

Conmutación de Paquetes

Semillero de Comunicación de datos Alexander Graham Bell
Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela de Ciencias Naturales e Ingeniería
Samuel Ardila Jaimes, Yuri Prada Morales, Hugo Vecino Pico
E-mail: (sardila3@unab.edu.co, yprada2@unab.edu.co, hvecino@unab.edu.co)

Resumen

En la realización de este documento se trabajó el tema de "Conmutación de Paquetes" pasando por sus conceptos básicos y abordando también las técnicas, protocolos, y dispositivos asociados que en el mismo se manejan, a su vez se elaboró un software de simulación que permite ver el tema desde una perspectiva didáctica e interactiva. En este software de simulación se utilizan las técnicas de Datagrama y Circuito Virtual y se puede escoger entre los tamaños de paquete teniendo como referencia los protocolos X25, Frame Relay, y ATM, además se aplica el algoritmo Dijkstra¹ para la escogencia de la ruta de menor costo entre nodos.

1. Introducción

La conmutación de paquetes ocupa un papel protagónico en el desarrollo de medios de comunicación, ya que su creación fue esencial para el nacimiento de redes de información

¹ Algoritmo que recorre un grafo utilizando siempre la ruta mas corta

como la Internet. Esta tecnología cambio el concepto que se tenía de la comunicación entre computadores ya que aprovecha al máximo el medio de transmisión utilizado, permitiendo a muchos usuarios la utilización de un mismo canal de información. [web 1]

En la conmutación de paquetes los datos enviados son divididos en pequeños paquetes de información llamados tramos, los cuales por lo general son de 53 bytes, aunque su tamaño puede variar dependiendo de la técnica y el protocolo utilizado, estos tramos contienen adicionalmente información de cabecera, la cual incorpora información de enrutamiento, origen, y destino [web 2].

1.2. Reseña Histórica

La conmutación de paquetes tiene sus inicios en Europa, los primeros trabajos prácticos se efectuaron en el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido [web 3]. Hacia el año de 1969 esta nueva tecnología llega a los Estados Unidos y se pone a disposición de la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (ARPA). En el año 1971 se crea

ArpaNet, hasta ese entonces el arma mas moderna de los Estados Unidos, una red de información que comunicaría todas sus estaciones y que evitaría el truncamiento del flujo de la información ya que esta era lo suficientemente inteligente como para tomar atajos y evitar rutas descompuestas o congestionadas.

No tomaría mucho tiempo para que las empresas y universidades se interesaran por esta tecnología y quisieran acogerla, creando redes internas, y es hasta el año de 1983 cuando todas estas redes alrededor de los Estados Unidos se interconectan formando lo que hoy conocemos como Internet [web 4].

2. Conmutación de Paquetes

2.1 Red de conmutación

Una red conmutada es un conjunto de nodos de conmutación, los cuales conocen siempre el estado de la red completa [2]. Conociendo este estado, los nodos pueden tomar decisiones de enrutamiento, enviando tramos de información por caminos de menor congestión. Pero que son tramos de información?

Como se observa en la figura 1 [web 6] los datos enviados desde un computador son seccionados en pequeños tramos de información y su vez son numerados para mantener un control de recibo, el tamaño de estos tramos se define según la técnica y el protocolo escogido [3], estos tramos

tienen información adicional la cual se denomina información de cabecera que contiene informes del enrutamiento, de donde viene y hacia donde va el tramo.

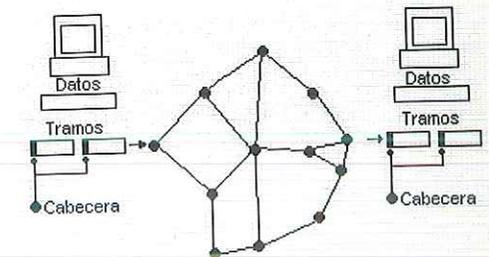


Figura 1 : Red de Conmutación.
(adaptada) tomada de [web 6]

En la figura 1 [web 6] también se muestran los nodos de enrutamiento, estos son los responsables de la manipulación de los tramos y de su distribución por toda la red, los tramos se almacenan temporalmente en cada nodo de la ruta que se va definiendo por el nodo anterior, y se envía al siguiente nodo hasta llegar a su destino, es posible que los tramos lleguen de una manera desordenada por lo que su numeración resulta importante para el posterior ordenamiento por parte del receptor [web 5].

