

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: seleccionar la temática a partir de las líneas editoriales de la revista

Recibido: 20/10/16 | Aceptado: 10/11/16 | Publicado: 19/12/16

Sistema para el diagnóstico de la calidad de servicio en la Televisión de la UCI

System for the diagnosis of quality of service in UCI Television

Omar Mar Cornelio ^{1*}, Harold Willians Carrascan ², Pedro M Puig Díaz¹

¹ Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales. Universidad de las Ciencias Informáticas.

² Facultad 4. Universidad de las Ciencias Informáticas.

* Autor para correspondencia: omarmar@uci.cu

Resumen

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), cuenta con un sistema de transmisión de televisión analógica guiado por cable coaxial que permite la distribución de los canales nacionales e internos. El sistema fue diseñado para 500 receptores, sin embargo no se previó el crecimiento exponencial de la institución. En la actualidad el proceso posee deficiencia al no contar con el equipamiento suficiente para conocer el estado de la calidad de las señales distribuidas por los nodos, lo que tributa a demoras en la solución de afectaciones. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada, desarrollando una aplicación informática que utiliza un sistema de medición para el diagnóstico de la calidad de servicio en la red televisión de la UCI. Para el desarrollo de este sistema se toma como principio la selección de tecnologías que estén distribuidas bajo licencias de software, se utilizó a PostgreSQL como gestor de Bases de Datos almacenando los comportamientos históricos para la toma de decisiones futura, se utilizó un dispositivo de Boonton's para recoger los niveles de señal de radiofrecuencias, se utilizó ajuste empírico para establecer los parámetros óptimos a identificar y se realizaron un conjunto de pruebas con el objetivo de validar el funcionamiento general

Palabras clave: Sistema informático; calidad de servicio; transmisión de televisión.

Abstract

University of Informatics Sciences (UCI) has a transmission system analog television guided coaxial cable that allows the distribution of national and internal channels. The system was designed for 500 receivers, but the exponential growth of the institution is not envisaged. Today the process has deficiency by not having enough to know the status of the quality of the signals distributed nodes which taxed to delays in resolving equipment affectations. This research describes a solution to the problem posed by developing an application that uses a measurement system for diagnosing service quality in network television ICU. For the development of this system is taken as the top selection of technologies that are distributed under

licenses software to PostgreSQL is used as a transmission Databases by storing historical behavior for decision-making, a native meter was implemented to collect RF signal levels, empirical fit was used to establish optimum parameters to be identified and a set of tests were conducted in order to validate the overall operation.

Keywords: *Computer system; quality of service; television transmission.*

Introducción

Los avances alcanzados por el hombre en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), han contribuido al perfeccionamiento de las técnicas y herramientas para la transmisión de las señales televisivas, con el propósito de aumentar la calidad y el alcance de las mismas (CARDOZO 2008). Desde el comienzo del siglo XX, se hacían pruebas de transmisión de imágenes a distancias. Pero no es hasta 1936, que Gran Bretaña inaugura el primer ciclo de emisiones regulares de televisión a través de la Corporación de Transmisión Británica o (BBC) (FLEITES *et al.* 2015).

Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial los esfuerzos tecnológicos se concentraron en el conflicto bélico. Durante el mismo la Corporación Americana de Radio (RCA), impulsó investigaciones que lograron perfeccionar estas transmisiones en los Estados Unidos de América (HUANG and BOYLE 2008), (ARTHUR *et al.* 2007). Al finalizar este conflicto, los receptores llegaban a los tres millones y las estaciones emisoras, a doscientas. Desde entonces la tecnología de transmisión de señales televisivas fue extendiéndose por el planeta, hasta que a mediados del siglo XX, en Cuba se inaugura oficialmente el primer canal televisivo, Unión Radio Televisión (canal 4). Este proceso comenzó con un período de pruebas, en el cual se transmitieron imágenes fijas y entrevistas a personalidades.

