

OL-RadioUJA. Radio Colaborativa bajo Licencia Creative Commons

M. Espinilla, I. Palomares, R. M. Rodríguez, L. Martínez
 Universidad de Jaén. Departamento de Informática
 Campus “Las Lagunillas”
 Jaén. C.P. 23071
 {mestevez,ivanp,rmrodrig,martin}@ujaen.es

Resumen—El uso, cada vez mayor, de los múltiples servicios que ofrece Internet por parte de los usuarios está propiciando la existencia de sitios Web que sirven de soporte para muchos de estos servicios, no sólo en el ámbito científico, académico o empresarial, sino también para el ocio y disfrute del usuario. La radio por Internet es un servicio con gran atractivo para los internautas en general, debido a su facilidad de uso y su alto grado de accesibilidad. En el ámbito de la radio por Internet destaca la reciente irrupción de radios personalizadas colaborativas, que ayudan al usuario a encontrar nueva música de su agrado, basándose en sus preferencias, es decir, estudiando las características de la música que ya ha escuchado. Un aspecto esencial en cualquier radio es el tipo de licencia bajo la que se encuentra el conjunto de archivos musicales que difunde ésta. Desde hace algunos años y coincidiendo con el reconocimiento de Internet como nuevo medio de distribución de contenidos culturales, estamos asistiendo al nacimiento de nuevos modelos de protección de los derechos de autor, como son las licencias de libre distribución, aquellas en las que el propio autor establece las limitaciones para la reproducción, distribución, difusión y copia de su obra, mediante un contrato propio o bien basado en los contratos disponibles en sitios como Creative Commons. En este trabajo se presenta OL-RadioUJA, una radio personalizada sobre la que subyace un sistema de recomendación de canciones basado en un algoritmo de filtrado colaborativo, con la particularidad de que todos los archivos musicales que difunde y recomienda la radio se encuentran bajo la licencia de Creative Commons.

I. INTRODUCCIÓN

El actual auge de las Tecnologías de la Información, germen de lo que conocemos como Sociedad de la Información y su evolución hacia la Sociedad del Conocimiento, han propiciado que las personas dispongamos de cada vez más información para realizar nuestros cometidos. Esto es en cierto modo una ventaja, pero también nos encontramos con frecuencia el problema de la sobrecarga de información, lo cual puede llegar a dificultar seriamente la tarea de escoger la información más adecuada a nuestras necesidades.

Es en Internet donde esta situación se hace presente en gran medida, debido al cada vez mayor número de sitios dedicados a múltiples propósitos que ofrecen una considerable colección de información. El usuario necesita algún tipo de ayuda para elegir aquel contenido que sea de su interés. Así, en los últimos años los servicios de las citadas aplicaciones Web se han ido centrando en personalizar sus productos y/o servicios, de manera que consigan satisfacer las necesidades de cada usuario concreto.

Por ejemplo, en una tienda online el repertorio de productos que ofrecen dichos negocios suele ser muy amplio y variado, lo cual provoca un gran número de elecciones posibles para el cliente y, por consiguiente, un aumento de la información que el cliente debe procesar para tomar una decisión. Esto puede traducirse, en muchos casos, en una sobrecarga de información, lo que hace que el usuario tenga una sensación de saturación que podría, en el peor caso, provocar que el usuario renuncie a realizar la compra al desistir de realizar una elección costosa en tiempo. En cambio, si el sistema de la tienda online fuese capaz de reducir y ajustar, entre el amplio conjunto de productos, aquellos que se estimen de mayor interés para cada usuario, la elección será mucho más sencilla y breve para éste. Es aquí donde ha surgido un nuevo tipo de herramienta ampliamente utilizada, de forma satisfactoria, para resolver el problema de la sobrecarga de información: *Los Sistemas de Recomendación* [1], [2].

