

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO Y EQUIDAD EN TCP

Claudia N. González, Diego R. Rodríguez Herlein, Carlos A. Talay, Franco A. Trinidad y María L. Almada

Campus Universitario – Oficina 18/ Dpto. Ciencias Exactas e Informática UARG / UNPA
{cgonzalez, dherlein, ctalay}@uarg.unpa.edu.ar, tfrancoalejandro@gmail.com,
mluzalmada@gmail.com

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

En una red híbrida la asignación de recursos juega un papel importante, ya que se busca que en las mismas sean compartidos equitativamente. El presente trabajo, muestra las líneas de investigación que se vienen desarrollando sobre la equidad de los algoritmos de control de congestión de TCP aplicadas en sus distintas variantes.

Para este análisis se realizó una serie de ensayos utilizando el simulador NS-2 sobre un escenario híbrido, donde se observa la competencia por los recursos de la red. Para evaluar el rendimiento y el nivel de equidad, se utilizaron como referencia las métricas del throughput instantáneo, índice de equidad y tiempo de convergencia.

Palabras clave: TCP, red híbrida, ancho de banda, equidad

CONTEXTO

Este estudio está enmarcado en el proyecto de investigación 29/A396 “Evaluación de desempeño del protocolo TCP en topologías mixtas cableadas-inalámbricas” radicado de en la UNPA-UARG, continuación del proyecto 29/A358-1 “Análisis de performance del protocolo TCP utilizado en redes móviles”. El proyecto está compuesto mayoritariamente de docentes de la UNPA-UARG, dirigido por el Sr. Carlos A. Talay y cuenta como Co-director

al Sr. Luis A. Marrone perteneciente a la UNLP y se financia íntegramente con fondos destinados a proyecto de investigación de la UNPA-UARG.

1. INTRODUCCIÓN

El protocolo TCP [1] permite la comunicación orientada a la conexión y el intercambio de datos, es decir que garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el que fueron enviados. Para ello, se le da un número de orden a cada paquete y se espera que el receptor mande un ACK, para garantizar que lo recibió.

Uno de los aspectos más importantes del protocolo TCP, es el manejo de ciertos algoritmos utilizados para realizar el control de congestión, basado en ventana deslizante [2], pudiendo así estudiar la prevención del colapso de la red y de esta forma poder alcanzar un alto grado de rendimiento en la red.

En redes inalámbricas muchos nodos compiten por los recursos disponibles, creando un desafío en la asignación de recursos. Es aquí donde juegan un papel importante el rendimiento y la justicia [3], donde el primero refleja la utilización de la red inalámbrica y la segunda el equilibrio en el reparto de recursos.

En este trabajo como así también en el proyecto de investigación se pretende analizar las métricas a ser consideradas en la asignación

del ancho de banda, utilizando un modelo simple, con dos flujos de datos y considerando las variantes más conocidas del protocolo TCP [4], bajo un escenario híbrido.

Esto permitiría ver cómo es utilizado el ancho de banda y cómo se comportan ante la competencia por este recurso.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El protocolo TCP es el encargado de transportar la mayor parte del tráfico de internet, siendo ésta la causal del rendimiento y funcionamiento del mismo. Es por esto que analizaremos las métricas que deben ser consideradas en la evaluación de los mecanismos de control de congestión.

Se habla de equidad cuando flujos que comparten un enlace, se reparten entre todos por igual el ancho de banda disponible. Se puede ver, de esta manera, la forma, en que un flujo TCP afecta al resto de los flujos, y de cómo es afectado por ellos en términos del throughput.

El concepto de equidad se puede analizar en estas tres categorías:

- Equidad Intra-protocolo (Intra-protocol fairness): el cual hace referencia a la distribución de recursos entre los flujos que ejecutan el mismo algoritmo de control de la congestión, en el mismo entorno de red [5].
- Equidad Inter-protocolo (Inter-protocol fairness): el cual hace referencia a la imparcialidad de la distribución entre flujos que ejecutan diferentes algoritmos en el mismo entorno [6].
- Equidad RTT (RTT-fairness): el cual hace referencia a la distribución de recursos entre flujos que comparten el mismo vínculo de cuello de botella pero que tienen diferentes valores de RTT [7].

A continuación se desarrollan las métricas que se van a utilizar para evaluar cuantitativamente, por ejemplo:

Índice de equidad

En esta línea, Jain [5] propuso un parámetro que permite medir el reparto equitativo de los recursos de red, el cual se define de la siguiente manera:

$$f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n) = \frac{(\sum_1^n x_i)^2}{n \times \sum_1^n x_i^2}, \quad 0 \leq f \leq 1$$

Para un conjunto dado de flujos TCP ($x_1; x_2; x_3; x_4; x_5 \dots X_n$), esta fórmula calcula el índice de equidad.

