

REALIDAD AUMENTADA Y SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN GRUPALES**Una nueva perspectiva en sistemas de destinos turísticos**José L. Leiva^{*}Antonio Guevara^{**}Carlos Rossi^{***}Andrés Aguayo^{****}

Universidad de Málaga – España

Resumen: Las tecnologías de la información y las comunicaciones constituyen un campo muy activo para ofrecer un valor añadido al turista. Los destinos deben proporcionar herramientas tecnológicas capaces de ofrecer información personalizada, interactiva, etc. Actualmente es muy común el uso de herramientas como guías o páginas Web que cubren las necesidades básicas de los turistas. Se tratan de recursos insuficientes, pues la evolución de los dispositivos móviles ha provocado un cambio en la forma en que los turistas interactúan y obtienen información. Un caso concreto es la realidad aumentada, que permite desarrollar aplicaciones que enriquecen la experiencia turística. En este ámbito, resulta de especial interés la personalización de la información a través de sistemas de recomendación. Se presenta en este trabajo un enfoque de sistema de realidad aumentada aplicada al turismo basada en el contexto que utiliza técnicas de recomendación para visitas en grupo en un sistema integrado de gestión de destinos (SIGD).

PALABRAS CLAVE: realidad aumentada, calidad turística, sistemas de recomendación, tecnología móvil, sistemas de gestión de destinos.

Abstract: *Augmented Reality and Recommendation Systems for Groups. A New Perspective on Tourist Destinations Systems. New technologies are a very active field that offer added value to the tourist. The destinations should provide technological tools that are able to provide customized and interactive information. Currently it is very common to use tools such as guides or web pages, which cover the basic needs of tourists. These resources are insufficient, and the evolution of current mobile devices has caused a change in the way that tourists interact and obtain information. A particular case is augmented reality, which allows developing applications that enhance the tourist experience. In this context, it is particularly interesting the customization of information through recommendation systems. We present in this paper a context-aware augmented reality system applied to tourism, which uses recommendation techniques for groups in integrated management system for tourist destinations.*

^{*} Ingeniero en Informática por la Universidad de Málaga, Málaga, España; y Diplomado en Informática (especialidad Teleinformática) por la misma institución. Profesor Asociado, Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Facultad de Turismo de la Universidad de Málaga, Málaga, España. E-mail: jlleivao@lcc.uma.es

^{**} Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Málaga, Málaga, España y Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la misma institución. Decano de la Facultad de Turismo y Profesor Titular del Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Facultad de Turismo de la Universidad de Málaga. E-mail: guevara@lcc.uma.es

^{***} Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de Málaga, Málaga, España; y Licenciado en Matemáticas (especialidad Ciencias de la Computación) por la universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. Profesor Catedrático Escuela Universitaria Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Escuela Técnica Superior Ingeniería Informática de la Universidad de Málaga. E-mail: rossi@uma.es

^{****} Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada, Granada, España; y Diplomado en Informática por la Universidad de Málaga, Málaga, España. Vicedecano de la Facultad de Turismo y Profesor Titular del Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Facultad de Turismo de la Universidad de Málaga. E-mail: aguayo@lcc.uma.es

KEY WORDS: *augmented reality, quality tourism, recommendation systems, mobile technology, management systems for tourist destinations.*

INTRODUCCIÓN

El turismo actualmente representa un importante papel en la economía de la mayoría de los países desarrollados, estando muy influenciado por las diferentes innovaciones tecnológicas. Las empresas y los destinos turísticos deben saber adaptarse adecuadamente a los diferentes cambios que se produzcan para generar ventajas (Sundbo, Orfila & Sorensen, 2007; Castejón & Méndez, 2012).

El éxito en la gestión de un destino turístico está en la habilidad de detectar y reconocer todos los cambios que se producen en el entorno, su dirección y la forma en que éstos afectan en el destino (Aguayo, Guevara, Rossi, Caro & Leiva, 2010). La implementación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en el turismo requiere una adecuada inversión, para de esta forma conseguir aumentar la calidad de la oferta turística y promocionar adecuadamente los recursos de un destino, siendo necesario que toda la información relevante del destino esté integrada en un sistema. Hacia 2015 más de 3000 millones de personas realizarán al menos un viaje internacional al año (Peters, 2009). Debe tenerse en cuenta que la mayoría de estos turistas habrán pasado gran parte de su vida adulta en la era digital y su comportamiento será diferente al actual, por lo que requieren servicios adecuados a su contexto personal y contextual.

La realidad aumentada (RA) es una tecnología emergente que está empezando a aplicarse en el turismo. Esta técnica permite que el mundo real visualizado por la cámara de un dispositivo como un *smartphone*, pueda enriquecerse con elementos virtuales que coexisten con la imagen capturada por el dispositivo (Goh, Lee & Ang, 2010). Existen varias deficiencias en los sistemas de RA actuales, entre las que destaca que no usan sistemas de recomendación que puedan aportar sugerencias al usuario, no teniendo en cuenta parámetros como las preferencias del usuario y el contexto. El hecho de no utilizar sistemas de recomendación implica que el número de puntos de interés que se muestra normalmente a los usuarios sea muy elevado. Esto dificulta considerablemente la selección del elemento de información deseado, teniendo en cuenta que el usuario en la mayoría de los casos está utilizando un dispositivo con una pantalla pequeña. Además, no se tienen en cuenta parámetros contextuales, de forma que puede mostrar un museo un día que está cerrado, un parque acuático en un día de lluvia, etc. Existe un amplio conjunto de técnicas de recomendación que han demostrado su validez y su utilidad, quedando por tanto fuera de toda duda su relevancia en el ámbito turístico, para así ofrecer al turista recomendaciones según sus preferencias (Jakkilinki, Georgievski & Sharda, 2007).

