



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
DE AVΓΓΕΙCIV
BOΓITECNICV
OMIA EKPICTI

GEOTURISMO, APLICACIÓN MÓVIL PARA RUTAS TURÍSTICAS

Autora: Sara Juan Sampedro
Directoras: Dra. Inmaculada García García
Dra. M^a Carmen Juan Lizandra

Departamento de sistemas informáticos y computación
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
VALENCIA, ESPAÑA
JULIO 2014

A MIS PADRES Y MI MARIDO.

Agradecimientos

A mis directoras de Tesis, la Dra. Inmaculada García García y la Dra. M^a Carmen Juan Lizandra por haberme dado la oportunidad de desarrollar este proyecto y por haber dedica todo el tiempo necesario a repasar detenidamente cada palabra de este trabajo.

Gracias a mis compañeros de máster, en especial a Ana, Vicent, Mara y Moisés, que me han mantenido al día y me han ayudado cuando por motivos laborales lo he necesitado.

Doy sobre todo las gracias a mis padres y mi marido por animarme a continuar y terminar, por apoyarme en los buenos y malos momentos, por aguantar día a día tantas horas de dedicación, por creer siempre en mí y por su apoyo y amor incondicional. Os quiero.

Tabla de Contenidos

Resumen	7
Abstract	8
Índice de figuras	9
1. Introducción	11
1.1. Motivación y objetivos	12
1.2. Organización de la memoria	13
2. Estado del arte	14
2.1. Sistemas Recomendadores	15
2.1.1. Definición	15
2.1.1.1. Definición formal	15
2.1.1.2. Proceso de recomendación	16
2.1.1.3. Ventajas e inconvenientes del uso de SR	16
2.1.2. Técnicas de recomendación básicas e híbridas	17
2.1.2.1. Técnicas básicas de recomendación	17
2.1.2.2. Técnicas híbridas de recomendación	20
2.1.3. Sistemas de recomendación aplicados al turismo	21
2.2. Realidad aumentada	24
2.2.1. Definición	24
2.2.1.1. Componentes	24
2.2.1.2. Tareas	24
2.2.2. Técnicas	25
2.2.2.1. Realidad aumentada basada en geolocalización	25
2.2.2.2. Realidad aumentada basada en marcadores	26
2.2.3. Realidad aumentada para dispositivos móviles en el dominio turístico	29
2.2.4. Herramientas y librerías	31
2.2.4.1. Layar	31
2.2.4.2. Wikitude	33
2.2.4.3. Vuforia	35
3. GeoTurismo: Aplicación de rutas turísticas	36
3.1. Descripción de GeoTurismo	36
3.2. Servicio web e-Tourism	41

3.2.1. Descripción de e-Tourism.....	41
3.2.2. Funcionalidad proporcionada a la aplicación.....	43
3.3. Obtención de lugares recomendados y creación de rutas.....	44
3.3.1. Descripción.....	44
3.3.2. Sencha Touch 2.....	46
3.3.2.1. Descripción.....	46
3.3.2.2. Licencias.....	46
3.3.2.3. Aportaciones a la aplicación.....	47
3.3.3. El API Google Maps.....	47
3.3.3.1. API de Google Maps V3 para JavaScript.....	48
3.3.3.2. Licencia.....	49
3.3.3.3. Aportaciones a la aplicación.....	49
3.4. Realidad aumentada.....	49
3.4.1. Descripción.....	50
3.4.2. Phonegap.....	51
3.4.3. SDK Wikitude.....	52
3.4.3.1. Descripción.....	52
3.4.3.2. Licencia.....	53
3.4.4. Arquitectura.	54
3.4.5. Aportaciones a la aplicación.....	55
4. Funcionamiento de la aplicación.....	57
4.1. Perfil: Familia con niños.	57
4.2. Perfil: Turista sin preferencias.	60
4.3. Perfil: Viajero cultural.	61
5. Conclusiones.....	64
5.1. Aportaciones de la aplicación.	64
5.2. Beneficios de la aplicación.....	65
5.3. Posibles mejoras.....	65
Bibliografía.....	67

Resumen

A la hora de planificar un viaje o encontrar información turística sobre una ciudad, los usuarios hacen uso cada vez en mayor medida de internet, con la esperanza de encontrar la información que les sea útil y de interés. Hoy en día existen multitud de aplicaciones y páginas web que proporcionan distintos servicios y funcionalidades relacionadas con este sector para intentar ayudar al usuario a encontrar lo que desea de forma sencilla y sin que tenga que buscar en la inmensa cantidad de datos que proporciona internet. Algunas utilizan sistemas recomendadores para ayudar al turista a encontrar la información que mejor se adapte a sus preferencias, otras hacen uso de realidad aumentada para proporcionar una visión cómoda y global, en tiempo real, superponiendo en su entorno la información que puede ser de interés para el usuario. A la hora de planificar rutas turísticas, el problema de las aplicaciones que usan sistemas recomendadores, es que la información no se suele encontrar disponible en tiempo real de forma cómoda y sencilla, y el problema de las que usan realidad aumentada, es que en ocasiones muestran demasiada información de lugares o servicios que se encuentran cerca del usuario, que no resultan de su interés.

Este trabajo, propone el desarrollo de una aplicación para móviles, que genere rutas turísticas para una ciudad, utilizando ambas tecnologías. Se ha probado con la ciudad de Valencia. Para ello, se cuenta con un sistema recomendador (e-Tourism) para la obtención de puntos de interés basándose en las preferencias del usuario y la visión de la realidad aumentada de los lugares escogidos. El sistema de recomendación soluciona el problema de la tediosa búsqueda de información sobre los lugares que desearía visitar, además de filtrar la información que se muestra sobre el entorno al hacer uso de la realidad aumentada, el usuario únicamente verá los lugares que le interesan sin sobrecargar de datos la pantalla. La aplicación desarrollada se basa en la información que obtiene del sistema recomendador, y aun así es totalmente independiente del mismo, lo que significa, que la aplicación se puede utilizar para cualquier ciudad. Para ello únicamente hay que sustituir el sistema recomendador por el de otra ciudad que cumpla unos requisitos básicos.

Abstract

When planning a trip or find tourist information on a city, users are increasingly using the network, hoping to find information that is useful and of interest to them. Today there are a multitude of applications and websites that provide various services and features related to this sector to try to help the user find what they want easily and without having to search the vast amount of data that provides internet. Some, recommender systems used to assist tourists to find the best information that suits your preferences, others make use of augmented reality to provide a comfortable and comprehensive view, in real time, overlapping information in your environment that may be of interest user. When planning tourist routes, the problem of applications that use recommender systems, is that the information is not generally available in real time to find a comfortable and simple, and the issue of using augmented reality, is that sometimes show too much information or services that are near to the user, which are not of interest.

This work proposes the development of a mobile application that generates tourist routes for a city, using both technologies. It has been tested with the city of Valencia. To this end, features a recommender system (e-tourism) to obtain points of interest based on user preferences and vision of augmented reality of the places chosen. The recommendation system solves the tedious problem of finding information about the places you want to visit, in addition to filtering the information displayed on the environment by making use of augmented reality, the user will only see the places that interest you without overloading screen data. The developed application is based on information obtained from the recommender system, and yet it is totally independent of it, which means that the application can be used for any city. To do this you just have to replace the recommender system by another city that meets basic requirements.

Índice de figuras

1. Minube, aplicación basada en SR.	22
2. SR Eno SigTur para móvil.	22
3. Madrid Live, SR de actividades de ocio en Madrid.	23
4. Esquema de tareas en RA.	25
5. APP de Wikitude para RA.	26
6. Ejemplo de marcador ARToolKit para superar fobias.	27
7. Ejemplo marcador ARToolKit para aprendizaje.	27
8. Ejemplo de libro interactivo de RA.	28
9. Aplicación Google Googles.....	28
10. Interfaz web de Hoppala.	30
11. Las famosas gafas Google Glass	30
12. Aplicación Guideo basada en geolocalización.....	31
13. Aplicación Layar para móvil.....	32
14. Layar Creator para campañas de prensa.....	33
15. Aplicación Wikitude para móvil.....	34
16. Wikitude Studio.....	34
17. Interfaz de Vuforia.....	35
18. Sistema donde el usuario registra su perfil.	37
19. Interfaz donde el usuario se registra en GeoTurismo.	38
20. Lista de lugares recomendados en GeoTurismo.	38
21. Mapa con la ruta calculada para los lugares elegidos en GeoTurismo.	39
22. Vista RA de GeoTurismo.	40
23. Control RA para filtrar lugares por la distancia en GeoTurismo.	40
24. Estructura y componentes de GeoTurismo.	41
25. Arquitectura del SR e-Tourism.	42
26. Opción de marcar los lugares como visitados en GeoTurismo.	43
27. Lista de POI sugeridos y mapa con la ruta calculada respectivamente.....	45
28. Estructura del MVC.	46
29. Ejemplo de detección de puntos en RA y pulsado de etiquetas.	50
30. Ejemplo de filtrado de POI en RA gracias al control de distancia..	51
31. Arquitectura de GeoTurismo.	55
32. Lista de POI y ruta para un perfil de familia con niños.	58
33. Visado de los POI, lista de lugares recalculada y nueva ruta.	59
34. Vista RA y pulsado de etiqueta para un perfil de familia con niños.	59
35. Lista de POI y ruta para un perfil de turista sin preferencias.	60
36. Vista RA y pulsado de etiqueta para un perfil de turista sin preferencias.	61
37. Lista de POI y ruta para un perfil de viajero cultural.	62
38. Visualización de los POI filtrados por distancia para un perfil de viajero cultural.....	63

Capítulo 1

Introducción

Hoy en día el sector turístico, es una de las más importantes fuentes de ingreso para muchas comunidades españolas. En 2013 todas las regiones sufrieron un retroceso del PIB, pero el turismo, que sigue siendo la gallina de los huevos de oro para la economía española, y muy importante para reducir los efectos de la crisis. Concretamente en la Comunidad Valenciana se detectó un incremento del 11.4% en el número de visitantes, es decir, casi 6 millones en 2013, batiéndose un récord de turistas extranjeros en nuestra comunidad [1]. El Secretario Autonómico de Turismo y Comercio, Daniel Marco, ha confirmado que la tendencia de crecimiento para este año será similar al 2013. La ciudad de Valencia, es uno de los principales destinos turísticos de la Comunidad Valenciana. Un estudio de 2013, muestra que es la octava ciudad más visitada de España [2], ya que cuenta con lugares como la ciudad e las artes y las ciencias que la hacen muy atractiva.

Gracias a los avances en las nuevas tecnologías, las personas cada vez en mayor medida, hacen uso de ellas para organizar sus viajes. Hoy en día es fundamental navegar por internet cuando se planifica la visita turística a un lugar. El problema es que hay demasiada información y en ocasiones es muy difícil encontrar lo que realmente se desea. Hay muchos aspectos que influyen a la hora de planificar una ruta turística, cada usuario tiene gustos diferentes además de existir una gran variedad de perfiles turísticos para una misma ciudad; cultural, gastronómico, social, etc. También influye mucho si se viaja solo, en pareja, con amigos o con niños.

Según estudios publicados [3], un 65% de los turistas dispone de un dispositivo móvil, en torno al 45% comparte su ubicación y experiencias de viaje con otros usuarios digitales, y el 50% interactúa activamente en redes sociales compartiendo dicha información. Hay quien los denomina flashpackers, los antiguos mochileros, que ahora viajan con las nuevas tecnologías compartiendo sus viajes en tiempo real. Es por ello, que la promoción turística ha encontrado en la combinación de smartphones y realidad aumentada elementos de comunicación estratégicos y de gran impacto para llegar a un gran número de usuarios. Hoy en día existen numerosas aplicaciones basadas en esta tecnología que ayudan a recorrer la ciudad escogida y encontrar de forma cómoda puntos de interés para el turista.

El objetivo de este trabajo, es ayudar a los usuarios a planificar una ruta por la ciudad de Valencia adaptada a sus gustos y necesidades, que les ofrezca información personalizada, sobre los puntos de interés de forma atractiva y precisa. Para ello se ha

pensado desarrollar una aplicación para móvil, que sugiera al usuario puntos de interés obtenidos a través de un sistema recomendador, combinado con el atractivo de la realidad aumentada para mostrar información de dichos punto para una mejor situación y visualización de los mismos. La combinación de ambas técnicas hace atractiva y cómoda esta aplicación y la dota de funcionalidad adaptada al usuario.

1.1 Motivación y objetivos

Gracias a los avances tecnológicos en los dispositivos móviles (sobre todo con la aparición de los Smartphone), la infraestructura y redes de telecomunicación, la alta tasa de difusión de estos dispositivos en la sociedad y la cultura del nuevo consumidor, hacen posible hoy en día la aparición de nuevas y atractivas aplicaciones turísticas que incorporan técnicas como sistemas recomendadores o realidad aumentada a la vida cotidiana. Es el soporte ideal para llevar siempre encima y explorar el mundo que nos rodea. Este tipo de aplicaciones, facilitan el acceso a la información de la visita en cualquier momento durante la propia visita, lo que supone una alta accesibilidad cuando realmente se necesita, proporcionando uno de los elementos por los que cada vez más usuarios las utilizan: comodidad.

Existen aplicaciones basadas en sistemas recomendadores, que ofrecen información personalizada en numerosos sectores. La mayoría de los trabajos existentes basados en estos sistemas, en el dominio de turismo, se centran únicamente en la recomendación de destinos de viaje, lo que supone dar un paso más allá, y ofrecer al usuario rutas concretas con puntos que resulten de su interés.

Incorporar además la realidad aumentada a las aplicaciones es una fórmula innovadora de impactar a los consumidores y de aumentar las oportunidades de negocio, generando nuevas experiencias que ofrecen información de forma dinámica e interactiva. Las aplicaciones de realidad aumentada basadas en geolocalización, no filtran por las preferencias del usuario, sino que muestran demasiada información que puede resultar innecesaria y pesada para el turista.

Esta aplicación pretende combinar ambas tecnologías para detectar los puntos de interés del usuario a través de un sistema recomendador y mostrar la información que el usuario desea de una forma más amigable y cómoda mediante realidad aumentada. Estas dos tecnologías están en auge, por lo que la combinación de ambas supone crear aplicaciones realmente interesantes en el sector.

El principal objetivo es desarrollar una aplicación donde una vez registrado el usuario en el sistema, el servicio web basado en sistemas recomendadores, haga uso de las preferencias asociadas al usuario para obtener una lista de puntos que considera de su interés; cree una ruta óptima con los puntos escogidos por el usuario, y muestre información de forma cómoda, innovadora y atractiva, haciendo uso de la

realidad aumentada. El usuario podrá ir marcando los lugares que ya ha visitado, para que al realizar una nueva búsqueda, el sistema no los vuelva a recomendar.

1.2 Organización de la memoria

Esta memoria se organiza de la siguiente manera:

- Capítulo 1. Introducción. Este capítulo, muestra una pequeña introducción del terreno que abarca la aplicación que se presenta, además de la motivación y objetos que han llevado a su planteamiento y desarrollo.
- Capítulo 2. Estado del arte. Se incluye en este capítulo tanto el estado del arte de los sistemas recomendadores como de la realidad aumentada. En el apartado dedicado a los sistemas Recomendadores, se define el concepto de sistema recomendador, las principales técnicas de recomendación, además de un estudio de las aplicaciones existentes en el dominio turístico basadas en sistemas recomendadores. En el apartado correspondiente a la realidad aumentada, también se presenta su definición y técnicas existentes, herramientas y librerías disponibles, así como un estudio de las aplicaciones móviles turísticas existentes en el mercado que utilizan realidad aumentada, un sector en auge.
- Capítulo 3. GeoTurismo: aplicación móvil para rutas turísticas. En esta sección, es donde se especifica el funcionamiento detallado de la aplicación desarrollada, así como todas las herramientas utilizadas tanto para enviar y recibir información al sistema e-Tourism (sistema recomendador turístico utilizado en la implementación de GeoTurismo), para crear rutas mediante el API de google, y por último para la integración y desarrollo de la funcionalidad de realidad aumentada proporcionada por la SDK de Wikitude.
- Capítulo 4. Evaluación y resultados. En este capítulo se presentan experimentos realizados para evaluar el comportamiento de la aplicación, así como el comportamiento del SR, sobre tres usuarios con diferentes perfiles.
- Capítulo 5. Conclusiones. En este último apartado, se resumen las aportaciones más relevantes de este trabajo y se indican posibles futuras mejoras para ampliar esta aplicación.

Capítulo 2

Estado del arte

Como se ha dicho anteriormente, en el estado del arte del presente trabajo debe incluirse tanto una visión general de los sistemas recomendadores como de realidad aumentada, pues son las dos técnicas que se incluyen en el trabajo.

Los Sistemas Recomendadores (SR) permiten mostrar al usuario información personalizada, adaptada a sus gustos y necesidades. Se aplican a gran cantidad de dominios. Nacen como respuesta a la sobrecarga de información existente en numerosos dominios. Se pueden combinar distintas técnicas de recomendación según las necesidades del dominio donde se aplique y se pueden combinar diferentes técnicas en un mismo dominio para obtener mejores resultados. Incorporan un gran número de ventajas a los servicios que las utilizan, no solo disminuyen el volumen de información para el usuario, sino que además presentan únicamente la que consideran de su agrado (información personalizada). Debido al crecimiento en el uso de internet, los SR están siendo muy utilizados por numerosas webs y aplicaciones en el dominio turístico para facilitar al usuario la creación de itinerarios personalizados. En este apartado se detallan algunos ejemplos como Minube.

