

# Modelos de QoS en redes IPv6, Integración con Otras Redes

Lic. Javier Díaz #<sup>1</sup>, Ing. Luis Marrone \*<sup>2</sup>,  
Lic. Andrés Barbieri #<sup>3</sup>, Mg. Matias Robles \*<sup>4</sup>, Daniel Bellomo +<sup>5</sup>

# *Centro Superior para el Procesamiento de la Información (CeSPI)*

*Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina*

<sup>1</sup>`jdiaz@unlp.edu.ar`

<sup>3</sup>`barbieri@cespi.unlp.edu.ar`

\* *Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI)*

*Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina*

<sup>2</sup>`lmarrone@linti.unlp.edu.ar`

<sup>4</sup>`mrobles@info.unlp.edu.ar`

+ *Unidad de Tecnología de la Información (UTI)*

*Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina*

<sup>5</sup>`dbellomo@uti.unrc.edu.ar`

## 1. Resumen

La propuesta de esta línea de investigación es promover el uso y el estudio de IPv6. En particular usar las nuevas posibilidades que brinda el protocolo con respecto al manejo de la QoS. Es importante notar que el protocolo ya está lo suficientemente maduro como para usarse de forma masiva. La QoS es una de las características que IPv6 contempla desde su diseño y es necesario explotarla para dar un tratamiento diferenciado a las distintas clases de tráfico.

**Palabras Claves:** QoS, DiffServ, IntServ, IPv6, Flow Label, Traffic Class.

## 2. Introducción

IPv6 ya ha dejado de ser un protocolo novicio y poco probado, ya han pasado más de 10 años desde que la RFC-2460 [20] esta como

Standard Track. El crecimiento acelerado de la Internet y la demanda de nuevos servicios parece llevar a que IPv6 sea indispensable y deba difundirse a gran escala sobre la Internet. Sin embargo, si se mira el avance del protocolo, se ve un lento ritmo de expansión. El retraso parece producirse porque los usuarios finales de las redes nos quedamos sin formar parte del cambio: Si no tenemos IPv6, no lo exigimos a nuestros proveedores, o si lo tenemos al alcance, prácticamente no la utilizamos. En la Argentina, la tecnología ya hace un tiempo que está disponible para uso productivo para las universidades, mediante la red de la ARIU. Estuvo anteriormente con RETINA, hoy con Innova-RED a través de la Red Clara. También existen proveedores comerciales que ofrecen el servicio. Es importante esta tecnología para conectar con el “mundo”, tanto así como fomentar su uso dentro de las redes de campus universitario. Su uso es tan imperioso como el aprovechamiento y estudio de las cualidades que ofrece.

IPv6 propone mejoras importantes [21][6] sobre su antecesor, IPv4, todas buscando solventar problemas no previstos en los diseños iniciales por este último. Una característica que agrega es la inclusión del tratamiento de la Calidad de Servicio (QoS). Las redes de datos, hoy se utilizan como transporte de diferentes clases de tráfico, desde la navegación utilizando la WWW hasta información multimedial llevando vídeo y/o voz. La convergencia de las redes a llevar las diferentes clases de información hace que la QoS sea indispensable para un correcto funcionamiento. IPv6 mantiene el esquema de QoS de DiffServ agregado tiempo después a IPv4, pero este puede no satisfacer los requerimientos para trabajar de extremo a extremo.

Es importante estudiar y analizar implementaciones de esquemas de QoS sobre IPv6. El modelo DiffServ, como la utilización de otros mecanismos, como el campo Flow Label del paquete IPv6, son algunas alternativas. Estudiar la integración de IPv6 con redes MPLS o redes Wireless, tecnologías hoy muy difundidas e implementar en un ambiente real lo estudiado y simulado, de esta forma poder obtener datos más certeros.

### 3. Trabajos Existentes

Con respecto a IPv6 existe numerosa documentación y bibliografía asociada para estudiarlo, e implementarlo, por ejemplo: [4][5][11]. El punto en el cual se coloca mayor énfasis en esta línea de investigación es el de la QoS (Calidad de Servicio). Los esquemas de QoS clásicos son:

**Best Effort:** Modelo actual de QoS en Internet, “Mejor Esfuerzo”, todo el tráfico es tratado de la misma forma, no hay garantías de parámetros de QoS.

