

Propuesta de métrica para evaluar los protocolos de enrutamiento y direccionamiento IP

Proposal of Metrics for the Evaluation of Routing and IP Addressing Protocols

Joel Carroll Vargas¹, Santiago Salazar Fajardo², Edward Jacinto Gómez³

¹Unipanamericana Fundación Universitaria, Bogotá, Colombia, jcarroll@unipanamericana.edu.co

²Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, s.salazar56@uniandes.edu.co

³Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, ejacintog@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 27/02/2019 Fecha de aceptación del artículo: 20/08/2019



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: doi.org/10.18041/1794-4953/avances.15046

Como citar: J. Carroll Vargas, S. Salazar Fajardo, y E. J. Gómez, Propuesta de métrica para evaluar los protocolos de enrutamiento y direccionamiento IP, Avances, vol. 16, n.º 1, 2019. doi: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.15046>

Resumen

El presente artículo compara el rendimiento de los direccionamientos IPV4 e IPV6 usando los protocolos de enrutamiento RIP, BGP y OSPF en dos escenarios: 1) teórico, usando la métrica propuesta en el presente artículo, y 2) con la herramienta de JMeter, para comprobar su rendimiento. En ambos casos se comparó el comportamiento de un servidor usado habitualmente en internet. Los resultados muestran que el rendimiento de IPV4 es más óptimo usando IPV4 y BGP en ambientes reales del internet; mientras que el IPV6 muestra un mejor rendimiento en ambientes teóricos y usando el protocolo OSPF y RIP.

Palabras clave: enrutamiento, direccionamiento IP, servidor de aplicaciones, OSPF, RIP, BGP.

Abstract

In this article the IPV4 and IPV6 addressing performance was compared using RIP, BGP and OSPF routing protocols in two scenarios, the first theoretical using the metric proposed in this article and the second using the JMeter tool to verify its performance. In both cases, the behavior of a server commonly used on the Internet was compared, the results show that the IPV4 performance is more optimal using IPV4 and BGP in real internet environments while the IPV6 shows better performance in theoretical devices and using the protocol OSPF and RIP.

Keywords: routing, IP addressing, application server, OSPF, RIP, BGP.

Introducción

El modelo de conectividad de internet en el mundo está migrando de IPv4 a IPv6 [1]. En el caso colombiano, esta migración se ha llevado con lentitud [2]. El protocolo IPv4 comienza a dar señales de debilidad. Después de más 20 años de uso, la versión 4 del protocolo de internet (IP) ya no puede seguir brindando respuestas adecuadas, sobre todo en cuanto al agotamiento de las direcciones IP disponibles en la actualidad [3]. Por otro lado, la confiabilidad del rendimiento del protocolo IPv6 es desconocido para ciertas utilidades [4].

Es importante generar e implementar propuestas de infraestructura usando IPv6, dado que es un avance a la convergencia tecnológica que facilita los servicios de capa 3, el direccionamiento IP y los servicios que se pueden prestar en la nube. Ello lleva consigo una reducción de costos y facilidades para los operadores de servicio de internet y clientes [5]. Por esta razón, cobra relevancia medir el desempeño de los protocolos más utilizados en internet con nuevas métricas que definan claramente cuál de los protocolos es más conveniente para determinados escenarios.

1. Metodología

La metodología utilizada tuvo tres disposiciones: selección de dispositivos de infraestructura, herramienta software y optimización de la métrica para evaluar el rendimiento de los protocolos de enrutamiento para las dos versiones más utilizadas del TCP/IP.

