Revista Tecnológica ESPOL – RTE, Vol. xx, N. xx, pp-pp, (Julio, 2009), ISSN: 0257-1749.

Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema Adaptivo de Recomendación de Información Basado en Mashups

Katty Mizhquero Cañar
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Coop 7 Lagos Mz 1 Villa 1, Guayaquil, Ecuador
kmizhque@espol.edu.ec

Jorge Barrera Heredia
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Ciudadela Jambelí Mz 5 Villa 6, Guayaquil, Ecuador
dbarrera@espol.edu.ec

Resumen

Actualmente, el crecimiento de la Web ha ocasionado que las personas tengan a su disposición más información de la que pueden analizar. Esto causa sobrecarga de información, la cual puede ser evitada con soluciones alternativas como el uso de un sistema de recomendación. El objetivo de este trabajo es explorar el campo de los sistemas de recomendación y en él se detallan el análisis, diseño e implementación de un sistema adaptivo de recomendación de información basado en mashups. El sistema funciona como una adición al navegador Mozilla Firefox y provee recomendaciones de música, videos y sitios web. Finalmente, el sistema brinda una interfaz de notificación de recomendaciones, y de acuerdo a la forma en que fue diseñado, se puede adaptar a nuevos tipos de recomendaciones de tal manera que no sólo incluya los tres tópicos que se plantearon en este trabajo, además, fue implementado usando servicios Web, lo que facilita su uso posterior a través de diversos tipos de interfaz como puede ser una aplicación Web o de escritorio.

Palabras Claves: *Sistema de recomendación, retroalimentación, Internet, sobrecarga de información.*

Abstract

Currently, the growth of the Web has led people to have at their disposal more information than can be analyzed. This causes information overloading, which can be avoided with alternative solutions such as using a recommender system. The aim of this paper is to explore the field of recommender systems and it summarizes analysis, design and implementation of an adaptive recommender system based on mashups. The system serves as an add-on to Mozilla Firefox browser and provides recommendations of music, videos and websites. Finally, the system provides an interface for recommendations' notification and, according to how it was designed, it can be adapted to new types of recommendations in a way that does not only include the three topics exposed in this work, moreover, it was implemented using Web services, which facilitates its further use by various types of interface such as a Web or desktop application.

Keywords: *Recommender System, feedback, Internet, information overloading.*

1. Introducción

El crecimiento sorprendente de Internet ha hecho posible obtener una gran cantidad de información sobre cualquier tópico. Paradójicamente, la información disponible es tanta que los usuarios finales están sobrecargados de datos. En los últimos veinte años, una solución al problema de la sobrecarga de información fue provista por las ciencias de Recuperación de la Información [1]. Sin embargo, los sistemas de recomendación han nacido como un paso más allá en la dirección de ayudar a los usuarios, difiriendo de las herramientas de Recuperación de Información clásicas en que tratan de aprender más sobre los usuarios, procuran tratar cada tipo de ítem disponible y anticiparse a las necesidades de los usuarios pudiendo ser usadas como herramientas de decisión.

Para enero del 2005 se estimaba que el tamaño de la Web indexable [2] llegaba al menos a 11.5 billones de páginas [3]. En la actualidad, según el sitio WorldWideWebSize.com [4] la Web indexable llega al menos a 25.53 billones de páginas. El increíble crecimiento del universo digital parece indicar que los individuos estarán enfrentando la explosión de la información en una escala sin precedentes.

Como el número de sitios Web, música, vídeos y demás continúa creciendo de manera exponencial, se está haciendo más difícil sobrellevarlo por lo que en los últimos años han emergido los sistemas de recomendación para ayudar a las personas a encontrar información relevante.

Este trabajo de investigación se origina del propósito de ayudar a los usuarios a encontrar información de su interés, anticipándose a sus necesidades, muestra cómo se puede utilizar un sistema de recomendación para aliviar el problema de la sobrecarga de información de los usuarios de la World Wide Web y tiene como objetivo central diseñar e implementar un sistema de recomendación capaz de sugerir información de vídeos, música y sitios Web a los usuarios basándose en sus preferencias e historial. Además, se desea lograr que el sistema sea adaptivo, es decir, que tenga la capacidad de adaptarse en respuesta a los cambios del usuario.