2.2 Técnicas de conmutación

Para enrutar una secuencia de tramos a través de la red se utilizan dos técnicas de conmutación.

2.2.1 Técnica Datagrama

Con esta técnica cada paquete se trata de forma independiente, el emisor

enumera cada paquete, le añade información de cabecera y lo envía hacia su destino, cada paquete es enrutado en la red de conmutación como mejor sea conveniente en ese momento, o sea que es muy probable que el paquete numero 1 se enrute por un camino distinto que el paquete numero 2, a su vez estos paquetes pueden llegar desordenados por lo que tiene que ser el receptor el encargado de ordenar los paquetes y saber los que se han perdido, para su posible reclamación al emisor[2].

En la figura 2 [2] se aprecia el envío de paquetes por parte del emisor utilizando la técnica de conmutación por Datagrama los paquetes llegan de manera desordenada a su destino.

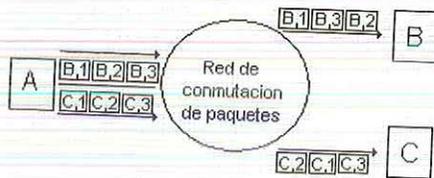


Figura 2: Conmutación por Datagrama. (adaptada) tomada de [2]

2.2.2 Técnica de Circuito Virtual

En la técnica de conmutación conocida como Circuito Virtual se envía un paquete especial de control llamado petición de llamada, una vez en la red de conmutación los enrutadores establecen un camino hacia su destino teniendo en cuenta la ruta de menor costo para su momento, recibido el paquete especial el receptor envía una señal llamada 'Aceptada' la cual va

hacia el emisor por el mismo camino por el cual llevo el paquete especial, ya establecida la conexión el emisor empieza a mandar los tramos de información por la ruta definida [web 7].

La característica principal de la técnica de circuitos virtuales es que la ruta entre las estaciones se establece antes de la transferencia de los datos. A diferencia de la técnica de Datagrama, es que con Circuito Virtual, el nodo no necesita tomar decisiones de enrutamiento para cada paquete, sino que ésta se toma una sola vez para todos los paquetes que usan dicho circuito virtual.[web 8]

En la figura 3 [2] se observa una característica de la conmutación por circuito virtual, esta es que los paquetes llegan en el orden de envío por lo cual no hay que ordenar nada después de recibidos los tramos.

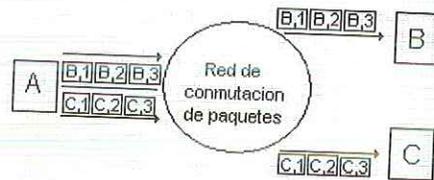


Figura 3 : Conmutación por Circuito Virtual. (adaptada) tomada de [2]

2.3 Prestaciones

Existe una relación importante entre el tamaño del paquete y el tiempo de transmisión.

“Un aumento del tamaño de los paquetes implica que es más probable

que lleguen erróneos. Pero una disminución de su tamaño implica que hay que añadir más información de control, por lo que la eficiencia disminuye” [Web 9].

En la conmutación de paquetes existen tres tipos de retardos: [web 10].

- **Retardo de propagación:** Es el tiempo que tarda la señal en propagarse desde un nodo hasta el siguiente.
- **Tiempo de transmisión:** Es el tiempo que tarda un nodo en realizar los procesos necesarios para la conmutación de datos.
- **Retardo de nodo:** Es el tiempo que tarda un nodo en realizar los procesos necesarios para la conmutación de datos [web 20].

2.4 Enrutamiento de Paquetes.

Es la ruta en la que se determina el envío de paquetes a través de la red; para esto se debe cumplir con algunos requisitos tales como tener exactitud, simplicidad, robustez, estabilidad, imparcialidad, optimización y eficiencia. El enrutamiento en las redes se puede clasificar en: [web 11].

- **Centralizado:** Proporciona un control centralizado de la red que determina el enrutamiento de los paquetes por la misma. El control centralizado es vulnerable a fallos en la estación central de control.

- **Distribuido:** Exige dotar de mas inteligencia a los nodos de la red. La red, es menos propensa a fallos, ya que cada nodo toma sus propias decisiones sobre el encaminamiento sin necesidad de comunicación entre el control central y los centros de conmutación para transmitirles la información de enrutamiento [web 21].