La Realidad Aumentada (RA) es otra técnica que actualmente se encuentra en auge. Ofrece información superpuesta sobre el mundo que nos rodea, dotando a los sistemas que la utilizan de la posibilidad de consultar la información en tiempo real, esté donde esté de forma práctica y ágil. Dos de las técnicas de localización en RA más utilizadas están basadas en marcadores y GPS, opción que utiliza un gran número de aplicaciones móviles surgidas en el ámbito turístico, incluida la aplicación que se presenta en este trabajo. Existen varias librerías que ofrecen a los desarrolladores, la posibilidad de incluir esta técnica en sus aplicaciones como se muestra a continuación.

2.1 Sistemas Recomendadores

2.1.1 Definición

Los SR [4, 5], son sistemas inteligentes, que a través del estudio de la información disponible del usuario (gustos, preferencias, ítems seleccionados o vistos en anteriores interacciones con el sistema) y mediante un procesamiento de datos, proporcionan sugerencias personalizadas (recomendaciones) sobre un determinado tipo de elementos denominados ítems (películas, libros, noticias, webs, música, imágenes, lugares a visitar, etc.) que pueden resultar de interés para el usuario. Estos sistemas, se han convertido en un área importante de investigación desde la aparición de los primeros trabajos sobre el filtrado colaborativo a mediados de los 90 [6].

Nacen principalmente por la necesidad de filtrar la ingente cantidad de información existente en Internet, lo que los hace muy útiles, primero, porque facilitan la tediosa tarea de buscar lo que el usuario desea, y segundo, porque pueden encontrar información de interés que el usuario haya pasado por alto.

En resumen, los SR son un tipo específico de filtro de información adaptativo [7], una técnica que trata de presentar al usuario, únicamente, información relevante sobre la que está interesado, y que puede manejar, clasificada mediante un ranking.

2.1.1.1 Definición formal

Sea:

- **U**: Conjunto de usuarios.
- **I**: Conjunto de posibles ítems a recomendar.
- **U**: Usuario sobre el que se realiza la recomendación.
- **I**: Ítem para el cual se quiere generar la predicción de la preferencia de u.
- **F_u**: Función de utilidad que mide la utilidad de i para u. Suele ser la puntuación dada al ítem por el usuario (ratio), aunque también podría ser cualquier función heurística.
- **R**: Conjunto totalmente ordenado de enteros o reales.

Un SR se puede formular como:

$$f_u : U \times I \longrightarrow R$$
$$\forall u \in U, \exists i' \in I \mid I'_u = \max_{i \in I}(u, i)$$

La función de utilidad suele ser la puntuación dada por el usuario al elemento.

2.1.1.2 Proceso de recomendación

Todos los SR, siguen una serie de pasos [8] para obtener la lista de ítems recomendados.

1. Recopilar información: recopila información sobre los usuarios y la transformar en conocimiento. Se almacena en forma de perfiles de usuario. Según la técnica o técnicas de recomendación utilizadas se recopilará información diferente.
2. Aplicar técnica o técnicas de recomendación: Ofrece al usuario resultados basados en el conocimiento adquirido.
 - Calcula los ítems que satisfacen los gustos del usuario.
 - Calcula para cada ítem el grado de adecuación del ítem al usuario o ratio.
 - Clasifica los ítems por ratio.
 - Recomienda los ítems de mayor ratio.
3. Medir el impacto de la recomendación o feedback. No es obligatorio, pero si recomendable, ya que ayuda a mejorar la recomendación.
 - Permite obtener el grado de satisfacción del usuario con los ítems recomendados.
 - Sirve de feedback a la primera etapa (permite aumentar el conocimiento sobre el usuario).

2.1.1.3 Ventajas e inconvenientes del uso de SR

Usar SR, proporcionan muchas ventajas importantes [8], como el ahorro de tiempo, ya que estos sistemas eliminan automáticamente la información irrelevante para el usuario. Ofrecen únicamente ítems de interés para el usuario, descartando información irrelevante. El uso de estos sistemas, es muy recomendable para servicios web, ya que incrementa la fidelización del cliente y aumenta la efectividad con el uso.

Pero no todo son ventajas, también existen algunos inconvenientes:

- Falta de privacidad de la obtención de la información sobre las preferencias, ya que se necesita un perfil con muchos detalles sobre el usuario, y esto puede convertirse en un problema según la información que contenga.
- El proceso de recopilar la información del usuario suele ser tedioso para él. Además, no todos los usuarios están dispuestos a dar información sobre sus preferencias o intereses.
- La recomendación puede estar manipulada según intereses económicos, bien porque el recomendador ofrece en mayor medida un tipo concreto de resultados, o bien porque se registren en el sistema usuarios que puntúan favorablemente recomendaciones de una empresa o servicio,

perjudicando a otras de forma interesada. Puede provocar falta de confianza en los servicios que ofrecen recomendaciones personalizadas.

2.1.2 Técnicas de recomendación básicas e híbridas

Los SR trabajan con:

- Información sobre el usuario (gustos e intereses).
- Datos a recomendar o ítems.
- Algoritmos para obtener el grado de interés de los ítems para el usuario (ratio). Existen diferentes tipos de algoritmos, lo que se denomina, técnicas de recomendación básicas. Las técnicas básicas pueden combinarse entre ellas formando técnicas de recomendación híbridas.

2.1.2.1 Técnicas básicas de recomendación

Para realizar las recomendaciones, se necesitan algoritmos capaces de combinar toda la información de la que se dispone. Existen diferentes técnicas de recomendación básicas [9,10]:

Demográfica

Estos sistemas, tienen como objetivo clasificar al usuario en un grupo demográfico, a partir de la información que se conoce sobre él (sexo, edad, profesión, nivel cultural, nacionalidad, etc.). Según el grupo demográfico al que pertenece se le recomiendan ítems. El sistema usa las características comunes de los usuarios de dichas clases para justificar las recomendaciones. Es la técnica más simple y la menos precisa, pero siempre proporciona una recomendación. La ventaja es que es independiente del dominio y no requiere que el usuario puntúe ítems ni información de otros usuarios. El inconveniente, que puede resultar tedioso para el usuario proporcionar la información necesaria o no quiera por miedo a la falta de privacidad. Un ejemplo es Grundy [11], es un sistema que recomienda libros a través de la recopilación de información personal mediante un diálogo interactivo que empareja respuestas del usuario con una biblioteca de estereotipos.

Colaborativa

Se trata de la técnica de recomendación más empleada. Esta técnica consiste en buscar usuarios parecidos al usuario para el que solicita la información, es decir, la lista de vecinos. Se recomiendan ítems en función de los ítems puntuados favorablemente por los vecinos. Utiliza como fuente de información las calificaciones que los vecinos han hecho sobre los ítems La base de la técnica colaborativa es la búsqueda de vecinos apropiados. Cuánto más “parecidos” sean los vecinos al usuario

actual, mejor será la recomendación ofrecida. Habitualmente la similitud de los usuarios se basa en los ítems que los usuarios han puntuado de forma parecida (es decir, les han gustado las mismas cosas o les han disgustado las mismas cosas).

Esta técnica presenta múltiples ventajas, si se dan las condiciones apropiadas, suele ser muy precisa, introduce elementos novedosos en la recomendación, obtiene recomendaciones que satisfacen al usuario,...

Pero, también presenta gran cantidad de inconvenientes, debido, sobre todo, a la falta de información sobre usuarios o ítems. Las principales limitaciones de este sistema son:

- Nuevo usuario: El sistema debe aprender primero las preferencias del usuario en sus calificaciones para generar recomendaciones precisas. Si el usuario no tiene ítems recomendados, no se pueden buscar similitudes con otros usuarios.
- Nuevo ítem: Hasta que los nuevos elementos no se clasifican por un número considerable de usuarios, el sistema no es capaz de recomendar.
- Dispersión de ratios: Los usuarios no coinciden en los ítems puntuados. Es decir, el número de ítems puntuados por muchos usuarios es bajo. El éxito del sistema depende de la disponibilidad de que exista un número considerable de usuarios e ítems.
- Oveja negra: El usuario tiene opiniones distintas con cualquier grupo de personas. Estos individuos rara vez, o nunca, reciben predicciones precisas.

La recomendación colaborativa ítem-to-ítem busca ítems similares en vez de usuarios similares. El perfil de usuario en estos sistemas suele ser un vector de ítems con los ratios correspondientes de cada uno. La ventaja es que es independiente de la representación de los ítems a recomendar y trabaja bien con objetos complejos, además los elementos que recomienda no siempre son del tipo de los que ya han sido vistos por el usuario. Un ejemplo de sistema colaborativo es Filmaffinity, SR de películas. Existe un estudio sobre filtro colaborativo que usa la bbdd de filmaffinity para poner a prueba las ecuaciones, métodos y algoritmos que la comunidad científica desarrolla, se puede ver detalladamente en [12]. Existen más ejemplos incluidos en [13].

Basada en contenido (Content-based)

Los SR basados en contenido recomiendan ítems similares a los que el usuario ha puntuado favorablemente con anterioridad. El sistema genera recomendaciones en base a dos fuentes: las características asociadas con los ítems y las valoraciones que un usuario ha dado.

Las principales ventajas son:

- No necesita información de otros usuarios del sistema.

- Son capaces de recomendar nuevos ítems (no puntuados por otros usuarios).
- Recomienda ítems que satisfacen al usuario (tienen características similares).

Inconvenientes [9]:

- El principal inconveniente es la falta de novedad en la recomendación, los ítems que recomienda siempre son parecidos. Es decir, hay un exceso de especialización: recomiendan ítems similares a los ya vistos por el usuario, por tanto no introduce novedad en las sugerencias.
- Nuevo usuario: cuando hay pocas calificaciones disponibles, el sistema no será capaz de proporcionar recomendaciones fiables.
- Análisis de contenido limitado: No puede proporcionar buenas recomendaciones si el contenido no tiene suficiente información para distinguir los elementos que le gustan al usuario de los que no.

Youtube [14] es un ejemplo de sistema basado en contenido.

Basada en conocimiento (knowledge-based)

Estos sistemas basan su recomendación en un conocimiento exhaustivo del propio dominio y en el manejo de los requisitos explícitos de los usuarios [15]. Dispone de información acerca de cómo un ítem satisface una necesidad del usuario y establece la relación entre la necesidad y una recomendación. Sin embargo, presentan el problema de cómo representar formalmente el conocimiento del dominio y de cómo adquirirlo. Un ejemplo es el sistema VintageExchange FindMe para vinos [16]. Existen principalmente los siguientes tipos:

- Basados en casos: Para realizar la recomendación primero se calcula la similitud entre las características que el usuario necesita y aquellas que poseen los productos disponibles.
- Basados en restricciones: Explota una base de conocimiento para asociar las necesidades de los usuarios con un conjunto de reglas que permiten filtrar aquellos productos que pueden ser del interés.

Basada en utilidad (utility-based)

Son sistemas de recomendación que crean una función de utilidad para cada ítem la cual interviene directamente en el proceso de recomendación. Los usuarios deciden la preferencia por un determinado producto ponderando las ventajas y desventajas de cada característica acorde a la frecuencia con la que ésta resulta beneficiosa o perjudicial para sus intereses. El usuario podrá incorporar todas las características de los ítems que crea oportuna. Compara la necesidad del usuario con el conjunto de opciones disponibles, mediante la función de utilidad de cada ítem para el usuario. El problema de esta técnica es la definición de la función de utilidad, que no puede ser ni muy sencilla ni muy compleja. Un ejemplo es EQO (European Quality Observatory) [17].

2.1.2.2 Técnicas híbridas de recomendación.

Las técnicas híbridas [18] son sistemas que se basan en la combinación de dos o más técnicas básicas de recomendación, que recogen los mejores aspectos de cada una, con el objetivo de mejorar los resultados y evitar los problemas de las técnicas individuales combinadas. Los inconvenientes de una técnica se palían con las ventajas de otras técnicas. Por ejemplo se puede combinar una técnica colaborativa con una técnica demográfica, de forma que cuando un usuario sea nuevo en el sistema, la técnica demográfica permita recomendarle ítems. Algunas de estas combinaciones:

- **Ponderado (weighted):** El valor de la recomendación de un ítem se obtiene ponderando los diferentes resultados obtenidos por las técnicas de recomendación básicas utilizadas. En ocasiones el resultado no se puede ponderar ya que el sistema no ofrece un valor que expresa el grado de similitud, en cuyo caso, realiza la unión o intersección.
- **Mezclados (mixed):** Se presentan diferentes recomendaciones al mismo tiempo. La dificultad es la forma de presentar la información. PTV [19] es un sistema que recomienda programas de televisión basado en esta técnica.
- **Conmutados (switching):** El sistema utiliza un criterio para establecer qué técnica de recomendación utilizar en cada momento. Un ejemplo es News Dude [20].
- **En Cascada (cascade):** Se usa una técnica de recomendación para refinar la lista de recomendaciones de otra. Un ejemplo es Entree [21], que combina la recomendación basada en conocimiento y el filtrado colaborativo para recomendar restaurantes.
- **Combinación de características (feature combination):** Las propiedades del sistema de recomendación se usan, mediante una adaptación, como una característica más asociada a los datos para otra técnica de recomendación. MovieLens [22], usa la clasificación del filtro colaborativo en un sistema basado en contenido como una característica, para recomendar películas.
- **Aumento de características (feature augmentation):** El sistema de recomendación contribuyente realiza las recomendaciones de un ítem aportando información complementaria, que es utilizada por un segundo sistema como entrada. A diferencia de otras, requiere funcionalidad adicional. Libra System [23], hace recomendaciones basadas en contenido de libros usando datos que se encuentran en Amazon.com [24].
- **Meta niveles (meta-level):** Utiliza un modelo aprendido por un recomendador como entrada para otro. Un ejemplo clásico es FAB [25], donde las dos técnicas principales de recomendación están basadas en contenido y colaborativo.

2.1.3 Sistemas de recomendación aplicados al turismo

Cuando se planifica un viaje, se debe tener en cuenta mucha información para tomar decisiones importantes. La organización de las actividades a realizar y los lugares que visitar en un viaje, no es sencilla, existen muchos elementos a tener en cuenta y demasiada información que revisar para encontrar lo ideal para el o los usuarios. Los turistas buscan un viaje a su medida, dejando a un lado los paquetes pre organizados que ofrecen las agencias de viaje. Lo que el turista necesita es una herramienta que ayude a superar la dificultad que se presenta a la hora de planificar su viaje.

Hoy en día, existen sistemas en internet accesibles vía móvil, que facilitan al turista la organización de su viaje a medida. Muchos utilizan únicamente sistemas como los Motores de búsqueda, por ejemplo google [26], para escudriñar la información que podría serles interesante. Otros sistemas, ante la enorme cantidad de información turística disponible en la Web, aplican filtros para ofrecer únicamente los datos que podrían resultar de interés. Estos son los Sistemas de filtrado [27] y recuperación de información [28] que permiten eliminar gran cantidad de información no deseada, pero no se adaptan a las preferencias del usuario. Por ejemplo, en 2007 apareció AuSTO [29], un planificador turístico inteligente basado en Web semántica [30] (inclusión de metadatos semánticos y ontológicos para ser evaluadas automáticamente por máquinas de procesamiento), que permite a los usuarios crear un itinerario y enlazar sus requerimientos con la oferta de los proveedores. Sin embargo este sistema tampoco es capaz de sugerir al turista lugares ni actividades para visitar.

Como evolución de estos sistemas, aparecen los SR, que consideran que un sistema que ayude al turista, debe ser capaz de facilitar sugerencias, indicar cuáles son más adecuados de acuerdo a sus preferencias y ofrecer información que facilite su proceso de decisión. Por ejemplo Triplehop's TripMatcher y VacationCoach [31].

Gracias a los progresos tecnológicos e Internet, el sector turístico se ha beneficiado de muchos servicios web que están provistos de un SR que guía al usuario en la búsqueda del producto adecuado a sus necesidades. Numerosas páginas web ofrecen información sobre distintas posibilidades de visitas por distintas ciudades españolas.



Figura 1: Minube, aplicación basada en SR.

En 2010, Minube [32], integró el sistema de recomendaciones de Strands Recommender, empresa fundada en 2003, dedicada al desarrollo de tecnologías de recomendación y personalización. El SR de Strands es capaz de aprender de forma automática los gustos de las personas y cómo sus preferencias evolucionan con el tiempo. Con lo cual, desde Minube, los usuarios de la red social de viajes reciben recomendaciones de lugares a visitar en base a sus intereses personales. Este sistema analiza la actividad del usuario en la red social, apunta los lugares que el usuario se ha guardado como favoritos para en base a sus características poder ofrecer alternativas relacionadas con los nuevos destinos que esté interesado en visitar. En la figura 1, se muestra su cómoda interfaz gráfica.

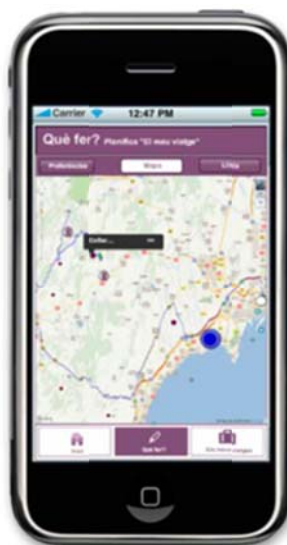


Figura 2: SR Eno SigTur para móvil.

En 2012 se presentó Eno SigTur Móvil [33] es un sistema de recomendación que ayuda a planificar un viaje según los intereses de los visitantes y contribuye a potenciar el enoturismo en la demarcación de Tarragona como se muestra en la figura 2. Es una aplicación disponible para web y para dispositivo que ayuda a los turistas a planificar sus vacaciones con las bodegas, restaurantes, alojamientos, servicios y actividades de la zona que más les puedan interesar. La aplicación pide a cada turista sus características (si son familias, parejas, de qué país provienen, donde se alojarán...) y según el tiempo que tiene disponible para realizar su visita y su ubicación, le recomienda uno o varios itinerarios personalizados ideales para él para visitar la zona. Es un sistema inteligente basando en técnicas de recomendación basadas en contenido, demográficas, colaborativas, semánticas, de contexto e híbridas (combinan las anteriores); y que, además, aprende de las consultas que hace cada turista, para mejorar en sus recomendaciones a otras personas que tengan características parecidas.

