

# Definiendo un Caso de Estudio para Recomendaciones Dinámicas Móviles

María del Carmen Rodríguez-Hernández, Sergio Ilarri, Ramón Hermoso, and Raquel Trillo-Lado

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas  
Universidad de Zaragoza, I3A, Zaragoza, España  
{692383,silarri,rhermoso,raqueltl}@unizar.es

**Abstract.** Los denominados sistemas de recomendación permiten aliviar la sobrecarga de información de los usuarios, al ofrecer sugerencias específicas acerca de ítems concretos (películas, libros, actividades, puntos de interés, etc.) que pueden resultar de interés para el usuario. En los últimos años se está realizando una intensa investigación en el desarrollo de sistemas de recomendación sensibles al contexto, ya que tener en cuenta el contexto del usuario (posición geográfica, tiempo atmosférico, estado de ánimo, etc.) permite ofrecer recomendaciones más apropiadas. En entornos de computación móvil uno de los elementos clave del contexto del usuario es su localización, siendo relevante ofrecer sugerencias al usuario de forma proactiva (sin peticiones expresas por parte del usuario) y teniendo en cuenta su trayectoria. En este artículo, describimos nuestro trabajo en progreso relacionado con las recomendaciones dinámicas sensibles al contexto en entornos móviles. Debido a la dificultad de evaluación de estos sistemas de recomendación en el mundo real, nos centramos en el desarrollo de un caso de estudio que simulará un escenario para recomendaciones dinámicas para los visitantes de un museo.

**Keywords:** recomendaciones dinámicas, computación móvil, contexto.

## 1 Introducción

Los Sistemas de Recomendación (SR) son aplicaciones capaces de sugerir productos de interés a los usuarios. Intentan personalizar las recomendaciones de cada usuario considerando sus preferencias. Por ejemplo, en un escenario en el que los objetos a recomendar sean libros, el usuario recibiría recomendaciones de obras que no ha leído previamente y que podrían ser de su interés. La mayoría de los sistemas de recomendación tradicionales operan en dos dimensiones ( $2D$ ),  $Usuario \times Item$ , dejando a un lado cierta información que podría ser relevante durante el proceso de recomendación. Siguiendo con el mismo ejemplo, el estado de ánimo del usuario debería de ser tenido en cuenta a la hora de recomendar próximas lecturas. En otros escenarios como el de las recomendaciones turísticas, la estación del año y la temperatura son elementos que deberían ser considerados.

Por ello, ha surgido una nueva generación de SR, denominada Sistemas de Recomendación Sensibles al Contexto (CARS, *Context-Aware Recommendation*

*Systems*) [1, 2]. Estos sistemas extienden el paradigma clásico  $2D$  a un modelo de recomendación multi-dimensional,  $Usuario \times Item \times Contexto$ , introduciendo así el *contexto* como una dimensión más.

Por otra parte, en entornos móviles es necesario tener en cuenta que el contexto de un usuario es altamente dinámico: entre otros factores, cambia continuamente su localización y, con ello, el entorno que lo rodea. Además, conviene facilitar la interacción del usuario con el sistema. Así, por ejemplo, sería de interés que la cantidad de información que el usuario tenga que proporcionar de forma explícita sea mínima, de manera que los elementos contextuales se determinen automáticamente (utilizando sensores de distinto tipo) y que las sugerencias de recomendación se ofrezcan sin necesidad de petición explícita por parte del usuario, cuando el contexto sea propicio para ello.

## 2 Contexto de la Investigación

Los Sistemas de Recomendación Sensibles al Contexto se basan en las preferencias y el contexto de los usuarios para predecir las valoraciones (votos) de ítems potenciales a recomendar. De acuerdo a cómo se utiliza la información contextual, el proceso de recomendación se clasifica en tres paradigmas [2]: pre-filtrado, post-filtrado y modelado contextual.

CARS es aún un campo emergente que, a pesar de los esfuerzos realizados por los investigadores hasta el momento, carece del diseño e implementación de arquitecturas genéricas que faciliten el desarrollo de aplicaciones de recomendación en el entorno móvil. Motivados por lo anterior, hemos definido una arquitectura genérica [3] e implementado diversos componentes de la misma, con objeto de facilitar el desarrollo de aplicaciones de recomendación sensibles al contexto en entornos móviles. El objetivo principal de nuestra investigación es contribuir a resolver la dicotomía existente entre la investigación en CARS y los trabajos en computación móvil, cerrando la brecha que existe entre ambos campos.

## 3 Propuesta y Motivación

Nuestro próximo paso es mostrar el interés de una aproximación de recomendación para usuarios móviles con un caso de estudio concreto. La idea es utilizar técnicas de post-filtrado, de forma que inicialmente exploremos un algoritmo de recomendación  $2D$  de filtrado colaborativo para la obtención de ítems candidatos a recomendar, que sean posteriormente filtrados de acuerdo con el contexto del usuario. El sistema, además de sugerir de manera continua ítems relevantes al usuario móvil, debería estar capacitado para ordenar los ítems resultantes por interés de acuerdo al contexto actual del usuario. Por otra parte, el diseño de la propuesta se realizará pensando en escenarios donde la información se encuentre almacenada de manera distribuida en los dispositivos móviles de los usuarios, permitiendo su intercambio en condiciones específicas utilizando redes móviles *peer-to-peer* (P2P) y ad-hoc para facilitar el enriquecimiento de las bases de datos locales de los usuarios móviles. Por otro lado, al tratarse de un entorno dinámico,

donde las condiciones pueden cambiar en cualquier momento y además el conjunto de datos utilizado por el recomendador se va incrementando a lo largo del tiempo, será necesario mantener actualizadas las recomendaciones ofrecidas.

