

Diferencia de los protocolos MIP V4 / MIP V6 y cómo afectan las métricas de QoS en el servicio IPTV sobre IMS en una infraestructura de red móvil

Differences of the protocols MIPV4 / MIPV6 and how affect QoS metrics of the service IPTV on IMS in a mobile network infrastructure

Davianys Alicia Navarro Rey^{1*}, Jhon Edisson Villarreal Padilla², Luis Guillermo Martínez³

¹ Estudiante de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. *davianys.navarro@usa.edu.co

² Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Sergio Arboleda, Seúl, Corea. jhon.villarreal@usa.edu.co

³ Docente Investigador, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. luisgui.martinez@usa.edu.co

Fecha de recepción del artículo: 17/11/2010: Fecha de aceptación del artículo: 10/12/2010

Resumen

El siguiente artículo presenta un análisis de las métricas de QoS (Quality Of Service) más relevantes para el servicio IPTV (Internet Protocol Television) sobre una infraestructura de red Móvil basada en MIPV4 y MIPV6, el cual es realizado con el Sniffer Wireshark. Es de suma importancia evaluar las métricas en el servicio, dado que esto permitirá observar cuál es el rendimiento de la red durante la trasmisión de cualquier servicio multimedia, dependiendo del protocolo móvil. De acuerdo a lo anterior, el resultado logrado es que en MIPV6 es más eficiente la calidad de la red para transmitir un servicio IPTV, dado que las métricas evaluadas arrojaron que hay menos retardo y pérdidas de paquetes durante la trasmisión, esto se puede notar dado que en MIPV4, cuando el MN(Mobile Node) se encuentra ubicado en el FA(Foreign Agent), la pérdida es de 7% mientras que en MIPV6 es de 2%, favoreciendo la trasmisión del servicio hacia MIPV6. Para continuar con el trabajo, se recomienda evaluar la QoE (Quality Of Experience) del servicio en los diferentes protocolos móvil, con el fin de lograr un acercamiento a lo que puedan percibir o sentir los usuarios sobre el servicio.

Palabras clave

IMS, IPTV, MIP V4, MIP V6, NGN, Open IMS.

Abstract

The following article presents an analysis of QoS metrics (Quality Of Service) more relevant for service IPTV (Internet Protocol Television) over a mobile network infrastructure based on MIPv4 and MIPv6, which is performed with Wireshark Sniffer. It is extremely important to evaluate metric the service as this will see what the network performance during the transmission of any service multimedia depending of the mobile protocol. According to the above the successful result is that in MIPv6 the quality of the network is more efficient for transmit a service IPTV, as that the evaluated metrics showed that there is less delay and packet loss during transmission, this can be noted as in MIPv4, when the MN (Mobile Node) is located in the FA (Foreign Agent), the loss is 7% while that in MIPv6 is 2%, favoring the transmission of service to MIPv6. To continue the work, it is recommended to evaluate the QoE (Quality Of Experience) service in the different protocols mobile, in order to achieve an

approximation to what they could perceive or feel the users on the service.

Keywords

IMS, IPTV, MIP V4, MIP V6, NGN, Open IMS.

Introducción

Las redes de nueva generación (NGN) están siendo observadas por los diferentes entes estandarizadores a nivel mundial, tales como la ITU-T (International Union-Telecommunication), 3GPPP (Third Generation Partnership Project), TISPAN (Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks), DVB (Digital Video Broadcasting) y OMA (Open Mobile Alliance). Lo anterior se debe a que la convergencia de las redes heterogéneas basadas en IP se mira cada vez como la mejor opción para brindar al usuario una mejor QoE, además de movilidad, lo cual le permite al usuario sentirse a gusto con el servicio prestado y por esto cada vez es más atraído por los servicios ofrecidos por su proveedor.