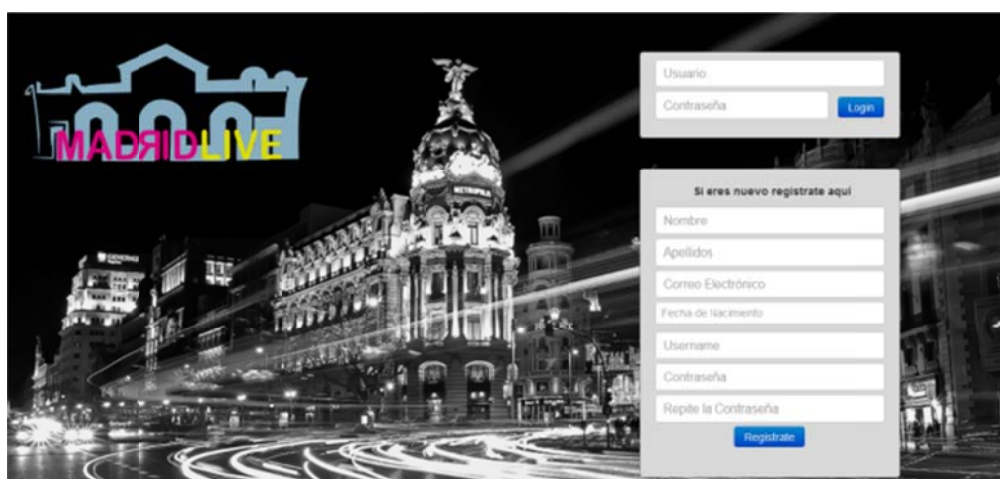


Figura 3: Madrid Live, SR de actividades de ocio en Madrid.

En el 2013, apareció Madrid Live [34], un sistema de recomendación de actividades de ocio en Madrid para individuos o grupos. Cuenta con cuatro tipos de actividades: museos, restaurantes, parques y paseos, aunque es muy extensible y cuenta con un recomendador genérico de planes. La aplicación también tiene un catálogo dinámico de actividades siempre actualizado gracias a la conexión del sistema en tiempo real con distintas APIs de las cuales se descargan la información necesaria. En la figura 3 se puede ver la web de Madrid Live, que encuentra un plan, combinando los diferentes tipos de actividades, adecuado a las restricciones horarias y a las preferencias del usuario.

2.2 Realidad aumentada

2.2.1 Definición

El término RA [35,36] se acuñó en 1992 por Thomas P. Caudell, físico e investigador de Boeing, cuando desarrolló un visor que guiaba a los trabajadores en la instalación del cableado eléctrico de los aviones conforme éstos avanzaban por el fuselaje.

La RA consiste en ampliar la realidad que percibimos con información virtual en tiempo real, a través de un dispositivo como puede ser un ordenador, una consola o un móvil, enriqueciendo la experiencia y mejorando el canal de comunicación. El sentido mayormente utilizado es la vista. La diferencia con la realidad virtual, es que no sustituye la realidad física, sino que superpone la información digital convirtiéndola en real.

2.2.1.1 Componentes

Existen cuatro componentes fundamentales para poder obtener RA:

- Elemento que proyecta la mezcla de realidades (pantalla), bien de ordenador, bien de móvil, será dónde se vea el resultado, la suma de lo real con lo virtual.
- Elemento que captura las imágenes reales (cámara), toma la información del mundo real y la transmite al software, no es necesario que esté integrado con el resto de elementos en una sola pieza de hardware. Es la fuente de información real para la aplicación.
- Elemento de procesamiento (software), programa que procesa los datos reales y los mezcla con los elementos virtuales.
- Activador de la RA (marcadores, reconocimiento de objetos o GPS, brújula y acelerómetro), elemento que activa la RA y devuelve una respuesta específica, pueden ser imágenes que se capten con la cámara, puntos geográficos, etc.

2.2.1.2 Tareas

En los sistemas de RA, son necesarias al menos, cuatro tareas fundamentales [37] como muestra la figura 4.

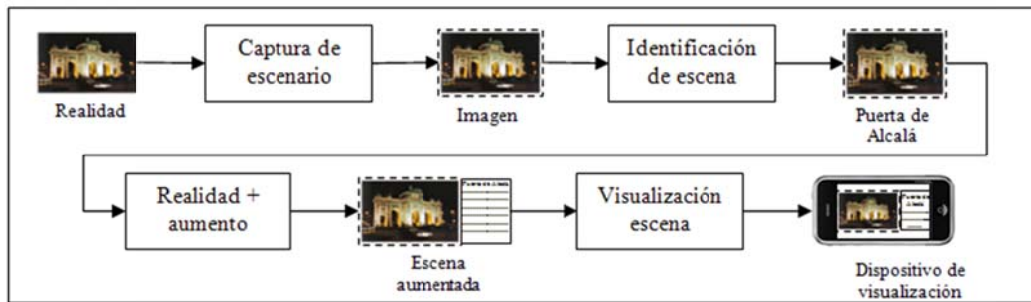


Figura 4: Esquema de tareas en RA.

En primer lugar, la **captura de la escena** para su posterior procesamiento que identifica el escenario que se va a aumentar. Existen diversos mecanismos y sistemas para realizar la captura de escenas, los dispositivos video-through como las cámaras de video o móviles con cámara y los dispositivos see-through como las gafas de google. Estos últimos trabajan en tiempo real y son más costosos en presupuesto y complejidad.

En segundo lugar, la **identificación de la escena**, que identifica el área física que se desea aumentar con información digital. Para ello se pueden usar marcadores, que son objetos cuya imagen es conocida por el sistema o posicionamiento geográfico.

En tercer lugar está el **mezclado de realidad con el aumento**, que superpone la información digital que se identifica en la fase anterior, en la imagen capturada. Para esta fase, es necesario disponer de software adecuado.

Para finalizar, está la tarea de **visualización**, que muestra el espacio físico, junto a la información digital que se le agrega, además de la interacción con el sistema, especifica cómo los usuarios manipulan los contenidos virtuales de la RA.

2.2.2 Técnicas

Las dos técnicas más utilizadas están basadas en geolocalización y marcadores [38,39].

2.2.2.1 Realidad Aumentada basada en geolocalización

Son aplicaciones que identifican y localizan lo que nos rodea, y se han visto tremendamente potenciadas debido al gran desarrollo de los smartphones. Gracias

a los elementos como el GPS, brújula o acelerómetro, se puede *saber* la ubicación del usuario y hacia dónde apunta la cámara. Se utiliza el GPS para obtener la posición geográfica del usuario, por medio del compás y acelerómetro, se consigue la orientación e inclinación del dispositivo, con lo cual se obtiene hacia qué lugar se está apuntando. Las imágenes virtuales que se proyectan están basadas en coordenadas de tal forma, que si el dispositivo está apuntando hacia ellas, se muestra la imagen virtual con información asociada. Las aplicaciones basadas en esta técnica, añaden etiquetas y anotaciones sobre la calle, el anuncio, etc. que aparecen en la pantalla del dispositivo. Tienen también la posibilidad de recibir o enviar información a través de internet. Los últimos avances en este tipo de aplicaciones consisten en insertar la información digital de forma tridimensional. En [40] y [41] se muestran técnicas de AR para presentar información geográfica en un dispositivo móvil.

Algunos ejemplos de herramientas que utilizan esta técnica son Wikitude [42] (figura 5) o Layar [43], que permite superponer una capa de datos aportando información sobre el lugar al que apunta la cámara. TwittARound [44], que muestra los *tweets* de los contactos cercanos, de modo que vía Twitter [45] se puede enviar un texto de vuelta a alguno de ellos.



Figura 5: APP de Wikitude para RA.

2.2.2.2 Realidad Aumentada basada en marcadores

Son aplicaciones que reconocen marcas específicas a través de la cámara para obtener información visual asociada, generalmente imágenes 3D. El marcador indicará el lugar dónde se debe ubicar la imagen artificial que se debe superponer sobre el plano real, así como la orientación e inclinación de la imagen virtual. Estos marcadores se almacenan en una base de datos sea local o externa contra la cual se comparan con lo obtenido por la cámara, cada marcador lleva asociado algún

tipo de información para mostrar. Normalmente, estas aplicaciones tienen su principal uso en las plataformas de PC.

Respecto a las técnicas que utilizan marcadores se pueden distinguir entre aquellas que utilizan marcadores tipo ARToolKit (recuadros negros con letras o símbolos en su interior), características naturales (que pueden utilizar prácticamente cualquier imagen) o multi targets (que pueden reconocer objetos tridimensionales, como por ejemplo, una caja).

Se han desarrollado aplicaciones de RA basadas en marcadores para diversas áreas. Por ejemplo para tratamientos psicológicos o aprendizaje. En la figura 6 se muestra una aplicación para el tratamiento de la fobia a los animales pequeños [46]. En la figura 7 se muestra una aplicación para aprender el ciclo del agua utilizando un iPhone [47] y en la figura 8, se puede observar un ejemplo de libro interactivo basado en marcadores para la enseñanza [68].

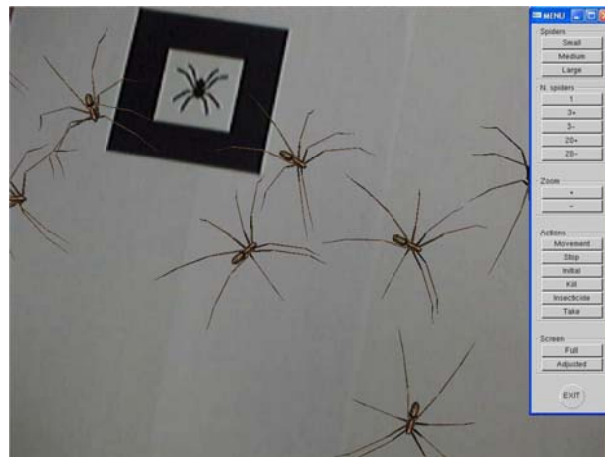


Figura 6: Ejemplo de marcador ARToolKit para superar fobias.



Figura 7: Ejemplo marcador ARToolKit para aprendizaje.



Figura 8: Ejemplo de libro interactivo de RA.

En los sistemas que utilizan características naturales, no se buscan recuadros negros, sino imágenes conocidas. Al igual que en el caso anterior, lo captado por la cámara, se debe contrastar con una base de datos para obtener una coincidencia de formas y poder mostrar la información asociada.

Un ejemplo, es Google Goggles [49], servicio de Google disponible para Android que permite reconocer cualquier objeto mediante fotos realizadas con un móvil y devolver resultados de búsqueda e información relacionada. Se puede ver un ejemplo en la figura 9. Está siendo utilizada por el Museo Getty [50], para consultar toda su colección o leer e incluso almacenar información sobre cada obra. El Metropolitan de Nueva York también ha llegado a un acuerdo con Google para que aproximadamente 76 mil imágenes de su colección sean reconocibles a través de este medio.



Figura 9: Aplicación Google Goggles.

2.2.3 Realidad aumentada para dispositivos móviles en el dominio turístico

La RA, está tomando gran protagonismo en los últimos años, ya que se ha puesto a disposición de todos los usuarios. La sociedad de hoy en día, se encuentra inmersa en las nuevas tecnologías, la gran difusión de los smartphones y tablets, así como el uso de internet, han propiciado el desarrollo de nuevas y atractivas aplicaciones para dispositivos móviles que incorporan la RA a la vida cotidiana y dan cobertura a las necesidades del usuario. Esta tecnología ha supuesto una evolución en las aplicaciones de los dispositivos móviles [51,52]. Según un estudio de Juniper Research, la RA móvil triplicará su uso en 2018, es decir, será utilizada por unos 200 millones de usuarios [53].

Las aplicaciones para móviles están creciendo enfocadas a un amplio número de campos diferentes. Muchas compañías han decidido mejorar e innovar para ofrecer a los consumidores una nueva visión de sus productos. Terrenos como la educación, el entretenimiento o la publicidad, han apostado por estas nuevas técnicas para obtener una forma más realista e interactiva de llegar a sus clientes. Pero sin duda, uno de los terrenos donde se está haciendo mayor hincapié, es el mundo del turismo, donde la mayoría de las aplicaciones, consisten en localizar e identificar todo lo que nos rodea, ya sean monumentos, restaurantes, hoteles o parques. Gracias a estas aplicaciones, el viajero no solo puede disponer de toda la información sobre su viaje en su dispositivo móvil, sino que también puede consultarla en tiempo real en el sitio donde se encuentra. El turista puede conocer qué edificio tiene enfrente, saber si la línea de metro hacia la que se dirige le lleva al destino deseado, o por otra parte, descubrir edificios que existieron en su tiempo, conocer personajes históricos o simplemente vivir parte de las tradiciones y folclore de una región concreta. Estas aplicaciones turísticas, se basan fundamentalmente, en geolocalización y posicionamiento. Básicamente, usan el GPS para conocer la ubicación del usuario [54], la información de la brújula para saber hacia dónde está mirando y el acelerómetro para indica la altura de la vista del móvil para saber si se está enfocando hacia el cielo, media altura o hacia el suelo. Gracias a esto, se genera la información virtual deseada (se puede obtener a través de internet) superpuesta a la imagen obtenida por la cámara del móvil. En los últimos años, se ha disparado la creación de apps móviles que hacen uso de esta tecnología gracias a las diferentes herramientas que facilitan su desarrollo.

Wikitude fue una de las primeras aplicaciones turísticas para móvil de RA que surgió en 2008. Encuentra nuevos e interesantes lugares, eventos y actividades, haciendo uso del reconocimiento de imágenes y el modelado 3D.

Layar, es otra interesante aplicación turística que apareció en mayo de 2009. Utiliza capas de datos con distintos contenidos, obtiene información de Google para mostrar la ubicación y la distancia de todo tipo de lugares cercanos geográficamente, además de mostrar toda la información anexa: dirección, teléfono, valoración y reseña de los usuarios. Muchas comunidades se han sumado a la RA,

Segovia, Albacete, Euskadi entre otras, han creado aplicaciones basadas en Layar. Necesitan que se instale el browser de Layar, y una vez instalado, se debe descargar la capa correspondiente.

Existen otras similares como Junaio [55] u Hoppala [56], los usuarios de esta última, pueden introducir su contenido en Layar de forma fácil e instantánea sin tener que usar código, haciendo unos pocos clicks en un mapa.

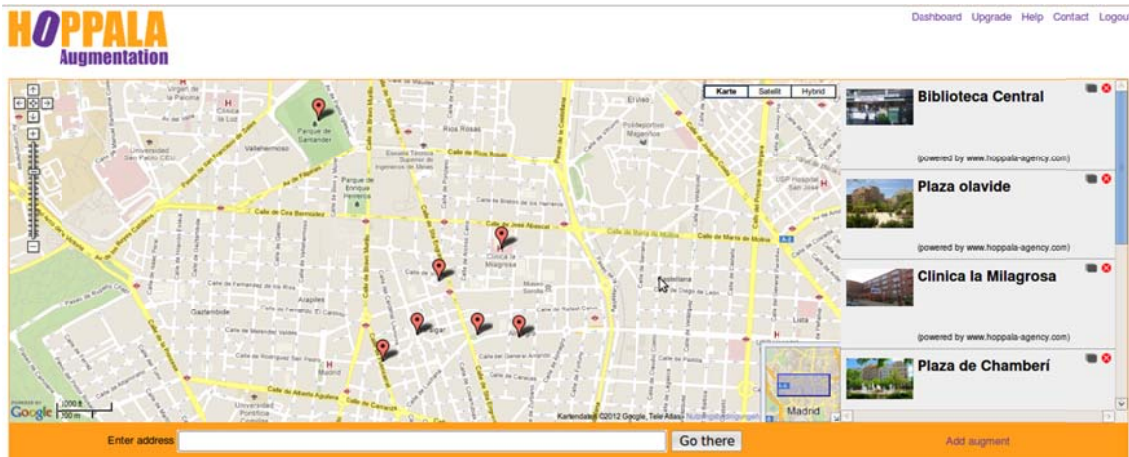


Figura 10: Interfaz web de Hoppala.

Google ha dado en 2013 un paso más allá gracias a la creación de las famosas Google Glass. Lo que desean, es mostrar toda la información que se ve en un Smartphone sin necesidad de usar las manos, únicamente con la voz. Estas gafas, ya están siendo probadas por algunas empresas turísticas con aplicaciones como Madrid Precious Time, desarrollada por Segittur y algunas creadas por la empresa española Zerintia. En estas aplicaciones, las Google Glass identifican los puntos de interés y avisan al usuario cuando se acerca a algún monumento, tienda de lujo, etc.



Figura 11: Las famosas gafas Google Glass.

Una de las últimas aplicaciones que han aparecido en el mercado, ha sido Guideo, desarrollada por dos jóvenes emprendedores gaditanos, que han basado su app en geo posicionamiento. Propone una forma de viajar en la que prima la experiencia del turista que descubre las ciudades a su aire, pero con toda la información a su alcance, pudiendo acceder a la visualización de escenas, monumentos o contenidos sobre las tierras que pisa. Un ejemplo se observa en al figura 12.



Figura 12: Aplicación Guideo basada en geolocalización.

Existe un problema para las aplicaciones de RA en dispositivos móviles, es que aumentan el riesgo de crear un mundo donde la privacidad se hace imposible. Existen grupos de protesta contra este tipo de tecnología, como “Stop the Cyborgs” en Reino Unido, que quiere poner límites a los nuevos dispositivos móviles con capacidad para tomar fotografías o grabar videos casi continuamente.