El grupo de investigación SICUMA (Sistemas de Información Cooperativos Universidad de Málaga) está realizando estudios para aplicar tecnologías de realidad aumentada a sistemas

integrados de gestión de destinos turísticos, utilizando sistemas de recomendación contextuales. Esta investigación ha llevado a considerar el concepto de turista virtual, cuyas preferencias se basan en los gustos de los distintos miembros de un grupo que viajan juntos, lo cual es una novedad importante. Este concepto está relacionado con el hecho de que la mayor parte de los viajes se realizan en grupo, y aunque lo habitual es que muchas de las preferencias sean comunes, si sólo tiene en cuenta las preferencias del usuario que usa el sistema, es posible que se obtengan unos resultados no satisfactorios. El sistema sobre el que trata el presente trabajo permitirá mostrar en una pantalla de un dispositivo móvil, junto a la imagen real que captura la cámara aquellos puntos turísticos de interés que están en consonancia con las preferencias del turista virtual. Los sistemas de recomendación grupales son una línea de investigación innovadora, ya que la mayoría de los sistemas de recomendación actuales son individuales.

El sistema propuesto, denominado RAMCAT (Realidad Aumentada Móvil basada en el Contexto Aplicada al Turismo), enriquece diferentes modelos y ofertas existentes de RA porque, además de incorporar mecanismos de recomendación teniendo en cuenta parámetros como la localización del turista, sus preferencias, visitas realizadas con anterioridad, y atributos contextuales, añade la posibilidad de trabajar en modo turista virtual, permitiendo recomendar puntos de interés en consonancia con los miembros del grupo que realiza la visita. La herramienta que se presenta se enmarca dentro del proyecto de recualificación turística de la Costa del Sol Occidental del consorcio Qualifica (www.qualifica.org), el cual desarrolla un sistema integral de información turística cuyo objetivo es potenciar el turismo en la Costa del Sol Occidental. El proyecto se centra en una plataforma tecnológica con una arquitectura integrada que gestiona, entre otras cosas, información de los diferentes puntos turísticos, posición geográfica, categoría, valoración realizada por los diferentes turistas, etc.

El presente artículo aborda los fundamentos del sistema RAMCAT, en particular los elementos necesarios para recomendar al visitante los diferentes puntos de interés de un destino turístico teniendo en cuenta su ubicación, su contexto y las preferencias de las personas con las que realiza el viaje.

SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA

La RA puede definirse como la tecnología que permite complementar la realidad percibida por el usuario introduciendo elementos de realidad virtual, es decir, las imágenes virtuales y reales se unen creando de esta forma la imagen aumentada. El uso de este tipo de tecnologías proporcionará una información más amplia a los turistas de los puntos de interés y de su entorno, así como de la evolución histórica de los lugares visitados, consiguiendo que la inmersión del turista en el destino sea altamente positiva (Xiang & Pan, 2011).

Además, la RA es una herramienta muy eficaz para soportar la orientación en el destino, tanto en desplazamientos como en la localización de recursos turísticos. La utilización de aplicaciones de RA resuelve estos problemas de forma adecuada, siendo por tanto un beneficio para el turismo. Además, al ser en su mayoría aplicaciones para *smartphones*, favorece el acceso a la información en movilidad, permitiendo una mayor y más fácil interacción entre usuario y sistema.

Las aplicaciones de RA usadas en turismo pueden clasificarse según su objetivo en dos grandes grupos:

- a) orientadas al patrimonio (permiten la reconstrucción virtual de un monumento pero requieren la utilización como soporte de dispositivos especiales que hacen su uso menos accesible para el turista)
- b) orientadas al guiado (diseñadas para guiar al turista y acceder en tiempo real a información del entorno, suelen utilizar como soporte dispositivos más populares como los *smartphones*).

Dentro de este segundo grupo se encuentran aplicaciones muy conocidas como, por ejemplo, Layar (www.layar.com), Wikitude (www.wikitude.com), Vision (www.geomobile.es) y también el sistema RAMCAT del que se describe parte de sus funcionalidades en este trabajo. La principal aportación de RAMCAT respecto al resto de herramientas existente, es que la información mostrada se ajusta a los intereses del turista, eliminando aquellos puntos turísticos detectados por el sistema que no concuerdan con las preferencias del usuario teniendo en cuenta además diferentes tipos de atributos contextuales relacionado con el momento en el que se solicita la recomendación.

Además, implica una mejora de la usabilidad respecto a los sistemas existentes, que habitualmente presentan en el dispositivo un número excesivo de puntos que dificultan la interacción del usuario con el sistema.

El uso de la RA en los destinos turísticos genera un amplio conjunto de ventajas entre las que destacan la combinación de la información virtual con los datos reales, y la mejora de la experiencia del visitante haciendo atractiva para los usuarios su utilización, haciendo que éstos dispongan en su dispositivo móvil de su destino, siendo dueño de su tiempo y de lo que le apetece visitar.

La RA aplicada al turismo es una línea de investigación innovadora que resulta de especial interés en un marco de gestión integrada de un destino turístico, siendo un elemento diferenciador dentro del competitivo mercado turístico en busca de la excelencia y la calidad.

SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN

El objetivo de los sistemas de recomendación es facilitar la toma de decisiones a la hora de elegir entre un conjunto de posibilidades. En el ámbito turístico, un sistema de recomendación tiene que indicar el grado de aceptación o preferencia que tendrá un determinado punto o producto turístico (Fesenmaier, Werthner & Wober, 2006). Algunos destinos turísticos están comenzando a diseñar herramientas que permiten realizar recomendaciones a los turistas que la visitan (Batet et al, 2012; Borràs et al, 2012; Leiva, Guevara & Rossi, 2012).

La mayoría de los sistemas de recomendación están catalogados en base a la fuente de conocimiento: así, pueden distinguirse entre los sistemas basados en contenido y los sistemas colaborativos. Entre estas dos categorías se encuentran los modelos híbridos (al cual pertenece RAMCAT), donde se mezclan en diferente proporción las dos técnicas anteriores. También pueden encontrarse otros tipos de sistemas de recomendación entre los que destacan los contextuales y los grupales. El turismo es una actividad que generalmente se realiza en grupo, luego tiene mucho sentido realizar no solo recomendaciones individuales sino recomendaciones a todo un grupo de turistas que realizan la visita conjuntamente. A continuación se exponen las características principales de estos tipos de técnicas.