2. Metodología

Un recomendador es un sistema capaz de realizar predicciones del hecho que un usuario le gustara o no cierto ítem. Usando el término “ítem” nos referimos a cada objeto, medio o información que un usuario podría acceder. Un ítem puede ser un libro, una película, un restaurante o una página web. Potencialmente cada objeto que interactúa con el usuario puede ser recomendado. No hay restricciones en que es un ítem, y por supuesto, no hay límites sobre su recomendación. [1]

El surgimiento de la web 2.0 fomentó el uso de los sistemas de recomendación debido al crecimiento de comunidades basadas en el web, redes sociales y arquitecturas de participación en donde los usuarios pueden colaborar y compartir experiencias. Actualmente, estos sistemas son utilizados para recomendar películas, libros, música, amigos, sitios de entretenimiento, etc.

Los sistemas de recomendación requieren de una interfaz de usuario que pueda determinar “inteligentemente” el interés de un usuario y utilizar esta información para hacer sugerencias. Existen dos técnicas para solicitar la información al usuario.

Calificaciones explicitas: Los usuarios le dicen al sistema que opinan sobre algún objeto.

Calificaciones implícitas: Este método consiste en adquirir las calificaciones por un método distinto al de obtenerlas directamente del usuario, lo cual evita el trabajo del usuario de realizar calificaciones explícitas, y cada acción del usuario en el sistema puede contribuir a una calificación implícita [6].

Una herramienta de software que permite solicitar información al usuario es el Registro de Navegación Web, que es una extensión, cuyo nombre es Slogger, diseñada para el navegador Web Mozilla Firefox. Es una herramienta muy flexible que sirve para crear un registro completo del historial de navegación ya que puede guardar las páginas que el usuario visita en el disco duro y crear un historial con un formato personalizado, como HTML, RDF o XML [7].

Entre las técnicas de extracción de información se encuentra el Reconocimiento de Nombres de Entidades, que es una tarea en la cual nombres de personas, nombres de lugares, nombres de organizaciones, cantidades monetarias, tiempo y expresiones de porcentaje son reconocidos en un documento de texto. Ésta es una técnica básica e importante para extracción de información y sistemas de pregunta-respuesta [8].

Luego del análisis y búsqueda de herramientas de software que utilicen técnicas de extracción de información, encontramos una herramienta relevante que ofrece versiones de uso libre lo cual es útil para el desarrollo de nuestra tesis de graduación. ClearForest es una herramienta comercial para análisis de textos basado en entidades claves y hechos, compuesta de una plataforma de etiquetas y extracción, una plataforma analítica y un ambiente de desarrollo [5]. Un subconjunto de las capacidades de ClearForest está disponible a través de servicios Web bajo el nombre de Semantic Web Services (SWS) que convierten el texto en información que se puede utilizar mediante formato XML; y la oportunidad de descargar una extensión para el explorador Web Mozilla Firefox denominada Gnosis [5].

3. Análisis

El problema general que se busca resolver con la realización de este trabajo de tesis es la sobrecarga de información existente de música, videos y sitios web, como se muestra en el diagrama de análisis del problema a continuación.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios originadas como resultado de este problema de sobrecarga de información proponemos brindar al usuario recomendaciones de música, vídeos y sitios Web, basados en su historial de navegación, al igual que una interfaz de notificación de recomendaciones, integrada en el navegador Mozilla Firefox, que es el navegador Web de código libre más utilizado al momento del inicio del desarrollo de este trabajo. También se pretende permitir al usuario calificar las recomendaciones según su agrado y recibir recomendaciones de música, vídeos y sitios Web según las preferencias que haya tenido al calificar recomendaciones previas.

Además, el sistema se integrará al navegador Web Mozilla Firefox y procurará evitar la interrupción de las actividades de navegación del usuario.

3.1. Análisis de los casos de uso

Luego del análisis de la secuencia de transacciones del sistema, deducimos que se divide en dos partes: la aplicación cliente que se ejecuta en el navegador Web del computador del usuario, y, el servicio Web que proporcionará la funcionalidad necesaria cuando el cliente lo requiera.

