



Vol 5, Nº 12 (junio/junho 2012)

## GUIA TURÍSTICA DE BASE GEOGRÁFICA CON LOCUCIÓN INTELIGENTE: GEOASIS

**F.J. Ariza-López**

Universidad de Jaén, Dpto. Ing. Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría  
fjariza@ujaen.es

**M.A. Ureña-Cámara**

Universidad de Jaén, Dpto. Ing. Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría  
maurena@ujaen.es

**F. Martínez-Santiago**

Universidad de Jaén, Dpto. de Informática  
doler@ujaen.es

**L.A. Ureña-López**

Universidad de Jaén, Dpto. de Informática  
laurena@ujaen.es

**A. Montejo-Ráez**

Universidad de Jaén, Dpto. de Informática  
montejo@ujaen.es

**Resumen:** GeoAsis es un servicio basado en la posición cuyo objetivo es proporcionar al turista en ruta una locución geocontextual, basada en preferencias de usuario, de manera equivalente a la que realizaría un guía profesional. GeoAsis adopta una arquitectura cliente-servidor con vistas a repartir las tareas de enrutamiento, dicción, reconocimiento de voz, recálculo de ruta, etc. GeoAsis es un sistema basado en el conocimiento, para lo que utiliza una GeOntología basada en la aplicación de CommonKADS, metodología para desarrollo de sistemas basados en el conocimiento. En este trabajo se presenta la visión general del sistema y los detalles principales sobre el modelo de GeOntología y el algoritmo de planificación de la locución en función del contexto de navegación.

**Palabras claves:** *Navegación, Turismo, Servicio Basado en la Posición.*

**Abstract:** GeoAsis is a Location based Service which aims to provide the tourist with geocontextual an utterance based on user preferences, in a manner equivalent to that conduct a professional guide. GeoAsis adopts a client-server architecture in order to distribute routing tasks, diction, voice

recognition, route recalculation, and so on. GeoAsis is a knowledge-based system which uses GeOntology, an ontology based on the application of CommonKADS methodology for developing knowledge-based systems. This paper presents the system overview and key details about the model and the algorithm for planning the speech depending on the context of navigation and user preferences.

**Key words:** Navigation, Tourism, Location Based Service.

## 1. INTRODUCCIÓN

El campo de las aplicaciones tecnológicas al turismo ha creado gran interés entre la comunidad científica (Pablos y col., 2011). La posibilidad de acceso a los servicios de las TIC ha cambiado el modo en que los servicios turísticos son encontrados, gestionados y proporcionados. El comercio electrónico en el sector de turismo se ha desarrollado enormemente en los últimos años, y a la par las inversiones y usos de las TIC. Es cierto que la Web 2.0 se impone ahora en casi todos los servicios pero también los servicios basados en la posición. Aquí los sensores GPS, las brújulas, acelerómetros, etc., permiten servicios de navegación, enrutamiento y rastreo, personalizando la experiencia en función del cliente y de su posición geográfica, ambos aspectos muy relevantes para el sector turístico.

En el ámbito turístico son numerosos los antecedentes e iniciativas relativos a sistemas de guía turística. Atendiendo al entorno donde se resuelve el problema y a la información que se utiliza en los sistemas de guía turística, desde los puntos de vista conceptual y operacional, se pueden distinguir las siguientes tipologías de aplicaciones:

- Sistemas para entornos controlados y/o abiertos. Los entornos controlados se corresponden con museos, palacios, jardines o cualquier área restringida y con un conjunto de puntos de interés bien definidos e incluso con rutas fijas. Los espacios abiertos pueden ser áreas de superficie muy diversa (p.e. una ciudad, un término municipal o una región) que además pueden visitarse en orden aleatorio a voluntad.
- Sistemas con información cerrada/abierta. Los primeros incluyen una información cerrada o “enlatada” (p.e. un libro o CDROM), y por tanto, con unos contenidos limitados. No obstante, esta información puede estar confeccionada o seleccionada a medida del usuario. En los sistemas abiertos la información se extrae al vuelo de la Red.

El elemento más tradicional, y base conceptual de los anteriores, son las guías turísticas, las cuáles han evolucionando hacia lo multimedia y la confección a medida, e incluso participativa. La primera evolución sobre el papel se alcanzó con la inclusión del audio. Las primeras audioguías creadas fueron diseñadas para entornos muy estructurados y controlados como son los museos. Las unidades de información a reproducir describen diferentes objetos que están dispuestos en diferentes emplazamientos. Los sistemas más antiguos son totalmente manuales y es el usuario quien activa la reproducción de cada paquete de información al llegar al lugar de interés, pero también hay otros sistemas modernos que poseen conocimiento sobre el emplazamiento del usuario, así como sobre el emplazamiento de las unidades de información, suministrándolas bajo ciertos criterios de activación.