2.2.4 Herramientas y librerías

Existen en el mercado diversas herramientas y librerías disponibles para los desarrolladores, para incorporar RA en sus aplicaciones. Entre algunas de ellas están Wikitude, Layar, Vuforia, junaio, Mobile AR Development Kit, 3D Augmented Reality SDK [57], DroidAr [58] y NyARToolkit [59] entre otras. A continuación se detallan algunas de las más utilizadas en la actualidad.

2.2.4.1 LAYAR

Desde 2014, Layar ha pasado a formar parte de la empresa Blippar [60], una plataforma de reconocimiento de imágenes muy utilizada en el mundo de la publicidad. A pesar de ello, Layar sigue ofreciendo sus servicios de forma habitual. No solo es una aplicación pensada para aportar información sobre el entorno, además provee de

herramientas para crear tus propias capas de forma sencilla a través de su web, y de una librería para poder incluir RA en tus propias aplicaciones.

Layar APP: Layar se basa en la creación de capas (layers), cada una de las cuales contiene información estática que se detectará mediante su navegador (app). La figura 13 muestra un ejemplo de su funcionamiento. Existen numerosas capas para mostrar todo tipo de lugares, e incluso dispone de algunas que están conectadas a las redes sociales como la capa llamada Tweets Around, la cual muestra lo que han escrito en la red social Twitter, personas alrededor del usuario dentro de un determinado radio. Hasta julio de 2011, que es cuando publicaron la última versión, Layar cuenta con 1.4M de usuarios y un total de 2570 capas publicadas, soporta 16 idiomas y está disponible para 4 plataformas (Android, iPhone, Bada y Symbian).



Figura 13: Aplicación Layar para móvil.

Herramientas web: posee herramientas tanto para crear capas nuevas para descargar en su browser, como herramientas para crear campañas de prensa de forma sencilla (Layar Creator). Estas herramientas no requieren conocimientos de programación.



Figura 14: Layar Creator para campañas de prensa.

Layar Connect API: es el producto a disposición de empresas para desarrollar con Layar. Permite la lectura y creación de capas sin tener que hacerlo desde su web. Es ideal para desarrolladores que desean construir un sistema que gestione una gran cantidad de capas.

Layar SDK: es una biblioteca estática que permite no solo implementar RA por geolocalización para tus propias aplicaciones, también permite incluir otras funcionalidades como el reconocimiento de objetos. Está disponible para el desarrollo tanto en iPhone como en Android. No es gratuito, pero existe una versión de prueba para probar su funcionamiento.

2.2.4.2 Wikitude

Wikitude GmbH es la empresa que está detrás de la plataforma mundialmente conocida como "Wikitude Augmented Reality Platform". Dispone tanto de herramientas (app, Wikitude studio) como librerías (API para phonegap, módulo para Titanium y SDK) para el desarrollo de RA en tus propias aplicaciones.

Wikitude APP: es una de las aplicaciones más populares entre las aplicaciones de RA, se puede descargar para las plataformas Android, Blackberry, iOS y Windows Phone. Ha sido elegido mejor navegador de RA cuatros años consecutivos, del 2009 al 2012. Muestra lo que nos rodea gracias a millones de puntos de interés agregados, y permite descubrir lugares que pueden pasar desapercibidos. Permite elegir lo que se desea buscar y archivar en el dispositivo lugares favoritos como muestra la figura 15, lo que permite disponer de ellos de forma automática y compartirlos con amigos a través de las redes sociales. Es capaz de vincular información de numerosas aplicaciones relacionadas como TripAdvisor o Twitter, por lo que puede mostrar la valoración de los usuarios de TripAdvisor sobre los lugares que estamos observando, incluso se pueden ver sus comentarios. Funciona tanto con geolocalización como con

reconocimiento de imágenes. También dispone de juegos de RA, escaneado de objetos y proyección en 3D. La aplicación es gratuita pero ofrece algunas versiones ampliadas o sin publicidad de pago. A diferencia de Layar, esta aplicación no utiliza “capas” sino que utiliza el término “Worlds”. Existe un gran número, y cada uno de éstos añade diferente tipo de información a la realidad, algunos indican restaurantes, monumentos, cajeros u hoteles alrededor del usuario.



Figura 15: Aplicación Wikitude para móvil.

Wikitude Studio: es la herramienta que proporciona Wikitude para crear mundos sin necesidad de tener conocimientos de programación. Sólo hay que acceder a su web para crear tu propio mundo, la interfaz que ponen a disposición del usuario se muestran en la figura 16. Una vez terminado, se publica y ya estará disponible para descargar en la aplicación de Wikitude.

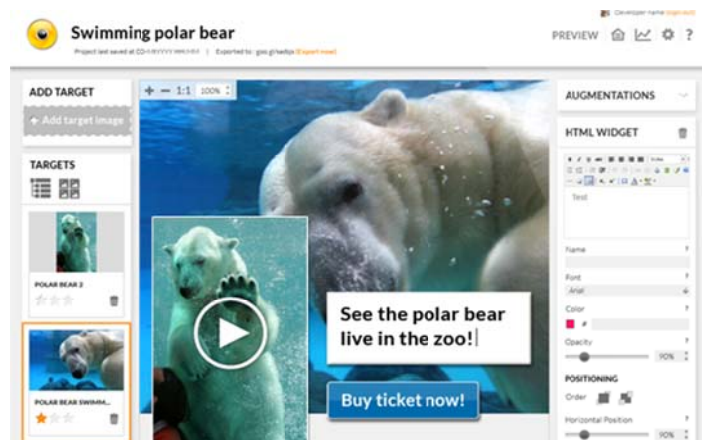


Figura 16: Wikitude Studio.

Wikitude SDK y API para Phonegap: es un kit de desarrollo de software de gran alcance que permite una buena experiencia en el desarrollo de RA, proporcionando a los desarrolladores las herramientas necesarias para crear sus propias aplicaciones. En los últimos años ha sido elegida como mejor “Best AR SDK”. No solo permite localización basada en RA, también permite trabajar con reconocimiento de imágenes y de seguimiento, representación de modelo 3D y superposición de vídeo. Su principal ventaja, es la facilidad con la que se puede trabajar en Wikitude para desarrollar una nueva aplicación.. Existe un plugin para Phonegap que permite incluir la SDK de forma sencilla en entornos de desarrollo contruidos mediante Phonegap o Cordova.

2.2.4.3 Vuforia

Proporciona una plataforma que pone al alcance de todos la posibilidad de crear aplicaciones que implementa RA para móviles, utilizando una interfaz visual que facilita el desarrollo de aplicaciones junto con el soporte para múltiples lenguajes de programación. El SDK de Vuforia es muy completo y permite trabajar con Unity3D y con Eclipse de forma fácil. Es una herramienta fácil de entender como muestra la figura 17 y rápida para compilar. Utiliza tecnología de Visión por Computador para reconocer y rastrear imágenes planas y objetos 3D simples en tiempo real. Permite a los desarrolladores posicionar y orientar objetos virtuales en el mundo real cuando éstos se ven a través de la cámara de un dispositivo móvil. Es compatible con el desarrollo nativo para iOS y Android.

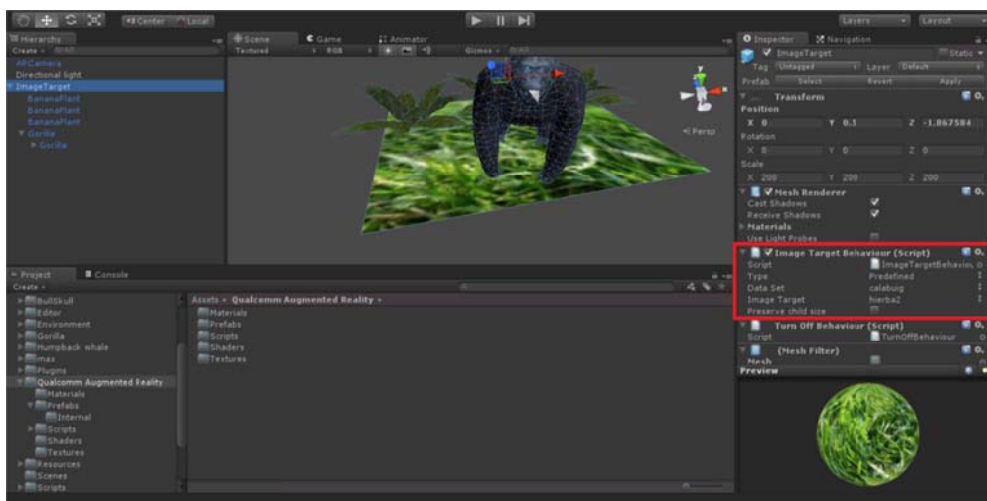


Figura 17: Interfaz de Vuforia.

Capítulo 3

GeoTurismo: Aplicación de rutas turísticas.

Existen diversas aplicaciones web turísticas basadas en SR, que proporcionan información a medida para resultar de utilidad al usuario. También, existe un gran número de aplicaciones móviles en el sector turístico que incorporan RA para ofrecer al usuario la posibilidad de explorar los lugares o servicios que le rodean. GeoTurismo pretende dar un paso más allá para ofrecer al usuario las ventajas de ambos tipos de aplicaciones. Se ha escogido además el soporte móvil (smartphones o tablets) para proporcionar al turista la comodidad de poder consultar la información deseada en cualquier momento, se encuentre donde se encuentre.

En este apartado se define detalladamente el funcionamiento de la aplicación que se ha desarrollado para este trabajo, así como su arquitectura y las herramientas utilizadas para su funcionamiento. Se detallan también los beneficios del uso de cada parte de la tecnología utilizada así como las aportaciones tanto a la aplicación como al usuario.

3.1 Descripción de GeoTurismo

GeoTurismo, es una aplicación desarrollada para facilitar la creación de itinerarios personalizados para los usuarios que les permite visitar los lugares que mejor se ajustan a sus preferencias en la ciudad a visitar. Para ello no solo utiliza un SR para seleccionar los lugares que el usuario debe visitar, sino que para hacer más fácil y cómoda la presentación de la información al usuario, se utiliza RA.

La aplicación desarrollada para este trabajo, pretende combinar por un lado, la comodidad y efectividad de la información a medida ofrecida por los sistemas recomendadores para un usuario basándose en sus preferencias, y por otro, el fácil acceso y la excelente presentación de la información superpuesta en su entorno mediante el uso de RA, para explorar con mayor comodidad la ciudad.

GeoTurismo utiliza como SR el servicio web e-Tourism [61]. GeoTurismo se ha diseñado para que sea independiente del SR que le ofrezca los ítems recomendados. Para comunicarse con el servicio web e-Tourism, el usuario ha debido previamente registrarse en el sistema [62]. De esta forma GeoTurismo sólo debe proporcionar al

servicio web los datos de acceso del usuario y el SR le devuelve una lista de ítems recomendados según las preferencias que e-Tourism tiene almacenadas del usuario. De esta forma GeoTurismo es independiente del recomendador utilizado, siempre y cuando el SR le proporcione las recomendaciones en un formato determinado (fichero JSON).



Figura 18: Sistema donde el usuario registra su perfil.

Por tanto, cuando el usuario entra en GeoTurismo se loga en la aplicación como se muestra en la figura 19, para que el SR pueda asociarle la información recabada en su perfil de usuario. Este perfil tendrá que haber sido completado anteriormente, desde la interfaz web del servicio e-Tourism (figura 18). En caso de que no se dispusiese de información del usuario (el perfil estuviese vacío), se ofrecería una recomendación genérica basada en los lugares más visitados por los turistas.

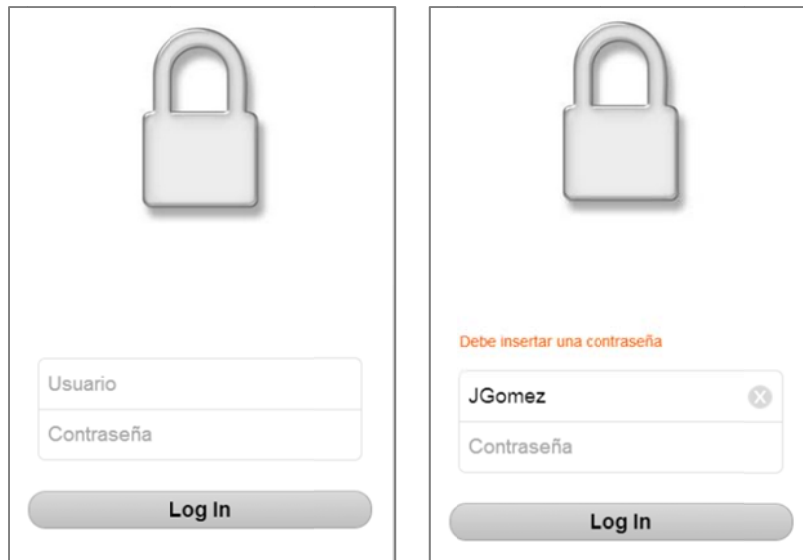


Figura 19: Interfaz donde el usuario se registra en GeoTurismo.

Una vez identificado, la aplicación hace uso de un servicio que pide al SR (en este caso e-Tourism) una lista de lugares de la ciudad que se sugiere visitar al usuario según sus preferencias como se muestra en la figura 20. La aplicación, una vez recibe esta información del SR, la completa con otros datos como la distancia a la que se encuentran cada punto de la posición actual del turista (para que pueda valorar cómodamente si desea incluirla en su ruta).



Figura 20: Lista de lugares recomendados en GeoTurismo.

Una vez el usuario marca los ítems que desea visitar de la lista de lugares sugeridos, se muestra el mapa de google, junto con la ruta más corta calculada cuyo punto inicial es la posición actual del propio usuario y que incluye todos los ítems seleccionados. El mapa, muestra los lugares o puntos de interés (ítems recomendados) mediante iconos, con los cuales el usuario podrá interactuar. Al pulsar sobre uno de ellos, se muestra información sobre la dirección y un botón que permite al usuario marcar el lugar como visitado, para que en futuras recomendaciones, no vuelvan a aparecer.

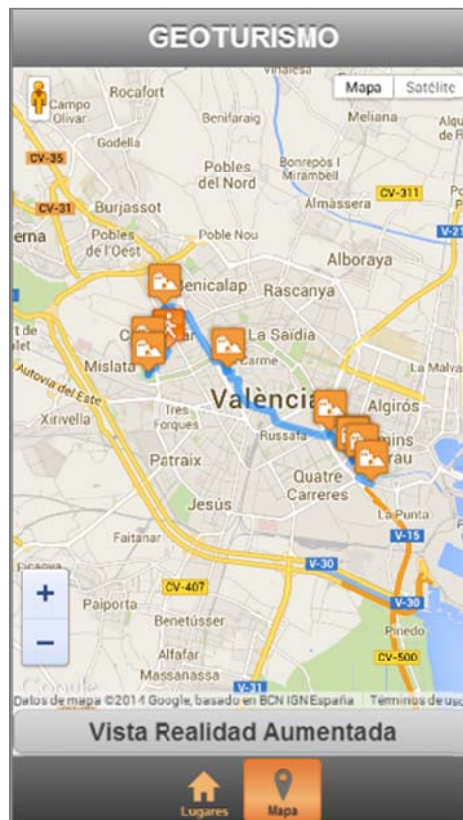


Figura 21: Mapa con la ruta calculada para los lugares elegidos en GeoTurismo.

La aplicación pone a disposición del usuario, un botón para que pueda pasar a modo cámara (botón "Vista Realidad aumentada" como muestra la figura 21), y detectar mediante RA dónde se encuentran los puntos de interés que ha escogido, mostrando etiquetas que los identifica en el mundo que le rodea como se muestra en la imagen izquierda de la figura 22. Al pulsar sobre una etiqueta, la aplicación muestra información sobre el lugar, concretamente una breve descripción y la distancia a la que se encuentra del usuario como muestra la imagen derecha. La pantalla cuenta también con un pequeño radar que representa con pequeños puntos donde ha detectado cada lugar recomendado para que tenga una visión global de lo que le rodea.

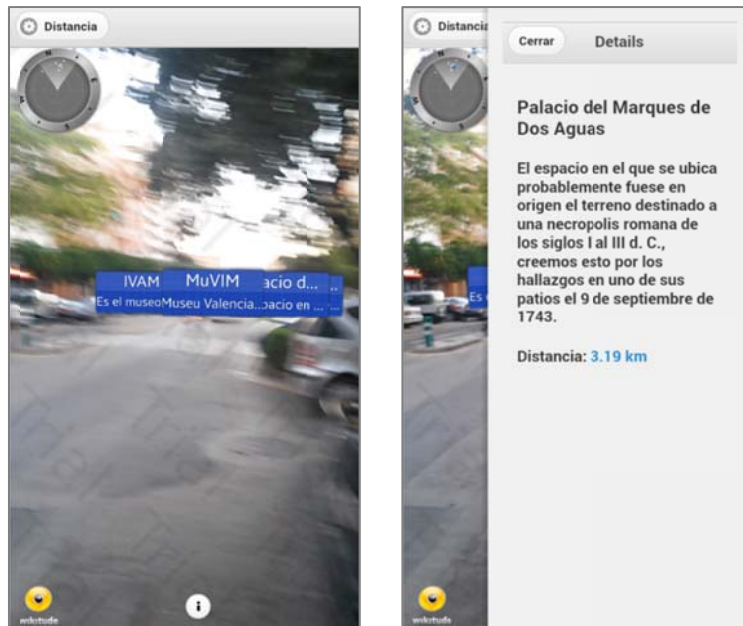


Figura 22: Vista RA de GeoTurismo.

Además se pone a disposición del usuario un control muy sencillo que permite filtrar los lugares deseados para que únicamente aparezcan los que se encuentren a una determinada distancia, de forma que se evite la sobrecarga de información de lugares lejanos, como se muestra en la figura 23.