Sistemas colaborativos

Se trata de sistemas que no necesitan información sobre las características del producto, usando en su lugar las valoraciones de dichos productos por parte de otros usuarios (Schwab, Kobsa & Koychev, 2001). Su principal hándicap es la necesidad de disponer de estas valoraciones. Un ejemplo comercial de su aplicación es Amazon. El número de valoraciones necesarias se reduce si se tienen en cuenta perfiles de usuarios, haciendo que el sistema de recomendación sólo tenga en cuenta las calificaciones otorgadas por usuarios con un perfil similar al que realiza la petición de recomendación.

Sistemas basados en contenidos

En este tipo de sistema se tienen en cuenta las descripciones de los diferentes elementos a recomendar, aconsejando aquellos que se asemejan a las características deseadas por el usuario (Pazzani, 1999). Un caso especial son los sistemas de recomendación basados en casos en los que cada uno que se recupera representa una recomendación anterior de un producto similar al que el usuario desea. Estos sistemas cuentan con una base de casos que se compone de problemas resueltos anteriormente junto con la solución tomada. De este modo los nuevos problemas se resuelven adaptando soluciones anteriores encontradas para resolver problemas similares.

Sistemas basados en el contexto

La mayoría de los sistemas de recomendación se centran en recopilar información relevante del usuario para poder realizar una recomendación. Normalmente, no se tienen en cuenta factores como el lugar, hora, compañía, etc. Dicho de otra manera, tradicionalmente los sistemas de recomendación son aplicaciones que manejan dos tipos de entidades: usuarios y elementos a recomendar, y no tienen en cuenta atributos contextuales en la prestación de las recomendaciones (Adomavicius, Tuzhilin, Berkovsky & Said, 2010). Las aplicaciones basadas en el contexto representan no sólo el futuro de los sistemas de recomendación (Bernardos, 2007) sino también la oportunidad para comprender mejor el comportamiento humano en la sociedad digital del futuro. La mayoría de los prototipos no han podido avanzar hacia aplicaciones útiles, siendo la mayoría de las soluciones demasiado reduccionistas y únicamente mejoran las funcionalidades concretas de unos sistemas, en la mayoría de los casos altamente dependientes de entornos sensorizados (Lamsfus, Alzua-Sorzabal, Martin, Salvador & Usandizaga, 2009). Para mejorar la calidad de las recomendaciones, el sistema debe también tener en cuenta parámetros de contexto, así por ejemplo, un sistema de recomendación de viajes, no puede realizar las mismas recomendaciones en invierno que en verano.

Sistemas de recomendación grupales

La mayoría de los sistemas de recomendación se ocupan tradicionalmente de hacer recomendaciones de ítems a usuarios individuales. En estos últimos años es cuando se está empezando a trabajar en el desarrollo de técnicas que permitan proponer recomendaciones simultáneas a grupos de usuarios (Jameson & Smyth, 2007). Este tipo de sistema plantea una serie de retos, destacando entre ellos la necesidad de adquirir las preferencias del grupo que permitirán decidir cuál es la mejor opción, además de explicar el motivo o razones de esa elección. La mayoría de sistemas de recomendación de grupos tienen distintos métodos de adquisición de información comunes con los que se aplican a los sistemas de recomendación individuales. Básicamente pueden dividirse en:

Adquisición de preferencias sin especificación explícita: los usuarios no necesitan especificar explícitamente sus preferencias. El sistema funciona con información adquirida implícitamente sobre los usuarios, por ejemplo, las visitas que realiza y el tiempo que dedica a cada una de ellas.

Especificación explícita de preferencias: otros tipos de sistemas de recomendación sí necesitan que los usuarios especifiquen explícitamente sus preferencias, por ejemplo mediante la puntuación individual de puntos de interés.

Cuando el sistema adquiere el conocimiento sobre los diferentes usuarios puede adaptarse la especificación de preferencias a los requerimientos de la recomendación para el grupo. Dependiendo del tamaño y la heterogeneidad del grupo puede ser difícil encontrar una recomendación adecuada

para cada miembro del grupo de manera individual (Jameson & Smyth, 2007). El caso más habitual es que el sistema escoja aquella opción que satisfaga al mayor número de usuarios del grupo de acuerdo a sus preferencias individuales. Alternativamente, algunos trabajos plantean minimizar el malestar basándose en la hipótesis de que la felicidad del grupo será igual a la del menos feliz de sus miembros (Shafer, Frankowski, Herlocker & Sen, 2007). Como conclusión, se hace necesario encontrar métodos de agregación para combinar la información sobre las distintas preferencias individuales de los usuarios, de forma que el sistema pueda obtener la recomendación idónea para el grupo.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROPUESTO

Tras lo expuesto en los apartados anteriores puede afirmarse que un sistema de recomendación orientado al turismo debe cumplir y contemplar los siguientes factores:

- Mantener una estructura que almacene los gustos y preferencias de los turistas, así como descripciones de los diferentes puntos turísticos.
- Tener en cuenta las preferencias de todos los miembros que forman el grupo, ya que habitualmente se viaja en grupo.
- Disponer de sistemas de valoración de los puntos que se visiten.
- Las recomendaciones no deben depender únicamente de los gustos, sino que debe tener en cuenta la información contextual.

Por otra parte, se considera idóneo que el sistema de recomendación propuesto esté incorporado a un sistema integrado de gestión de destinos, donde se podrán compartir y extraer los datos generados por los diferentes subsistemas de información turística.

En particular, RAMCAT se integra en la plataforma tecnológica de información y comercialización turística de la Costa del Sol. Actualmente esta plataforma integra, entre otros módulos, una aplicación Web (www.costadelsoloccidental.org) y aplicaciones móviles que ayudan a los turistas que visitan esta zona turística a localizar diferentes recursos turísticos. Una de las mejoras en desarrollo es la incorporación de RAMCAT, que permitirá guiar al turista o a un grupo de turistas según sus preferencias y el contexto en que se encuentran. RAMCAT es un sistema híbrido grupal y contextual que como puede observarse en la Figura 1 se compone de los siguientes subsistemas:

