



Procesamiento del canal de radiodifusión de datos de la TVD en Cuba

Processing the data broadcast channel of the DTV in Cuba

Reinier Millo-Sánchez^{*1}, Irina Benignova Siles-Siles^{*2}, Carlos Morell-Pérez^{*3}

*Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Carretera a Camajuaní Km 5½ Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP. 54830

¹rmillo@uclv.cu, ²irinass@uclv.edu.cu, ³cmorellp@uclv.edu.cu

RESUMEN

La Televisión Digital ha roto los esquemas de ser un mero presentador de contenidos como su antecesora la Televisión Analógica, para brindar la oportunidad de incorporar nuevos contenidos más allá de los materiales audiovisuales e interactuar con ellos. La interactividad es una de las características de la Televisión Digital más explotadas a nivel mundial. Actualmente en Cuba se transmite un canal de datos que brinda, de forma sencilla, una interactividad local. La información de este canal de datos está muy limitada en cuanto a su contenido y dinamismo que puede proveer. De forma general en todos los *set-top box* comercializados en el país realizan el procesamiento de esta información estáticamente y de la misma forma desde el punto de vista visual. Es notorio, que pudiese tomarse en consideración que existen dispositivos de alta resolución para los cuales se podría hacer un mejor aprovechamiento del espacio de representación de los contenidos y de la calidad de los materiales transmitidos, además de utilizar elementos locales y nuevos colores para brindar más dinamismo a esta información. En la UCLV se ha venido desarrollando una investigación para realizar una propuesta de un *set-top box* basado en herramientas de código abierto donde ha sido necesaria la manipulación directa de este canal de datos. En este trabajo se describen las experiencias, desde el punto de vista del receptor, de cómo ha sido implementado el proceso de recepción y manipulación de dicha información para luego poder brindarla de una forma más dinámica y agradable al televidente.

PALABRAS CLAVES: televisión digital, radiodifusión de datos, interactividad, set-top box.

ABSTRACT

Digital Television has broken the schemes of being a mere presenter of contents like its predecessor the Analogical Television, to offer the opportunity to incorporate new contents beyond the audio-visual materials and to interact with them. Interactivity is one of the most exploited features of Digital Television. Currently in Cuba, a data broadcast channel is transmitted to provide, in a simple way, a local interactivity. The information of this data channel is very limited in its content and dynamism that it can provide. In general, all the set-top boxes marketed in the country carry out the processing of this information statically in the same way from a visual point of view. It is noteworthy that it could be taken into consideration that there are high resolution devices for which a better use of the space of representation of the contents could be made and the quality of the transmitted materials, besides using local elements and new colors to provide more dynamism to this information. The UCLV has been developing an investigation to make a set-top box proposal based on open source tools where it has been necessary the direct manipulation of this data channel. This paper describes the experiences from the point of view of the receiver of how has been implemented the process of receiving and manipulating this information so that it can be offered in a more dynamic and pleasant way to the viewer.

KEY WORDS: digital television, data broadcasting, interactivity, set-top box.

1. INTRODUCCIÓN

La interactividad es uno de los elementos que ha marcado un hito en el desarrollo de la televisión de forma general. Aunque no se había comenzado a hablar de interactividad hasta mediados de la década del 90 del siglo pasado, cuando en 1994 Michael Doyle registró una patente para contenidos interactivos orientados a la Web, ya se daban los primeros pasos hacia la interactividad en la década del 80 al introducirse el teletexto en la transmisión de la televisión.



El teletexto marcó una pauta en el desarrollo de la televisión, enriqueciendo la transmisión analógica con información adicional. A partir de este punto, la variedad y cantidad de servicios interactivos han ido aumentando con el propósito de darle un mayor valor agregado a la televisión.

El alcance que pueden adquirir los contenidos multimedia se encuentra limitado generalmente por el medio físico de transmisión utilizado y la existencia o no de un canal de retroalimentación. El dispositivo decodificador o receptor de Televisión Digital (TVD), conocido como Set-Top Box (STB), es el encargado de recibir y procesar la señal digital, para posteriormente visualizar la información y permitir al usuario interactuar con los contenidos multimedia transmitidos.

Desde el año 2013 se ha venido desplegando en Cuba la Televisión Digital Terrestre (TDT). En el despliegue de la TDT en Cuba, se ha empleado la norma china GB 20600-2006 o DTMB [1], y se le ha incorporado un nivel de interactividad básico muy limitado para la difusión de información, conocido en la población cubana como el canal de datos o servicios.