2.4.1 Técnicas de Enrutamiento

2.4.1.1 Inundación de Paquetes.

Se utilizan todos los caminos posibles entre los terminales de usuario emisor y receptor, excepto por el que llegó. Se colocan duplicados de los paquetes en todos los canales de salida y se envían por la red [web 12].

2.4.1.2 Enrutamiento Aleatorio.

Esta técnica, presenta un menor tráfico, sencillez y robustez. Aquí, un nodo selecciona un único camino de salida para retransmitir un paquete entrante. El enlace de salida se elige de forma aleatoria, excluyendo el enlace por el que llegó el paquete [web 13].

2.4.1.3 Enrutamiento Estático.

Se configura una única y permanente ruta para cada par de nodos origen-destino en la red, para ello se utiliza los algoritmos de menor coste. Las rutas son fijas, así los costes de enlaces usados para el diseño de la rutas no pueden estar basados en variables como el trafico [web 14].

2.5 Protocolos.

Algunos Protocolos utilizados en la conmutación de paquetes son:

- **X.25:** Es el predecesor de Frame Relay. El estándar especifica una interfaz entre una estación y una red de conmutación de paquetes. Este protocolo especifica funciones de tres capas del modelo OSI: capa física, capa de enlace y capa de paquetes [web 15].
- **Frame Relay:** Estos protocolos ofrecen múltiples facilidades de uso que permiten un adecuado control sobre aspectos tales como seguridad, y distribución del tráfico, también permiten establecer conexiones de respaldo de las líneas dedicadas [web 18].
Frame Relay permite que el tamaño de los paquetes a enviar sea modificado y no existe un tamaño específico para cada tramo de información en este protocolo [web 16].
- **Conmutación de Celdas:** Conocidas como Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) [web 24], ofrece servicios de conmutación de paquetes rápidos que pueden transmitir a mega o a gigabits por segundo [web 19].
ATM es una tecnología basada en transmisiones de pequeñas unidades de tamaño fijo(tramo) y formato estandarizado. Los tramos son transmitidos a través de conexiones conmutadas.[web 23] Cada

tramo posee un encabezado y un campo de información (tamaño fijo de 53 bytes). Es una de las nuevas tecnologías actuales que prometen ser el futuro de las telecomunicaciones incluyendo información de diferentes tipos, como audio y video [web 17].

3. Simulador de conmutación de paquetes

En la figura 4 se puede apreciar la interfaz del simulador de conmutación de paquetes.

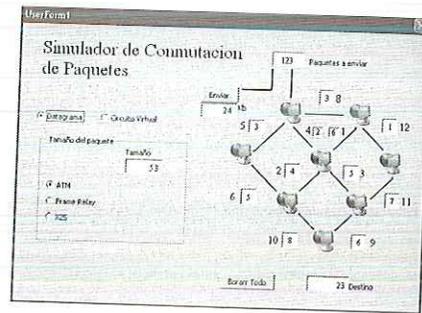


Figura 4 : Simulador de conmutación de paquetes

Este simulador fue elaborado en el lenguaje Visual Basic. Para la conmutación de los paquetes se han definido tamaños de paquetes usando como referencia los protocolos X25, Frame Relay y ATM, además está habilitada la escogencia de las dos técnicas de conmutación, Datagrama y Circuito Virtual, en la parte superior se puede apreciar la casilla 'enviar' donde se introducirá el tamaño del archivo, la unidad para el tamaño del archivo a enviar esta fijado en kilobytes, se define así dado que un tamaño muy

grande puede ocasionar que el software demore demasiado tiempo para terminar la simulación, ya que generaría muchos tramos a enviar.

Durante la ejecución del simulador se podrá ver el número de tramos que se obtienen al fragmentar un archivo y el recorrido de cada tramo se podrá observar a través de toda la red de conmutación.

La red de conmutación está compuesta por ocho nodos, y este número no se puede modificar, también se observa que en las líneas que comunican todos los nodos hay casillas, las cuales indican el ancho de banda que hay de un nodo a otro. Los anchos de banda entre los nodos son generados aleatoriamente en un intervalo determinado de tiempo, procurando así obtener mayor información del comportamiento de los tramos sobre cada técnica y obtener datos que asemejen más la realidad.

