

14th Argentine Symposium on Software Engineering, ASSE 2013

Propuesta de una Arquitectura de Software para Aplicaciones de Publicidad para Televisión Digital Interactiva

Sergio D. Canchi¹, Mario H. González¹, Ricardo H. Medel²

¹Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba

²Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba

{scanchi,mgonzale}@famaf.unc.edu.ar
ricardo.h.medel@gmail.com

Resumen. La Televisión Digital interactiva (TVDi) es una tecnología de transmisión digital de contenidos televisivos que, a diferencia de la televisión analógica tradicional, transmite la información codificada en forma binaria, lo que hace posible una óptima calidad del video y sonido y el envío de software que puede ser ejecutado en el aparato receptor. Si bien tanto a nivel mundial como a nivel regional la implementación de la TVDi continúa su avance, con numerosos países que ya han realizado por completo el cambio al sistema digital y la mayoría de los países de la región Latinoamericana adoptando el estándar brasileño ISDB-Tb y su middleware Ginga, existe aún una ausencia notable de software para la TVDi y en particular que aproveche el enorme potencial de la publicidad interactiva. En este trabajo presentamos una propuesta de una arquitectura de software para aplicaciones de publicidad interactiva en el marco del estándar ISDB-Tb, establecida teniendo en cuenta los requerimientos de los actores involucrados y las restricciones impuestas por la plataforma.

Palabras clave: Televisión digital interactiva, ISDB-Tb, Ginga, arquitectura de software, publicidad interactiva

1 Introducción

La televisión es un medio de comunicación masivo de alta incidencia en la población y, como tal, los cambios asociados a esta tecnología tuvieron y tendrán un impacto global muy importante [8]. En particular, la televisión digital interactiva (TVDi) implica un gran cambio de la tecnología involucrada en la transmisión y recepción de la señal de televisión. Este cambio no solo impacta en la calidad de audio y video transmitido, sino que también, al permitir transmitir software y datos al receptor de televisión, ofrece nuevas maneras de desplegar contenidos, proveer servicios y formas de interacción con el televidente.

En este contexto, las tecnologías vinculadas a la interactividad en la TVDi pueden ofrecer nuevas perspectivas para la publicidad y el comercio electrónico, ya que el cambio tecnológico que implica la televisión digital también tendrá un impacto en los negocios asociados a la televisión. En particular, la publicidad es un pilar importante en la industria de la televisión. Fallas en la comunicación de los mensajes publicitarios resultan contraproducentes para anunciantes y operadores de televisión, con efectos tales como apatía y rechazo por parte de los consumidores hacia el mensaje publicitario [19], o la migración del televidente hacia otros canales de televisión, e incluso hacia otros medios de difusión de contenido audiovisual.

El modelo de negocios tradicional asociado a las estaciones de televisión, que ha funcionado razonablemente bien en las décadas pasadas, está amenazado por las nuevas tecnologías y la creciente demanda por parte de los televidentes de nuevas maneras de consumir los contenidos provistos por la TVDi [12]. En este contexto, se vislumbra que las tecnologías vinculadas a la interactividad en la televisión digital pueden ofrecer nuevas perspectivas para la publicidad y el comercio electrónico.

Existen diferentes estándares de TVDi, desarrollados y adoptados en distintas partes del mundo y que compiten entre sí: ATSC (Advanced Television System Committee) adoptado principalmente en América del Norte, DVB-T/DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – Terrestrial / Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial) utilizado principalmente en la Unión Europea, Australia y algunos países de África, ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) utilizado en Japón, y su derivado brasileño, el ISDB-Tb (Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial Brazilian version), adoptado principalmente en Latinoamérica, y DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) utilizado principalmente en China. Esta fragmentación es relevante tanto para los proveedores de contenidos como para los desarrolladores de software, ya que cada estándar obliga a adoptar una plataforma diferente para el desarrollo y despliegue de software.

La República Argentina, como gran parte de Latinoamérica, adoptó el Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) basado en el estándar ISDB-Tb, y estableció el apagado definitivo de la televisión analógica para 2019 [21]. En la actualidad, el Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre (SATVD-T), iniciado en 2009, incluye 65 Estaciones Digitales Terrestres cubriendo el 82,5% del territorio nacional con más de un millón doscientos mil decodificadores (STB, Set-Top-Boxes) entregados gratuitamente y más de 10 mil escuelas rurales, semi-rurales y de frontera con acceso a TVD Satelital.

En este trabajo presentamos una propuesta de arquitectura de software para aplicaciones de publicidad interactiva en el marco del estándar SBTVD-T. Nuestra propuesta está basada en los objetivos de negocio que se persiguen en publicidad para TV según los casos de uso más relevantes y los requisitos que plantean los principales interesados, junto con restricciones y requerimientos no funcionales.

1.1 Trabajos relacionados

Se han desarrollado prototipos, desplegados en el hardware del receptor, que utilizan servicios web para buscar productos relacionados al programa siendo transmitido y

exhibir dicha información de manera que se pueda interactuar con ella a través del control remoto [23]. Su implementación se realizó para el estándar DVB. Alternativamente, en vez de aplicar una relación pre-determinada entre programaciones y publicidades, otros proponen la personalización de la publicidad mediante un proceso de registración e identificación del televidente, sumado a una recolección de información sobre sus hábitos de consumo [1].