Al realizar el análisis de la solución hemos obtenido tres casos de uso generales, los cuales son los principales considerados en el sistema:

- Obtener recomendación
- Enviar Calificación
- Recibir retroalimentación

En el primer caso de uso, obtener recomendaciones, el usuario recibirá recomendaciones de tres tipos: música, vídeos o sitios Web, según su historial de navegación utilizando el navegador Web.

El historial de navegación del usuario servirá para obtener las entidades básicas extraídas de las páginas Web que visita, utilizando el Servicio Web de ClearForest, con lo cual el sistema solicitará información a mashups o servicios Web para obtener sugerencias de música, vídeos y enlaces, respectivamente; luego, el sistema mostrará esta información al usuario por medio de una extensión en el navegador.

Hemos decidido utilizar ClearForest ya que el Servicio Web que proporciona de manera gratuita provee la posibilidad de obtener entidades a partir de páginas web, que es lo que necesitamos para poder generar el proceso de recomendación.

Para el segundo caso de uso: Enviar Calificación, el usuario podrá ponderar o calificar las recomendaciones recibidas en un rango que indique su interés o desinterés por una u otra recomendación recibida.

La calificación se realizará con el objetivo de conocer los gustos del usuario, a través de la selección de la recomendación del usuario por medio de diferentes acciones, como, por ejemplo, dar un clic al enlace que mostrará la recomendación en el navegador, borrar la recomendación o calificarla explícitamente de manera positiva o negativa.

En el último caso de uso, la retroalimentación permitirá al sistema construir un perfil del usuario basado en sus intereses. Una vez que el usuario ha calificado las recomendaciones recibidas, el sistema ha recibido la retroalimentación necesaria para generar nuevas recomendaciones, basándose en los gustos del usuario.

3.2. Análisis del tipo de recomendación

Los sistemas de recomendación ayudan al usuario a escoger elementos de una gran cantidad de opciones. El volumen de la información es la razón principal del surgimiento de estos sistemas.

Un reto que se presenta indudablemente al momento de crear un sistema de recomendación, es el de definir el tipo de recomendación. La recomendación de los ítems puede hacerse basándose en diversos métodos.

La recomendación por similitud de objetos se caracteriza porque el perfil creado para representar al usuario se basa en el análisis del contenido de los objetos, con el fin de recomendar objetos similares a los usuarios.

La recomendación social es aquella que busca características sociales similares entre los usuarios para recomendar ítems. Hay diversos tipos de recomendaciones que se pueden realizar, según el perfil de los usuarios o según las características de los ítems que son de su preferencia.

En la recomendación basada en historia, algunos sistemas mantienen una lista de compras, el historial de navegación en la World Wide Web o el contexto de correos electrónicos como un perfil de usuario. Adicionalmente, también es común mantener la retroalimentación relevante del usuario asociado con cada ítem en el historial.

Hemos decidido utilizar la recomendación basada en historia puesto que en el contexto en el que es utilizado el sistema, es recomendable almacenar el historial de navegación del usuario con el fin de obtener sus preferencias e intereses y con ellos obtener la información necesaria para generar recomendaciones.

3.3. Análisis de las alternativas y selección de la solución

De acuerdo al análisis técnico realizado y a las herramientas disponibles para implementar el sistema de recomendación y considerando también que la motivación principal para usar puntuaciones implícitas es que remueve el costo al evaluador de examinar y asignar puntajes a los ítems, se requiere de una herramienta que permita obtener las direcciones URL que el usuario visita mediante un navegador de código abierto, como lo es Mozilla Firefox. Slogger se ajusta perfectamente a las características necesarias, pues permite almacenar el historial de navegación del usuario y su uso es mediante una extensión para Mozilla Firefox.

Se requiere además de una herramienta que permita obtener las entidades dada una página Web, esta funcionalidad la tiene ClearForest mediante su servicio Web que es de acceso libre, llamado Semantic Web Services.

