

Sistema de recomendaciones de contenidos multimedia para comunidades académicas en entornos de TDi¹

System of recommendations of multimedia contents for academic communities in IDT environments

G. E. Chanchí, J. L. Arciniegas y W. Y. Campo

Recibido Abril 15 de 2015 – Aceptado Mayo 29 de 2015

Resumen - Dentro de las principales razones para que la TV Móvil basada en el estándar DVB-H no haya tenido una acogida similar a la TV convencional por parte de los televidentes, están la ausencia de soporte para interactividad bidireccional en el consumo de servicios, el tiempo empleado en el salto de un canal a otro, el bajo tiempo de uso promedio del servicio de la TV móvil, los pocos dispositivos que soportan el estándar, y la ausencia de un middleware abierto para el desarrollo de aplicaciones interactivas de TV Móvil. Este artículo plantea un sistema de recomendaciones de contenidos multimedia basados en filtros colaborativos que hace uso del clasificador de Naive Bayes como una alternativa a los problemas de salto de canal y acceso al contenido multimedia, en el entorno de televisión mencionado. El sistema de recomendaciones desarrollado está enmarcado dentro de un sistema para el consumo de servicios de TV Móvil y ha sido evaluado en el escenario de las comunidades académicas virtuales de televisión construidas por el proyecto ST-CAV de la Universidad del Cauca.

Palabras clave - comunidades, DVB-H, sistemas de recomendaciones, TDi, TV móvil.

Abstract - Some of the reasons why Mobile TV based on the DVB-H standard is not widely used by viewers as conventional TV are the lack of support for bi-directional interaction when using TV services, the time required to switch from one channel to other, the relatively low average usage time of the mobile TV service, and the absence of an open middleware for the development of interactive mobile TV applications. This paper presents a recommendation system of multimedia content, based on collaborative filtering and using Naive Bayes classifier as an alternative to the problems of channel hopping and access to multimedia content on the television environment mentioned above. The recommendation system is part of a system of mobile TV services usage and has been evaluated by TV virtual academic communities, built in the ST-CAV project of Universidad del Cauca.

Key words - communities, DVB-H, recommendation systems, iDT, mobile TV.

I. INTRODUCCIÓN

La amplia difusión de servicios para dispositivos móviles, tales como: aplicaciones multimedia, juegos, mensajería, e-mail, conectividad inalámbrica, servicios de telecomunicaciones (televisión, radio, posicionamiento), redes sociales, entre otros, ha tenido un éxito considerable en el mercado de las comunicaciones móviles, generando la necesidad de incursionar en nuevos campos de aplicación que aprovechen los beneficios de estas tecnologías en conjunto. Es importante destacar que la posibilidad de acceder a diversos servicios de internet desde un dispositivo móvil ha sido impulsada por el crecimiento

¹Producto derivado del proyecto de Investigación “Servicios de T-Learning para el soporte de Comunidades Académicas Virtuales”, apoyado por la Facultad de Ingeniería, de la Universidad del Cauca a través del Grupo de Investigación GIT.

G. E. Chanchí, es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, actualmente es docente de la Universidad del Cauca, (correo e.: gabrielc@unicauca.edu.co).

J. L. Arciniegas, es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, actualmente es docente de la Universidad del Cauca, (correo e.: jlarci@unicauca.edu.co).

W. Y. Campo, es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, actualmente es docente de la Universidad del Quindío. Armenia, Colombia, (correo e.: wycampo@uniquindio.edu.co).

de la Internet móvil y la gran variedad de planes por parte de los operadores móviles en Colombia. De esta manera, en un dispositivo móvil convergen un conjunto de redes y servicios que pueden aprovechar las ventajas de internet móvil en diferentes escenarios [1].

Dentro de los servicios de telecomunicaciones soportados por un dispositivo móvil, se destaca el de TV Móvil, el cual ha sido implementado en los últimos años en Europa a través del estándar DVB-H (Digital Video Broadcasting Handheld) [2,3], derivado del estándar de televisión digital DVB (Digital Video Broadcasting) [4,5]. Este último fue escogido en Agosto de 2008 por la Comisión Nacional de Televisión para ser adoptado en Colombia, razón por la cual, el estudio de este estándar y sus derivados permiten preparar el camino al despliegue de futuros pilotos de TV Móvil, tras el apagón analógico en el país [6].

La TV móvil ha sido considerada la “killer application” del futuro cercano, por las numerosas oportunidades que viene generando el mercado de la movilidad [7], y por la alta penetración de la telefonía móvil a nivel mundial. A pesar de lo anterior, el servicio de TV Móvil no cuenta aún con características similares a las ofrecidas por la TV convencional, presentando dificultades en cuanto a estabilidad en la señal, facilidad de uso, respuesta rápida a los eventos y tiempo de salto de un canal a otro y al tiempo de acceso al contenido multimedia. Este último problema es uno de los más críticos del estándar DVB-H, puesto que de acuerdo a los prototipos de despliegue del servicio presentados en [2,7,8], el tiempo de cambio de un canal a otro está entre 1,5 y 2 seg., lo cual hace que el barrido por los canales de televisión sea un proceso lento desde el punto de vista del usuario. Cabe resaltar, que este problema también se encuentra asociado a otros escenarios afines a la televisión como lo son IPTV y TDT basada en DVB [9,10,11], por lo que las soluciones propuestas en estos escenarios pueden ser aplicadas al ámbito de la TV Móvil, teniendo en cuenta la infraestructura de cada escenario.

