

## ENTORNO DE PRUEBAS PARA SERVICIOS INTERACTIVOS DE TELEVISIÓN MÓVIL BASADA EN EL ESTÁNDAR DVB-H

### TEST ENVIRONMENT FOR INTERACTIVE MOBILE TV SERVICES BASED ON DVB-H

**Ing. Gabriel Chanchí  
Golondrino**

*Universidad del Cauca, Colombia  
Grupo de Ingeniería Telemática  
gabrielc@unicauca.edu.co*

**Ph.D. José Arciniegas  
Herrera**

*Universidad del Cauca, Colombia  
Grupo de Ingeniería Telemática  
jlarci@unicauca.edu.co*

**Ph.D. Enrique Herrera Viedma**

*Universidad de Granada, España  
Grupo SCI2S  
viedma@decsai.ugr.es*

(Artículo de **Investigación científica y tecnológica**. Recibido el 02-/10/2011. Aprobado el 19/12/2011)

**Resumen.** La televisión móvil basada en el estándar DVB-H no ha tenido una aceptación semejante a la de la televisión convencional, lo anterior debido a dificultades propias del estándar y a características de despliegue del servicio. Las problemáticas de la televisión móvil se resumen en: necesidad de una red bidireccional alterna o canal de retorno para el consumo de servicios, el tiempo de salto de un canal a otro, el bajo tiempo promedio de uso diario de la televisión móvil, los pocos dispositivos que soportan el estándar y la no existencia de un *middleware* para el desarrollo de aplicaciones interactivas de televisión móvil. El presente artículo plantea un entorno de despliegue y pruebas para servicios interactivos de televisión móvil, que busca responder a los anteriores problemas. El entorno propuesto tiene en cuenta aspectos como la convergencia de servicios en redes WLAN, el uso de economías para recomendación de contenidos y la red celular como canal de retorno o canal de consumo de servicios.

**Palabras clave:** Canal de retorno; DVB-H; Servicios interactivos; Televisión móvil.

**Abstract.** Mobile TV based on DVB-H has not had an acceptance similar to the conventional television, above due to difficulties of the standard and the characteristics of service deployment. The problems of mobile TV are summarized in: the need to have a return channel for the consumption of services, the time to switch from one channel to another, the few devices that support the standard and the absence of a middleware for the development of Mobile TV interactive applications. This paper presents a testing and deployment environment for interactive mobile TV services, which wants to respond to the above problems. The proposed environment takes into account aspects such as: the convergence of services on WLANs, the use of economies for content recommendation and the cellular network as a return channel or channel service consumption.

**Keywords.** Return Channel, DVB-H, Interactive Services, Mobile Television.

## 1. INTRODUCCIÓN

La amplia difusión de servicios para dispositivos móviles, tales como mensajería, aplicaciones multimedia, juegos, correo electrónico, conectividad inalámbrica, servicios de telecomunicaciones, acceso a redes sociales y otros servicios de internet, ha tenido un éxito considerable en el mercado de las comunicaciones móviles, lo que incrementa la masificación en el uso de estos dispositivos. Es preciso destacar que el hecho de acceder a diversos servicios de internet desde un dispositivo móvil, ha sido impulsado por el crecimiento de internet móvil y la variedad de planes ofrecidos por los operadores móviles. Un dispositivo móvil se concibe como una caja mágica en torno a la que convergen redes y servicios (redes de televisión, sistemas de radio, sistemas de posicionamiento, red celular, redes inalámbricas de área local y servicios de internet), que pueden ser combinados e integrados en distintos escenarios de aplicación y aprovechar las ventajas de la internet móvil.

Dentro de las redes y servicios de telecomunicaciones que convergen en torno a un dispositivo móvil, se destaca el servicio de televisión móvil, que se encuentra ampliamente difundido en Europa a través del estándar DVB-H (Digital Video *Broadcasting Handheld*), derivado del estándar de televisión digital DVB (Digital Video *Broadcasting*), seleccionado por la Comisión Nacional de Televisión en agosto de 2008, como el estándar de televisión digital [1]. El estudio de este estándar es importante para preparar el camino a futuros pilotos de televisión móvil tras el apagón analógico en el país [13].

La televisión móvil ha sido considerada la *killer application* del futuro, por las numerosas oportunidades y ganancias que ha generado en los países europeos, durante los últimos años [2]; sin embargo, a pesar del modelo de negocio exitoso, este servicio no cuenta aún con características similares a las ofrecidas por la televisión convencional en cuanto a facilidad de uso, respuesta rápida a los eventos, tiempo de acceso al contenido, estabilidad en la señal y facilidad de uso. De igual forma, es necesario destacar que al igual que otros estándares de televisión móvil, el estándar DVB-H no provee interactividad bidireccional [14], lo que se convierte en una limitación para vincular aplicaciones o servicios en entornos de televisión, ya que éstos obedecen al modelo petición respuesta. Así mismo, es importante resaltar que, a diferencia de la televisión digital basada en el estándar DVB, donde existe un *middleware* para el desarrollo y despliegue de aplicaciones interactivas, conocido como

MHP (Multimedia Home Platform) [18]. En televisión móvil no existe un *middleware* estándar para el despliegue de aplicaciones interactivas, puesto que cada uno de los proveedores de dispositivos apuesta por *middlewares* propietarios.

Estos aspectos se consideran un problema visible en el ámbito de la televisión móvil, que influye en el despliegue del servicio y en su aceptación por parte de los televidentes. Así, surge la necesidad de un entorno de pruebas y despliegue de servicios interactivos de televisión móvil, en el que se permita la vinculación de servicios que mejoren la experiencia usuario y contrarresten los problemas propios del estándar para aprovechar el marco de la convergencia de redes y servicios en un dispositivo móvil.

