



INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PAQUETES SOBRE LA PÉRDIDA DE PAQUETES EN UN ENLACE UDP/IP/IEEE 802.11a

(Influence of packet size on packet loss in a udp/ip/ieee 802.11a link)

Recibido: 02/09/2011 Aceptado: 09/03/2012

Nomar Alexander Noroño Rodríguez

Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín – Venezuela

nnoroño@gmail.com

José R. Fermín

Departamento de Física, Facultad Experimental de Ciencias-Universidad del Zulia –
Venezuela.

jfermin@luz.edu.ve; jfermin70@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la influencia del tamaño de paquetes sobre la pérdida de paquetes en un enlace UDP/IP/IEEE 802.11a. Se emplearon métodos indirectos de medición, utilizando un generador de tráfico comercial bajo ambiente Windows XP. Para el diseño experimental se estableció un enlace punto a punto a través del cual se enviaron ráfagas de diferentes tamaños de paquetes equidistantes entre sí. Se determinó que la pérdida de paquetes es sensible al tamaño de los mismos, satisfaciendo la Ley de Probabilidad de Pareto. Esto puede ser debido a la característica intrínseca del protocolo UDP.

Palabras clave: Pérdida de paquetes, UDP, 802.11a, Tráfico, Pareto

ABSTRACT

The purpose of this work is to study the influence of packet size on packet loss in a UDP/IP/IEEE 802.11a link. The capture was performed via indirect methods of measurement, employing commercial software tools under Windows XP. For the experimental design, a point-to-point link was implemented, through which, sequences of packets of different size has being transmitted. It was determined that the packet loss is sensible on the packet size, following the Pareto's Law. This could be due to an intrinsic property of the UDP protocol itself.

Key words: Packet loss, UDP, 802.11a, Traffic, Pareto

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran diversidad de sistemas de telecomunicación, como por ejemplo la telefonía conmutada, telefonía móvil, radio, televisión, equipos



de computación, satélites de comunicación, redes conmutadas y redes inalámbricas.

Para todos estos sistemas existe un diseño convergente y un objetivo común, que consiste en reunir, procesar y distribuir la información de la manera más eficiente posible. Estos sistemas tienden a usar componentes comunes, que ya han sido diseñados con anterioridad, y que pueden ser usados por varios de los sistemas mencionados antes.

El propósito de la investigación está en estudiar el comportamiento de los paquetes que viajan dentro de un enlace inalámbrico; ese estudio se fundamenta en la aplicación de unos parámetros definidos para evaluar estos enlaces como lo son tamaño de los paquetes y la pérdida de estos, aplicadas a los protocolos que interactúan dentro de la red.

Entre tanto, muy poca información se posee sobre el efecto que causa el tamaño de los paquetes sobre la pérdida de estos en enlaces UDP, es por ello que es necesario desarrollar investigaciones sobre la materia. Se debe evaluar parámetros que caracterizan un enlace de comunicación inalámbrico UDP/IP/IEEE 802.11a como pueden ser: Los paquetes perdidos, aquellos paquetes de datos que no llegaron al destino final en un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales; y la tasa de transmisión, que se podría definir como el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales.

A su vez, la pérdida de paquetes puede deberse al tamaño de estos en este tipo de enlace. Por esto, es necesario monitorear la tasa de transmisión en función del tamaño de los paquetes para poder determinar la causa que afecta al enlace, evitando así, los frecuentes cuellos de botella que aparecen en un día cotidiano que degeneran el sistema de otra forma, obligaría al administrador a averiguar el estado de la conexión a cada momento.

Entender el comportamiento de estos parámetros facilita al administrador de la red a detectar un problema de forma tal que su solución sea la más acertada. Se empleará para el análisis la herramienta de software Wireshark en su versión 1.4.3 bajo la plataforma Windows XP.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología experimental empleada en este trabajo consta de tres fases bien diferenciadas: a) diseño y selección del escenario de prueba; b) determinación del tamaño de paquete; c) captura.

a) Diseño y selección del escenario de prueba

Se refiere al análisis basado en ciertos factores conducentes a la identificación de la causa en particular del problema a resolver. En esta fase se evalúa la estructura actual del enlace, como su arquitectura física- lógica, equipos



configuraciones, y protocolos.

