

Federico Balaguer

Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática, Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA).
Contacto: federico.balaguer@lifia.info.unlp.edu.ar

Arturo Zambrano

Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática, Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA).
Contacto: arturo.zambrano@lifia.info.unlp.edu.ar

Innovación de la TV Digital Terrestre

Resumen

En el año 2009, Argentina adoptó la norma ISDB-Tb como el estándar de Televisión Digital Terrestre. Los impulsores de la norma en el conjunto de los gobiernos de Sudamérica hicieron hincapié en las ventajas que la nueva tecnología ofrece, tales como contenidos de alta definición, para dispositivos móviles e interactividad (TV interactiva). Dentro de la norma, la especificación que describe la funcionalidad esperada de un receptor que implementa TV interactiva recibe el nombre de Ginga. La TV interactiva era el componente de la norma del cual se desconocían la aplicabilidad y la operación. El Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA,) de la UNLP formó un grupo de I+D para desarrollar tecnología aplicable a la TV Digital y aplicaciones de TV interactiva, así como una implementación de código abierto de Ginga: Ginga.ar. El presente trabajo resume la labor realizada en el LIFIA como modo de comprender los mejores usos de la TV interactiva.

Palabras clave

TV Digital; TV interactiva; Ginga; T-Government.

En el año 2009 Argentina adoptó la norma ISDB-Tb como el estándar que especifica los aspectos técnicos del Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre (SATVD-T). La sigla ISDB-T sintetiza el espíritu de la norma: *Integrated Service Data Broadcasting* o Servicio Integrado de Transmisión de Datos (Jack, 2007). Entre el año 2009 y el año 2013, otros países de Sudamérica y África también adoptaron la norma, lo cual multiplica el impacto regional y global de la tecnología.

Un sistema de televisión cuenta generalmente con dos subsistemas: transmisión y recepción. El subsistema de transmisión es responsable de hacer llegar contenidos hasta los televidentes. El subsistema de recepción es el encargado de mostrar los contenidos a los telespectadores (Yamada & Bedicks, 2009).

En el caso de la televisión terrestre, el subsistema de transmisión es una red de antenas que irra-

dian una señal de radiofrecuencia que codifica una señal digital. Los subsistemas de recepción pueden ser decodificadores (o *set-top-box*), televisores o dispositivos móviles (celulares, receptores *gps*, tabletas) (Silva, 2009).

En lo que sigue se presentan los conceptos técnicos del SATVD-T que son fundamentales para entender otros aspectos no técnicos de todo el sistema, como la generación y distribución de contenidos digitales. Estos son los servicios multimediales, el flujo de transporte y la interactividad.

Servicios multimediales

Uno de los cambios más importantes que propone la TV digital es precisar una estructura que define servi-

cios multimediales. Cada servicio multimedial integra diferentes contenidos digitales (Jack, 2007).

Por ejemplo, un servicio multimedia puede definirse tomando imágenes de una cámara situada en una cancha y el sonido que se toma del relator del partido de fútbol. La Figura 1 muestra una representación gráfica de la estructura de un servicio en el cual un video (de fútbol) se combina con un audio (de un relator) para crear un servicio multimedial (ABNT-NBR 15603) (Figura 1).

Una de las ventajas de definir servicios multimediales es que pueden integrar varios contenidos, no solamente un video y un audio. En el ejemplo anterior, se podría agregar un segundo contenido de audio. Supóngase que el partido de fútbol es entre las selecciones de Argentina y Brasil; entonces, en vista de que hay una comunidad de brasileros muy grande en Argentina se decide definir un servicio que tenga el video del partido, el relato en español y otro audio en portugués. La Figura 2 muestra una representación de un servicio con un video y dos audios (Figura 2).

Un servicio multimedial puede estar compuesto por alguno de estos contenidos:

- Video tradicional.
- Videos móviles.
- Audio.
- *Closed Caption*.

- Guía electrónica de programación (EPG).
- Sistema de propagación de alarma (EWBS).
- Datos.

Actualizaciones de *firmware*.

Aplicaciones interactivas.