Este entorno de pruebas para servicios interactivos surge como respuesta a los problemas planteados anteriormente con las siguientes características: fácil acceso al contenido multimedia a través de un sistema de recomendaciones, vinculación de servicios remotos de apoyo al contenido mediante protocolos livianos y extensibles (REST-JSON), interactividad bidireccional mediante un canal de retorno y acceso a los servicios multimedia e interactivos a partir de un *middleware* abierto. Así, el aporte del presente artículo es la creación de un entorno para el despliegue de contenidos multimedia y servicios interactivos de televisión móvil, soportado sobre una arquitectura base de transmisión de contenidos de televisión [2] [6]. En cuanto al acceso a los contenidos multimedia se agrega una pasarela para la conversión de flujos DVB-H a flujos de *streaming* RTSP (Real Time Streaming Protocol), que solventa el problema de la no existencia de un *middleware* para las aplicaciones móviles. Sobre el acceso a servicios interactivos, se vincula un esquema flexible de televisión móvil, que se fundamenta en el protocolo REST-JSON. Esto facilita el despliegue de servicios en escenarios de televisión, así como la eficiencia en el consumo de servicios interactivos (Protocolos livianos).

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio experimental de televisión digital de la Universidad del Cauca [3], y se encuentra enmarcado dentro del proyecto de investigación ST-CAV (Servicios de T-Learning para el soporte de comunidades académicas virtuales)[4], cuyo objetivo principal es brindar soporte a CAV (Comunidades Académicas Virtuales) en diversos escenarios de televisión, como televisión digital terrestre basada en el estándar DVB (Digital Video *Broadcasting*) y televisión móvil e IPTV.

La estructura de este artículo está definida de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los problemas que motivaron el estudio y la definición de la arquitectura, a partir de algunas experiencias hechas en televisión móvil. En la sección 3 se muestra la arquitectura para la implementación del entorno de pruebas. En la sección 4 se presenta el prototipo de pruebas para servicios de televisión móvil. En la sección 5 se muestra el análisis de los resultados del entorno de pruebas y, por último, en la sección 6, se hacen las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. CONCEPTOS DE TELEVISIÓN DIGITAL

La televisión móvil es definida como la transmisión de contenido audiovisual a dispositivos portátiles [15], de manera independiente al estándar de televisión usado [14] y dispositivo portátil como aquel que cuenta con características de movilidad. Con esta última ventaja y la potencial convergencia de servicios en un dispositivo, la televisión móvil ha sido considerada un modelo prometedor. Sin embargo, su evolución y despliegue dependen de los acuerdos entre los actores de la cadena de televisión: proveedores de contenidos, operadores móviles, proveedores del servicio de televisión y fabricantes de dispositivos. Dentro del ámbito móvil el estándar más difundido para televisión es DVB-H (Digital Video *Broadcasting* *Handheld*), el cual deriva del estándar para televisión digital DVB (Digital Video Broadcast) y ha tenido acogida en la mayoría de países europeos, gracias al apoyo de los fabricantes de dispositivos, operadores de telefonía y operadores de televisión [2].

El estándar DVB-H permite el despliegue de televisión móvil a través de un proveedor de contenidos, una red de transporte o red de difusión y un cliente móvil con el soporte del estándar [2]; sin embargo, a la hora de hablar de despliegue de aplicaciones o servicios adicionales al contenido, el estándar de televisión móvil, no facilita el manejo de interactividad bidireccional, que es un aspecto fundamental para el consumo de servicios o aplicaciones basados en el modelo petición respuesta.

Si se tienen en cuenta el modelo exitoso de internet y los servicios ofrecidos por la denominada Web 2.0: *chat*, foros, *wikis*, *blogs*, la televisión móvil pretende evolucionar a una tendencia conocida como televisión móvil 2.0 [2], que plantea un modelo de *full* interactividad y acceso, en el que existen múltiples servicios vinculados a los contenidos de televisión móvil;

que, a su vez, pueden ser accedidos desde múltiples redes, en caso de no existir cobertura DVB-H (WLAN, PAN), y brindar la capacidad de participar de manera activa para enriquecer el contenido televisivo, al estilo de la Web 2.0.

El modelo de televisión móvil 2.0, plantea la necesidad de agregar un canal bidireccional o canal de retorno por medio del cual sea posible realizar el consumo de los servicios; si se tiene en cuenta que el estándar de televisión móvil DVB-H sólo permite un modo de interacción básica provista por el canal de difusión (interactividad local) y un conjunto reducido de servicios, entre los que se destaca el de guía interactiva o guía de programación electrónica (EPG). El canal de retorno propuesto en este modelo es el de la red celular (GPRS-EDGE en el caso colombiano), y está presente en el móvil y no requiere inversión adicional en cuanto a infraestructura, puesto que aprovecha la convergencia de redes en el dispositivo.

