

Análisis, simulación y estudio experimental del comportamiento de métricas de QoS y QoE de streamings de video multicast IPTV – Caso de Estudio en la red de la UTN - Mendoza

Higinio Facchini, Santiago Pérez, Fabian Hidalgo, Pablo Varela
CeReCoN (Centro de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería)
Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional
Rodríguez 273, Mendoza, Argentina - 0261-5244576
(*higiniofac,santiagocp*)@frm.utn.edu.ar

RESUMEN

La necesidad de comunicación institucional es un elemento importante en toda organización. Las formas de dicha comunicación son variadas según los ámbitos involucrados y las posibilidades técnicas existentes. Una de las formas más actuales y de acceso masivo es el formato audiovisual, en sus distintas representaciones, como en pantallas gigantes distribuidas en los diferentes ambientes, en dispositivos ubicados en salas, aulas y/o laboratorios (pantallas tipo LED, SmartTV, etc), y a través de dispositivos individuales, como pueden ser smartphones, tablets, notebooks, etc. Mediante este trabajo se pretende analizar el comportamiento del formato IPTV (Televisión por IP), y proponer alternativas que faciliten el acceso masivo, adicionando un modelo de comunicación audiovisual. Para el desarrollo experimental se utilizará un servidor de streaming en distintos formatos (usando videos desarrollados y/o un generador sintético), considerando como base un sistema de Televisión digital por IP, emitiendo en distintos canales, en tráfico multicast. Se propone encontrar mecanismos para administrar los canales y su uso, y el desarrollo de un cliente para la recepción de la señal de IPTV, multiplataforma, y en dispositivos, tanto cableados como inalámbricos, en sus distintas presentaciones. Para que el sistema funcione en forma óptima en su conjunto, se realizarán las pruebas, las mediciones y los análisis de los requerimientos de QoS (Calidad de Servicio) y, posteriormente,

las mediciones y análisis de QoE (Calidad de Experiencia de Usuario). Se propone que se prevea un canal en formato de streaming hacia Internet.

Los integrantes del Proyecto tienen experiencia en el análisis de tráfico de redes de datos y, especialmente, en el tráfico de video sobre distintos tipos de redes. Y uno de ellos desarrolla una tesis de Maestría afín al mismo. La UTN Regional Mendoza facilitará al tesista los recursos hardware y software para el desarrollo experimental, y la autorización para realizar las pruebas sobre su red.

Palabras clave: IPTV, multicast, codecs, tráfico de video

CONTEXTO

La línea de investigación está inserta en dos proyectos de análisis de tráfico multimedia, llevados adelante en el ámbito del Centro UTN CeReCoN (Centro de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería), del Departamento Ingeniería en Electrónica, de la Facultad Regional Mendoza, de la Universidad Tecnológica Nacional.

Los proyectos están dirigidos a investigar sobre: 1) Análisis de tráfico de video IPTV en redes cableadas e inalámbricas reales bajo modalidad multicast, y 2) Análisis de tráfico de video en redes Wi-Fi bajo distintas normas 802.11 con el análisis correspondiente de QoS.

1. INTRODUCCIÓN

Introducción a IPTV

Literalmente, IPTV significa Internet Protocol TV, o Televisión por Protocolo de Internet. Se piensa que la televisión por protocolo Internet (IPTV) se limita exclusivamente a la transmisión de programas de televisión por medio de ese protocolo. Los motivos son históricos ya que, a mediados de los años 90 se transmitieron por primera vez programas de televisión (en modo serie) por protocolo Internet, y se introdujo la abreviatura IPTV. Es una de las principales aplicaciones de las redes de la próxima generación (NGN), que se basan en el IP y ofrecen numerosas capacidades y oportunidades a los proveedores de servicios gracias a la integración y convergencia de los servicios (Figura 1).

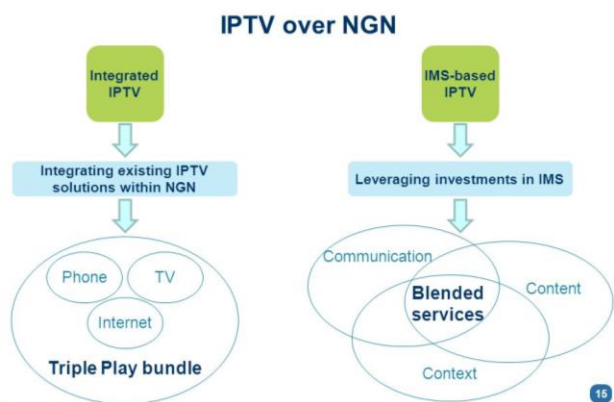


Figura 1. Convergencia IPTV sobre NGN.