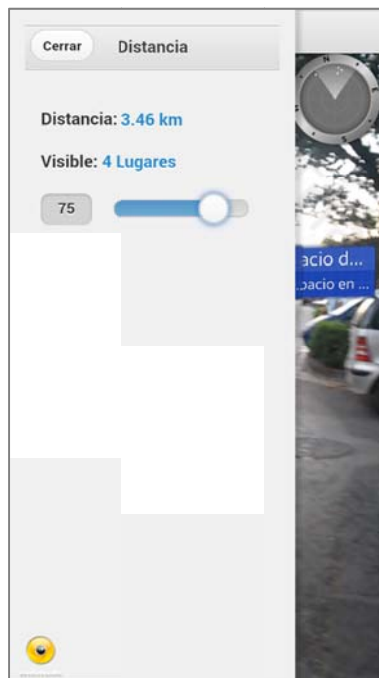


Figura 23: Control RA para filtrar lugares por la distancia en GeoTurismo.

La figura 24, muestra de forma gráfica la estructura de GeoTurismo y cómo conecta cada uno de sus componentes.

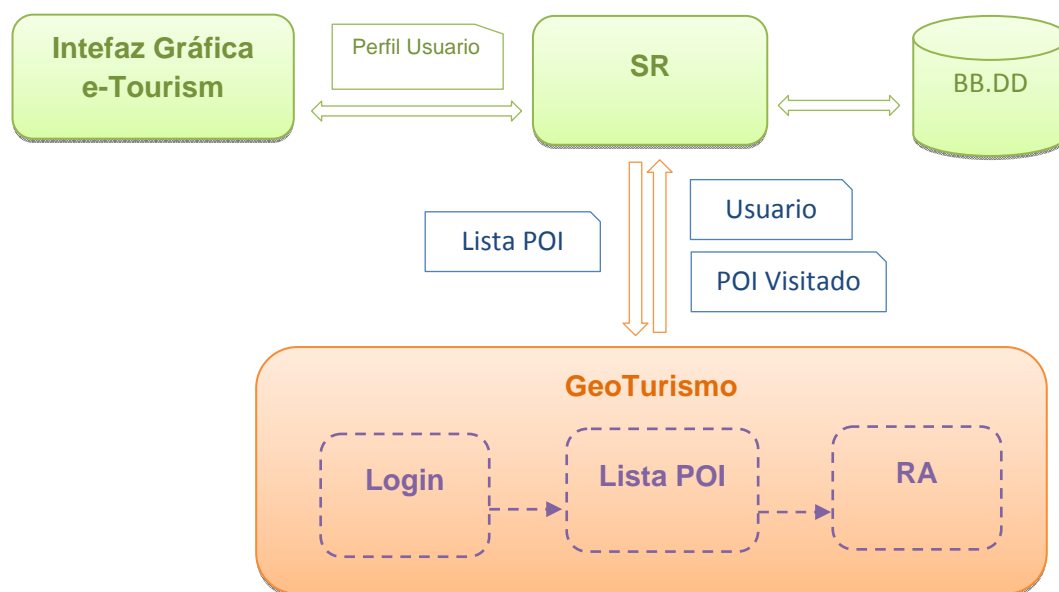


Figura 24: Estructura y componentes de GeoTurismo.

3.2 Servicio web e-Tourism

Internet, alberga un sinfín de información al alcance de todos. Un gran número de usuarios, utilizan buscadores para encontrar la información turística necesaria para planificar un viaje o una ruta a su gusto. El problema es que estos buscadores ofrecen demasiada información donde buscar, mucha de ella irrelevante, y la que le sería de utilidad en ocasiones se pierde entre el gran volumen de páginas donde mirar. Un SR turístico, es una herramienta, que partiendo del perfil de usuario, ayuda a filtrar y organizar de forma más eficaz y personalizada, la información que es realmente de su agrado.

En este capítulo se presenta el SR e-Tourism, que recomienda lugares turísticos en la ciudad de Valencia.

3.2.1 Descripción e-Tourism

E-Tourism [58] es un servicio web creado utilizando el núcleo de recomendación generalista GRKS [63]. Este núcleo de recomendación permite recomendar ítems de cualquier tipo, siempre y cuando estén clasificados en una ontología. E-Tourism utiliza GRKS para la recomendación de lugares turísticos en la ciudad de Valencia.

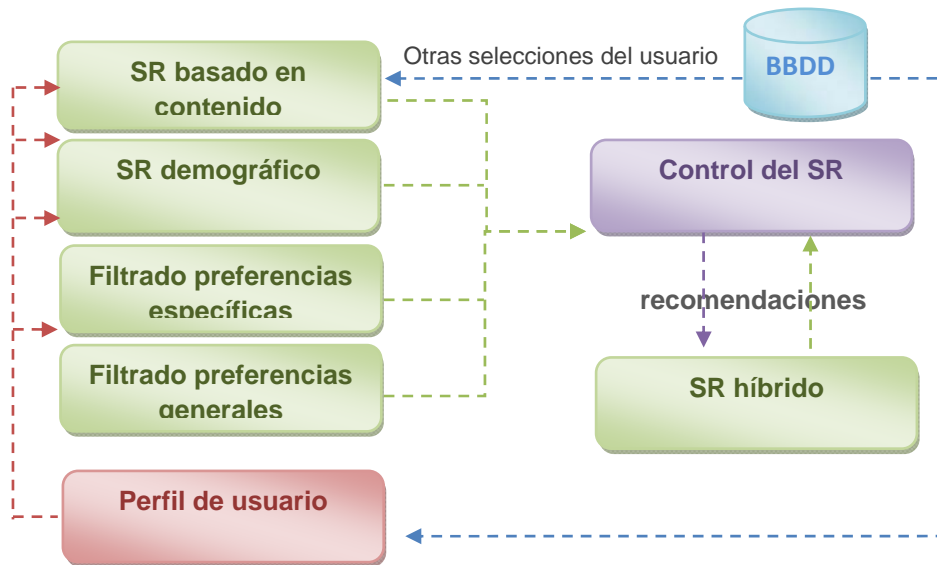


Figura 25: Arquitectura del SR e-Tourism.

Este SR, tiene como objetivo principal, recomendar lugares turísticos o de ocio en la ciudad de Valencia, teniendo en cuenta las preferencias de un usuario. Utiliza una técnica de recomendación híbrida mezclada que combina las siguientes técnicas básicas de recomendación: demográfica, basada en contenido y dos filtrados de información: basado en preferencias generales y en preferencias específicas. Tiene definido un módulo independiente para cada técnica básica de recomendación y otro para controlar la técnica de recomendación híbrida. Las recomendaciones generadas por cada módulo básico son independientes del resto. La arquitectura de este SR se muestra en la figura 25, donde se puede ver fácilmente cómo interactúa cada módulo.

- **Módulo de recomendación demográfica:** Clasifica al usuario en una categoría demográfica de acuerdo con las características de su perfil y sus preferencias generales. Esta técnica asocia una lista de preferencias a un tipo de usuario. Por ejemplo, una persona con niños estaría clasificada en una categoría diferente que un jubilado. Esta técnica es capaz de proporcionar una recomendación cuando el usuario es nuevo en el sistema, evitando el problema del “nuevo usuario”.
- **Módulo de recomendación basado en contenido:** Recomienda una serie de actividades teniendo en cuenta las preferencias de las actividades puntuadas positivamente por el usuario en el pasado, y por tanto ofrece actividades similares a las que el usuario ya ha visitado. Por ejemplo, si el usuario ha puntuado positivamente iglesias, el sistema recomendará otras iglesias a visitar.
- **Módulo de filtrado de preferencias generales:** Trabaja con las preferencias generales del usuario especificadas en su perfil.

- **Módulo de filtrado de preferencias específicas:** Trabaja con las preferencias específicas que pueden diferir de las preferencias generales, por ejemplo si el usuario define “arquitectura gótica” como preferencia específica, por tanto el sistema recomendará por ejemplo “La torre del Miguelete”. Este módulo calcula dos tipos de restricciones, negativas y positivas
- **Módulo de control del SR,** una vez que cada SR ha calculado las correspondientes, las convierte en ítems a recomendar. El conjunto de preferencias negativas permiten eliminar ítems recomendados que el usuario no desea que se le recomienden.
- **Módulo híbrido:** Las listas de ítems obtenidos hasta este punto, se procesan por el módulo híbrido del SR, que aplica la técnica de recomendación híbrida mezclada. En primer lugar, calcula el ratio de cada uno de los ítems de las listas. Luego, combina los ítems para obtener una lista única de elementos recomendados, que se ordena de acuerdo al ratio calculado (de mayor a menor). El sistema de recomendación híbrido selecciona las N mejores recomendaciones, que son el conjunto de ítems recomendados al usuario.

La lista de ítems recomendados se añade al fichero JSON con la información que GeoTurismo necesita de cada ítem. Esta funcionalidad se ha añadido al servicio web e-Tourism para este trabajo, pues hasta el momento se mostraban los lugares en la aplicación web.

3.2.2 Funcionalidad proporcionada a la aplicación

Uno de los principales objetivos de GeoTurismo, es proporcionar la información que mejor se adapte al usuario que la está utilizando. Lo que pretende es convertirse en una herramienta realmente útil a la hora de generar rutas turísticas por la ciudad. Es por ello, que el uso del SR dota a la aplicación del elemento fundamental para personalizar los lugares de interés sugeridos. Permite también marcar puntos como vistos (figura 26) con el fin de que la aplicación muestre variedad de sugerencias, lo que evita que siempre se recomienden los mismos lugares.



Figura 26: Opción de marcar los lugares como visitados en GeoTurismo.

Sin esta opción, las rutas sugeridas para cada usuario no variarían a menos que el usuario accediese a la interfaz gráfica de e-Tourism, cambiase sus preferencias y marcase manualmente los lugares que ya ha visitado. Al incluir esta opción en la aplicación, el usuario puede hacer uso de esta funcionalidad en el momento que desee desde su teléfono móvil de forma cómoda y rápida.

3.3 Obtención de lugares recomendados y creación de rutas

Una vez conocido el funcionamiento del SR e-Tourism que utiliza GeoTurismo, se va a explicar la forma en la que la aplicación recoge los lugares recomendados (puntos de interés o ítems recomendados) que dicho sistema sugiere al usuario como posibles lugares a visitar, cómo presenta la información para que el usuario pueda escoger los lugares deseados, y por último, cómo la aplicación genera una ruta con todos los puntos escogidos partiendo de la posición actual del usuario.

3.3.1 Descripción

Como ya se ha explicado con anterioridad, en primer lugar, el usuario debe registrarse en la aplicación, para que e-Tourism, pueda hacer sugerencias basándose en el perfil que tiene asociado. Una vez logado, el servicio devuelve una lista de los 9 lugares o puntos de interés (POI) que mejor se adaptan a sus preferencias (más adelante se explica por qué sólo 9 lugares). En la imagen izquierda de la figura 19, se muestra cómo se presentan los datos de la lista. Los ítems se devuelven en formato JSON y contienen la siguiente información:

- Longitud del POI
- Latitud del POI
- Nombre del lugar del POI
- Breve descripción del POI

Una vez recogidos los datos en la aplicación, el sistema, haciendo uso del API de Google, calcula la distancia de los puntos a la posición actual del usuario. Esta información se presenta por pantalla junto con la lista de POI, para que el usuario pueda planificarse mejor a la hora de escoger los lugares que desea visitar.

Una vez escogidos los finalistas, el usuario debe seleccionar la opción “mapa” para poder ver el mapa de google (creado de forma cómoda mediante el componente “map” de Sencha), y la ruta que incluye todos los lugares deseados (obtenida a través del API de Google). Para el cálculo de la ruta, se debe escoger el medio de transporte para recibir las indicaciones de la ruta (a pie, en coche, en bici), (en esta aplicación se ha supuesto que la visita siempre se hace a pie), la posición inicial y final obligatoriamente y de forma opcional, se pueden incluir hitos, que son ubicaciones adicionales a los puntos inicial y final que también se muestran en la ruta.

Por tanto el sistema pasa como punto inicial la posición actual del usuario, como la aplicación ya tiene calculadas las distancias del usuario a cada punto, selecciona de entre los POI marcados por el usuario, el que se encuentra a mayor distancia como punto final de la ruta. El resto, los pasa como hitos.

En el API de Google, únicamente se pueden pasar 8 lugares como hitos en la licencia gratuita, si se desean más, hay que adquirir la licencia correspondiente, es por ello que esta aplicación deja seleccionar únicamente una lista de 9 lugares. Para el cálculo de la ruta, la posición actual del usuario es obtenida por el componente de geolocalización de Sencha Touch, ya que dispone de un método que cada poco tiempo centra la imagen en pantalla con la posición del usuario, bastante útil cuando se ponga en marcha e inicie la ruta.

Cada punto de la ruta, se representa con iconos, uno para la posición inicial, y otro para cada lugar escogido. El usuario puede interactuar con estos iconos, si pulsa uno de ellos, la aplicación muestra un popup con la dirección del lugar obtenida a través del API de Google, y un botón que permite indicar que se ha visitado el lugar, como se muestra en la imagen derecha de la figura 26. Si se pulsa este botón, el SR recoge dicha información y por tanto, si se vuelve a la lista de puntos de interés sugeridos, estos puntos marcados como visitados desaparecerán y en su lugar se propondrán otros 9 puntos, de los cuales el usuario podrá seleccionar 9. El usuario, una vez finalizado el viaje y si lo desea, puede acceder a la interfaz web de e-Tourism para puntuar los lugares que marcó como visitados (las puntuaciones que el usuario da a los lugares visitados las utiliza el SR para mejorar las recomendaciones ofrecidas en el futuro al usuario).

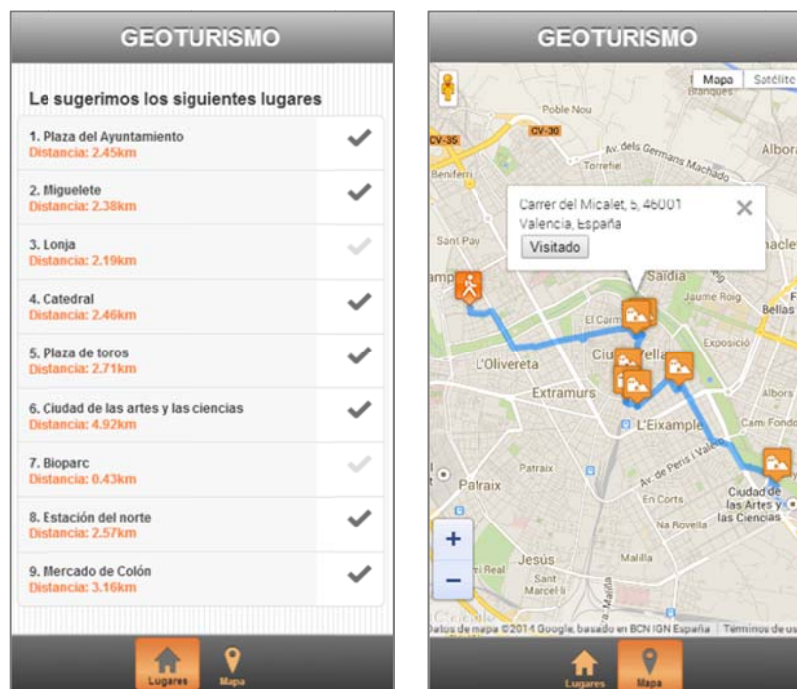


Figura 27: Lista de POI sugeridos y mapa con la ruta calculada respectivamente.

3.3.2 Sencha Touch 2

En esta sección se va a explicar el framework de desarrollo principal utilizado para la creación de GeoTurismo. Además de los beneficios que aporta su uso para la aplicación.

3.3.2.1 Descripción

Sencha Touch 2 es un framework de desarrollo para dispositivos móviles que permite el desarrollo de aplicaciones para diferentes plataformas utilizando el mismo código o casi el mismo código sin apenas variaciones. Se pueden construir apps para ios, Android, blackberry, Kindle Fire, etc. Aprovechar al máximo la potencia y flexibilidad de HTML5, CSS3 y JavaScript. Diseñado específicamente para dispositivos táctiles por lo que incluye una amplia gama de eventos táctiles. Es perfecto para trabajar con ficheros en formatos AJAX, JSON o YQL. Se puede descargar desde su página web [64].

Implementa el patrón de diseño MVC [65] en el lado cliente. Este modelo propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo y la vista que definen componentes para la representación de la información y el controlador que define componentes para la interacción del usuario. Este patrón se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

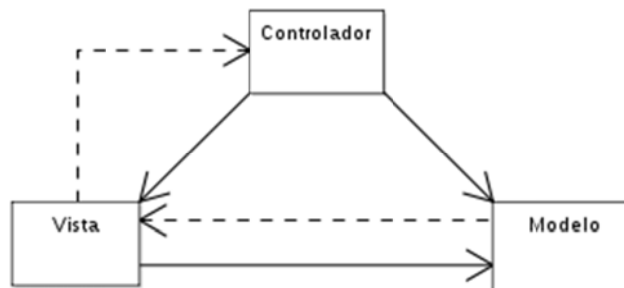


Figura 28: Estructura del MVC.

3.3.2.2 Licencias

Sencha Touch dispone de una licencia comercial totalmente gratuita para crear aplicaciones propias que no se van a distribuir ni se va a compartir el código fuente con los usuarios. Se pueden crear todas las aplicaciones que se desee, no hay limitación. Dispone también de una licencia GPL v3 también gratis para aquellos que quieran compartir su trabajo con la comunidad. O bien comercial, para aquellos que quieran darle un uso privado. Por ultimo existe también una licencia de pago OEM, personalizadas para cada cliente, para aquellos que quieran darle un uso privado.

