Implementación y análisis de QoS de los protocolos de enrutamiento BABEL y BATMAN en una red Ad Hoc en Raspberry Pi

Sebastián Mauricio Hernández, Brayan Manuel Avila
Universidad distrital francisco José de caldas
smhernandezl@correo.udistrital.edu.co
bmavilas@correo.udistrital.edu.co

Abstract: An Ad-Hoc network with five nodes is implemented using SBC (Single Board Computer) to measure its quality of service (QoS) parameters, comparing the efficiency of the BABEL and BATMAN (Better Aproach To Mobile Ad-hoc Networking) protocols in real applications, some scenarios are initially proposed, the five nodes will be in rest, then they will be separated at a distance greater than two meters, finally one will be in motion. parameters such IPTD, IPLR, IPDV and IPER will be identified to be compared.

Keywords: Raspberry, ad-hoc network, protocol, BABEL, BATMAN, coverage, quality, delay, loss, error.

I. Introducción

Para International Mobile Telecommunications (IMT) el acceso a diferentes servicios y aplicaciones basadas en IP deben ser soportados por la convergencia fijo-móvil (FMC por sus siglas en inglés) que admita una amplia gama de velocidades de datos, distintos requerimientos de calidad de servicio proporcionales a la movilidad, en un entorno con múltiples usuarios.**[1]** Aquí el enrutamiento es una de las áreas más importantes en la interconexión, para una red Ad-Hoc de múltiples saltos se hace imprescindible. No muchos estudios han comparado el rendimiento de los protocolos de enrutamiento en entornos reales, y usando hardware de bajo costo, los que lo han hecho se basan en dispositivos industriales y de difícil acceso. En este estudio se realiza la implementación y medición de parámetros de calidad de servicio de los protocolos BABEL y BATMAN en tarjetas de bajo costo, logrando un correcto desempeño en los diferentes nodos. En las generaciones tecnológicas venideras las redes inalámbricas de múltiples saltos tendrán un papel fundamental ya que la Quinta Generación (5G) tomara lo mejor de las tecnologías pasadas y permitirá la evolución de las redes descentralizadas, esto como un enfoque distinto donde pequeñas células densificaran la difusión de la información y al no depender siempre del mismo punto de acceso facilitaran escenarios para comunicaciones Device to Device (D2D). Permitiendo que los dispositivos móviles traten el tráfico local y luego retransmitan esta información a una estación base, en este tránsito el papel de los protocolos de enrutamiento será fundamental. **[2]**

Por ejemplo, los protocolos BABEL y BATMAN han sido comparados en escenarios reales como en **[3]** tomando en cuenta el rendimiento de múltiples saltos y la capacidad de cada protocolo de enrutamiento para recuperarse de fallas de enlace. Los resultados mostraron que el protocolo BATMAN logra el más alto nivel de estabilidad y entrega de paquetes, mientras que el protocolo BABEL ofrece mayor ancho de banda en múltiples saltos y el tiempo de reparación de ruta es más rápido.

En **[4]** Los protocolos de enrutamiento tradicionales demostraron ser inadecuados en redes inalámbricas ad hoc, lo que motivó la necesidad de protocolos de enrutamiento específicos ad hoc. Los resultados muestran que el

protocolo BABEL supera al protocolo BATMAN. Estos tambien se han puesto a prueba en entornos de simulación como en **[5]** donde se evidenció que los resultados obtenidos en un entorno de simulación en algunas ocasiones no son válidos en un sitio real. El protocolo BABEL tiene mayor Troughput que el protocolo BATMAN por lo tanto, es un protocolo adecuado para una red que requiere alta velocidad de datos.

Ademas estos protocolos han sido usados en un simulador como protocolo para redes de desastres, en **[6]** La evaluación se realizó utilizando un entorno virtual para que los resultados obtenidos fueran similares a las expectativas de un banco de pruebas del mundo real. Los resultados obtenidos mostraron que ninguno de los protocolos es apropiado para redes grandes, con la excepción del protocolo BABEL, que se puede modificar para admitir una gran cantidad de clientes y enrutadores.

II. Parámetros QoS

La Unión Internacional de Telecomunicaciones en su recomendación Y1540 **[7]**, define los parámetros que pueden ser usados para evaluar la calidad de funcionamiento los cuales son mencionados a continuación:

IP packet transfer delay (IPTD): Tiempo que hay entre la llegada de dos paquetes IP a su destino.