Logos de los canales.

Alertas de desastre natural.

Un hecho que es complementario del concepto de servicio multimedial es que la definición de un servicio puede cambiar en el tiempo; incluso puede cambiar entre dos programas de TV consecutivos. Si continuamos con el ejemplo antes presentado, una vez que el partido termina, el audio en portugués se desactiva porque el siguiente programa de la señal no tiene ese elemento disponible. Para que esto pueda implementarse sin modificar la experiencia conocida por los televidentes, es necesario que los servicios sean descritos y señalizados de manera completa a fin de que los receptores puedan armar la imagen y el audio correspondientes.

El o los servicios que se emiten al aire son descritos y señalizados utilizando una estructura que los “envuelve” y que se conoce con el nombre de flujo de transporte o *transport stream*.

Figura 1. Estructura de un servicio audiovisual

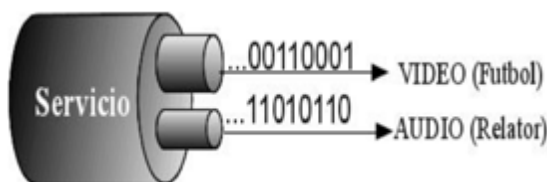
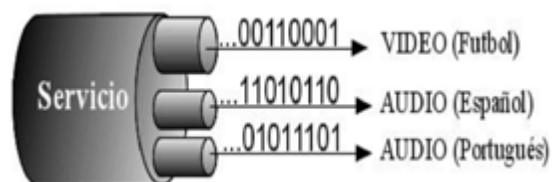


Figura 2. Estructura de un servicio con dos audios



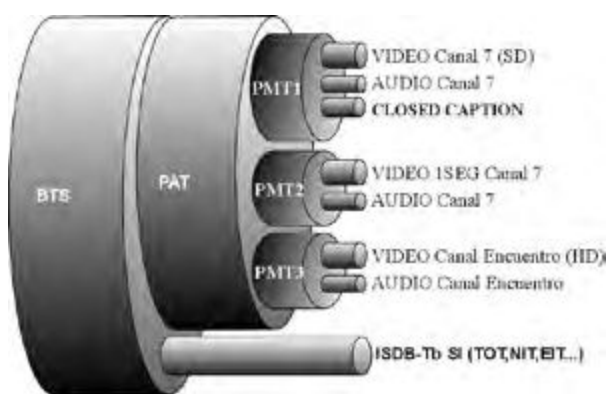
Flujo de transporte

El flujo de transporte es uno de los elementos fundamentales de la TV Digital ya que transporta el o los servicios que un televidente puede consumir (Jack, 2007). Es una secuencia de bits que se transmite de manera continua. La manera en que esos bits son agrupados en paquetes y transmitidos es un tema específico del esquema de modulación y está fuera del alcance de este trabajo. El flujo de transporte es generado por un proceso o módulo llamado “multiplexor”. Un multiplexor tiene dos tipos de entrada: contenidos digitales y una descripción de la estructura jerárquica del flujo de transporte (Duca Novaes & Ono, 2009).

El flujo de transporte tiene una estructura jerárquica que envuelve todos los servicios que se emiten en un momento determinado por un canal de transmisión.

La Figura 3 muestra una representación de la estructura jerárquica de un flujo de transporte mPEG2. Cada servicio multimedial es descrito por una PMT. De tal manera que el flujo de transporte de la Figura 3 tiene tres servicios. En dos de ellos se transmite Canal 7 y en el otro Canal Encuentro. En dicha figura, PMT2 es un servicio (característico de ISDB) que transmite video en baja resolución para dispositivos móviles. Esto se conoce como servicios 1SEG (Yamada & Bedicks, 2009).

Figura 3. Flujo de transporte de los canales en UHF 22



El SATVD-T transmite utilizando los canales UHF comenzando con el canal 22. En cada banda UHF se transmite un flujo de transporte que codifica múltiples servicios, de tal manera que en el SATVD-T, en cada frecuencia UHF el sistema emite múltiples señales de televisión distintas. Esta característica es conocida como *multiprogramación* (Wu *et al.*, 2000). Otros países de Sudamérica —como Brasil, por ejemplo— no utilizan multiprogramación en las bandas UHF asignadas a canales privados, sino que una misma señal de TV es emitida con diferentes calidades.

