

Protocolo TCP: El RTT como un factor de evaluación del rendimiento

Carlos A. Talay, Diego R. Rodríguez Herlein, Marycarmen Díaz Labrador,
Claudia N. González

Campus Universitario – Oficina 18/ Dpto. Ciencias Exactas e Informática
UARG/UNPA

{ctalay, dherlein}@uarg.unpa.edu.ar, marydl920911@gmail.com, cgonzalez@uarg.unpa.edu.ar

Luis A. Marrone

L.I.N.T.I. – Universidad Nacional de La Plata
Calle 50 y 120 – 2 do. Piso – Edificio Bosque Oeste
lmarrone@linti.unlp.edu.ar

Resumen

La latencia es una de las principales variables a considerar en una red de datos. Su fluctuación afecta notablemente la transmisión de información, impactándola negativamente. La razón por la cual esto sucede puede ser muy variada: congestión de datos, degradación del medio de transmisión, el uso de redes heterogéneas que poseen distintas características de rendimiento, etc. Teniendo en cuenta este hecho, es interesante analizar que característica de la red puede alertarnos al respecto. En este artículo intentamos mostrar un ejemplo de cómo podemos utilizar el RTT (Round Trip Time), para ayudarnos a determinar la existencia de factores que degradan las propiedades de transmisión de una red de datos.

Palabras clave: TCP, Latencia, RTT, Rendimiento

Contexto

Este estudio está enmarcado en el proyecto de investigación 29/A451-1 “Análisis del comportamiento de protocolos de la capa de transporte en redes con enlaces inalámbricos”, y es una

continuación del proyecto 29/A396-1 “Evaluación del protocolo TCP en topologías mixtas cableadas-inalámbricas”, ambos radicados de la UNPA-UARG. El proyecto está compuesto mayoritariamente de docentes de la UNPA-UARG, dirigido por el Sr. Carlos A. Talay, cuenta como Co-director al Sr. Luis A. Marrone perteneciente a la UNLP y lo integran los docentes Claudia N. González, Marycarmen Díaz Labrador, Diego R. Rodríguez Herlein y los alumnos Vanesa Cadín y Franco A. Trinidad, financiándose íntegramente con fondos destinados a proyecto de investigación de la UNPA-UARG.

Introducción

En los proyectos enunciados, se ha analizado el comportamiento de algunas variantes del protocolo TCP (Transmission Control Protocol) [1], con distintas condiciones de tráfico y topología. Con ello intentamos determinar las fortalezas y debilidades de estos protocolos, y así proponer mejoras que optimicen su respuesta según las condiciones de funcionamiento [2].

Es así que, una vez obtenidos los datos resultantes de las simulaciones realizadas, procedemos a analizar los resultados arrojados por el simulador [3]. Para ello recurrimos a los archivos de datos que el simulador nos entrega y en base a estos calculamos las métricas. Estas describen el comportamiento del tráfico en esa topología, pudiendo citar entre las más utilizadas: *Throughput*, *Goodput*, *Delay*, *RTO (Retransmission Time Out)*, *CWND (Congestion Window)*, *PLR (Packet Lost Ratio)* y *RTT (Round-trip Time ó Round-Trip delay Time)*. En particular esta última es utilizada para verificar, en forma instantánea, el estado del enlace entre dos nodos. Hay que tener en cuenta que en la actualidad dominan la escena las redes heterogéneas [4] y, si bien el RTT nos da una idea del estado del enlace extremo a extremo, no podemos conocer las condiciones particulares de los estadios intermedios. A pesar de ello, el RTT nos brinda una importante información del tiempo que emplea un paquete de datos, desde que sale del nodo origen, hasta la recepción de su correspondiente ack (acknowledge), que confirma su llegada a destino.

Uno de los mecanismos que más influyen en el rendimiento de TCP es el de control de congestión [5]. Los algoritmos de control de congestión [6] permiten regular la tasa de paquetes enviados, y de esta manera, evitar el colapso de una comunicación por congestión. En este sentido el RTT [7] [8] nos proporciona información respecto al estado del camino del flujo de datos, dado que, por ejemplo, comparando el valor

obtenido respecto de un valor medio, podemos inferir el estado de sobrecarga de toda la red.