En ese sentido, el estudio que se haga sobre las métricas de QoS, de una parte, no debe dejar de lado la evaluación de agentes externos que puedan afectar la trasmisión del servicio IPTV, y por la otra, la arquitectura planteada de acuerdo a la infraestructura de la Universidad, considerando que los usuarios puedan percibir cómo se está prestando dicho servicio. Por tal razón en el presente artículo, se compara las diferencias de funcionamiento de los protocolos MIP V6 y MIP V4 (Mobile Internet Protocol V4/V6), y la forma como están afectando las métricas de QoS en el servicio IPTV (IP Televisión) sobre IMS (IP Multimedia Subsystem). Para ello se realiza una infraestructura de pruebas controlada, basada en Open-IMS-Core, en la que se efectúa la medición de métricas como: Packet Loss, Delay y Packet Jitter, que son las de grado más relevantes para IPTV, las cuales serán supervisadas bajo la herramienta WireShark, para realizar posteriormente una serie de recomendaciones, con

base en los resultados obtenidos, los cuales serán importantes para trabajos futuros.

Este artículo se realiza en la Universidad Sergio Arboleda dentro del semillero de investigación de Convergencia y es la continuación del artículo [1] y [2]. De igual manera, se emprendió una revisión de los conceptos de IPTV, QoS, MIPV4 y MIPV6 identificando experiencias que permitieran la identificación de variables y esquemas de prueba a ser considerados en este estudio. Estos puntos se presentan en las secciones II y III, siendo en esta última donde se detallan las herramientas y los servicios que van a ser utilizados para la arquitectura de prueba. En la sección IV se definen las métricas que serán evaluadas para el servicio y en la sección V se mostrarán los resultados obtenidos al ser implementada. Finalmente, se entrega una serie de conclusiones obtenidas durante los resultados de las pruebas.

Descripción del problema

Este artículo nace, como continuidad de la investigación planteada *Diseñar una metodología para la evaluación de parámetro de QoS y QoE del servicio IPTV en un ambiente móvil* en el semillero Convergencia de la Universidad Sergio Arboleda, del cual tuvo como producto inicial el estado del arte [1], en el que se plantearon las diferentes experiencias en las que se han evaluado y medido los parámetros de QoS y QoE en el servicio IPTV, presentando una propuesta inicial de arquitectura con base en diferentes artículos, y aquellos aspectos relevantes que en diferentes experiencias no se tuvieron en cuenta y que podrían llegar a ser seleccionados en nuestra investigación.

De otra parte, esta investigación surgió debido a que los proveedores de servicios sobre redes, basadas en el protocolo IP, han centrado sus esfuerzos en evaluar la calidad de servicio, pero nunca se ha tenido en cuenta al usuario final dentro de los acuerdos de nivel servicio (SLA). Es por esta razón que la evaluación de los servicios ha cobrado una inusitada importancia en las empresas. Además,

en la revisión bibliográfica, hasta el momento, no se ha evaluado la calidad de servicio en un ambiente móvil en sus distintas versiones para IPTV sobre IMS. Lo que se presenta es un estudio en diferentes plataformas sobre el servicio y las métricas de QoS [20].

Por lo tanto en este artículo, se pretende realizar la implementación de una arquitectura de pruebas del servicio IPTV sobre una infraestructura de red basada en IMS en ambiente de movilidad. Para esto se implementó un servidor de IPTV utilizando Open-IMS y una arquitectura de red usando los protocolos MIPv4 y MIPv6. En dicho diseño se procedió a medir los parámetros de QoS tales como: Delay, Packet loss y Jitter que se encuentran descritos en el artículo [15] Con el fin de analizar el efecto que tienen las diferencias de los protocolos móviles en sus versiones V4 y V6 y cómo esto afecta los parámetros de QoS y a partir de la información recolectada concluir con una serie de recomendaciones que serán tenidas en cuenta en futuras investigaciones, y así mismo dar continuidad a nuestra investigación. Dentro del escenario de pruebas se utilizaron servicios y equipos como openims, cliente ims, uctiptv, servidor, access point los cuales, se presentan específicamente en la sección III.