La cantidad de servicios multimediales que pueden conformar un flujo de transporte es variable y depende de la resolución de los contenidos y de los parámetros de transmisión (Duca Novaes & Ono, 2009). Un flujo de transporte de la norma ISDB-T (con seis Mhz por banda UHF) tiene una capacidad máxima de transmisión de aproximadamente 23.000 mbps (megabits/segundos). Ese ancho de banda está dividido en 13 segmentos. En términos generales, es usual que se transmitan tres contenidos SD y un 1SEG por flujo de transporte (equivalente a un canal UHF) o un contenido HD, un contenido SD y un contenido 1SEG.

Como se describió previamente, uno de los contenidos digitales que se pueden incluir en una transmisión son datos (ABNT-NBR 15606). Los datos son archivos o grupos de archivos que se utilizan para implementar servicios que no son de televisión tradicional. Dentro de los servicios “no tradicionales” que posee el SATVD-T se incluye el de la TV interactiva.

Transmisión de objetos multimediales

Ginga es un *middleware* que se basa en la idea de transmitir no solo un video, sino que da la posibilidad de agregar a la transmisión otros elementos que son integrados en una sola imagen en el receptor de la señal. Este concepto se conoce como *object-based*

broadcasting y fue activamente desarrollado (y puesto en producción) por la BBC (Armstrong *et al.*, 2014).

Uno de los elementos que debe ser transmitido para integrar la imagen final (que el televidente verá en su televisor) son pequeños programas de computadora. Esos programas usualmente son capaces de procesar los comandos del control remoto del televidente o comandos enviados desde la cabecera de transmisión. El resultado del programa de computadora que reacciona a comandos del control remoto o de la cabecera de transmisión es lo que se conoce como televisión interactiva.

La TV interactiva propone aumentar la experiencia del televidente al permitirle acceder a más información o realizar acciones que antes no eran posibles (Morris & Smith-Chaigneau, 2005). Por ejemplo, un televidente que ve un partido de fútbol entre las selecciones de Argentina y Brasil podría revisar las formaciones de cada equipo utilizando el control remoto en cualquier momento del partido. La “interactividad” se implementa con aplicaciones (programas de computadora) que se ejecutan en el receptor que utiliza cada televidente. Para que esto sea posible, los receptores del SATVD-T tienen que contar con un módulo denominado Ginga (ABNT-NBR 15606, Parte 2). Las aplicaciones que corren en el decodificador se suelen denominar “aplicaciones Ginga” (Figura 4).

Ginga es importante porque proporciona una base común para la programación, de tal manera que las aplicaciones Ginga se pueden desarrollar sin importar las diferentes plataformas (*hardware* y *firmware*) de recepción. Ginga es parte de la norma ISDB-Tb que está siendo adoptada en la mayoría de los países de Sudamérica y algunos de África. Existen diferentes implementaciones de Ginga. En Argentina, el Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) que es parte de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, desarrolló una implementación que se denomina Ginga.ar, la cual tiene una licencia de *software* libre que abre el código fuente

al público en general. Universidades y empresas han utilizado ese código para desarrollar proyectos referidos a TV interactiva.

Existen diferentes clases de aplicaciones interactivas según el tipo de conectividad que requiera. El término *conectividad* hace referencia a la capacidad de una aplicación para descargar y para enviar datos a nodos en Internet.

Interactividad local

Cuando una aplicación Ginga no tiene conectividad se dice que es una aplicación con interactividad local. Esto es, los recursos que utiliza son transmitidos en el flujo de transporte. Ese flujo de transporte es el mismo que se encargó de transmitir la aplicación Ginga en cuestión.