El siguiente esquema (fig.1), nos permite referenciar de una manera simple la situación en que se encuentra el tráfico de una red en un momento determinado.

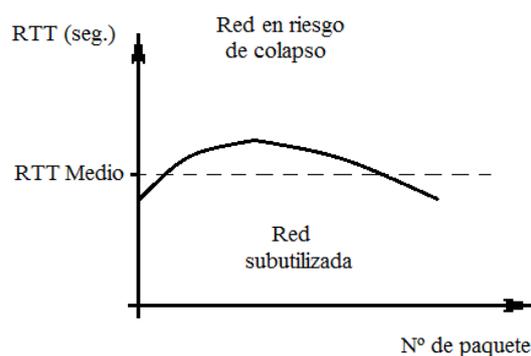


Figura 1. RTT vs. Número de paquete

En este esquema, podemos apreciar como el RTT nos da una idea de cómo se ve afectado el tráfico en la red. Veamos un caso de estudio donde el RTT nos permite apreciar la degradación que se produce en un flujo de datos cuando la línea sufre distintos retardos en el tráfico.

Caso de estudio

Como mencionábamos proponemos un caso de estudio en donde se tienen dos flujos de datos, originados en distintos nodos, debido al diseño ya referenciado. También tenemos un nodo intermedio que podría atribuirse a un access point de una red inalámbrica típica (WiFi). El modelo implementado en el simulador ns-3 (Network Simulator 3) representa una topología híbrida de 5 nodos (2 nodos cableados, 1 estación base y 2 nodos

inalámbricos), como se observa en la figura (fig.2)

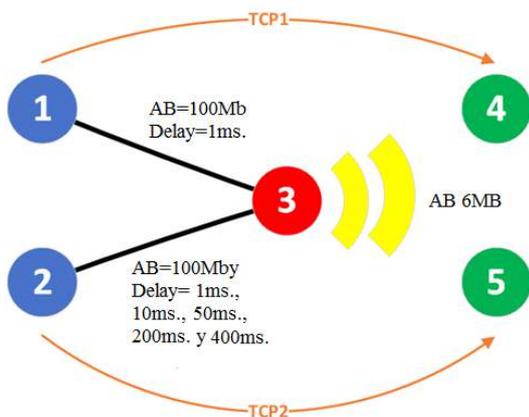


Figura 2. Modelo empleado en el caso de estudio

Los nodos 1 y 2 están conectados a la estación base (nodo 3), mediante enlaces cableados full dúplex de 100Mb/s. El retardo de propagación indicado para cada caso se recrea en los gráficos subsiguientes y política de cola DropTail. Para el enlace inalámbrico tenemos un modo de propagación TwoRayGround, capa física WirelessPhy, MAC 802.11, antena OmniAntena y los dos nodos (4 y 5), que no poseen movimiento.

Para la realización de la prueba se realizaron 5 (cinco) ensayos con dos tráficos de tipo FTP, que envían 5.000 paquetes con un tamaño de 1.000 bytes cada uno. Los protocolos utilizados en ambos casos es New Reno. Los flujos se establecieron del nodo 1 al 4 y simultáneamente se estableció un flujo del nodo 2 al 5. Es decir, ambos flujos comparten su tránsito por el nodo 3.

Línea de investigación y desarrollo

Para el primer ensayo, retardo de línea (delay), asignado para los 2 nodos

cableados, es de 1 ms. Las condiciones de funcionamiento del segmento inalámbrico de la red (WiFi) es común a los nodos 4 y 5.

Bajo estas condiciones presentamos los resultados obtenidos para RTT, calculados para los nodos 1 y 2.