Con cualquiera de las técnicas y protocolos escogidos el envío del archivo por tramos debe enrutarse por el camino de menor costo, para esto se implementó el algoritmo Dijkstra, este es un algoritmo para escoger la ruta más corta que existe de un nodo a otro teniendo en cuenta los anchos de banda y evitando el tráfico simulado.

4. Conclusiones

En la elaboración del software nos enfrentamos al problema de su complejidad, ya que una red de conmutación que se asemeje a la realidad debe enfrentar todos los problemas relacionados a una red de conmutación cotidiana, como tráfico,

perdida de información, y el requerimiento de reposición de un tramo perdido.

En la ejecución del software se observó que las técnicas son igualmente beneficiosas dependiendo de las condiciones en que se trabajen, por ejemplo, al enviar archivos muy grandes la conmutación por Datagrama gasta un tiempo adicional al hacer una evaluación de todos los posibles caminos por cada tramo de información que manipula, a su vez al llegar esta información hay que ordenarla, lo que implica otro poco de tiempo. Para archivos pequeños la utilización de la conmutación por Datagrama es más conveniente ya que por haber generado pocos tramos de información, el tiempo que gastan los nodos en enrutarlos va a ser un tiempo acumulado muy por debajo de el posible tráfico que va a experimentar el Circuito Virtual.

5. Diccionario

Tramo : Segmento de información que forma parte de un archivo que ha sido fragmentado.

Enrutamiento: Direccionamiento de los paquetes hacia un destino

6. Autores

Samuel Ardila Jaimes. Est. de Ingeniería de Sistemas. VI Semestre
e-mail : sardila3@unab.edu.co

Yuri Prada Morales. Est. de Ingeniería de Sistemas. VI Semestre
e-mail : yprada2@unab.edu.co

Hugo Vecino Pico. Docente
Ingeniero de Sistemas, Universidad
Autónoma de Bucaramanga, 2000
e-mail : hvecino@unab.edu.co

7. Referencias:

- [1] : COMER DOUGLAS E., REDES DE COMPUTADORAS, INTERNET E INTERREDES, Prentice Hall, paginas 261 – 267.
- [2] : STALLINGS WILLIAM, COMUNICACION Y REDES DE COMPUTADORAS, paginas 289-314.
- [3] : ANDREW S. TANENBAUM, REDES DE COMPUTADORAS, Editorial PEARSON, Pag 133
- [web 1] <http://www.personal.us.es/jluque/Conferencias/2000%20Estadistica-1.pdf> Paginas 5 -7
- [web 2] : http://www.zator.com/Internet/A3_1.htm
- [web 3] : <http://personales.com/colombia/popayan/sandra/>
- [web 4] : <http://www.monografias.com/trabajos6/intert/intert.shtml>
- [web 5] : iio.ens.uabc.mx/~jmilanez/escolar/redes/01090000.html
- [web 6] : <http://ciberhabitat.gob.mx/museo/cerquita/ic05.htm>
- [web 7] : <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/Vol11/artic6/p6.html>
- [web 8] : <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpVAyEpFpyYWQQuNDi.php>
- [Web 9] : <http://www.rad.com/network/1998/packet/sim.htm>
- [web 10]: <http://www.ac.uma.es/educacion/cursos/informatica/ArqRed/material/tema4a.pdf>
- [web 11]: <http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2175/Redes/Redes8.htm>
- [web 12]: <http://tiny.uasnet.mx/prof/cln/ccu/mario/COMDAT/apuntes7.html>
- [web 13]: http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/arss/arss03_04/practicas/Practica6.pdf
- [web 14]: <http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2175/Redes/Redes11.htm>
- [web 15]: <http://www.herrera.unt.edu.ar/wan/admin/struc/program.asp>
- [web 16]: <http://www.ibw.com.ni/~alanb/frame-relay/cfr4.htm>
- [web 17]: http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1204101-085733/03sinopsis.pdf

[web 18]: <http://www.comsto.org/Menu/internet02.htm>

[web 19]: <http://www.ralco-networks.com/soluciones/wan/tecnologiasacceso/>

[web 20]: <http://digitales.itam.mx/Cursos/SistServTel/RedPaq.PDF>

[web 21]: http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/tutorial_fr.html

[web 22]: <http://www.coit.es/museo/cronolog/1970/1970.htm>

[web 23]: <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/REDES02.htm>

[web 24]: <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/ATM%20vs%20FR.htm>