Dicho canal de datos, al no existir una retroalimentación o canal de retorno y no estar regido por un estándar bien definido, solo presenta un carácter informativo y la información que se transmite por el mismo es muy limitada. Todos los STB comercializados en Cuba procesan de igual forma la información transmitida, sin aprovechar algunas de las facilidades que pueden proveer los dispositivos de alta definición para la representación de los contenidos. Por lo general, se distribuye un contenido estático, en el que no se aprovecha todas las facilidades para brindar la información de una forma dinámica y amena.

Al analizar este problema, se deben tener en cuenta dos aristas: una primera desde el punto de vista de la transmisión, donde se generan los contenidos a transmitir, y la otra desde el punto de vista del receptor, el cual es el encargado de recibir la información y visualizarla al televidente. En el presente trabajo se exponen las experiencias adquiridas por el Centro de Investigaciones en Informática (CII) y la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) en la manipulación de la información de parte del receptor mediante la propuesta de STB [2] que se viene desarrollado en la universidad.

2. INTERACTIVIDAD EN CUBA

En Cuba, desde el año 2013, se desplegó la TDT con la norma DTMB y no ha adoptado un estándar para la distribución de contenidos interactivos. Actualmente, la TVD en Cuba brinda niveles de interactividad local muy bajos, ofreciendo solamente servicios muy básicos como son: la EPG (*Electronic Programme Guide*), el teletexto y servicios de información. Dichos servicios informativos no siguen un estándar definido públicamente, pero sí un estándar de facto [3, 4] que han adoptado los proveedores que fabrican los receptores para Cuba.

Todos los proveedores procesan y visualizan esta información de igual forma sin tener en cuenta que todos los dispositivos receptores no poseen las mismas características, pues hay dispositivos de definición estándar y dispositivos de alta definición. El formato empleado permite el uso de imágenes para enriquecer la información, pero solo admiten imágenes en formato BMP con un máximo de resolución de 640x270 píxeles con paleta de 256 colores, en cualquier otro caso la imagen no será visualizada por el receptor, las cuales no son agradables a la vista en los dispositivos de alta definición.

A su vez, los servicios de información están solamente limitados a cuatro servicios, como se muestra en la Fig. 1: Noticias, Ecurad, Servicios y El tiempo (este último como un servicio obligatorio), no siendo posible la inclusión de nuevos servicios. Los mismos solo permiten tres niveles de profundidad, a excepción de El tiempo, el cual solo admite un nivel de profundidad [3].

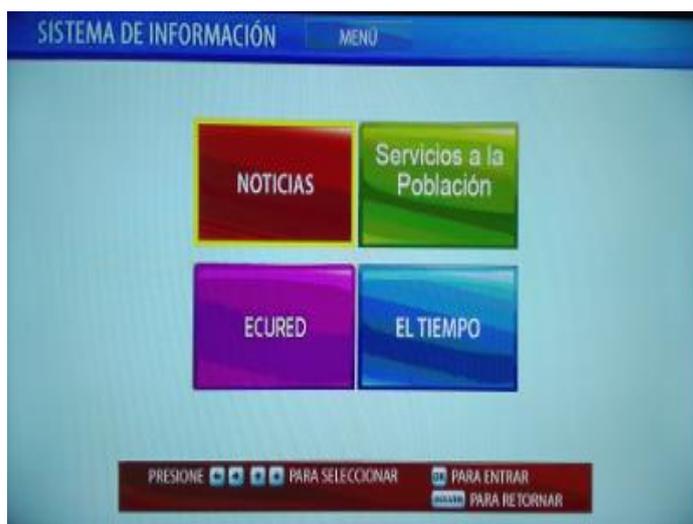


Figura 1: Vista de la pantalla principal del canal de radiodifusión de datos

Hoy día, la información de las Noticias y Ecured es actualizada de forma diaria, mientras que la de los Servicios se realiza con menos frecuencia y El Tiempo no es actualizado. Como consecuencia de esto, dicho canal es muy poco usado, aunque no se han llevado a cabo estudios sociales o estadísticos que lo verifiquen.