Algunos de estos sistemas fracasan en el intento de utilizarlos en aplicaciones donde existen condiciones ambientales y situacionales que cambian o varían de manera importante, dado que los mismos, en entornos cambiantes para los que no están diseñados, llevan a una selección poco útil de las unidades de información que van a reproducirse. Por ejemplo, al emplear el último elemento de guía de museo descrito anteriormente en un museo al aire libre en el que los visitantes recorren tanto los espacios de la exposición como otros espacios exteriores a voluntad, el diseño del sistema y sus parámetros de selección pueden llevar a situaciones con selecciones de información poco útiles.

En la revolución digital, la convergencia de medios también ha beneficiado grandemente las posibilidades que brindan las guías. Con este soporte las guías digitales pueden integrarse en una misma interfaz de texto, imagen y sonido. Ejemplo notable de guías digitales gratuitas son las SchMap ([www.schmap.com](http://www.schmap.com)), que cuenta con cientos de guías de todo el mundo y que permite tanto la consulta on-line desde el navegador web del usuario como su descarga y uso off-line sobre un PC o PDA. Destacar de esta iniciativa el diseño de la interfaz (mapa, fotos, texto, etc.) como la posibilidad de que los usuarios creen y mejoren las guías ya existentes gracias a una herramienta participativa. Como característica negativa destacar que es un sistema mudo y sin capacidad de suministrar sus contenidos a la posición GPS del usuario.

En la línea de las herramientas participativas propias de la Web 2.0 se debe destacar la iniciativa WikiVoyage ([www.wikivoyage.org](http://www.wikivoyage.org)). La intención de WikiVoyage es la de satisfacer la necesidad de los turistas para obtener informaciones actualizadas de un modo instantáneo gracias a Internet, informaciones que las guías turísticas existentes, e incluso a la carta, no son capaces de brindar. WikiVoyage es un proyecto muy parecido a *Wikipedia*, y se caracteriza por el espíritu de compartir nuestros conocimientos y experiencias.

Las audioguías en formato MP3 son un producto ya consolidado, cada vez existen más ciudades que ofrecen este medio e incluso hay alguna empresa española líder en el sector. Un avance reciente son las audioguías en MP3 a la carta y descargables. Se trata de información turística en audio a la carta, lista para descargarse en el móvil, agenda electrónica o MP3. Sin embargo, a pesar de la innovación que suponen su realización a medida, los formatos y métodos de comercialización, presenta las limitaciones de ser una documentación cerrada a un conjunto de contenidos prefijados y cuya vinculación con la posición del usuario es prácticamente nula.

Otro ejemplo de audioguías son los sistemas tipo CityShow. Se trata de un sistema basado en el alquiler al usuario de una PDA dotada de GPS y cartografía digital que ofrece al turista una locución MP3 e imágenes y texto en la pantalla sobre un conjunto de elementos seleccionados. A pesar del éxito del sistema, sus limitaciones son claras, funciona con una información “enlatada” y sus contenidos son muy limitados.

GeoPedia es otra propuesta interesante. Se trata de una aplicación que muestra fotos de Flickr, mapas y artículos de la Wikipedia dependiendo de donde se encuentre un cliente que disponga de un iPhone. En este caso las limitaciones provienen de su restricción a una plataforma de marca (iPhone), así como de no utilizar totalmente la inteligencia geográfica que puede aportar un SIG, sólo considera la posición, la distancia.

El problema que supone la utilización de las guías en espacios abiertos proviene de la aleatoriedad y discrecionalidad con la que cada usuario puede realizar su trayecto, y de cómo dosificar adecuadamente los contenidos en cada momento. Existen diversas propuestas de solución del problema desde distintos puntos de vista, entre otros:

- Sistemas de reproducción de información que utilizan parámetros estadísticos para la renovación de los mensajes. Esta opción es más propia en los avisos de tráfico en los que para cada ciudad se calcula un parámetro temporal promedio de renovación de la información, es decir, la ventana temporal se cambia de manera dinámica en el sistema de reproducción de información de la indicación. Pero debido al cálculo del valor medio, se dejarán recorridos en los que es posible que se oculte información de valor al conductor del vehículo. Este sistema es útil para su propósito pero no tiene gran valor para nuestro caso.
- Guías basadas en instrucciones electrónicas verbales. Estos sistemas realizan la búsqueda en bases de datos cerradas de las informaciones correspondientes a la instrucción verbal dada. En algún

caso pueden incluir también la posición. El sistema procede a la reproducción de información al usuario, ya sea a petición o de manera automática. Los sistemas, previa parametrización, están en condiciones de suministrar respuestas adaptadas a la distancia y ciertos criterios jerárquicos. Los sistemas que no incluyen la posición se convierten en una opción molesta por cuanto se exige del usuario la demanda continua de información.