IP Packet Loss Ratio (IPLR): Relación entre el total de paquetes IP perdidos y total de paquetes que fueron transmitidos.

IP Packet Delay Variation (IPDV): Diferencia de retardo entre los paquetes seleccionados en un solo sentido del camino.

IP Packet Error Ratio o IPER: Tasa de paquetes con errores.

La recomendación Y.1541 de la UIT define un número de clases de QoS para los diferentes servicios como se muestra.

Parámetro Qos	Clases de QoS					
	0	1	2	3	4	5
IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	U
IPDV	50ms	50ms	U	U	U	U
IPLR	1x10-3	1x10-3	1x10-3	1x10-3	1x10-3	U
IPER	1x10-4					U

Tabla 1 Clases QoS [5]

III. Protocolo BABEL

Babel es un protocolo que utiliza una técnica basada en vector distancia, inspirada en los protocolos AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector), DSDV16 (Destination Sequenced Distance Vector), y EIGRP17 (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) de Cisco para enrutar paquetes en una red mesh. Funciona con IPv4 e IPv6 y fue diseñado, en un principio, para redes inalámbricas ad-hoc, por lo que es un protocolo muy robusto en presencia de nodos móviles, impidiendo la formación de bucles sin fin y ofreciendo una rápida convergencia **[8]**.

IV. Protocolo BATMAN

BATMAN en ningún nodo tiene la información completa de la topología de la red. En cambio, para construir su tabla de enrutamiento, almacena la mejor dirección para llegar a cada nodo. Para cada enlace inalámbrico de un salto, se cuentan los paquetes que llegan de cada nodo. El enlace por el que lleguen más paquetes de un nodo en concreto será el mejor enlace para enviar paquetes a dicho nodo. **[8]**

V. Implementación de protocolos y resultados

Se realiza la configuración y el direccionamiento de las interfaces WLan y Ethernet asociadas a los nodos, luego se instalan e inician los protocolos en cada una de las Raspberry, al capturar el tráfico con el software Wireshark se obtiene que los protocolos funcionan correctamente y los nodos envían contenido Streaming entre sí. Las tarjetas usadas corresponden a las referencias:

- Raspberry pi zero W (3 nodos).

- Raspberry Pi 3 (2 nodos).

Se implementaron **tres** escenarios de la siguiente manera:

1. Nodos estáticos separados a menos de un metro cada uno.
2. Nodos estáticos separados a dos metros cada uno.
3. Un Nodo en movimiento y cuatro nodos estáticos.

Los aspectos que evaluar en cada uno son:

