

Redes de Computadores

Curso 2014-15

Tema 1: Introducción a las redes de computadores e Internet

SESIÓN A1: Qué es Internet?

- **Estudio posterior:**
 - Kurose2010, sección 1.1
- **Conceptos:**
 - ¿Qué es Internet?
 - Componentes esenciales de una red de computadores [1.1.1]
 - Hosts o sistemas terminales
 - Enlaces
 - Dispositivos de red
 - Definición de Internet
 - Interconexión de redes
 - Routers
 - Identificación de los hosts: direcciones IP
(Este concepto se estudiará con detalle en el 2º cuatrimestre)
 - Notación decimal
 - Proveedor de servicios de Internet (ISP)
 - Protocolos [1.1.3]
 - Necesidad
 - Definición
 - Protocolos TCP/IP
(Objeto de estudio durante todo el curso)
 - IETF y los Request for Comments (RFCs) [<http://www.rfc-editor.org/>]

SESIÓN A2: Protocolos de comunicaciones. Conmutación de paquetes

- **Estudio previo:**
 - Kurose2010, sección 1.2 (excepto 1.2.3)
 - Kurose2010, sección 1.3.1 (solo la introducción de la sección y el apartado “Conmutación de paquetes”);
 - Kurose2010, secciones 1.3.2 y 1.4 (excepto 1.4.2)
- **Conceptos:**
 - La frontera de la red[1.2]
 - Aplicaciones distribuidas[1.2.1]
(Los protocolos de aplicaciones distribuidas empleados en Internet se estudiarán con detalle en el Tema 2)
 - Concepto
 - Redes de acceso [1.2.2]
 - Tecnologías más comunes¹
 - Acceso telefónico, DSL, Cable, Fibra óptica, Ethernet, WiFi

1 Solo características básicas

- Resumen de las características básicas
- **Conmutación de paquetes** [1.3.1]
 - Concepto de paquete
 - Paquete
 - Formación a partir de un mensaje
 - Cabecera y datos
 - Funcionamiento de la conmutación de paquetes [1.3.2]
 - Funcionamiento de los *routers*
 - Almacenamiento y retransmisión
 - Tablas de retransmisión
 - Formación de colas
 - Retardos [1.4.1]
 - En las líneas de comunicación
 - Retardo de transmisión y de propagación
 - En los routers
 - Retardo de procesamiento y de espera en las colas
 - Pérdidas de paquetes
 - Motivos

Sesión A3: Conmutación de circuitos y arquitectura de las redes

- **Estudio previo:**
 - Kurose2010, sección 1.3.1 (solo la introducción el apartado “*Conmutación de circuitos*”p.25) y sección 1.5
- **Conceptos:**
 - Conmutación de circuitos [1.3.1, 2ª parte]
 - Concepto
 - Comparación con la conmutación de paquetes
 - Arquitectura de comunicaciones
 - Arquitectura en capas o niveles [1.5.1]
 - Conveniencia
 - Niveles de protocolos
 - Modelo TCP/IP
(Se irá estudiando a lo largo de todo el curso)
 - Nivel de aplicación
 - Nivel de transporte
 - Nivel de red
 - Nivel de enlace
 - Nivel físico
 - Modelo OSI
(Interés testimonial)
 - Diferencias respecto TCP/IP
 - Encapsulamiento en TCP/IP [1.5.2]
 - Concepto
 - Mensajes, segmentos, datagramas y tramas
 - Definición y construcción

Ejercicios del tema 1

Retardos en las líneas de comunicaciones

Conceptos:

- Tiempo de transmisión, velocidad de transmisión, tiempo de bit.
- Tiempo de propagación, velocidad de propagación, longitud de bit.

Ejercicio 1:

Considera dos computadores, A y B, separados una distancia de D metros y conectados mediante un enlace por el que se transmite a una velocidad de transmisión de v_{trans} bps. La velocidad de propagación es v_{prop} m/s. El *host* A envía un paquete de L bits al *host* B.