Actualmente, el principal motor de la IPTV es el vídeo a la demanda (VoD), un servicio en el cual el consumidor puede seleccionar contenido de vídeo cuándo y cómo lo desea, y controlar el ritmo al cual ve el contenido (por ejemplo, puede arrancar la reproducción, ponerlo en pausa, avanzar rápidamente o rebobinar). Los proveedores de este servicio VoD pueden utilizar dos modelos, a saber, centralizado y distribuido. En el primero, todo el contenido está almacenado en un servidor central, y está principalmente configurado para servicios VoD limitados. Para la arquitectura distribuida se

necesita una tecnología de distribución de contenido más inteligente. Ambas arquitecturas tienen ventajas e inconvenientes.

Para proporcionar servicios IPTV se utilizan códecs de audio y vídeo, y dispositivos de cifrado. Para VoD se utilizan por ejemplo los códecs MPEG-2 y MPEG-4. Después, los servicios IPTV llegan al consumidor a través de un cable, una línea de abonado digital (DSL) o una conexión a Internet por fibra óptica (con módems o adaptadores multimedios).

Varias organizaciones de normalización trabajan sobre la IPTV pero, hasta que el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) comenzó a trabajar seriamente sobre el tema, no se disponía de normas mundialmente aceptadas que abarcaran todos los aspectos de una solución de extremo a extremo, es decir del proveedor al consumidor. En abril de 2006, el UIT-T creó un Grupo Temático sobre IPTV encargado de “coordinar y promover la elaboración de normas IPTV mundiales, teniendo en cuenta los trabajos en curso en las Comisiones de Estudio de la UIT, foros y consorcios”.

La primera tarea importante del Grupo Temático consistió en elaborar una definición mundialmente aceptable de la IPTV, a fin de indicar sus capacidades actuales y futuras para una solución de extremo a extremo.

Definición de IPTV de la UIT-T

El UIT-T define la IPTV como sigue: “servicios multimedia, tales como televisión, vídeo, audio, texto, gráficos y datos, transmitidos por redes basadas en el IP y gestionadas para ofrecer el nivel requerido de calidad de servicio (QoS), calidad percibida (QoE), seguridad, interactividad y fiabilidad”. Lo que se destaca en la definición anterior es que se insiste en el término “gestionadas”, que distingue a la IPTV de otros servicios tales como los canales de televisión por Internet gratuitos o “YouTube”, con los que cualquiera puede mirar programas de televisión o telecargar y/o mirar cualquier vídeo libremente, en cualquier momento y sin garantías de

calidad. Las especificaciones de la IPTV definidas y preparadas por los organismos de normalización ayudan a las empresas de explotación, los proveedores de cable y los vendedores a proporcionar servicios seguros y rentables, generadores de ingresos, comparables a los actuales, o incluso mejores. La arquitectura IPTV abarca cuatro dominios distintos, a saber, el proveedor de contenido, entidad que posee contenido o activos de contenido, o dispone de una licencia para venderlos, el proveedor de servicio, que proporciona servicios de telecomunicaciones a los consumidores, el proveedor de red, organización que mantiene y explota los componentes de red necesarios para las funciones IPTV y, por último, el consumidor, que utiliza los productos o servicios.

Arquitecturas de IPTV

El UIT-T eligió tres arquitecturas funcionales IPTV que permiten la prestación de esos servicios:

- “Arquitectura funcional no NGN IPTV”, basada en los componentes de red y protocolos o interfaces existentes”.
- “Arquitectura funcional basada en la NGN, no IMS IPTV”, que utiliza componentes de la arquitectura de referencia NGN para permitir la prestación de servicios IPTV.
- “Arquitectura funcional IPTV basada en NGN IMS”, que utiliza componentes de la arquitectura NGN, incluido el componente IMS, para permitir la prestación de servicios IPTV, junto con otros servicios IMS si son necesarios. (IMS significa “subsistema multimedios IP”, arquitectura que transmite multimedios IP a dispositivos móviles).