El 24 de mayo de 1962 se funda el Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT). Este instituto constituyó no solo el desplazamiento del poder de los grandes consorcios mediáticos republicanos, sino que estableció la democratización de la información que a través de la radio y la televisión cubana, llegaba a los hogares de las familias en la Mayor de las Antillas (ORGADO 2010). Actualmente se llevan a cabo las pruebas para un proceso de transición a la televisión digital. Esta tecnología impedirá al país el aislamiento mediático, optimiza la interactividad con todo el planeta y producirá un salto en la definición, resolución, capacidades expresivas y estética del servicio brindado.

En la actualidad Cuba posee uno de los mayores sistemas televisivos de servicio público de Iberoamérica (SIERRA 2005), (HOLLAND 2015), a través del cual se mantiene a la población actualizada e informada sobre los acontecimientos de interés. Brinda el servicio de cinco canales nacionales y un canal por provincia, permitiendo la

difusión de la señal de televisión en toda la isla. Junto a los procesos de transformaciones educacionales y sociales, como parte de la Batalla de Ideas, se crearon dos canales educativos con el objetivo principal de llevar la universidad a la población cubana por medio de la pantalla (GRONSUND *et al.* 2013).

En algunas escuelas se crearon centros de producción donde se elaboraron las tele-clases, utilizadas como material de apoyo a los planes de estudios definidos. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), creada con el objetivo fundamental de formar profesionales altamente calificados y comprometidos con la revolución, cuenta con un sistema de transmisión de televisión analógica guiado por cable coaxial que permite la transmisión de los canales nacionales e internos. Este sistema inicialmente fue diseñado para 500 receptores, pero en la actualidad la institución cuenta con más de 3000 televisores repartidos entre aulas, residencias y oficinas que reciben la señal desde una sola cabecera de línea, utilizando casi la misma tecnología.

El proceso de transmisión de televisión en el centro universitario comienza cuando las señales de Radiofrecuencia (RF) emitidas por el ICRT llegan a las antenas receptoras del Centro de Televisión de la UCI (UCITV). Estas señales conjuntamente con las del centro de producción son introducidas en una matriz de conmutación, que selecciona automáticamente mediante una consola de control, las señales que mejor calidad posean. La información capturada es separada en canales por medio de moduladores, estos se unen mediante un conmutador o multiplexor utilizando la técnica de multiplexación por división de frecuencia, para ser emitidos a través de una red estructurada de cable coaxial (ALCANTÚ and GLAUCO 2013).

Una vez iniciada la transmisión de las señales televisivas, llegan a un nodo central que las distribuye a otros nodos y así sucesivamente hasta llegar al receptor, formándose una topología en estrella. Al recorrer grandes distancias, estas señales se ven expuestas a numerosas anomalías como son: roturas en los dispositivos intermedios, ausencia del fluido eléctrico, inclemencias meteorológicas y rotura en las líneas de transmisión. Esto trae como consecuencia que se acuda a diversos mecanismos para capturarlas señales de televisión de forma aérea, sin usar el circuito cerrado de cable coaxial, provocando que no se puedan sintonizar los canales internos.

Reparar y mantener este sistema representa una tarea de difícil solución, incidiendo el tamaño de la universidad, la cantidad de personal encargado de esta, la inexistencia de instrumentos de medición. Sobre la base de las deficiencias identificadas, surge como problema a resolver: ¿Cómo disminuir la incertidumbre del estado de la calidad de servicio del sistema de televisión de la UCI?

Materiales y métodos

Elementos que sustentan la propuesta

Para conocer la calidad de una señal de televisión es preciso conocer alguna de las características que la misma presenta. Estas señales son transmitidas mediante una señal de RF y contiene la información de sincronismo vertical, sincronismo horizontal, luminancia (la imagen en blanco y negro), crominancia (señales azul, verde y rojo RGB) e información de sonido (audio calidad FM) (ENGELSON 2013), según la norma o sistema de transmisión de cada país.

La norma de transmisión de una señal de televisión es el sistema estándar de transmisión utilizado por los países para emitir y recibir dicha señal, entre las más conocidas se encuentran la National Television System Committee (NTSC) y la Phase Alternation Line (PAL) (FABRE and CAMERO 2008).

Analizadas las características de las señales de televisión analógicas, se dedujo su vínculo con las Radiofrecuencias (RF) fundamentándose que, al deteriorarse las RF, las señales de televisión también lo hacen, simultáneamente con la información de los sincronismos, luma, croma y sonido que contiene la misma (MARTIN 2012), (QIN *et al.* 2015).