La cantidad total de información se limita a un aproximado de 599¹ Kb (ancho de banda destinado a la transmisión de los servicios de información con el fin de garantizar su recepción en un tiempo mínimo) puesto que los receptores para acceder a los servicios de información, deben dedicarse por completo a la recepción de la información para luego visualizarla. En algunos dispositivos como lo es el televisor híbrido ATEC de 32” se ha medido el tiempo y existe una espera mínima para visualizar la información de al menos 4 segundos, llegando a ser mayor en varias ocasiones. El esquema seguido por los proveedores para la manipulación del canal de datos tampoco brinda la posibilidad de simultanear los servicios de televisión con los servicios de información.

Se han desarrollado varios estudios en el país para el enriquecimiento de la interactividad: trabajos presentados por [5–8], los cuales están orientados hacia los servicios informativos que posee hoy la TVD en Cuba. Otros como los presentados por [9] y [10], se centran en nuevos servicios que se pueden ofrecer en la TVD. En [6] se expuso un estudio sobre el estado actual de los servicios interactivos de la televisión digital, mientras que en [7] y [8] se presentaron herramientas para la conformación del TS (*Transport Stream*) con los servicios que hoy se transmiten en la TVD.

Todos estos trabajos tienen un enfoque general, ya que valoran los elementos que se pueden incorporar en la televisión digital, incursionando algunos en los estándares de interactividad para proveer aplicaciones en un formato predeterminado, pero no queda bien definido como incorporarlos a la TVD en Cuba. El alcance de dichas investigaciones es muy limitado ya que actualmente existe una dependencia tecnológica completa de los proveedores, y para incorporar alguna nueva funcionalidad en la Televisión Digital en Cuba es necesario tramitarlo con ellos.

3. FORMATO DEL CANAL DE DATOS

Toda la información que existe acerca del formato establecido para el canal de datos está dada desde el punto de vista del usuario que empleará las herramientas brindadas por los proveedores para generar los contenidos. No existe información alguna de cómo se puede gestionar o interactuar con esta información desde la posición del receptor.

En el transmisor se puede acceder a las herramientas ofrecidas por el proveedor y estudiar la estructura que poseen los archivos XML. Este formato solo permite el envío de archivos en texto plano en formato XML, imágenes en formato BMP y un MPEG-2 I *frame* que se genera a partir de una imagen. Los archivos XML se

1 Valor tomado de la herramienta DVBIInspector.



utilizan para enviar los contenidos y darle a su vez una estructura jerárquica a la información. Las imágenes son empleadas para brindar información sobre las acciones que se pueden realizar, y en el caso de la pantalla principal para mostrar una imagen para cada una de las secciones.

El archivo MPEG-2 es empleado para definir un fondo para toda la pantalla. Aunque este cubre toda la pantalla tiene una resolución máxima de 720x480 píxeles, lo cual puede verse distorsionado en los dispositivos de alta definición en caso de no ser color entero. De forma general, no se aprovechan los dispositivos de alta definición, ni recursos que pudieran tenerse de forma local y la información es distorsionada porque, a pesar de que se emplea toda la pantalla, el área de visualización de la información es limitada a 528x280 píxeles y tiene que ajustarse entonces a la resolución del dispositivo.

La información del canal de datos tiene una estructura jerárquica [3] como se muestra en la Fig. 2. Esta estructura debe respetarse y solo es posible emplear tres niveles de profundidad y el nivel 2 solo puede contener hasta tres partes, lo cual hace que la información a transmitir sea reducida.

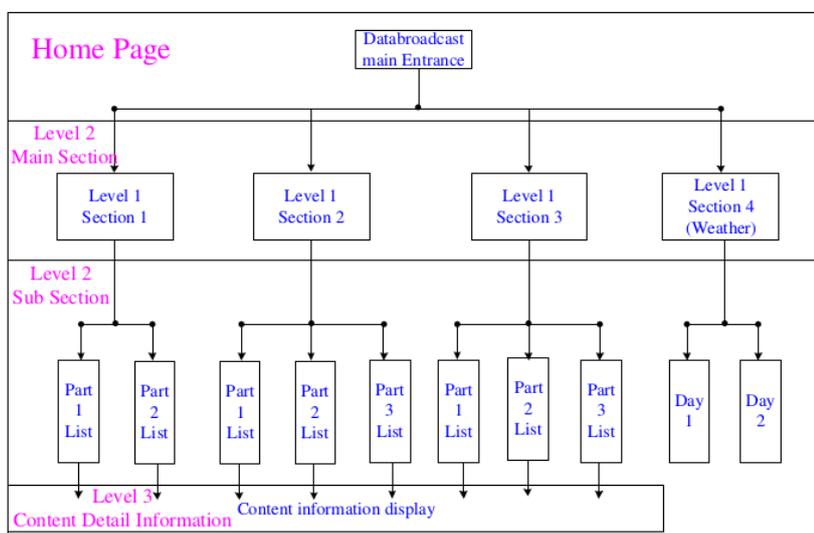


Figura 2: Niveles jerárquicos para la organización de la información del canal de datos [3]