Por otro lado, la radio por Internet es actualmente uno de los mayores atractivos de ocio y tiempo libre para los internautas en general, debido a su facilidad de uso y su alto grado de accesibilidad. Este tipo de radio se fundamenta en el “*Web-casting*”, es decir, la difusión a través de Internet de contenido multimedia. Para ello, se utiliza la tecnología conocida como “*Streaming*”, que consiste en brindar al usuario la posibilidad de reproducir contenidos multimedia directamente y de forma paralela en el navegador Web, sin que este tenga que descargar dicho contenido en su ordenador.

En el ámbito de la radio por Internet destaca la reciente irrupción de radios personalizadas, que ayudan al usuario a encontrar nueva música de su agrado. Para ello, las radios utilizan las preferencias de los usuarios, es decir, estudian las características de la música que ya han escuchado. Bajo este tipo de radio subyace un sistema de recomendación de canciones. Existen varias radios por Internet de gran éxito que optan por este sistema, entre ellos se encuentra Pandora [3] que, con una interfaz muy conseguida, ayuda al usuario a generar una lista de artistas y canciones de su gusto desde el momento en que escucha su primera canción, basándose en las similitudes entre canciones; y Last.fm [4] considerada como una red social a gran escala, que construye a partir de estadísticas de otros usuarios registrados perfiles sobre los gustos musicales que se adecúan al usuario. Su servicio es de código abierto y se basa en un algoritmo de filtrado

colaborativo.

Un aspecto esencial en cualquier radio es el tipo de licencia bajo la que se encuentra el conjunto de archivos musicales que la radio difunde. Una licencia de Software u otra obra intelectual consiste en la autorización, por parte del autor de dicha obra para utilizarla de una forma establecida y bajo unas restricciones y derechos legales sobre su uso.

Recientemente, se ha contabilizado que más de un millón de músicos independientes promocionan su música mediante los conocidos sistemas de descargas gratuitas en Internet [5]. Esta forma de mercado se realiza a través de Webs particulares o mediante portales que publican las canciones bajo licencias de libre distribución. La mayoría de estos músicos pretenden tener el control de su música, ofreciendo diferentes opciones al internauta dependiendo del tipo de licencia que ellos mismos eligen.

En este trabajo presentamos una nueva Radio por Internet, denominada OL-RadioUJA, que recomienda a los usuarios canciones que se prevén que sean a de su agrado, basándose en sus preferencias, es decir, estudiando las características de la música que ya ha escuchado. La radio que se presenta en este trabajo difunde y recomienda canciones, todas ellas bajo una licencia de libre distribución del tipo Creative Commons. Para ello, en la Sección II, revisamos brevemente los sistemas de recomendación, centrándonos en los sistemas de recomendación colaborativos. En la Sección III, revisamos brevemente las licencias de libre distribución. En la Sección IV se presenta la Radio por Internet OL-RadioUJA y para finalizar, en la Sección V se apuntan las conclusiones y los trabajos futuros.

II. SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN

Los sistemas de recomendación [1], [2], [6], [7], [8], [9] ayudan al usuario a seleccionar objetos que les pueden resultar útiles o de su interés. Un sistema de recomendación es “aquel sistema que tiene como principal tarea seleccionar ciertos objetos de acuerdo a los requerimientos del usuario”. Estos objetos pueden ser cualquier tipo de información o artículos, como libros, películas, canciones, páginas Web, Blogs, etc.

El funcionamiento de estos sistemas básicamente consiste en pedir al usuario que evalúe una serie de objetos. Dichas valoraciones serán utilizadas por el sistema de recomendación para predecir la valoración del usuario activo sobre un objeto en función de las valoraciones realizadas por otros usuarios sobre ese objeto o de las valoraciones que ha realizado el usuario sobre otros objetos en el pasado. Cuantas más valoraciones realicen los usuarios, mejores serán las recomendaciones.

El sistema de recomendación debe proporcionar un mecanismo para recopilar la mayor cantidad de información posible acerca de los usuarios para realizar mejores recomendaciones. A este proceso se le denomina retroalimentación.

Son varios los modelos que pueden seguirse para construir un Sistema de Recomendación: colaborativos [7], basados en contenido [9], [10], demográficos [8], basados en conocimiento [1] y basados en utilidad [6]. También se pueden construir sistemas híbridos que utilicen dos o más técnicas de las mencionadas anteriormente [2], [6].