Según estudios de usabilidad y evaluación del estándar DVB-H, referidos a continuación, los problemas principales de la televisión móvil se resumen de la siguiente manera: la televisión móvil basada el estándar DVB-H provee sólo interactividad local (no bidireccional) [2]; de acuerdo con la revisión del estado del arte no existe un *middleware* estándar para el *desarrollo* de aplicaciones interactivas de televisión móvil basadas en el estándar DVB-H, sólo existe un conjunto de aplicaciones cerradas, propias de los fabricantes de dispositivos móviles, a diferencia de TV digital soportada en DVB, en la que existe el estándar MHP. Según estadísticas presentadas en [5], el uso promedio del servicio de televisión móvil por día es alrededor de 10 minutos, tiempo empleado en cambiar de un canal a otro, más conocido como *zapping*, es aproximadamente de 2 a 2.5 segundos [14][5]; el acceso al contenido multimedia a través de una guía interactiva es tediosa si se considera que se emplea gran parte del tiempo promedio de uso del dispositivo, en la búsqueda de un contenido o canal en un espacio reducido de pantalla [5]; la televisión móvil no brinda una experiencia sencilla como la televisión convencional, en cuanto al manejo de controles simples en una pantalla reducida [5]; el tamaño de la pantalla del dispositivo es pequeña; por ello es necesario distribuir servicios y contenidos de una manera estratégica [2]; la señal de televisión es inestable en regiones con relieve escabroso[5]. Las anteriores falencias tecnológicas han impedido que la televisión móvil sea totalmente un servicio de am-

plia difusión, aceptación y éxito entre los televidentes, como lo es la televisión convencional [5].

De estas argumentaciones, se infiere que es necesario modificar el modelo o adaptar las arquitecturas tradicionales de televisión móvil. Es primordial plantear una arquitectura que da respuesta a algunos de los anteriores problemas de la televisión móvil. Con el presente trabajo se busca contribuir en la solución del problema, en cada uno de los siguientes aspectos:

Garantizar *full* interactividad y convergencia de servicios adicionales. (*Chat*, votación, foros, información de apoyo al contenido) mediante un canal de retorno, que se representa por la red celular o por una red inalámbrica de área local (WLAN).

Facilitar el acceso a los contenidos multimedia para mejorar la forma en la que se hace el salto de un canal a otro (*zapping*). Lo anterior, mediante el uso de un sistema de recomendaciones de contenidos en la interfaz del sistema de televisión móvil, tal como el que se propone en [6]. Los sistemas de recomendaciones se definen como herramientas encargadas de identificar los gustos, necesidades y preferencias de un usuario, de manera que guían de forma personalizada el proceso de escogencia de un ítem u objeto a partir de muchas opciones [19], [20], [21], [22], [23] y [24]. Así, el objetivo del sistema de recomendaciones es presentar un conjunto de contenidos del historial del televidente y evitar el uso del salto de canal.

Suprimir la guía interactiva y promover la premisa Un clic para ver de la televisión convencional. Este aspecto, al igual que el anterior, se busca mejorar con el uso del sistema de recomendaciones, que, al ingresar a la plataforma, proponga en un conjunto de canales o contenidos de acuerdo con el historial del televidente [6].

Es menester destacar que uno de los aspectos fundamentales de estas características es dotar a la arquitectura base de televisión móvil de un esquema para acceder a servicios de soporte y de recomendación de contenidos y tener en cuenta las características de sincronización y las capacidades de procesamiento de un dispositivo móvil, puesto que el esquema de servicios desarrollado en el proyecto ST-CAV y planteado en [16], en el que se propone el uso del protocolo para servicios Web REST y el formato de intercambio de mensajes JSON. REST plantea una arquitectura cliente-servidor en la que

un servicio es visto como un recurso y es identificado a través de una URL, mediante la que se accede con métodos HTTP: GET y PUT. En el acceso a los recursos se intercambian mensajes en formato simple. El formato más difundido es JSON debido a su sencillez, facilidad de procesamiento y amplio uso en redes sociales.

### 3. ARQUITECTURA TELEVISIÓN MÓVIL

La arquitectura presentada en la Fig.1, es una adaptación y mejora de las arquitecturas base de televisión móvil 2.0 propuestas en [2], [17], [6], a partir de las cuales se han agregado algunas modificaciones en cuanto a: vinculación de un sistema de recomendaciones colaborativo basado en falcsonomías; acceso flexible a servicios interactivos de televisión móvil, a través del protocolo de servicios web REST-JSON e inclusión de una pasarela para la conversión de flujos multimedia DVB-H a flujos de *streaming* RTSP.

Esta arquitectura ha tenido en cuenta las ideas propuestas en la sección anterior, como alternativa para los problemas de la televisión móvil, con el fin de mejorar la experiencia de usuario y el modelo de despliegue de servicios interactivos. En lo que respecta a la infraestructura, el presente trabajo considera la infraestructura propuesta en [2], así como la arquitectura para el despliegue de servicios interactivos de televisión digital *desarrollada* en Laboratorio experimental de televisión digital interactiva de la Universidad del Cauca [3], que cuenta con el soporte para transmisión de televisión digital terrestre y cableada. Gracias a la compatibilidad del estándar DVB-H con el estándar DVB, para la transmisión de contenidos multimedia, basta con adaptar el formato de los flujos de transporte generados por el Servidor de Playout usado en el laboratorio (Opencaster [8], [3]).

En la Fig.1, se presentan los componentes de la Arquitectura base para el entorno de pruebas. Cabe resaltar que la trasmisión del contenido multimedia de televisión se hace a través del canal de difusión o canal de *broadcast*, mediante el estándar DVB-H, mientras que el consumo de los servicios interactivos se realiza a través del canal de retorno. En este caso, como un dispositivo móvil puede acceder a internet por medio de la red celular o a través de la red inalámbrica WLAN, éstas se convierten en la mejor opción para servir como canal de retorno. El consu-

mo de servicios por red celular se hace con el protocolo REST (Representational State Transfer), que es una implementación de Servicios web y garantiza el consumo eficiente de datos, comparado con el protocolo SOAP (Simple Object Access Protocol).