Escenario para pruebas

El escenario que se planteó tuvo a consideración los conceptos, herramientas de software y hardware, que ha a continuación se presenta:

A. IMS (IP Multimedia Subsystem): son servicios multimedia innovadores sobre redes fijas y móviles usando estándares abiertos [3]. También es un sistema de control de sesión, diseñado con tecnologías de Internet adaptadas al mundo móvil, que hace posible la provisión de servicios móviles multimedia sobre conmutación de paquetes-servicios IP multimedia en general [4]. Además, IMS permite proporcionar las comunicaciones entre usuarios fijos y móviles. [5]. Por último IMS también ofrece características como la seguridad y la calidad de servicio debido a que es una

plataforma de servicio perfecto y completo de las NGN [6]. Existen varios componentes claves del núcleo central de IMS que está basado en la sesión de llamadas con las funciones de control (CSCF(Call Session Control function), es decir, P-CSCF(Proxy Call Session Control Function), S-CSCF (Serving Call Session Control Function) y I-CSCF(Interrogating Call Session Control Function) [7]. Esto fue implementado con la ayuda de OpenIMS.

Open IMS: Open IMS es “The Open IMS Core is an Open Source implementation of IMS Call Session Control Functions (CSCFs) and a lightweight Home Subscriber Server (HSS), which together form the core elements of all IMS/NGN architectures as specified today within 3GPP, 3GPP2, ETSI TISPAN and the PacketCable initiative.”[7] se elige el mismo puesto que es un software libre y posee las características básicas de IMS, la instalación de Open IMS Rev 1009 en el servidor que posee el grupo de investigación en el cual se encuentra instalado Ubuntu 10.04 y posee las características mostradas en la Tabla 1. Por otro lado, la instalación se realiza teniendo en cuenta que esta versión soporta IPV6 y, posteriormente, mediante la guía [16] se realiza la instalación de servicio de UCT IPTV Advanced, el cual es un servidor IPTV que se integra con IMS para proveer el servicio de IPTV sobre IMS y es un proyecto realizado por la University of Cape Town, South África.

Tabla 1. Descripción de las características del servidor

Elemento	Características
Procesador	Mini-Tower Chassis Configuration with 1394 Card, Dell Precision T3400 (311-7464)
Disco duro	320GB SATA 3.0Gb/s with NCQ and 16MB DataBurst Cache Dell Precision T3400 (341-5232)
Memoria	4GB, 800MHz, DDR2 ECC SDRAM Memory, 2X2GB, Dell Precision T3400 (311-7468)

Clientes IMS: otro aspecto importante en el proceso fue la selección del cliente IMS debido a

que presentaron dificultades, ya que muchos de los existentes en el mercado no soportaban los formatos requeridos o exigían licencia. Con base en ello, primero se opta por el que recomienda la guía [16] UCT IMS Client de los mismos creadores del servidor IPTV, pero debido a que no soporta IPV6 no se utilizó, y por esta razón Moster [17], que es un cliente IMS Open Source realizado en Java y soporta RTSP un protocolo por el cual UCT IPTV Advanced transmite el video, además de ser una herramienta especializada en funcionar sobre IMS.

B. MIP V4: Mobile IPv4 es un protocolo diseñado para apoyar la movilidad de un host a través de redes. IP móvil es escalable para Internet, ya que está basado en IP que admite cualquier medio de comunicación. IP móvil no baja el prefijo de red de la dirección IP del nodo, que es fundamental para el correcto enrutamiento de paquetes a través de Internet. IP móvil posee los siguientes componentes Mobile node (MN), Home agent (HA) y Foreign agent (FA). [8].

C. MIPV6: Mobile IPv6 es un protocolo diseñado para apoyar la movilidad de un host a través de redes utilizando el protocolo IPv6. Este protocolo trabaja en la capa de red del modelo OSI. De esta manera la movilidad del usuario es transparente a los protocolos de capa superior como los de la capa de transporte y aplicación. [9]. Por otro lado, el funcionamiento de MIPV6 está formado por tres agentes distintos: Home Agent (HA), Correspondent Node (CN) y Mobile Node (MN).