Para poder obtener información basada en las entidades que permita generar recomendaciones a los usuarios requerimos de la utilización de mashups o servicios Web que proporcionen información de música, vídeos y enlaces. En la Web encontramos tres sitios ampliamente conocidos por facilitar a los usuarios interactuar en estos tópicos, estos sitios Web son Last.fm, YouTube, y del.icio.us, los cuales permiten a los desarrolladores acceder a parte de sus funcionalidades a través de servicios Web. Si bien hay otros sitios que proporcionan este tipo de información, Last.fm, YouTube y del.icio.us poseen robustas interfaces de programación de la aplicación (API) que permitirán que nuestro sistema interactúe fácilmente con ellos. Inclusive, Last.fm provee una librería de código abierto creada en .Net que sirve como un puerto para acceder a toda la funcionalidad provista por los servicios Web de Last.fm. Además, YouTube y del.icio.us cuentan con el servicio de RSS para obtener videos o enlaces relacionados con categorías de interés de los usuarios.

Además de las aplicaciones descritas anteriormente, procederemos a analizar las herramientas que serán utilizadas para el desarrollo del sistema.

Tabla 1. Cuadro comparativo de los lenguajes de programación más importantes para desarrollar aplicaciones

	Visual Basic	Visual Basic .Net	Visual C# .Net	Java
Requerimiento	N/A	.Net Framework 2.0	.Net Framework 2.0	Java Virtual Machine
Nivel / Conocimiento	Básico	Avanzado	Intermedio	Básico
Orientado a Objetos	No	Si	Si	Si

En la tabla anterior se muestra un cuadro comparativo de los lenguajes de programación más importantes para desarrollar aplicaciones.

Como nuestra aplicación va a estar compuesta también por el servicio Web que va a recibir solicitudes de los clientes y enviar información a otros servicios Web, al analizar los lenguajes de programación en los que dicho servicio Web podría ser desarrollado, consideramos la mejor alternativa utilizar Visual Basic .NET, debido al nivel de conocimientos que se tiene, por lo que se necesita una herramienta de desarrollo que soporte .NET Framework 2.0.

Entre las herramientas que cumplen los requerimientos están: Microsoft Visual Studio .Net 2005 y Microsoft Visual Studio .NET 2008. De entre las herramientas nombradas se utilizará Visual Studio .NET 2005 debido a que es la versión disponible al momento del inicio de este trabajo.

4. Diseño

Esta sección abarca los planteamientos generales de la lógica utilizada para generar recomendaciones y recibir retroalimentación del usuario.

A partir de estos planteamientos realizamos el diseño de la recomendación, de la base de datos, el diseño de los módulos del sistema, y el diseño de los diagramas de clases.

En la figura a continuación está el diagrama que esquematiza la arquitectura del sistema.

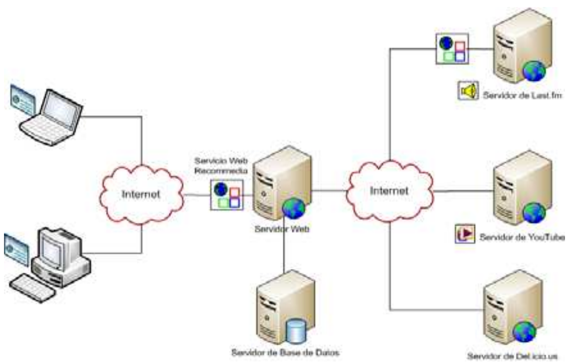

Figura 1. Arquitectura del sistema.

De manera general, el sistema de recomendación se puede dividir en dos partes principales:

- Aplicación cliente en Mozilla Firefox.
- Servicio Web de recomendaciones.

La parte correspondiente al cliente utilizará una arquitectura de tres módulos:

Módulo de presentación: Representa la interacción con el cliente que usa un navegador Web.

Contendrá las características gráficas en Mozilla Firefox que permitirán al usuario interactuar con la aplicación.

Módulo de lógica: Encargado de realizar los procedimientos necesarios para las operaciones que el sistema soporta.

Módulo de datos: Representa los datos adquiridos de la interacción entre el sistema y los usuarios. El objetivo de esta capa es servir de repositorio y brindar acceso a información necesaria en el momento requerido.