Al igual que otros estándares de TV Móvil, DVB-H no proveen interactividad bidireccional de manera directa [7,8], lo cual es una limitación para vincular servicios interactivos al escenario de televisión. En TV Móvil DVB-H, no existe un middleware abierto para el desarrollo de aplicaciones interactivas, ya que proveedores de contenidos, proveedores de servicios, operadores de telefonía y fabricantes de dispositivos han venido apostando en los últimos años de manera independiente a middlewares propietarios.

Los problemas anteriores son una dificultad importante en el campo de la TV Móvil, ya que influyen en el despliegue tecnológico del servicio y en la aceptación de éste por parte del usuario. Una de las posibles alternativas para agilizar el acceso a los contenidos multimedia en escenarios afines como IPTV o WebTV, es a través de sistemas de recomendaciones [9,10,12,13]; los cuales tienen como función generar un listado personalizado de contenidos multimedia, de acuerdo

a las preferencias del usuario o de sus usuarios vecinos [14,15,16]. A pesar de estas ventajas, las limitaciones para el manejo de interactividad bidireccional en entornos de TV Móvil hace necesario proveer un esquema para el consumo de servicios interactivos, mediante el cual se pueda acceder a este servicio.

En este artículo se propone un sistema de recomendaciones en el escenario de TV-Móvil, como posible solución al problema de acceso ágil al contenido multimedia del estándar DVB-H. El recomendador es accedido mediante una adaptación del estilo arquitectónico de consumo de servicios: REST-JSON [13,17], el cual hace parte de la Arquitectura de TV Móvil desarrollada en el laboratorio de televisión digital interactiva (TDi) de la Universidad del Cauca [18,19].

El sistema de recomendaciones fue validado en el modelo de negocio de las de las comunidades académicas virtuales (CAV) de TDi, planteado por el proyecto ST-CAV (Servicios de T-Learning para el soporte de comunidades académicas virtuales) de la Universidad del Cauca [20]. Al ser este un modelo de negocio propio, se hizo una adaptación del algoritmo de recomendaciones colaborativo de Naive Bayes, considerando las características de las CAV de TDi [21]. Así, La función del recomendador propuesto es predecir, de manera probabilística, un conjunto de programas de interés a los miembros de una CAV en TDi. El clasificador de Naive Bayes fue escogido, considerando su uso frecuente en la implementación de servicios de recomendación para contenidos multimedia [22,23].

Adicionalmente, el sistema de recomendaciones incluye como aporte, la aplicación del concepto de folcsonomía de la Web 2.0 [24,25,26], al ámbito de los sistemas de recomendaciones para TV Móvil. De esta forma la lista de recomendaciones presentadas en la pantalla del dispositivo, muestra con mayor relevancia o mayor nivel de profundidad los contenidos multimedia o programas, que de acuerdo al clasificador de Naive Bayes, tienen una mayor probabilidad de ser valorados de manera positiva.

La estructura de este artículo está definida de la siguiente manera: en la sección dos se presentan conceptos relevantes considerados en esta investigación. En la sección tres se describe la teoría del clasificador de Naive Bayes, y su aplicación en la generación de recomendaciones multimedia. En la sección cuatro se presenta la arquitectura de TV móvil, en la cual se enmarca el presente trabajo. En la Sección cinco se describe el esquema de consumo de servicios, adaptado para la implementación y consumo del sistema de recomendaciones. En la sección seis se presenta el diseño del sistema de recomendaciones propuesto. En la sección siete se muestra la forma en la que se adaptó el clasificador de Naive Bayes al ámbito de las CAV en TDi. En la sección ocho se presentan los resultados de la evaluación del cliente de TV Móvil y finalmente en la sección nueve se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

II. TERMINOLOGÍA

A continuación se presentan los conceptos más relevantes, que se consideraron para el desarrollo de la presente investigación. Entre estos están: CAV, REST, JSON, Folcsonomía y Sistemas de Recomendaciones.

A. CAV

Una CAV es definida como: “uno o varios grupos de individuos que están vinculados por intereses en común, que tienen la capacidad de poseer una fuerza de voluntad autónoma y están comprometidos en un proceso de aprendizaje continuo, cuyo principal objetivo es el de construir conocimiento compartido utilizando las TIC como un medio de expresión” [27]. En el caso de una CAV en TDi, y de acuerdo al proyecto ST-CAV, el proceso de construcción de conocimiento es impulsado por los contenidos multimedia académicos, generados por los miembros de la comunidad, así como por el conjunto de servicios interactivos que buscan promover la participación en torno a esos contenidos [21].

B. Estilo Arquitectónico REST

El estilo arquitectónico REST (Representational State Transfer), plantea una arquitectura cliente-servidor, en la cual un servicio es visto como un recurso y es identificado a través de una URL, mediante la cual éste puede ser consumido. Para acceder a estos servicios web, se hace uso de mensajes en formato simple, los cuales se intercambian entre cliente y servidor [17,28]. REST define a partir de HTTP, cuatro métodos: GET, PUT, DELETE y POST, de los cuales los más usados son: GET y PUT. Para el intercambio de información entre cliente y servidor a través de REST, se puede hacer uso de diversos formatos y lenguajes: XML, HTML, JSON, siendo este último el más usado debido a su sencillez y flexibilidad.