En otro trabajo [7] se sugiere un algoritmo que calcule la publicidad más apropiada para el televidente combinando información de las publicidades disponibles, la información personal provista por el televidente y las preferencias de la comunidad. Sin embargo, en el trabajo mencionado no se muestran implementaciones o prototipos para algún estándar de TV Digital específico.

Otra técnica propuesta [16,17] se basa en razonamiento semántico para seleccionar la publicidad más apropiada a las preferencias del televidente, junto con capacidades de composición multimedia en tiempo real para ubicar la publicidad en el programa que el televidente está mirando. Se presenta una implementación conceptual basada en el middleware MHP del estándar DVB. El mismo equipo de trabajo estudió también la generación automática de mashups –aplicaciones software que consolidan contenido multimedia de diferentes orígenes- combinado con la funcionalidad de los servicios web y técnicas automatizadas de razonamiento semántico, orientado al comercio electrónico en la TV Digital [3]. Finalmente, los mismos autores proponen en [8] una arquitectura tecnológica de publicidad para la TV Digital interactiva inspirada en context-awareness y en el modelo de negocio de publicidad pay-per-click y pay-per-impression que se usa en la Web.

En nuestro conocimiento, el único desarrollo de una aplicación interactiva para publicidad para el estándar SBTVD-T [15] se enfoca solamente en la interactividad local, es decir, los usuarios pueden acceder solo a los datos enviados por el transmisor, en contraste con la interactividad plena, en donde los usuarios disponen de un canal de retorno y que posibilita una comunicación bidireccional transmisor-receptor. Es por ello que consideramos que nuestra propuesta, que permite incorporar el canal bidireccional estandarizado en el estándar SBTVD-T, es un aporte novedoso a la publicidad en TVDi.

2 El estándar brasileño o SBTVD-T

El estándar brasileño o SBTVD-T es totalmente compatible con el modelo de referencia de TVD definido por ITU en [13, 22]. En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques de dicho estándar. A continuación ampliaremos los detalles de cada componente.

Codificación de video: Esta fase permite pasar de los 270 Mbps para la definición estándar y 1.5 Gbps para alta definición a los 19 Mbps disponibles para radiodifusión terrestre de video digital. Se utiliza el estándar de compresión de video H.264.

Codificación de audio: De acuerdo al modelo mencionado, el uso de sistemas de audio de 6 canales es una característica deseable para los nuevos sistemas de TVD. Estos sistemas de audio son conocidos como sistemas multicanal o Surround 5.1.

Codificación de datos: Esta fase fragmenta y organiza los flujos de datos a ser multiplexados en la capa de transporte [9,21,22]. Entre ellos, se incluye Servicios de información (tablas de información de programas, fecha y hora, etc.), Guía electrónica de programas (grilla de programación), CC/Subtitulado simultáneo y OAD-On Air Downloads (aplicaciones de software).

Los flujos de video, audio y datos generados en la fase anterior son ingresados a un **primer nivel de multiplexión** que los combina para producir un único flujo de transporte, denominado TS (Transport Stream, Flujo de Transporte). Este flujo consiste en paquetes de transporte TS-MPEG-2, con longitud fija de 188 bytes cada uno.

Después del primer nivel de multiplexión tiene lugar un **segundo nivel de multiplexión** o *remultiplexión* que genera un flujo sincrónico a una tasa constante denominado *BTS* (*Broadcast Transport Stream*, Flujo de Transmisión para Radiodifusión) formado por paquetes de 204 bytes, cada uno conteniendo un código de corrección de errores y un indicador acerca de la capa jerárquica en la que deben ser dispuestos: “A” (o *servicio de banda angosta* o *LDTV, One-Seg* o *1-seg*), “B” (*servicio de HDTV*) y “C” (*servicio de SDTV*). La Figura 2 muestra las 3 capas para un ejemplo simple [20].

El componente de **Transmisión** toma el flujo de paquetes BTS y asigna cada paquete al canal correspondiente según la capas “A”, “B” o “C” indicada en cada paquete, luego aplica una técnica de *interleaving*, consistente en reordenar o alterar el orden de los símbolos de información transmitidos en el dominio del tiempo o la frecuencia, a fin de darle fortaleza a la señal ante ráfagas de ruido durante la transmisión, permitiendo un alto grado de recuperación de la señal utilizando los códigos de corrección de errores asignados en la capa de transporte. Finalmente realiza la modulación utilizando BST-OFDM (Band Segmented Transmission–Orthogonal Frequency Division Multiplexing, *Transmisión en Banda Segmentada-Multiplexión por División en Frecuencia Ortogonal*), convierte en frecuencia la señal modulada a la frecuencia en la que se va a realizar la transmisión (VHF/UHF) y amplifica la potencia al nivel requerido para el área de cobertura asignada.