Los archivos se estructuran jerárquicamente a partir de su archivo principal llamado **0_index.xml**, que se muestra en la Fig. 3. Dicho archivo contiene toda la información de la ventana principal, indicando qué información será mostrada en el siguiente nivel cuando se seleccione una de las cuatro posibles entradas.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<cdbs:Root xmlns:cdbs="urn:cdbs:data" cdbs:Background="001_Background_00.mpg">
<cdbs:ColorMode>
<cdbs:ColorSelect>0,0,0</cdbs:ColorSelect>
<cdbs:ColorSectionS>255,0,0</cdbs:ColorSectionS>
<cdbs:ColorSectionN>0,0,0</cdbs:ColorSectionN>
<cdbs:ColorTitleS>255,0,0</cdbs:ColorTitleS>
<cdbs:ColorTitleN>0,0,0</cdbs:ColorTitleN>
<cdbs:ColorText>0,0,0</cdbs:ColorText>
<cdbs:ColorTableL>255,0,0</cdbs:ColorTableL>
<cdbs:ColorTableH>0,0,0</cdbs:ColorTableH>
<cdbs:ColorTableC>0,0,0</cdbs:ColorTableC>
</cdbs:ColorMode>
<cdbs:Image top_left_x="255" top_left_y="6">006_Title_01.bmp</cdbs:Image>
<cdbs:RootMenu cdbs:Name="Noticias">
<cdbs:Image top_left_x="105" top_left_y="60" cdbs:Href="015_210_000.xml">002_Entrance_01.bmp</cdbs:Image>
</cdbs:RootMenu>
<cdbs:RootMenu cdbs:Name="Servicios">
<cdbs:Image top_left_x="330" top_left_y="60" cdbs:Href="016_220_000.xml">003_Entrance_02.bmp</cdbs:Image>
</cdbs:RootMenu>
<cdbs:RootMenu cdbs:Name="EcuRed">
<cdbs:Image top_left_x="105" top_left_y="210" cdbs:Href="017_230_000.xml">004_Entrance_03.bmp</cdbs:Image>
</cdbs:RootMenu>
<cdbs:RootMenu cdbs:Name="Tiempo">
<cdbs:Image top_left_x="330" top_left_y="210" cdbs:Href="018_240_000.xml">005_Entrance_04.bmp</cdbs:Image>
</cdbs:RootMenu>
<cdbs:Image top_left_x="0" top_left_y="366">011_Hints_01.bmp</cdbs:Image>
</cdbs:Root>

```

Figura 3: Vista del archivo principal de la información del canal de datos

Así pues, con el uso del atributo **cdbs:Href** se va estableciendo la relación de jerarquía entre la información. Cada uno de estos archivos XML, como se explica en [3] pueden contener un listado de menús si es un nivel



intermedio o texto plano si es un nivel final. El texto plano puede incluir etiquetas o *tags* para una tabla y una imagen. En caso de emplear una imagen, la misma siempre se muestra al principio del contenido y debe cumplir con las restricciones definidas para las imágenes. Para la representación de la información correspondiente a El Tiempo, es obligatorio el uso de tablas.

4. RESULTADOS

Con el fin de procesar la información del canal de datos fue necesario realizar un estudio de la señal de televisión utilizando la herramienta DVBSInspector, conociendo que el canal de datos es transmitido usando PID 512. La información del canal de datos es enviada a través de tablas privadas que tienen una estructura definida por el propio proveedor.