C. JSON

JSON es un formato ligero basado en texto plano, cuya sintaxis está basada en lenguaje JavaScript, lo cual permite sencillez en la generación y procesamiento de documentos con este formato. JSON usa las convenciones para el manejo de datos, que son comunes en lenguajes como: C, C++, C#, Java, Perl, Python, etc., característica que hace de JSON un lenguaje ideal para el intercambio de datos entre aplicaciones cliente servidor. Un mensaje JSON está constituido por dos estructuras básicas: la primera es una colección de parejas nombre-valor, las cuales en varios lenguajes son conocidas como: diccionarios, tablas, hash, listas de claves, etc.; y la segunda es una lista ordenada de valores, que en la mayoría de los lenguajes se suele representar en forma de: arreglos, vectores, listas, etc. Las anteriores estructuras son usadas para conformar los mensajes de intercambio entre un cliente y un servidor [29,30].

D. Sistemas de Recomendaciones

Los sistemas de recomendaciones son herramientas encargadas de identificar los gustos y preferencias de un

usuario, de tal forma que guían, de manera personalizada, el proceso de elección de un ítem u objeto a partir de muchas opciones. Los sistemas de recomendaciones tienen 2 enfoques principales: basados en filtros de contenidos y basados en filtros colaborativos. El primer enfoque, tiene en cuenta la información del perfil de usuario y la información asociada a los ítems valorados por éste. El segundo enfoque, tiene en cuenta el entorno social de un usuario (similitud con los vecinos), sin considerar la información individual [10,14,15,16,31,32]. En entornos de TDi, los sistemas de recomendaciones se presentan como alternativa al problema de salto de canal, o a la necesidad de escoger un ítem a partir de un gran catálogo de contenidos multimedia [10,11].

E. Folcsonomía

Es una indexación social, es decir, una clasificación colaborativa por medio de etiquetas simples en un espacio de nombres llano, sin jerarquías ni relaciones de parentesco predeterminadas. Una Folcsonomía también es definida como nube de conceptos, donde los conceptos más relevantes son presentados con mayor nivel de profundidad o mayor tamaño de fuente [25,31]. En el presente trabajo, los resultados obtenidos a partir del sistema de recomendaciones (contenido o temático de interés para una comunidad), son presentados en la pantalla del dispositivo mediante una Folcsonomía.

Los conceptos anteriores fueron integrados en el presente artículo, al proponer un sistema de recomendaciones basado en filtros colaborativos y evaluados en el contexto de las comunidades académicas virtuales del proyecto ST-CAV de la Universidad del Cauca. El recomendador desarrollado fue implementado y consumido como un servicio web de la arquitectura de TV Móvil, de acuerdo al estilo arquitectónico REST-JSON. Así mismo, el listado de recomendaciones fue presentado en la pantalla del dispositivo móvil aplicando el concepto de Folcsonomía de la Web 2.0.

III. CLASIFICADOR DE NAIVE BAYES

En esta sección se presentan las ecuaciones de probabilidad usadas por el clasificador Naive Bayes, para el cálculo de la hipótesis más probable, y la aplicación de estas en la generación de un listado de predicciones o recomendaciones para contenidos multimedia.

Sea x un ejemplo que puede ser clasificado dentro de v categorías, y sea x descrito por n características: a_1, a_2, \dots, a_n , el clasificador de Naive Bayes busca encontrar la hipótesis más probable que describa al ejemplo x , a partir de la siguiente fórmula probabilística [22,33,34], ver (1):

$$V_{nj} = \arg \max (P(v_j) \prod P(a_i | v_j)) \quad (1)$$

En (1) V_{nj} es la probabilidad de que conocidas las n características que describen al ejemplo x , éstas pertenezcan a la categoría v_j ; v_j es cada una de las categorías V dentro de

las que se puede clasificar el ejemplo x . La probabilidad de $P(ai|vj)$ está definida en general por (2) [22,33,34]:

$$P(ai | vj) = nc/n \quad (2)$$

En (2), nc es el número de veces que ocurre la característica ai en la categoría vj , mientras que n es el número de casos totales de la categoría vj . En caso de que nc sea igual a cero, se puede usar de la m -estimación o estimación de Laplace [22,33,34], ver (3):

$$P(ai | vj) = (nc + 1)/(nc + k) \quad (3)$$

En (3), n es el número de casos totales con categoría vj , nc es el número de veces que se da la característica ai en la categoría vj , k es el número de valores diferentes que toma la característica ai . Así, el clasificador de Naive Bayes puede ser usado para predecir la posible categoría de un caso x a partir de un conjunto de casos ocurridos, lo cual puede ser aplicado para la generación de recomendaciones en escenarios de contenidos multimedia [22,23].

A modo de ejemplo de aplicación del clasificador de Naive Bayes, en la Tabla 1 se presenta el catálogo de una tienda de películas, en el que un conjunto de contenidos multimedia ha sido valorado. Cada película puede ser calificada dentro de 3 posibles valores (vj): $v = \{1, 2, 3\}$. Así mismo, cada película tiene 2 características que la describen: $a = \{\text{Género, Año}\}$.