El índice de equidad es un valor entre 0 y 1, donde 1, muestra la distribución más equitativa del ancho de banda disponible del enlace entre los flujos de la competencia en una red y 0 muestra la distribución injusta del ancho de banda disponible del enlace.

Tiempo de Convergencia

El tiempo de convergencia de los mecanismos de control de congestión se calcula utilizando la siguiente ecuación

$$T = T_3 - T_2$$

Donde:

T2: Es el tiempo de transmisión inicial del flujo 2.

T3: Es el tiempo en segundos, cuando el valor del throughput del flujo 2 alcanza el 80% del tamaño del throughput del flujo 1 [8].

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

El modelo implementado en el simulador de eventos discretos NS-2 (Network Simulator 2, v2.35) muestra un escenario mixto simple con 2 nodos y sus enlaces cableados, una estación base y dos nodos con sus enlaces inalámbricos,

como se observa en la siguiente figura (Figura 1).

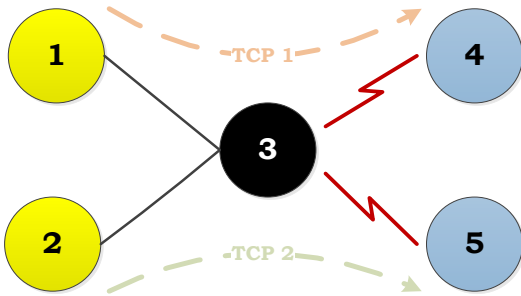


Figura 1. Modelo de estudio

Se realizaron ensayos donde se confrontaron 15 protocolos con sus respectivos controles de congestión, de las cuales los más relevantes para nuestro análisis fueron Reno, Compound, Cubic, Vegas, Illinois.

De cada una de estas simulaciones se obtuvo el throughput promedio, mediante el uso de scripts AWK, para filtrar los valores correspondientes del archivo de traza generado por NS2. Luego se utilizó gnuplot para graficar los resultados.

Para la comparación de las distintas variantes de TCP en competencia se utilizó una métrica resultante del producto del throughput instantáneo, índice de equidad y el tiempo de convergencia definido anteriormente.

A continuación se muestran, gráficos obtenidos sobre el modelo escogido (Figura 1), de cómo será el comportamiento cuando dos protocolos distintos compiten por los recursos, sobre un canal común llevando a un nivel estable de transmisión de datos.

Considerando que tenemos dos protocolos A y B, donde inicia primero el protocolo A y al cabo de un tiempo lo sigue el protocolo B.

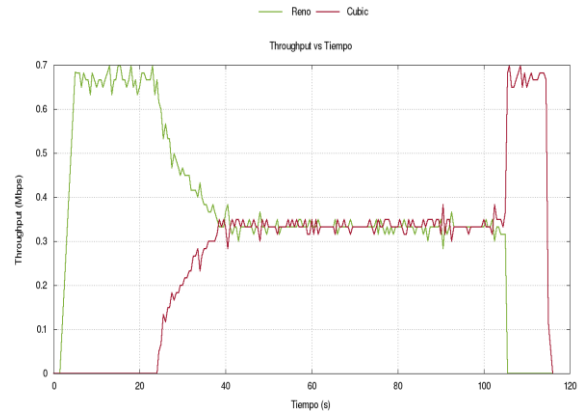


Figura 2. Throughput - Reno vs. Cubic

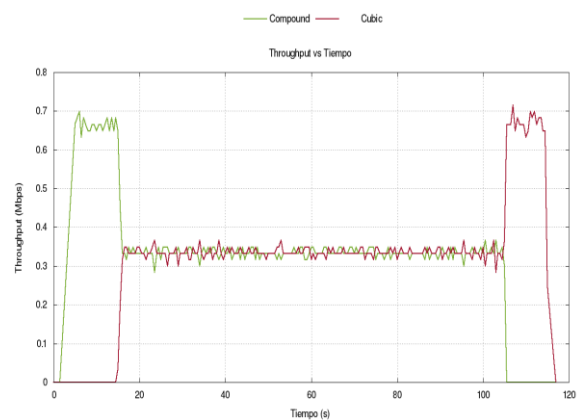


Figura 3. Throughput - Compound vs. Cubic

En la figura 2 y 3 se puede observar cómo es la evolución de throughput instantáneo, cuando estando un protocolo A disponiendo del total del ancho de banda se introduce a la transmisión el protocolo B, y cómo se llega a una distribución equitativa del ancho de banda.