El primer *byte* de cada sección privada de datos representa el tamaño que corresponde al nombre del archivo, seguido de este aparecen *n bytes* con el nombre del archivo. A continuación, los 4 *bytes* posteriores al nombre indican la cantidad de contenido del archivo que se envía en esa sección. Seguidamente, se encuentran *m bytes* correspondiente al archivo indicado. Cabe que destacar que existen algunos archivos que por su tamaño deben ser transmitidos en varias secciones, y por tanto todas las secciones tendrán el mismo encabezado, variando la cantidad de información enviada del archivo. En la Fig. 4 se muestra un ejemplo de esto.

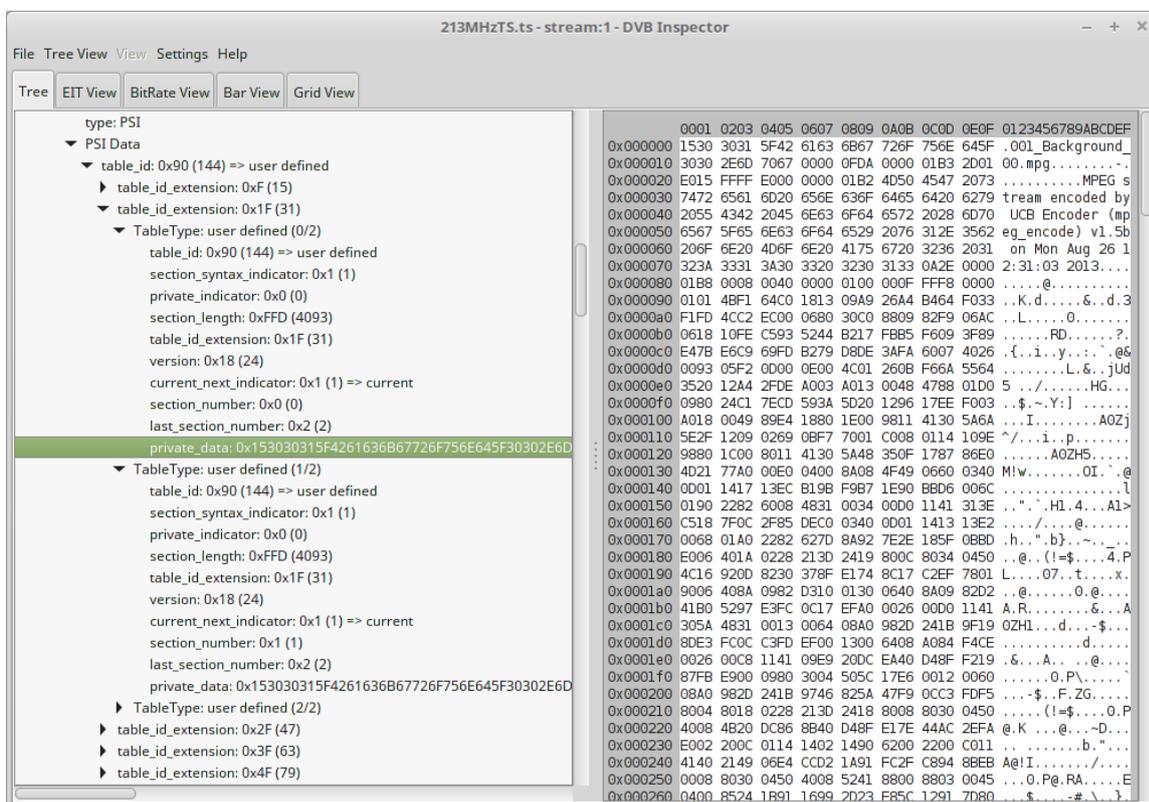


Figura 4: Vista de la sección privada de un paquete del canal de datos usando DVBSInspector

A la izquierda se observa el análisis de un paquete con **table_id** 0x90, pero con **table_id_extension** 0x1F. El mismo está compuesto por tres secciones, indicado por el atributo **last_section number**. A la derecha de la figura se puede observar que en los datos privados de la primera sección el primer *byte* tiene valor 0x15 (21 *bytes*) y el nombre del archivo es **001_Background_00.mpg**, y que en esta sección se tiene información del archivo 0x00000FDA (4058 *bytes*). En la segunda sección se mantiene el mismo encabezado del archivo, así como la misma cantidad de información que debe ser anexada a la información de la primera sección. Por último, la tercera sección cuenta con el mismo encabezado, pero ahora tiene 0x00000AD1 (2769 *bytes*), por lo que el archivo tiene un tamaño total de 10885 *bytes*.

El canal de datos tiene como punto de entrada el archivo inicial, cuyo nombre siempre es fijo: **0_index.xml**, y a partir de este archivo comienzan a recibirse otras series de archivos que contienen las imágenes y la

información para visualizarse en el receptor según la guía [3]. Actualmente, se desconoce el procesamiento que realizan los receptores sobre esta información. Por pruebas prácticas desarrolladas sobre algunos receptores, tomando como referencia el procesamiento realizado por la propuesta de STB que se desarrolla en la UCLV, se piensa que los STB comercializados en el país cuando se les solicita el servicio de datos deben esperar a comenzar a recibir el archivo inicial **0_index.xml**; o sea, si se accedió al servicio cuando ya se había transmitido ese archivo, es necesario esperar a que se vuelva a transmitir. Al parecer, algunos STB tampoco reciben completamente toda la información del canal de datos, recibéndola solo por niveles, por lo que en algunos casos toma su tiempo en realizar el cambio de un nivel a otro.