TABLA I
EJEMPLO CLASIFICADOR NAÏVE BAYES

Muestra	Género	Año	Valoración
1	Acción	2001	1
2	Drama	2005	2
3	Acción	2002	1
4	Comedia	2012	3
5	Comedia	2002	2

Si a partir de los datos de la Tabla 1 se desea predecir la posible calificación de una película cuyo género sea “Acción” y cuyo año sea “2005”, se realiza el cálculo de las siguientes expresiones de probabilidad (usando (1), (2) y (3)):

$$\begin{aligned} P(1)P(\text{Acción}|1)P(2005|1) &= (0.4)(1)(0.5) = 0.2 \\ P(2)P(\text{Acción}|2)P(2005|2) &= (0.4)(0.33)(0.5) = 0.07 \\ P(3)P(\text{Acción}|3)P(2005|3) &= (0.2)(0.5)(0.5) = 0.05 \end{aligned}$$

De acuerdo a lo anterior, se obtiene que la expresión con la probabilidad más alta es $P(1)=0.2$, lo que indica que, de acuerdo al historial de la Tabla 1, la valoración más probable para una película nueva con género sea Acción y año 2005 es 1. Así, se puede observar que el clasificador de Naive Bayes puede ser adaptado a otros escenarios basados en el uso de

contenidos multimedia, como es el caso de las comunidades académicas virtuales de TDi. En el presente trabajo, este clasificador fue usado para predecir la valoración de un contenido que no ha sido visualizado por una comunidad.

IV. ARQUITECTURA DE TV MÓVIL

En la Figura 1 se presenta la Arquitectura de TV Móvil desarrollada en el Laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca, dentro de la cual se enmarca el sistema de recomendaciones propuesto [18,19]. La transmisión del contenido multimedia se hace a través del canal de Broadcast usando el estándar DVB-H, mientras que el consumo de los servicios interactivos se realiza a través de la red celular (canal de retorno), mediante el estilo arquitectónico REST-JSON.

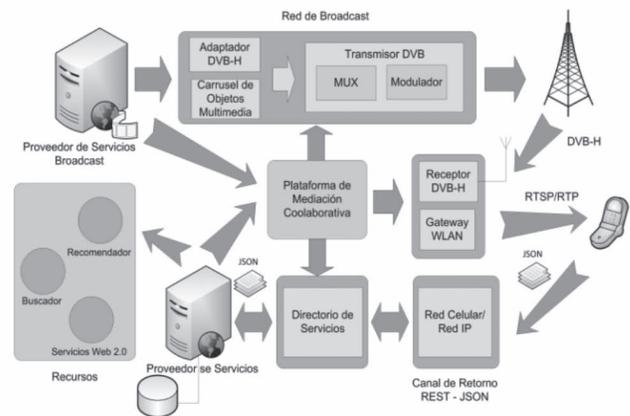


Fig. 1. Arquitectura de TV Móvil.

Dado que no existe un middleware abierto para el desarrollo de aplicaciones interactivas de TV Móvil, esta arquitectura provee una Gateway WLAN encargada de recibir los contenidos DVB o DVB-H y re-direccionarlos mediante el protocolo de IPTV RSTP. Esta Gateway usa las herramientas para recepción y procesamiento de flujos DVB: DVB Tools [35] y dvbsnoop [36], así como también de la herramienta VLC [37] para re-direccionar el contenido multimedia.

El sistema de recomendaciones es accedido como un recurso del repositorio de servicios mediante el estilo arquitectónico REST-JSON, y se encarga de obtener los resultados probabilísticos a partir de la información de la base de datos de servicios, específicamente a partir de las valoraciones numéricas de los miembros de una comunidad a un determinado programa.

V. ESQUEMA DE CONSUMO DE SERVICIOS

En la Figura 2a se presenta el esquema de consumo de servicios REST-JSON, usado para consumir el sistema de recomendaciones propuesto y los demás servicios interactivos del proyecto ST-CAV (foro, tablón de mensajes o micro-blog,

chat y notificaciones) [17], ver Figura 2b. En este esquema, cada servicio es representado como una instancia o recurso: R_1, R_2, \dots, R_N , dentro del repositorio de servicios, de tal forma que éstos tienen la capacidad de interactuar entre sí para procesos de composición de servicios. A cada uno de los recursos se les asigna una URL desde la cual los clientes de televisión: $1, 2, \dots, N$, puede acceder vía Internet y recibir el mensaje JSON correspondiente a cada recurso.

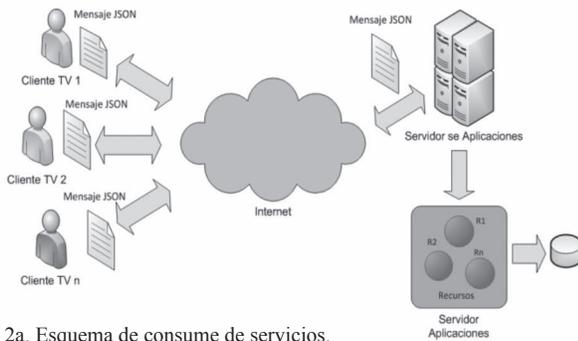


Fig. 2a. Esquema de consume de servicios.



Fig. 2b. Servicios interactivos ST-CAV.

El mensaje JSON recibido en el lado del cliente, contiene una estructura con un conjunto de parejas nombre-valor (conocidas previamente por los clientes y el servidor), las cuales son des-encapsuladas y presentadas en la interfaz correspondiente, de tal manera que cada cliente implementa su propia lógica de presentación. Para realizar el proceso anterior, los distintos clientes de televisión deben contar con la librería apropiada (según las características de su Hardware) para permitir la interpretación de los mensajes JSON, así como las capacidades necesarias para hacer peticiones HTTP de tipo GET o PUT, propias del estilo REST – JSON [28].