La arquitectura de la IPTV no depende del acceso, es decir que éste puede efectuarse, por ejemplo, por línea fija, cable o sistemas inalámbricos, y los servicios se pueden transmitir a aparatos fijos o móviles. Desde el punto de vista de funcionamiento, hay cuatro elementos a tener en cuenta:

- Señal de video y sus respectivos servidores.

- Distribución de contenido.
- Software necesario.
- Suscripción y equipo de acceso

Además hay que considerar, que esta tecnología puede tener ciertos inconvenientes dependiendo de las características y funcionamiento de la red. Se pueden tomar muchos parámetros para la verificación de un funcionamiento óptimo, como ancho de banda, velocidad de enlaces, tipos de dispositivos clientes, etc. Pero una de las mejores opciones es trabajar con QoE. La calidad de experiencia (QoE, Quality of Experience) se define como la aceptabilidad global de una aplicación o servicio, tal y como se percibe subjetivamente por el usuario final. Incluye la totalidad de efectos del sistema extremo a extremo (cliente, terminal, red, servicios de infraestructura, etc) y puede verse influenciada por las expectativas de los usuarios y el contexto. Esto tiene como consecuencia que la QoE se mida subjetivamente y pueda diferir de un usuario a otro.

La calidad de la experiencia (QoE) para contenidos multimedia como IPTV también se encuentra definida por la organización de estándares de la industria ETSI TISPAN (European Telecommunications Standards Institute Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) en su norma TR 102 479, como la experiencia que tiene el usuario al momento de hacer uso de servicios de comunicaciones o de aplicaciones proporcionadas por los CSP (Communication Service Provider), describiendo cómo le parece el servicio y si este satisface sus expectativas seriamente sobre el tema, no se disponía de normas mundialmente aceptadas que abarcaran todos los aspectos de una solución de extremo a extremo, es decir del proveedor al consumidor. En abril de 2006, el UIT-T creó un Grupo Temático sobre IPTV encargado de “coordinar y promover la elaboración de normas IPTV mundiales, teniendo en cuenta los trabajos en curso en las Comisiones de Estudio de la UIT, foros y consorcios”.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar, simular e evaluar experimentalmente QoS y QoE de un sistema de servicio de streaming de video y audio, en formato IPTV, con tráfico tipo multicast, en diferentes canales, emitiendo desde un servidor de streaming, y recepción usando un software cliente multiplataforma, desde cualquier dispositivo cableado y/o móvil.

Objetivos Específicos

- a. Estudiar y comprender en profundidad el sistema de Televisión por protocolo IP (IPTV). Consiste en la lectura de las normas internacionales específicas para IPTV, y en documentos y trabajos de investigación asociados a la temática.
- b. Desarrollar y simular el servicio de streaming de video apoyándose en frameworks específicos. Consiste en el desarrollo de trabajos experimentales del software básico de streaming con el uso de frameworks de manejo y streaming de video (del tipo ffmpeg) en el servidor.
- c. Estudiar y comparar diferentes softwares clientes para recepción de IPTV. Consiste en la búsqueda, prueba y comparación de diferentes softwares clientes para recepción de IPTV para distintos dispositivos.
- d. Desarrollar, simular y evaluar el comportamiento del sistema de IPTV en la red LAN de la UTN Regional Mendoza. Una vez que se hayan realizado todas las implementaciones y pruebas en una red de laboratorio, pasar el sistema a una red piloto de pruebas para medir parámetros de QoS y de QoE.
- g. Desarrollar, simular y evaluar el comportamiento del sistema de IPTV como salida a Internet a través de YouTube.