1.1. Dispositivos físicos

Para el presente proyecto se utilizaron dos tipos de routers: el primero, basado en software, y el segundo, de la marca más utilizada. Las descripciones se presentan a continuación:

VyOS. En la actualidad, los servicios de networking no son exclusivos de los dispositivos físicos; existen alternativas basadas en software [6]. VyOS es un router basado en software desarrollado por Vyatta, que proporciona la misma funcionalidad de un router físico en un dispositivo hardware universal. Es decir, VyOS convierte cualquier dispositivo informático en un potente router [7]. Los routers basados en software aumentan la extensibilidad y la programabilidad de sus funciones [8]. Al tratarse de un sistema basado en GNU/Linux (Debian), es posible que el administrador del sistema, después de instalar y configurar los servicios de capa 3 de un router convencional, le instale otros servicios, por ejemplo, servicios de VoIP usando el mismo componente físico. Por lo tanto, con la implementación de router basado en software, se puede simplificar la administración de la red, disminuir los costos de implementación y mejorar el rendimiento de la red, logrando casi el 100% de utilización de enlaces [9].

Cisco. En cuanto a la penetración de las marcas en el mercado de dispositivos de capa 3, se destaca que la compañía Cisco es propietaria de más del 60% del mercado; mientras que HPE, incluida la compañía 3COM, participa en el mercado con aproximadamente el 9%. Otras marcas importantes como Huawei, Juniper, Arista poseen cada una de las tres el 3% de las acciones de mercado [10].

1.2. Herramienta software

Como herramienta software, el proyecto se valió de tres herramientas: la primera para la captura y análisis de tráfico, la segunda para realizar estimaciones de los tiempos de respuesta del tráfico dependiendo el protocolo utilizado y, por último, la herramienta de procesamiento de datos matemáticos.

La herramienta de captura y análisis de tráfico de red utilizada fue Wireshark, software Sniffer, ampliamente usadas. Se escogió por su interfaz gráfica simple y sus poderosas opciones de captura y filtrado, además de su disponibilidad gratuita para su uso. También porque puede llegar a la profundidad de bits de paquetes para su análisis.

Jmeter. Es una aplicación desarrollada en Java utilizada para realizar pruebas de carga. Con esta herramienta se puede analizar y medir el desempeño de una variedad de servicios, con énfasis en aplicaciones web. JMeter se usa como una herramienta de pruebas unitarias para conexiones de bases de datos con JDBC, FTP, LDAP, servicios web, JMS, HTTP y conexiones TCP genéricas.

La herramienta de procesamiento de los datos a nivel matemático utilizada fue GNU Octave, un lenguaje interpretado de alto nivel para computación científica o análisis numérico alternativo a MatLab. De hecho, la sintaxis, código de programación, de estos dos programas son muy similares, con la ventaja que Octave es de licenciamiento libre como su nombre lo indica.

2. Métrica

Existen diferentes métricas para el enrutamiento en redes de datos. Son parámetros de comparación que se aplican a los dispositivos encargados del encaminamiento para saber cuál funciona de mejor manera. El encaminamiento es la variable más importante de cualquier protocolo de enrutamiento. Cuanto más óptimo sea el camino escogido, mayor es la eficiencia. Los protocolos modernos de enrutamiento, la mayor parte del tiempo, se basan en el uso de tres parámetros. La tasa de pérdida de paquetes de internet (IPLR) en el canal punto a punto entre las dos redes, el ancho de banda y el retraso de transferencia de paquetes IP [1].

La métrica propuesta en el presente artículo es una de las pocas que sirve de manera práctica para medir el de routers. Estima el número mínimo requerido de transmisiones y retransmisiones para el envío de un paquete exitoso a través de sus interfaces, teniendo en cuenta el camino escogido por el paquete desde una estación cliente hasta el servidor (el proceso de enrutar). Entre menos retransmisiones realice el router con el mismo ancho de banda, mejor es el throughput y el rendimiento del sistema resultante.

La métrica se define como $R_{(t)}$, donde r es la razón de entrega en el nodo receptor; se define como el acknowledge (ACK o acuse de recibo en español). La probabilidad de que un paquete llegue correctamente, incluida la confirmación, se define como $df(t)$.