**IntServ:** [23] Simula un sistema de circuitos sobre IP. utiliza RSVP (Resource Reservation Protocol) para señalización del camino por donde se requiere la

QoS. Se requieren mensaje de refresco para mantener el camino. RSVP genera “Soft States” en los routers, estos pueden ser modificados por nuevos mensajes. Trabaja con un esquema per-flow QoS, trata de cubrir los requerimientos de QoS por flujo de datos.

Desventajas:

- Carencia de Escalabilidad. Demasiados recursos de procesamiento y almacenamiento son requeridos. Los flujos generan una granularidad muy fina lo que produce que no escale el modelo. Solo aplicable a redes chicas.
- Todos los routers deben implementar RSVP, extra al tratamiento de la QoS, control de admisión, clasificación, etc.

**DiffServ:** [19][13][22] Modelo más simple que IntServ. En este el tráfico entra en la red (dominio de QoS) y es clasificado en los bordes, se agrupan diferentes flujos en clases más amplias, PHB (Per-hop-behaviors). Granularidad gruesa. Podría utilizar QoS/Bandwidth Brokers para administrar y negociar los requerimientos, comunicar con los routers de borde (edge routers) y trazar las reservas de recursos o podría implementarse de forma estática. El tráfico una vez marcado, es tratado dentro del dominio de acuerdo a su marca. Todos los paquetes de la misma clase deberían ser tratados de la misma forma dentro del dominio de QoS. DiffServ define algunos tratamientos que deberían aplicarse en cada nodo a lo largo del camino de acuerdo a la clase. Básicamente se utiliza el campo DSCP (Differentiated Code Point) en IPv4 o Traffic Class en IPv6. Es un modelo más sencillo y más escalable que IntServ.

Desventajas:

- Se agrupan flujos individuales en una misma clase, no pueden ser diferenciados. Pocas clases.

- Modelo más estático en la implementación.
- Puede producirse un delay mayor en el mapeo a las clases.

Otros modelos de QoS que se han desarrollado recientemente:

**MPLS (Multi Protocol Label Switching):** [17] puede utilizar el modelo de DiffServ o IntServ. Ofrece la posibilidad de trabajar con Ingeniería de Tráfico. Modelo más eficiente, extensible a IPv6.

A continuación se describen algunas componentes encontradas en los esquemas de QoS:

**Control de Admisión:** determina si hay recursos o no disponibles para un requerimiento dado. Un ejemplo de esta funcionalidad es la ofrecida por los Bandwidth/QoS Brokers.

**Control de Políticas:** se encarga de autorizar o denegar un requerimiento de QoS. Integrado con el Control de Admisión.

**Policing y Shaping:** Las acciones que se toman sobre los paquetes o flows. Dentro de estas pueden estar:

- Descartar.
- Remarcar en otra clase.
- Marcar.
- “Bufferar”, retener hasta que el recurso este disponible.

**Clasificador:** responsable de identificar los paquetes correspondientes a un flujo o clase y asignarlo a una clase de QoS. Esto se realiza en los bordes del dominio, red de QoS.

**Planificador (Scheduler):** es el encargado de asegurarse que la QoS para un flujo o clase sea recibida.

Existen esquemas que extrapolan directamente un modelo a IPv6 [8][15][18] y se han propuestos modelos nuevos, [7][10], pero basados en los clásicos.