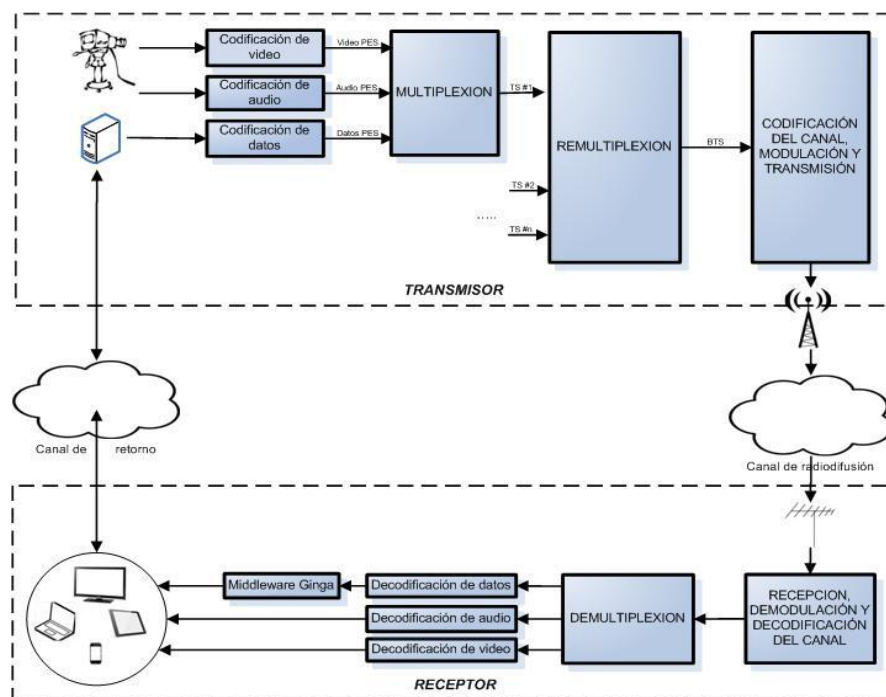


Fig. 1. Diagrama de bloques del estándar SBTVD-T

A través del **Canal de radiodifusión**, cada receptor recibe la señal capturada por una antena, realiza la conversión inversa en frecuencia para obtener la señal original, demodulada para obtener el flujo del canal correspondiente, decodifica el canal y finalmente entrega el flujo de video/audio al decodificador de video/audio y el flujo de datos al middleware para su procesamiento.

El **Middleware** es una capa de software que permite que una misma aplicación se pueda ejecutar independientemente de la plataforma de hardware del receptor. Además, esta capa de software proporciona soporte específico, a través de un conjunto de APIs, para las aplicaciones diseñadas para desplegarse en receptores de TVDi. El middleware especificado por SBTVD-T se denomina Ginga y fue desarrollado en el Telemidia Lab (Univ. Católica de Río de Janeiro) en un esfuerzo conjunto con LAViD (Laboratorio de Aplicaciones de Video Digital, Univ. Federal de Paraíba) y LIFIA (Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada, Univ. Nac. de La Plata). Ginga provee un ambiente de presentación para aplicaciones declarativas, basado en NCL y Lua, denominado Ginga-NCL y un ambiente de ejecución de aplicaciones imperativas basado en Java, denominado Ginga-J. Cabe destacar que las especificaciones del middleware indican que Ginga-NCL es requerido en todos los tipos de receptores (fijo, portátil y móvil) mientras que Ginga-J es requerido solo en los receptores fijos. En Argentina el ambiente Ginga-J es opcional en todos los tipos de receptores. Ginga-NCL tiene una implementación de referencia código abierto, bajo licencia GPL, reconocida por ITU-T [2,10].

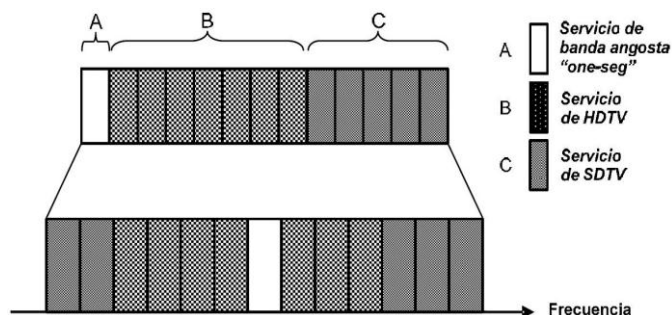


Fig. 2. Asignación de segmentos para diferentes capas de servicios en SBTVD-T

El **Canal de retorno** es un subsistema opcional del receptor de TVD, el cual permite al televidente, de manera individual e independiente de otros televidentes, enviar información al radiodifusor. Así, pueden definirse diferentes niveles de interactividad según la existencia o no y la forma de uso de este canal de retorno:

- Si el sistema de TVD opera *sin canal de retorno*, restringiendo las posibilidades del televidente a la interactividad local que pueda tener con la información que reciba por difusión.
- Un *canal de retorno unidireccional* permite al televidente sólo el envío de datos. Por ejemplo, votando por un determinado asunto.
- Un *canal de retorno bidireccional asimétrico* permite al televidente, además, recibir datos por el canal de retorno, los cuales pueden ser utilizados por las aplicaciones. Esto permitiría, por ejemplo, la navegación por Internet.
- Un *canal de retorno bidireccional* permite al televidente, además, el envío de datos en banda ancha. Esto se denomina **interactividad plena** y posibilita, por ejemplo, que un receptor pueda actuar como una pequeña emisora, o que los usuarios puedan intercambiar datos entre sí. Esto se conoce como “TV social” o “TV en comunidad”.

El estándar SBTVD-T ofrece un conjunto de tecnologías específicas para usar en la implementación del canal de retorno, pero no obliga al uso específico de ninguna, por lo que, de existir, es suficiente con que cumpla ciertos parámetros técnicos mínimos (establecidos en el estándar ABNT NBR 15604).