Debido a que la aplicación desarrollada para el trabajo no se ha distribuido, hace uso de la licencia comercial gratuita.

3.3.2.3 Aportaciones a la aplicación

Sencha Touch tiene un gran número de ventajas, que se incrementan con la mezcla de las tecnologías escogidas para GeoTurismo. En primer lugar, es multiplataforma, permite desarrollar aplicaciones que se pueden distribuir en distintos dispositivos (Android, ios, etc) sin necesidad de modificar el código. Incluye componentes que permiten hacer uso de forma fácil, de funciones de geolocalización, muy útil en GeoTurismo para la gestión de la posición actual del usuario. Dispone además de un componente para utilizar mapas de google, sin necesidad de hacer uso del API de google. Implementa una capa de estilos independiente de la resolución que tengan los móviles, para ajustar el tamaño de la aplicación a cada dispositivo de forma automática. Además funciona con PhoneGap y Cordova, que aparte de resultar cómoda la inclusión del plugin de Wikitude en la arquitectura, distribuye las aplicaciones en la App Store o en Android Marketplace a través de un mecanismo que empotra en una shell nativa de la forma más sencilla posible.

3.3.3 El API Google Maps

Google dispone de una gran cantidad de tecnologías al alcance de la mano para los desarrolladores. Para GeoTurismo, se han utilizado las APIS que ofrecen servicios de geolocalización.

A raíz de que algunos desarrolladores descubrieron la forma de hackear Google Maps para añadir mapas en sus sitios web, en junio de 2005, Google decidió crear una API pública para que pudieran incluir funcionalidades de Google Maps en sus aplicaciones y webs. Existen otras APIS que ofrecen servicios similares, pero son menos utilizadas y en muchos casos, menos potentes, como Yahoo Maps, o Microsoft Virtual Earth. Para el desarrollo de este proyecto, se ha utilizado la versión 3 del API de Google Maps, que vio la luz en mayo de 2010, convirtiéndose en una de las APIs más utilizadas.

Los mapas que se utilizan en GeoTurismo, son imágenes que se cargan de fondo a través de peticiones en AJAX. Mientras navegas en el mapa la API envía información acerca de las nuevas coordenadas y los niveles de zoom del mapa y esto retorna las imágenes. Esta API permite incluir mapas como los de Google Maps mediante Javascript, pone a disposición clases, métodos y propiedades para el comportamiento de los mismos.

3.3.3.1 API DE GOOGLE MAPS V3 para JAVASCRIPT

Los servicios que ofrece son ideales para crear aplicaciones basadas en la ubicación tanto web como para móviles, para visualizar datos geoespaciales o añadir imágenes 3D a las aplicaciones. El API de Google Maps, está alojado en los servidores de Google. Es muy sencilla su carga en nuestra aplicación, únicamente debemos hacer referencia en nuestro archivo HTML al lugar donde se encuentra el API mediante el elemento <script>.

```
<script  
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?v=3.exp&sensor=true&language=es&region=ES&libraries=panoramio,geometry"></script>
```

Donde:

- **VERSIÓN:** Se especifica que estamos usando la versión 3 (v=3)
- **SENSOR:** indica si la aplicación que estamos creando utiliza algún tipo de sensor, por ejemplo para determinar la ubicación del usuario a través de un localizador de GPS.
- **IDIOMA:** El API intentará determinar automáticamente qué idioma utiliza la interfaz de usuario. No obstante, también se puede indicar en el <script>.
- **REGION:** Al cargar el API desde maps.googleapis.com se aplica un sesgo por defecto hacia los Estados Unidos. Si deseamos modificarlo hay que añadirlo.
- **LIBRERIAS:** se deben indicar las librerías que se desea tener disponibles para su uso durante el desarrollo, más adelante se detallará cada una de las librerías usadas y las posibilidades que ofrece cada una de ellas.

El API dispone de muchos servicios web, algunos de los cuales se han utilizado para el desarrollo de GeoTurismo, se detallan a continuación:

- API de rutas, permite calcular rutas para diferentes medios de transporte, a través tanto de direcciones como de coordenadas, permite además implementar la función de arrastrar y soltar rutas para que los usuarios puedan elegir su propia ruta directamente en el mapa, permite optimizar rutas en tiempo y distancia, incluir hitos, etc. El uso del API de rutas de Google está sujeto a un límite de 2.500 solicitudes de rutas al día, mientras que para los clientes del API de Google Maps for Business, se admiten hasta 100.000 solicitudes de rutas al día (y cada una de ellas puede incluir hasta 23 hitos). Las URL del API de rutas de Google no pueden superar los 2.048 caracteres.
- API de matriz de distancia, proporciona el tiempo y la distancia de viaje para una matriz de orígenes y destinos. La información devuelta se basa en la ruta recomendada entre los puntos de partida y llegada. Sus límites de uso son de 100 elementos por consulta, 100 elementos cada 10 segundos, 2.500 elementos en un período de 24 horas. Los clientes del API de Google Maps for Business cuentan con límites más amplios, 625 elementos por consulta, 1.000 elementos en 10 segundos, 100.000 elementos en un período de 24 horas. Las URL del API de matriz de distancia tienen una restricción de 2.048 caracteres antes de la codificación URL.

- API de codificación geográfica, es el proceso de transformar direcciones en coordenadas geográficas de latitud y longitud, que se pueden utilizar para colocar marcadores o situar el mapa. Este servicio permite realizar la operación contraria (convertir coordenadas en direcciones), este proceso se conoce con el nombre de "codificación geográfica inversa". Su uso está sujeto a un límite de 2.500 solicitudes de codificación geográfica al día, para los usuarios del API de Google Maps for Business 100.000.

Existen otras APIS muy interesantes como el API de Google Places y autocompletado, que permite encontrar lugares cercanos en un gran número de categorías basada en una cadena de búsqueda o en la ubicación del usuario. Muestra más de 50 millones de empresas y puntos de interés ya que utiliza la misma bbdd de lugares que usa Google Maps. También el API de Street view que permite imágenes panorámicas estáticas de google Street view en la aplicación sin necesidad de usar JavaScript, API de Google Earth para añadir imágenes del relieve y de edificios en 3D a las aplicaciones, API de Google static maps, Google Maps Engine solución geoespacial revolucionaria que te permite publicar tus datos de mapas en la plataforma de mapas segura basada en la nube de Google, y muchas más.

3.3.3.2 LICENCIA

El uso de la API es gratuito para cualquier aplicación que pueda ser accedida libremente por los usuarios. Para usos comerciales de la API también existen servicios de pago que requieren el uso de otras claves.

3.3.3.3 Aportaciones a la aplicación

Gracias a esta herramienta, se puede disponer de funcionalidades de geolocalización que se pueden utilizar en la aplicación para el tratamiento o cálculo de datos de forma muy sencilla. Para, no solo poder situar puntos en el mapa basados en longitud y latitud o dirección, sino también poder crear las rutas necesarias para proporcionar al usuario un itinerario personalizado. Cuenta además con una amplia documentación y numerosas comunidades que dan soporte a posibles problemas o dudas que puedan surgir.

3.4 Realidad Aumentada

La RA es una tecnología en auge en dispositivos móviles que añade información sobre el mundo real utilizando la cámara del dispositivo, lo que proporciona una mejor percepción o diferente información de lo que tenemos a simple vista, todo esto

además desde el dispositivo móvil, lo que dota a la aplicación de flexibilidad y comodidad, ofreciendo una experiencia más enriquecedora.

3.4.1 Descripción

Para hacer uso de la parte de RA implementada, existe un botón en la aplicación para activarla. Una vez pulsado, el móvil pasa a modo cámara para explorar el entorno. En la pantalla aparecen varios elementos de RA superpuestos que permiten interactuar con el mundo que nos rodea.

Dispone de las etiquetas correspondientes a cada punto de interés, situadas en las posiciones donde se localizan dichos puntos a través de su longitud y latitud como se muestra en la imagen izquierda de la figura 29. Cada etiqueta contiene el nombre del lugar y las primeras palabras de la descripción del mismo. Al pulsar una de estas etiquetas, se abre un panel con la descripción completa que se ha obtenido del SR, y la distancia a la que se encuentra de la posición actual del usuario, calculada a través de la funcionalidad de Wikitude, como se muestra en la imagen derecha. En lugar de usar la distancia calculada en la aplicación, se vuelve a calcular a través de Wikitude para que si el usuario cambia de posición la recalculé en tiempo real. La pantalla dispone también de un radar que además de indicar los puntos cardinales, muestra pequeños puntos blancos que localizan los lugares sobre los que se están mostrando etiquetas para tener una mejor visión global del posicionamiento de todos los puntos escogidos.

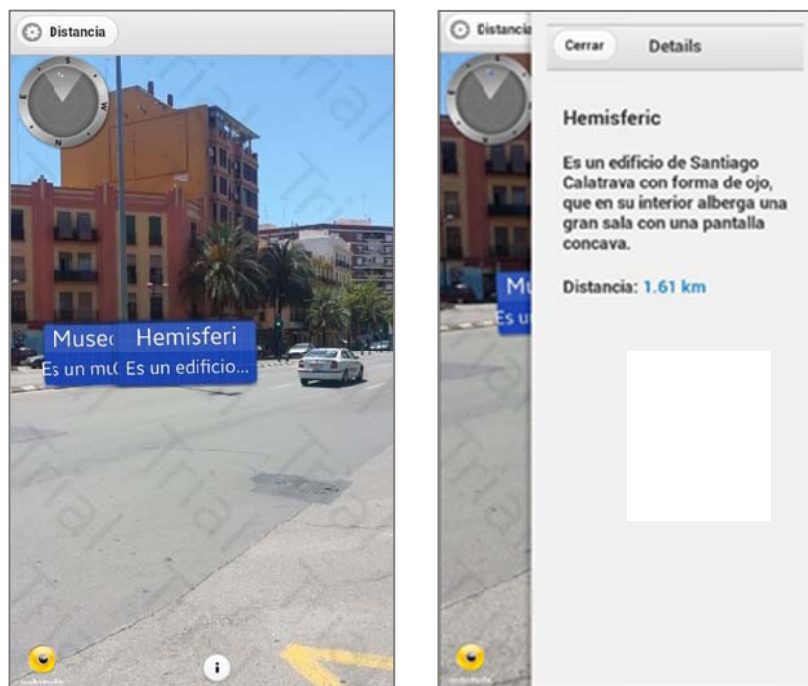


Figura 29: Ejemplo de detección de puntos en RA y pulsado de etiquetas.

Cuenta también con un control de distancia, que permite al usuario configurar en tiempo real, las etiquetas que desea visualizar dependiendo de la distancia a la que se encuentren de su posición. Podrá seleccionar la distancia máxima sobre la que quiere que se visualicen los lugares. En la figura 30 se muestra una imagen del control de distancia. Esta opción es muy útil cuando muchos de los lugares que desea visitar se encuentran en la misma dirección y por tanto se acumulan las etiquetas haciendo más difícil ver los lugares.

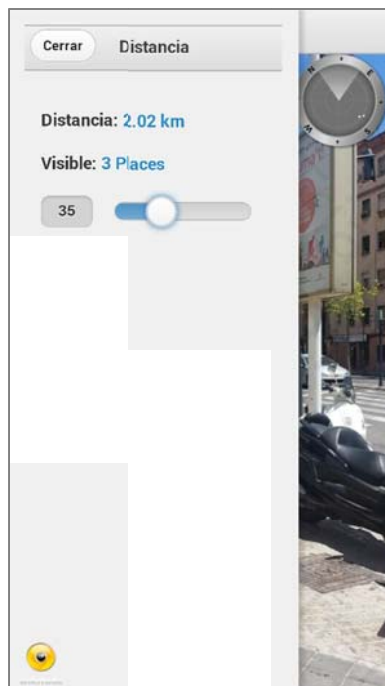


Figura 30: Ejemplo de filtrado de POI en RA gracias al control de distancia.

3.4.2 Phonegap

PhoneGap es un framework para el desarrollo de aplicaciones móviles creado por Nitobi y comprado posteriormente por Adobe Systems. PhoneGap permite a los programadores desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles utilizando herramientas genéricas tales como JavaScript, HTML5 y CSS3. PhoneGap permite acceder a elementos como el acelerómetro, la cámara, los contactos en el dispositivo, la red, el almacenamiento, las notificaciones, etc. Estas API se conectan al sistema operativo usando el código nativo del sistema huésped a través de una Interfaz de funciones foráneas en Javascript. Permite ejecutar las aplicaciones en el navegador web, lo que significa que hace a la vez de servidor. PhoneGap es un proyecto que

sirve para convertir las aplicaciones desarrolladas en aplicaciones nativas para dispositivos móviles, realmente, empaqueta aplicaciones web dentro de una aplicación nativa (Android, iOS, BlackBerry, WP7 ...) para que *parezca* que son aplicaciones nativas.

En este proyecto se ha utilizado fundamentalmente por dos motivos, primero porque se ha creado un plugin para poder utilizar Wikitude para Phonegap, lo que hace muy sencillo encapsular la SDK de Wikitude para el desarrollo de RA para GeoTurismo. Y en segundo lugar, porque es ideal para empaquetar aplicaciones, como se comentaba en el apartado de Sencha Touch, las aplicaciones desarrolladas con este framework son multiplataforma, con un sencillo paso a través de Phonegap se puede encapsular para ejecutar en cualquier móvil, bien sea android, ios, etc.

3.4.3 SDK WIKITUDE

Wikitude GmbH es una empresa líder a nivel mundial de tecnología de RA que proporciona una serie de soluciones en el campo de la RA para smartphones, tablets y otras tecnologías de visualización portátiles. Dispone de algunas herramientas muy útiles, sobre todo su potente SDK, que se ha utilizado en la aplicación desarrollada y que se detalla a continuación.

3.4.3.1 Descripción

Wikitude dispone de una potente SDK que permite a terceros desarrollar sus propias aplicaciones de RA. Soporta geolocalización y reconocimiento de imágenes y se basa en gran medida en las tecnologías web HTML, JavaScript, CSS, para permitir a los desarrolladores escribir en diferentes plataformas. Este SDK viene disponible para Androi, iOS y BlackBerry. Hace uso de los sensores de localización (GPS, brújula, y demás) para obtener la latitud, longitud y altitud del usuario. Con esta información y una serie de coordenadas previamente programadas en la aplicación, se puede visualizar contenido multimedia en el entorno real por medio de la pantalla del dispositivo [66].

Para esta aplicación se ha incluido cómodamente gracias al API que Wikitude ha sacado para Phonegap. El plugin se descarga cómodamente a través de Phonegap de la siguiente forma:

```
Phonegap local plugin add https://github.com/Wikitude/wikitude-phonegap.git
```

La SDK, genera para el contenido de RA un fichero HTML y JS diferentes a los usados por phonegap, pero se conectan entre sí. Para comenzar a utilizarlo, hay que crear el plugin y comprobar que el dispositivo es capaz de ejecutar ARchitect Worlds, es decir, si es capaz de lanzar experiencias de RA.

```
cordova.require("com.wikitude.phonegap.WikitudePlugin.WikitudePlugin");
app.wikitudePlugin.isDeviceSupported(...);
```

Una vez el sistema se asegura que el dispositivo es compatible, carga un nuevo HTML que contiene la vista de RA.

```
var ruta = "ruta_miapp/Worlds/miMundo/index.html";
app.loadARchitectWorld(url);
```

Mediante los retornos de algunas funciones lanzadas como `AR.context.onLocationChanged` que devuelve la posición actual del usuario, se permite redibujar las etiquetas. Y para abrir el modo cámara, utiliza la función `app.wikitudePlugin.captureScreen`.

Existe una clase radar y otra clase `Marker` para poder incorporar al proyecto, estas clases Javascript tienen el código necesario para añadir tanto el radar como la creación de las marcas en la pantalla. La clase `Radar` dispone de algunos métodos para controlar su uso, como `show` para mostrarlo o `setMaxDistance` para cambiar la distancia máxima que rastrea y muestra el radar. La clase `Marker`, crea marcas en la pantalla utilizando un objeto `AR.GeoObject` con la geolocalización especificada. A este objeto se indican las características visuales de la etiqueta, la información que mostrará y además el punto que debe pintar en el radar que lo identifica.

```
this.markerObject = new AR.GeoObject(markerLocation, {
  drawables: {
    cam: [this.markerDrawable_idle, this.markerDrawable_selected,
          this.titleLabel, this.descriptionLabel],
    indicator: this.directionIndicatorDrawable,
    radar: this.radardrawables
  }
});
```

Para cargar los lugares en pantalla, únicamente se necesita pasar una lista de puntos de interés con la información que se va a utilizar: longitud y latitud para localizar el punto en el entorno, el nombre para identificarlo en la etiqueta y una breve descripción para mostrar al pulsar la etiqueta para ver su información. Es exactamente la misma información que devuelve el servicio del SR, por tanto, utiliza los mismos datos para mostrar la RA.

3.4.3.2 Licencia

Cuenta con una licencia gratuita si tu aplicación va a ser desarrollada sin ánimo de lucro (para lo cual debes solicitar una licencia con este fin), de lo contrario puedes usar el SDK con una licencia "trial", la cual trae todas las características del SDK, pero coloca una marca de agua en la pantalla de la aplicación. Pero si lo que se desea es desarrollar un proyecto comercial, Wikitude cuenta con unas licencias de bajo coste cuyos precios se encuentran en su página web.

3.4.4 Arquitectura

La arquitectura de la aplicación, permite que sea independiente del SR que se utilice siempre y cuando este sistema tenga la posibilidad de enviar y recibir información en formato JSON.

El SR utilizado para este proyecto, es e-Tourism, un sistema creado únicamente para la ciudad de Valencia, pero si se quisiera adaptar para visitar otra ciudad, únicamente habría que cambiar la llamada a los servicios de este SR, por el nuevo, y la aplicación seguiría funcionando correctamente. Por ello, y aunque se ha utilizado este SR, la aplicación es genérica y podría servir para cualquier ciudad cambiando el SR.