VI. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOMENDACIONES

El sistema de recomendaciones propuesto se diseñó a partir del modelo de negocio de las CAV del proyecto ST-CAV. Una CAV en TDi está formada por un conjunto de miembros y un coordinador, los cuales comparten contenidos multimedia alrededor de una temática en específico. A partir de estos contenidos, el coordinador de la comunidad genera un programa de televisión que es transmitido en determinada franja horaria. Los miembros de la comunidad se encargan de participar durante la emisión del programa, a través de un

conjunto de servicios adicionales (chat, mini foro, votación, etc.) que funcionan a la par del servicio básico de emisión.

En la Tabla 2 se muestran las relaciones de cardinalidad de la base de datos del proyecto ST-CAV, las cuales representan el modelo de negocio de las CAV en TDi. De acuerdo a la Tabla 2, cada programa asociado a una comunidad contiene eventos o momentos de interactividad durante su emisión, en los que un miembro de la comunidad puede valorar o votar el contenido multimedia con una calificación en el rango de 1 a 5. Estas calificaciones son almacenadas en la tabla “votaciones” de la base de datos y son empleadas por el sistema de recomendaciones para realizar las predicciones de nuevos contenidos, de acuerdo al clasificador de Naive Bayes.

TABLA II
CARDINALIDAD BASES DE DATOS ST-CAV

Nº	Relación de Cardinalidad
1	Existen una o más comunidades en el sistema de televisión.
2	Un usuario puede ser miembro de una o muchas comunidades.
3	Cada comunidad trata una temática en específico.
4	Una comunidad puede tener uno o muchos programas asociados.
5	Cada programa cuenta con uno o más eventos.
6	Cada evento cuenta con una o más valoraciones.
7	Cada valoración cuenta con una o más votaciones.

Adicionalmente, se puede observar que en el escenario de las CAV, se lleva un conteo general de las votaciones de la comunidad, puesto que el contenido multimedia es difundido a todos los miembros en una determinada franja horaria (modo de emisión broadcast) y no existe la posibilidad de votar el contenido en cualquier momento.

VII. ADAPTACIÓN DEL CLASIFICADOR DE NAIVE BAYES AL ENTORNO DE LAS CAV EN TDI

A partir de [22] y de la base teórica de la sección 2, en esta sección se presenta la adaptación del clasificador Naive Bayes al entorno de las CAV en TDi. Para lo anterior, se hace uso de la tabla “programas” de la base de datos del proyecto ST-CAV, la cual recoge la relación de contenidos multimedia emitidos en las comunidades del entorno de televisión. Esta tabla clasifica los contenidos multimedia de acuerdo a tres categorías principales: $a = \{\text{área, subtema, año}\}$; a través de estas, se calcula la votación más probable ($v = \{1, 2, 3, 4, 5\}$) para los contenidos que no han sido valorados, es decir los que pertenecen a comunidades a las que no está vinculado el usuario en cuestión. Los cálculos se realizan a partir del historial de votaciones de todos los programas de cada una de las comunidades. Por su parte, para los contenidos que han sido valorados por la comunidad a la que pertenece el usuario, se usa el promedio aritmético de las valoraciones hechas.

A. Procedimiento de obtención de las recomendaciones

El procedimiento para la obtención del listado de recomendaciones de contenidos de una CAV en TDi, usando el clasificador de Naive Bayes, se presenta a continuación.

1. Se obtiene la lista de comunidades a las que pertenece el usuario en cuestión.
2. Se calcula el promedio aritmético de las valoraciones asociadas a los eventos, de los programas pertenecientes a la lista de comunidades obtenidas en el punto 1.
3. A partir de la tabla programas y la tabla votaciones se obtiene una matriz de estimación para todos los programas de las base de datos. La matriz tiene por columnas: área, subtema, año y votación.
4. Partiendo de la lista de comunidades del punto 1, se obtiene la lista de programas (área, subtema y año) que no pertenecen a las comunidades del usuario en cuestión.
5. Usando la matriz de estimación de todos los programas y la Ecuación 1, se calcula la valoración más probable para la lista de programas del punto 4.
6. A partir de los resultados del punto 2 y del punto 5 se arma un mensaje JSON de respuesta con las valoraciones promedio y las valoraciones probables para los contenidos no valorados.
7. Se envían las valoraciones promedio segmentadas por temáticas o programas al cliente móvil, presentadas en pantalla en forma de una folcsonomía.

VIII. RESULTADOS

El sistema de recomendaciones propuesto, es accedido como servicio web desde el cliente de TV Móvil JavaME implementado usando el estilo arquitectónico REST-JSON. Este servicio es desplegado al igual que los otros servicios interactivos del proyecto ST-CAV, en el servidor web Python libre webpy. La información usada por cada uno de los servicios es almacenada en la base de datos del proyecto, la cual está implementada sobre el gestor de base de datos MySQLV5.1. El gestor de bases de datos y el servidor web corren sobre el sistema operativo Ubuntu Linux 11.10.

Cada servicio web accedido desde los diferentes clientes de televisión (televisión móvil, televisión digital, IPTV), es visto como un método que implementa un procedimiento y genera una respuesta en formato JSON. En el caso del recomendador, este mensaje es enviado al cliente móvil JavaME para que lo decodifique y presente en forma de una folcsonomía. El mensaje JSON está formado por un conjunto de arreglos que contiene 4 parejas nombre-valor: el identificador del programa, el valor de la probabilidad obtenida a partir del clasificador de Naive Bayes, la posible valoración del programa y el nombre del programa.