El televidente podrá acceder a una experiencia nueva que va a estar atada a los contenidos que viajaron con la aplicación. La Figura 4 muestra la pantalla de inicio de una aplicación Ginga desarrollada para la serie documental Arqueología urbana del Canal Encuentro de Argentina. Cada uno de los capítulos de la serie se concentra en un tema relacionado

Figura 4. Arqueología urbana



con la historia de las ciudades en Argentina. La idea detrás de la aplicación Ginga para esta serie fue poner a disposición de los televidentes el material que quedó fuera del producto final. Este material extra incluye fotos, mapas, sinopsis de cada capítulo, etc. En la Figura 4 se ve cómo el video principal se reduce a un área situada en la parte superior derecha de la pantalla, mientras que la parte superior izquierda es un menú que puede ser navegado utilizando las teclas de colores que tiene el control remoto del equipo receptor.

La aplicación para Arqueología urbana se debería poner en el aire solo cuando un capítulo de la serie está siendo transmitido. A su vez, cada capítulo va a contener los recursos que le corresponden, de manera tal que un capítulo de la serie va a requerir producir audio, video y recursos para la aplicación Ginga. Ninguno de estos elementos cambia y deberían ser puestos al aire de manera simultánea. Esto es así entre otras razones porque una serie documental no está mostrando algo que pasa en vivo, sino que las series se repiten una y otra vez.

Para programas de televisión que se basan en eventos en vivo se pueden desarrollar aplicaciones Ginga que consumen un recurso que se transmite por el flujo de transporte bajo demanda (del organismo transmisor). Estos recursos se llaman *stream events* y sirven, entre otras cosas, para enviar actualizaciones de datos a aplicaciones Ginga (Gómez Soarez & Junqueira Barbosa, 2009). Este mecanismo se puede utilizar en un gran número de escenarios, tales como:

- Eventos deportivos.
- Reporte de mercados.
- Información meteorológica.
- Información vial y de medios de transporte.
- Actualización con mensajes de redes sociales.

Figura 5. Aplicación motivada por la Copa América



La Figura 5 muestra una aplicación desarrollada con motivo de la Copa América de fútbol que mantiene actualizadas las tablas de posiciones y demás estadísticas.

Aun cuando en los *stream events* se permite al televidente recibir información actualizada, existe una barrera respecto a qué datos puede recibir. Dado que el emisor de la señal (el canal de TV) es el que decide cuáles datos van a ser actualizados, es posible que el televidente no tenga interés en consumir esa información. Tampoco permite que el espectador aporte datos al sistema, puesto que la señal de televisión es unidireccional. Una manera de dotar de esta última capacidad a los televidentes es instrumentar un “canal de retorno”. El “canal de retorno” se pensó originalmente como una manera de obtener información del telespectador, que podía votar, expresar interés u opinar. Si está implementado como un acceso a banda ancha, da lugar a un tipo diferente de aplicaciones que ponen en funcionamiento interactividad con conectividad a internet.

Interactividad con conectividad

La manera de incrementar los grados de libertad del televidente respecto a la información que consume es

crear un canal complementario para recibir y enviar datos/contenidos a Internet (ABNT-NBR 15607).

La Figura 6 presenta una aplicación Ginga desarrollada para un corto de Canal Encuentro de Argentina que trata sobre el Síndrome Urémico Hemolítico. La aplicación tiene tres estados bien definidos. La Figura 6.a muestra el comienzo de la aplicación, que indica al televidente que tiene a su disposición más información a la cual puede acceder oprimiendo el botón “info” del control remoto. La Figura 6.b expone el segundo estado. En este caso, la información que se muestra cuando el televidente oprime el botón amarillo. La Figura 6.c presenta el tercer estado, una trivía sobre síntomas y prevención de la enfermedad. Las preguntas son del tipo *multiple choice* y el televidente elige la respuesta utilizando los botones de colores (Figura 6).

En el caso de esta aplicación Ginga, las preguntas que se muestran al televidente se descargan de un servidor que implementa un *web-service* para tal fin. Con este esquema se puede lograr que las preguntas no sean siempre las mismas. Complementariamente, las respuestas que elige el telespectador son reportadas al mismo servidor de donde se sacaron las respuestas. Las que son anónimas se guardan en una base de datos para su posterior análisis.