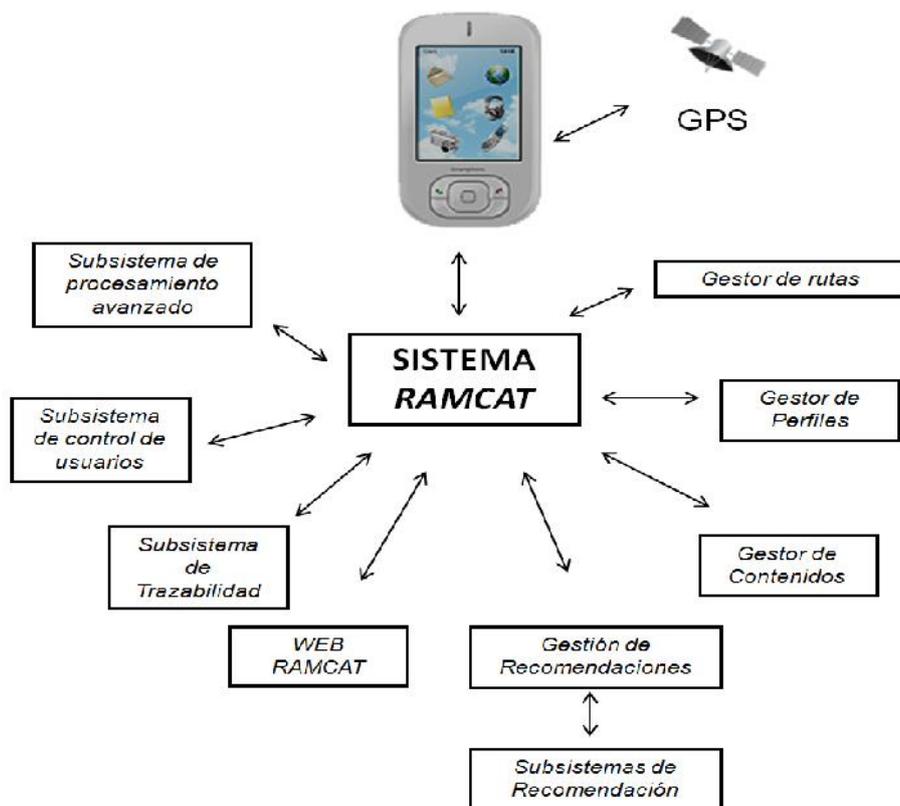
- Web RAMCAT: sitio donde los usuarios pueden registrarse e introducir sus preferencias. Pertenece al front-office de la plataforma de la Costa del Sol.

- Subsistema de almacenamiento y gestor de contenidos de realidad aumentada: almacena toda la información sobre los puntos de interés, características, calificaciones, etc. Este módulo pertenece al back-office de la plataforma de la Costa del Sol.
- Subsistema de procesamiento avanzado o de realidad aumentada: permite mostrar información de realidad aumentada a través de geolocalización, orientación, y detección de marcas artificiales. Esta última opción permite informar detalladamente sobre un determinado punto turístico, como puede ser información de un cuadro o la recreación virtual de un punto.
- Gestor de perfiles de usuarios: permite almacenar, controlar y modificar toda la información del turista, distinguiendo entre diferentes perfiles para el mismo turista (preferencias individuales, de grupo, información recopilada a partir de visitas anteriores, etc.).
- Subsistema de control de usuarios: permite el acceso del usuario al sistema mediante el dispositivo móvil validando las acciones realizadas (calificaciones, accesos, peticiones,...).
- Subsistema de trazabilidad: permite conocer mejor al turista registrando los lugares que visita, peticiones, tiempo que dedica a una visita, etc. Extrae del sistema de control de usuarios información sobre la interacción del turista con el sistema.
- Subsistemas de recomendación: compuesto por diferentes módulos de recomendación que generan listas de recomendaciones de puntos.
- Gestión de recomendación de puntos: recopila diferentes listas de recomendación generadas por el sistema de recomendación obteniendo un listado ordenado por predicción de satisfacción o mostrando en la imagen aumentada un número de puntos (no más de 5) que se recomienda visitar y que obtienen mayor valor en los sistemas de recomendación habilitados.
- Gestor de rutas: recoge del gestor de recomendación el conjunto de puntos con mayor valor obtenidos en los sistemas de recomendación, teniendo en cuenta las preferencias y el contexto. A partir de estos puntos generará rutas teniendo en cuenta el tiempo de visita, horarios, etc.

Tras realizar un estudio de las técnicas y métodos actuales utilizados en diferentes trabajos relacionados con el que se propone (Leiva, Guevara & Rossi, 2012), se encuentran carencias que deben eliminarse (no utilizan contexto ni trazabilidad ni recomendaciones grupales). En particular, el sistema que se propone pretende dotar a la plataforma de la Costa del Sol Occidental de un modelo con las siguientes características:

- Arquitectura abierta: actualmente RAMCAT está formado por cuatro módulos de recomendación, pero se le pueden añadir nuevos motores de recomendación sin tener que modificar el resto del sistema.
- Arquitectura adaptativa: el turista puede habilitar/deshabilitar los diferentes módulos según la forma de interactuar.
- Uso del contexto: todos los módulos de recomendación existentes utilizan atributos contextuales para obtener los valores de preferencia de los diferentes puntos detectados por el sistema.
- Turista virtual: permitirá el trabajo con preferencias simultáneas de varios usuarios, creándose la figura de un turista virtual.
- Uso de características de trazabilidad: tiene en cuenta las visitas anteriores realizadas por los usuarios y las realizadas anteriormente por diferentes turistas con características similares al usuario objeto de la recomendación.

Figura 1: Arquitectura de RAMCAT



Fuente: Elaboración propia

MÉTODO PARA LA RECOMENDACIÓN A GRUPOS BASADA EN EL CONTEXTO EN UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA TURÍSTICO

Bases para la recomendación en grupos

Para realizar una correcta recomendación de los diferentes puntos turísticos es necesario gestionar información sobre los diferentes elementos básicos que maneja el sistema de recomendación: usuarios, grupos, visitas, localización, valoraciones, puntos turísticos y atributos contextuales. En esta sección se realizará una breve descripción de los pasos que sigue el sistema para realizar las recomendaciones en grupo. Un grupo de usuarios estará compuesto por diferentes usuarios que pueden tener preferencias comunes y dispares.

