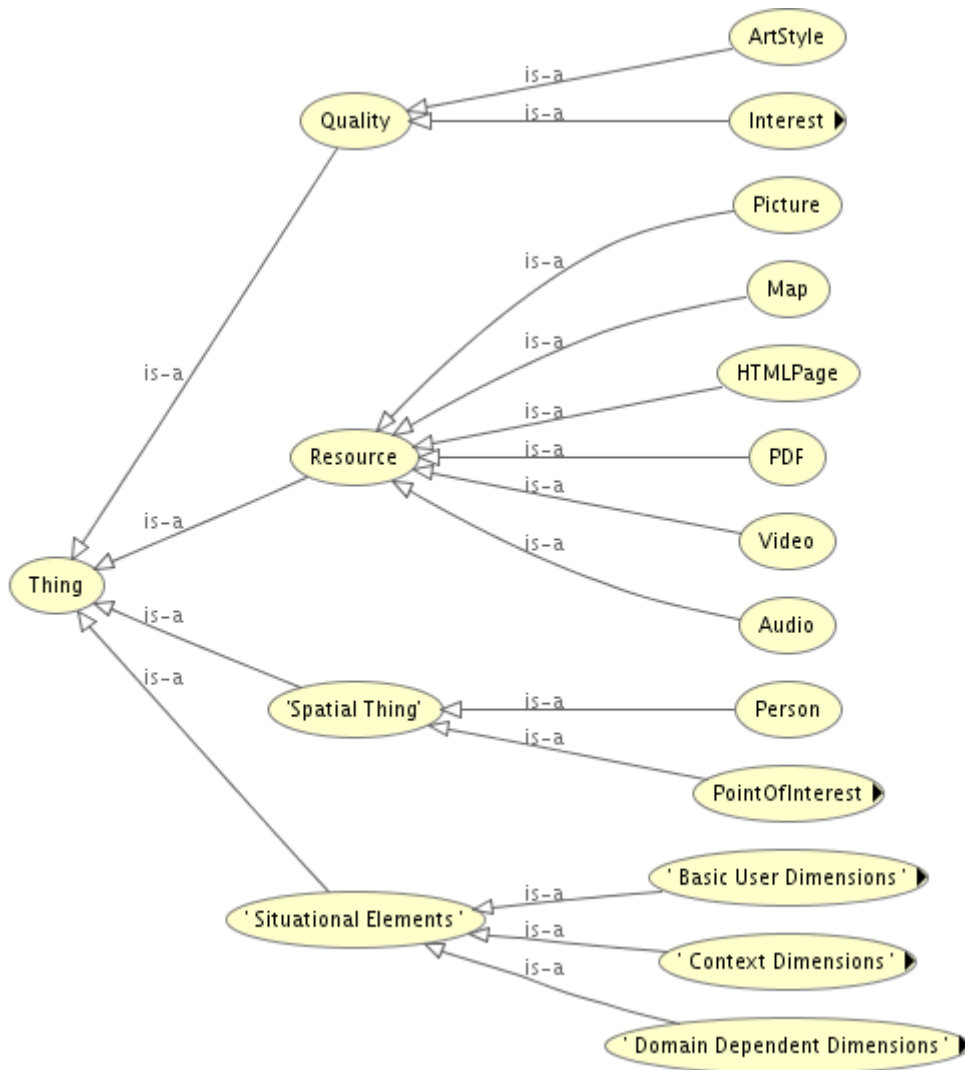


Figura 3. Fragmento de la jerarquía de clases de OntPersonal.

4.1. Puntos de interés.

En este trabajo se denominan *puntos de interés* (POI) a los recursos con ubicaciones específicas que tienen atractivo turístico para los perfiles de usuario. En ITINER@, las rutas turísticas personalizadas constan de una secuencia de POI y su información asociada. Los POI de una ruta se seleccionan, en otros factores, en función de las preferencias del usuario. En [1] se indican todas las restricciones adicionales a considerar en el diseño de las rutas. Por el momento, basta con establecer una medida de la relevancia de los POI con respecto a los perfiles de usuario.