En la radio colaborativa que presentamos en este trabajo, utilizaremos los sistemas de recomendación de filtrado colaborativo que son los que mejores resultados han dado en diferentes situaciones [11], [12] y que vamos a describir en la siguiente sección.

II-A. Sistemas Recomendación Colaborativos

Los sistemas de recomendación colaborativos son aquellos que realizan recomendaciones basándose únicamente en términos de similitud entre los usuarios. Es decir, los sistemas de recomendación colaborativos se fundamentan en el hecho de que los objetos que le gustan a un usuario le pueden interesar a otros usuarios con gustos similares.

Los sistemas de recomendación colaborativos combinan las valoraciones de los objetos, identifican los gustos comunes entre usuarios en base a dichas valoraciones y recomiendan así objetos que son del agrado de otros usuarios de gustos similares al usuario actual.

Las técnicas para desarrollar los primeros sistemas de recomendación colaborativos estaban basadas en métodos provenientes de la minería de datos. Para ello, se distinguía entre una fase de aprendizaje (offline) en la que se aprende el modelo, al igual que ocurre en la minería de datos, y una fase de recomendación (online) en la que se aplica el modelo obtenido de la fase anterior a un problema de la vida real, produciéndose así las recomendaciones para los usuarios del sistema. No obstante, actualmente este tipo de técnica no se suele utilizar, ya que debido a la interacción de los usuarios con el sistema es más conveniente emplear un paradigma de aprendizaje relajado (el modelo se construye y actualiza durante el funcionamiento del sistema).

La base teórica de los sistemas de recomendación es simple (Ver Figura 1): se forman grupos de usuarios más cercanos, que serán los que mantengan unos perfiles similares, y a un usuario de un grupo se le recomiendan objetos que aún no ha experimentado, pero sí han experimentado y valorado positivamente otros usuarios similares pertenecientes a su mismo grupo.

En la siguiente sección, vamos a revisar brevemente cada una de las fases del funcionamiento de un sistema de recomendación colaborativo.

II-B. Fases de Funcionamiento de un Sistema de Recomendación Colaborativo

Shardaham y Maes [13] distinguieron tres etapas fundamentales en el funcionamiento de todo sistema de recomendación colaborativo:

1. El sistema guarda un perfil de cada usuario, que consta de las evaluaciones de objetos conocidos por él y que pertenecen a la base de datos sobre la que se trabajará.
2. En base a estos perfiles, se mide el grado de similitud entre los usuarios del sistema y se crean grupos de usuarios con características similares.
3. El sistema utiliza la información obtenida en los dos pasos anteriores para calcular las predicciones. A cada

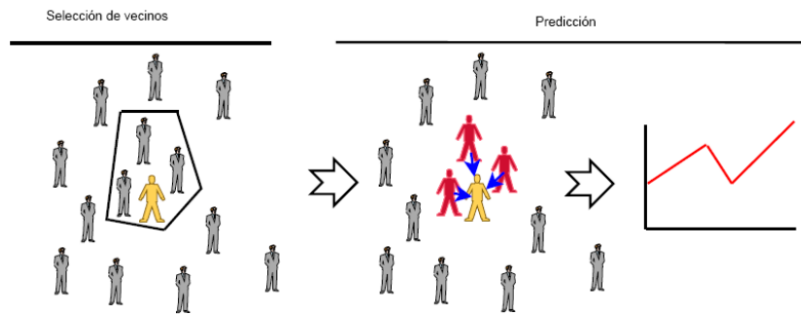


Figura 1. Funcionamiento de un Sistema de Recomendación Colaborativo

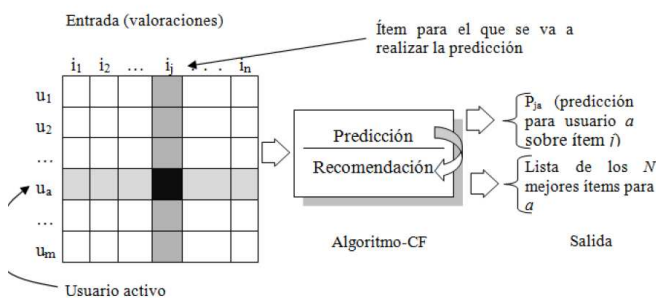


Figura 2. Proceso de cálculo de predicciones en SR Colaborativos.

usuario se le recomendarán objetos que no haya evaluado previamente y que hayan obtenido los mayores valores para dicha predicción. Este proceso se puede ver gráficamente en la Figura 2.