- Calcula el tiempo de propagación (t_{prop}) y el tiempo de transmisión del paquete (t_{trans}).
- Calcula el tiempo que tarda en recibirse el paquete completo en B (desde que se inicia la transmisión del primer bit).
- Si el *host* A comienza a transmitir el paquete en $t = 0$, ¿dónde está el último bit del paquete cuando $t = t_{trans}$?
- Supongamos que el tiempo de propagación (t_{prop}) es mayor que el tiempo de transmisión del paquete (t_{trans}), ¿dónde está el primer bit del paquete cuando $t = t_{trans}$?
- Supongamos que el tiempo de propagación (t_{prop}) es menor que el tiempo de transmisión del paquete (t_{trans}), ¿dónde está el primer bit del paquete cuando $t = t_{trans}$?
- Supongamos $v_{prop} = 2,5 \times 10^8$ m/s, $L = 100$ bits y $v_{trans} = 100$ Kbps. ¿Cuál es la distancia D para la que $t_{prop} = t_{trans}$?

Solución

f) $D = 250$ km.

Ejercicio 2:

Los computadores A y B están conectados por medio de un enlace de 50 m. La velocidad de transmisión que emplean al transmitir en ese enlace es $v_{trans} = 100$ Mbps. La velocidad de propagación de la señal es de $2,5 \times 10^8$ m/s.

- Calcula el número de bits que caben en el enlace.
- ¿Cuál es la longitud de un bit expresada en metros? Si aumentamos la velocidad de transmisión, ¿la longitud de un bit aumenta o disminuye?

Solución

a) 20 bits

b) 2,5 m

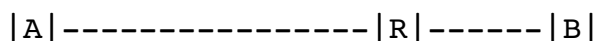
Redes de conmutación de paquete

Conceptos:

- Conmutación de paquete.
- Tiempo de proceso en *routers*
- Tiempo en colas.

Ejercicio 1:

- a) Calcula el tiempo necesario para que un bloque de datos de 1000B de A sea recibido en B a través de la red de conmutación de paquete del esquema (un *router* R con t_{proc} , dos líneas de distinta longitud, misma v_{prop} , misma v_{trans}), teniendo en cuenta que el tamaño máximo de paquete es de 1000 bits, incluyendo una cabecera de tamaño considerado despreciable. No existe otro tráfico en la red.
- b) Suponiendo v_{trans} distintas ($v_{transAR} > v_{transRB}$) en cada una de las líneas (A-R y R-B).

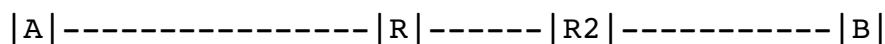


Ejercicio 2:

Repetir el apartado b) del ejercicio anterior, suponiendo que los datos viajan de B hasta A.

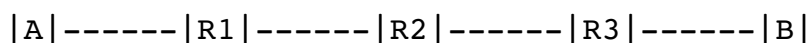
Ejercicio 3:

Repetir el ejercicio 1b) suponiendo que se intercala entre R y B un *router* R2 con una línea similar a la R-A ($v_{transAR} = v_{transR2B} > v_{transRR2}$).



Ejercicio 4:

Dos computadores A y B están conectados por medio de 3 routers (observa la figura). Se envía un paquete de A a B, de longitud $L + h$ (datos + cabecera) en bits. La velocidad de transmisión empleada en cada uno de los enlaces es v_{trans} bps. La velocidad de propagación es v_{prop} m/s. La longitud de los enlaces es de D metros. Consideramos que el único tráfico que hay en la red es el generado por A. El tiempo de procesamiento en los *routers* es despreciable ($t_{router} \sim 0$).