3 Propuesta de arquitectura de software

En esta sección proponemos una arquitectura de software para aplicaciones de publicidad interactiva en TVDi. Siguiendo el enfoque de [11], se describe en general y luego cada subsistema en particular, incluyendo una vista estática y una explicación de la forma en que sus componentes interactúan, utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). La arquitectura propuesta se basa en los objetivos de negocios y los requisitos planteados por los principales actores involucrados, teniendo en cuenta también las restricciones tecnológicas y los requerimientos no funcionales.

3.1 Análisis de requerimientos funcionales

La venta de publicidad en TV consiste en vender un servicio de promoción audiovisual de productos y/o servicios (el *mensaje publicitario*) a realizarse durante la exhibición de un programa de televisión específico, en un rango horario determinado y que debe repetirse cierta cantidad de veces (la *pauta publicitaria*). En lo que a nuestra propuesta incumbe, los actores relevantes son los *publicistas*, quienes son los responsables de vender publicidad para televisión, los *radiodifusores*, quienes son los encargados de gestionar los canales de televisión, y los *ingenieros* responsables de la infraestructura tecnológica.

Los principales *objetivos de negocio* son tres: (1) maximizar la audiencia, (2) proveer maneras novedosas de difundir el mensaje publicitario y (3) ampliar la variedad de servicios publicitarios a ofrecer. Para alinear la tecnología de la información a los objetivos de negocio [18], en la Tabla 1 planteamos los objetivos tecnológicos.

Objetivos de negocios	Objetivos tecnológicos de soporte
Maximizar la audiencia	Desplegar aplicaciones conforme al estándar SBTVD-T.
Novedad en la presentación del mensaje	Posibilidad de ofrecer diferentes tipos de aplicaciones, con diferentes interfaces de usuario.
Ofrecer nuevos servicios	Adaptabilidad de la infraestructura para ofrecer nuevos servicios interactivos aprovechando el canal de retorno.

Tabla 1. Objetivos tecnológicos alineados a los objetivos de negocios

La funcionalidad esencial del sistema propuesto consiste en desplegar aplicaciones de publicidad interactiva desde el Transmisor de TVDi hacia el Receptor bajo el estándar SBTVD-T de manera que cuando estas aplicaciones estén en ejecución en el Receptor puedan generar solicitudes de interactividad que impliquen el uso del canal de retorno para que sean atendidas por el Transmisor y las respuestas enviadas de vuelta a la aplicación en el Receptor. Por lo tanto, los *casos de uso* relevantes para nuestro entorno de publicidad en TVDi bajo el estándar SBTVD-T son dos:

a. Despliegue de aplicaciones interactivas desde el Transmisor hacia el Receptor.

Para incluir las aplicaciones de publicidad interactiva relevantes al contenido que se va a transmitir se presupone que existen, del lado del Transmisor, contenidos televisivos que contienen una descripción semántica de su temática y, por otra parte, un Repositorio de Publicidad donde está almacenada la información de la publicidad a difundir, su pauta publicitaria, y una descripción semántica asociada.

Así, un Servicio de Aplicaciones de Publicidad examina la descripción del contenido a transmitir y establece los contenidos de publicidad que deben transmitirse. Estos contenidos de publicidad se incluyen en una aplicación de publicidad, y el resultado se provee como entrada al flujo de datos de la TV Digital.

b. Atención de solicitudes de interactividad enviadas desde el Receptor.

Para poder responder a las solicitudes que los televidentes realizan mediante la aplicación de publicidad interactiva ejecutándose en su Receptor, un Servicio de Publici-

dad Adicional en el Transmisor recibe la petición, gestiona la resolución de la misma y envía la respuesta nuevamente al televidente. En el Receptor, la aplicación en ejecución recibe la respuesta y muestra la información en pantalla al televidente.

3.2 Restricciones y requerimientos no funcionales

Existen, además algunas restricciones y ciertos requerimientos no funcionales. Las restricciones que deben contemplarse en el diseño de la solución son: (a) respetar el marco tecnológico que establece el estándar SBTVD-T y su normativa legal, y (b) no debe haber dependencia tecnológica con ningún fabricante en particular ni con ninguna tecnología propietaria o tecnología basada en estándares cerrados.

Los requerimientos no funcionales más relevantes son: (a) alta disponibilidad: la arquitectura debe proveer una continuidad operacional alta, (b) performance: la arquitectura debe proveer una rápida respuesta a peticiones de interactividad y (c) adaptabilidad: la arquitectura debe soportar la modificación de información publicitaria y el agregado de nuevos servicios, sin resentir mayormente su funcionamiento.

3.3 Vista general de la arquitectura

La Figura 3 presenta una vista general de la arquitectura propuesta y muestra los tres subsistemas que componen la infraestructura.

- El **Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad** administra la transmisión de aplicaciones de publicidad desde el Transmisor al Receptor a través del *Canal de transmisión*.
- En el Receptor se ejecuta la **Aplicación de Publicidad**, cuya función principal es mostrar la información de publicidad y atender la interacción con el televidente.
- El **Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales** se encarga de atender las peticiones que lleguen desde la Aplicación de Publicidad Interactiva a través del *Canal de retorno o de interactividad* y enviar las respuestas por la misma vía. A su vez, la Aplicación de Publicidad en el Receptor es la responsable de mostrar dichas respuestas al televidente.