Para poder utilizar la aplicación, el usuario ha de estar registrado en el sistema de e-Tourism a través de la web que se creó en 2009 como interfaz para registrar el perfil de usuario para el sistema de recomendación que vamos a utilizar.

La aplicación recibe y envía información al SR a través de ficheros JSON (*JavaScript Object Notation*), que es un formato ligero de intercambio de datos. Nació como alternativa a XML y su mayor ventaja es que puede ser interpretado por cualquier lenguaje de programación, por lo tanto, es perfecto para el intercambio de información entre distintas tecnologías. Un ejemplo de fichero JSON con información sobre los puntos de interés recomendados por el SR, es el siguiente:

```
{
  "success": true,
  "data": [
    {
      "prioridad": 1,
      "lugar": "Plaza del Ayuntamiento",
      "desc": "Anteriormente conocida como la Plaza del ...",
      "latitud": "39.469791100",
      "longitud": "-0.376963000"
    },
    {
      "prioridad": 3,
      "lugar": "Ciudad de las artes y las ciencias",
      "desc": "Complejo arquitectónico, cultural y ...",
      "latitud": "39.456546400",
      "longitud": "-0.353647000"
    },
    {
      "prioridad": 2,
      "lugar": "Miguelete",
      "desc": "La Torre del Miguelete es el campanario de ...",
      "latitud": "39.475706600",
      "longitud": "-0.375431000"
    }
  ]
}
```

Para el desarrollo de la aplicación se han utilizado varias tecnologías como muestra la figura 31.

- El desarrollo principal se ha hecho con un framework para el desarrollo de aplicaciones móviles llamado Sencha Touch 2.
- Para casi todas las operaciones de geolocalización, como el cálculo de distancias, obtener la posición actual del usuario, la obtención de direcciones y la creación de rutas se ha utilizado el API de Google Maps.
- Se ha integrado Sencha Touch con Phonegap para poder implementar mediante la SDK de Wikitude la parte de RA, usando para ello el API de Wikitude para Phonegap que proporciona la empresa Wikitude GmbH.

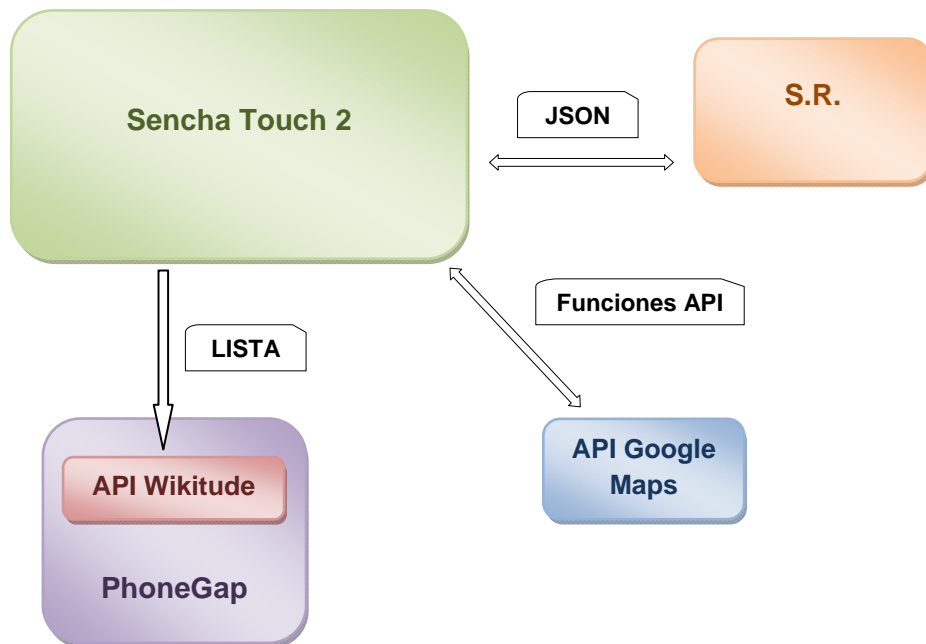


Figura 31: Arquitectura de GeoTurismo.

3.4.5 Aportaciones a la aplicación

La RA hace posible un salto comunicativo y dota a la aplicación de una nueva dimensión en la presentación de la información. Gracias a ella, el usuario puede situar los lugares que desea visitar de forma sencilla, viéndolos superpuestos en su entorno. Es una buena forma que el usuario detecte de forma segura y eficaz el edificio que busca en caso de duda. Aporta una visión general de la posición de lugares que desea ver gracias a la inclusión del radar, proporciona comodidad para ver los puntos que se encuentra más cercanos gracias a la inclusión del control de filtrado de puntos por

distancia y además aporta al usuario información adicional del lugar que está visitando gracias a la descripción que se muestra de los mismos al pulsar sobre su etiqueta.

En rasgos generales, la incorporación de realidad aumentada, enriquece la experiencia del usuario, permite combinar información virtual con datos reales, proporciona comodidad al turista al disponer del dispositivo móvil de toda la información que necesita, y por supuesto es una tecnología de toda a la aplicación de interactividad y la hace más atractiva. Una de sus principales desventajas es que suele ofrecer un número excesivo de puntos de interés, lo que dificulta su usabilidad, problema resuelto en esta aplicación gracias al uso de SR.

Capítulo 4

Funcionamiento de la aplicación

Para comprobar el funcionamiento de la aplicación, se han generado tres usuarios con perfiles completamente diferentes:

1. Una familia con niños pequeños. En el caso de que un usuario indique que quiere hacer una visita con niños, este hecho tiene prioridad sobre todo el resto de preferencias y por tanto, la recomendación se realizará para niños, aunque el usuario en sí sea de tipo cultural, por ejemplo.
2. Un usuario que no rellena ninguna preferencia (no da ningún dato sobre sus gustos e intereses).
3. Un viajero cultura: en este caso el usuario indica que lo que le gusta es arquitectura, museos...

Por tanto, se han dado de alta tres usuarios diferentes en el servicio web de e-Tourism y se han rellenado las preferencias y datos para cada uno de ellos. Posteriormente, desde GeoTurismo se ha accedido a cada uno de los perfiles.

Se han configurado estos perfiles, para que se vea la diferencia en las recomendaciones ofrecidas a cada uno de ellos. A continuación se muestra el comportamiento de la aplicación para cada uno de estos perfiles.

4.1 Perfil: Familia con niños

Para este perfil, el sistema recomienda fundamentalmente actividades que pueden ser de interés para niños. En la figura 32, se muestra, a la izquierda, la lista de puntos recomendados que el sistema ofrece a esta familia, y a la derecha, la ruta creada para los lugares seleccionados.



Figura 33: Visado de los POI, lista de lugares recalculada y nueva ruta.

Al pulsar el botón de la Vista de Realidad Aumentada, (figura 33 derecha) el sistema, pasa a modo cámara, para ofrecer al usuario la posibilidad de visualizar los puntos de interés que ha escogido en su entorno como muestra la imagen de la figura 34. A la izquierda, se muestra la información obtenida al pulsar sobre la etiqueta uno de los lugares.

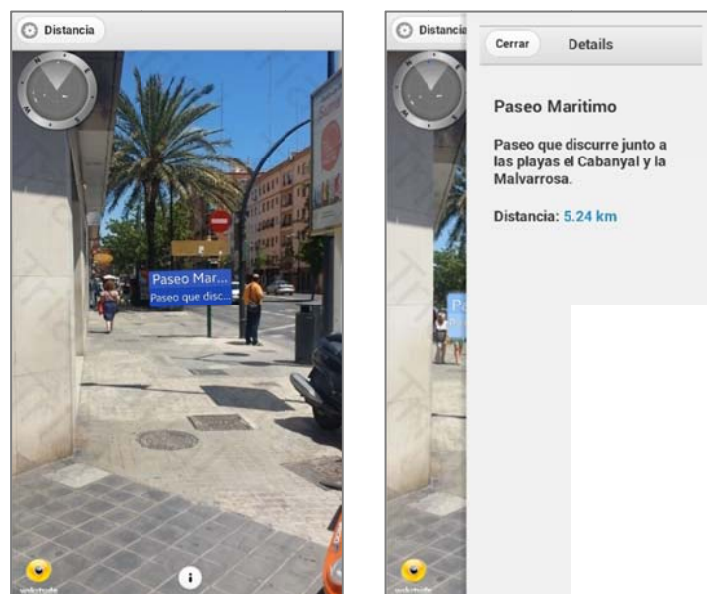


Figura 34: Vista RA y pulsado de etiqueta para un perfil de familia con niños.

4.2 Perfil: Turista sin preferencias

Para el perfil de un turista sin haber indicado preferencias, el sistema recomienda visitar fundamentalmente lugares que se consideran de mayor importancia en la ciudad de Valencia. En la imagen izquierda de figura 35, se muestra la lista de puntos recomendados para el turista, y en la derecha, la ruta creada con los ítems que selecciona, que como se muestra en la lista, no son todos los que se recomiendan (pues el usuario ha decidido no visitar algunos de ellos y los ha eliminado de la selección).

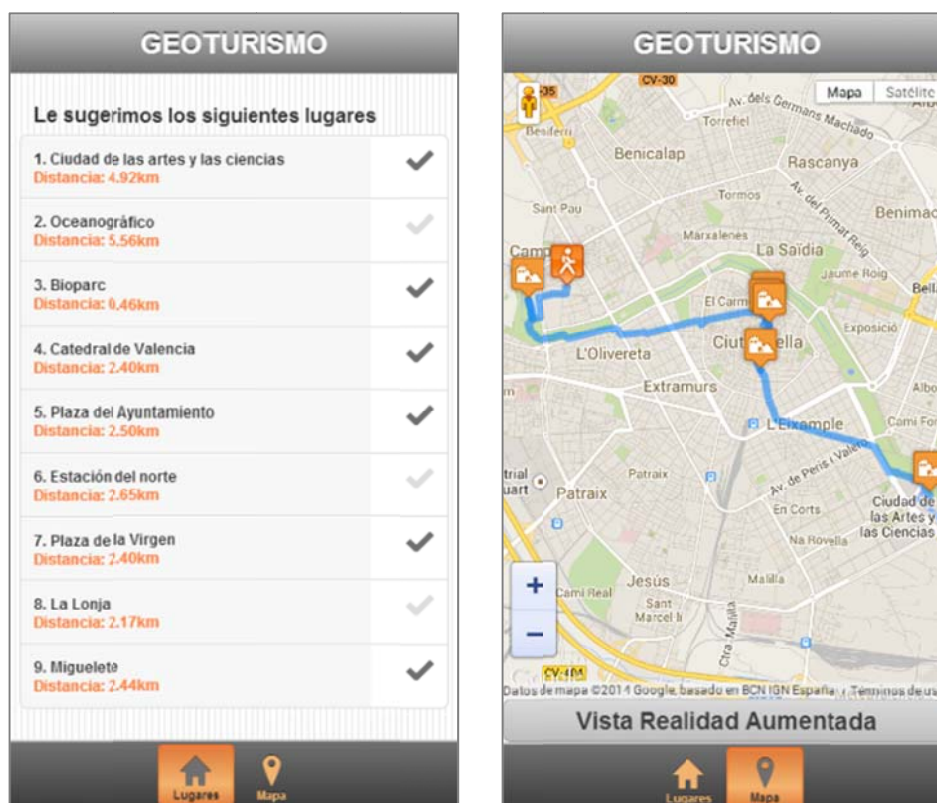


Figura 35: Lista de POI y ruta para un perfil de turista sin preferencias.

Una vez pulsado el botón para pasar a la vista de realidad aumentada, el sistema muestra el conjunto de lugares escogidos. En la imagen de la izquierda que muestra la figura 36, aparece el conjunto de puntos, y la derecha, aparece al pulsar la etiqueta del Miguelete.

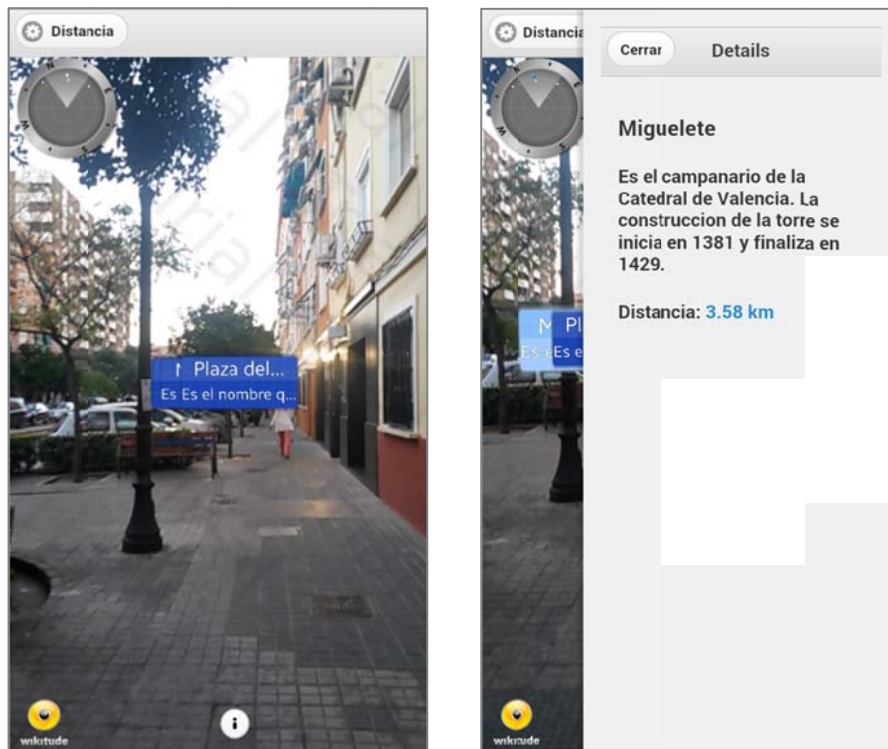


Figura 36: Vista RA y pulsado de etiqueta para un perfil de turista sin preferencias.

4.3 Perfil: Viajero cultural

Para el viajero cultural, el sistema recomienda fundamentalmente museos o lugares con contenido cultural de Valencia. En la figura 37 izquierda, se puede observar que casi todos los lugares recomendados son museos. A la derecha se muestra la ruta creada para dichos lugares.

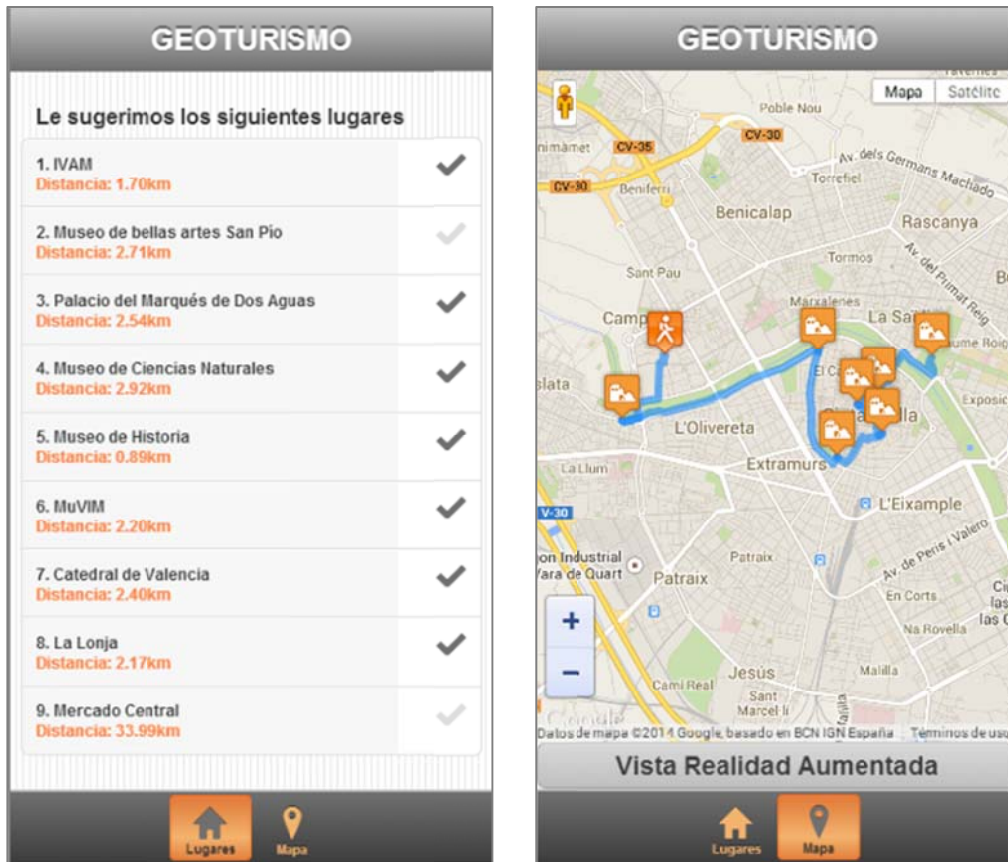


Figura 37: Lista de POI y ruta para un perfil de viajero cultural.

Al pulsar el botón de la Vista de Realidad Aumentada, el sistema ofrece una visión general de los lugares escogidos en el entorno del usuario. En la imagen de la izquierda que muestra la figura 38, se muestra el panel que permite interactuar con la distancia, mostrando la cantidad total de lugares y la distancia a la que todos los puntos son visibles, la imagen central muestra cómo se puede reducir la distancia de acción y la cantidad de lugares que encuentra. En la imagen de la izquierda, se muestra cómo en el radar únicamente aparecen los puntos que se encuentran dentro del radio seleccionado, y cómo han desaparecido las etiquetas de los lugares que no se encuentra en dicho radio.