Específicamente para la presente investigación, se opera sobre un enlace de comunicaciones con estándar IEEE 802.11a ubicado en la Universidad del Zulia. Éste es punto a punto, su capacidad de canal máximo es de 54Mbps con una potencia de salida de 40mW. Tanto el emisor en adelante se mencionará como Servidor y el receptor en adelante Cliente, se encuentran ubicados en el laboratorio de computación de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Zulia, a una distancia de 7 metros entre ellos.

En cuanto a la configuración física, los puntos se interconectan por medio de tarjetas de red, lo cual indica que es una red conmutada, se trabajó bajo el protocolo UDP ICMP, asignando una capacidad de canal constante. De igual forma, la configuración lógica de la red, está basada en el sistema operativo Windows XP de Microsoft.

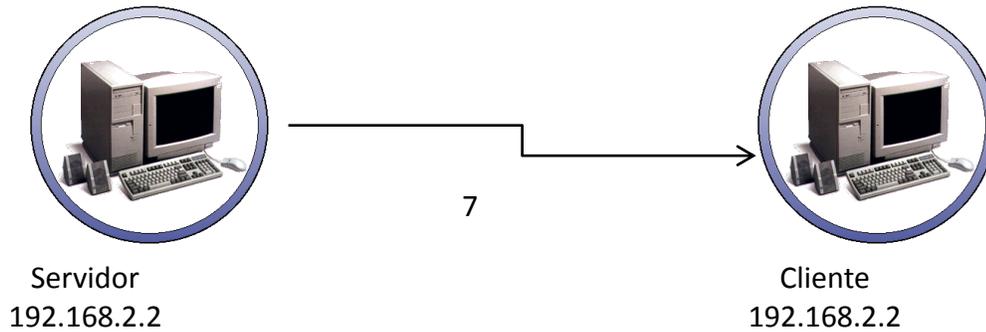
Se implementaron los diferentes equipos con los cuales se efectuó la fase experimental, con el propósito de poder cuantificar cada una de las variables. Para ello, se evaluaron los requerimientos técnicos y tecnológicos de un enlace IEEE 802.11a en modo Ad Hoc. Para efectos del experimento, se desactivaron tanto los firewalls como los antivirus y se utilizó un termómetro higrómetro profesional para verificar que las temperaturas y la humedad en el aire sean relativamente constantes al momento de las mediciones.

Los requerimientos mínimos necesarios para la implementación del enlace IEEE 802.11a con la finalidad de cumplir los objetivos planteados, se indican a continuación:

- Equipos mínimos para establecer el enlace Wi-fi
- Dos (2) PCs, tarjeta madre Rhino VIA P4M266, Pentium 4.
- Dos (2) tarjetas de red, Adaptadores PCI Wireless 11 a/b/g marca 3Com modelo 3CRDAG675B.

En el gráfico 1 mostramos el esquema del montaje utilizados indicando las interconexiones.

Gráfico 1. Esquema de conexión empleado para la transmisión de paquetes



Seguidamente, se configuró un segmento de direcciones privadas internamente con un dominio IP de 192.168.2.1 definido por el estándar RFC 1918 con el nombre de SSID LUZ-lab10 canal 149, realizada a parte de la red de la Universidad para que el experimento no afectara las actividades laborales de la institución. Posteriormente, para la terminal Servidor se le asignó la dirección IP 192.168.2.28 con máscara /24 (255.255.255.0), en el sistema operativo Windows XP, utilizando el software integrado en la tarjeta de red. Consecutivamente, para el Cliente, se le asignó la dirección IP 192.168.2.29 de igual manera con máscara /24. Comprobando esta configuración a través del comando CMD. El comando CMD muestra todas las interfaces que se encuentran activas o inactivas, incluyendo la dirección IP, su máscara y la dirección MAC. Con él se verifica que todo esté en perfecto funcionamiento.