El listado de recomendaciones en el cliente móvil tuvo en cuenta el concepto de folcsonomía de la Web 2.0, en la cual los conceptos más relevantes son presentados con mayor tamaño de fuente. Dado que en Java ME solo

existen 3 tipos de tamaño de fuente, se optó por encerrar el concepto en recuadros de colores proporcionales en tamaño a la importancia de la votación obtenida para cada contenido. De igual manera se presenta otra visión de una Folcsonomía en términos de un diagrama de torta, ver Figura 3. A continuación se presentan las pruebas realizadas sobre el cliente de televisión móvil.



Fig. 3. Cliente de TV Móvil.

A. Evaluación cliente de TV móvil

Sobre el cliente Móvil de TDi se realizaron 3 tipos de evaluaciones: el tiempo de establecimiento de conexión con el servidor de recursos, el tiempo de procesamiento de un mensaje JSON y el tiempo de generación de la folcsonomía. Para estas evaluaciones se usó la herramienta de emulación Java ME MicroEmulator [38], y del kit de herramientas de emulación de Sony Ericsson. Estas herramientas permiten emular la memoria de un dispositivo móvil con configuración CLDC 1.1 y Perfil MIDP 2.0, así como visualizar un log de mensajes donde se pueden apreciar los tiempos de conexión y procesamiento obtenidos con la sentencia: `system.currentTimeMillis()` de la plataforma móvil Java ME.

En la Figura 4 se presenta el tiempo empleado en establecer 50 conexiones secuenciales con el servidor de recursos mediante la librería Rest Client [39]. Se puede observar que aunque existen ciertos picos esporádicos de tiempo, la mayoría de las conexiones emplean un tiempo por debajo de los 0,05 segundos.

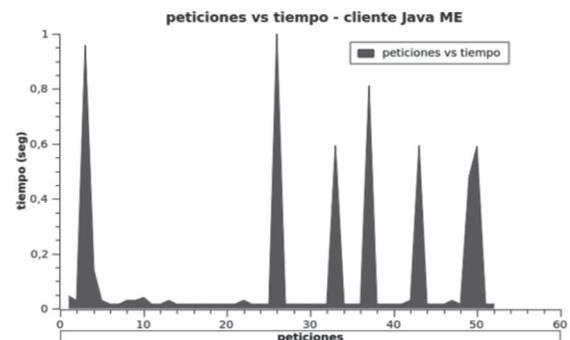


Fig. 4. Peticiones vs Tiempo – Cliente Java ME.

En la Figura 5 se muestran los tiempos empleados por el cliente móvil para decodificar un mensaje JSON de 20 eslabones, tras realizar 50 conexiones secuenciales con el servidor. Se puede observar que la mayoría de las conexiones emplean un tiempo de alrededor de 30 milisegundos.

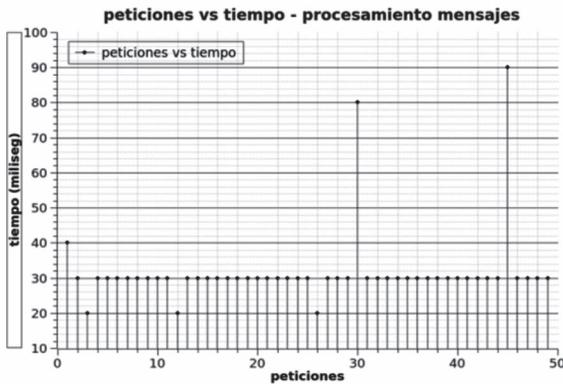


Fig. 5. Peticiones vs Tiempo – Procesamiento Mensajes

Finalmente en el caso del recomendador de contenidos, en la Figura 6 se presentan los tiempos empleados por el cliente móvil en generar y se presentar una folcsonomía en la pantalla del dispositivo (a partir del listado de recomendaciones recibidas desde el servidor), tras realizar 50 conexiones secuenciales este servicio. Se observa que el tiempo de generación para cada conexión oscila entre 20 y 30 milisegundos.

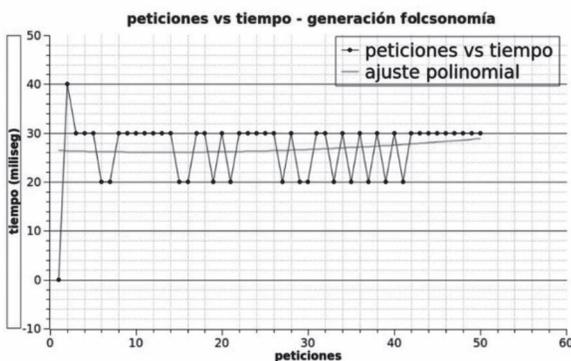


Fig. 6. Peticiones vs Tiempo – Generación Folcsonomía.

De acuerdo a las pruebas realizadas en este apartado, se puede observar que la suma de los tiempos de petición del servicio, los tiempos de procesamiento de los mensajes JSON y los tiempos de generación de la folcsonomía, en total no superan los 0.2 segundos, con lo cual se mejora el tiempo de acceso a los contenidos multimedia del estándar DVB-H.

IX. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El recomendador propuesto facilita y mejora el acceso a los contenidos multimedia, al presentar un conjunto de contenidos de interés, en un tiempo menor al empleado por el estándar DVB-H para el salto de un canal a otro, siendo una alternativa al barrido de canales, programas y contenidos multimedia.