**Modelo de IPv6 QoS:** Brevemente su funcionamiento es el siguiente. Antes de transmitir información, se debe enviar el requerimiento de QoS. Este lo recibe uno de los routers de borde y lo debe enviar al Controlador del Dominio de QoS, quién lo aprueba o no. Este resultado lo comunica el router de borde al emisor. Si se acepta se comienza a enviar. El requerimiento lleva los campos: tiempo (duración), tipo de servicio (rate promedio, burst y pico), el DGI y la dirección destino. Se utiliza el Domain Global ID (DGI) o Packet ID: (dirección origen IPv6 + Flow Label) para reservar y mantener track de los flujos. En [9] se propone un algoritmo de clasificación del tráfico IPv6 basado en el DGI y la dirección destino. La clasificación de tráfico es importante para ofrecer un menor delay y un mejor tratamiento. En IPv4 esta tiene que leer campos de capas superiores. Esto genera problemas ante la fragmentación o cifrado de datos.

El modelo indica que el tráfico se clasifica en los routers de borde y es tratado con la QoS adecuada, previamente configurada por el Controlador de QoS. Los routers en las simulaciones utilizan WFQ, y se calcula el peso de acuerdo al campo TC (Traffic Class), usado como prioridad. En las publicaciones no hace referencia a como el TC se determina (setea). Se indican como ventajas del modelo:

- No se negocia la QoS con el emisor.
- El modelo dice ser más sencillo de implementar porque no requiere protocolos externos de señalización.
- El QoS manager o Controlador de QoS toma ventaja de los campos Flow Label y Traffic Class para reservar y llevar la traza de la utilización de recursos de la red. Los beneficios de usar el Flow Label son: Procesamiento más rápido, solo campos fijos de la cabecera. Evita *layer violation*, ya que no se debe “meter” dentro de PDU de las capas superiores, por ejemplo transporte mirando

puertos u otros datos.

Su funcionamiento no es descripto en mucho detalle en las publicaciones y solo se han visto implementaciones basadas en simuladores, el caso de NS-2. No se tiene en cuenta la escalabilidad ya que solo habla de un Controlador genérico y deja muchos detalles importantes sin especificar. Se indica que no requiere un protocolo de señalización externo pero no describe como se trabaja con los mensajes de control que incluye en su descripción. Se considera importante por parte de la línea de investigación ver el funcionamiento en escenarios reales.

Con respecto a la inclusión de Flow Label como campo determinante para seleccionar el tratamiento de QoS que debe recibir la información se han propuestos diferentes significados para el mismo. En la RFC que lo define [12] se indican características que luego en [16][14][2][1] se proponen modificar para un mejor aprovechamiento de este.

## 4. Líneas de Investigación y Desarrollo

Inicialmente, se está realizando un análisis y estudio de los modelos actuales de QoS de IPv4 e IPv6. Se trata de ver las propuestas y soluciones que existen en el marco teórico y práctico. Es importante hacer algunas pruebas y ver resultados de aquellas arquitecturas que parezcan las más difundidas. Esto es útil para una mejor comprensión del funcionamiento y los conceptos involucrados, sirve para poder identificar capacidades, requerimientos y limitaciones. Las pruebas realizadas en esta etapa se deberán realizar sobre simuladores y sobre redes de prueba reales. Se pueden extrapolar a secciones de redes reales en producción.

La segunda etapa consiste en avanzar en la mejora de los modelos existentes o directamente la elección de uno para su implementación. Esto incluye trabajo con prototipos o simuladores como NS-2 y/o NS-3.

Una tercera etapa puede considerarse la implementación efectiva de mejoras de un modelo y realizar pruebas y comparaciones con otras arquitecturas. Integrar con una implementación de manejo de colas y QoS por un equipo concentrador IPv6 (router) de los diferentes flujos de datos IPv6.

Se han realizado pruebas y modificaciones sobre el NS-2 para integrar la QoS de IPv6 con redes Wireless.

## 5. Formación de Recursos Humanos

En el año 2008 el Tesista Matias Robles expuso su Tesis de Magister: “QoS en redes wireless con IPv6” [3], obteniendo con esta el título de Magister en Redes de Datos. En la actualidad existe en curso una Tesis de Magister en el tema por parte de otro de los integrantes del proyecto. Se esta comenzando a trabajar de forma conjunta con investigadores de la UNRC.