Por tanto, podemos observar como estos sistemas de recomendación no toman en consideración el contenido y las características de los productos que recomiendan, sino que sean del gusto de usuarios con un perfil semejante al del usuario que demanda el servicio.

II-C. Algoritmos de Filtrado Colaborativo

Para desarrollar un sistema de recomendación colaborativo de calidad, es de vital importancia elegir un buen algoritmo de filtrado colaborativo. Existen distintas posibilidades a la hora implementar dicho algoritmo. A continuación, revisamos los diferentes tipos de algoritmos de filtrado.

II-C1. Algoritmos Basados en Memoria o Basado en Usuario: Los algoritmos basados en memoria [13] realizan las recomendaciones basándose en la base de datos completa, teniendo en cuenta todos los ítems previamente evaluados por el usuario. El funcionamiento de los algoritmos es el siguiente: se utilizan técnicas estadísticas para determinar un conjunto de vecinos al usuario activo y, posteriormente, se aplican algoritmos que combinan preferencias de esta vecindad para realizar las predicciones y recomendaciones.

Este tipo de algoritmo es bastante popular y exitoso en la práctica, pero suelen sufrir especialmente los problemas de

escalabilidad y escasez. Debido a este hecho, se desarrolló el siguiente tipo de algoritmo de filtrado colaborativo.

II-C2. Algoritmos Basados en Modelo o Basados en Ítem: Los algoritmos basados en modelo [14] desarrollan primero un modelo de las puntuaciones del usuario. Para ello, tratan el problema como un problema de predicción estadística y calculan el valor esperado para cada ítem en función de las puntuaciones anteriores, utilizando distintos algoritmos de aprendizaje, Clustering o redes neuronales como las Redes de Funciones de Base Radial (RBFN). Por ejemplo, usando clustering se trata de clasificar a un usuario en particular dentro de una clase de usuarios y a partir de ahí se estiman las probabilidades condicionadas de esa clase hacia los elementos a evaluar.

Este tipo de algoritmo mira en el conjunto de ítems evaluados por el usuario activo para calcular cómo de parecidas son estas puntuaciones al ítem activo, con el fin de realizar una predicción para el mismo. Para realizar las recomendaciones se realizan las siguientes tareas:

1. Exploración del conjunto de ítems que el usuario ha valorado.
2. Cálculo de la similitud de los ítems anteriores con respecto al ítem o producto del cual queremos predecir la puntuación que el usuario le daría.
3. Selección de los k ítems más cercanos.
4. Cálculo de la predicción del usuario activo sobre el ítem dado como la media ponderada de las valoraciones del usuario hacia los k ítems más similares.

Los sistemas de recomendación colaborativos han sido los que mayor difusión han tenido debido a su simplicidad y buenos resultados. Sin embargo, estos sistemas presentan problemas de arranque en frío o problemas cold-start [15] cuando aparece un nuevo usuario o un nuevo producto, ya que no pueden realizar buenas recomendaciones debido a la falta de información que necesita su proceso de recomendación. Sin embargo, se han propuesto diferentes técnicas para solucionar dicho problema [16].

III. LICENCIAS DE LIBRE DISTRIBUCIÓN

Un aspecto clave para el desarrollo de nuestro propósito ha sido el tipo de licencia bajo la que se deben de encontrar los

archivos musicales que difunde y recomienda nuestra radio colaborativa.

Una licencia de Software u otra obra intelectual consiste en la autorización, por parte del autor de dicha obra para utilizarla de una forma establecida y bajo unas restricciones y derechos legales sobre su uso. Un ejemplo de licencia podría ser aquella que restringe el territorio de utilización de un contenido de audio, la duración de dicha utilización o cualquier otra restricción que el autor del contenido estime oportuna.