- Las tecnologías de posicionamiento (LBS) están presentes en los sistemas más modernos en los que la información se reproduce en función de la posición actual y de la velocidad y movimiento. Aquí la selección de información a reproducir se basa, en primer lugar, en identificar la información relevante para una distancia anticipada determinada, y después se reproduce en una sucesión adecuada de manera que la próxima información a reproducir es la de mayor prioridad en la ventana temporal hasta un punto final pronosticado y que es suficientemente corta en cuanto a su duración. Esta es la tecnología utilizada por los asistentes de navegación que tanta difusión han tenido (p.e. TomTom). El principal inconveniente radica en la información limitada de la que dispone el sistema.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que, casi en su totalidad los sistemas actuales se basan en el acceso a bases de datos, las cuales contienen información convenientemente estructurada, con temáticas muy específicas y limitadas. De hecho, el modelo de negocio de muchos de estos sistemas consiste en la venta de la información, y en la actualización sucesiva de la misma. Aunque generalmente esa misma información ya existe y es accesible por todos, se justifica el precio de la misma porque no suele encontrarse expresada con el grado de formalismo necesario para ser computacionalmente asimilable, al menos mediante el uso de técnicas informáticas tradicionales.

La Guía turística de base geográfica con locución inteligente (GeoAsis), que aquí presentamos, es una herramienta de servicios basados en la posición y el conocimiento y cuyo objetivo es proporcionar al turista en movimiento una locución geocontextual, y basada en preferencias de usuario, de manera equivalente a la que realizaría un guía profesional.

GeoAsis adopta una arquitectura cliente-servidor con vistas a repartir las tareas de enrutamiento, dicción, reconocimiento de voz, recálculo de ruta, etc., de la manera más eficiente posible. GeoAsis es un sistema basado en el conocimiento, para lo que utiliza una GeOntología basada en la aplicación de CommonKADS, metodología para desarrollo de sistemas basados en el conocimiento.

El objetivo de GeoAsis (Geo + Asistente) es proporcionar información turística de tipo cultural a los usuarios (turistas) mientras que se desplazan (p.e. entre dos ciudades o dentro de una ciudad). La idea original parte de replicar en un dispositivo móvil el servicio de información contextual que ofrecen los guías turísticos profesionales (personas) cuando acompañan a grupos (p.e. en un autobús). Por tanto, GeoAsis no es un sistema de ayuda a la navegación, más bien es un sistema que se comporta como un compañero experto que informa al usuario, de manera hablada, sobre distintos aspectos (arte, arquitectura, historia, etc.) relativos a los puntos de interés que se van sucediendo a lo largo de la trayectoria de desplazamiento.

GeoAsis es el resultado de un proyecto de Excelencia financiado por la Junta de Andalucía del que existe un ejemplo piloto desarrollado para ciertos itinerarios turísticos dentro de la provincia de Jaén

En este trabajo se presenta la visión general del sistema y detalles principales sobre el modelo de GeOntología y el algoritmo de planificación de la locución en función del contexto de navegación.

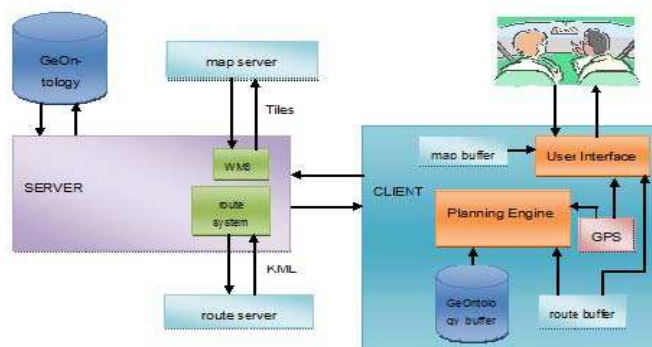
## **2. GEOASIS**

La arquitectura de GeoAsis se conforma sobre un sistema basado en el conocimiento, cuyo núcleo central es una GeoOntología. Esta GeoOntología es un modelo de conocimiento diseñado según la metodología CommonKADS (Schreiber y col., 2000) (colección de métodos estructurados para construir conocimiento con bases en la propuesta de Newell (Newell, 1982). De esta forma el conocimiento se modela de manera totalmente independiente de la representación y de los aspectos de implementación.

En el caso de GeoAsis el concepto y base de conocimiento que se maneja son los denominados puntos de interés turístico (POI, *Point of Interest*). Se ha diseñado una estructura de categorías (urbano, arquitectura, arte, arqueología, historia, etc.) y cada punto de interés pertenece a una o varias categorías. Para cada POI el sistema debe alimentarse con información descriptiva, fotografías, coordenadas geográficas, índices de accesibilidad, etc. La ontología gestiona la relevancia de cada POI para cada categoría y su información relacionada. La GeoOntología también es capaz de representar elementos compuestos y complejos a partir de los POI. Por ejemplo, la GeoOntología es capaz de modelar rutas (p.e. la ruta Nazarí, la ruta de los Castillos de Jaén, etc.) y complejos arquitectónicos (p.e. una plaza con todos los monumentos que se sitúan en ella). Desde el punto de vista del sistema, estas estructuras no dejan de ser POI en sí mismos.