Con el fin de realizar las recomendaciones es necesario almacenar información sobre los usuarios que realizan la visita o el conjunto de usuarios que forman el grupo que están realizando la visita conjuntamente. Entre la información que se utiliza se encuentran preferencias, gustos, visitas anteriores, rasgos sobre la personalidad, etc. Todo este tipo de informaciones formarán el perfil del usuario.

Cuando se realiza la petición de recomendación, el sistema no sólo debe tener en cuenta la información del perfil de los distintos usuarios que forman el grupo, sino que debe tener en cuenta atributos contextuales como el lugar en el que se encuentran, tiempo que tienen para realizar la visita, día y hora en la que se utiliza el sistema, si van en compañía de niños, ancianos, minusválidos, tipo de actividad que desean realizar, presupuesto estimado, etc. Por este motivo para cada punto turístico se debe conocer distintos atributos contextuales que pueden determinar que aparezca o no un punto al generar una recomendación (Figura 2).

Figura 2: Ejemplo de información que posee RAMCAT sobre un punto turístico

Categoría
Patrimonio Histórico-Artístico
Sub-Categorías
Edificio Religioso (1); Parques (0,1); Arquitectura (0,4); Conjunto Histórico (0,7); Monumentos (0,9);
Horario
L-D: 18:00-20:00 S-D: 10:00-13:00
Otros
Aparcamiento: No Bus: Sí Acceso Minusválidos: Sí Idiomas: No Gratuito: No Reserva: No Clima: No

Fuente: Elaboración propia

Conceptos teóricos

A continuación se presentan los principales conceptos teóricos que se proponen en el sistema RAMCAT junto con la notación utilizada para representarlos:

u : Usuario sobre el cual se realiza la recomendación de los ítems

G : Categorías de usuarios. Un usuario es asignado a una categoría de usuarios según su afinidad a las preferencias predeterminadas de ese grupo en el sistema.

g : Grupo formado por n usuarios que viajan juntos. Los usuarios pertenecientes a un grupo no tienen por qué pertenecer a la misma categoría de usuarios G .

U : Conjunto de usuarios. Se refiere al conjunto de turistas que utilizarán el sistema de RA. Cada usuario pertenece a un único grupo o categoría de usuarios.

i : Ítem para el que se quiere generar la predicción de la preferencia de un usuario.

I : Conjunto de posibles ítems (o elementos) a recomendar en un destino.

C : Conjunto de categorías de ítems. Cada ítem $i \in I$ estará asignado a una o varias categorías. Es decir, $C = c_1 \cup c_2 \cup \dots \cup c_n$, donde c_i es una categoría (por ejemplo, museo, playa, etc.).

T : Contexto en el que se encuentra un usuario en un instante dado. El contexto tiene varios atributos no obligatorios (compañía, posición, fecha, hora, clima, duración de la actividad, precio, etc.) que pueden tenerse en cuenta en una recomendación.

V_i^c : Valoración del ítem i en la categoría c . Se trata de un vector de dimensión $k+1$ donde k es el número de atributos de contexto para el que está valorado el ítem i . Así su estructura será $(r_{i1}^c, r_{i2}^c, r_{i3}^c, \dots, r_{ik}^c)$, donde r_i^c es la valoración general que tiene el ítem i en la categoría c , mientras que r_{im}^c es un valor entre 0 y 1 que indica como influye el atributo de contexto m en la valoración. Por ejemplo, un atributo relacionado con el clima puede valer 1 si el clima es excelente para visitar un punto de esa categoría y un 0 indica que el clima es inadecuado para poder realizar la visita a un punto de esa categoría. Estos valores se obtienen a través de las diferentes valoraciones que hacen del ítem los usuarios que lo visitan (inicialmente todo ítem que se añada al sistema es valorado por un conjunto de analistas para posteriormente ser retroalimentado con las valoraciones de los turistas que lo visitan).

V_u^c : Valoración de la categoría c por el usuario u . Se trata de un vector de dimensión $k+1$ donde k es el número de atributos de contexto de compañía (solo, pareja, grupo, niños, ...) para el que está valorado el ítem i . Así su estructura será $(r_{u1}^c, r_{u2}^c, r_{u3}^c, \dots, r_{uk}^c)$, donde r_u^c es la

valoración general que tiene el usuario u en la categoría c , mientras que r_{uc}^m es un valor entre 0 y 1 que indica como influye el atributo de contexto de compañía m en la valoración. Al conjunto de todos los valores r_{uc}^m para un usuario u se le denominará perfil general del usuario u .

Funcionalidades ofrecidas por RAMCAT en las recomendaciones

El sistema RAMCAT está compuesto por dos herramientas: RAMCAT Web y RAMCAT móvil. En la Figura 3 se puede observar un detalle de la aplicación Web, donde se recoge información específica del usuario sobre sus preferencias. De esta forma se irán identificando los intereses que permitirán no sólo conocer sus gustos, sino también asignarlo a un tipo de visitante según diferentes características socio-demográficas. Mediante estos formularios el sistema asocia estas valoraciones a los diferentes conceptos y categorías definidos en el sistema a través de r_{uc}^m (definido anteriormente). Esta información es esencial para poder personalizar adecuadamente las recomendaciones, teniendo en cuenta las relaciones semánticas existentes entre los diferentes conceptos.

Figura 3: Detalle aplicación web en la que el turista indica preferencias de visita

The screenshot shows the 'RAMCAT Web' interface. At the top, there is a header with the logo 'RAMCAT', a user name field 'Usuario: Jose Lopez', and navigation links: 'Inicio', 'Inicio pa...', 'Cerrar Sesión', and 'Ayuda'. Below the header is a menu bar with options: 'Datos Personales', 'Perfil de turista', 'Preferencias de visita', 'Preferencias de visita', 'Preferencias de visita', and 'Preferencias de visita'. The main content area is titled 'Valora por preferencia lo que te gusta más' and contains five categories with sliders for rating from 1 to 5:

- Visitar edificaciones (Castillos, Palacios,)
- Visitar edificios públicos (Bibliotecas, Edificios oficiales,)
- Visitar edificios religiosos (Catedrales, Iglesias,)
- Visitar restos arqueológicos (Murallas, Ciudades antiguas,)
- Visitar monumentos (Esculturas, Plazas,)

Below the sliders is a progress bar showing 75% completion. At the bottom, there are four buttons: 'Anterior', 'Siguiente', 'Guardar y Salir', and 'Salir sin guardar'.