b) Determinación del tamaño de paquete

Para esta fase, se establecen los diferentes tamaños de paquetes que se van a utilizar. Tomando en cuenta el MTU del enlace inalámbrico para así poder determinar la mejor manera de proceder. El MTU, tamaño máximo de transferencia, va a ser el límite tope para el experimento en cuestión. Se basará en el ancho de banda para poder definir los tamaños a utilizar en el generador de tráfico. Es importante destacar que la manipulación de los tamaños es esencial para la investigación, ya que proporcionará una visión clara referente a la pérdida de paquetes.

Sobre el asunto, el programa Ostinato se utilizará para generar el tráfico en la red. Se tomaron 7 tamaños de paquetes, para esto, se divide el MTU (valor estándar para Ethernet: 1500 bytes = 12000 bits, 1 byte = 8 bits) entre siete con el propósito de que los puntos estén equidistantes entre sí (10%, 25%, 40%, 55%, 70%, 85% y 100%) de quince en quince comenzando desde el 10%. Las ráfagas de cada paquete se enviarán durante el tiempo que sea necesario para enviarse de acuerdo a cada paquete. Este experimento se repite treinta veces para cada



tamaño. A continuación las cantidades de paquetes calculados que se enviaran por cada tamaño de paquete seleccionado representado en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultado del promedio de las ráfagas transmitidas.

MTU	Tamaño	Cantidad de paquetes (Bits)	Paquetes por segundo (bytes)
10%	150 bytes/1200 bits	17750	2218.75
25%	375 bytes/3000 bits	7100	887.5
40%	600 bytes/4800 bits	4438	554.75
55%	825 bytes/6600 bits	3227	403.38
70%	1050 bytes/8400bits	2536	317
85%	1275 bytes/10200 bits	2088	261
100%	1500 bytes/12000 bits	1775	221.88

Fuente: Noroño, Fermin (2012)

En cuanto a la determinación del ancho de banda real, se utilizó la herramienta IPerf, el cual mide el ancho de banda de la conexión entre los dos host. Se trata, pues, de una herramienta Cliente-Servidor. Conectado con el servidor (192.168.2.28), se envían una serie de paquetes pruebas desde el Cliente para calcular el ancho de banda en la conexión. Utilizando el siguiente comando:

>iperf -s y para el Cliente: >iperf -c 192.168.2.28,

obteniendo como resultado que el ancho de banda de este enlace es de 21,3 Mbit/s transformados a bits 21300000. Luego se divide entre los diferentes tamaños de paquetes y se calculando la cantidad de paquetes por segundo que cada ráfaga va a transmitir.

Posteriormente, se procede a generar el tráfico a través de Ostinato. En la computadora identificada como Servidor, se ejecuta el archivo ostinato.exe. En él aparecerá una lista de los puertos activos (tarjetas de red y/o conexiones de red). Al lado del puerto de la tarjeta de red 3Com debe aparecer una luz verde indicando que se encuentra abierto. Luego se procede a editarlo. Dentro del menú Edit Stream se edita la selección del protocolo indicando lo siguiente: L1-Mac, L2-Ethernet II, L3-



IPv4, L4-UDP, L5-None, VLAN-Stacked, y Payload-Pattern.

En la pestaña Protocol Data se escriben las direcciones IP de la fuente y del destino, quedando entonces configurada la parte del Servidor. En la pestaña Stream Control, se editará el número de paquetes a transmitir y la cantidad de paquetes por segundo que se enviarán. Para finalizar, en el Cliente, se ejecuta el archivo con el nombre de drone.exe. El cual notificará de forma remota al programa del Servidor que se encuentra arriba.