Las aplicaciones con estas capacidades mezclan contenidos audiovisuales que se descargan de Internet con los que vienen en el flujo de transporte. La

ventaja es que los contenidos que se bajan desde Internet podrán tener una relación más directa con los deseos del televidente.

Decodificadores para interactividad

Un elemento fundamental para poder popularizar la TV interactiva es el decodificador o receptor de TV que posea el televidente (Silva, 2009). Es importante remarcar que no todos los decodificadores de TV (inclusive los de la norma ISDB-T) tienen las mismas capacidades. Un decodificador ISDB-T que solo posee la capacidad de sintonizar los servicios de TV es más simple que aquellos que pueden ejecutar aplicaciones Ginga. Los decodificadores que tienen la capacidad de ejecutar aplicaciones Ginga necesitan tener un procesador y memoria para hacerlo. Si bien los requerimientos para correr Ginga NCL no son muy altos (procesadores de entre 200 Mhz y memorias de 256 Mbytes), la complejidad de estos últimos es más grande que la de los sintonizadores simples.

Un aspecto interesante es que con el advenimiento de la TV Digital y la TV interactiva, los receptores que tienen los televidentes son los que van a empezar a procesar y compaginar aquello que ven los usuarios. Esto se observa claramente en el caso de la TV interactiva dado que es el receptor el que responde a los estímulos del televidente. Pero la norma ISDB

Figura 6. Aplicación Ginga para el corto del síndrome urémico hemolítico



permite definir datos que se almacenan en el decodificador para ser utilizados múltiples veces, por ejemplo, los logos de los canales que en lugar de ser superpuestos en el canal, pueden ser integrados en el receptor mismo. Esto marca un cambio con la TV tradicional, en la cual la señal se procesa casi enteramente en el canal (transmisor).

Posibles aplicaciones de la tecnología

Existen múltiples usos de la tecnología resultante. En el proyecto de TV Digital del LIFIA, uno de los objetivos era pensar posibles usos considerando sus beneficios y sus perjuicios. La que sigue es una lista de algunas de las aplicaciones que consideramos relevantes:

- *Juegos casuales.* Juegos meramente de entretenimiento que no implementan nociones de sesión de juego. Por ejemplo, el Busca Minas.
- *Juegos pedagógicos.* Juegos que tienen por objetivo que el usuario ejercite una serie de conceptos que se busca sean aprendidos por él. Por ejemplo, luchar contra el dengue.
- *Información adicional sobre programas.* Se producen contenidos que agregan información a programas como noticieros, dramas televisivos o documentales. Por ejemplo, en Brasil varias novelas permitían a los usuarios acceder al *plot* del capítulo o a la descripción de un personaje.
- *Encuestas.* Se presenta una serie de preguntas que el televidente contesta. Las respuestas deben ser guardadas en un servidor en Internet, por lo cual se necesita conexión a la misma. Por ejemplo, se puede hacer una encuesta sobre casos de gripe en la época apropiada del año.
- *Soporte a campañas gubernamentales (T-Government).* Se pueden enviar mensajes dirigidos a

los ciudadanos. Por ejemplo, a los jubilados para recordarles turnos para ver a un médico o para vacunarse.

Conclusión

La TV Digital (terrestre, satelital o por cable) propone una serie de cambios que podrían revolucionar la manera de consumir televisión. Esta revolución, que no ocurrió todavía, tiene tres actores: desarrolladores de tecnología, canales de TV (*broadcasters*) y televidentes. El problema es que hasta ahora los canales de TV no encuentran una mejora en su operatoria o una manera de optimizar la monetización de su modelo de negocios. Esto es, no se ha logrado que los *broadcasters* vean la manera de beneficiarse con los cambios propuestos por la TV Digital, excepto la posibilidad de enviar contenidos de alta definición.

Es común escuchar, aun en estos días, que se confunde TV Digital con contenidos *High Definition* (HD). Inclusive mucha gente los utiliza como sinónimos, lo cual es un error. Si bien la TV Digital, independientemente de la norma, permite transmitir contenidos HD, las normas de la TV Digital posibilitan ordenar y flexibilizar las cadenas de transmisión.