En general, la persona que crea la obra puede autorizar o restringir el uso, modificación y/o difusión de la misma, adscribiéndose a un tipo de licencia determinado.

A continuación, vamos a revisar brevemente los dos tipos de licencias de libre distribución existentes.

III-A. Copyleft

El término Copyleft se atribuye a una licencia o grupo de derechos de autor que se caracteriza por la eliminación de las limitaciones de modificación o distribución impuestas por la conocida licencia Copyright [17], [18]. La idea es garantizar al receptor de una obra la posibilidad de utilizar, modificar y difundir no sólo la propia obra, sino también posibles versiones derivadas de la misma, modificadas por el propio receptor. La única condición que Copyleft impone es que cualquier obra que derive de la modificación de una obra bajo licencia Copyleft siga manteniendo dicho régimen de derechos.

Existen varias licencias de tipo Copyleft, algunas de ellas son las siguientes:

- *GPL* [19]: La GNU GPL (General Public License) es una licencia creada por la Free Software Foundation a mediados de los 80, y su principal objetivo es proteger la libre distribución, modificación y uso de software, declarando a todo software cubierto por esta licencia como Software Libre.
- *Licencia Arte Libre*: La razón de ser de esta licencia radica en promover y proteger prácticas artísticas liberadas de las reglas de la economía de mercado
- *Coloriuris*: Esta licencia está destinada a los creadores de contenidos (literarios, musicales, audiovisuales y fotográficos) que utilizan la Web para su difusión, publicación y/o puesta a disposición y que desean ceder los derechos patrimoniales de sus creaciones dentro y fuera de la red.

Hoy en día, existen producciones creativas de prácticamente cualquier tipo (Software, cultura, arte, obras científicas, etc.) sujetas a la licencia Copyleft.

III-B. Creative Commons

Creative Commons [20], [21] es una organización no lucrativa, de origen americano, que establece un punto intermedio entre los derechos de propiedad intelectual de Copyright y la total eliminación de dichos derechos en licencias como Copyleft. Se basa en la idea de que algunos autores pueden no querer ejercer todos los derechos de propiedad intelectual que la ley les permite, ya que se ha comprobado que a veces el

total derecho de copia no ayuda a conseguir toda la difusión que ellos desearían.

Muchos usuarios de Internet buscan compartir sus obras y poder reutilizar y modificar obras en común con otros usuarios. Creative Commons se ajusta a dicho propósito, ofreciendo a su comunidad un conjunto de licencias sin coste alguno. Estas licencias permiten a los autores otorgar de forma voluntaria a otras personas la facultad de utilizar, copiar, distribuir, exhibir o modificar su obra, sujetos a una serie de condiciones.

Las licencias Creative Commons vigentes en España varían según las cuatro condiciones en que el autor quiera compartir su obra:

- *Reconocimiento (Attribution)*: El material creado por un artista puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceras personas si se muestra en los créditos.
- *No Comercial (Non Commercial)*: El material original y los trabajos derivados pueden ser distribuidos, copiados y exhibidos mientras su uso no sea comercial.
- *Sin Obra Derivada (No Derivate Works)*: El material creado por un artista puede ser distribuido, copiado y exhibido pero no se puede utilizar para crear un trabajo derivado del original.
- *Compartir Igual (Share Alike)*: El material creado por un artista puede ser modificado y distribuido pero bajo la misma licencia que el material original.

En la radio OL-RadioUJA que presentamos en este trabajo, todos los archivos musicales se encuentra bajo una licencia Creative Commons, basándose en combinaciones de las cuatro condiciones básicas.

IV. OL-RADIOUJA

En esta sección, presentamos OL-RadioUJA (<http://trantor.ujaen.es/~pfc-ivan/>), una radio por Internet colaborativa que difunde y recomienda canciones todas ellas bajo licencia Creative Commons.