En la tabla 3 se muestran las propiedades utilizadas en el cálculo de la relevancia de los POI. Las propiedades *handicappedFriendly* y *professionalRating* corresponden al diseño original de la ontología de POI. Las propiedades *hasQuality*, *hasInterest*, *interestRating*, *childrenFriendly*, *verySuitableForGroup* y *poiRelevance* extienden la ontología de POI. A excepción de la propiedad *poiRelevance*, los valores de todas las propiedades se establecen de manera explícita. El cálculo de la relevancia de los POI, explicado a continuación, está basado en el algoritmo descrito en [19].

Propiedad	Fuente	Tipo	Dominio	Rango
hasQuality	Extensión	Object		Quality
hasInterest	Extensión	Object	PointOfInterest	TouristInterest
interestRating	Extensión	Data	TouristInterest	{1, 2, 3, 4}
handicappedFriendly	Original	Data	TouristInterest	Boolean
childrenFriendly	Extensión	Data	PointOfInterest	Boolean
professionalRating	Original	Data	PointOfInterest	Int
verySuitableForGroup	Extensión	Data	PointOfInterest	{0, 1, 2, 3}
poiRelevance	Extensión	Data	PointOfInterest	Int

Tabla 3. Propiedades usadas en el cálculo de relevancia de los POI.

El proceso de cálculo de la relevancia de los POI considera tres aspectos básicos:

a) Cada POI tiene cualidades turísticas descritas por sus intereses turísticos (propiedad *hasInterest*) y, eventualmente, por sus estilos artísticos (propiedad *hasQuality*). Los intereses turísticos tienen una relevancia intrínseca definida por el valor de la propiedad *interestRating*. La sumatoria de las relevancias intrínsecas de los intereses turísticos asociados a cada POI establece el valor de la propiedad *professionalRating*.

b) Cada POI tiene cualidades de contexto descritas por las propiedades *handicappedFriendly*, *childrenFriendly* y *verySuitableForGroup*. Las propiedades *handicappedFriendly* y *childrenFriendly* operan exclusivamente como restricciones para los perfiles de usuario. Un POI con la propiedad *handicappedFriendly* = false estará prohibido para un perfil que incluye personas con discapacidad como compañeros de viaje. Un POI con la propiedad *childrenFriendly* = false estará prohibido para un perfil que incluye niños como compañeros de viaje. La propiedad *verySuitableForGroup* pondera el atractivo especial del POI para cierto grupo de usuarios. Sus valores se asignan como sigue:

Si el POI es igualmente atractivo para cualquier usuario, *verySuitableForGroup*= 0

Si el POI es especialmente recomendable para grupos, *verySuitableForGroup*= 1

Si el POI es especialmente recomendable para parejas, *verySuitableForGroup*= 2

Si el POI es especialmente recomendable para niños, *verySuitableForGroup*= 3

c) Finalmente, el valor de la propiedad *poiRelevance* expresa la relevancia turística del POI. Este valor se calcula por medio de la siguiente regla SWRL:

PointOfInterest(?x), verySuitableForGroup(?x,?a), professionalRating(?x,?b), add(?sum,?a,?b) -> poiRelevance(?x,?sum)

Los intereses turísticos de los POI se relacionan con las preferencias turísticas de los perfiles mediante la propiedad inferida *isSuitableForPreference*. La correspondencia preferencia turística-interés turístico es uno a uno y se establece por medio de reglas SWRL como la siguiente:

PointOfInterest(?x), hasInterest(?x,Interes-en-estilo-romano) -> isSuitableForPreference(?x,Ver-estilo-romano)

4.2. Perfiles de usuario.

Los perfiles contienen las preferencias turísticas del usuario y las restricciones de contexto. En este trabajo la única restricción de contexto se relaciona con los

compañeros de viaje. Dicha restricción se modela mediante axiomas OWL y da origen a cuatro diferentes tipos de perfiles que se explican en la tabla 4.

Clase	Descripción
WithoutSpecialTravelCompanions	Es un perfil que no incluye compañeros especiales de viaje (niños y personas con discapacidad)
WithChildrenAndHandicappedTravelCompanions	Es un perfil que incluye niños y personas con discapacidad como compañeros de viaje
WithHandicappedTravelCompanions	Es un perfil que incluye personas con discapacidad como compañeros de viaje, pero no niños.
WithChildrenTravelCompanions	Es un perfil que incluye niños como compañeros de viaje, pero no personas con discapacidad.

Tabla 4. Perfiles de usuario.