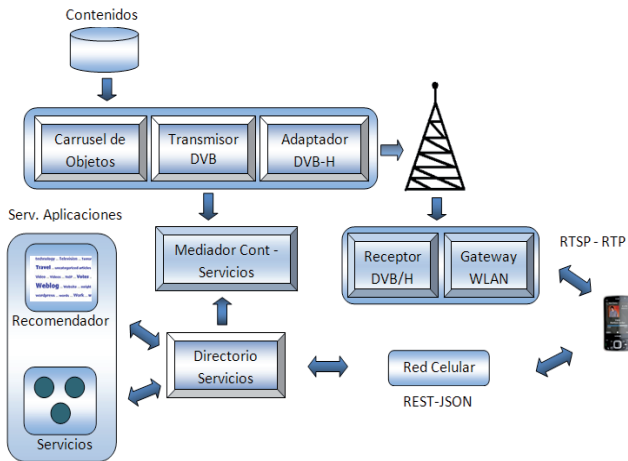


Fig. 1. Arquitectura de televisión móvil

Como no existe un *middleware* abierto y estándar para las aplicaciones interactivas de televisión móvil, esta arquitectura provee una Gateway WLAN encargada de recibir los contenidos DVB o DVB-H y redireccionarlos con el protocolo de IPTV: RSTP (Real Time Streaming Protocol), al que se accede desde una red inalámbrica WLAN o una red LAN con plan de datos en el dispositivo móvil. La Gateway WLAN hace uso de las herramientas para recepción y procesamiento de flujos DVB: DVB Tools (<http://sourceforge.net/projects/dvbtools/>) y dvbsnoop (<http://dvbsnoop.sourceforge.net/>), así como también de la herramienta de reproducción y emisión libre VLC (<http://www.videolan.org/vlc/>) para redireccionar el contenido multimedia con el protocolo RTSP.

Además, esta arquitectura provee un módulo de recomendaciones que se encarga de proponer contenidos al televidente de acuerdo con su historial y valoración o calificación dada a los contenidos visualizados. A continuación se describen los componentes de la arquitectura.

### 3.1 Directorio de servicios

Contiene un catálogo con los servicios que se han de desplegar en conjunto con el contenido multimedia o de difusión. Estos servicios son indexados al directorio y pueden ser ofrecidos por diversos proveedores

de servicios (servidores de aplicaciones) en internet o en la red local y permiten características de integración y composición. Los servicios indexados son de 2 tipos: asociados o no al contenido; en el primer caso, son desplegados en un determinado momento dentro de un programa de televisión, mientras que en el segundo caso son independientes al contenido y están disponibles durante todo el programa. Se considera el marco del proyecto ST-CAV y los servicios no asociados pueden ser tomados de la Web 2.0: *chat*, notificaciones, foros, *wikis* y dentro de los asociados están: *test*, encuestas, votaciones e información de refuerzo al contenido multimedia (biografías, conceptos). El directorio de servicios es invocado desde el cliente móvil a través de red celular con el protocolo de Servicios web: REST, mediante el formato JSON (Javascript Object Notation) [11].

### 3.2 Servidor de aplicaciones

Contiene los servicios de los proveedores dispersos a través de internet, agregados de manera individual u orquestada al Directorio de servicios. Este servidor contiene los soportes para televisión móvil y el de recomendación de contenidos, implementados de acuerdo con la arquitectura del protocolo de servicios web REST.

### 3.3 Recomendador de contenidos

Este módulo se encarga de recomendar contenidos multimedia de acuerdo con el historial de navegación y valoración de los contenidos visualizados del televidente. Para ello hace uso de un algoritmo colaborativo [12] y [24], que tiene en cuenta las valoraciones de los televidentes con gustos parecidos al televidente en cuestión. Los contenidos son presentados en la pantalla del dispositivo mediante una falsonomía, tal como se muestra en [25], y que se define como una clasificación colaborativa por medio de etiquetas simples en un espacio de nombres llano, sin jerarquías ni relaciones de parentesco predefinidas, también es conocida como nube de conceptos, en la que los conceptos de mayor relevancia son presentados con más profundidad o más tamaño de fuente [26]. Esta falsonomía es accedida a través del Directorio de servicios con el protocolo REST y es presentada en pantalla en una de las pestañas del cliente móvil, de tal forma que cada vez que el televidente navegue por esta pestaña se genere una petición de recomendación de contenidos.

### 3.4 Carrusel de objetos multimedia

Es el módulo sobre el cual viajan los contenidos multimedia adecuados para el formato de televisión móvil, se obtienen en el repositorio multimedia del proveedor de contenidos; de igual manera, este carrusel transporta la guía interactiva de televisión, opera de manera transparente al usuario final, debido a condiciones de usabilidad expresadas en secciones anteriores [3]. La guía interactiva en la presente arquitectura cumple un propósito que es llevar un registro de los contenidos y servicios que están asociados o vinculados en un programa de televisión; el registro de esta información lo realiza el Mediador de contenidos y servicios mediante entradas al documento XML en el que se basa la guía. Todo esto implica describir los momentos de interactividad (tiempos) dentro del programa de televisión. En el Laboratorio de televisión digital de la Universidad del Cauca este proceso lo lleva a cabo el Servidor de Payout, que se implementó mediante el software libre Opencaster.

### 3.5 Transmisor DVB

En este módulo se prepara la transmisión del contenido empaquetado en el Carrusel de objetos multimedia (contenido y guía interactiva), se dota el contenido de las características de modulación exigidas por el estándar de televisión digital: DVB. Cuando las aplicaciones son asociadas con el contenido se envían por este mismo medio. Estas aplicaciones sirven para complementar el contenido multimedia con conceptos o datos alusivos al programa transmitido.