Sistema de TV en la UCI: Desde el nacimiento de la universidad, el sistema de televisión ha sufrido cambios en su estructura debido a las ampliaciones y remodelaciones que se han efectuado. Hoy se cuenta con 18 canales con posibilidad de llegar a 20, se dispone de una computadora para cada canal, posibilitando un incremento en la calidad de los servicios que se brindan a través de la televisión, ya sean tele-clases, programación variada o canales nacionales. Después de transmitida la señal, llega a un nodo central que administra los demás sub nodos dividiendo el componente principal en subredes y estas a su vez en otras menos complejas formando una topología de estrella. Las subredes de Nivel 1 son las que están directamente conectadas al nodo central y se encuentran en: Área de Residencia, Rectorado, Docente 1, Docente 2 y GASTEX.

Patrón de Calidad: En relación a una señal de televisión, la calidad es una variable que define el estado de la misma y el grado en que se acercan las cualidades que esta posee a las que se consideran óptimas. Visualmente es fácil realizar un diagnóstico de la calidad de una señal de televisión; pero para evaluarla matemáticamente se necesita medir la señal en diferentes escenarios, con el fin de establecer un patrón definido por los resultados (BAUTISTA *et al.* 2012), (GARCÍA and NARANJO 2013). Este patrón será usado para compararlo con las señales capturadas, con el fin de diagnosticar la calidad de las mismas (MAR *et al.* 2015).

Descripción del sistema

El sistema para el diagnóstico de la calidad de servicio en la red de televisión universitaria de la UCI en su versión 1.0, está orientado a disminuir la incertidumbre sobre el estado de la señal de televisión para los especialistas, técnicos

y directivos de la Dirección de Gestión Tecnológica. Posee una estructura cliente servidor. Los clientes son los agentes que poseen el sistema de medición de la señal de radiofrecuencias que son enviadas utilizando la red de datos hacia el servidor quien a su vez posee la capacidad de procesar y visualizar la información enviada por sus nodos. Mediante un diagrama de despliegue se muestra la configuración de nodos que participan en la ejecución y de los componentes que residen en ellos. Describen la arquitectura física del sistema, en términos de: procesadores, dispositivos, componentes de software etc. La vista de despliegue representa la disposición de los componentes que intervienen en el sistema.

En la figura 1 se muestra como la señal de RF es introducida al puerto del dispositivo de medición. El dispositivo extrae la señal introduciéndola al ordenador donde se ejecuta la aplicación de escritorio que envía la señal al servidor de BD mediante el protocolo TCP/IP por el puerto 5432.

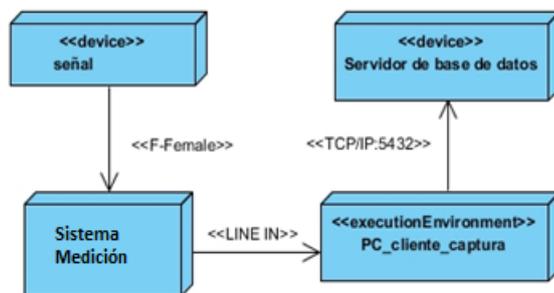


Fig. 1 Diagrama de despliegue de la aplicación de escritorio.

El sistema de medición utilizado de Boonton que establece una estándar para las mediciones de potencia de RF rápido con la introducción de sensores de potencia USB de la serie de banda ancha 55. Construido con la tecnología Real-Time. Los sensores de la serie 55 son ideales para la fabricación, el diseño, la investigación y el servicio en las aplicaciones comerciales y militares, como las telecomunicaciones, aviónica, radares y sistemas médicos. Ellos son el instrumento de elección para mediciones rápidas, precisas y altamente confiables de potencia RF, igualmente adecuados para el desarrollo de productos, pruebas de cumplimiento y aplicaciones de monitoreo del sitio. La figura 2 muestra el dispositivo seleccionado (BOONTO'S. 2014).



Fig. 2 Dispositivo de medición de la señal de RF.

