



Universidad
de Alcalá

Arquitectura de Redes

Problemas propuestos

Raúl Durán Díaz

Departamento de Automática

Universidad de Alcalá

ALCALÁ DE HENARES, 2011, 2012, 2013

Raúl Durán Díaz
Departamento de Automática
Universidad de Alcalá
E-28871 Alcalá de Henares, España
raul.duran@uah.es

Revisión: 1.3
Fecha: 30 de octubre de 2013

Índice general

3. La capa de transporte	5
Bibliografía	11

Capítulo 3

La capa de transporte

1. Calcular el complemento a 1 de la suma de las siguientes parejas de bytes (suponer que el ancho de palabra es 8 bits).
 - a) $a = 01011100, b = 01010110$.
 - b) $a = 11011010, b = 00110110$.
2. Se desea transferir un archivo de L bytes, desde el host A al B . Supongamos que el MSS (cantidad máxima de datos de la capa de aplicación) vale 536 bytes.
 - a) ¿Cuál es el valor máximo de L para los números de secuencia no se agoten? Recuerde que el campo de número de secuencia es de 4 bytes.
 - b) Si las restantes capas añade un total de 66 bytes a los datos de aplicación, ¿cuál será el mínimo tiempo que tardará en transmitirse todo el fichero a través de una interfaz de 155 Mb/s, suponiendo que se pueden transmitir todos los paquetes seguidos, sin esperar los reconocimientos? Suponer que L toma el valor máximo posible según el apartado anterior.
3. Tenemos un host emisor A y un receptor B . A envía 5 segmentos consecutivos a B de los cuales el segundo se pierde. Supóngase que el RTT es suficiente para que no se produzcan expiraciones en los temporizadores antes de que lleguen los paquetes de reconocimiento. Comparar el rendimiento de GBN, SR, y TCP.
4. Sea un protocolo GBN con ventana de tamaño N . Supongamos que en el instante t , el siguiente paquete en orden que el receptor está esperando es el de número de secuencia k . Suponiendo también que el medio transmisor no reordena los paquetes, ¿cuáles son los posibles números de secuencia contenidos en la ventana del emisor para ese instante t ?
5. Sea un protocolo de tipo GBN. La ventana del emisor tiene un tamaño N y el rango de números posibles para la secuencia es R , con $N \ll R$. En un instante dado, t , el receptor está esperando que llegue el paquete con número de secuencia S . Suponemos que el medio transmisor no puede reordenar los mensajes.
 - a) ¿Cuáles son los posibles rangos de valores para la ventana del emisor?
Nota: Esta pregunta es idéntica al problema anterior.

- b) ¿Cuál es el rango de los valores posibles para el número de secuencia de los paquetes de reconocimiento que estén propagándose de vuelta al emisor en ese instante t ?
6. Si consideramos los protocolos GBN y SR, ya se vio que podía haber problemas cuando el tamaño de la ventana era próximo al valor máximo posible para el número de secuencia. Demostrar cuál es el mínimo valor máximo del número de secuencia que evita tales problemas.
7. Expresar el término RTT_E en función puramente de los RTT_M muestreados para hacer patente que se trata de una media móvil exponencialmente decreciente.
8. Macroscópicamente, se puede considerar que según el algoritmo AIMD (aumento lineal, disminución exponencial), se va aumentando un MSS por cada RTT hasta llegar al «evento de pérdida», momento en que se divide por dos la ventana. Por tanto, se tiene una serie de ventanas de tamaño (medido en MSS) $W/2, W/2 + 1, W/2 + 2, \dots, W$. Si en todo ese ciclo solo se pierde un paquete (justo el último que provoca la disminución), se pide:

- a) Demostrar que la fracción de paquetes perdidos, L , es igual a

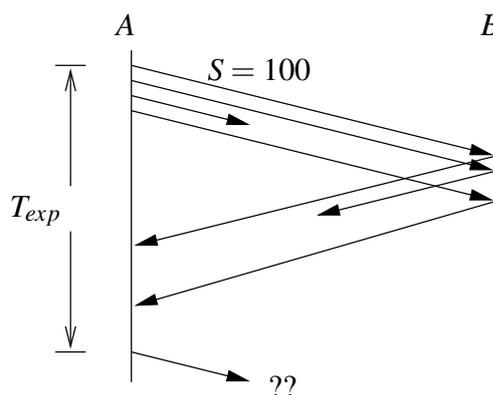
$$L = \frac{1}{\frac{3}{8}W^2 + \frac{3}{4}W}.$$