### 3.6 Adaptador DVB-H

Este módulo es de suma importancia puesto que se encarga de adaptar los flujos de transmisión DVB a DVB-H, teniendo en cuenta los formatos, tablas y características de transmisión propias de los estándares; es así como el contenido queda listo para ser transmitido de acuerdo con el estándar DVB-H. Gracias a este módulo es posible que en un mismo escenario coexistan el entorno de televisión digital y televisión móvil, recomendación propuesta por la tendencia Mobile TV 2.0 para que el modelo de televisión móvil tenga mayor aceptación.

### 3.7 Mediador de contenidos y servicios

Este bloque es sustancial porque, cuando se dota el sistema de televisión móvil de interactividad bidirec-

cional por medio de un canal de retorno (red celular), se hace necesario sincronizar esta última con la red de televisión DVB-H. Esta sincronización consiste en vincular servicios y contenidos a través de la guía interactiva (documento XML), de tal manera que cada contenido tenga disponibles unos servicios dentro del programa de televisión. Gracias a esta información almacenada en la guía, el dispositivo móvil obtiene la información de sincronización; para ello debe contar con las librerías necesarias para procesar documentos XML.

### 3.8 Repositorio de contenidos

Dentro del repositorio de contenidos se almacena información multimedia generada por los proveedores de contenido; estos contenidos se encuentran en los formatos MPEG-2 y MPEG-4 para resoluciones 320x240 y 128x128, adecuados para la transmisión en entornos de televisión móvil.

### 3.9 Receptor DVB/H – Gateway WLAN

Estos dos módulos se alojan dentro de un solo equipo intermedio cuya función es recibir el contenido DVB o DVB-H y redireccionarlo vía *streaming con el protocolo RTSP (protocolo de streaming)*. Es preciso recordar que la arquitectura propuesta transmite contenidos multimedia con el uso de los dos estándares: DVB y DVB-H. Las diferencias básicas son las características de corrección de errores que provee el estándar DVB-H, así como la posibilidad de evitar la transcodificación.

### 3.10 Dispositivo móvil

El dispositivo móvil es el encargado de presentar en pantalla los contenidos sugeridos por el recomendador a través de una falcsonomía; tal como se mencionó anteriormente, estos contenidos son presentados en forma de pestañas al estilo de un navegador de internet, ver Fig. 4. Adicionalmente, dentro de la interfaz del cliente móvil se muestran los servicios agregados al contenido multimedia, asociados o no al contenido; los servicios asociados al contenido hacen parte del programa de televisión, mientras que los servicios no asociados se ubican en una región de pantalla en la que no interfieran con el despliegue del contenido. El móvil se encarga de hacer sincronización a partir de la información consignada en la guía interactiva; para ello se hace uso de las librerías para procesar el documento XML de la guía. De igual

forma, para el consumo de los servicios en el móvil, se utilizan las librerías que realizan las siguientes funciones: hacer las peticiones HTTP REST, decodificar los mensajes JSON, realizar las peticiones RTSP a la Gateway WLAN y acceder a la red WLAN. Si se considera que no existe un *middleware* estándar abierto para aplicaciones interactivas de televisión móvil, es posible usar una implementación en cualquier plataforma que cumpla con las condiciones anteriores (Android, Java ME, Symbian, PYS60). Dentro del proyecto ST-CAV se efectuaron 2 implementaciones para acceder a los servicios de televisión móvil: una implementación basada en PYS60 (versión Python para dispositivos Nokia de la serie 60 - <http://www.pys60.org>) para consumir servicios REST-JSON y un Cliente móvil Java ME para acceder a los servicios REST-JSON y al contenido multimedia de la Gateway WLAN.

#### 4. PROTOTIPO DE PRUEBAS O EXPERIMENTACIÓN

El entorno de pruebas que se muestra en la Fig. 2, corresponde a la implementación de la arquitectura de televisión móvil en la parte de transmisión o difusión de contenido. Este entorno tiene en cuenta la ausencia de un *middleware* para televisión móvil, que se encarga de redireccionar, vía *streaming*, el contenido multimedia transmitido para seguir el estándar DVB/DVB-H; además de esto, el entorno de pruebas agrega servicios de soporte mediante el canal de retorno (red celular o red WLAN).

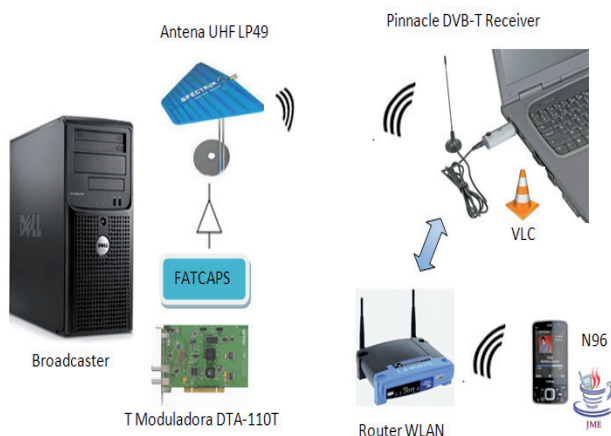


Fig. 2. Entorno de pruebas

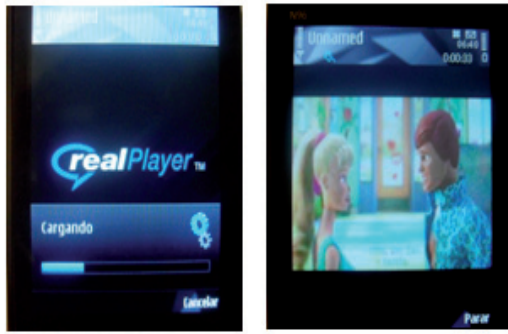
El entorno de pruebas está formado por un servidor *Broadcaster* y una Tarjeta Moduladora DTA-110T, encargados de generar y configurar los flujos de