- IPTD
- IPDV
- IPLR
- IPER

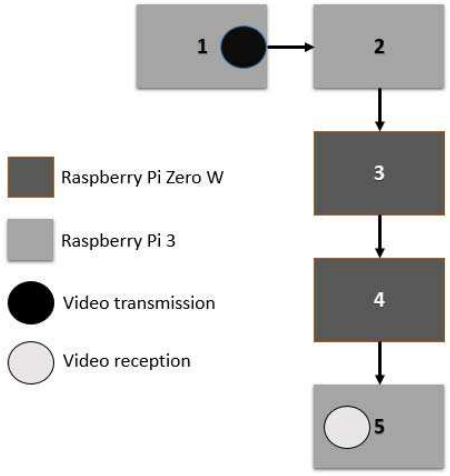

Figura 1 Diagrama de bloques

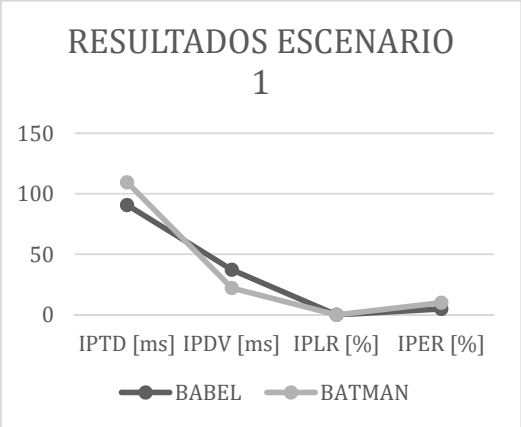

Figura 2 resultados escenario 1

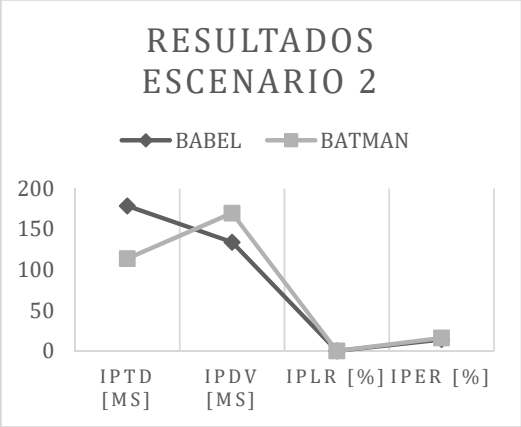

Figura 3 resultados escenario 2

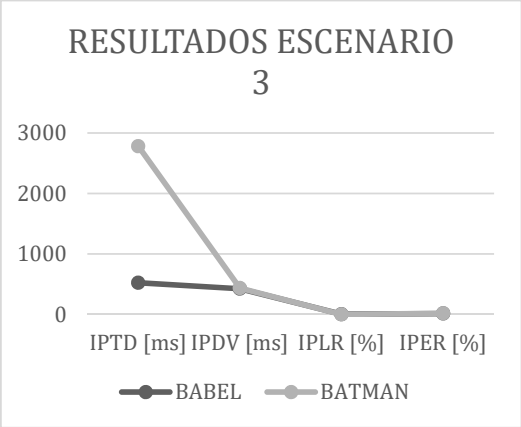

Figura 4 resultados escenario 3

VI. Análisis de Resultados

Al comparar los resultados de QoS de los dos protocolos (BABEL, BATMAN) y pese a ser redes inalámbricas los resultados obtenidos en los escenarios 1 y 2 son apropiados para un funcionamiento estable en general, estos protocolos poseen un IPER casi despreciable y hace que se cataloguen en la clase 2 de QoS [5]. No es sino hasta el resultado del escenario 3 que se observan variaciones, al estar un único nodo en movimiento y al realizar el cambio de ruta la red demora más en la transmisión de paquetes, afectando directamente sus parámetros QoS, esto sin importar el protocolo, se observa claramente en la gráfica que el protocolo BATMAN tiene un retardo (IPTD) que supera en gran manera a BABEL (más de cuatro veces) por lo que esto afecta

negativamente el rendimiento del protocolo y por ende sus parámetros de QoS.

VII. Conclusiones

Teniendo en cuenta que los nodos Raspberry usados son tecnologías de aprendizaje en gran medida y este tipo de dispositivos no pueden ser comparados con un Router real y pese a no implementarse una red de Backbone debido a las limitantes de la tarjeta de red, se tienen resultados aceptables a las especificaciones de la misma, se podría pensar en su implementación para redes caseras cuyo manejo de información no sea crítico sino más bien informativo, brindando así la integración de este tipo de tecnologías en las generaciones tecnológicas por venir.

En general los protocolos BABEL BATMAN se comportan de manera muy similar en dos de los tres escenarios, los resultados de los protocolos son aceptables logrando clasificar a la segunda clase de parámetros QoS por lo cual se apoya el trabajo citado en **[6]** cuya conclusión es combinar distintos protocolos de enrutamiento para mejorar el rendimiento de las redes a gran escala.

VIII. Referencias

[1] International Telecommunication Union, Report on implementation of evolving Telecommunication/ICT infrastructure for developing Countries, 2017.

[2] A. Muthanna, A. Ateya, M. Balushi and R. Kirichek, D2D enabled communication system structure based on software defined networking for 5G network, St. Petersburg: 2018 International Symposium on Consumer Technologies (ISCT), 2018.

[3] M. Abolhasan, B. Hagelstein and P. Wang, "Real-world Performance of Current Proactive," in Proceedings of the 15th Asia-Pacific Conference on Communications, Australlasian, 2009.

[4] D. Murray, M. Dixon and T. Koziniec, "An Experimental Comparison of Routing Protocols," in Australlasian Telecommunication Networks and Applications Conference, Australlasian, 2010.

[5] J. Pramod, K. Sahana, A. Akshay and T. Viswanath, "Characterization of Wireless Mesh Network," in IEEE International Advance Computing Conference (IACC), India, 2015.

[6] A. P. Tchinda, G. Frick, U. Trick, A. Lehmann, A. P. Tchinda and B. Ghita, "Performance Analysis of WMN Routing Protocols," in IEEE International Advance Computing Conference (IACC), Berlín, 2017.

[7] International Telecommunication Union, Next Generation Networks – Enhancements to NGN Y.2340, 2016.

[8] A. Troyano, Protocolos de encaminamiento en redes, Sevilla: universitat oberta de catalunya, 2011.