- b) Con el resultado anterior, demostrar que el velocidad de la conexión V es aproximadamente igual a

$$V \approx \frac{\sqrt{6}}{2} \frac{MSS}{RTT\sqrt{L}}.$$

- c) Aplicar el resultado anterior para calcular la velocidad de la conexión en el caso en que $MSS = 536$ bytes, $RTT = 10^{-3}$ segundos y la fracción de paquetes perdidos es 10^{-6} .
9. Supóngase que el host A está enviando datos al host B a través de una conexión TCP. Supóngase que B ya ha recibido y reconocido hasta, e incluyendo, el byte 305 de la conexión, y que dicho reconocimiento ha sido recibido correctamente por A . Los puertos de origen y destino de la conexión son 5502 y 80. En esas condiciones, A envía dos segmentos seguidos a B , de tamaños 66 y 48 bytes respectivamente.
- a) En el segundo segmento que A envía, ¿qué valores tienen el puerto origen, el puerto destino, y el número de secuencia?
- b) Si los dos segmentos llegan a B en orden, ¿cuáles serán los valores de puerto origen, puerto destino, y número de reconocimiento en el segmento de reconocimiento correspondiente al segundo segmento recibido en B ?
- c) Si los dos segmentos llegan a B en desorden, esto es, el segundo antes que el primero, ¿cuáles serán los valores de puerto origen, puerto destino, y número de reconocimiento en el segmento de reconocimiento correspondiente al primer segmento recibido en B ?

- d) Supongamos que los segmentos llegan a B en orden y B manda los correspondientes reconocimientos; supongamos que el primer reconocimiento se pierde y cuando el segundo llega, el temporizador de A ya hace tiempo que ha expirado. ¿Qué valor tendrá el número de secuencia en el segmento o segmentos generados por A , tras el evento de la expiración?
10. Supóngase que el host A está enviando datos al host B a través de una conexión TCP; que B ya ha recibido y reconocido hasta, e incluyendo, el byte 128 de esa conexión, y que dicho reconocimiento ha sido recibido correctamente por A . Por su parte, A ha recibido y reconocido datos recibidos de B hasta, e incluyendo, el byte 2050. En esas condiciones, A envía dos segmentos seguidos a B , ambos de tamaño 3 bytes. B contesta con sendos segmentos de reconocimiento, en donde agrega 325 y 201 bytes de datos, respectivamente. A devuelve a B el reconocimiento a dichos segmentos.
- a) Dibujar un esquema que refleje el tráfico de segmentos descrito arriba entre A y B , señalando para cada segmento cuál es el valor de los campos de número de secuencia y número de reconocimiento.
- b) Si se pierde el primero de los reconocimientos que B envía a A , ¿qué acciones tomará A cuando expire el temporizador? Supóngase que la expiración es posterior a todo el tráfico descrito.
- c) Si $RTT = 2$ milisegundos, ¿qué velocidad de transferencia ve cada emisor, A y B ? Supóngase despreciable el retardo de transmisión.
11. El host A está enviando datos al host B a través de una conexión TCP y la ventana de congestión se encuentra en el estado *evitación de congestión*, esto es, en régimen permanente. Supóngase que el tamaño máximo de la ventana de congestión antes de que se produzca el evento del triple reconocimiento repetido es 60 segmentos. Se tiene que $RTT = 50$ ms y $MSS = 1460$ bytes.
- a) ¿Cuál será la velocidad de transferencia de datos promedio alcanzada?
- b) Si la interfaz de red es de 100 Mb/s y el resto de capas añaden un total de 66 bytes adicionales antes de lanzarlo a la red, ¿cuál será el porcentaje de uso de la interfaz de red?
12. Supóngase que la conexión TCP entre los nodos A y B de la figura necesita transmitir 4 segmentos, todos ellos con 4 bytes de datos. El número de secuencia del primer segmento es $S = 100$.