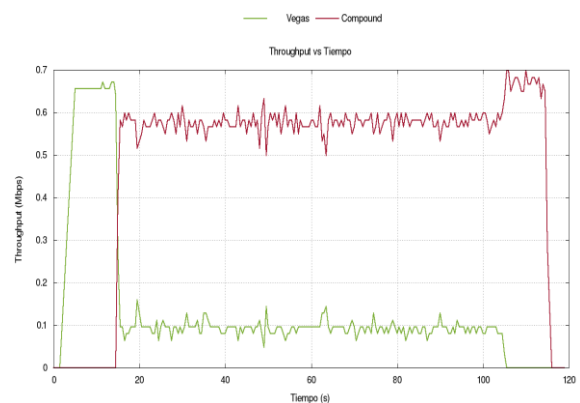


Figura 4. Throughput - Vegas vs. Compound

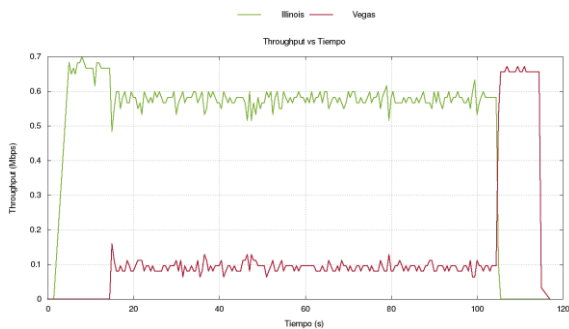


Figura 5. Throughput - Illinois Vs. Vegas

En la figura 4 y 5 se puede observar cómo la evolución del throughput no es equitativa, ya que en ambos casos aunque Vegas inicia su transmisión primera o comienza en segundo término, al desarrollarse la contienda, Vegas resigna su participación en el uso de ancho de banda del canal.

Observando las figuras 2 y 3, además de lograr en ambos casos un reparto justo del ancho de banda, se puede obtener un primer análisis y ver que los tiempos de convergencia son distintos. Se puede observar que mientras que en la figura 2 le lleva un tiempo determinado llegar a la posición de equilibrio, en la figura 3 ese tiempo es menor.

Actualmente en el proyecto de investigación estamos trabajando en el análisis de cómo aplicar las métricas a casos descritos en las Fig.1, Fig.2, Fig. 3 y Fig. 4 para lograr una interpretación más acabada del fenómeno de equidad.

Como así también, ampliar el estudio con ensayos donde se modifique el modelo con distintos RTT, para realizar las comparaciones con las métricas RTT-fairness.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El grupo de investigación se caracteriza una constitución heterogénea de profesionales vinculados a la informática. Entre ellos podemos enumerar una Licenciada en Informática, un Ingeniero en Electrónica y un

Ingeniero Electricista con un máster en Sistemas y Redes de Comunicaciones. También integran el grupo dos alumnos de la carrera Lic. en Sistemas de la UNPA-UARG. En el transcurso del proyecto se tiene como objetivo consolidar la formación en investigación de los integrantes de menos antecedentes en proyectos, y también está contemplado que uno de los integrantes complete su trabajo final de maestría.

5. REFERENCIAS

- [1] Postel J., "RFC 793: Transmission Control Protocol", September 1981.
- [2] M. Handley, J. Padhye and S. Floyd, "TCP Congestion Window Validation", RFC 2861, June 2000.
- [3] Montuno, K., Zhaafi, Y. "Fairness of Resource Allocation in Cellular Networks: A Survey", In: Resource Allocation in Next Generation Wireless Networks pp. 249–266 (2006).
- [4] 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.
- [5] R. Jain, D.M. Chiu, and W. Hawe, "A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Systems", DEC TR-301, Littleton, MA: Digital Equipment Corporation, 1984.
- [6] Floyd, S., and Fall, K., "Promoting the Use of End-to-End Congestion Control in the Internet", IEEE/ACM Transactions on Networking, August 1999.
- [7] Lisong Xu, Khaled Harfoush, and Injong Rhee, "Binary Increase Congestion Control for Fast Long-Distance Networks", INFOCOM 2004.
- [8] D. Chiu and R. Jain. "Analysis of the Increase/Decrease Algorithms for Congestion Avoidance in Computer Networks." Journal of Computer Networks and ISDN, 17(1):14, 19