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información, los diferentes mecanismos del sistema realizarán una recomendación basándose en las preferencias del usuario. Si el turista visita en grupo tendrá que indicar los miembros del grupo, los cuales deberán estar dados de alta en el sistema. También se pueden indicar número de menores de edad que forman al grupo, así como características interesantes del grupo, como por ejemplo si algún miembro tiene algún tipo de minusvalía que

requiera la necesidad de que hayan accesos especiales para realizar la visita, etc. En la Figura 4 se puede ver un detalle de la aplicación móvil, en la cual se pueden añadir diferentes usuarios que forman el grupo.

Figura 4: Detalle aplicación móvil de configuración de grupo



Fuente: Elaboración propia

Uno de los principales inconvenientes de los sistemas de RA existentes es que el número de puntos que aparecen en la pantalla es muy elevado. RAMCAT evita estos inconvenientes mostrando en pantalla sólo los cinco puntos de interés con mejor valoración para el turista, pudiendo éste solicitar una ruta entre estos puntos que optimice el tiempo en los desplazamientos y tenga en cuenta los horarios de apertura y cierre, etc. Por supuesto, el turista podrá modificar manualmente la ruta o solicitar una nueva recomendación si lo considera oportuno.

RAMCAT plantea varias formas básicas de uso:

- Modo aumentado: el turista visualiza en la pantalla la realidad aumentada apareciéndole un máximo de 5 puntos que son recomendados, teniendo en cuenta el contexto y las características y preferencias del turista que usa el sistema.
- Modo lista: el turista visualiza una lista de puntos turísticos ordenados teniendo en cuenta las preferencias del mismo (Figura 5). El turista puede recorrer esta lista y consultar los motivos por los que el sistema le ha recomendado ese punto, así como obtener una descripción de éste. Una vez que selecciona el punto que desea visitar, la imagen real se visualizará aumentada con el

punto seleccionado, lo cual le servirá para guiarse, informando en el caso de que la distancia no sea cercana, qué medios de transporte existen para llegar hasta ese punto.

- Modo ruta: es una generalización del método anterior. El turista selecciona de la lista aquellos puntos que desea visitar (Figura 5) y el tiempo estimado que tiene para realizar la visita. El sistema le mostrará la imagen real, apareciendo los puntos numerados por orden de visita recomendada, que conformarán la ruta teniendo en cuenta las distancias y horarios entre ellos.

Figura 5: Detalle aplicación móvil en la que el turista selecciona puntos que le han sido recomendados



Fuente: Elaboración propia

Método general para la recomendación de puntos para un único turista

Para cada usuario que utiliza el sistema de RA se lleva a cabo la ejecución del siguiente algoritmo:

Paso 1: Seleccionar el conjunto de POIs (Puntos de interés) que detecta el sistema de RA. A este conjunto se le denomina *PITD* (Puntos de interés turísticos detectados).

Paso 2: Crear un conjunto denominado *PITDV* (Puntos de interés turísticos detectados válidos), dicho conjunto debe cumplir la siguiente propiedad:

$$\forall i \in PITD, \exists c_j \in C_j / i \in c_j \wedge \exists V_c^u / c_j = c \text{ entonces } i \in PITDV$$

Paso 3: A cada punto válido para ser recomendado se le debe dar una valoración según el conocimiento que se tiene del turista en su perfil. Es decir si el punto está en una categoría de la que se tiene valoración en el perfil del usuario, ese punto se incluye como punto válido para ser visitado y obtiene un valor inicial:

$$v^i = \left[\frac{1}{2} \cdot (v_i^c + v_u^c) \right] \text{ donde } v_i^c = r_i^c \cdot r_{it}^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot r_{ut}^c$$

donde v_i^c será el valor que tiene asignado el ítem i en la categoría c teniendo en cuenta el contexto actual t en el que está el usuario u , y v_u^c es la valoración de la categoría c para el usuario u en el mismo contexto. Estas informaciones se obtendrán de las estructuras V_i^c y V_u^c definidas en secciones anteriores. Cuando no existe valor de contexto, se tomará por defecto el valor 1.

En el caso que intervengan sólo b atributos de contexto:

$$v_i^c = r_i^c \cdot \prod_{c=1}^b r_{it}^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot \prod_{c=1}^b r_{ut}^c$$

En caso que el ítem i pertenezca a k categorías, se tendrá que:

$$v^i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{m=1}^k v_i^m + v_u^m$$

En caso de que el usuario u no tenga calificación para la categoría c_n pero si tenga calificación para la categoría c_m , sabiendo que $c_n \in c_m$, entonces:

$$v_u^n = k_{mn} \cdot v_u^m$$

Donde k_{mn} es el grado de pertenencia de un punto de categoría n en uno de categoría m teniendo en cuenta la taxonomía o clasificación de categorías existente en RAMCAT. Los valores v_u^n y v_u^m , son las valoraciones del usuario u en la categoría n y m respectivamente. Así por ejemplo, un parque de atracciones puede estar catalogado en varias categorías, pertenecerá claramente a la categoría de Ocio y puede pertenecer también pero con un grado inferior a la categoría de Teatros, si por ejemplo en este parque de atracciones se celebran actuaciones de música, danza, etc.

Paso 4: Obtener una lista de todos los puntos y el valor de predicción inicial de interés por parte del turista u . Esta lista es denominada $LSRP^u$ (Lista de especificación de puntos recomendados).

Estos cuatro pasos constituyen sólo la forma general y simplificada de obtener la predicción del interés que puede tener un punto turístico a un visitante, ya que RAMCAT también tiene en cuenta visitas realizadas con anterioridad, retroalimentación de valoraciones, etc., no detallando por motivos de espacio en el presente trabajo la descripción de estas características.

Método para la recomendación de puntos para un grupo de turistas

Con la ejecución del algoritmo anterior se tendrían la lista de puntos de interés que se le recomendará a un turista individual en un momento determinado. Pero como se ha descrito anteriormente, es una situación habitual la realización de una visita en grupo, teniendo los miembros del grupo diferentes preferencias. En estos casos deberá de modificarse el algoritmo anterior a partir del paso 2, permitiendo al sistema la creación del turista virtual, que no es más que la unión de los intereses de todos los turistas que forman el grupo.