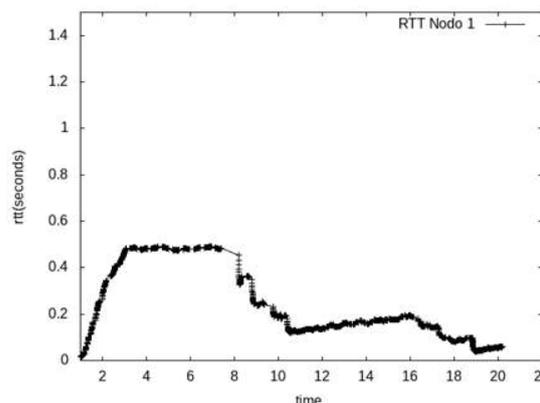


Figura 3. RTT vs. Tiempo. Nodo 1 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

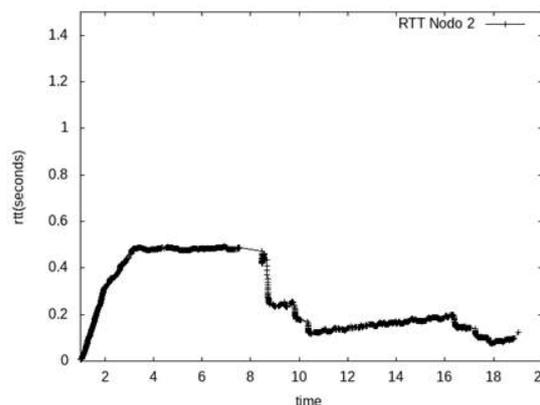


Figura 4. RTT vs. Tiempo. Nodo 2 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

Luego de obtener estos valores, que se presentan como estado base de comparación, procedemos a incrementar los retardos sobre la línea que une los nodos 2 y 4 y generamos 4 nuevos ensayos, en donde la línea que une los nodos 1 y 3 permanece en 1ms. (fig. 5, 7, 9 y 11), medido en el nodo 1 y por otro lado la línea que une los nodos 2 y 3, que

en estos ensayos se definen con retardos de 10ms. (fig. 6), 50ms. (fig. 8), 200ms. (fig. 10) y 400ms. (fig. 12), medidos en el nodo 2.

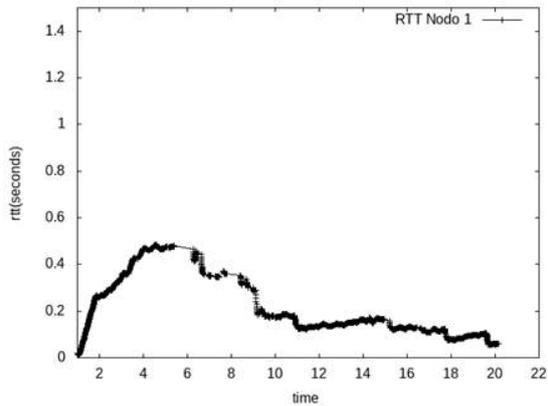


Figura 5. RTT vs. Tiempo. Nodo 1 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

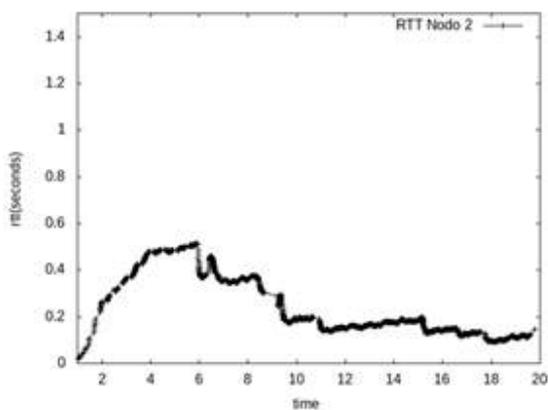


Figura 6. RTT vs. Tiempo. Nodo 2 y retardo=10ms. NewReno-NewReno.