transmisión DVB, que, a su vez, son adaptados al estándar DVB-H por el módulo Fatcaps propuesto en [2]. El flujo de Broadcast es difundido con una antena tipo UHF (LP49), luego, este flujo es recibido en un equipo intermedio o *Gateway* a través de una antena receptora DVB (Pinnacle DVB-T Receiver); el equipo cuenta con el sistema operativo Linux Mint 10 y las herramientas DVB Tools y dvbsnoop, encargadas de recibir, procesar y redireccionar el flujo *Broadcast* en forma de flujo de *streaming* con ayuda de la herramienta de reproducción y emisión VLC. El flujo de *streaming* es puesto a disposición en una dirección IP mediante una URL de tipo RTSP; el Cliente móvil accede al flujo de *streaming* a través de la red WLAN y reproduce el contenido recibido con el API multimedia de Java ME: MMAPi o a través del cliente de *streaming Real Player*, ver Fig. 3. Para acceder a los servicios de soporte, el dispositivo usa la red inalámbrica para consumir los servicios vía REST. La respuesta obtenida de los servicios es en formato JSON y el dispositivo móvil se encarga de procesar los mensajes JSON y presentarlos en forma de pestañas en la pantalla del dispositivo.

El contenido multimedia desde el *Broadcaster* se envía directamente con el estándar DVB, de tal forma que la *Gateway* WLAN lo reciba y redireccione; sin embargo, por hacer uso del estándar DVB-H se garantiza un mayor ahorro en la batería del dispositivo y un mejor control de errores.

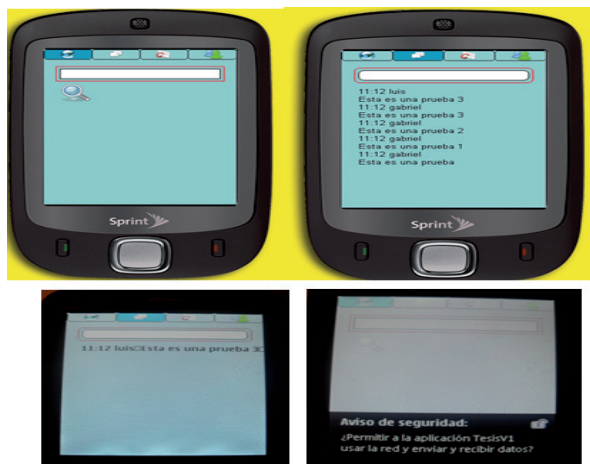
#### 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Si se tiene en cuenta que hay una ausencia de un *middleware* para las aplicaciones interactivas de televisión móvil, se creó un Cliente móvil Java Me para la recepción de contenidos multimedia y servicios de televisión, Ver Fig. 3 y Fig. 4; los contenidos multimedia son redireccionados desde la *Gateway* WLAN vía red inalámbrica a través del protocolo RTSP (Real Time Streaming Protocol), usado en IPTV, ver Fig. 3; por su parte, los servicios son consumidos con el uso del protocolo para servicios Web REST-JSON, ver Fig. 4. Para la recepción de contenidos y servicios, el dispositivo móvil debe contar con el soporte del protocolo RSTP, así como el soporte de conectividad WLAN y Java ME (CLDC 1.1 MIDP 2.0).



**Fig. 3. Acceso a contenidos multimedia**

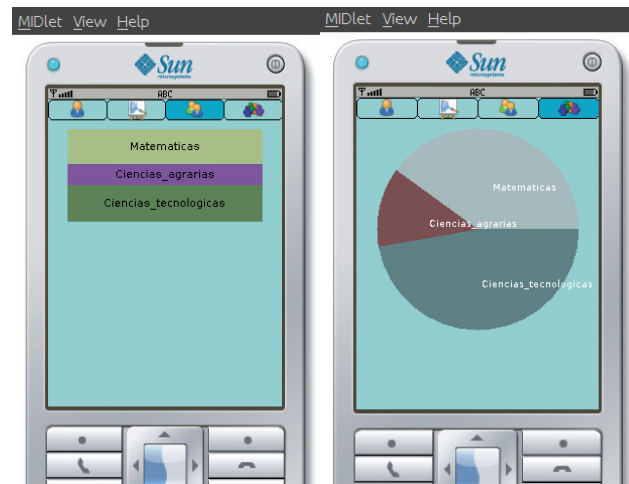
Los servicios desplegados en el entorno de televisión móvil corresponden a los del proyecto ST-CAV, tomados de la Web 2.0 y buscan apoyar la participación de los televidentes en las comunidades académicas virtuales en entornos de televisión, ver Fig. 4. Para el entorno de pruebas y el piloto móvil se tomaron los servicios de: micro-blog y acceso a correo electrónico Gmail. El primer servicio consta de un tablón de mensajes en el que los miembros de una comunidad expresan su opinión acerca del contenido multimedia que se está transmitiendo. Los mensajes tienen ciertas restricciones en el número de caracteres al estilo Twitter; de otra parte, el servicio de acceso al correo permite acceder a los encabezados y mensajes de correo no revisados de la cuenta de Gmail del televidente; los anteriores servicios son presentados en el Cliente móvil a través de un sistema de pestañas, ver Fig. 4, considerando la necesidad de optimizar el tamaño de la pantalla del dispositivo y siguiendo la tendencia de los navegadores de Internet.