En este apartado se describirán los procedimientos computacionales que pueden utilizarse para realizar una agregación de la información. La técnica seleccionada debe cumplir obligatoriamente la satisfacción máxima de los miembros del grupo. Además, se busca la comprensibilidad y el grado de igualdad entre todos los miembros del grupo, es decir, a ningún miembro debe asignársele más importancia que a cualquier otro miembro del grupo, aunque si se tienen en cuenta los rasgos de personalidad (fuerte-débil), el algoritmo cambiaría a la hora de dar mayor peso a las preferencias de unos individuos respecto a otros. Al no contemplar estos rasgos de personalidad, el algoritmo propuesto debe cumplir maximizar la satisfacción media. Para ello, se computa una media de la satisfacción predicha para cada miembro u del grupo G . El algoritmo se basa en el especificado anteriormente, modificado de la siguiente forma:

Paso 2: Crear un conjunto denominado *PITDV* (Puntos de interés turísticos detectados válidos), dicho conjunto debe cumplir la siguiente propiedad:

$$\forall i \in PITDV \text{ y } u \in G, \text{ si } \exists c_j \in C \text{ / } i \in c_j \wedge \exists v_i^u \text{ / } c_j = c \wedge \text{tot}(u) > K - 1 \text{ entonces } i \in PITDV$$

donde $\text{tot}(u)$ es el total de usuarios que pertenecen al grupo que tienen valoración para esa categoría. En los pasos posteriores, los usuarios sin valoración para esa categoría tendrán por defecto la calificación más baja del resto de usuarios del grupo que sí la tienen. El valor K (mayúscula) es el total de miembros (sin incluir menores de edad) que forman el grupo.

Paso 3: A cada ítem válido para ser recomendado se le debe dar una valoración según el conocimiento que se tiene de cada turista en su perfil. Es decir si el ítem está en una categoría de la que se tiene valoración en el perfil del usuario de los K usuarios que forman el grupo G , ese punto se incluye como punto válido para ser visitado y obtiene el siguiente valor inicial:

$$v^i = \frac{1}{K} \cdot \sum_{u=1}^K \left[\frac{1}{2} \cdot (v_i^f + v_u^c) \right] \text{ donde } v_i^f = r_i^c \cdot r_i^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot r_u^c$$

donde v_i^c es el valor que tiene el ítem i en la categoría c teniendo en cuenta el contexto actual t en el que está el usuario u , y v_u^c es el valor de la categoría c para el usuario u en el mismo contexto. Estas informaciones se obtienen de las estructuras V_i^c y V_u^c . Cuando no existe valor de contexto, se toma por defecto el valor 1.

En el caso que intervengan b atributos de contexto:

$$v_i^c = r_i^c \cdot \prod_{t=1}^b r_{it}^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot \prod_{t=1}^b r_{ut}^c$$

En caso que el ítem i pertenezca a k categorías se tendrá que:

$$v^i = \frac{1}{K} \cdot \sum_{u=1}^K \left[\frac{1}{k} \cdot \sum_{m=1}^k v_i^m + v_u^m \right]$$

En caso de que el usuario u no tenga calificación para la categoría c_n pero si tenga calificación para la categoría c_m , sabiendo que $c_n \in c_m$, entonces:

$$v_u^n = k_{mn} \cdot v_u^m$$

Donde k_{mn} es el grado de pertenencia de un punto de categoría n en uno de categoría m teniendo en cuenta la taxonomía definida. Los valores v_u^n y v_u^m , son las valoraciones del usuario u en la categoría n y m respectivamente.

Paso 4: Obtener una lista de todos los puntos y el valor de predicción inicial de interés por parte del grupo G . Esta lista se denomina $LSRP^G$. En este punto se plantean dos objetivos:

- Minimizar la carencia: aunque la satisfacción media sea alta, si una categoría de ítem tiene una valoración muy baja para un determinado turista, dicho elemento debe eliminarse de la lista.
- Minimizar la penalización con el objetivo de asegurar un grado de justicia. La base de esta consideración es que resulta más adecuado que satisfaga a todos de una forma similar a que solo satisfaga a unos pocos.

Este tipo de estrategias, aún siendo un importante valor añadido a un sistema de RA, tiene posibilidades de mejora. Por ejemplo, sería muy interesante disponer de un historial de visitas del grupo, pero esto es ciertamente complejo, pues la composición del grupo difícilmente es la misma en todos los viajes.

Resultados y pruebas del sistema

La plataforma existente (Costa del Sol de consorcio Qualifica, disponible en Google Play y Apple Store) está ofreciendo unos resultados muy interesantes y permite a los turistas que lo utilizan localizar fácilmente recursos relacionados con sus intereses, así como obtener información detallada de los recursos disponibles en el destino Costa del Sol. El criterio principal para considerar exitosa la implantación del sistema es la satisfacción general de los turistas que lo han descargado y utilizado, valorando el sistema actualmente con un valor de 4,7 puntos sobre 5 (Datos obtenidos hasta Abril de 2013), lo cual es sin duda un resultado muy satisfactorio.

Respecto a la pruebas del prototipo que se describe en el presente trabajo se han realizado pruebas con 177 turistas repartidos en grupos de diversas características y tamaño (59 turistas utilizaron el sistema individualmente, sin acompañantes). El 94% de los usuarios que lo han probado consideran que las recomendaciones generadas son útiles o muy útiles. Tenemos que hacer constancia de que no todos los turistas que han realizado las pruebas estaban habituados a utilizar dispositivos móviles para el guiado de sus visitas. En concreto, sólo el 58% ha utilizado anteriormente herramientas como Google Maps o similares para guiarse en un destino, por lo que es evidente que a pesar de que un sector importante no estaba familiarizado a utilizar este tipo de herramientas, un porcentaje altísimo (97%) confía en seguir utilizando sistemas de recomendación como el que se les propuso.

Los resultados obtenidos por los turistas que usan la plataforma existente y las pruebas realizadas con los prototipos aseguran que la incorporación del marco propuesto y descrito en el presente trabajo supondrá con seguridad una mayor satisfacción general del visitante que lo utilice, ya que le permitirá acceder a actividades recomendadas según los intereses del grupo sin tener que realizar búsquedas.