La radio por Internet OL-RadioUJA se fundamenta en los siguientes tres pilares básicos:

- El conjunto de canciones bajo licencia Creative Commons que se difunde y recomienda a través de la radio.
- Un algoritmo de filtrado colaborativo, que se encarga de calcular las predicciones a partir de los datos de puntuaciones, usuarios y canciones existentes.
- Una aplicación Web basada en una arquitectura cliente/servidor desde la que los usuarios accederán a la Radio, escucharán y evaluarán canciones, y recibirán recomendaciones de música a modo de listas de reproducción.

En las siguientes secciones, vamos a detallar cada uno de estos pilares básicos.

IV-A. Conjunto de Archivos Musicales

Uno de nuestros objetivos es desarrollar una radio cuyos archivos musicales se encuentren siempre bajo una licencia que permita su libre difusión. Por ello, un factor clave a la hora de seleccionar el conjunto de archivos musicales que

forman parte de OL-RadioUJA ha sido la licencia bajo la que se encontraban en Internet, siendo las licencias de Creative Commons aquellas por las que hemos optado.

La radio por Internet que presentamos, OL-RadioUJA, está compuesta inicialmente por una muestra significativa y variada de álbumes musicales reales, todos ellos bajo algunas de las licencias de libre distribución del tipo Creative Commons, de manera que nuestro sistema cuenta con 197 canciones, agrupadas en 26 álbumes de 9 géneros musicales diferentes, buena parte de los cuales se han obtenido en la base de datos de Internet Jamendo [22].

IV-B. Algoritmo de Filtrado Colaborativo

En esta sección, presentamos las técnicas utilizadas para realizar el algoritmo de filtrado colaborativo para la radio en Internet, OL-RadioUJA. Se trata de un algoritmo basado en ítem, del tipo “vecino más cercano” ($K - nn$), que emplea el coeficiente coseno como medida de similitud entre canciones, y el algoritmo weighted-sum para calcular las predicciones de los usuarios sobre las canciones.

Medida de Similaridad

En primer lugar es necesario medir los parecidos de todos los usuarios de la radio en Internet con el usuario al que se le van a realizar recomendaciones de canciones. Pueden utilizarse distintas medidas, nosotros hemos optado por el *Coficiente Coseno*.

Este método supone que dos ítems x e y vienen representados por vectores en el espacio, por lo que la similitud entre ellos vendrá dada por el coseno del ángulo que forman. La expresión para su cálculo es la siguiente:

$$s(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i^2) \sum_{i=1}^n (y_i^2)}}$$

Selección de Vecinos

Una vez calculadas las similitudes, formamos grupos de usuarios de características similares. Nosotros hemos utilizado en OL-RadioUJA el Algoritmo ($K - nn$)[23] para formar los grupos de usuarios más similares para cada uno de los usuarios de la base de datos.

Predicción

Tras haber calculado el conjunto de vecinos para cada usuario, hemos de combinar las valoraciones de dicho conjunto para realizar la predicción del usuario sobre las canciones. Elegir la técnica adecuada para realizar la predicción supone el paso más crucial del filtrado colaborativo.

El escoger un algoritmo de predicción u otro depende de la naturaleza del conjunto de datos, ya que cada algoritmo se ajusta mejor a un conjunto de datos específico. En nuestro caso, utilizaremos la técnica llamada *Weighted Sum*. Este método calcula la predicción de una canción i por parte de un usuario u_a como la suma de las puntuaciones del usuario u_a sobre las canciones similares a i . Cada una de estas puntuaciones viene ponderada por la correspondiente similitud $s(i, j)$ entre las canciones i y j . Su expresión viene dada por:

$$p(u_a, i_a) = \frac{\sum_{h=1}^k s(i_a, i_h) r_{u_a, i_h}}{\sum_{i=1}^k |s(i_a, i_h)|}$$

Siendo k las 10 canciones más similares a i_a . Esta técnica intenta captar cómo el usuario activo evalúa a canciones similares a la que quiere predecir. Para asegurarnos de que la predicción entra del rango previamente definido, es necesario ponderar estas evaluaciones con la similitud.