En la figura 3 se muestra como un ordenador que se conecta a un contenedor Web mediante el protocolo HTTPS usando el puerto 8443. En este contenedor se encuentra ejecutándose la aplicación Web, y para acceder a esta es necesario autenticarse contra el Servidor LDAP que es donde se encuentra los identificadores del usuario. Para que la aplicación pueda efectuar el diagnóstico debe conectarse al servidor de BD usando el protocolo TCP/IP y el puerto 5432. También desde la aplicación los administradores pueden introducir los usuarios deseados a la BD.

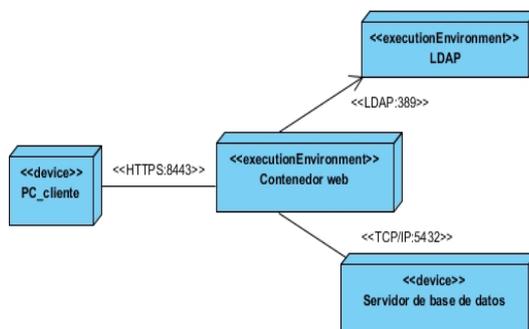


Fig. 3 Diagrama de despliegue de la aplicación Web.

Descripción de los nodos

Señal RF: Este nodo representa la señal de RF emitida para el sistema de transmisión de TV.

PC_cliente_captura: Este nodo representa a los ordenadores donde se ejecuta la aplicación de escritorio encargada de capturar la señal introducida.

SGBD: Es el nodo que representa a la Base de Datos encargada de almacenar el resultado del procesamiento de la señal capturada.

PC_cliente: Este nodo representa a todas aquellos ordenadores que se conectan a la aplicación Web.

Contenedor web: Es el nodo que representa al servidor donde se aloja la aplicación destinada al diagnóstico de la calidad del servicio de la TV y su correspondiente Base de Datos.

LDAP: Es el nodo que representa al Servidor de LDAP usado para autenticar el usuario.

Descripción de los tipos de comunicación usados

TCP/IP: Protocolo de control de transmisión/protocolo de internet se utiliza para conectar ordenadores en red y a internet.

HTTPS: Es el protocolo HTTP seguro usado por los clientes para conectarse al Contenedor Web.

LDAP: Es un Protocolo Ligero de Acceso a Directorios usado para la autenticación de los usuarios.

Resultados y discusión

Visualización de la información

Las pantallas de la aplicación no son más que las fotos tomadas al sistema durante su funcionamiento. La figura 4 muestra las pantallas de la aplicación de escritorio desde donde son enviados los datos al servidor, se estableció un tiempo de muestreo para las captura de 1 minuto.



Fig. 4 Interfaz del grabador de señales capturadas.

La figura 5 muestra la trama obtenida de una señal capturada por una de los clientes, se visualiza la amplitud en función del tiempo en un intervalo.



Fig. 5 Interfaz de la pantalla Trama de la señal.

La figura 6 muestra el comportamiento promedio de la señal durante un día, se visualiza el Spectrum y la amplitud de la señal para un cliente.



Fig. 6 Interfaz de la pantalla Promedio Diario con muy mala calidad.

Análisis de los datos

Para establecer un patrón de comportamiento una vez instalado el sistema de medición, se realizan un conjunto de capturas en un período de tiempo realizando variaciones intencionadas de amplitud y Spectrum permitiendo un análisis descriptivo de la muestra obtenida.

La diferencia entre la variación del Spectrum contra la amplitud, evidencia una correlación directa contra el patrón de calidad (CHANGWOO and WONJUN 2010). Para toda variación del Spectrum contra la amplitud mayor que 6,44 db la calidad de la señal es buena como se refleja en la figura 7.