- a) Calcula el tiempo que tarda el paquete en llegar a B
- b) Igual que a), pero con 4 paquetes
- c) Igual que b), pero con $t_{prop} = 0$
- d) Igual que b), pero con $t_{router} > 0$
- e) Igual que b), pero con N paquetes i Q enlaces ($Q-1$ routers)
- f) Igual que b), pero con el enlace R2-R3 con $v_{trans2} = 4v_{trans}$
- g) Igual que b), pero con el enlace R2-R3 con $v_{trans2} = v_{trans}/4$

Ejercicio 5:

Se define el *Round Trip Time* (RTT) como el tiempo que tarda en recibirse la respuesta a un mensaje dado. Calcula el RTT entre A y B empleando la red del ejercicio 1a), si el mensaje viaja en un único paquete de 1.000 bits y la respuesta es un paquete de 200 bits.

Datos adicionales: $v_{trans} = 100$ Mbps; $v_{prop} = 2 \times 10^8$ m/s; longitud A-R = 200 m; longitud A-R =

100 m. El tiempo de procesamiento en el *router* es despreciable ($t_{router} \sim 0$).

Ejercicio 6:

¿Cómo se modificaría el ejercicio anterior si el mensaje requiriera cinco paquetes de 1000B? La respuesta se genera al recibir el último paquete.

Ejercicio 7:

El computador A quiere enviar un mensaje de 5.000 bytes al servidor S mediante conmutación de paquete. La ruta entre ambos computadores atraviesa un único *router*: R. El enlace A-R tiene una longitud de 20 km, mientras el enlace R-S es de 10 km. La velocidad de propagación es 2×10^8 m/s en ambos enlaces. La velocidad de transmisión es 100 Mbps en enlace A-R y de 1 Gbps en el enlace R-S. El tamaño máximo de los paquetes es de 2.000 bytes e incluyen una cabecera cuyo tamaño consideraremos despreciable. También consideraremos despreciables los tiempos de procesamiento en hosts y *routers* (no los de espera en colas). No hay errores en la transmisión. Se pide:

- Representa en un esquema gráfico espacio-temporal el tránsito de los paquetes por la red de A a S. Indica en el mismo qué tiempo corresponde al t_{trans} y al t_{prop} en cada enlace.
- Apoyándote en el esquema del apartado a), calcula el tiempo total transcurrido, desde que se inicia la transmisión del primer paquete hasta que el último paquete se acaba de recibir en el servidor S.

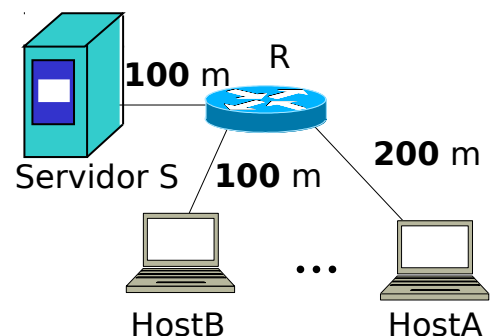
Solución

b) $T_{total} = 0,558 \times 10^{-3}$ s

Ejercicio 8:

El computador A envía dos paquetes consecutivos de 1000 bytes cada uno al servidor S. Simultáneamente, el computador B también inicia la transmisión de una secuencia de dos paquetes del mismo tamaño (1000 bytes).

Calcula el tiempo transcurrido desde que se inicia la transmisión del primer paquete de A hasta que el segundo paquete de A se acaba de recibir en S. Los paquetes se depositan en orden de llegada en la cola de salida del *router*, los intervalos de transmisión entre paquetes y el tiempo de procesamiento se suponen despreciables. La velocidad de propagación es de 2×10^8 m/s y todos los enlaces funcionan a 10 Mbps.



Solución

$T_{total} = 4,001 \times 10^{-3}$ s

Ejercicio 9:

Calcula la expresión general que permite conocer el tiempo necesario para transmitir N paquetes a través de una red de conmutación de paquetes con R *routers*, con t_{proc-i} , unidos mediante enlaces con distinto T_{trans} y T_{prop} .