Es importante resaltar que las diferencias entre los protocolos móviles radican en que por un lado en MIPV4 se maneja un esquema de direcciones basado en IPV4, mientras que las direcciones para MIPV6 son IPV6. También debemos mencionar que cada protocolo posee componentes diferentes para su funcionamiento, como por ejemplo en el caso de MIPV4 son: MN, HA y FA; y para MIPV6 se utilizan: HA, CN y MN. Es debido a esto que en MIPV6, ya no hace falta tener encaminadores especiales que hagan de FA como en MIPV4. Por otra parte, MIPV6 utiliza opciones de destino que permiten control de tráfico que se superpone sobre cualquier acuerdo de

paquetes IPv6, mientras que MIPV4 sus extensiones de optimización de rutas presentan paquetes UDP para cada mensaje de control.

D. WIRESHARK: Es un analizador de protocolos gratuito utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos. Permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red haciendo capturas en la cual se puede analizar la información, a través de los detalles y sumarios por cada paquete [21].

En la Tabla 2 se encuentran las características de los equipos utilizados.

Tabla 2. Descripción de Equipos

Equipo	Característica
Router Cisco 2811	Se le actualizó el IOS existente por el IOS c2800nm-advipservicesk9-mz.124-21.bin que soporta los servicios MIP V4 – MIP V6 y fueron configurados teniendo en cuenta los manuales de cisco [18] y [19].
Access point linksys WRT610N	Fue utilizado no como router, si-no como switch debido a que no soporta el protocolo MIP V4 y V6.

Teniendo en cuenta las herramientas de software y de hardware, se realizó la distribución de los equipos. Para esto, la primera prueba que se realizó consistió en medir la potencia de los access point para que las señales no se solaparan, con base en esto se definió que el bloque B de la Universidad Sergio Arboleda, que cuenta con 4 pisos, nos brinda los espacios y además se contaba con los laboratorios para una fácil instalación. De igual manera, en la Figura 1 se encontrará la distribución de los equipos y las direcciones IPV4 para MIPV4 y en la Figura 2 la concerniente para implementar MIPV6. En el piso uno se instaló el HA y el acces point, en el piso 2 se instaló el CN con el servidor, en el piso 4 se instaló el FA con el segundo Access point. El mobile node se desplaza del piso 1 al cuatro y en la mitad del piso 2 y 3 transcurre el cambio de red. En la Figura 1 se denota, con una nube la red de la Universidad y es allí donde existe la diferencia entre la mesa de

pruebas de MIP V4 y MIP V6. Debido a que la red de la Universidad no se encuentra actualmente implementada en IPV6, lo que se realizó fue utilizar un switch y generar tráfico a partir de otro equipo para realizar las mediciones en IPV6.

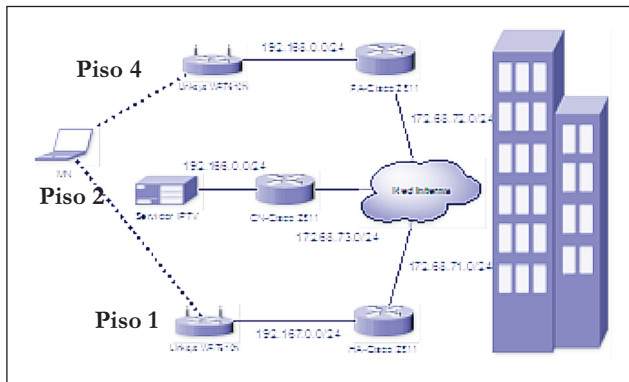


Figura 1. Distribución en el escenario de direcciones IPV4.

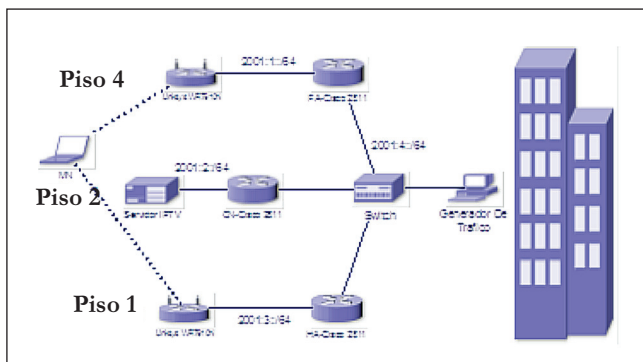


Figura 2. Distribución en el escenario de direcciones IPV6.