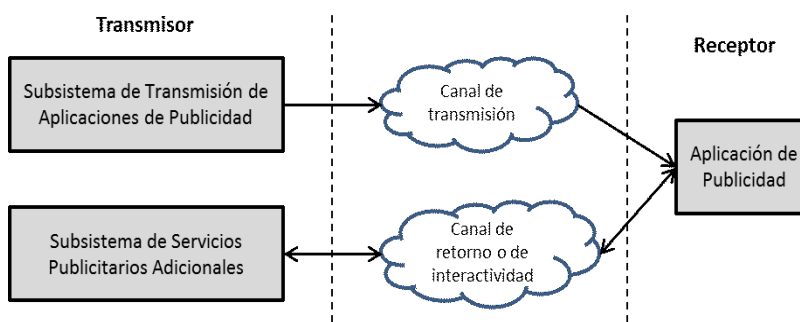


Fig. 3. Vista general de la arquitectura propuesta

3.4 Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad

La arquitectura interna del Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad se describe en la Figura 4. La **Fuente de audio y video** es un elemento externo que representa al proveedor del audio y video a ser transmitido. Aunque es un actor externo, es importante mencionar que debe cumplir con la precondición de que el flujo de audio y video esté etiquetado con información representativa del contenido, en forma de *metadatos semánticos*. El **Filtro de metadatos** es el componente interno que toma dicho flujo de *audio y video con metadatos semánticos* y extrae los metadatos.

Por su parte, el **Gestor de Aplicaciones de Publicidad** es el componente central, ya que genera una aplicación de publicidad a partir de los **Contenidos publicitarios** seleccionados luego de utilizar los **Servicios Semánticos** (ontologías, motor de inferencia, etc.) para analizar la información provista por el Filtro de metadatos. Esta aplicación de publicidad se envía al **Codificador de Datos de TVD**, un actor externo que forma parte de la infraestructura de transmisión de la TVD y realiza el procesamiento estándar para la codificación y transmisión de la señal de TVD.

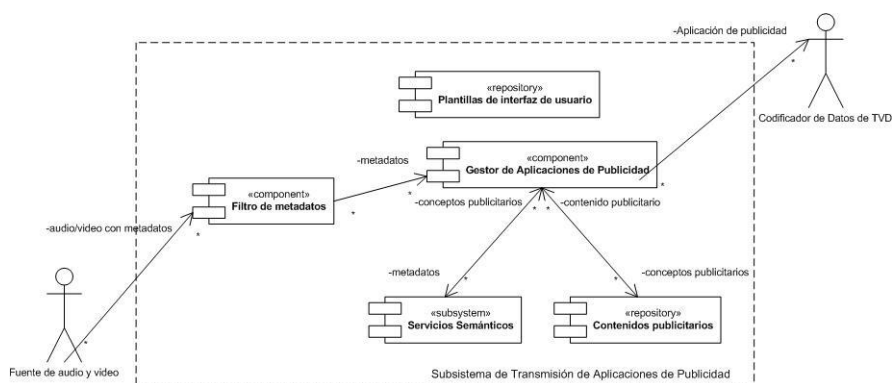


Fig. 4. Arquitectura interna del Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad

3.5 Aplicación de Publicidad

Como se mencionara previamente, la Aplicación de Publicidad es construida por el elemento Gestor de Aplicaciones de Publicidad, se transmite al Receptor y luego se ejecuta en él, lo que permite desplegar publicidad interactiva asociada al contenido semántico del flujo de audio/video según pautas establecidas por los publicistas y el radiodifusor.

La Figura 5 muestra cómo la Aplicación de Publicidad interactúa con el resto de los elementos que componen el Receptor. Además de desplegar la publicidad, debe atender los eventos de interacción del televidente y responder en consecuencia, lo cual puede incluir solicitudes al Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales (a través del Canal de retorno), recibir la respuesta correspondiente y mostrar el resultado. Para la comunicación entre la Aplicación de Publicidad y el Subsistema de Servicios

Publicitarios Adicionales proponemos una solución de arquitectura basada en servicios web, cuyo diseño describiremos en la próxima sección.

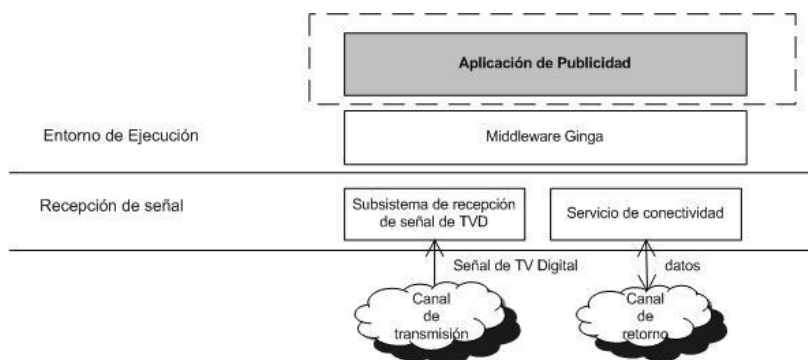


Fig. 5. Interacción entre la Aplicación de Publicidad y el sistema Receptor

3.6 Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales

La Figura 6 muestra la arquitectura interna del Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales, cuyo objetivo es atender las solicitudes de interactividad que tienen su origen en la Aplicación de Publicidad ejecutándose en el Receptor.