Este trabajo presenta una propuesta de Folcsonomía en escenarios móviles, la cual permite desplegar un listado de contenidos de forma resumida y siguiendo las tendencias de la Web 2.0. Este estilo de presentación de recomendaciones puede ser aplicado en escenarios semejantes, de manera independiente al método de cálculo de las recomendaciones.

El presente trabajo describe un método para el cálculo de recomendaciones de contenidos multimedia en entornos comunitarios de TV Móvil, el cual puede ser adaptado a otro tipo de escenarios tecnológicos de aplicación.

El uso del formato liviano JSON para el intercambio de mensajes entre el cliente móvil de televisión y el servidor, contribuye en la mejora de los tiempos de acceso a las recomendaciones, permitiendo que el recomendador sea una alternativa al problema de salto de canal.

La arquitectura de TV Móvil presentada, permite la integración de servicios interactivos y servicios multimedia, siendo una alternativa al problema de interactividad bidireccional.

Como trabajo futuro, se pretende mejorar el sistema de recomendaciones propuesto, de tal forma que se tenga en cuenta información del contexto, desde 3 enfoques puntuales: usuario, red y dispositivo de acceso.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en la Universidad del Cauca –Colombia, y ha sido financiado parcialmente por el programa de Doctorados Nacionales de Colciencias (Convocatoria 528 de 2011), así como por la Alianza del Pacífico en su convocatoria de Movilidad de Investigadores 2013. De igual manera, este trabajo cuenta con el apoyo de los proyectos de investigación: UsabiliTV (financiado por Colciencias y el MEN. ID 1103 521 28462) y RedAUTI (financiado por CYTED. ID P511RT0184).

REFERENCIAS

- [1] P. Rost, R. Boutaba, K. Doppler, and A. Gumaste, "Recent Advances in Network Convergence," *Computer Networks*, vol. 55, pp. 1455-1458, 2011.
- [2] DVB-H, "Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)," ETSI, Informe de Implementación 2004.
- [3] DVB-H. DVB Mobile TV - DVB-H - DVB-SH - DVB-IPDC. [Online]. <http://www.dvb-h.org>
- [4] R. Fernandez. (2006) [Online]. <http://ficheros.molamiweb.com/webs/coyan/trabajo-DVB-texto.pdf>
- [5] T. Itagaki, J. Cosmas, and M. Haque, "An interactive digital television system designed for synchronised and scalable multi-media content over DVB and IP networks," in *Multimedia and Expo, 2004. ICME '04. 2004 IEEE International Conference, 2004*, pp. 2155-2158.
- [6] tecnologiahechapalabra.com. (2009) Apagón Analógico. [Online]. http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=4148
- [7] R. Schatz, N. Jordan, and S. Wagner, "Beyond Broadcast--A Hybrid Testbed for Mobile TV 2.0 Services," in *Networking, 2007. ICN '07. Sixth International Conference, 2007*, pp. 22-28.