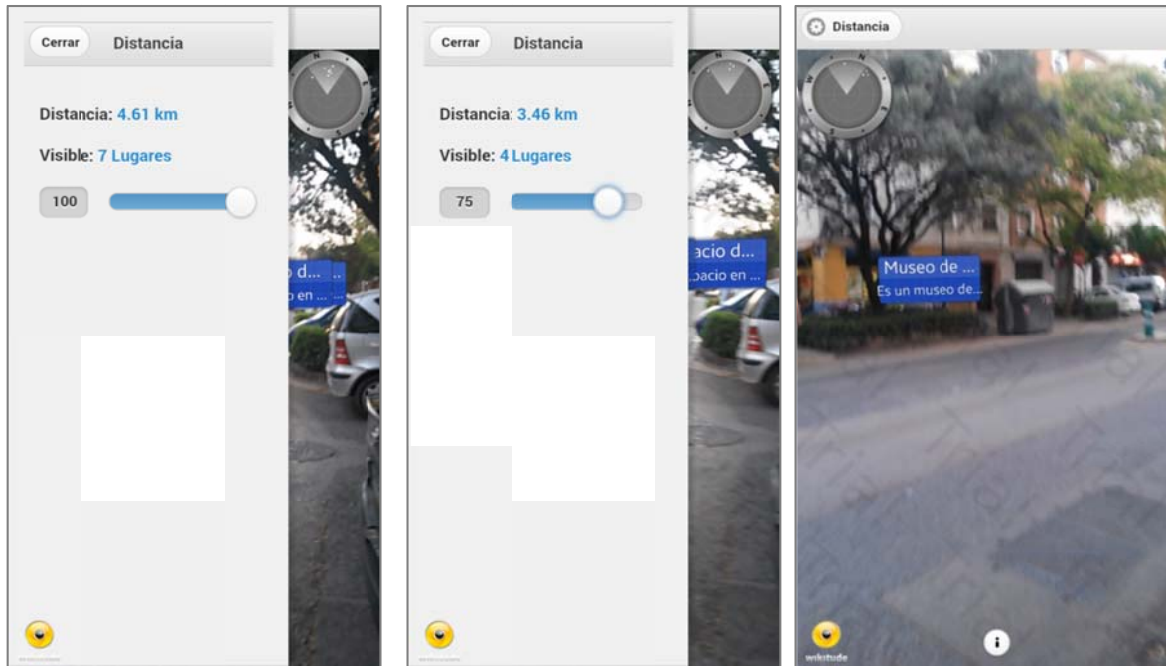


Figura 38: Visualización de los POI filtrados por distancia para un perfil de viajero cultural.

Capítulo 5

Conclusiones

En este capítulo se resumen las principales aportaciones realizadas en este trabajo. Se detallan las contribuciones que aporta la aplicación desarrollada, así como posibles desarrollos a futuro para mejorar su funcionalidad.

5.1 Aportaciones de la aplicación

La contribución más importante es la fusión de dos técnicas que actualmente están en auge (SR y RA) y cómo la inclusión de un SR, ayuda a filtrar la información mostrada por RA al usuario, sin cargar de datos innecesarios su pantalla al interactuar con el mundo que le rodea. También ayuda al usuario a crear un itinerario que se adapta a sus necesidades de forma fácil y rápida, con la ventaja de tener la información que desea en tiempo real, se encuentre donde se encuentre.

Se ha creado una aplicación independiente del SR, de forma que si se cambia el servicio web, por otro que ofrezca recomendaciones sobre otra ciudad, bastará con cambiar la interfaz con el SR.

Se han analizado diferentes técnicas de recomendación definiendo sus ventajas e inconvenientes. Se ha especificado el conjunto de las técnicas que componen el SR utilizado para este trabajo, e-tourism, y cómo esta combinación soluciona los problemas de cada técnica individual.

Además se han estudiado diferentes herramientas para crear RA, y se ha especificado la herramienta escogida con todas las ventajas que supone su inclusión.

Las tecnologías empleadas también han jugado un gran papel en las aportaciones que supone este desarrollo, gracias a ellas, además la aplicación es multiplataforma, lo que significa que sin necesidad de crear un proyecto diferente para cada sistema operativo móvil, se puede usar en distintos dispositivos (Android, ios, etc.).

5.2 Beneficios de la aplicación

GeoTurismo conlleva importantes beneficios en el uso por parte de los turistas, ya que no solo permite la recomendación de lugares de interés, sino que además construye rutas dinámicas adaptadas a las preferencias del turista, lo que proporciona innovadoras aportaciones respecto a otras herramientas de RA existentes en el mercado.

El objetivo fundamental al desarrollar esta aplicación, es que puedan utilizarla todas aquellas personas que deseen conocer una ciudad, adaptándose a los gustos y situación de cada turista. Permite crear itinerarios personalizados, y la comodidad de encontrar cada lugar sin necesidad de preguntar dónde se encuentra, únicamente haciendo uso de su dispositivo móvil. Actualmente la aplicación recomienda lugares de la ciudad de Valencia porque se está utilizando un SR específico para esta ciudad, pero la aplicación es genérica, es decir, que si se deseara adaptar a otra ciudad, únicamente habría que cambiar el SR, al de la ciudad que se desee siempre que este SR trabaje con ficheros de entrada y salida en formato JSON.

La implantación de la RA en las aplicaciones de destinos turísticos potencia el sector. Proporciona muchos beneficios, uno de los principales, es que ayuda a mejorar la comprensión de la información, además de ayudar al usuario a localizar de forma sencilla los lugares que desea visitar, lo que lo hace muy accesible a usuarios de prácticamente cualquier edad. Otorga a la aplicación practicidad y agilidad que ayudan a llevar la experiencia a la vida real. Aumenta además el nivel de interactividad de los usuarios con lo que la aplicación se vuelve de mayor utilidad.

Uno de los puntos fuertes, es que su arquitectura la hace independiente del SR que se utilice, es decir, que si se quisiera adaptar para visitar otra ciudad, únicamente habría que conectar con otro SR con la particularidad de que debe trabajar con JSON, formato reconocible por cualquier tecnología. La aplicación seguiría funcionando a la perfección.

Por tanto podemos concluir, que esta aplicación mejora, las actuales herramientas basadas en RA orientadas al turismo al recopilar las ventajas de ambas tecnologías.

5.3 Posibles mejoras

Gracias a los avances en ambas tecnologías, existen algunas interesantes mejoras con las que sería interesante continuar el trabajo como las que se proponen a continuación:

Mejoras en los sistemas recomendadores:

- Se podría incorporar actividades temporales lo que permitiría aumentar el abanico de posibilidades incluyendo la recomendación de actividades como, eventos deportivos en los que el usuario podría participar.
- Podría incorporar información sobre las razones por las que un lugar determinado se ha recomendado al usuario. Por ejemplo, se podría mostrar “Se te ha sugerido visitar el IVAM ya que has mostrado interés por el arte moderno”.
- Recomendaciones en grupo, donde los participantes puedan ponerse de acuerdo en las actividades a realizar. Incluso el sistema podría tener en cuenta el grupo para recomendar actividades que no se pueden realizar solo, como por ejemplo el “Clue Hunter”, que admite de 2 a 5 personas por actividad.

Mejoras en la realidad aumentada:

- Podría conectar con aplicaciones como Twitter o TripAdvisor para mostrar los comentarios y opiniones de los usuarios sobre los lugares visitados.
- La información que se muestra como descripción del lugar, proporcionada ahora por el SR, podría obtenerla a través del acceso a internet, para poder obtener descripciones más amplias, incluyendo algún enlace sobre alguna web relacionada, para dar la opción al usuario de obtener más información.
- Se podría añadir una opción cuando el turista esté en modo RA, para que pueda indicar algún elemento de su entorno y el sistema detecte por reconocimiento de imágenes, de qué se trata y muestre información al respecto.

Bibliografía

- [1] Datos incremento de visitantes en la Comunidad Valenciana <<http://www.eldictamen.mx/movil/vercolumna.php?id=3734>> [Último acceso: 03/06/14].
- [2] Datos sobre las 10 ciudades más visitadas de España <<http://turismoporsalamanca.blogspot.com.es/2013/09/las-10-ciudades-mas-visitadas-de-espana.html>> [Último acceso: 03/06/14]
- [3] Estudio sobre el manejo de redes en dispositivos móviles. <http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/F/flashpackers_los_nuevos_viajeros/flashpackers_los_nuevos_viajeros.asp> [Último acceso: 03/06/14]
- [4] O'Donovan, J.; Smyth, B. Trust in recommender systems. En *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*. ACM, 2005. p. 167-174.
- [5] Adomavicius, Gediminas; Tuzhilin, A. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *Knowledge and Data Engineering*, 2005, vol. 17, no 6, p. 734-749.
- [6] Resnick, P., Lacovou, N., Suchak, M. GroupLens: an open architecture for collaborative filtering of netnews. En *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work*. ACM, 1994. p. 175-186.
- [7] Haykin, S.; Widrow, B. (ed.). *Least-mean-square adaptive filters*. John Wiley & Sons, 2003.
- [8] Apuntes SIRAD del Master Inteligencia artificial. Universidad Politécnica de Valencia.
- [9] De Gemmis, M., Laquinta, L., Lops, P. Preference learning in recommender systems. *Preference Learning*, 2009, p. 41-55.
- [10] Drachsler, H.; Hummel, Hans GK; Koper, Rob. Personal recommender systems for learners in lifelong learning networks: the requirements, techniques and model. *International Journal of Learning Technology*, 2008, vol. 3, no 4, p. 404-423.
- [11] Rich, E. User modeling via stereotypes. *Cognitive science*, 1979, vol. 3, no 4, p. 329-354.
- [12] SR colaborativo Filmaffinity <<http://www.filmaffinity.com/images/FilmAffinityWeb.pdf>> [Último acceso: 10/06/14]
- [13] Goldberg, D., Nichols, D., Oki, BM., Terry D. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*, 1992, vol. 35, no 12, p. 61-70.
- [14] Shani, G., Meisles, A., Gleyzer, Y., Rokach, L. A stereotypes-based hybrid recommender system for media items. En *Workshop on Intelligent Techniques for Web Personalization, Vancouver*. 2007.

- [15] Burke, R.. Knowledge-based recommender systems. *Encyclopedia of library and information systems*, 2000, vol. 69, p. 175-186.
- [16] Burke, R.. Integrating knowledge-based and collaborative-filtering recommender systems. En *Proceedings of the Workshop on AI and Electronic Commerce*. 1999. p. 69-72.
- [17] Manouselis, N.; Sampson, D. Recommendation of quality approaches for the European Quality Observatory. En *Advanced Learning Technologies, IEEE International Conference on*. IEEE Computer Society, 2004. p. 1082-1083.
- [18] Burke, R.. Hybrid web recommender systems. En *The adaptive web*. Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 377-408.
- [19] Smyth, B.; Cotter, P. A personalised TV listings service for the digital TV age. *Knowledge-Based Systems*, 2000, vol. 13, no 2, p. 53-59.
- [20] Billsus, D.; Pazzani, M. J. User modeling for adaptive news access. *User modeling and user-adapted interaction*, 2000, vol. 10, no 2-3, p. 147-180.
- [21] Burke, R. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*, 2002, vol. 12, no 4, p. 331-370.
- [22] Good, N., Schafer, JB., Konstan, JA., Borchers, A., Sarwar, B. Combining collaborative filtering with personal agents for better recommendations. En *AAAI/IAAI*. 1999. p. 439-446.
- [23] Mooney, R.J.; Roy, L. Content-based book recommending using learning for text categorization. En *Proceedings of the fifth ACM conference on Digital libraries*. ACM, 2000. p. 195-204.
- [24] Amazon. <<http://www.amazon.com/>> [Último acceso: 03/06/14].
- [25] Balabanovic, M. An adaptive web page recommendation service. En *Proceedings of the first international conference on Autonomous agents*. ACM, 1997. p. 378-385.
- [26] Motor de búsqueda Google <www.google.es> [Último acceso: 12/07/14]
- [27] Belkin, N. J.; Croft, W. Bruce. Information filtering and information retrieval: two sides of the same coin?. *Communications of the ACM*, 1992, vol. 35, no 12, p. 29-38.
- [28] Korfhage, R. R. Information storage and retrieval. 2008.
- [29] Planificador turístico Austo <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-17322012000100007&script=sci_arttext> [Último acceso: 03/06/2014].
- [30] Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. The semantic web. *Scientific american*, 2001, vol. 284, no 5, p. 28-37.
- [31] Ricci, F. Travel recommender systems. *IEEE Intelligent Systems*, 2002, vol. 17, no 6, p. 55-57.

- [32] SR Strands integrado en <http://loogic.com/minube-integra-el-sistema-de-recomendaciones-de-strands/>. [Último acceso: 29/06/14].
- [33] SR Eno SigTur Móvil <<http://www.pct-turisme.cat/cast/noticia.php?ENLACE=http://www.pct-turisme.cat/intranet/node/688>> [Último acceso: 29/06/14].
- [34] SR Madrid live. <<http://www.sciencegate.ch>> [Último acceso: 29/06/14].
- [35] Bell, B.; Feiner, S.; Hollerer, T. View management for virtual and augmented reality. En *Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology*. ACM, 2001. p. 101-110.
- [36] Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R. Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications*, vol. 21, no 6, p. 34-47.
- [37] GESA, R. F. Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enl@ ce: Revista Venezolana de Información, tecnología y conocimiento*, 2012, vol. 9, no 2.
- [38] Marimón, D., Adamek, T., Göllner, K.. Reconocimiento visual móvil: el futuro de la realidad aumentada móvil. *Telos: Cuadernos de comunicación e innovación*, 2010, no 84, p. 10-12.
- [39] Tipos de RA. <<http://aumenta.me/node/36>> [Último acceso: 16/06/14].
- [40] King, Gary R.; Piekarski, W.; Thomas, Bruce H. ARVino-outdoor augmented reality visualisation of viticulture GIS data. En *Mixed and Augmented Reality, 2005. IEEE and ACM International Symposium on*. IEEE, 2005. p. 52-55.
- [41] Rahajaniaina, A.; Jessel, J.-P. Visualization of Distributed Parcel's Information on Mobile Device. En *Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services (GEOPROCESSING), 2010 Second International Conference on*. IEEE, 2010. p. 27-32.
- [42] Wikitude. <<http://www.wikitude.com/>> [Último acceso: 5/07/14].
- [43] Layar. <www.layar.es> [Último acceso: 3/07/14].
- [44] TwittARound, RA para visualizar tweets en el entorno. <<http://thenextweb.com/2009/07/13/twittaround-augmented-reality-twitter-app/>> [Último acceso: 24/06/14]
- [45] Twitter. <<https://twitter.com/>> [Último acceso: 24/06/14].
- [46] Juan, M.C., Botella, C., Baños, R., Alcañiz, M., Guerrero, B., Monserrat, C., Augmented Reality for the treatment of spider and cockroach phobias. First prototype and first treatments, IEEE.

- [47] Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M., Seguí, L. The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 2013, vol. 64, p. 24-41.
- [48] Delgado, R. Gallego; Parra, N. Saura; Trujillo, P. Miguel Núñez. AR-Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza. *Tejuelo*, p. 74.
- [49] Google Goggles. <<http://www.microsiervos.com/archivo/tecnologia/que-es-y-como-funciona-google-goggles.html>> [Último acceso: 28/5/2014].
- [50] Museo Getty. <<http://googleblog.blogspot.com.es/2011/06/j-paul-getty-museum-collection-comes.html>> [Último acceso: 28/5/2014].
- [51] Cadavieco, J. F., Sevillano, M. Á. P., & Ferreira, A. F. M. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (41), 197-210.
- [52] Butchart, B.. Augmented reality for smartphones. 2011.
- [53] Estudio Juniper Research sobre el uso de RA <<http://ohmyphone.orange.es/mas-smartphones/curiosidades/la-realidad-aumentada-movil-se-triplicara-en-2018.html>> [Último acceso: 11/06/14].
- [54] Wilchez, D. Visualización de Información Urbana Geo referenciada por Medio de Realidad Aumentada. *Biblioteca on line Universidad de los Andes Bogotá, Colombia*, 2011.
- [55] Junaio. <<http://www.junaio.com/>> [Último acceso: 5/07/14].
- [56] Hoppala. <<http://www.hoppala-agency.com/>> [Último acceso: 5/07/14].
- [57] 3D Augmented Reality SDK. <<http://ar23d.com/augmented-reality-sdk.html>> [Último acceso: 05/07/14]
- [58] DroidAR, AR framework. <<http://bitstars.com/projects/droidar-ar-framework/>> [Último acceso: 23/06/14].
- [59] Nyartoolkit, características, librerías y códigos fuente. <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/?page_id=729> [Último acceso: 23/06/14].
- [60] Blippar. <<https://blippar.com/en/>> [Último acceso: 02/07/14]
- [61] Sebastia, L., Garcia, I., Onaindia, E. e-Tourism: a tourist recommendation and planning application. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 2009, vol. 18, no 05, p. 717-738.
- [62] Guzmán Álvarez, C. A. Sistema de recomendación y planificación turística de la ciudad de Valencia VÍA WEB. 2011.

[63] García, I., Sebastia, L., Pajares, S., Onaindia, E. The Generalist Recommender System GRSK and Its Extension to Groups. En *Web Information Systems and Technologies*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 215-229.

[64] Descargas Sencha Touch. <www.sencha.com/productos/touch/download> [Último acceso: 12/05/14].

[65] Gonzalez, Y. Díaz; Romero, Y. Fernández. Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Revista Telemática*, 2012, vol. 11, no 1, p. 47-57.

[66] RA por gravimetría: Wikitude. <<http://realidadaumentadaperu.blogspot.com.es/2012/12/realidad-aumentada-por-gravimetria.html>> [Último acceso: 08/07/14].