Pruebas

Para analizar el comportamiento del servicio de IPTV es necesario contar con unas métricas que ayuden a evaluar cómo se percibe el servicio en la red. Con base en esto se escogieron tres métricas que son de gran importancia actualmente a la hora de evaluar el servicio de IPTV de acuerdo a las organizaciones de normalización (ITU-T, IETF) como se presenta en la Tabla 3, entre las cuales se encuentran Delay, Packet Loss y Packet Jitter y con base en la arquitectura planteada se procedió a realizar las mediciones de la siguiente manera.

Primero, se transmitió un video al nodo móvil el cual se registró y solicitó el video. Luego el usuario se desplaza por diferentes sectores del Bloque B de la Universidad y la red del HA a la red de FA. Al realizar el handover, el analizador Wireshark se corrió aproximadamente 120 segundos tanto en el servidor, como en el usuario y se procedió a analizar los paquetes generados por la transmisión. Con relación a lo anterior se realizó un promedio de delay, jitter y paquetes perdidos en tres puntos: cuando el usuario inicia la conexión y solicita el video, en el momento de handover hasta que se estabiliza en el foreign agent y cuando se encuentra observando el video en la red del FA.

Tabla 3. Grado de importancia relativa de ciertos parámetros de QoS para el servicio de IPTV.

QoS Parameters	Relative Importance Degree
Packet Loss (L)	41.7%
Burst Level (U)	29.2%
Packet Jitter (J)	10.7%
Packet Delay (D)	10.6%
Bandwidth (B)	7.8%

[15] Hyun long Kim, t Seong Gon Choi, "A Study on a QoS/QoE Correlation Model for QoE Evaluation on IPTV Service", 2010, p 3.

A continuación en la Tabla 4 se describe la importancia de las métricas y la forma como se realizó el cálculo de cada una de ellas.

Resultados y análisis de la pruebas

De acuerdo a la descripción de las pruebas, realizada en la sección IV, se puede observar en las figuras 3, 4 y 5, las reacciones de cada una de las métricas mencionadas anteriormente. Como se nota en la Figura 3, se muestran los resultados obtenidos en la pérdida de paquetes.

En la Figura 3 se puede observar que el handover tiene una repercusión directa en la pérdida

Tabla 4. Descripción de Métricas de QoS

Métrica	Definición	Fórmula	Parámetro aceptable máximo
Delay	Es generalmente incluido como un parámetro de rendimiento, debido a que es muy importante en la capa de transporte en los sistemas de paquetes de datos, dada la variabilidad inherente a los tiempos de llegada de paquetes individuales. [15]	$(1) D = \frac{\sum_{i=1}^{<P} (L_i - S_i)}{P}$ <p>D=Delay Si=Tiempo de salida del paquete Li=Tiempo de llegada del paquete P=Numero De Paquetes Recibidos</p>	Según la recomendación de la ITU Y.1541[http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg13aap/history/y1541/] el parámetro aceptable es máximo hasta 100 ms., como máximo.
Packet Loss	La pérdida de paquetes tiene un efecto directo sobre la calidad del servicio, sin importar el tipo de información transmitida, (ya sea de voz, imagen, vídeo o datos). En este contexto, la pérdida de información no se limita a los efectos de los errores de bits o a la pérdida de paquetes durante la transmisión, sino que incluye, también, los efectos de cualquier degradación introducida por los medios de codificación para la transmisión más eficiente [15].	$(2) Pl(\%) = \frac{Pe - Pr}{Pe} * 100\%$ <p>Pl=Paquetes perdidos. Pe=Paquetes Enviados Desde el Servidor IPTV. Pr=Paquetes Recibidos en el Cliente.</p>	Según la recomendación de la ITU Y.1541[http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg13aap/history/y1541/] como el parámetro aceptable máximo es hasta de un 10%.
Packet Jitter	Es la variación de retardo y se incluye como un parámetro de rendimiento, porque es muy importante en la capa de transporte en los sistemas de paquetes de datos debido a la variabilidad inherente a los tiempos de llegada de paquetes individuales [15]	$(3) J = \frac{\sum_{i=1}^{i < P} (L_{i+1} - S_{i+1}) - (L_i - S_i)}{P}$ <p>J=Jitter Si=Tiempo de salida del paquete Li=Tiempo de llegada del paquete P=Numero de Paquetes Recibidos</p>	Según la recomendación de la ITU Y.1541[http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg13aap/history/y1541/] el parámetro aceptable máximo es de hasta 50 ms.