- [8] C. Acevedo, G. Chanchí, and J., Arciniegas, "Surveying Mobile Television," *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, vol. III, no. 1, Abril 2011.
- [9] K. Pripuzic et al., "Building an IPTV VoD Recommender System: An Experience Report," in *ConTEL 2013-12th International Conference on*, 2013, pp. 155-162.
- [10] Roberto. Turrin and Paolo Cremonesi, "Recomender Systems for Interactive TV," in *Tutorial In Proceedings of euroITV 2010*, 2010.
- [11] H. Zhang and S. Sheng, "Personalized TV program recommendation based on TV-anytime metadata," in *In Consumer Electronics - (ISCE 2005)*, St. Louis Missouri – USA, 2005, pp. 242 - 246.
- [12] M. Dabrowski, J. Gromada, and H. Moustafa, "Context-Awareness for IPTV Services Personalization," in *In Ubiquitous Computing International Conference (IMIS 2012)*, 2012, pp. 37-44.
- [13] S. Song, H. Moustafa, and H. Afifi, "IPTV Services Personalization Through Context Aware Content Recommendation," *Multimedia, IEEE Transactions*, vol. 14, no. 6, pp. 1528-1537, Diciembre 2012.
- [14] C. Porcel, A.G. López-Herrera, and E. Herrera-Viedma, "A Recommender System for Research Resources based on Fuzzy Linguistic Modeling," *Expert Systems with*, pp. 5173-5183, 2009.
- [15] C. Porcel, J.M. Moreno, and E. Herrera-Viedma, "A multi-disciplinar recommender system to advice research resources in University Digital Libraries," *Expert Systems with Applications*, vol. 10, no. 12520-12528, 2010.
- [16] C. Porcel, A. Tejada-Lorente, M.A. Martínez, and E. Herrera-Viedma, "A hybrid recommender system for the selective dissemination of research resources in a technology transfer office," *Information Sciences*, pp. 1-19, 2012.
- [17] G Chanchí, W Campo, J. Amaya, and J. Arciniegas, "Esquema de servicios para Televisión Digital Interactiva, basados en el protocolo REST-JSON," in *Proceedings of the VI Congreso Ibero-americano de Telemática - CITA 2011*, Gramado, 2011.
- [18] G. Chanchí and J. Arciniegas, "Arquitectura para el soporte de servicios interactivos de TV Móvil, apoyada en sistemas de recomendaciones y búsqueda semántica," *Universidad del Cauca, Popayán, Tesis de Maestría en Ingeniería Telemática 2013*.
- [19] J. Amaya, F. Urbano, W. Campo, and J. Arciniegas, "Infraestructura Tecnológica para un laboratorio experimental de Televisión Digital Interactiva," in *Congreso Colombiano de Computación, Popayán-Colombia*, 2008.
- [20] Proyecto ST-CAV Universidad del Cauca. (2011) Proyecto ST-CAV: Servicios de T-Learning para el soporte de Comunidades Académicas Virtuales. [Online]. <http://www.unicauca.edu.co/STCAV/>
- [21] G. Chanchí, W. Campo, and J. Arciniegas, "Directrices para el soporte de Comunidades Académicas Virtuales en TDi," in *VI Congreso Internacional de Telecomunicaciones – CITTEL, La Habana-Cuba*, 2010.
- [22] Prem Melville, Raymond J. Mooney, and Ramadass Nagarajan, "Content-Boosted Collaborative Filtering for Improved Recommendations," *Universidad de Texas*, 2002.
- [23] H. Park, J. Yoo, and S. Cho, "A Context-Aware Music Recommendation System Using Fuzzy Bayesian Networks with Utility Theory," in *Proceedings of the Third international conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, Berlín, 2006, pp. 970-979.
- [24] D. Jannach, M. Zanker, A. Felfernig, and G. Friedrich, *Recommender Systems: An Introduction*. New York, USA: Cambridge University Press, 2010.
- [25] C. Damme, M. Hepp, and K. Sioapaes, "FolksOntology: An Integrated Approach for Turning Falsonomies into Ontologies," in *Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007)*, 2007, pp. 55-70.
- [26] Tim O'Reilly. (2005) What is web 2.0: design patterns and business models for the next generation of software. [Online]. <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>
- [27] Macarena Blando. (2003) Comunidades Académicas Virtuales: Compartir para mejorar. [Online]. www.te.ipn.mx/comunidadesvirtuales/
- [28] S. Tyagi. (2006, Agosto) Oracle - RESTful Web Services. [Online]. <http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-137171.html>
- [29] json.org. Introducción a JSON. [Online]. <http://json.org/json-es.html>
- [30] N. Nurseitov, M. Paulson, R. Reynolds, and C. Izurieta, "Comparison of JSON and XML Data Interchange Formats: A Case Study," in *International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering*, San Francisco, 2009.
- [31] Alexander Felfernig and Gerhard Friedrich, "Recommender System," *University of Klagenfurt Lars Schmidt-Thieme*, 2007.
- [32] Markus Zanker, Dietmar Jannach, and Sergiu Gordea, "Comparing Recommendation Strategies in a Commercial Context," *University Klagenfurt*, 2007.
- [33] C. Malagón. (2003, Mayo) Calsificadores Bayesianos. El algoritmo Naive Bayes. [Online]. http://www.nebrija.es/~cmalagon/inco/Apuntes/bayesian_learning.pdf
- [34] M. Ghazanfar and A. Prugel-Bennett, "An Improved Switching Hybrid Recommender System Using Naive Bayes Classifier and Collaborative Filtering," in *In the 2010 IAENG International Conference on Data Mining and Applications*, Hong Kong, 2010, pp. 17-19.
- [35] sourceforge.net. DVB Tools. [Online]. <http://sourceforge.net/projects/dvbtools/>
- [36] sourceforge.net. dvbsnoop. [Online]. <http://dvbsnoop.sourceforge.net>
- [37] videolan.org. VLC. [Online]. <http://www.videolan.org/vlc/>
- [38] microemu.org. MicroEmulator. [Online]. <http://www.microemu.org/>
- [39] C. Hartmann. (2008) RestClient library. [Online]. <http://www.acidum.de/2008/12/29/j2me-rest-client>



Gabriel Elías Chanchí Golondrino nació en Popayán, Cauca, Colombia, el 4 de Febrero de 1984. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Magister en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca. Candidato a Doctor en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca.

Ha trabajado como docente universitario en cursos de Programación, Estructuras de Datos, Desarrollo de aplicaciones móviles y desarrollo de aplicaciones web.

Entre sus campos de interés se encuentran los sistemas de recomendaciones, los sistemas adaptativos y el desarrollo de servicios interactivos en escenarios de televisión digital.



José Luis Arciniegas Herrera. Ha recibido los títulos de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Especialista en Redes y Servicios Telemáticos de la Universidad del Cauca; y Doctor en Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Se desempeña como docente adscrito al Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca.

Entre sus campos de interés están el Desarrollo del Software Evolutivo, Arquitectura del Software, Sistemas de Tiempo Real y la Televisión Digital Interactiva. El Ingeniero Arciniegas forma parte del Grupo GIT de la Universidad del Cauca donde ha liderado varios proyectos de televisión Digital interactiva, EDiTV, MT2TDi y ST_CAV.



Wilmar Yesid Campo Muñoz nació en Popayán, Cauca, Colombia, el 6 de mayo de 1975. Ha recibido los títulos de Doctor en Ingeniería Telemática, Magister en Ingeniería, Área Telemática e Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Ha Ejercido profesionalmente como investigador en diferentes proyectos en el ITEC Telecom, en la Universidad del Cauca y en la Universidad del Quindío donde se encuentra actualmente vinculado como docente de planta.

El Ingeniero Campo forma parte del grupo GITUQ de la Universidad del Quindío. Entre sus campos de interés se encuentran: IPTV, sistemas de teletráfico, redes de telecomunicaciones avanzadas y televisión digital Interactiva y la Telemedicina.