Otro aspecto central de la GeoOntología es el motor de planificación de locuciones. Este es el que genera los planes de lectura (locución) de los POI. Un plan de lectura es una secuencia temporal de los textos a leer al usuario y que se extraen inteligentemente de las descripciones de los POI. Este texto se locuciona de manera similar a la que realizaría un guía turístico, donde el contexto es fundamental para la selección de la información, para la determinación de la cantidad de información a presentar y en la propia organización de la información. Dado que se pretende simular el comportamiento de un guía, se trata de un comportamiento complejo en el que intervienen preferencias del usuario, el historial de ese usuario (p.e. si ya se le ha presentado alguna información previamente), constricciones (p.e. el tiempo disponible), situaciones cambiantes (p.e. la velocidad de desplazamiento del vehículo). Se trata pues de un sistema que debe adaptarse continuamente por lo que los planes de lectura se calculan de manera dinámica en tiempo real. Por ejemplo, el usuario puede modificar la ruta, cambiar la velocidad de desplazamiento, parar el coche y decidir descansar un rato o bajarse del coche y visitar un POI. En todos estos casos las constricciones relativas al tiempo y espacio cambian y este motor de planificaciones debe cambiar los planes para adecuarse a las nuevas situaciones.

La Figura 1 presenta la arquitectura general cliente/servidor de GeoAsis. El cliente es la aplicación móvil (p.e. el tablet, laptop, smartphone, etc.). El servidor es el que mantiene la GeoOntología o conocimiento estático del sistema. El cliente informa de su posición de inicio, del destino y de los cambios en las preferencias del usuario y demanda del servidor información de los POI, mapas, rutas, etc. Todo el flujo de información se realiza por medio de servicios estándares de telefonía móvil e Internet. Dado el carácter dinámico de la posición del cliente, no siempre se puede mantener un hilo de comunicación por lo que el sistema dispone de buffers en la parte cliente. Otros módulos importantes de la parte cliente son la interface de usuario y el motor de planificación.



## FIGURA 1. VISIÓN GENERAL DE GEOASIS

La interface de usuario de GeoAsis requiere de un alto nivel de capacidad de interacción con el usuario (p.e. dado un POI el usuario puede requerir información adicional o una modificación de la ruta). Por ello, junto a un diseño gráfico cuidado se han implementado dos formas de interacción: táctil y por voz. La interacción táctil es muy similar a la que incorporan los navegadores GPS. La segunda se basa en un sistema de reconocimiento de voz y de síntesis de voz. Las interfaces gráfica y de voz se implementan en el cliente. Buscando la familiaridad, la parte gráfica también es muy similar a la de los navegadores GPS. Los mapas, rutas y POI son la parte principal, junto con los menús y botones (Figuras 2 y 3). La interface de voz es bidireccional (reconocimiento y síntesis) y es la forma preferida de trabajo con GeoAsis. Cuando GeoAsis se ejecuta, de forma usual estará leyendo la información correspondiente a un POI del plan actual de lectura, y el usuario podrá utilizar el interface de comandos por voz para demandar información adicional o indicar modificaciones (p.e. en la ruta, en las preferencias, etc.). La lógica del gestor de diálogos se ha implementado sobre las bases de transición aumentada (Woods, 1970 y Wanner y Maratsos, 1978), la cual proporciona una solución adecuada al problema de negociación de diálogos como el que se plantea en este caso.



FIGURA 2. PANTALLA DE LA INTERFACE. LOS ICONOS SON POI CERCANOS A LA RUTA



FIGURA 3. DETALLES DE UN POI

El motor de planificaciones es parte del cliente. Éste es el responsable de la generación de un plan que denominamos “plan de lectura”. El cliente solicita al servidor información contenida en la GeOntología para construir el plan: información sobre los POI del área a visitar, el perfil del usuario y

su historial. Esta información se almacena en el buffer de GeOntología del cliente. El cliente calcula el plan puesto que la posición actual, en cada momento, y la velocidad de desplazamiento son parámetros importantes en la determinación del plan de lectura y estos dos parámetros son proporcionados, en tiempo real, por el GPS, que es parte del cliente. Puesto que ambos parámetros (posición y velocidad) cambian constantemente, en ausencia de una conexión rápida y fiable entre el cliente y el servidor, que no siempre está disponible cuando se conduce por ciertas áreas, la única opción es la adoptada.

El servidor proporciona los mapas, las rutas, los perfiles de usuario y los POI:

- ▭ Los mapas: Existe un servidor de mapas que obtiene los mapas de un servidor externo. Dadas las coordenadas del cliente el servidor obtiene un mapa de la zona de interés y se lo envía al cliente por medio de un servicio WMS. Un servicio de mapas (WMS) es un servicio descrito por una norma internacional (ISO 19128) que permite servir imágenes de mapas por Internet. Esta especificación fue desarrollada y publicada inicialmente por el Open Geospatial Consortium [SHC07].
- ▭ Las rutas: Existe un servidor de rutas. Éste trabaja de manera bastante similar al servicio de mapas. Por ejemplo, se puede usar Google Maps como una fuente externa. Las rutas se transfieren al cliente en formato KML. El *Keyhole Markup Language* (KML) es una notación XML para la representación de información geográfica en la red sobre visores 2D y 3D, como Google Maps, Google Earth y Google Maps para móviles.
- ▭ GeOntology: Es la codificación del dominio de conocimiento que maneja GeoOasis, es decir, los perfiles de usuario, historial de POI del usuario, POI, sus relaciones y los mecanismos de inferencia. El servidor envía al cliente la parte de GeOntology que el cliente necesita con el fin de elaborar el plan de lectura.