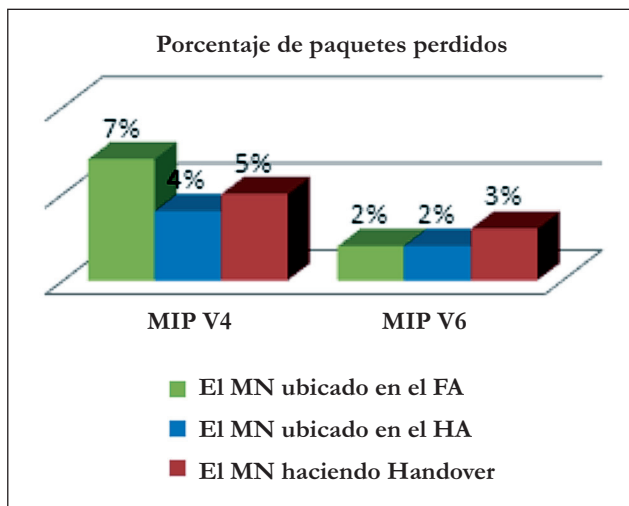


Figura 3. Porcentaje de paquetes perdidos (basado en la fórmula 2)

de paquetes, debido a que el servidor sigue transmitiendo los paquetes mientras el MN se registra y avisa al HA que este se encuentra en el FA, los paquetes se pierden. Este fenómeno ocurre en MIP V6 y MIPV4 con una diferencia del 5% de pérdida. Asimismo, los paquetes que se pierden cuando el MN se encuentra con el HA son el producto del uso de los access point, igualmente el tráfico que se encuentra en la red es más bajo en MIPv6 (2%) que en MIPv4 (4%). Otro aspecto que se verifica en los resultados es que después de realizar el handover y cuando el MN se ubica en el FA con respecto a MIPV6, el porcentaje es equivalente al MN cuando se encuentra en el HA. Lo anterior se debe a que el paquete transmitido no tiene que volver a viajar por la nube. Esto ocurre

porque, en MIPV6, no se debe ir nuevamente al HA después de que se sabe donde está ubicado el MN; esto ocurre de manera inversa en MIPV4.

En la figura 4 se presentan los resultados del delay.

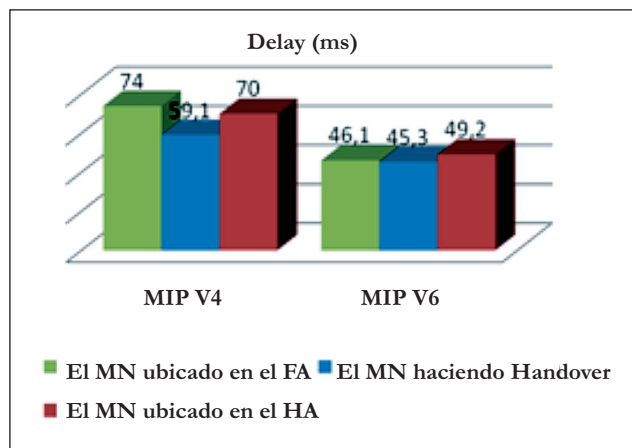


Figura 4. Resultados del Delay en (ms) (basado en la fórmula 1).