Para establecer las preferencias turísticas y los compañeros de viaje asociados a cada perfil se utilizan las propiedades *hasPreference* y *hasTravelCompanions*. Cada perfil manifiesta su “deseo turístico” por determinados POI mediante la propiedad inferida *hasDesireTowards*. Esta propiedad se obtiene a partir de las siguientes reglas SWRL (una para cada tipo de perfil):

WithoutSpecialTravelCompanions(?x),PointOfInterest(?y),TouristPreference(?z),hasPreference(?x,?z),isSuitableForPreference(?y,?z)->hasDesireTowards(?x,?y)

WithChildrenAndHandicappedTravelCompanions(?x),PointOfInterest(?y),TouristPreference(?z),hasPreference(?x,?z),isSuitableForPreference(?y,?z),handicappedFriendly(?y,true),childrenFriendly(?y,true)->hasDesireTowards(?x,?y)

WithHandicappedTravelCompanions(?x),PointOfInterest(?y),TouristPreference(?z),hasPreference(?x,?z),isSuitableForPreference(?y,?z),handicappedFriendly(?y,true)->hasDesireTowards(?x,?y)

WithChildrenTravelCompanions(?x),PointOfInterest(?y),TouristPreference(?z),hasPreference(?x,?z),isSuitableForPreference(?y,?z),childrenFriendly(?y,true)->hasDesireTowards(?x,?y)

Es importante destacar el papel que juegan las propiedades *handicappedFriendly* y *childrenFriendly* en este conjunto de reglas SWRL. Su presencia garantiza que los POI inferidos se ajusten a las restricciones de contexto de los perfiles.

La propiedad inversa de *hasDesireTowards* es *isDesiredFrom*. Esta propiedad resulta útil para evaluar la competencia de la ontología según se verá más adelante.

5. Evaluación de la ontología.

La ontología se evaluó en torno a tres criterios: *validez*, *consistencia* y *competencia*. Para las pruebas de competencia fue necesario instanciar la ontología de puntos de interés dando lugar a 69 individuos pertenecientes a la región de Esterri d’Aneu, en Cataluña, España. Además se crearon 4 perfiles de usuario (uno por cada tipo de perfil). Los cuestionarios de competencia se aplicaron con la herramienta *DL Query* de Protégé. A continuación se muestran las condiciones y resultados de un caso de prueba.

Individuo: Perfil-1

Tipo de perfil: *WithoutSpecialTravelCompanions*

Preferencias:

hasPreference = Ver-estilo-romano

hasPreference = Ver-arquitectura

hasPreference = Ver-museo

Restricciones de contexto:

hasTravelCompanions = Grupo-de-pareja

El rango de relevancia de los puntos de interés osciló entre 1 y 23. A partir de esta información se diseñaron algunas preguntas de competencia con *DL Query* similares a la siguiente (el umbral de relevancia es arbitrario):

PointOfInterest and isDesiredFrom value Perfil-1 and poiRelevance some int [>15]

Los resultados de la consulta se muestran en la figura 4.