IV-C. Aplicación Web

La radio que desarrollamos se ha alojado en un sitio Web, con el objetivo de que los diferentes usuarios se registren en él y lo visiten con mayor o menor frecuencia, escuchen diferentes canciones, cuyos autores han escogido una licencia de libre distribución, y realicen puntuaciones sobre las canciones. Basándose en estas puntuaciones, el sistema de recomendación que subyace a la radio crea un perfil de usuario y ofrece al usuario una serie de canciones recomendadas, de acuerdo con los gustos del propio usuario y de otros usuarios de gustos similares a él.

En el caso de nuestra aplicación, OL-RadioUJA, se ha desarrollado con una arquitectura cliente/servidor y una interfaz Web de comunicación con el usuario. El funcionamiento de este tipo de arquitectura es sencillo: la aplicación se encuentra en un servidor central, al que los usuarios acceden por medio un software cliente, en nuestro caso un navegador Web. Una vez que ha accedido a la aplicación, el usuario realiza peticiones que son atendidas por el servidor, generando así una respuesta adecuada y comprensible para el cliente.

A continuación, a grandes rasgos, describimos las funcionalidades que posee OL-RadioUJA.

- Reproducir archivos musicales.
- Puntuar aquellas canciones que un usuario registrado ha escuchado y desea valorar.
- Recibir recomendaciones de canciones, mediante la generación de una radio (lista de reproducción) personalizada, que incluya canciones aún no conocidos por el usuario.
- Editar el perfil del usuario, lo que conlleva poder modificar las puntuaciones realizadas, consultar y modificar los datos personales y preferencias.
- Disponer de información acerca de todas las canciones existentes en el sistema, así como las características de estas.

Para la construcción de la aplicación Web se han utilizado dos herramientas perfectamente compatibles y cuyas licencias son del tipo *General Public License*:

- *Drupal*: un gestor de contenidos para la construcción del sitio Web.
- *phpMyAdmin*: un gestor de bases de datos *SQL* desde una interfaz Web.

Por otro lado, un aspecto esencial en la aplicación Web es la reproducción en la radio OL-RadioUJA. Para ello, se ha utilizado la tecnología *Streaming*, que permite reproducir una canción de forma directa, sin necesidad de que el usuario deba descargar dicha canción en el ordenador.

Para reproducir una canción en OL-RadioUJA, en primer lugar, el ordenador del usuario se conecta con el servidor de OL-RadioUJA y se inicia la reproducción del archivo musical, desde ese momento el usuario comienza a recibir el archivo de audio y en ese preciso instante se construye un buffer de memoria donde se empieza a guardar la información. Una vez que el buffer se ha llenado con una pequeña parte del archivo musical, se empieza a reproducir el archivo musical. Normalmente el intervalo de tiempo necesario para este proceso es mínimo, casi nulo.

El sistema está sincronizado para que el archivo de audio se pueda reproducir mientras el archivo se descarga, de modo que cuando el archivo acaba de descargarse, éste ya lleva cierta cantidad de tiempo en reproducción.

Si en algún momento la conexión sufre descensos de velocidad se utiliza la información que hay en el buffer, de modo que se pueda dar un margen temporal de tolerancia a dicho descenso en la conexión. Si la comunicación se cortase demasiado tiempo, el buffer se vaciaría y la reproducción del archivo se cortaría también hasta que se restaurase la señal.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En esta contribución, hemos presentado una radio en Internet denominada OL-RadioUJA que recomienda canciones en forma de lista de reproducción. En este sistema se ha tenido en cuenta para realizar las recomendación las preferencias de otros usuarios con perfiles similares. Para ello, hemos implementado un algoritmo de filtrado colaborativo basado en ítem. Todas las canciones que se difunden y se recomiendan en OL-RadioUJA están bajo una licencia de tipo Creative Commons, por lo que su difusión es gratuita.

Nuestra principal línea de actuación futura se enfoca en los artistas de obras musicales, de forma que puedan ser ellos mismos los que se registren en la radio y de un modo sencillo y eficaz, puedan publicar, compartir y promover su música. De este modo, OL-RadioUJA irá ampliando la base de datos de archivos musicales con licencia Creative Commons, mientras que los diferentes artistas difunden su música.