- a) Escribir los números de secuencia y reconocimiento del resto de segmentos.
 - b) Cuando expire el temporizador, ¿cuántos segmentos enviará A (si es que manda alguno) y cuáles serán sus números de secuencia? Razonar la respuesta.
13. Supóngase que se está enviando un archivo de gran tamaño desde el host A al B mediante una conexión TCP y que el algoritmo de control de congestión se halla en el estado de *evitación de congestión*, es decir, en régimen permanente. Supóngase también que no hay pérdidas de paquetes.
- a) Si la duración de cada ciclo es RTT segundos, como habitualmente, ¿cuánto tiempo tardará la ventana de congestión en pasar de un tamaño de 3 MSS a 24 MSS?
 - b) ¿Cuál ha sido la velocidad de transferencia promedio, en función de RTT y MSS durante tal espacio de tiempo?
14. Un cliente A establece una conexión TCP con B para enviarle un mensaje de 1 byte. A elige aleatoriamente como número de secuencia inicial el valor 100, mientras que B elige 200. Después de enviado el mensaje, A cierra la conexión, a lo que B contesta cerrándola también.
- Se pide dibujar todo el intercambio de segmentos entre A y B, incluyendo los de inicio y cierre de la conexión, expresando en cada uno el valor del número de secuencia y de reconocimiento cuando sea el caso.
15. Supóngase una conexión entre los hosts A y B que utiliza el protocolo GBN con una ventana de tamaño fijo N , mediante la cual se quiere transmitir un fichero grande de tamaño F . El tamaño máximo de los paquetes es MSS . Supóngase que la velocidad de transmisión es R , que el retardo de propagación entre A y B es constante y de valor t_p , y que estamos en un escenario sin pérdida ni reordenación de paquetes. Por último, supongamos también que el retardo de transmisión del paquete de reconocimiento es despreciable.
- En estas condiciones, se pide dar una expresión para la velocidad máxima de transmisión del fichero y el tiempo que tardará en transmitirse a esa velocidad, en función de los parámetros citados.

16. Se ha enviado un fichero de 100 MB por medio de ftp desde un host *A* a uno *B* y se han necesitado 2,5 segundos. Se ha medido también el *RTT* promedio entre dichos hosts, que ha resultado ser de 3 ms. Como se trata de una red Ethernet, la MTU es de 1500 bytes. Además, el protocolo exige añadir cabeceras de tamaño 38 bytes al segmento de transporte. Suponiendo que la conexión ha operado todo el tiempo en modo *evitación de congestión*, contéstese a las siguientes cuestiones.

- a) ¿Cuál ha sido el tamaño medio (medido en segmentos) de la ventana de congestión?
- b) ¿Cuáles han sido los tamaños máximo y mínimo de dicha ventana?
- c) ¿Cada cuánto tiempo se produce un evento de pérdida de paquete?
- d) ¿Cuántos paquetes se han transmitido en ese tiempo?

Bibliografía

Básica

- James F. Kurose, Keith W. Ross. *Redes de computadoras: un enfoque descendente*. 5ª edición. Pearson Educación, Madrid, 2010.

Complementaria

- Andrew S. Tanenbaum. *Redes de computadoras*. 4ª edición traducida. Prentice Hall, 2003.
- William Stallings. *Comunicaciones y Redes de Computadores*. 7ª edición traducida. Prentice Hall, 2004.
- Dimitri P. Bertsekas, Robert G. Gallager. *Data Networks*. Second edition. Prentice Hall, 1992.
- F. Halsall. *Redes de computadoras e Internet*. 5ª edición traducida. Pearson Educación, 2006.
- James F. Kurose, Keith W. Ross. *Computer networking: a top-down approach*. Fifth edition. Addison-Wesley, 2009.
- Andrew S. Tanenbaum. *Computer networks*. Fifth edition. Prentice Hall, 2011.
- William Stallings. *Data and Computer Communications*. Ninth edition. Prentice Hall, 2010.
- W. Richard Stevens. *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols*. First edition. Addison-Wesley, 1994.
- W. Richard Stevens, Bill Fenner, Andrew M. Rudoff. *UNIX network programming, Volume 1: The Sockets Networking API*. Third edition. Addison-Wesley, 2004.
- W. Richard Stevens. *UNIX network programming, Volume 1: Networking APIs sockets and XTI*. Second edition. Prentice Hall, 1998.
- Francisco Manuel Márquez García. *UNIX programación avanzada*. 3ª edición. Ra-Ma, 2004.
- Paul Deitel, Harvey M. Deitel. *C: how to program*. Sixth edition. Prentice Hall, 2009.