CONCLUSIONES

El desarrollo de nuevos sistemas de información turísticos, incluidos los basados en RA y sistemas de recomendación, no aportará todas sus ventajas potenciales si no se integran con los sistemas ya existentes. La interoperabilidad de los diferentes sistemas de un destino turístico permite que la gestión de la información sea sostenible y con un nivel de calidad satisfactorio, lo que redundará en beneficio de las empresas, destinos turísticos y usuarios.

El turista actual demanda cada vez más información adaptada a sus preferencias, por lo que las empresas y las instituciones de gestión del turismo y de destinos deben proporcionar herramientas para prestar un mejor servicio y ofertar aquellos productos que son más afines al turista. Sistemas como el propuesto en este trabajo facilitarán a las propias empresas y organizaciones de destinos

obtener el conocimiento y preferencias de los turistas, la demanda y trazabilidad, pudiendo conocer de manera eficiente la realidad del destino así como orientar la política turista.

El trabajo futuro incluye la puesta en marcha efectiva y definitiva del sistema propuesto en la plataforma de la Costa del Sol. Otra de las líneas de actuación futura del sistema descrito consistirá en añadir al sistema de recomendación grupal características relacionadas con la personalidad de los diferentes individuos que forman el grupo (un 97% de los turistas que han utilizado el prototipo lo considerarían muy interesante). Cada grupo estará formado por usuarios que tengan una personalidad más fuerte o más débil y esto debería influir en la forma que el sistema genere las recomendaciones. El proceso de recomendación, por tanto, debe tener en cuenta la personalidad de cada individuo, es decir, la forma en la que reaccionará cuando el sistema recomiende una propuesta diferente a la que él esperaba. Otra información relevante a tener en cuenta es la confianza entre los diferentes componentes del grupo y el modo de reaccionar en situaciones de toma de decisiones en grupo. Todo esto enfatiza en la necesidad de seguir profundizando en la modelización del sistema descrito.

Un elemento que puede resultar interesante es que cada usuario que forme parte del grupo pueda conocer el motivo por el que el sistema ofrece esa recomendación, y cómo es de atractiva para cada miembro del grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adomavicius, G.; Tuzhilin, A.; Berkovsky, S. & Said, A.** (2010) "Context-awareness in recommender systems: research workshop and movie recommendation challenge". RecSys 10. Proceedings of the fourth ACM Conference on Recommender Systems, New York, pp. 385-396
- Aguayo, A.; Guevara, A.; Rossi, C.; Caro, J. L. & Leiva, J. L.** (2010) "Sistema integrado de gestión de destinos". Congreso Turitec, Málaga
- Bernardos, A. B.** (2007) "Servicios y aplicaciones en movilidad para el sector turístico". CITIC, Madrid
- Batet, M.; Moreno, A.; Sánchez, D.; Isem, D. & Valls, A.** (2012) "Turist@: Agent-based personalised recommendation of tourist activities". Expert Systems with Applications 39(8): 7379-7329
- Borràs, J.; Moreno, A.; Valls, A.; Ferré, M.; Ciurana, E.; Salvat, J.; Russo, A. P. & Anton-Clavé, S.** (2012) "Uso de técnicas de inteligencia artificial para hacer recomendaciones enoturísticas personalizadas en la provincia de Tarragona". Congreso Turitec, Málaga
- Castejón, R. & Méndez, E.** (2012) "Introducción a la economía para turismo". Prentice-Hall, Madrid
- Fesenmaier, D. R.; Werthner, H. & Wober, K.** (2006) "Destination Recommendation System. Behavioural foundations and applications". CAB International, Oxford
- Goh, D.; Lee, C. & Ang, R.** (2010) "Determining services for the mobile tourist". The Journal of Computer Information Systems 51(1): 31-40

- Jakkilinki, R.; Georgievski, M. & Sharda, N.** (2007) "Connecting destinations with ontology bases e-tourism planner". En: Sigala, M. *Information and Communication Technologies in Tourism*. Ed. Springer, New York, pp. 21-32
- Jameson, A. & Smyth, B.** (2007) "Recommendation to groups". En: Brusilovsky, P.; Kobsa, A. & Nejdl, W. (Ed.) *The Adaptive Web, Methods and Strategies of Web Personalization*. Vol. 4321 de *Lecture Notes in Computer Science*, Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, pp. 596-627
- Lamsfus, C.; Alzua-Sorzabal, A.; Martín, D.; Salvador, Z. & Usandizaga, A.** (2009) "Human-Centric Semantic-bases Context Modelling". *Tourism. Mediterranean Conference on Information Systems*, Athens
- Leiva, J.; Guevara, A. & Rossi, C.** (2012) "Sistemas de recomendación para realidad aumentada en un sistema integral gestión de destinos". *Revista de Análisis Turístico* (14): 69-81
- Pazzani, M. J.** (1999) "A framework for collaborative, content-based and demographic filtering". *Artificial Intelligence Review* 13: 393-408
- Peters, J.** (2009) "Ten technology advances that will change air travel". *A new frontier paper*, SITA. Ashgate Publishing Limited, Burlington
- Schwab I.; Kobsa A. & Koychev I.** (2001) "Learning user interests through positive examples using content analysis and collaborative filtering". Technical report, Fraunhofer Institute for Applied Information Technology, Faunhofer
- Schafer, J.; Frankowski, D.; Herlocker, J. & Sen, S.** (2007) "Collaborative Filtering Recommender Systems". *Adaptive Web 2007, LNCS, Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New-York Vol. 4321: 291-324
- Sundbo, J.; Orfila, S. & Sorensen, F.** (2007) "The innovative behavior of tourism firms. Comparative studies of Denmark and Spain". *Research Policy* (88): 88-106
- Xiang, Z. & Pan, B.** (2011) "Travel queries on cities in the United States: Implications for search engine marketing for tourist destinations." *Tourism Management* 32(1): 88-97

Recibido el 20 de enero de 2013

Reenviado el 30 de junio de 2013

Aceptado el 07 de julio de 2013

Arbitrado anónimamente