## Referencias

- [1] Xiaohong Huang Qiong Sun and Yan Ma. Ipv6 end-to-end qos provision in heterogeneous networks using aggregated flow label. *Computer Science and Information Engineering, World Congress on*, 2:438–441, 2009.
- [2] Xiaohong Huang Qiong Sun and Yan Ma. Ipv6 end-to-end qos provision in heterogeneous networks using flow label. In *MMIT '08: Proceedings of the 2008 International Conference on MultiMedia and Information Technology*, pages 621–624, Washington, DC, USA, 2008. IEEE Computer Society.
- [3] Matias Robles. Qos en redes wireless con ipv6, 2008.
- [4] Silvia Hagen. *IPv6 Essentials*. O'Reilly Media, Inc., 2006.

- [5] Benedikt Stockebrand. *IPv6 in Practice (A Unixer's Guide to the Next Generation Internet)*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
- [6] Mudassir Tufail. Ipv6 - an opportunity for new service and network features. *Networking and Services, International conference on*, 0:11, 2006.
- [7] El-Bahlul Fgee, Jason D. Kenney, William Robertson William J. Phillips, and S. Sivakumar. Comparison of qos performance between ipv6 qos management model and intserv and diffserv qos models. In *CNSR '05: Proceedings of the 3rd Annual Communication Networks and Services Research Conference*, pages 287–292, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [8] Jhon Padilla, Monica Huerta, Josep Paradells, and Xavier Hesselbach. Intserv6: An approach to support qos over ipv6 networks. In *ISCC '05: Proceedings of the 10th IEEE Symposium on Computers and Communications*, pages 77–82, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [9] Eric C. K. Poh and Hong Tat Ewe. Ipv6 packet classification based on flow label, source and destination addresses. In *ICITA '05: Proceedings of the Third International Conference on Information Technology and Applications (ICITA'05) Volume 2*, pages 659–664, Washington, DC, USA, 2005. IEEE Computer Society.
- [10] El-Bahlul Fgee, Jason D. Kenney, William Robertson William J. Phillips, and S. Sivakumar. Implementing an ipv6 qos management scheme using flow label & class of service fields. volume 2, pages 1049–1052 Vol.2. IEEE Computer Society, may 2004.
- [11] Hangino and Jun ichiro itojun. *IPv6 Network Programming*. Digital Press, Newton, MA, USA, 2004.
- [12] J. Rajahalme, A. Conta, B. Carpenter, and S. Deering. Rfc-3697: Ipv6 flow label specification, 2004.
- [13] D. Grossman. Rfc-3260: New terminology and clarifications for diffserv, 2002.
- [14] Mahaveer M. Rahul Banerjee, Sumeshwar Paul Malhotra. A modified specification for use of the ipv6 flow label for providing an efficient quality of service using a hybrid approach. ietf internet draft. draft-banerjee-flowlabel-ipv6-qos-03, 2002.
- [15] A. Conta and J. Rajahalme. A model for diffserv use of the ipv6 flow label specification. ietf internet draft. draft-conta-diffserv-ipv6-fl-classifier-01.txt, 2001.
- [16] A. Conta and J. Rajahalme. A proposal for the ipv6 flow label specification. draft-conta-ipv6-flow-label-02.txt, 2001.
- [17] E. Rosen, Viswanathan A., and R. Callon. Multiprotocol label switching architecture, 2001.
- [18] Berson. Rsvp and integrated services with ipv6 flow labels. ietf internet draft. draft-berson-rsvp-ipv6-fl-00.txt, 1999.
- [19] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss. Rfc-2475: An architecture for differentiated service, 1998.
- [20] R. Hinder and S. Deering. Rfc-2460: Internet protocol, version 6 specification., 1998.
- [21] M.V. Loukola and J.O Skyttä. New possibilities offered by ipv6. *Computer Communications and Networks, 1998. Proceedings. 7th International Conference on*, pages 548 – 552, 1998.
- [22] K. Nichols, S. Blake, F. Baker, and D. Black. Rfc-2474: Definition of the differentiated services field (ds field) in the ipv4 and ipv6 headers, 1998.
- [23] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker. Rfc-1633: Integrated services in the internet architecture: an overview, 1994.