Para la propuesta de STB que se está desarrollando en la UCLV, se decidió implementar un esquema basado en cliente-servidor, como se muestra en la Fig. 5, el cual permita aprovechar todas las potencialidades del TS y eliminar algunos de los problemas encontrados por la vía experimental en los STB. Como toda la información, flujos de audio/video, tablas de control y canal de datos, viaja en el mismo TS, a medida que se va recibiendo el TS se puede ir procesando esa información y no desecharla, de forma tal que pueda quedar almacenada en un servidor y luego pueda ser consumida por el cliente.

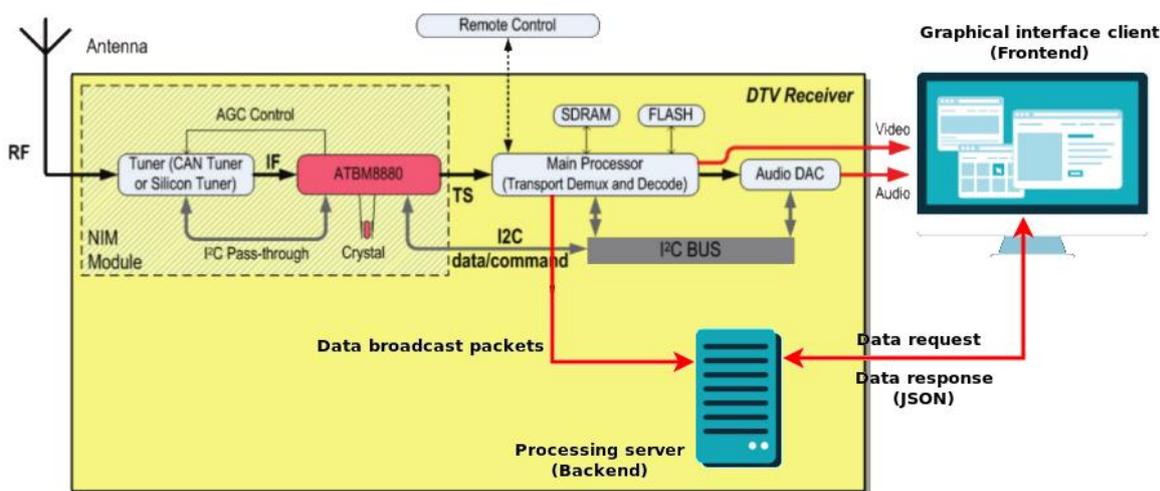


Figura 5: Esquema cliente-servidor para emplear en la propuesta de STB²[11]

Se pudiese pensar que este esquema afecta el rendimiento del STB al tener que procesar continuamente la información del canal de datos que se emite repetidamente con cierta frecuencia; pero no es así, ya que no es necesario tener que almacenar la misma información continuamente. Todos los paquetes del TS, como se observa en la Fig. 4, tienen un campo **version** que indican la versión actual del paquete. Esta versión solo cambia cuando el paquete es actualizado, o sea, cuando se modifica la información que es transmitida. No se tiene información oficial de cuántas veces al día es actualizada la información del canal de datos, pero por experimentación en el centro solo se han notado cambios una vez al día. En este caso el STB solo tiene que almacenar un histórico de los paquetes recibidos del canal de datos y la última versión que se tiene de ese paquete. Si las versiones difieren, entonces ese archivo debe ser actualizado.

Otra de las ventajas que ofrece este esquema para el procesamiento del canal de datos es que no es necesario esperar a que se comience a transmitir el archivo **0_index.xml**, pues se pueden ir almacenando los archivos de forma directa, e incluso gestionando los archivos por secciones, las cuales no tienen que estar necesariamente consecutivas utilizando archivos de acceso aleatorio y teniendo en cuenta el tamaño máximo que se puede transmitir en cada sección. En el caso de la propuesta de la UCLV, para simplificar el procesamiento se comienza a almacenar un archivo de forma consecutiva por secciones.

Con el empleo de este esquema, se logra que a los pocos segundos de encendido el STB se disponga ya de la información del canal de datos y pueda ser accedida por el televidente. En la Fig. 6 se muestra parte de los archivos recibidos directamente desde el canal de datos en una prueba realizada.