**Fig. 4. Servicios REST-JSON**

En cuanto a los contenidos sugeridos por la plataforma, para facilitar el acceso, en otra de las pestañas

del Cliente móvil se presenta una falsonomía de conceptos o temáticas relacionadas con los contenidos que han visualizado televidentes semejantes al televidente en cuestión. Para ello se partió del concepto de falsonomía de la Web 2.0 o nube de etiquetas, en la que los conceptos de mayor relevancia o mayor popularidad, por parte de los usuarios, son presentados con mayor nivel de profundidad o de tamaño de fuente. Como en Java ME sólo existen tres tamaños para las fuentes, se optó por encerrar el concepto en recuadros de colores proporcionales en tamaño a la importancia de la votación obtenida desde el servicio, ver Fig. 5. De igual manera, se presenta otra visión de una falsonomía en términos de un diagrama de torta, donde cada contenido o temática de interés tiene un porcentaje en la gráfica, ver Fig. 5.



**Fig. 5. Falsonomía de contenidos o temáticas**

Los servicios de soporte: Micro-Blog, Acceso a correo y Recomendador han sido implementados en el Cliente móvil con el modelo de consumo de la arquitectura REST, basada en peticiones HTTP (GET y PUT) y procesamiento de mensajes JSON; las peticiones fueron desarrolladas en el Cliente móvil usando la librería para Java ME: Rest-Client (<http://www.acidum.de/2008/12/29/j2me-rest-client>). El procesamiento de los mensajes JSON se hizo mediante la librería org.json.me (<https://github.com/upiectec/org.json.me/>). Para el desarrollo de estos servicios en el lado del servidor, se hizo uso del entorno Netbeans 6.9.1 (<http://netbeans.org/community/releases/69/>) que cuenta con el soporte para la creación y despliegue de servicios web REST-JSON en Java y con el servidor de aplicaciones GlashFish V3; en el caso particular del servicio de acceso al correo se hizo uso



del API gmail4j (<http://code.google.com/p/gmail4j/>), el cual es compatible con el lenguaje JSON y permite obtener, por defecto, un conjunto de mensajes del correo de Gmail en este formato.

En la transmisión de contenidos multimedia se usaron los formatos MPEG-2 y MPEG-4 con resoluciones propias de televisión digital, se realizaron transcodificaciones en la *Gateway* WLAN; sin embargo, el contenido fue recibido de manera defectuosa e intermitente en el Cliente móvil, así que se enviaron contenidos multimedia en formatos MPEG-2 y MPEG-4 con resoluciones 320x240 y 128x128 y se hicieron procesos de transcodificación en el lado del transmisor, y se obtuvo una señal estable y de mejor calidad en el caso de la resolución 320x240, con un retraso menor a 0.5 segundos con respecto a la señal DVB-H original. Los contenidos multimedia redireccionados por la *Gateway* WLAN se recibieron en el Cliente móvil a través de la red WLAN con el API de Java ME: MMAPAPI y su implementación del protocolo RTSP.

## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El presente trabajo se evaluó en el marco del proyecto ST-CAV de la Universidad del Cauca, dentro del subproyecto de televisión móvil; sin embargo, este entorno de pruebas puede ser adaptado a otros escenarios como el de TDT (Televisión Digital Terrestre) o IPTV, debido a la flexibilidad del modelo de consumo de servicios basado en el protocolo REST-JSON.

El entorno de pruebas presentado en este artículo es un aporte para el estudio y experimentación de servicios interactivos de televisión móvil basada en el estándar DVB-H y se aporta un banco de pruebas para futuros pilotos de TV Móvil.

La arquitectura de despliegue presentada en la sección 3 es una alternativa para los problemas fundamentales de la televisión móvil; principalmente en dos aspectos: las limitaciones del estándar DVB-H en cuanto al manejo de interactividad bidireccional y el fácil y rápido acceso a los canales o contenidos multimedia, si se consideran las demoras en el salto de un canal a otro.

El presente trabajo plantea un avance con respecto a la arquitectura propuesta en [2], porque permite la vinculación flexible de servicios interactivos de televisión móvil mediante el uso del protocolo REST-JSON.

Dadas las limitaciones en sincronización y procesamiento en entornos móviles, el uso de protocolos sencillos para el consumo de servicios como REST-JSON, es una buena alternativa para hacer más eficiente el despliegue de servicios en televisión móvil.

El uso de un recomendador basado en conceptos y no en ontologías ahorra tiempos de procesamiento a la hora de sugerir contenidos a los televidentes, lo cual es un aspecto fundamental para aportar en la solución de los problemas de televisión móvil.

A modo de futuro trabajo se pretende hacer un buscador semántico de contenidos, de tal forma que la selección de contenidos sea una experiencia más personalizada. De igual forma, se pretende integrar estos servicios de búsqueda semántica y recomendación de contenidos en otros entornos de televisión como: TDT (Televisión Digital Terrestre) e IPTV.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en la Universidad del Cauca y en la Universidad de Granada-España y ha sido financiado por el Grupo Coimbra, en el marco del programa de apoyo a estancias de investigación para investigadores latinoamericanos. De igual manera, se ha financiado por el programa de apoyo a estudios de Doctorado de Colciencias, Convocatoria 528. Adicionalmente, ha sido parcialmente financiado por los proyectos GESTV, Cod. 1103 521 28387, financiado por Colciencias, Red temática en aplicaciones y usabilidad de la televisión digital interactiva-Redauti, financiado por Cyted y ST-CAV, Cod. 1103 489 25425, financiado por Colciencias y el SENA.