### 3. LA GEONTOLOGÍA

La GeOntología es el modelo de conocimiento creado en el dominio de información turística para GeoAsis. Su finalidad es gestionar la información turística de una manera similar a un experto humano, es decir, a como lo haría un guía turístico. Siguiendo el principio de nivel de conocimientos (Neweel, 1982) se ha representado el conocimiento que gestiona GeoAsis sin tener en cuenta las cuestiones de implementación de software. Se ha utilizado CommonKADS para especificar el nivel de conocimiento (Schreiber y col., 2000, Tennicon y col., 2002 y Gobin y Subramanian, 2010). CommonKADS es una metodología para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento y que soporta la mayoría de los aspectos de un proyecto de desarrollo de KBS, incluida la gestión de proyectos, análisis organizacional, la adquisición de conocimiento, modelado conceptual, la interacción del usuario, integración de sistemas y diseño. Hemos utilizado CommonKADS al diseñar el modelo conceptual de GeOntology.

#### 3.1. Fuentes de conocimiento

A fin de crear GeOntology hemos obtenido información estructurada sobre POI a partir de dos grupos de investigación de la Universidad de Jaén: el grupo "Arquitecto Vandelvira" y el grupo "Patrimonio Arqueológico de Jaén". En el grupo "Arquitecto Vandelvira" son expertos en historia del arte, urbanismo, patrimonio cultural y arquitectura. Por su parte, el grupo "Patrimonio Arqueológico de Jaén" lo conforman expertos en arqueología ibérica y medieval, y arqueología del paisaje. Para facilitar la adquisición de conocimientos de estos grupos se construyó una aplicación web, ya que ninguno de los dos grupos posee expertos en ontologías ni tenían experiencia en la representación del conocimiento por medio de estas técnicas. Esta aplicación web (Figura 4) se compone de un conjunto de ventanas que facilitan la entrada estructurada de las clases, propiedades y relaciones que deben ser introducidas para cada nuevo POI.

**FIGURA 4: EJEMPLO DE VENTANA WEB PARA LA CAPTURA DEL CONOCIMIENTO ESPECÍFICO DE LOS EXPERTOS EN PATRIMONIO, ARTE, ARQUITECTURA, ETC.**

### 3.2. El modelo de conocimiento de GeoAsis

El esquema de dominio de GeOntology se compone de conceptos, relaciones y tipos de reglas. Los principales conceptos definidos en GeOntology son los siguientes:

- POI: Esta es la clase principal en el modelo, y representa un punto de interés turístico, como una catedral, un castillo o un sitio arqueológico. Algunas propiedades de este concepto son: el nombre, la prioridad, las coordenadas GPS, la visibilidad (¿es el punto de interés fácilmente visible?), la accesibilidad (¿es el sitio de la PDI puede acceder en coche o caminando?), la relevancia general, una imagen del elemento, etc., etc. (Figura 5). Cada punto de interés pertenece a una o más categorías: Arte, Historia, Arqueología, Etnología y Arquitectura. Para cada categoría posee una breve descripción, algunas palabras clave y una o más secciones opcionales que lo describen en detalle.



<p>INSTANCIA PDI-252;</p> <p><i>Instancia de: PDI,</i>  <b>ATRIBUTOS</b>  <i>Nombre: Catedral de Jaén (Santa Iglesia Catedral de la Asunción de la Virgen)</i>  <i>Tipo: edificio religioso.</i>  <i>Accesibilidad: La visibilidad de coches: muy bueno.</i>  <i>Conocimiento: muy bueno.</i>  <i>Relevancia: muy alta.</i>  <i>Dirección: Plaza de Santa María.</i>  <i>Latitud: 37.7765076 Lon: -3.789869.</i>  <i>Short_Description: Edificio renacentista.</i>  <i>Long_Description: La Catedral de ...</i>  <i>Imagen: / geoasis/images/jaen/jaen/poti252</i>  <i>CCPH_code: 00023921243 ...</i></p>
<p>END_INSTANCE PDI-252;</p>