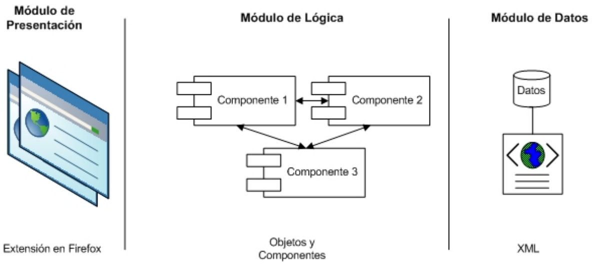

Figura 2. Módulos del cliente.

Para construir la parte correspondiente al servidor, hemos decidido utilizar una arquitectura orientada a servicios, con el fin de que exista flexibilidad para adaptar cambios futuros e interoperabilidad con los componentes del cliente. También se utilizará el estilo de programación por capas, con el objetivo de separar la lógica de negocios de la lógica de diseño y datos. Se han considerado las siguientes capas en la aplicación servidor:

Capa de Servicio: Encargado de exponer los métodos Web para ser consumidos por la extensión.

Capa de Lógica de Negocio: Es donde se establecen todas las reglas del negocio que se deben cumplir.

Capa de Acceso a Datos: Esta capa es la encargada de acceder a los datos. Está formada por gestores de bases de datos que realizan el almacenamiento de los datos.

4.1. Diseño de la recomendación

Cada operación de recomendación realizada por el sistema se encarga de obtener las entidades relevantes provenientes de la información de las páginas Web para luego generar las recomendaciones según la información obtenida de diferentes servicios especializados en áreas especificas como son YouTube, Last.fm y Del.icio.us.

El proceso de retroalimentación empieza cuando el usuario pondera o califica las recomendaciones recibidas en el navegador Mozilla Firefox. Las calificaciones pueden ser positivas, negativas o neutras.

Por defecto, las recomendaciones nuevas y sin ponderar tienen un valor neutro, identificado por el número 0. Asumiendo que las calificaciones positivas son aquellas que han sido del agrado del usuario y las calificaciones negativas aquellas que no han satisfecho las necesidades o expectativas del usuario, hemos establecido un rango de calificación basado en puntuaciones.

Tabla 2. Rangos positivos y negativos

Puntos	Acción	Grado
2	Calificación explícita (positiva)	MEJOR
1	Abrir enlace	BUENO
0	Ninguna	NEUTRO
-1	Borrar recomendación	MALO
-2	Calificación explícita (negativa)	PEOR

Esta ponderación se ha realizado basándose en la intuición y en el análisis de las acciones del usuario apoyadas en sus intereses. Para las calificaciones positivas, la acción de abrir un enlace es considerada con menor valor que la acción que el usuario realiza al establecer una recomendación como buena puesto que cuando el usuario abre un enlace muestra su interés por conocer el contenido, pero este contenido no necesariamente será de su agrado. Al calificar explícitamente la recomendación como buena, el usuario muestra un interés genuino basado en sus gustos.

En el caso de las calificaciones negativas, la acción de borrar una recomendación tiene una menor puntuación que aquella acción realizada explícitamente por el usuario al calificar una recomendación como mala, esta afirmación es basada en fundamentos similares a los expuestos en las calificaciones positivas.

4.2. Diseño de la base de datos

Nuestro sistema requiere de una base de datos alojada en el proveedor del servicio, la cual permitirá almacenar la información relacionada a las recomendaciones. Esta información proviene principalmente de dos fuentes:

- Las recomendaciones generadas por el servicio Web.
- La retroalimentación proporcionada por el usuario al interactuar con el sistema.

El diseño de la base de datos es sencillo, teniendo en cuenta que gran parte de la complejidad en la realización del sistema se concentra en el servicio Web y en la extensión para Mozilla Firefox.