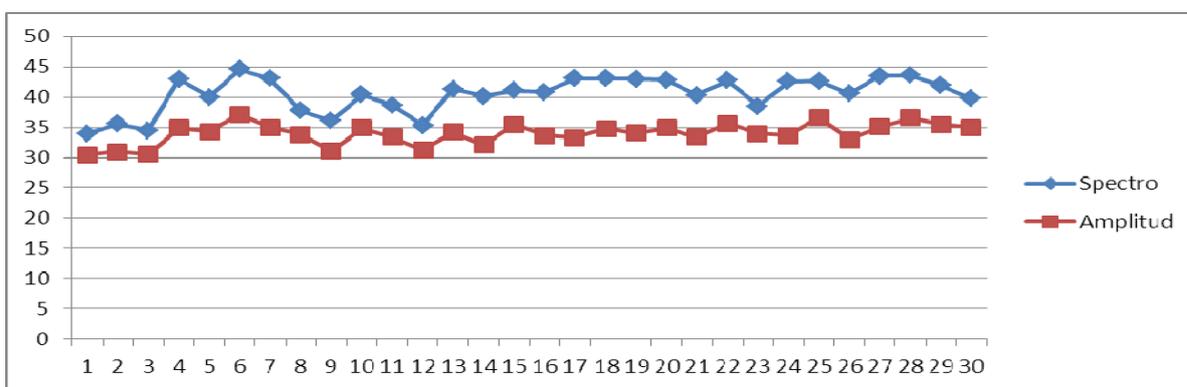


Fig. 7 Relación de comportamiento para una señal de buena calidad.

La figura 8, muestra una relación de comportamiento con una variación del Spectrum contra la amplitud menor que 5,23 db reflejando el punto mediante el cual la señal pasa a tener muy mala calidad.

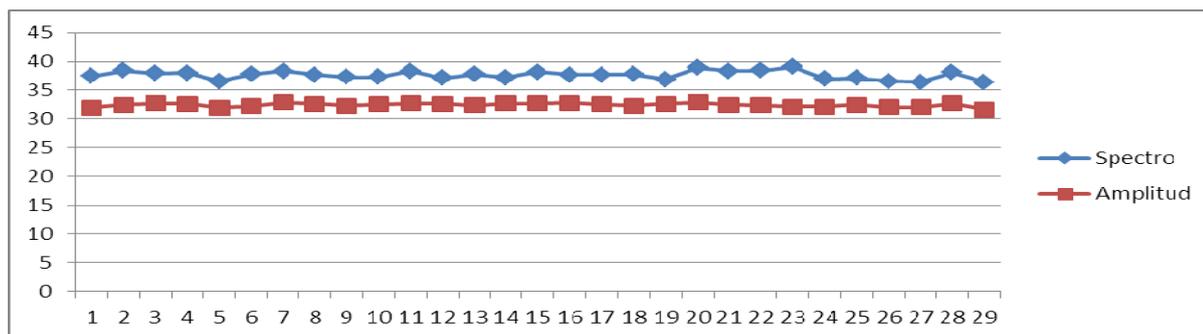


Fig. 8 Relación de comportamiento para una señal de mala calidad.

Del análisis sobre el procesamiento de los datos es posible definir el patrón de calidad que se compara con la señal capturada para poder efectuar su diagnóstico (MAKRIS *et al.* 2011). La tabla 1 muestra los rangos de calidad identificados que posee el patrón.

Tabla 1: Patrón de calidad

| Clasificación cualitativa | Diferencia (D) |
|---------------------------|---|
| Buena | $D > 6.44\text{dB}$ |
| Media | $D < 6.44\text{dB}, D \geq 6.27\text{dB}$ |
| Mala | $D < 6.27\text{dB}, D \geq 5.72\text{dB}$ |
| Muy mala | $D < 5.72\text{dB}$ |

Principales resultados obtenidos del procesamiento realizado a la muestra.

Se demuestra una correlación entre la calidad de la señal y la desviación estándar entre amplitud concluyéndose que: La calidad de la señal de televisión es directamente proporcional con la diferencia entre el promedio del Spectrum de la señal y el promedio de la amplitud de la misma.

Se pudo determinar un patrón de comportamiento para la señal el cual permite realizar los ajustes necesarios para la visualización de la información.

Conclusiones

Para que el sistema de televisión universitaria, logre brindar un servicio estable, requiere de la implementación de herramientas que permitan disminuir la incertidumbre sobre el estado de la calidad del servicio.

Con la implementación del sistema informática que utilice nodo para la identificación de la calidad del servicio, se disminuye considerablemente la incertidumbre sobre la calidad de la señal.