Por el lado del sistema de recomendación de canciones que subyace en OL-RadioUJA, nuestra línea de actuación se encamina a una hibridación del sistema de recomendación colaborativo con otra técnica de recomendación para solventar el problema de un nuevo usuario o una nueva canción, ya que el sistema no puede realizar buenas recomendaciones cuando existe falta de información. Por último, otra línea de trabajo es el empleo de información lingüística para modelar las percepciones de los usuarios respecto a sus preferencias musicales.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido realizado con la ayuda del proyecto TIN2006-02121, P08-TIC-3548 y Fondos Feder.

REFERENCIAS

- [1] R. Burke, "Knowledge-based recommender systems," *Encyclopedia of Library and Information Systems*, vol. 69, no. 32, 2000.

- [2] —, "Hybrid recommender systems: Survey and experiments," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 12, no. 4, pp. 331–370, 2002.
- [3] <http://www.pandora.es>.
- [4] <http://www.lastfm.es/>.
- [5] *Asociación de Música en Internet. Informe: difusión de música por Internet*, 2006.
- [6] C. Basu, H. Hirsh, and W. Cohen, "Recommendation as classification: Using social and content-based information in recommendation," pp. 714–720, 1998.
- [7] D. Goldberg, D. Nichols, B. M. Oki, and D. Terry, "Using collaborative filtering to weave an information tapestry," *Communications of the ACM*, vol. 35, no. 12, pp. 61 – 70, 1992.
- [8] B. Krulwich, "Lifestyle finder: intelligent user profiling using large-scale demographic data," *AI Magazine*, vol. 18, no. 2, pp. 37–45, 1997.
- [9] M. J. Pazzani, J. Muramatsu, and D. Billsus, "Syskill webert: Identifying interesting web sites," in *AAAI/IAAI, Vol. 1*, 1996, pp. 54–61.
- [10] L. Martínez, L. Pérez, and M. Barranco, "A multi-granular linguistic content-based recommendation model," *International Journal of Intelligent Systems*, no. In press, 2007.
- [11] U. Shardanand, "Social information filtering for music recommendation," 1994.
- [12] R. Wang and S. Chuu, "Group decision-making using a fuzzy linguistic approach for evaluating the flexibility in a manufacturing system," *European Journal of Operational Research*, vol. 153, no. 3, pp. 563–572, 2004.
- [13] U. Shardanand and P. Maes, "Social information filtering: Algorithms for automating "word of mouth"," pp. 210–217, 1995.
- [14] N. Good, J. Schafer, J. Konstan, A. Borchers, B. Sarwar, J. Herlocker, and J. Riedl, "Combining collaborative filtering with personal agents for better recommendations," pp. 439–446, 1999.
- [15] R.-Q. Wang and F.-S. Kong, "Semantic-enhanced personalized recommender system," pp. 4069–4074, 2007.
- [16] L. Martínez, L. G. Pérez, and M. Barranco, "Incomplete preference relations to smooth out the cold-start in collaborative recommender systems," 2009.
- [17] L. Lessing, *Copyright and politics don't mix*, 2008.
- [18] M. Seadle, "Copyright in the networked world: Multimedia fair use," *Library Hi Tech*, vol. 19, no. 4, pp. 422–425, 2001.
- [19] *GNU General Public License*. [Online]. Available: <http://www.gnu.org/copyleft/apl.html>
- [20] *More about Creative Commons at Creative Commons website*, 2008. [Online]. Available: <http://creativecommons.org/about>
- [21] M. Kim, "The creative commons and copyright protection in the digital era: Uses of creative commons licenses," *Journal of Computer-Mediated Communication*, vol. 13, no. 1, pp. 187–209, 2007.
- [22] <http://www.jamendo.es>.
- [23] J. Herlocker, J. Konstan, A. Borchers, and J. Riedl, "An algorithmic framework for performing collaborative filtering," pp. 230–237, 1999.