**FIGURA 5: EJEMPLO DE LOS PRINCIPALES ATRIBUTOS DE UN POI EXPRESADO EN LMC**

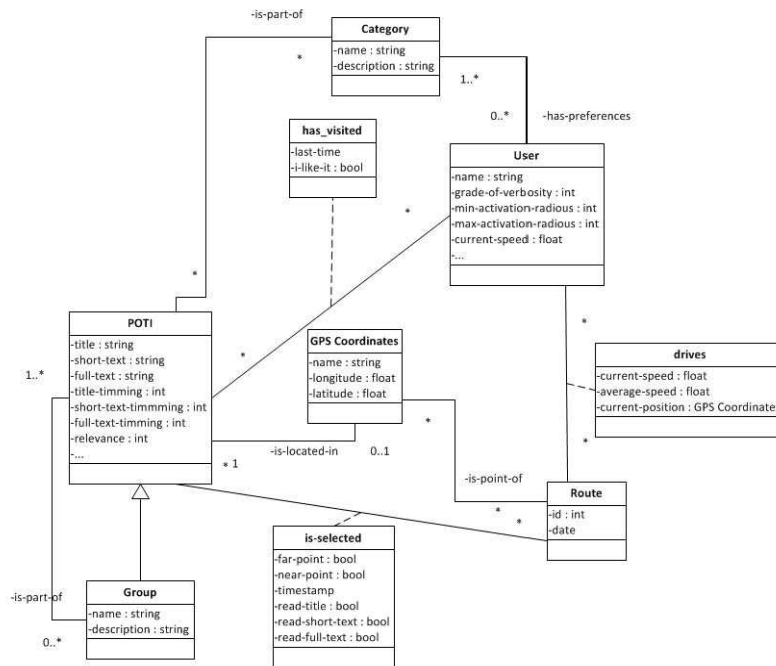
- ⊣ El Grupo es un tipo especial de POI que se construye sobre un conjunto de POI. Por ejemplo, un grupo puede ser una ruta turística, un complejo arquitectónico, o los principales POI de una ciudad. El grupo en sí es un POI, que se implementa como una subclase de POI. De este modo, el motor de planificación maneja grupos de POI de una manera similar a la gestión de un POI único o individual.
- ⊣ El CGPHA (Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz). Este catálogo es un tesoro muy detallado, que codifica todo tipo de artículos de patrimonio, siguiendo una estructura jerárquica. Por ejemplo, una catedral es artículo del tipo edificio religioso, que es un edificio, que es un bien inmueble, que es un objeto. Se ha asignado un código CGPHA a cada POI.
- ⊣ El usuario queda modelado por la información del usuario y el perfil de usuario. El motor de la planificación tiene en cuenta el perfil de usuario con el fin de personalizar la planificación. Los principales atributos del perfil de usuario son los siguientes:

  - El nivel de verbosidad de GeoAsis. Para cada POI GeoAsis tiene un título, una breve descripción general y una descripción detallada. El nivel de verbosidad define cuál de estas secciones que se deben leer para cada POI según las preferencias del usuario o las necesidades del plan.
  - La importancia mínima que tiene que poseer un POI a fin de ser incluido en el plan de lectura.
  - El comportamiento de GeoAsis cuando el usuario repite una ruta o parte de ella. En estos casos se advierte al usuario para evitar la repetición de un punto de interés en sucesivas visitas a la zona (por ejemplo, si el usuario visita el mismo sitio dos veces en la misma semana).
  - El radio de la activación. Es un parámetro muy importante en la selección de contenidos. Es la distancia entre los POI y el usuario. GeoAsis administra dos tipos de POI de acuerdo con la distancia entre un los puntos y la posición dinámica del usuario. POI cercanos son aquellos cuya distancia es menor que el radio de activación menor. POI lejanos son aquellos cuya distancia es mayor que el radio de activación mayor. Así, siempre que se está cerca de los POI éstos son seleccionados por el motor de la manera que se describe más adelante.
  - La zona de ubicación. La estrategia de planificación de la lectura de los puntos de interés es diferente según la zona donde se encuentra el usuario. GeoAsis distingue tres zonas diferentes: en la ciudad, cerca de la ciudad, en la carretera.
  - La ruta representa la ruta del usuario. Una ruta tiene un origen, un destino y puntos intermedios. En resumen, una ruta es una línea poligonal cuyos vértices o puntos que la definen poseen coordenadas geográficas. Dado un origen y un destino, GeoAsis ofrece varias rutas, pero el usuario no está obligado a seguir ninguna de ellas. Así, el servidor de rutas recalcula periódicamente la ruta teniendo en cuenta las coordenadas geográficas del usuario en cada momento.

Hay varias relaciones entre estos conceptos (Figura 6). Las principales se describen a continuación:

- ⊢ La relación "ha visitado" permite a la aplicación registrar el historial del usuario. Se trata de marcas de tiempo en los POI que se han leído por GeoAsis al usuario, así que evitan las repeticiones no deseadas. La relación tiene un segundo atributo: la puntuación que el usuario dé al POI. Esta información se utiliza para registrar los POI más populares.
- ⊢ La relación "se encuentra-en" representa la posición actual del usuario en una ruta. Los valores de velocidad y las coordenadas son consideradas continuamente por el sistema para recalculer el plan periódicamente.
- ⊢ La relación "es-seleccionado". Dada una ruta particular, GeoAsis recupera los POI de los alrededores de la ruta. Esta es una lista de POI, de la que el motor de planificación seleccionará algunos teniendo en cuenta varias cuestiones, tales como la distancia del POI a la ruta, las coordenadas, la zona (en una ciudad, cerca de una ciudad, en la carretera), la orientación, la velocidad, los intereses del turista y el tiempo disponible esperado hasta el final del viaje.
- ⊢ La relación "zona". El tipo de zona donde se encuentra el usuario.
- ⊢ La relación "es parte-de". Indica si un POI es parte de un complejo de POI (grupo).
- ⊢ La relación "es punto". Se utiliza para construir las rutas.