Se puede notar en la figura 4 que el delay en MIPV4 siempre va en aumento en 70ms, mientras que en MIPV6 es de 49,2ms, esta cifra surge al realizar el handover y se debe a la diferencia esencial entre los dos protocolos con respecto al flujo del paquete MIPv6; después de saber dónde está el MN se hace una comunicación P2P. Mientras que MIPv4 debe comunicarse siempre con el HA, y luego con el FA. En este punto es importante resaltar que la mesa de pruebas es demasiado pequeña, pero si estuviera en un ambiente real la distancia del FA al HA siempre debe ser la menor. Por tal motivo la información que tiene el HA debe ser replicada en los diferentes routers para que se vaya al más cercano.

Por último, en la Figura 5 se aprecian los resultados del Jitter.

Se puede decir que el jitter en MIPv6 es un valor casi constante. Esto se debe a que se perdieron menos paquetes y los tiempos de paquetes contiguos se vieron afectados directamente. Por esta razón, en MIPv4 el jitter siempre fue aumentando con un 7,52ms mientras que en MIPv6 fue de 2,4ms.

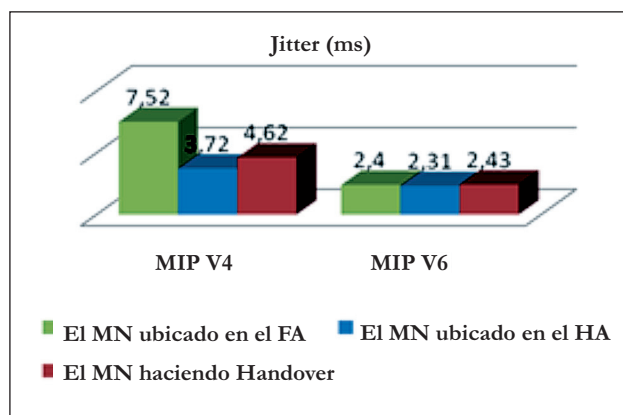


Figura 5. Resultados del Jitter en (ms) (basado en la fórmula 3)

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la diferencia que se notó anteriormente con relación al funcionamiento de MIPv4, porque el paquete debe pasar dos veces por la nube y se afectan un poco los retardos en los paquetes, lo anterior ocurre cuando se está haciendo el handover en donde en MIPv4 es de 4,62ms y en MIPV6 es de 2,43ms.

Conclusiones

Al analizar el delay se observa que cuando el MN se encuentra ubicado en el FA, en MIPV4 es de 74ms mientras que en MIPV6 es de 46,1ms, lo que muestra que en MIPV6 se afecta menos el rendimiento del servicio. Por lo tanto, se debe investigar un mecanismo que permita replicar el contenido que tiene MN a los diferentes routers de una manera ágil y segura, en donde el MN pueda identificar el MN más cercano. Para garantizar que el delay no se vea afectado así por la distancia.

Se puede inferir cuando se evalúa el Jitter, cuando el MN se encuentra ubicado en el HA, el resultado de MIPV4 es de 3,72ms y en el caso de MIPV6 es de 2,31ms, de esto se deduce que se perdieron menos paquetes en MIPV6 en los tiempos de captura durante la transmisión del servicio.

De acuerdo a las estadísticas presentadas se puede concluir que para garantizar mejores parámetros de

calidad de servicio en una infraestructura móvil, es aconsejable utilizar MIPv6. Esto ocurre cuando se está haciendo el handover y los resultados son de un 5% para MIPv4 y un 3% para MIPv. Con base en las estadísticas se deduce que es más eficiente el protocolo MIPv6, dado que cuando el MN se encuentra ubicado en el HA con un 59,1ms para MIPv4 y con un 45,3ms para MIPv6 se presentan menos retardo. Asimismo, se debe tener en cuenta que la mesa de pruebas fue un escenario controlado, por lo cual se requiere de una arquitectura de pruebas más robusta para observar más fallas y brindar soluciones precisas. Se puede deducir que será una solución muy interesante para los proveedores de servicios, que quieren brindar movilidad a sus usuarios, utilizar el protocolo MIPv6, dado que reduce la pérdida de paquetes y retardo durante la transmisión en un 70%. Esto podría ser más atractivo si al escenario de pruebas se hiciera más robusto y trabajara con diferentes clientes.