Los comandos se sentencian a medida que se vaya transmitiendo cada ráfaga, éstas se salvarán en los ficheros identificados respectivamente para cada tamaño de paquete, haciendo un total de treinta veces para cada tamaño. Inmediatamente, se realiza el siguiente paso, la captura de dichas ráfagas a través de un analizador de tráfico.

c) Captura

En esta fase se describe el estado de los niveles en el tráfico de datos, donde se variaron las fuentes de los datos o paquetes, así como los receptores de estos paquetes; utilizando para ello la captura de los datos por medio de un analizador de tráfico de paquetes, el cual es una herramienta que permite realizar un seguimiento y análisis de protocolos, capturando el tráfico de un segmento de la red de área local. Para poder luego verificar si existen fallas que ameriten un rediseño, optimizando el funcionamiento del segmento de la red estudiado.

El software utilizado permite la exportación de la data hacia otra herramienta, así como también la posibilidad de mostrar el comportamiento de los paquetes en un ambiente gráfico. La decisión de escoger éste software se basó en varios criterios de selección como lo son: La disponibilidad, la fácil implementación y si está especializado para el área de estudio.

Consecutivamente, tomando en cuenta cuatro analizadores de tráfico del mercado, los cuales son: Capsoft, IpTraffic, TCPdump y WireShark, se procedió a calificar a cada uno en diferentes criterios. Estos criterios constaron en una escala desde el uno al cinco para su posterior evaluación. (Ver Cuadro 2).



Cuadro 2. Criterios de selección del analizador de tráfico

Criterios	WIRESHAR K	CAPSO FT	IPTRAFF IC	TCPDU MP
Disponibilidad	5	2	3	3
Fácil implementación	5	3	5	1
Especializado al área de estudio	5	5	4	5

Fuente: Noroño, Fermin (2012)

El mayor puntaje obtenido fue el software analizador de tráfico WireShark. Éste se instaló en la terminal Cliente para capturar los diferentes tamaños de paquetes provenientes del Servidor. Así poder observar los paquetes recibidos, y calcular los paquetes perdidos restando a los paquetes totales los recibidos. Esto basándose en el procedimiento de Naveda (2009) para realizar los cálculos pertinentes.

Finalmente, para establecer la influencia del tamaño de paquetes sobre la pérdida de paquetes en un enlace UDP/IP/IEEE 802.11a, se realizó un análisis de reconocimiento de la infraestructura del enlace. Con esto se identificó el tipo de conexión el cual se define mediante la topología física/lógica. En cuanto a la configuración física, las estaciones se interconectaron por medio inalámbrico punto a punto, modo Ad Hoc, asignando un ancho de banda constante el cual viene dado dependiendo de los datos transmitidos.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo con nuestras pruebas piloto realizadas antes de la captura de datos definitiva, se comprob  que la encriptación afecta en un mínimo al ancho de banda del enlace y, por lo que la metodología empleada no es útil para evaluar protocolos de seguridad. Adicionalmente, las temperaturas y humedad fueron constantes durante los días de medición, entre 20-24 C y entre 75-80%. Se observó que en efecto, la pérdida de paquetes en la transmisión es sensible al su tamaño. La data capturada se muestra en el cuadro 3

Cuadro 3. Resultado del promedio de las ráfagas transmitidas

MTU	P. Enviados	P. Recibidos	P. Perdidos	Porcen taje
150	17750	17741	9	0.05
375	7100	7094	6	0.08
600	4438	4433	5	0.11
825	3227	3223	4	0.12
1050	2536	2533	3	0.11
1275	2088	2086	2	0.10
1500	1775	1774	1	0.06

Fuente: Noroño, Fermin (2012)