Estas reglas están codificadas de manera inherente en el algoritmo de planificación de GeoAsis, como se describe en la sección siguiente.



**FIGURA 6: PRINCIPALES RELACIONES EN EL MODELO CONCEPTUAL DE GEONTOLOGY**

#### 4. EL ALGORITMO DE PLANIFICACIÓN

En esta sección se describe la forma en que GeoAsis utiliza GeOntology para crear planes de lectura de los puntos de interés. Un plan es una lista de elementos en la que cada elemento es una tripleta: <POI, fecha y hora, la sección>, donde:

- ⊢ POI: Es el id del POI seleccionado.
- ⊢ Fecha y hora: Es una marca de tiempo que se corresponde un instante de lectura dentro del periodo programado.
- ⊢ Sección: Teniendo en cuenta el tiempo disponible, el historial del usuario, las preferencias de usuario y el tipo de área, el algoritmo de planificación GeoAsis establece una o más secciones del POI seleccionado para ser leídas.

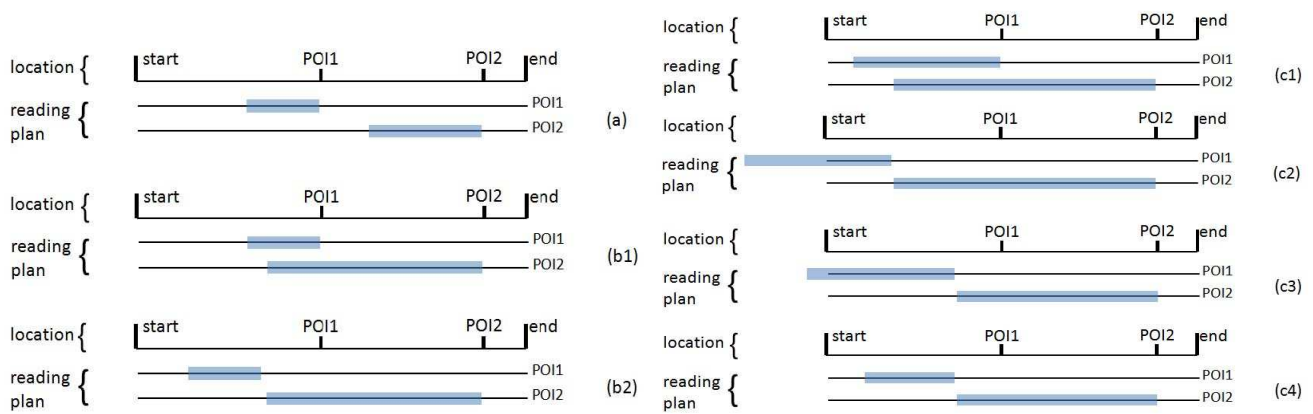
GeoAsis establece los puntos de interés de acuerdo a la zona donde se encuentra el usuario. Un viaje es por lo tanto una sucesión de segmentos donde cada segmento tiene un tipo de zona y un plan de lectura asociado. Estos segmentos son predicciones acerca de lo que el usuario se encontrará en el futuro inmediato: en una ciudad, cerca de una ciudad o en la carretera. Estas predicciones se calculan a partir de la ruta y la velocidad media. Dado que la ruta y la velocidad media no son parámetros estáticos, el módulo de planificación de GeoAsis comprueba el plan de lectura de manera continua, cada 30 segundos (hemos encontrado empíricamente que este intervalo de tiempo es un buen compromiso entre precisión y eficiencia). La Figura 7 muestra el ejemplo de un segmento de carretera en los alrededores de Jaén.



**FIGURA 7.- SEGMENTO DE CARRETERA CERCANO A JAÉN (ENTRE P1 Y P2)**

Para cada segmento el comportamiento del algoritmo de planificación es como sigue:

- Si el segmento está en una ciudad, el algoritmo de planificación es muy simple, GeoAsis lee el POI más cercano al usuario sin tener en cuenta la ruta o velocidad. Así GeoAsis prioriza la lectura de los POI que el usuario ve, porque presumiblemente la POI se encuentra cerca del usuario.
- Si el segmento está cerca de una ciudad, el algoritmo de planificación lee la descripción de la ciudad cercana y lo más importante del POI ubicado en la ciudad.
- Si el segmento está en el camino, pero no distante de una ciudad, el algoritmo de planificación es más complejo debido a las limitaciones temporales (Figura 8).
- Cada punto de interés cercano al segmento debe ser leído antes de que el usuario llegue al lugar del POI (Figura 8a).
- Si la lectura de dos puntos de interés se cruza entonces hay una colisión. El planificador debe resolver la colisión por:
  - Adelantar el instante del POI más cercano (Figura 8b2).
  - A veces esto no es suficiente (Figuras 8c1 y 8c2), por lo que entonces el planificador reduce el texto a leer (Figuras 8c3 y 8c4), o incluso elimina POI de menor prioridad. En la Figura 8c1 se observa que no hay tiempo para leer la totalidad de los puntos de interés, por lo que habrá que empezar la lectura de los puntos de interés antes de que el viaje se inicie (8c2). Pero esto no es un plan válido, por suponer una lectura antes del comienzo del viaje. Así, el planificador decide reducir el texto a ser leído atendiendo a la prioridad de ambos POI, pero esto no es suficiente (8c4). Finalmente el planificador reduce el texto a leer tanto para los dos POI de la Figura 8.
- Cuando una colisión que se resuelve aumenta el tiempo disponible, así en este caso el planificador puede añadir más secciones de otros POI para ser leídos, o incluso añadir nuevos POI.
- Por último, la programación se lleva a cabo teniendo en cuenta la cercanía de los POI. Si no hay POI cerca, GeoAsis selecciona el POI más próximo al momento para ser leído. La distancia entre el usuario y los POI son parámetros en las preferencias del usuario.