Y queda definida como:

$$R_{(t)} = \frac{r_0}{df(t)dr(t)} + \frac{r_1}{df(t)dr(t)} + \frac{r_2}{df(t)dr(t)} + \frac{r_n}{df(t)dr(t)}$$

Donde r es el valor que toma el cálculo en un router. La ecuación de la métrica se puede generalizar en:

$$R_{(t)} = \sum_{i=0}^n \frac{r_i}{df(t)dr(t)}$$

El coeficiente de arribo de un paquete exitoso se calcula mediante el sondeo de los paquetes enviados por broadcast, la duración del paquete y su tamaño. El valor de la métrica se define como la suma de los valores de las métricas de los saltos que conforma el recorrido del origen al destino en función del tiempo (throughput).

3. Topologías de red montadas

Para las pruebas se montó un servidor web sobre apache con conexión a bases de datos MySQL, gestionado a través de PHPmyAdmin. En la infraestructura de red se utilizaron cuatro routers marca Cisco C3725 y los otros cinco routers fueron Vyattas montados sobre servidores HP Proliant DL380G9 de propiedad de la Universidad Minuto de Dios, sede principal. Para el primer caso se configuró usando direccionamiento IPV4 con los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF y BGP. Se tomaron las mediciones con Jemter y se capturó el tráfico con Wireshark para su posterior análisis. La topología IPV4 se muestra en la figura 1.

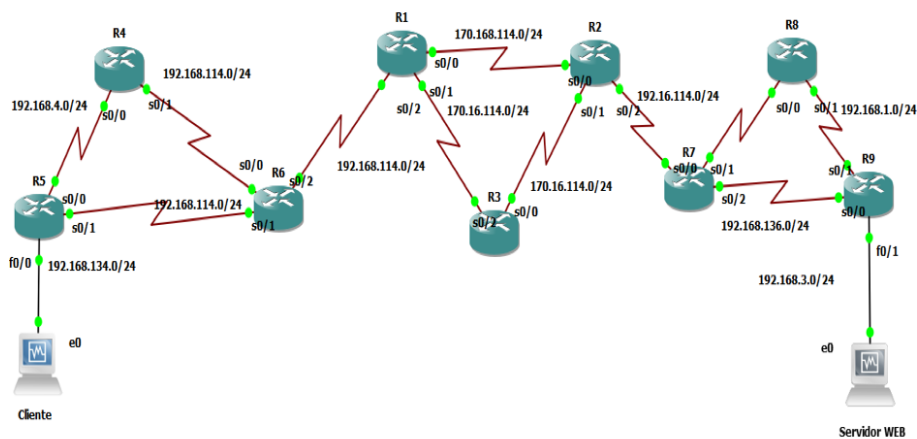


Figura 1. Topología de red montada usando direccionamiento IPV4

Para no afectar las mediciones y los análisis, con la misma infraestructura de red se configuró el direccionamiento IPV6 y se realizó el mismo procedimiento, captura de tráfico y pruebas de estrés sobre el servidor web desde el otro extremo de red, pasando por los nueve routers. La topología IPV6 se muestra en la figura 2.