Las solicitudes de interactividad pueden referirse a distintos tipos de solicitudes. En general, es suficiente suponer que las peticiones son de dos tipos: solicitudes de información adicional (más información sobre el servicio o producto que se está exponiendo a través de la aplicación en ejecución) y solicitud de publicidad relacionada (solicitudes de publicidad referida a productos o servicios similares al que se está visualizando).

Al recibir una solicitud de interactividad, el Controlador evalúa la solicitud y la direcciona al servicio que se encargará de procesarla. El Servicio de Información Publicitaria Adicional procesa entonces la petición para determinar qué información de publicidad se está requiriendo, consulta el Repositorio de Contenidos Publicitarios para recuperar dicha información y devuelve la respuesta al Controlador para que sea enviada a la Aplicación de TV Digital.

Esta solución de arquitectura propuesta está basada en servicios web, puesto que dichos servicios se basan en estándares abiertos, son interoperables a través de diferentes plataformas e independientes de la tecnología de ejecución subyacente [5]. En particular nuestra arquitectura sigue el patrón de diseño Service Controller. Este patrón centraliza el procesamiento de solicitudes al canalizarlas a través de un único Controlador que evalúa la información de la solicitud y determina la forma en que se debe procesar [5].

Cabe destacar que para el diseño de los servicios web adoptamos el enfoque Contract-First [4], en el cual el desarrollo del servicio web es iniciado con la definición del contrato, ya que consideramos crítico mantener constante el contrato entre la Aplicación de TV Digital y los servicios web para mejorar su rendimiento.

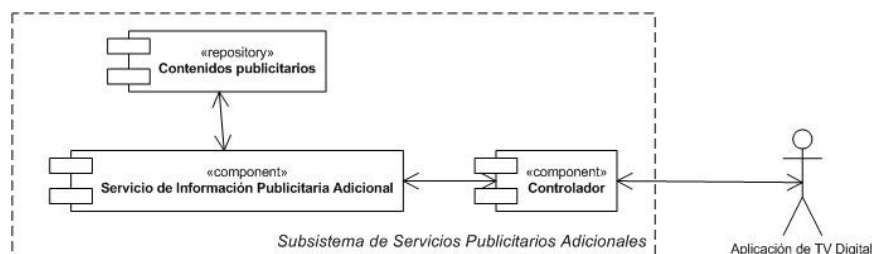


Fig. 6. Arquitectura del Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales

4 Análisis de la arquitectura propuesta

En esta sección examinaremos la arquitectura propuesta a la luz de los objetivos, los requerimientos funcionales y no funcionales, y las restricciones planteados en la sección anterior. Realizamos este análisis desde tres perspectivas diferentes: examinando el *cumplimiento de los requerimientos de los interesados*, analizando *escenarios* que puedan presentarse y considerando *riesgos y limitaciones*, proponiendo estrategias a seguir para minimizar los riesgos y superar las limitaciones.

4.1 Cumplimiento de los requerimientos de los interesados

La Tabla 2 evalúa cómo la arquitectura propuesta cumple con los requerimientos de los interesados, tal como fueron expuestos en la sección 3.1. La tabla muestra, para cada actor interesado, el requerimiento y una valoración sobre cómo nuestra propuesta da cobertura al mismo.

Interesado	Requerimiento	Evaluación de cumplimiento
Publicista	Soporte para múltiples dispositivos de recepción	La arquitectura no condiciona el tipo de receptor de TVD a utilizar. Este requerimiento debe ser tenido en cuenta también en las etapas de diseño e implementación.
	No dependencia de la existencia de canal de retorno	Nuestra propuesta permite utilizar aplicaciones que tienen solo interactividad local (la Aplicación de Publicidad que se envía junto con la señal de TVD incluye toda la información a mostrar), mientras que permite, pero no exige, interactividad a través del canal de retorno.
	Sensibilidad al contexto	Se logra sensibilidad al contexto al utilizar servicios web. Nótese, sin embargo, que este requerimiento debe ser tenido en cuenta en las etapas de diseño e implementación.
Radiodifusores	Infraestructura 'desacoplable' del transmisor	La arquitectura podría implementarse como un servicio a cargo de una tercera entidad, no del Radiodifusor, que provea las funcionalidades de transmisión e interactividad mediante un flujo de datos enviado al Receptor por el Canal de Retorno.

Ingenieros de infraestructura tecnológica	Arquitectura flexible	La arquitectura tiene la flexibilidad que pueden ofrecer una infraestructura de servicios web: orientación a procesos de negocios, independencia de fabricante, interoperabilidad, etc.
	Interoperabilidad de los subsistemas	Los componentes de la arquitectura propuesta y la tecnología actual compatible con SBTVD-T permiten diseñar una integración de sistemas basada en servicios web y en semántica

Tabla 2. Cobertura de los requisitos de los interesados

4.2 Análisis de escenarios

El análisis de escenarios está inspirado en la técnica clásica desarrollada en el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon [14]. Este análisis considera de qué manera los estímulos externos impactan en los atributos de calidad de la arquitectura y la respuesta que ofrece dicha arquitectura a tales estímulos.

La Tabla 3 muestra el análisis hecho para el Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad, mientras que la Tabla 4 muestra el análisis para el Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales.

Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad		
Atributo de calidad	Estímulo	Respuesta
<i>Adaptabilidad</i>	Agregar nuevos servicios sin resentir el funcionamiento	Se soportan nuevos servicios, basados en aplicaciones Ginga y servicios web.
<i>Confiabilidad</i>	Componente <i>Servicios Semánticos</i> no está disponible	Sin impactar en el funcionamiento de la infraestructura, resiente la “publicidad semánticamente asociada al contenido”.

Tabla 3. Análisis de escenarios para el Subsist. de Transmisión de Aplicaciones de Seguridad

Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales		
Atributo de calidad	Estímulo	Respuesta
<i>Adaptabilidad</i>	Agregar nuevos servicios sin resentir el funcionamiento (<i>req. no funcional</i>)	Se soportan nuevos servicios, basados en aplicaciones Ginga y servicios web.
<i>Disponibilidad del canal de retorno</i>	Canal de retorno no disponible para enviar respuestas de peticiones desde el Transmisor hacia el Receptor.	Alto impacto para aplicaciones con interactividad remota: atributo de calidad no está bajo control del Transmisor.
<i>Escalabilidad</i>	Aumento significativo y estable de peticiones de interactividad.	Puede escalar la infraestructura de soporte ampliando la capacidad de procesamiento.
<i>Capacidad de Modificación</i>	Publicista requiere información en tiempo real acerca de las peticiones de interactividad de su aplicación.	Funcionalidad adicional que el diseño soporta sin necesidad de modificaciones estructurales, agregando servicio web.
	SopORTE a publicidad personalizada.	Funcionalidad adicional que el diseño soporta sin necesidad de modificaciones.
<i>Performance</i>	Crecimiento en audiencia ocasiona	Es posible escalar la infraestructura que

	ráfagas de peticiones de interactividad.	da soporte a los servicios web; existen múltiples manera probadas de realizarlo.
	Respuesta a peticiones de interactividad de menos de 5 segundos para el 90% de los casos (<i>requerimiento no funcional</i>).	Parcial: puede aumentarse la capacidad de procesamiento de los servicios web, pero no hay control sobre la velocidad de transmisión del canal de retorno.
<i>Disponibilidad en Servicios Publicitarios Adicionales</i>	Rápida respuesta a peticiones de interactividad (<i>requerimiento no funcional</i>).	Posible: dotar de <i>alta disponibilidad</i> a la infraestructura de soporte a los servicios web. No afecta al diseño general.
<i>Cambios en la Información Adicional o en Información Asociada</i>	Publicista decide cambiar detalles de la ofertas de productos.	Se modifica la información publicitaria disponible (en el Repositorio de Contenidos del Receptor y enviando una nueva aplicación) o agregar nueva información sin modificar la aplicación.

Tabla 4. Análisis de escenarios para el Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales

4.3 Riesgos y limitaciones

Algunas situaciones podrían afectar el diseño propuesto. Consideremos diferentes hipótesis de riesgo y algunas estrategias para mitigarlas.

- La arquitectura no responde a cambios en las necesidades de negocio. Para mitigarlo hay que trabajar en conjunto con los interesados y desplegar la arquitectura conforme se van especificando los planes de negocio, de modo de responder adecuadamente a los cambios en los servicios publicitarios ofrecidos.
- Receptores de TVDi tienen versiones diferentes del middleware. Se debe basar la implementación de las aplicaciones en las características más estándares de Ginga.
- El diseño, construcción y despliegue del componente Servicios Semánticos es demasiado complejo. Construir prototipos para evaluar diferentes combinaciones de tecnologías que permitan realizar mediciones de rendimiento orientando la selección de una alternativa que provea un desempeño aceptable del componente.

5 Conclusiones

Dada la alta incidencia de la televisión en la población, el cambio tecnológico introducido por la TVDi implica necesariamente un alto impacto en la forma en que se accede a la programación, se utiliza la información y se realizan negocios televisivos.

En particular, la publicidad en TVDi presenta un enorme potencial que aún no se está explotando adecuadamente. Existen numerosas investigaciones analizando la problemática y realizando propuestas tecnológicas. Sin embargo, los diversos estándares de televisión digital terrestre hacen que las tecnologías utilizadas en cada uno sean altamente incompatibles.

En este trabajo realizamos una propuesta de arquitectura de software para el desarrollo de aplicaciones de publicidad interactivas para el estándar SBTVD-T, adaptado por la República Argentina y gran parte de los países de Latinoamérica.

En nuestra propuesta consideramos los objetivos de negocio de cada actor interesado (publicistas, radiodifusores e ingenieros de infraestructura tecnológica) y formulamos metas tecnológicas alineadas a los mismos. A partir de esta información se obtienen requerimientos funcionales y no funcionales de los principales interesados, junto con restricciones específicas.

Le arquitectura apunta a dar soporte a aplicaciones con interactividad local y también con interactividad plena para brindar experiencias más ricas e interactivas. Contrastando la arquitectura con los requerimientos y restricciones de los interesados, concluimos que esta propuesta es adecuada para los objetivos planteados. Analizamos, además, los riesgos y limitaciones, y establecimos propuestas de mitigación de riesgos y superación de limitaciones.

5.1 Trabajos futuros

Nuestros planes futuros incluyen la implementación de un prototipo y varias extensiones posibles a la arquitectura.

A corto plazo se implementará un prototipo basado en nuestra propuesta, usando el subsistema Ginga-NCL con NCL y su lenguaje de scripting Lua. Una extensión natural de esta arquitectura es permitir compras y ventas por el mismo medio por el cual se promociona el producto o servicio.