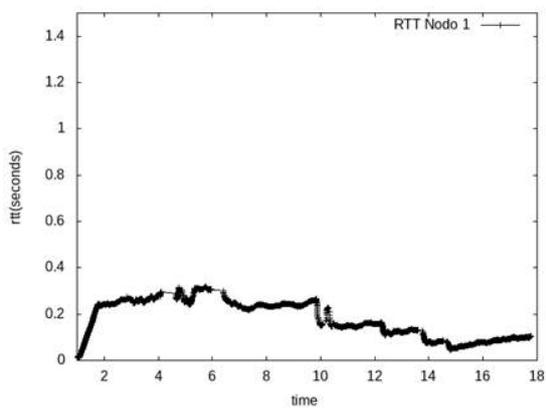


Figura 7. RTT vs. Tiempo. Nodo 1 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

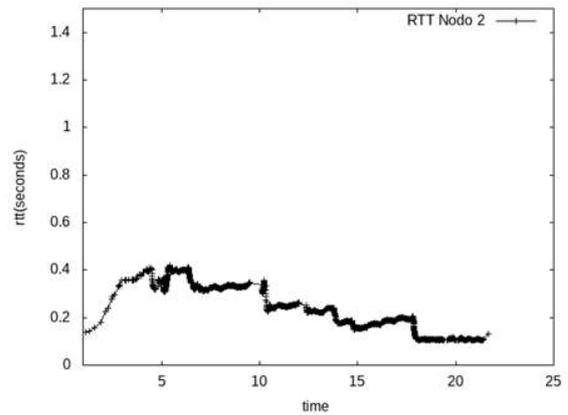


Figura 8. RTT vs. Tiempo. Nodo 2 y retardo=50ms. NewReno-NewReno.

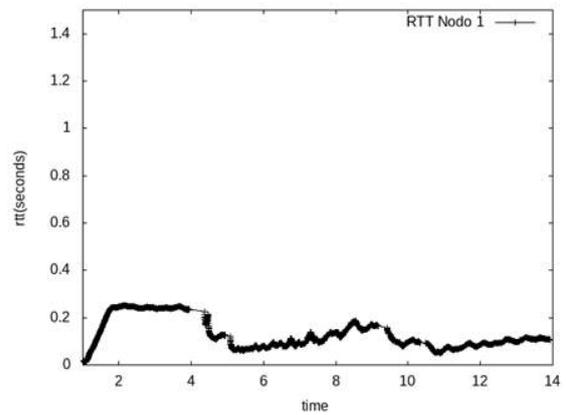


Figura 9. RTT vs. Tiempo. Nodo 1 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

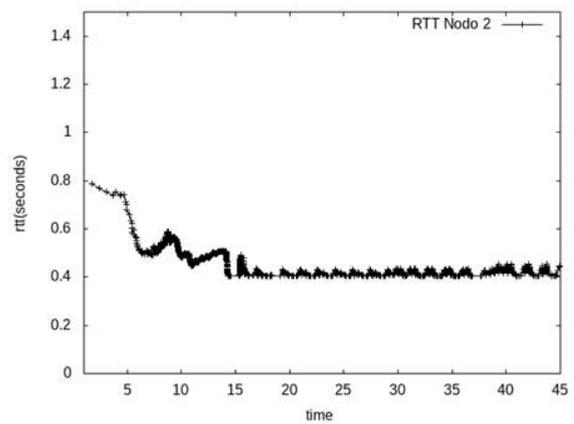


Figura 10. RTT vs. Tiempo. Nodo 2 y retardo=200ms. NewReno-NewReno.

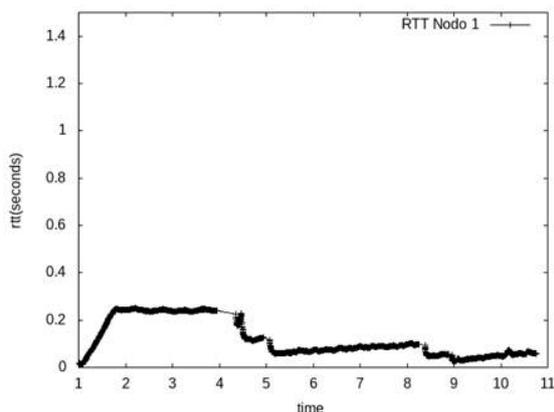


Figura 11. RTT vs. Tiempo. Nodo 1 y retardo=1ms. NewReno-NewReno.