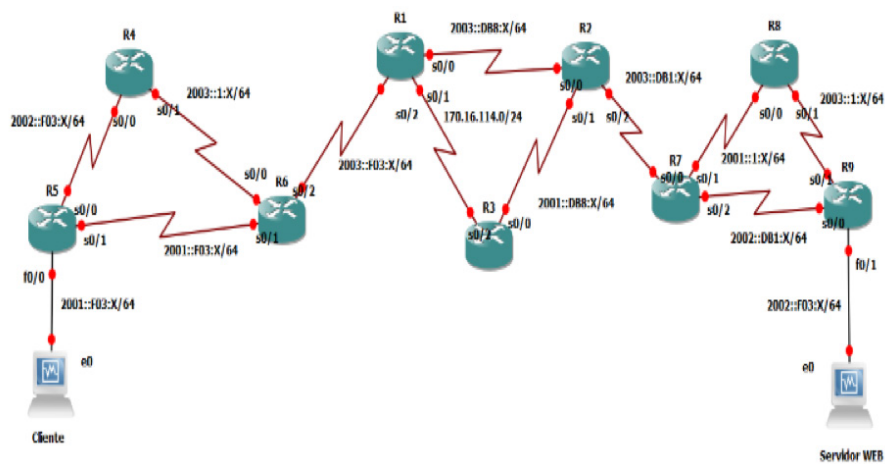


Figura 2. Topología de la red montada usando direccionamiento IPV6

4. Resultados

Utilizando la métrica propuesta se comparó el rendimiento del enrutamiento en dos momentos. El primero, consultando el Índice de la página web usando el direccionamiento IPV4 con los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF y BGP. El segundo, generando tráfico al mismo lugar con los mismos protocolos de enrutamiento, pero esta vez usando direccionamiento IPV6 (figuras 3, 4, 5, 6 y 7).

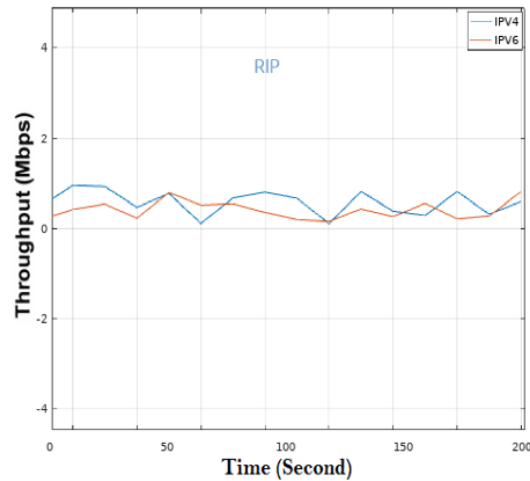


Figura 3. Comparación del rendimiento del direccionamiento usando el protocolo de enrutamiento RIP al generarle tráfico al Índice del servidor web

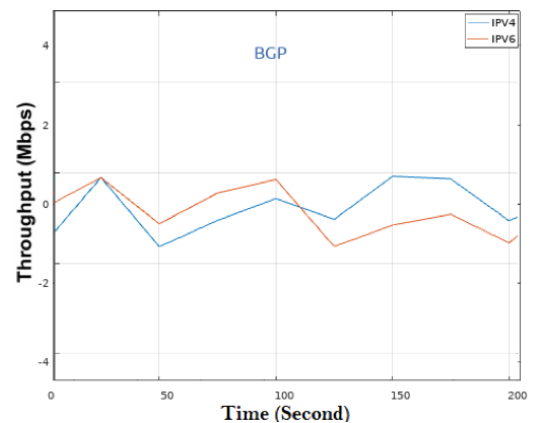


Figura 4. Comparación del rendimiento del direccionamiento usando el protocolo de enrutamiento BGP en el cual se genera tráfico al índice del servidor web

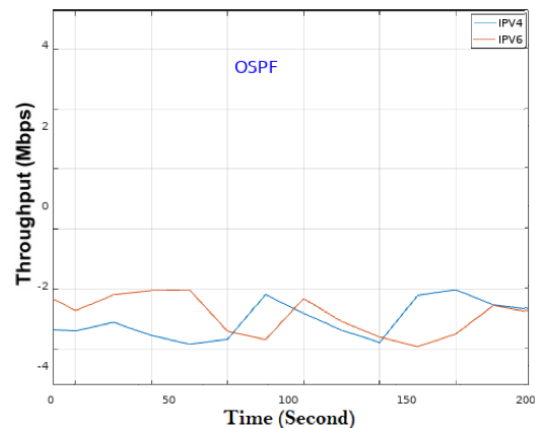


Figura 5. Comparación del rendimiento del direccionamiento usando el protocolo de enrutamiento OSPF en el cual se genera tráfico al índice del servidor web