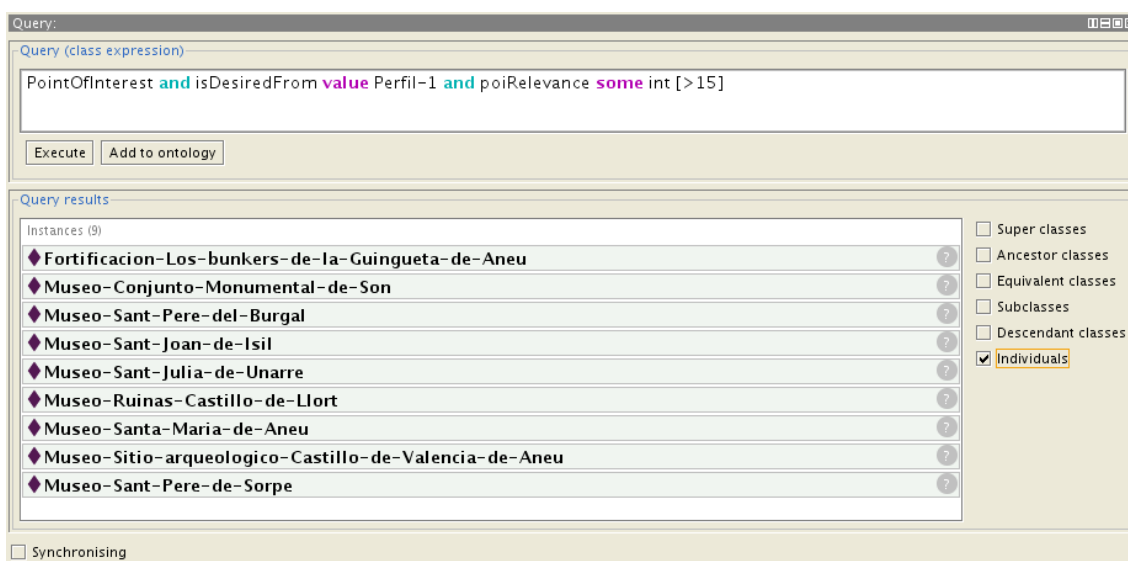


Figura 4. Evaluación de competencia: caso de prueba.

En la tabla 5 se muestra un resumen de la evaluación de la ontología en torno a los tres criterios definidos.

Criterio	Herramienta de evaluación	Resultados
Validez	W3Schools XML validator	Estructura sintáctica XML sin errores.
	OWL validator	Estructura sintáctica OWL sin errores.
Consistencia	Razonador Fact++	Sin errores. No permite inferencias a partir de reglas SWRL. La ontología utiliza reglas SWRL.
	Razonador HermiT 1.3.5	Sin errores. No permite utilizar los <i>built-in atoms</i> de SWRL. La ontología tiene una regla que utiliza el átomo <i>swrlb:add</i> .
	Razonador Pellet	Sin errores. Soporta todas las reglas SWRL utilizadas en la ontología.
Competencia	DL Query	Todos los casos de prueba (uno por cada tipo perfil) correctos.

Tabla 5. Evaluación de la ontología.

6. Conclusiones y trabajo futuro.

La contribución principal de este trabajo radica en mostrar que el problema de la *personalización* en los sistemas de recomendación turísticos puede abordarse mediante un enfoque ontológico. El estudio forma parte de una investigación más general, el proyecto ITINER@, que pretende probar las ventajas de añadir información semántica a los SIG turísticos. En particular, se busca ofrecer una personalización rica para el diseño de rutas turísticas y OntPersonal es un paso en este sentido.

OntPersonal es una ontología fácil de extender. En el diseño original se han reutilizado algunas clases y propiedades de las ontologías FOAF y GUMO. Se trata de ontologías reconocidas y aplicadas en diferentes dominios. Mediante la clase *Person* de FOAF es posible enlazarse con el espacio global de datos OPEN LINKED DATA. Por su parte, GUMO es una ontología de alto nivel que contiene gran cantidad de clases para describir la situación del usuario. La principal línea de trabajo futuro de OntPersonal está relacionada con la extensión de sus capacidades de personalización. Para este propósito, además de lo comentado, se pueden aprovechar algunas propiedades de la ontología externa de POI como *economicalCost* (lo que sugiere una restricción de contexto asociada con el presupuesto del usuario), *kindOfFood* (lo que sugiere una restricción de contexto asociada con las preferencias gastronómicas del usuario) y *petsAllowed* (lo que sugiere una restricción de contexto asociada con un tipo especial de compañeros de viaje).

OntPersonal propone un modelo para aproximar los perfiles de usuario con los POI. Esta solución debe probarse aún en el contexto de una aplicación real. En particular, por la orientación final de la aplicación, se debe evaluar su desempeño en dispositivos móviles. Esta limitación ya ha sido planteada en el proyecto ITINER@ y constituye una de sus actuales líneas de investigación.

7. Referencias.

- [1] Laia Descamps-Vila, Joan Casas, Jordi Conesa, A. Pérez-Navarro, I. Gutiérrez. *Hacia la mejora de la creación de rutas turísticas a partir de información semántica*. V Jornadas de SIG Libre. Universitat de Girona. España, Marzo, 2011.
<http://duqi-doc.udg.edu/bitstream/10256/3384/1/art13.pdf>
- [2] T. R. Gruber. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. International Journal of Human and Computer Studies, 43(5/6): 907-928. 1995.
<http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>
- [3] Ignacio Gutiérrez Losada, Jordi Conesa Caralt, Felipe Geva Urbano. *Ontologías Turísticas Geográficas: Creación de una Ontología sobre Rutas Turísticas (a Pie o en Bicicleta) por Espacios Naturales*. Universitat Oberta de Catalunya. España, 2010.
http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/2284/1/igutierrezl_articulo.pdf
- [4] Rígel. *Movípolis. La ciudad te habla*. Folleto informativo.
http://www.rigelmsp.com/templates/yoo_switch/store_pdf/movipolis_esp.pdf
- [5] Miguel Montesinos, Alberto Romeu, Francisco J. Peñarrubia, José Manuel Fuentes. *Aplicación de Turismo sobre teléfonos móviles*. III Jornadas de SIG Libre. Universitat de Girona. España, Marzo, 2009.
<http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2009/uploads/Articulos/C3.pdf>
- [6] Sigtel Geomática. *Guía Rural GPS*.
<http://www.sigtel.es/node/13>