En la gráfica 2, mostramos el comportamiento de la pérdida de paquetes con relación al tamaño del paquete. Se observa mayor pérdida de paquetes en los tamaños 600, 825 y 1050 bytes, teniendo como resultado los estrechos con menor pérdida de paquetes. Los paquetes perdidos se calcularon de acuerdo a la relación

$$\text{Paq. Perdido} = [\text{paq}(Tx) - \text{paq}(Rx)] \quad (1)$$

donde T_x y R_x se refieren a las data transmitida y recibida, respectivamente. Para el porcentaje de pérdida utilizamos la relación,

$$100 - (\text{paq. recibidos} * 100) / \text{paq. enviados} \quad (2)$$

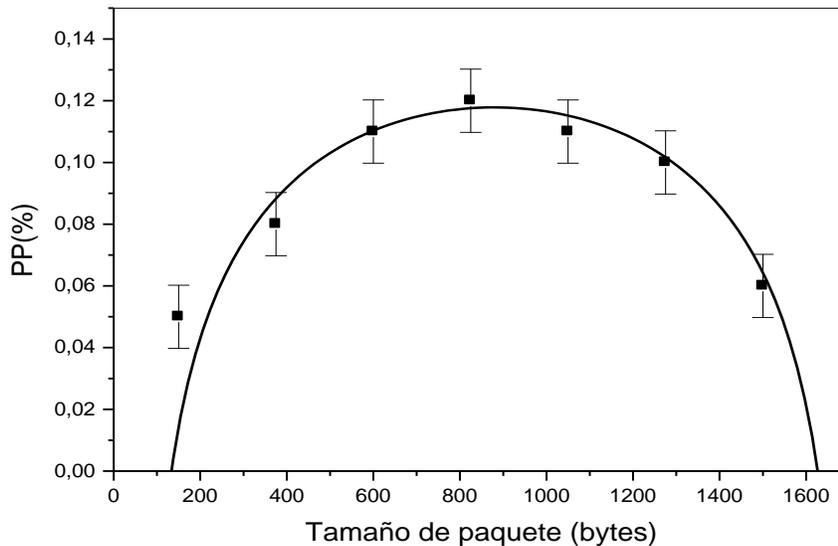
Se observa un comportamiento bien definido con un error estadístico del orden de 0.02 %. Esto nos permite realizar una evaluación probabilística de la data mediante la técnica de las Funciones de Distribución de Probabilidad (FDP). La FDP que mejor ajusta la data es la Función de Pareto, la cual se expresa mediante la ley

$$F(x) = 1 - (b/(x-x_0))^a, \quad x < x_0 \quad (3)$$

$$F(x) = 1 - (b/(x_0-x))^a, \quad x > x_0$$

donde $a, b > 0$; $x > b$. La curva continua corresponde a un ajuste de la data con $b=1$ y $a = 0.122$.

Gráfico 2. Porcentaje de pérdida en función de los tamaños de paquetes



La distribución de Pareto fue inicialmente introducida en el análisis estadístico en problemas de economía y distribución de poblaciones, sin embargo, se la utiliza también en el análisis de redes telecommunicationales, específicamente en el estudio de tráfico. Estos estudios han mostrado que esta ley describe bastante bien el comportamiento del tráfico de datos bajo determinadas condiciones. Este es el caso cuando el tamaño de los paquetes varía a medida que estos son transmitidos a través del enlace. También es común observar este comportamiento en redes autosimilares, donde se genera lo que se llama tráfico fractal. Este puede ser el origen del comportamiento de los paquetes perdidos vs tamaño en nuestro enlace. Según Forouzan (2002) esto es posible para los enlaces UDP. Recordando que este tipo de enlace no retransmite los paquetes perdidos y no utiliza una forma de confirmar que los tamaños de dichos paquetes permanezcan igual al momento de llegar al receptor, generando fluctuaciones temporales en el tamaño del paquete. De acuerdo con Tanenbaum (2003), a medida que evolucionan las redes de comunicación de datos o informáticas, se añaden problemas de tráfico los cuales define como saltos, principalmente se refiere a los errores, la sincronización, la seguridad y la representación de la información. Estos fenómenos afectan en gran magnitud el funcionamiento del enlace inalámbrico, y su efecto en la transmisión-recepción de paquetes aún no es bien entendido.