Con la utilización del sistema se pudo realizar un conjunto de pruebas para establecer los patrones de calidad de la señal obteniéndose el rango de valores para cada estado lo que permite determinar la calidad del servicio de la televisión universitaria

Del procesamiento realizado, se logra identificar las áreas que necesitan una toma de decisiones para la atención de servicio especializado en el mantenimiento y reparación de afectaciones.

Referencias

ALCANTÚ, Y. and S. GLAUCO. *Calidad de recepción de televisión*, [[En línea]]. 2013. [Disponible en: http://semanatecnologica.fordes.co.cu/publicaciones_ISSN_2076-9792_caliprot]

- ARTHUR, R.; Y. IANO, *et al.* Expansion Planning of the Digital TV Broadcasting Service in Brazil using SFN *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 2007, 5(8): 573-578.
- BAUTISTA, E.; E. PÉREZ, *et al.* Técnica para medir transmitancia en capas dieléctricas en el rango de radiofrecuencia *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología de Superficies y Materiales A.C. Distrito Federal, México*, 2012, Vol.25(No.1): pp. 60-65.
- BOONTO'S. *Sensor* [[En línea]]. 2014. [Disponible en: http://www.directindustry.es/prod/boonton/aparatos-medicion-potencia-7378-404528.html#product-item_1345715]
- CARDOZO, G. Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2008, n.º 45.
- CHANGWOO, L. and L. WONJUN. *Exploiting Spectrum Usage Patterns for Efficient Spectrum Management in Cognitive Radio Networks*. Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on, 2010. 320-327 p. 1550-445X
- ENGELSON, M. *Spectrum Analyzer Theory and Applications Secaucus, NJ, USA. Springer Verlag*, 2013.
- FABRE, N. and A. CAMERO La TV digital de alta definición en la Universidad de las Ciencias Informáticas: Experiencias *Facultad 9. La Habana, UCI.*, 2008.
- FLEITES, F. C.; W. HAOHONG, *et al.* Enhancing Product Detection With Multicue Optimization for TV Shopping Applications *Emerging Topics in Computing, IEEE Transactions on*, 2015, 3(2): 161-171.
- GARCÍA, J. and C. NARANJO Caracterización de un sistema de recepción de señales para tomógrafos Giroimag *Bioingeniería*, 2013, Vol.4(No.2).
- GRONSUND, P.; P. E. ENGELSTAD, *et al.* *Spectrum sensing aided long-term spectrum management in cognitive radio networks*. Local Computer Networks (LCN), 2013 IEEE 38th Conference on, 2013. 248-251 p. 0742-1303
- HOLLAND, O. TV white space in London, UK: availability and maximum achievable capacity *Electronics Letters*, 2015, 51(12): 954-956.
- HUANG, Y. and K. BOYLE *Antennas from theory to practice . United Kingdom John Wiley & Sons Ltd*, 2008.
- MAKRIS, S. E.; N. LORDI, *et al.* *Metrics for measuring the robustness of the undersea cable infrastructure: A road to standardization*. Cybersecurity Summit (WCS), 2011 Second Worldwide, 2011. 1-5 p.
- MAR, O.; Y. ZULUETA, *et al.* Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño *RCCI*, 2015, Vol.9(No.4): 16-29.
- MARTIN, J. Introducción al análisis espectral *Facultad de Bellas Artes UNLP.*, 2012.

- ORGADO, S. *La Revolución llegó, y de la mano, el Instituto Cubano de Radio y Televisión (ICRT)*, 2010. [[Citado el :25 de Octubre de 2013]. Disponible en: <http://www.tvcubana.icrt.cu/seccion-historia/493-la-revolucion-llego-y-de-la-mano-el-instituto-cubano-de-radio-y-television-icrt> En línea.
- QIN, Z.; Y. GAO, *et al.* Data-Assisted Low Complexity Compressive Spectrum Sensing on Real-Time Signals under Sub-Nyquist Rate *Wireless Communications, IEEE Transactions on*, 2015, PP(99): 1-1.
- SIERRA, M. *Llegó la televisión*, [[en línea]]. 2005. [Disponible en: <http://www.tvcubana.icrt.cu/seccion-historia/236-1950-cuba-llego-la-television>