2 Fuente: Imagen modificada a partir del original tomado del *Data Sheet ATB8880*

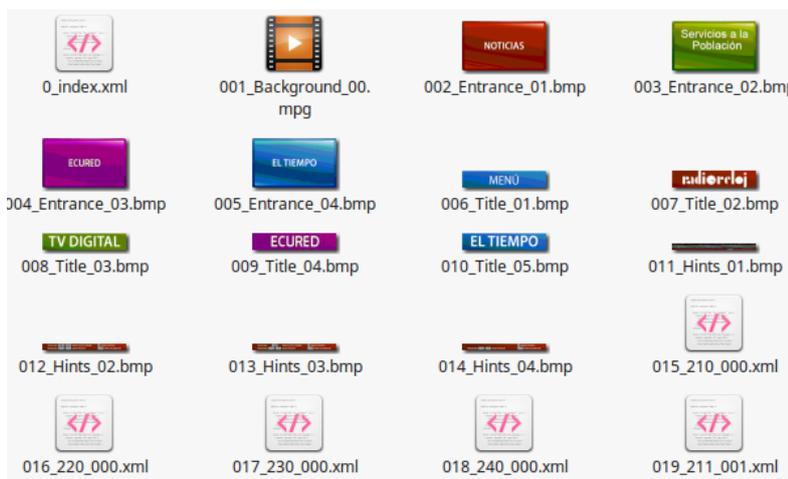


Figura 6: Vista del listado de archivos recibidos desde el canal de datos

Tener esta información almacenada de forma local en el receptor permite que pueda ser consultada sin demora adicional, además que puede ser procesada a partir del conocimiento de su estructura interna para luego ser consumida por el televidente. Dicha información procesada permite su visualización empleando otro formato más dinámico y ameno para el televidente, al mismo tiempo que este pueda acceder a la información mientras observa televisión. En la prueba realizada se almacenaron 1,2 Mb de información recibida del canal de radiodifusión de datos.

En la propuesta de STB que se desarrolla en la UCLV el propio servidor es el encargado de procesar la información para gestionarla en un formato JSON (del acrónimo de *JavaScript Object Notation*) el cual es dado al cliente cuando este lo solicita. En este formato se envía la información y el cliente la muestra según se haya programado, no siendo necesaria la representación de la información como hacen actualmente los STB comercializados. En la Fig. 7 (a) y (b) se muestra de forma personalizada, utilizando la propuesta de STB que se desarrolla en la UCLV, la información de una noticia y de El Tiempo respectivamente. Con esto se evidencia que desde el propio receptor se pueden realizar algunas acciones que permitan enriquecer la forma en que se visualiza la información, pues en ambos casos lo único que fue recibido desde el canal de datos fue el texto de la información, agregando nuevos colores e imágenes para la visualización de dicha información.



(a) Visualización de la información de una noticia

(b) Visualización de la información del tiempo

Figura 7: Visualización personalizada de la información del canal de datos

El formato JSON es un formato de texto plano ligero empleado para intercambiar información. Este permite realizar una notación literal de los objetos en *JavaScript* estableciendo una relación de **llave: valor**. JSON puede ser muy compacto y eficiente respecto al XML si se usa de manera efectiva, aunque no en todos los casos es la representación más compacta. En muchos de los lenguajes de programación el procesamiento de la información en JSON se realiza de forma intuitiva y natural, como es el caso de Python, el lenguaje empleado en la propuesta de STB que se desarrolla en la UCLV para procesar dicha información desde la interfaz gráfica o *frontend*. En la Fig. 8 se muestra la información de El Tiempo que recibe el *frontend* en formato JSON para su visualización.