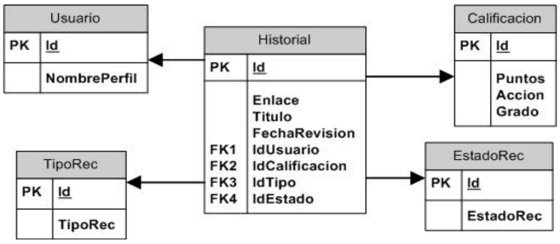

Figura 3. Diseño base de datos Recommedia.

La ilustración anterior muestra el diseño de la base de datos para nuestro sistema, la información que allí se almacenará corresponde a la preferencia del usuario al momento de interactuar con las recomendaciones a él presentadas, tal como lo explicamos en la primera parte de este capítulo.

4.3. Diagrama de clases

En la figura a continuación se encuentra el diagrama de clases de la parte correspondiente al servidor de Recommedia. Este diagrama estático describe la estructura de Recommedia mostrando sus clases y las relaciones entre ellas.

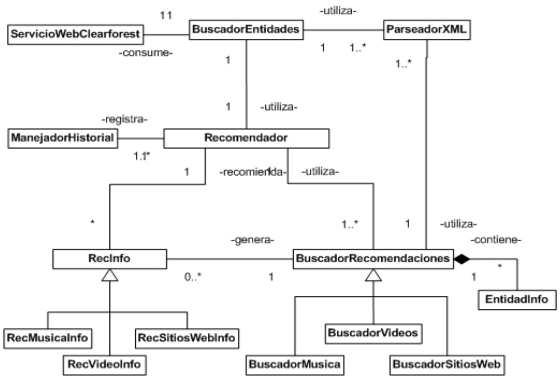

Figura 4. Diagrama de clases de Recommedia.

En el proceso de recomendación, la clase Recomendador se encarga de gestionar las recomendaciones y la retroalimentación, pues expone los métodos que contendrá el servicio Web.

Cuando una petición de recomendación es realizada por el cliente, Recomendador utiliza a BuscadorEntidades para enviar la información de la página HTML que el usuario ha navegado, según el historial almacenado en el cliente, al Servicio Web de ClearForest. Dicho servicio se encarga de devolver las entidades que ha encontrado utilizando semántica Web.

Cuando nuestro servicio obtiene las entidades, las analiza con el fin de obtener la información de interés para la aplicación, con la cual, a través de BuscadorRecomendaciones, realiza peticiones a los servicios Web de Youtube, Del.icio.us y Last.fm. Todos estos servicios devuelven resultados con información de vídeos, enlaces o canciones.

Nuevamente esta información es analizada, utilizando la clase ParseadorXML, y encapsulada en un objeto RecInfo que puede ser de tres tipos: RecMusicaInfo, RecVideoInfo o RecSitiosWebInfo, según el tipo de información devuelta. Finalmente la extensión obtiene la lista de recomendaciones y muestra la información.

Al realizar el proceso de calificación, el cliente, a través de la extensión, envía información relevante sobre sus gustos, según las acciones que realice, como se describe en la arquitectura general. Esta información es utilizada para filtrar las recomendaciones enviadas a los usuarios y generar nuevas recomendaciones a partir de aquellas con mayor valor para el usuario.

5. Implementación

Para desarrollar la extensión en Mozilla Firefox se ha utilizado el lenguaje de programación XUL, encargado de manejar la interfaz en el navegador Web, junto con Javascript para poder implementar la funcionalidad de la extensión.

Además se utilizó XPCOM, tecnología propia de la plataforma de Mozilla para poder interactuar con servicios Web y también con el directorio de archivos de Windows. Luego, para poder vincular a XPCOM con Javascript se utilizó XPConnect, que permite la interacción entre ambos y facilita la creación de componentes en Javascript.

El servicio web fue desarrollado utilizando el ambiente de desarrollo proporcionado por Visual Studio 2005, con el lenguaje de programación Visual Basic .Net. Para mantener la persistencia de los datos se utilizó el motor de base de datos Microsoft SQL Server 2005.

En vista de que Visual Basic .Net es un lenguaje orientado a objetos, y como se decidió en el capítulo de diseño, se procedió a implementar varias capas de la aplicación con el fin de separar las diferentes partes del proyecto.

Figura 5. Capas utilizadas en la implementación del proyecto.