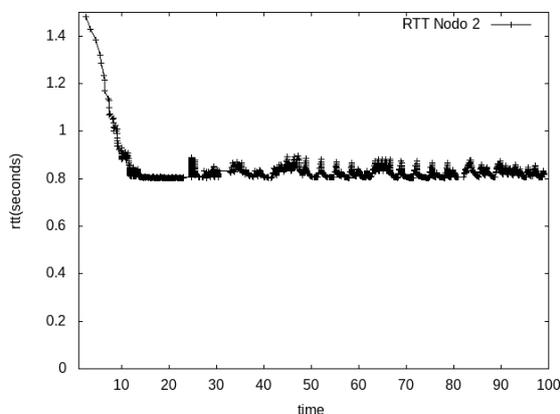


Figura 12. RTT vs. Tiempo. Nodo 2 y retardo=400ms. NewReno-NewReno.

Resultados obtenidos y futuras líneas de investigación

Como se observa la variación del RTT es un indicativo de la degradación del tráfico. Cuando el RTT aumenta, esto nos indica problemas en el tránsito de los datos. Si bien en este caso se forzó la degradación introduciendo retardos en la línea, los problemas de degradación puede tener orígenes más complejos y su determinación es motivo de un análisis que puede incluir más factores.

En el futuro se tiene previsto ampliar la cantidad de nodos incluidos en la topología y utilizar más variantes del

protocolo TCP. También nos encontramos en el proceso de migración del simulador ns-2 a ns-3, básicamente por la discontinuidad en el soporte de ns-2 y la mayor versatilidad de ns-3 para construir escenarios y simularlos.

Formación de Recursos Humanos

Este proyecto se ha conformado con investigadores consolidados en el área de protocolos de comunicaciones. Así mismo se ha incorporado a un nuevo docente-investigador que se formará en este área de investigación, reforzando las características heterogéneas del grupo de profesionales vinculados al grupo.

Referencias

- [1] Saleem-ullah Lar, Xiaofeng Liao, "An initiative for a classified bibliography on TCP/IP congestion control", *Journal of Network and Computer Applications* 36, 126–133, 2013.
- [2] Teja F. R., Vidal, L., Alves, L., "TCP sobre enlaces wireless – Problemas y algunas posibles soluciones existentes", Curso de posgrado y actualización, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de la República, marzo 2004.
- [3] ns-2/ns-3. <https://www.nsnam.org/support/faq/ns2-ns3/> (accessed Sep. 10, 2020).
- [4] HALA ELAARAG, "Mejora del rendimiento de TCP sobre redes móviles" Stetson University - ACM Computing Surveys, Vol. 34, No. 3, September 2002.
- [5] M. Handley, J. Padhye and S. Floyd, "TCP Congestion Window Validation", RFC 2861, June 2000.
- [6] Diego R. Rodríguez Herlein, Carlos A. Talay, Claudia N. González, Franco A. Trinidad, María L. Almada and Luis A. Marrone, "Un Análisis de contienda de mecanismos de control de congestión en un escenario que incluye acceso inalámbrico". 6º Encuentro de investigadores UNPA-UARG. ISBN: 978-987-3714-88-7, pág. 705-9. 2020.
- [7] M. Daniel Docmac, Eduardo I. Silva, and Agustín J. González. "Evaluación de algoritmos para la estimación del Round-Trip Delay Time y una propuesta de mejora" *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, vol. 10, no. 1, 2012. doi:10.1016/j.riai.2012.11.006
- [8] Lei, Y., Zhu, R., Wang, W., 2006. "A survey on TCP protocol and RTT estimation. In: *Intelligent Control and Automation*", 2006. WCICA 2006. The Sixth World Congress on. Vol. 1. pp. 4410–4414. DOI: 10.1109/WCICA.2006.1713211