Con base en las recomendaciones realizadas en este artículo, producto de la mesa de pruebas propuesta, y siguiendo con el propósito de la investigación planteada en [1], se propone: adelantar un trabajo que permita analizar la relación que existe entre QoE y QoS del servicio IPTV en un entorno móvil. Por lo anterior es necesario investigar sobre las metodologías y técnicas existentes para evaluar la QoE y aplicar las mismas a la mesa de pruebas, con el objetivo final de plantear un modelo matemático que nos describa la relación QoS vs QoE.

Referencias bibliográficas

1. Martínez L, Navarro D, and Villarreal J. (2009). Experiences with QoS and QoE on mobile environment for IPTV, LATINCOM.
2. Ariza D, Navarro D, Villarreal J and Martínez L. (2010). Audio Streaming Y QoS En Redes Móviles, LACCEI.
3. Camarillo G and Garcia M. (2006). The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS), Merging the Internet and the Cellular Worlds, Wiley.
4. OpenIMSCore installation guide. (2004-2009). EEUU, Consultado el 9 de febrero de 2009 En: http://www.openimscore.org/installation_guide.
5. Mohammed A , Afaq K, Juned A, Sariya W. (2009). IMS Network Architecture, International Conference on Future Computer and Communication, pp 2.
6. Hechmi K, Jean-Charles G. (2008). IMS Application Servers Roles, Requirements, and Implementation Technologies. Published by the IEEE Computer Society.
7. OPenIMS. Consultado el 8 de Julio de 2010. En: <http://www.openimscore.org/>
8. Cisco, Configuración de MIPv4. Consultado el 20 de Octubre de 2010. En: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfmobip_ps1835_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html.
9. Medina B, Mahi L and Kambiz M. (2008). Investigation of Mobile IPv6 and SIP integrated architectures for IMS and VoIP applications. Pp. 1.
10. Diaz M, Olvera c y García P. Despegando con movilidad IPV6. Consulintel y Universidad de Murcia.
11. Wang Jianhui, J, Wu W. (2009). A novel queuing model for ims-based iptv system. Pp 2.
12. Eugen M. (2008). Next Generation of Multimedia Services – NGN based IPTV architecture, Bratislava, Slovakia. Pp 2.
13. Eugen M, Slovak T, Dmitry S and Bangnan X , Deutsche T. (2008). IPTV Services over IMS: Architecture and Standardization.
14. Poikselka M and Mayer G. (2006). IMS Multimedia Concepts and Services. Pp 47, 48.

15. Hyun long K, Seong Gon C. (2010). A Study on a QoS/QoE Correlation Model for QoE Evaluation on IPTV Service. Pp 3.
16. Guía de Instalacion de UCT IPTV Advance. Consultado el 3 de Mayo de 2010. En: http://uctimsclient.berlios.de/uctiptv_advanced_howto.html
17. Client Framework for Building Rich Multimedia Applications. Consultado el 2 de Junio de 2010. En: http://www.monster-the-client.org/system/files/MONSTER_released_at_MWC_2009.pdf
18. Cisco IOS IPv6 Configuration Guide, Release 12.4. Consultado el 3 de Mayo de 2010. En: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/ipv6/configuration/guide/12_4/ipv6_12_4_book.pdf
19. Configuration Guide, Release 12.2 Capitulo Configuring Mobile IP. Consultado el 3 de Mayo de 2010. En: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2/ip/configuration/guide/1cfmobip_ps1835_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.html.
20. Viloría C, Freja J, Donoso Y. (2008). Análisis de rendimiento de la transmisión de IPTV sobre ADSL, WiFi y LAN Extended, pp 5-10.
21. Análisis de red con Wireshark. Interpretando los datos. Consultado el 31 de Enero de 2011. <http://seguridadyredes.nireblog.com/post/2008/02/14/analisis-de-red-con-wireshark-interpretando-los-datos>.