Varios trabajos [1,3] analizan la publicidad diferenciada para cada televidente. Nuestra arquitectura puede ser extendida mediante una aplicación que releve la información y la almacene, local o remotamente, para ser consultada al transmitir una publicidad. Sin embargo, deben considerarse temas de seguridad y privacidad.

Se podría modificar el Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad agregando un repositorio de plantillas de interfaz de usuario para que la interfaz visual sea particular para cada aplicación. Similarmente, se puede permitir al publicista proveer al radiodifusor con su propio software de aplicación (específico para su producto o servicio). Se debe agregar al mismo subsistema un repositorio de aplicaciones de publicidad,

6 Referencias

1. Athanasisidis, E., Mitropoulos, S., "A distributed platform for personalized advertising in digital interactive TV environments", The Journal of Systems and Software, Volumen 83, Número 8, 2010.
2. Baum, G., Gomes Soares, L. F., "Ginga Middleware and Digital TV in Latin America," IT Professional, Volumen 14, Número 4, 2012.
3. Blanco-Fernandez, Y., Lopez-Nores, M., Pazos-Arias, J., Martín-Vicente, M., "Automatic Generation of Mashups for Personalized Commerce in Digital TV by Semantic Reasoning", Lecture Notes in Computer Science, Volumen 5692, 2009.

4. Cavanaugh, E., "Web services: Benefits, challenges, and a unique, visual development solution", Product Marketing Manager, Altova® WhitePaper, 2006.
5. Daigneau, R., "Service Design Patterns: Fundamental Design Solutions for SOAP/WSDL and RESTful Web Services", Addison-Wesley, 2011.
6. Dentler, K., Comet, R., ten Teije, A., de Keizer, N., "Comparison of reasoners for large ontologies in the OWL 2 EL profile", Semantic Web 2, Número 2, páginas 71-87, 2011.
7. De Pessemier, T., Deryckere, T., Vanhecke, K., Martens, L., "Proposed Architecture and Algorithm for Personalized Advertising on iDTV and Mobile Devices", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volumen 54, Número 2, 2008.
8. Díaz Redondo, R., Fernández Vilas, A., Pazos Arias, J., Ramos Cabrer, M., Gil Solla, A., García Duque, J., "Bringing Content Awareness to Web-Based IDTV Advertising", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, Volumen 42, Número 3, 2012.
9. Gomes Soares, L., Junqueira Barbosa, S., "Programando en NCL 3.0. Desenvolvimento de Aplicações para o middleware Ginga", Pontificia Universidad do Rio de Janeiro, 2012.
10. Gomez Soares, L. F., Rodrigues, R. F., Moreno, M. F., "Ginga-NCL: the declarative environment of the Brazilian digital TV system", Journal of the Brazilian Computer Society, Volumen 12, Número 4, 2007.
11. Gorton, I., "Essential Software Architecture. Second Edition", Springer, 2011.
12. IBM Institute for Business Value, "The end of advertising as we know it", IBM Global Business Services, Media and Entertainment, 2007.
13. ITU-T, "A Guide to Digital Terrestrial Television Broadcasting in the VHF/UMF Bands", 1996.
14. Kazman, R., Aboud, G., Len Bass, P., "Scenario-Based Analysis of Software Architecture", IEEE Software, Volumen 13, Número 6, 1996.
15. Llanos García, A., Espinoza, N. Sánchez Rojas, J., "Publicidad Interactiva para Televisión Digital Terrestre (TdT) usando middleware Ginga-NCL", XVIII International Congress of Electronic, Electrical and Systems Engineering", 2011.
16. López-Nores, M., Rey López, M., Pazos-Arias, J., García-Duque, J., Blanco-Fernández, Y., Gil-Solla, A., Díaz-Redondo, R., Fernández-Vilas, A., Ramos-Caber, M., "Spontaneous interaction with audiovisual contents for personalized e-commerce over Digital TV", Experts Systems with Applications, Volumen 36, Número 3, Parte 1, 2009.
17. López-Nores, M., Pazos-Arias, J., García-Duque, J., Blanco-Fernández, Y., Martín-Vicente, M., Fernández-Vilas, A., Ramos-Caber, M., Gil-Solla, A., "MiSPOT: dynamic product placement for digital TV through MPEG-4 processing and semantic reasoning", Knowledge and Information Systems, Volumen 22, Número 1, 2010.
18. Luftman, J. N., Lewis, P. R., Oldach, S. H., "Transforming the enterprise: The alignment of business and information technology strategies", IBM Systems Journal, Volumen 32, Número 1, págs.198-221, 1993.
19. Mittal, B., "Public assessment of advertising: faint praise and harsh criticism", Journal of Advertising Research, Volumen 34, 1994.
20. Pisciotto, N., "Sistema ISDB-Tb (Primera Parte)", Universidad Blas Pascal, Serie de Materiales de Investigación, Año 3, Número 9, 2010.
21. Presidencia De La Nación Argentina, "Decreto 1148/2009 - Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre", 2009.
22. Sampaio de Alencar, M., "Digital Television Systems", Cambridge University Press, 2009.
23. Teófilo, L., Brandao Silva, P., "Integrating simple recommendations systems on Digital TV Widget Applications", 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2011.