- [7] Yuxian Suna, Lyndon Lee. *Agent-based personalized tourist route advice system*. In ISPRS Congress Istanbul 2004, Proceedings of Commission II, pages 319–324. Istanbul, 2004.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.124.3277&rep=rep1&type=pdf>
- [8] A. Maruyama, N. Shibata, Y. Murata, K. Yasumoto, M. Ito. *P-tour: A personal navigation system for tourism*. In Proceedings of 11th World Congress on ITS, pages 18–21. 2004.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.58.9019&rep=rep1&type=pdf>
- [9] K. Ten Hagen, R. Kramer, M. Hermkes, B. Schumann, Patrick Mueller. *Semantic matching and heuristic search for a dynamic tour guide*. In Information and Communication Technologies in Tourism. Springer, 2005.
<http://www.ifitt.org/admin/public/uploads/Hagen.pdf>
- [10] Juan David Arias, Laura Sebastia, Daniel Borrajo. *Using ontologies for planning tourist visits*. Working notes of the ICAPS'05 Workshop on Role of Ontologies in Planning and Scheduling, pages 52-59. Monterey CA, Estados Unidos, Junio, 2005.
<http://icaps05.uni-ulm.de/documents/ws-proceedings/ws2-allpapers.pdf#page=56>
- [11] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle, A. Zipf. *CRUMPET: Creation of User-Friendly Mobile Services Personalised for Tourism*. In Proceedings of 3G 2001 - Second Int. Conf. on 3G Mobile Communication Technologies. 26-29.03.2001. London. UK. (2001).
<http://138.37.35.209/crumpet/docs/papers/3g2001-crumpet.pdf>
- [12] Yun-Feng Nie, Xiang Fu, Jie-Xian Zeng. *A tourist route planning and navigation system based on LBS*. Proceedings of the 2009 International Symposium on Web Information Systems and Applications (WISA'09). Nanchang, P. R. China, May 22-24, 2009, pp. 288-290.
<http://www.academypublisher.net/proc/wisa09/papers/wisa09p288.pdf>
- [13] Ricardo Anacleto, Lino Figueiredo, Nuno Luz, Ana Almeida, Paulo Novais. *Recommendation and Planning through Mobile Devices in Tourism Context*. 2nd International Symposium on Ambient Intelligence – Software and Applications (ISAmI 2011). Salamanca, España, 2011.
<http://ave.dee.isep.ipp.pt/~lbf/PLASYS/AnFiLuAlNo11.pdf>
- [14] Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness. *Desarrollo de Ontologías-101: Guía Para Crear Tu Primera Ontología*. Stanford University. Estados Unidos, Septiembre, 2005. Traducido del inglés por: Erick Antezana.
http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-es.pdf
- [15] Dan Brickley, Libby Miller. *The Friend of a Friend (FOAF) project*.
<http://www.foaf-project.org>
- [16] Dominik Heckmann. *GUMO: General User Model Ontology*. Documento OWL.
<http://www.ubisworld.org/ubisworld/documents/gumo/2.0/gumo.owl>
- [17] Ayuntamiento de Zaragoza. *Ontología CRUZAR. Proyecto “Un visitante, una ruta”*. España, 2007.
<http://idi.fundacionctic.org/cruzar/turismo.html>
- [18] Linked Data Community. *Linked Data - Connect Distributed Data across the Web*.
<http://linkeddata.org/>
- [19] Laia Descamps-Vila, Joan Casas, A. Pérez-Navarro, Jordi Conesa. *Personalización de servicios basados en localización: un caso práctico*. V Jornadas de SIG Libre. Universitat de Girona. España, Marzo, 2011.
http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre/uploads/articulos/art_p13.pdf