Debido a la dificultad de evaluar dicho algoritmo de recomendación en un entorno del mundo real, estamos desarrollando una aplicación que permita la simulación de entornos para la evaluación de recomendaciones dinámicas a usuarios móviles. En concreto, para esta aplicación estamos considerando un caso de uso concreto, que es el de la recomendación para visitantes de un museo, donde estos últimos desean apreciar un número amplio de obras de arte de su interés en un tiempo limitado, con objeto de aprovechar al máximo el tiempo de la visita al museo. Para este fin, estamos valorando la utilización de la colección de datos del Museo de Artes Modernas de Nueva York (MoMA)<sup>1</sup>. Dicha colección contiene información de 129024 obras de arte y 29 atributos que las describen (tales como el título, artista, nacionalidad, dimensiones, clasificación y departamento, entre otras).

No obstante, no es suficiente con disponer de un conjunto de datos estáticos acerca de las obras del museo. Para la evaluación de CARS, también es necesario tener información de votos generados por los usuarios al valorar las obras de arte (o ítems) en contextos concretos. Con el propósito de incorporar la información que falta en la colección de datos para la evaluación de la recomendaciones dinámicas, utilizaremos el generador de datos sintético DataGenCARS [4], que hemos diseñado e implementado previamente.

Con el fin de representar visualmente en la aplicación el mapa del museo, y en concreto las salas por planta del mismo, se requiere previamente obtener información adicional acerca de su estructura. Por ejemplo, es necesario conocer el número de salas por planta, el número de puertas por sala y el número de escaleras, así como la localización de los distintos elementos (cada esquina de las salas, las escaleras por planta y las puertas por sala). Hemos podido apreciar que el museo está compuesto por seis plantas: en la primera está el vestíbulo y un jardín de esculturas; la segunda contiene obras de arte contemporáneo; la tercera es de arquitectura, diseño, dibujos y fotografías; la cuarta y la quinta contienen pinturas y esculturas; y finalmente la planta sexta contiene exposiciones especiales. Para simplificar el caso de estudio, y sin pérdida de generalidad, pretendemos centrarnos solamente en la representación de las salas cuarta y quinta. Por tanto, de la colección de datos de obras disponible se utilizarían solamente las obras (pinturas y esculturas) de los artistas que se encuentran en dichas salas. A partir de imágenes que contienen el plano de ambas plantas, podemos obtener las localizaciones de las esquinas de las salas, puertas y escaleras mediante la herramienta WebPlotDigitizer<sup>2</sup>, que permite seleccionar los puntos de datos (x, y) necesarios en la imagen cargada por la herramienta. En la aplicación de simulación, la representación visual de la estructura de las salas puede realizarse con el API de Java JGraphX<sup>3</sup>, que facilita la visualización de grafos en una apli-

---

<sup>1</sup> <https://github.com/MuseumofModernArt/collection>

<sup>2</sup> <http://arohatgi.info/WebPlotDigitizer/app/>

<sup>3</sup> <https://github.com/jgraph/jgraphx>

cación de escritorio. Para ello, la idea es diseñar un grafo donde las localizaciones de las esquinas, las puertas y las escaleras representan los nodos y la unión de las cuatros esquinas de cada sala las aristas. Desde la perspectiva del modelo de recomendación se podría utilizar otro grafo, donde los ítems serían los nodos y las aristas representarían la posibilidad de acceder de uno a otro.

Además de representar en la aplicación el mapa del museo, también tenemos que situar en él las distintas obras. Aparentemente esto es problemático porque en el conjunto de datos de obras disponible no se tiene información acerca de la localización posicional de las obras. Sin embargo, la distribución de las esculturas y pinturas por cada sala puede realizarse mediante el generador de datos sintéticos DataGenCARS, al facilitar la generación de puntos de datos de manera equitativa por las paredes y en el interior de las salas. Finalmente, simularemos usuarios moviéndose por el museo e intercambiando información de valoraciones de obras (generadas utilizando DataGenCARS), de forma que el conjunto de datos a partir del cual el recomendador puede actuar puede ir enriqueciéndose a lo largo del tiempo (gracias a estos intercambios de información).

## 4 Estado y Trabajo Futuro

El presente trabajo se centra en el desarrollo de un algoritmo de recomendación dinámica sensible al contexto en entornos móviles y su evaluación en un caso de uso concreto. Actualmente estamos diseñando técnicas de recomendación dinámicas que tengan en cuenta las trayectorias de los usuarios, incorporando las propuestas en la arquitectura presentada en [3]. Además, hemos diseñado y comenzado la implementación de una aplicación que facilite la simulación de un escenario de caso de uso de un museo que permita la evaluación de la propuesta de recomendaciones dinámicas en entornos móviles.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos TIN2016-78011-C4-3-R (AEI/FEDER, UE), TIN2013-46238-C4-4-R y DGA-FSE.

### References

1. Adomavicius, G., Tuzhilin, A.: Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* **17**(6) (June 2005) 734–749
2. Adomavicius, G., Sankaranarayanan, R., Sen, S., Tuzhilin, A.: Incorporating contextual information in recommender systems using a multidimensional approach. *ACM Transactions on Information Systems* **23**(1) (January 2005) 103–145
3. del Carmen Rodríguez-Hernández, M., Ilarri, S.: Pull-based recommendations in mobile environments. *Computer Standards & Interfaces* **44** (February 2016) 185–204
4. del Carmen Rodríguez-Hernández, M., Ilarri, S., Hermoso, R., Trillo-Lado, R.: DataGenCARS: A generator of synthetic data for the evaluation of context-aware recommendation systems. *Pervasive and Mobile Computing* (2017, to appear)