Asimismo, es habitual que se intente comparar a la TV interactiva con el *World-Wide-Web*, lo cual también es un error. Si bien la TV interactiva puede desplegar algún tipo de navegación entre contenidos, el rol del usuario de la información es totalmente diferente. En la TV interactiva el televidente consume información pre-elaborada y tiene una libertad limitada en cuanto a lo que puede controlar de la información. Otro concepto importante es que la TV interactiva no requiere necesariamente Internet: aun siendo limitada, la interactividad puede ser implementada con contenidos que viajan en el flujo de transporte. Esto es un dato relevante porque en la mayoría de los países que están adoptando la norma ISDB-Tb, la penetración de la televisión es mu-

cho mayor que la de Internet: si la TV interactiva dependiera fuertemente de la conectividad a Internet, su capacidad de penetración sería muy baja.

Finalmente, consideramos que un área rica para el desarrollo y la innovación es la de los nuevos servicios; así, conviene repensar qué se le ofrece a los televidentes. Con la aplicación de los conceptos aquí presentados se pueden implementar canales de televisión que sean pura interactividad, por ejemplo, canales de servicio o entretenimiento (Bernagozzi *et al.*, 2010). El LIFIA ha desarrollado exitosamente canales como el del clima o el de juegos educativos: cuando el televidente los sintoniza, no encuentra un video principal e

información complementaria, sino una aplicación Gingga de pantalla completa que responde a sus estímulos. En el caso de la aplicación del clima, el telespectador puede “navegar” entre las diferentes provincias para ver las condiciones actuales y el pronóstico de las siguientes 24 horas.

Desarrollar la tecnología —y sobre todo, utilizarla eficientemente— requiere del trabajo en equipo de múltiples disciplinas tales como telecomunicaciones, electrónica, computación, medios audiovisuales, sociología, diseño, etc. Cada una de ellas hace su aporte y es un eslabón fundamental en la cadena de valor que implica el uso racional e ingenioso de un sistema de TV Digital.

Referencias bibliográficas

- ABNT-NBR 15603 (2009). *Multiplexing and Service Information*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT-NBR 15607 (2008). *Digital terrestrial television – Interactivity channel*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT-NBR 15606 (2011). *Digital terrestrial television - Data coding and transmission specification*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Armstrong, M.; Brooks, M.; Churnside, A.; Evans, M.; Melchior, F. & Shotton, M. (2014). *Object-based broadcasting-curation, responsiveness and user experience*. IET Digital Library.
- Bernagozzi, M.; Woites, L.; Balaguer, F. (2010). Desarrollo de juegos para decodificadores SATVD-T. En *Actas del Primer Workshop de Videojuegos de Argentina*. Buenos Aires: EdiUNS.
- Duca Novaes, C. & Ono, D. (2009). Multiplexador para el Sistema Brasileño de TV Digital. *Revista da SET* (Edición especial para Latinoamérica), 59-61.
- Gómez Soares, L. F. & Junqueira Barbosa, S. D. (2009). *Programando em NCL*. Amsterdam: Elsevier.
- Jack, K. (2007). *Video demystified: a digital handbook for the digital engineer*. Amsterdam: Elsevier.
- Morris, S. & Smith-Chaigneau, A. (2005). *Interactive TV Standards – A Guide to MHP, OCAP and JavaTV*. Amsterdam: Elsevier.
- Silva, A. (2009). Receptores de TV Digital. *Revista da SET* (Edición especial para Latinoamérica), 63-66.
- Wu, Y.; Pliszka, E.; Caron, B.; Bouchard, P.; Chouinard, G. (2000). Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-T COFDM, and the ISDB-T BST-OFDM. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 46(2), 101-113.
- Yamada, F. & Bedicks, G. (2009). Esquema de Modulación del Sistema Brasileiro de TV Digital. *Revista da SET* (Edición especial para Latinoamérica), 51-54.