6. Pruebas y Resultados

Se solicitó a cinco personas seguir una serie de tareas específicas, consideradas claves para las pruebas. Los perfiles de las personas que participaron en este proceso de pruebas fueron los siguientes: Dos profesionales en Ingeniería en Computación, por lo tanto, son personas con conocimientos altos de manejo de computadoras y navegación en internet. Además, solicitamos a dos personas con conocimientos medios de internet y del uso de computador, que participen en las pruebas, junto con una persona con los conocimientos básicos en computadoras y poca experiencia de navegación en la web. Este experimento tuvo el objeto de probar qué tan eficaz era el sistema para el cumplimiento de dichas tareas.

El procedimiento para realizar las pruebas del sistema se dividió en dos etapas. La primera, es una etapa de evaluación de la usabilidad del sistema en la cual se entregó a cada persona una hoja con 3 pasos detallados relacionados a la interacción con el sistema, seguidos de un pequeño cuestionario para evaluar la dificultad en la realización de esta parte de la prueba.

La segunda etapa cumplió el objetivo de medir la efectividad de las recomendaciones que genera el sistema, así como también la adaptabilidad del sistema a cambios en los intereses de los usuarios.

Para la prueba de generación de recomendaciones, se pidió a cada persona que navegue libremente por sitios de su interés por 15 minutos. Se prevé que en el transcurso de este tiempo las notificaciones del sistema se comiencen a mostrar. Se indicará a cada persona que revise el listado de recomendaciones ubicado en la barra lateral cuando aparezca la primera notificación en su navegador. Cada vez que el usuario desee, podrá revisar ese listado sin importar si una nueva notificación ha aparecido en el navegador. En esta parte las personas pueden guiarse con el procedimiento de la Etapa 1 en caso de no recordar cómo hacerlo. Una vez terminados los 15 minutos de navegación, se entregó un cuestionario y se solicitó a las personas que revisen las recomendaciones generadas y que basados en el contenido de dichas recomendaciones contesten las preguntas del cuestionario. Se les consultó sobre la utilidad de las recomendaciones generadas.

En la prueba de adaptabilidad del sistema se solicitó a las personas que cambien completamente sus tópicos de navegación y los mantengan durante 15 minutos más. De la misma manera que en la prueba anterior, cuando las notificaciones comiencen a mostrarse las personas están en total libertad de revisar las recomendaciones en el momento que deseen. Al finalizar el tiempo se entregó un cuestionario en el cual se consultó sobre la adaptabilidad del sistema, si las recomendaciones están relacionadas a los nuevos temas de navegación.

6.1. Análisis de resultados

Los usuarios pudieron llevar a cabo las tareas requeridas y de acuerdo a las respuestas obtenidas en el cuestionario que abarca la usabilidad del sistema, concluimos que el 93.34% de los usuarios participantes en las pruebas considera que el sistema es fácil o muy fácil de utilizar. La tarea que representó un pequeño grado de dificultad, fue aquella en la que se pedía al usuario ver las recomendaciones, puesto que se debe acceder a esta opción utilizando el menú contextual del sistema. El 80% de los participantes puede revisar las recomendaciones en la barra lateral sin ningún problema y el 93% puede recordar como interactuar con el sistema.

En general, estos resultados nos indican que la interfaz ofrecida por el sistema les permite a los usuarios realizar las tareas requeridas sin problemas.

Los resultados de la segunda etapa del procedimiento de las pruebas indican que el 60% de los usuarios cree que las recomendaciones son útiles. Mientras que el mismo porcentaje de las personas evaluadas consideran que el sistema se adapta a sus preferencias de navegación.

Por otro lado, el 40% de las respuestas indican que el sistema genera recomendaciones repetidas, lo que nos indica que ciertos aspectos de control deben ser mejorados en el sistema.

Concluimos que las pruebas efectuadas enfocadas hacia el usuario común revelaron que, de manera general, el sistema cumple con los objetivos planteados al inicio de este capítulo, pero no en el 100% de los casos. Por consiguiente, queda pendiente pulir aspectos para el mejoramiento del sistema tales como mejorar el procedimiento de generar las recomendaciones y control de recomendaciones ya generadas.