CONCLUSIÓN

Hemos estudiado en efecto del tamaño de paquete en la transmisión a través de un canal inalámbrico UDP/IP/IEEE 802.11a. Mediante un análisis de la FDP establecimos que la probabilidad de pérdida de paquetes obedece la Ley de Pareto. Esto puede ser originado por una característica del protocolo UDP, el cual no garantiza uniformidad en el tamaño del paquete durante la transmisión. Pudimos establecer que el desempeño del canal mejora cuando el tamaño del paquete no supera el 15% de la capacidad del MTU.

Esta metodología, aunque muy simple, puede ser empleada en el análisis de otros protocolos y enlaces, en particular en enlaces abiertos, donde la transmisión es sensible a factores ambientales e interferencias. Es interesante también recalcar que el desempeño de un canal ó segmento de red depende de su interconexión a otros enlaces ó segmentos. Esto podría evidenciar aún más el comportamiento probabilístico en la transmisión de datos en enlaces de este tipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, L. (2002). *Midiendo redes. Guía sobre el análisis de tráfico de datos.* Buenos Aires, Argentina.

Bavaresco, A. (1999). *Las técnicas de investigación.* Editorial South-Western.

Black, U. (1996). *Redes de computadoras: Protocolos, Normas e interfaces.* Editorial Ra-Ma.

Briñez, M. (2008). *Caracterización de una red local Universitaria mediante el tráfico de datos.* Tesis de Maestría, Universidad Rafael Belloso Chacín.

Carballar, José (2004) *Wi-Fi Cómo construir una red inalámbrica,* Editorial RA-MA Alfaomega.

Chapra, Steven, (2007) *Métodos Numéricos para Ingenieros.* 5ta Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México.

Cooklev, Todor (2004) *Wireless Communication Standards a Study of IEEE 802.11TM, 802.15 TM and 802.16TM"*, in *Standards Information Network* IEEE Press, USA.

Fiche, Georges y Hébuterne (2004). *Systemas de comunicación: Tráfico y Rendimiento.* Hermes Penton Science.

Forouzan, Behrouz (2002) *Transmisión de datos y redes de comunicaciones,* Editorial McGraw-Hill, Segunda edición.

Frenzel, Louis (2003) *Electrónica Aplicada Sistemas De Comunicaciones* 3ªed.



Gast, Matthew (2005) 802.11 wireless network the definitive guide Editorial O'Reilly.

Hernández, Fernández y Baptista (2006) Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. México.

Heywood, D. (1998). Redes con Microsoft TCP/IP. Editorial Prentice Hall. IEEE Std. 802.11-1997. IEEE - Estados Unidos de América.

Hoene, Günther, y Wolisz (2003). Evaluación del impacto del User Slow Motion (Movimiento lento del usuario) sobre la pérdida de paquetes como el retardo a través de enlaces inalámbricos IEEE 802.11b. Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Berlín, Alemania.

Kennedy, John B. (1982). Estadística para ciencias e ingeniería. Inomson, México.

Korhonen y Wang (2005). Efecto del Tamaño de Paquetes en la Tasa de Pérdida y en el Retraso de Enlaces Inalámbricos. Universidad de Singapur.

McGraw. Hill. (2002). Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. Editorial España.

Mendenhall, William (1997) Introducción a la Probabilidad y Estadística. Editorial: Thomson.

Naveda, E. (2009). Volumen de tráfico sobre el retardo en el intercambio de datos UDP/IP/ IEEE 802.3u y UDP/IP/IEEE 802.11g. Tesis de Maestría, Universidad Rafael Belloso Chac n.

Stallings, William (2000) Comunicaciones y redes de computadores. 6a Edición. Editorial: Prentice Hall.

Sulbarán (2009). Efecto de la densidad y la distribución en el desempeño de redes inalámbricas 802.11g en modo infraestructura. Tesis de Maestría, Universidad Rafael Belloso Chac n.

Tanenbaum, Andrew (2003) Redes de computadoras, 4a Ed, Editorial: Pearson, Prentice Hall.

Tomasi, Wayne (1996) Sistema de Comunicación Electrónica. Editorial Prentice Hall. México.