**FIGURA 8. ALGUNAS CONFIGURACIONES QUE EL PROGRAMADOR TIENE QUE RESOLVER**

Con el fin de planificar la lectura en el caso de los segmentos en carretera se ha modelado el problema como un problema de programación con restricciones temporales. La biblioteca estándar de CommonKADS de modelos de inferencia genéricos se ha tomado como punto de partida.

Finalmente, la lógica del control de la tarea de programación (Figura 9) (es decir, la forma de selección / modificación / evaluación procesos) se implementa mediante una estrategia A\* (Nilsson, 1982; Hart y col., 1968), donde cada nodo es un POI. Hay cinco transiciones posibles en el paso de  $POI_i$  a  $POI_{i+1}$ :

1. El  $POI_i$  será leído completamente y en tiempo.
2. El  $POI_i$  será leído completamente pero antes de su hora.
3. El  $POI_i$  será parcialmente leído, pero se lee su tiempo.
4. El  $POI_i$  será parcialmente leído pero se lee antes de su hora.
5. El  $POI_i$  se elimina.

```

specify(route-> schedule);
while new-solution select(schedule->POI ) do
  select( POI + schedule-> timestamp);
  assign( POI + timestamp-> schedule);
  evaluate(schedule-> truth-value);
  if truth-value = false then
    modify(schedule-> schedule);
end while

```

**FIGURA 9. MÉTODO PARA LA TAREA DE PROGRAMACIÓN**

Así, el costo de la transición es una función del texto a ser leído (completo o corto) y la marca de tiempo (en tiempo o adelantar la hora). Además, el costo de la transición es inversamente proporcional a la relevancia del POI. Si el programador tiene que descartar un punto de interés, tiende a descartar los menos relevantes.

A\* requiere una "estimación heurística" de la distancia a la meta. Hemos definido esta estimación como el mejor escenario posible: la totalidad de los POI seleccionados podrán ser totalmente leídos en su hora.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se ha descrito GeOasis, un sistema basado en el conocimiento para proporcionar información turística de una manera similar a un guía turístico. Un aspecto importante de la GeOasis es GeOntology, una ontología rica en POI sobre el patrimonio cultural y artístico. Además, GeoAsis "conoce" la forma de aplicar esa información a fin de proporcionar una guía turística personalizada para el usuario durante el viaje, teniendo en cuenta una serie de limitaciones tales como las preferencias del usuario, su historial, la ruta, la velocidad y la ubicación actual (en la ciudad, cerca de la ciudad, en la carretera). La forma en que GeOasis genera la lista de puntos de interés para ser leídos se ha modelado como una tarea de programación de horarios sujeta a numerosas restricciones. La lógica de la tarea de programación se basa en un algoritmo A\*. El marco de CommonKADS ha sido el elegido en el diseño de GeOasis.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Junta de Andalucía (España) en virtud del proyecto P08-TIC-4199 y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

## 7. REFERENCIAS

- Gobin, B.A., Subramanian, K., (2010). An owl ontology for commonkads template knowledge models. *International Journal of Human and Social Sciences* 5, 256–261.
- Hart, P.E., Nilsson, N.J., Raphael, B., (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems, Science, and Cybernetics* SSC-4, 100–107.
- Newell, A., (1982). The knowledge level. *Artif. Intell.* 18, 87–127.
- Nilsson, N.J., (1982). *Principles of Artificial Intelligence*. Springer.
- Pablos, P., Tennyson, R., Zhao, J., (2011). *Global Hospitality and Tourism Management Technologies*. Igi Global.
- Scharl, A., Tochtermann, K., (2007). *The Geospatial Web: How Geo-browsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*. Springer.
- Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., Dehoog, R., Shadbolt, N., Vandeveld, W., Wielinga, B., (2000). *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. The MIT Press.
- Tennison, J., O'Hara, K., Shadbolt, N., (2002). Apecks: using and evaluating a tool for ontology construction with internal and external ka support. *Int.*
- Wanner, E., Maratsos, M., (1978). An ATN approach to comprehension, in: Halle, M., Bresnan, J., Miller, G.A. (Eds.), *Linguistic Theory and Psychological Reality*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 119–161.
- Woods, W.A., (1970). Transition network grammars for natural language analysis. *Commun. ACM* 13, 591–606.