```
{
  "LOCATIONS": [
    {
      "location": "Occidental",
      "state": "Lluvias",
      "min": "32",
      "max": "35",
      "winds": "20"
    },
    {
      "location": "Central",
      "state": "Lluvias",
      "min": "32",
      "max": "35",
      "winds": "20"
    },
    {
      "location": "Oriental",
      "state": "Soleado",
      "min": "32",
      "max": "35",
      "winds": "20"
    }
  ]
}
```

Figura 8: Información del tiempo en formato JSON

En este caso, la información en formato JSON contiene 247 bytes mientras que en el formato XML que se transmite a través del canal de radiodifusión tiene 1075 bytes sin contar los espacios en blanco, reduciendo más de 4 veces el tamaño original de la información recibida. Esta reducción de tamaño es notable en toda la información recibida del canal de radiodifusión de datos en formato XML, pues en la definición de estos XML todas las etiquetas se definen utilizando el prefijo **cdbs:**, lo cual produce archivos XML de mayor tamaño.

5. CONCLUSIONES

A partir de la experiencia adquirida con el trabajo con el canal de datos, se puede hacer un mejor aprovechamiento de las características de los STB para la representación de la información transmitida. Se pueden emplear nuevos formatos y estilos que permitan brindar un mayor dinamismo y una visualización más agradable de la información. Se debe estudiar cómo implementar servicios que automáticamente permitan actualizar la información transmitida por el canal de datos, y así garantizar la inmediatez de la misma.

REFERENCIAS

1. DTMB. *Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Television Terrestrial Broadcasting System (DTMB)*. China, 2006.
2. MILLO-SÁNCHEZ, Reinier, MORELL-PÉREZ, Carlos, SILES-SILES, Irina Benignova, GARCÍA-GONZÁLEZ, Carlos and PAZ-RODRÍGUEZ, Waldo. Propuesta de set-top box cubano empleando alternativas de Software Libre. In : *4to Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2016.
3. EASYCOM. *Data Broadcast System Information Display Template*. Beijing : Easycom Tech. Co., 2012.
4. EASYCOM. *Data Broadcast System Install Guild*. Beijing : Easycom Tech. Co., 2012.
5. AGUIRRE SOLER, G. J. and HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, D. Diagnostic tool conception for EPG service in Cuba. In : *4to Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2016.
6. PINA AMARGÓS, J. D. Retos y posibilidades de los servicios de valor agregado en la televisión digital terrestre en Cuba. In : *2do Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2014.
7. PINA AMARGÓS, J. D., ÁLVAREZ GEONAGA, D., PAREDES MIRANDA, D., AMADOR GONZÁLEZ, M. and VILLARROEL RAMOS, D. L. Prototipo de software para la gestión del servicio de datos de la televisión digital en Cuba. In : *4to Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2016.
8. REAL CASTRO, E. J., LAZO BRITO, R. M., ROJAS RÍOS, D. and VENTO TIELVES, M. Aplicación Web para la gestión de los servicios de valor agregado para la Televisión Digital Terrestre. In : *4to Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2016.
9. MAYMIR TORRENS, A., PINA AMARGÓS, J. D. and RODRÍGUEZ MALLÓN, A. Posibilidades del dispositivo receptor con sistema operativo Android para mejorar los servicios de interactividad de la televisión digital terrestre en Cuba. In : *4to Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2016.
10. SILES-SILES, Irina Benignova. Desarrollo de la aplicación Beisbol.hyp para la TDT. In : *2do Foro Internacional de Televisión Digital de La Habana*. La Habana, 2014.
11. ALTOBEAM. *ATBM8880 DTBM Demodulator*. Data Sheet. AltoBeam, 2013.

SOBRE LOS AUTORES

Reinier Millo-Sánchez, graduado de Ciencia de la Computación en el 2012 en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, profesor instructor del Departamento de Computación de la Facultad de Matemática, Física y Computación, Aspirante a Investigador del Centro de Investigaciones en Informática, Máster en Ciencia de la Computación (UCLV, 2016).



Irina Siles-Siles, graduada de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica en el 2007 en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, perteneciente al claustro de profesores del Departamento de Telecomunicaciones, profesor asistente del colectivo de Radiocomunicaciones, Máster en Telemática (UCLV, 2016).

Carlos Morell-Pérez, graduado de Ciencia de la Computación en 1995 en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular del Departamento de Computación de la Facultad de Matemática, Física y Computación.