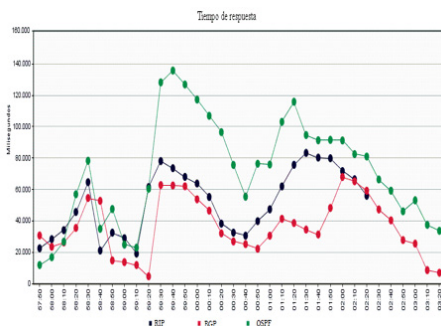


Figura 6. Resultados de las mediciones de IPv6 usando Jmeter

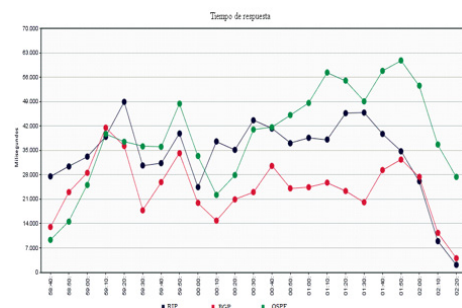


Figura 7. Resultados de las mediciones de IPv4 usando Jmeter

3. Conclusiones

En este artículo se presentan los resultados de las mediciones teóricas aplicando la métrica y pruebas de estrés usando la aplicación Jmeter. El resultado indica que el rendimiento de IPV6 en un entorno teórico muestra mejor resultado que IPV4. Pero si se realizan mediciones simulando el comportamiento realista del internet en la cotidianidad de una página web, la consulta del rendimiento de IPV4 muestra un mejor comportamiento que el de IPV6.

Trabajos futuros

Como parte de nuestro trabajo futuro, continuaremos ejecutando mediciones, de modo que podamos seguir los cambios en el futuro con las actualizaciones de IPV6. También planeamos mirar de cerca las similitudes de las rutas y las correlaciones temporales en las actualizaciones de las rutas IPv4 e IPV6, para comprender mejor si las dos rutas pasan por la misma infraestructura.

Referencias

- [1] T. Chown, "IPv6 Campus Transition Scenario Description and AnalysisII", Internet Draft, March 2017.
- [2] D. A. López Sarmiento, J. I. Torres R. y Ramón E. Ramírez, "Estado del arte de iptv y consideraciones técnicas para su migración a ipv6 en Colombia", Redes en Ingeniería, vol. 2, n.º 1, 2011. <https://doi.org/10.14483/2248762X.7179>
- [3] J. Suárez, M. Salcedo y C. Carmona, "Effects of IPv6-IPv4 tunnel in Jitter of voice over IPv6, measured in laboratory and over the national research and education network of Colombia RENATA", IEEE Latin America Transactions, vol. 14, n.º 3, march 2016.
- [4] F. Sha, X. Chen, R. Ye, M. Wu, Z. Zhang y W. Cai "Communication method between IPv4 server and IPv network in virtual machine environment", ACIS 16ª Conf. Int. Informática y Ciencias de la Información (ICIS), IEEE 2017.
- [5] S. Cao, W. Zheng, S. Mo, X. Jin, C. Dai, Z. Fan, Y. Quiz, J. Zhou y F. Dengx, "Access control of cloud users credible behavior based on IPv6", IEEE 3rd International Conference on Big Data Analysis, 2018.
- [6] S. S. W. Lee et al., "Embedding bandwidth-guaranteed network-based virtual ethernet switches in SDN networks", J. Lightw. Tech., vol. 35, n.º 23, pp. 5041-5055, 2017.
- [7] S. Chaitra y R. Sharma, "Integration of software router with Wi-Fi for enhanced security", Proc. Of 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC).
- [8] Q. Ye y M. H. MacGregor, "Hardware bottleneck evaluation and analysis of a software PC-based router department of computing science", University of Alberta, T6G 2E8, Edmonton, AB, Canada, SPECTS 2008.
- [9] Y. Guo, Z. Wang, X. Yin, X. Shi y J. Wu, "Optimize routing in hybrid SDN network with changing traffic", Tsinghua National Laboratory for Information Science and Technology (TNLIST), 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), 2017.
- [10] J. Liang, J. Han, G. Xiong, "A passive fingerprint feature for the recognition of Cisco routers", IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC), 2017.
- [11] A. N. Noskov y I. A. Manov "Development of an adaptive routing mechanism in software-defined networks", Automat. Contr. Comput. Sci., vol. 50, n.º 7, pp. 520-526, 2016.