7. Conclusiones y recomendaciones

Podemos concluir que la solución ofrecida permite recibir recomendaciones de música, vídeos y sitios Web, utilizando el navegador Web Mozilla Firefox, puesto que el sistema le brinda una interfaz de notificación de recomendaciones. Además, de acuerdo a la forma en que el sistema fue diseñado, éste se puede adaptar a nuevos tipos de recomendaciones, de tal manera que no incluya solo los tres tipos de recomendaciones que se plantearon como objetivo en esta tesis, sino que sea expandible a nuevos tópicos de interés de los usuarios.

Con la realización de este trabajo mostramos que es posible construir un sistema de recomendación de información para el usuario final que se adapte a los cambios en sus intereses, los cuales son reflejados en su historial de navegación. Adicionalmente, el sistema de recomendación fue implementado utilizando servicios Web, lo que facilita su uso posterior a través de diferentes tipos de interfaz, como pueden ser una aplicación Web o una aplicación de escritorio.

A continuación se detallan las recomendaciones que deberían tomarse en consideración:

1. Ya que en la actualidad se ha despertado gran interés por la generación de recomendaciones que capten la atención de los usuarios, sobretodo en el ámbito comercial, herramientas como la desarrollada en esta tesis serán de utilidad como base para el desarrollo de sistemas más eficientes que generen mejores recomendaciones en diferentes tópicos, como por ejemplo, recomendar personas, y no sólo se limiten a vídeos, música o sitios Web.
2. Permitir la personalización de las opciones de la aplicación, tales como la cantidad de recomendaciones que se desea recibir por día, con el fin de que el usuario no se sienta saturado de recomendaciones.
3. Convertir al proceso de recomendar en una experiencia social, de manera que los usuarios puedan interactuar entre ellos y no sólo interactúen con el sistema.
4. Luego de basar nuestra tesis en sistemas de recomendación, encontramos interesante aplicar dicho concepto no sólo en la Web, sino trasladarlo a otros entornos como lo es la televisión, aparatos eléctricos de hogar o dispositivos móviles. Podemos pensar que en un futuro podríamos tener a nuestro refrigerador recomendándonos que comer para desayunar.
5. Al generar recomendaciones, en ciertas ocasiones es importante conocer no solamente qué recomendar sino también a quién y bajo qué circunstancias. Es decir, es significativo conocer la información contextual del usuario para generar recomendaciones más acertadas. En el presente trabajo no se ha utilizado información contextual de los usuarios.
6. Es posible mejorar la forma de generar las recomendaciones para que sean más útiles al usuario y se adapten mejor a sus preferencias, esto se puede lograr haciendo un análisis más exhaustivo de la navegación del usuario, como por ejemplo llevando el registro del tiempo que visita una página.
7. Modificar el mecanismo de filtrado para evitar la generación de recomendaciones repetidas. El sistema en estos momentos cuenta con un procedimiento de filtrado que se basa en las URLs, consideramos que se podría basar también en las entidades que se obtienen de la navegación de los usuarios, descartándolas en el caso de que antes ya hayan sido enviadas al servidor.

8. Referencias

[1] Chesani, F., *Recommmendation Systems*, Octubre 2007.

[2] Selberg, E., “Towards Comprehensive Web Search,” Tesis de PhD, Universidad de Washington, 1999.

[3] Gulli, A., Signorini, A., “The Indexable Web Is More Than 11.5 Billion Pages,” I*nternational World Wide Web Conference*, 2005.

[4] World Wide Web Size. Diciembre 16, 2007. Disponible en http://www.worldwidewebsize.com/.

[5] Clear Forest, Text Analytics Solutions. Septiembre, 2007. Disponible en http://www.clearforest.com.

[6] Claypool, M., et al., “Implicit Interest Indicators,” Proceedings of the 6th international conference on Intelligent user interfaces, 2001.

[7] Sitio Web de Slogger. Diciembre, 2007. Disponible en http://www.kenschutte.com/slogger/.

[8] Wikipedia, “Tect Analytics”. Enero, 2008. Disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/Text_analytics.