3. METODOLOGÍA

En base a los objetivos propuestos de la tesis, se plantea la siguiente forma de trabajo:

1. La recopilación de información y revisión del marco teórico correspondiente.
2. La búsqueda y análisis de productos de software, librerías de streaming de video y APIs, para finalizar con la propuesta, diseño y desarrollo del prototipo de un framework de streaming de video.
3. El análisis y diseño del soporte de la infraestructura de red y hardware asociado para la implementación del prototipo del framework de video, en un escenario piloto de laboratorio controlado.
4. La implementación y prueba del framework en el laboratorio piloto.
5. El desarrollo de la aplicación cliente multiplataforma.
6. Pruebas de las aplicaciones en laboratorio piloto.
7. Ajustes, implementación y pruebas de sistema en la red en producción de la facultad.
8. Toma de muestras y análisis de QoS y QoE del sistema en funcionamiento

4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los temas y líneas de investigación, que se tratarán durante el desarrollo del proyecto son:

- Comportamiento de streaming IPTV.
- Tráfico multicast.
- Direccionamiento multicast en IPv6.
- Protocolos de ruteo multicast en IPv6.
- Códecs de video para IPTV.
- Generación y análisis de métricas resultantes directas e indirectas. Análisis estadístico del tráfico de video.

5. ESTADO DE AVANCE

En proyectos anteriores de análisis de distintos tipos de tráfico, y específicamente de tráfico de video, se obtuvieron datos importantes en cuanto al funcionamiento y rendimiento de multicast frente a unicast, en diferentes escenarios, contemplando redes

cableadas e inalámbricas bajo el protocolo IPv4 e IPv6.

Para el tráfico de video IPTV se utilizarán videos pregrabados, o tráfico de video generado sintéticamente, con el objeto de obtener los siguientes datos primarios:

- Cantidad de bytes y paquetes por códec,
- Tasa de bits,
- Tamaño de paquetes promedio,
- Espacio intertrama,
- Distribución estadística de paquetes por orden de llegada y de espacio intertrama, y
- Comportamiento frente a requisitos mínimos de QoS.

6. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo está integrado por docentes investigadores, y becarios graduados y alumnos del Centro UTN CeReCoN (Centro de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería) de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Entre estos se encuentra un tesista de Maestría, que el año anterior presentó su pretesis de Maestría afin a este proyecto. Además está la relación de la materia Proyecto Final de la carrera de Ingeniería en Electrónica, en la cual se incentiva que los proyectos finales de los alumnos estén enmarcados dentro de los proyectos de investigación y desarrollo del CeReCoN. Las actividades se llevan a cabo en el ámbito de las instalaciones del Centro, que cuenta con sus propias áreas de trabajo, 1 oficina técnico-administrativa, 2 Laboratorios con 11 computadoras cada uno, con material y con el siguiente equipamiento:

- 4 Routers CISCO 2811,
- 6 Routers CISCO 1721,
- 3 Switchs CISCO 2950,
- 2 Switchs CISCO 2960,
- 2 Switchs CISCO 3560,
- 1 ASA CISCO 5505,
- 2 routers Mikrotik,
- 4 Access Point Cisco y 2 Mikrotik,

- Placas inalámbricas de red,
- 2 cámaras de video IP con soporte de streaming multicast IPv4/IPv6,
- 1 Servidor de streaming de video,
- 22 Computadoras con Sistemas Operativos Linux y Windows 7,
- Software IP Traffic de ZTI – Generador de tráfico IPv4/IPv6 unicast/multicast/broadcast y Medidor de performance (throughput, cantidad de paquetes, jitter, número de errores, tanto enviados como recibidos),
- Software Analizador de tráfico Wireshark,
- Hardware Air Pcap para captura de tráfico wireless,
- Conexión a Internet por IPv4 e IPv6,
- Servidor HP Proliant con Linux base y Máquinas Virtuales.

7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/5446107/>
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/5256148/>
- <https://pdfs.semanticscholar.org/de3b/223091076794e9947a0faae4803fba44e56b.pdf>
- <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2211492>
- https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=content_2012_1_50_60082
- <https://www.semanticscholar.org/paper/Reliable-Application-Layer-Multicast-Over-Combined-Kobayashi-Nakayama/10e7903c83b0b2771bf72f156bd49dfb2783ecc6>
- <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/REDES/article/view/7179>
- <https://www.fujitsu.com/global/documents/about/resources/publications/fstj/archives/vol44-3/paper17.pdf>
- <https://opensource.com/article/17/6/ffmpeg-convert-media-file-formats>
- <https://www.labnol.org/internet/useful-ffmpeg-commands/28490/>
- http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102400_102499/102479/01.01.01_60/tr_102479v010101p.pdf
- <https://www.itu.int/md/T05-FG.IPTV-IL-0050/es>