## REFERENCIAS

- [1] CNTV. Comisión Nacional de Televisión. Fecha de consulta: agosto de 2010. Disponible en: <http://www.cntv.org.co>.
- [2] Schatz, Raimund., Jordan, Norbert., Wagner, Siegfried. "Beyond Broadcast - A Hybrid Testbed for Mobile TV 2.0 Services".
- [3] Amaya, J., Urbano, F., Campo, W., Arciniegas, J. (2008, septiembre). "Infraestructura tecnológica para un laboratorio experimental de Televisión Digital Interactiva". Presentado en: Congreso Colombiano de Comunicaciones IEEE.
- [4] Proyecto ST-CAV. "Servicios de T-Learning para el soporte de Comunidades Académicas Virtuales". Disponible: [http://renata.edu.co/index.php/descargas/doc\\_details/116-servicios-](http://renata.edu.co/index.php/descargas/doc_details/116-servicios-)

- de-t-learning-para-el-soporte-de-una-comunidad-academica-virtual-st-cav.html.
- [5] Knoche, H., McCarthy, J. 2005. "Design requirements for mobile TV". In Proceedings of the 7th international Conference on Human Computer interaction with Mobile Devices & Services (Salzburg, Austria, September 19 - 22, 2005). MobileHCI '05, vol. 111. ACM, New York, NY, 69-76.
- [6] Bär, A., Berger, A., Egger, S., and Schatz, R. 2008. "A Lightweight Mobile TV Recommender". In Proceedings of the 6th European Conference on Changing Television Environments (Salzburg, Austria, July 03 - 04, 2008). M. Tscheligi, M. Obrist, and A. Lugmayr, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5066. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 143-147.
- [7] Butkus, A. Petersen, M. "Semantic modelling using TV- Anytime Genre metadata". In Proceedings of euroTV 2007", LNCS Lecture Notes in Computer Science, 2007, vol. 4471. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 226-234.
- [8] Avalpa-OpenCaster. "The Free Digital TV Software". Disponible: <http://www.avalpa.com/the-key-values/15-free-software/33-opencaster>.
- [9] Vela, A. Cerón, H. "Plataforma móvil para redes sociales". Fecha de Consulta: agosto de 2009. Tesis Universidad del Cauca. 2009.
- [10] Limbos. "Linux setup for accessing Mobile Broadcast through Online Streaming". Fecha de Consulta: junio de 2010. Disponible: <http://amuse.ftw.at/downloads/dvbh-relay>
- [11] JSON. "Javascript Object Notation". Fecha de Consulta: agosto de 2010. Disponible: <http://www.json.org/>
- [12] Turrin, Roberto., Cremonesis, Paolo. (2010, Junio). "Recomender Systems for Interactive TV". Presentado en: EuroTV 2010 – 8th European Conference of Interactive Tv and Video. Politecnico de Milano.[PDF]. Disponible en: <http://www.euroitv2010.org>.
- [13] Apagón Analógico Colombia, [http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario\\_tecnico/articulo.asp?i=4148](http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=4148)
- [14] Acevedo, C., Chanchí, G., Arciniegas, J.: Surveying Mobile Television. International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS). Vol. 3, No. 1, April 2011
- [15] L. Paulson. "TV comes to the mobile phone.". IEEE Computer, vol.39, no. 4 pp. 13 -16.
- [16] Chanchí, G. Campo, W. Amaya, J. Arciniegas, J. Esquema de servicios para Televisión Digital Interactiva, basados en el protocolo REST-JSON. Proceedings of the VI Congreso Iberoamericano de Telemática - CITA 2011, ISSN 1519-132X. Gramado, Brazil, May 16-18, 2011.
- [17] Chanchí, G., Arciniegas, J.: Architecture of reference for interactive Mobile TV services supported in personalization and semantic search. Aceptado en The 5th Conference of the Euro-American Association on Telematics and Information Systems EATIS 2010, Panamá, Sep. 22 al 24 de 2010.
- [18] Tique, J., Chanchí, G., Campo, W., Arciniegas, J.: Recomendaciones para la Construcción de Juegos en Entornos de TDi Basados en el Estándar MHP. Memorias del evento Tecnologías Emergentes en Telecomunicaciones y Telemática – TET2010 . Popayán, junio 10 al 12 de 2010.
- [19] C. Porcel, A.G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma, "A Recommender System for Research Resources based on Fuzzy Linguistic Modeling. Expert Systems with Applications", 36 (2009) 5173-5183
- [20] C. Porcel, A. Tejada-Lorente, M.A. Martínez, E. Herrera-Viedma, "A hybrid recommender system for the selective dissemination of research resources in a technology transfer office". Information Sciences 184:1 (2012) 1-19
- [21] C. Porcel, J.M. Moreno and E. Herrera-Viedma, "A multi-disciplinary recommender system to advice research resources in University Digital Libraries". Expert Systems with Applications 36:10 (2009) 12520-12528
- [22] A.Felfernig and Gerhard Friedrich, University of Klagenfurt Lars Schmidt-Thieme. "Recommender System". 2007. University of Hildesheim.
- [23] M.Zanker, D.Jannach, and S.Gordea, "Comparing Recommendation Strategies in a Commercial Context". 2007. University Klagenfurt
- [24] P. Melville, J. R. J. Mooney and RamadassNagarajan. "Content-Boosted Collaborative Filtering for Improved Recommendations". 2002. Universidad de Texas.
- [25] G. E. Chanchí, J. L. Arciniegas, E.H. Viedma. "Recommender based on folksonomy for virtual academic communities in Mobile TV". Presented at Colcom 2012. Cali, Colombia, 2012.
- [26] C. Damme, M.Hepp and K.Sioapaes, "FolksOntology: An Integrated Approach for Turning Falcsonomies into Ontologies". Digital Enterprise Research Institute. Universidad de Innsbruck. In Bridging the Gep between Semantic Web and Web 2.0 (SemNet 2007) (2007), pp. 57-70.