

Capítulo 4

La Capa de Red Complementos de Control de Congestión

Application
Transport
Network
Link
Physical

Algoritmos de control de congestión:

Aprovisionamiento de redes

- La adición de memoria puede ayudar hasta cierto punto.
- Se demostró que *si los enrutadores tienen infinita memoria, la congestión empeora en lugar de mejorar*,
 - ❑ ya que para cuando los paquetes llegan al principio de la cola su temporizador ha terminado (repetidamente) y se han enviado duplicados.
 - ❑ Todos estos paquetes serán reenviados al siguiente enrutador, aumentando la carga en todo el camino hasta su destino.

Algoritmos de control de congestión:

Aprovisionamiento de redes

- *Los procesadores lentos también pueden causar congestión.*
 - ❑ Si las CPUs de los enrutadores son lentas para llevar a cabo las tareas requeridas, las colas pueden alargarse, aun cuando haya un exceso de capacidad de línea.
- *Las líneas de poco ancho de banda también pueden causar congestión.*
 - ❑ Probablemente la cola de una línea de salida de poco ancho de banda se va a agrandar si otras líneas tienen mayor ancho de banda y están recibiendo muchos paquetes destinados a la línea de salida.

Algoritmos de control de congestión:

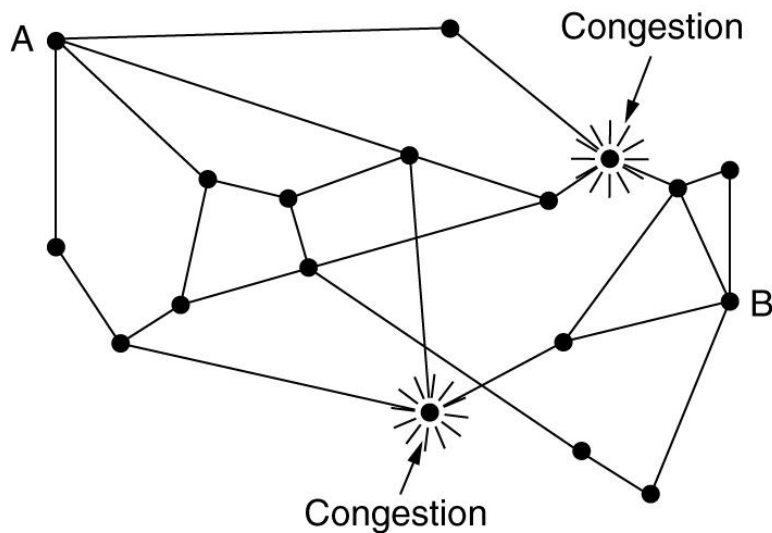
Aprovisionamiento de redes

- La actualización de las líneas sin cambiar los procesadores o viceversa, por lo general ayuda un poco, pero con frecuencia simplemente solo desplaza el cuello de botella a otra parte.
- El problema real es un desajuste de las partes del sistema.
 - ❑ Este problema persistirá hasta que todos los componentes estén en equilibrio.

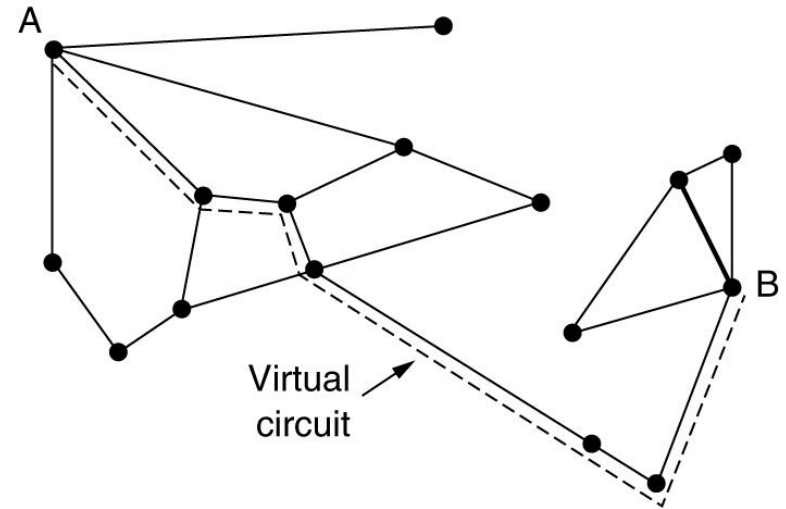
Control de Congestión en Subredes de Circuitos Virtuales

- **Idea 1:** Usar una técnica de **control de admisión** para evitar que empeoren las congestiones que ya han comenzado y que consiste en que una vez que se ha detectado la congestión (usando la técnica estudiada), no se establecen CVs nuevos hasta que ha desaparecido el problema.
- **Idea 2:** permitir el establecimiento de nuevos CV, pero enrutando cuidadosamente los circuitos nuevos por otras rutas que no tengan problemas.

Control de Congestión en Subredes de Circuitos Virtuales



(a)



(b)

(a) Una subred congestionada. (b) Una subred redibujada, elimina la congestión y hay un circuito virtual de A a B.

Control de Congestión en Subredes de Circuitos Virtuales

- **Idea 3: negociar un acuerdo entre el host y la subred cuando se establece un CV.**
 - ❑ Este arreglo normalmente especifica el volúmen y la forma del tráfico, la calidad de servicio requerido y otros parámetros.
 - ❑ Para cumplir con su parte del acuerdo, la subred por lo general reservará recursos a lo largo de la ruta cuando se establezca el circuito.
 - ❑ Estos recursos pueden incluir espacio en tablas y en búfer en los enrutadores y ancho de banda en las líneas.
 - De este modo es poco probable que ocurran congestiones en los CV nuevos.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- **Método de bit de advertencia.** Señalar el estado de advertencia activando un bit especial en el encabezado del paquete.
 - ❑ Cuando el paquete llega a su destino, la entidad transportadora copia el bit en la siguiente confirmación de recepción que se regresa al origen.
 - ❑ A continuación el origen reduce el tráfico.
 - ❑ Mientras el enrutador está en estado de advertencia, continua activando el bit de advertencia, lo que significa que el origen continua obteniendo confirmaciones de recepción con dicho bit activado.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- ❑ El origen monitorea la fracción de confirmaciones de recepción con el bit activado y ajusta su tasa de transmisión de manera acorde.
 - En tanto los bits de advertencia continúan fluyendo, el origen continúa disminuyendo su tasa de transmisión.

- ❑ Cuando la tasa de transmisión disminuye lo suficiente, el origen incrementa su tasa de transmisión.
 - Debido a que cada enrutador a lo largo de la ruta puede activar el bit de advertencia, el tráfico se incrementa solo cuando no había enrutadores con problemas.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- Una implementación de bit de advertencia usada por TCP es **ECN (Explicit Congestion Notification)**:
 - Se usa en TCP/IP.
 - Se marcan 2 bits en el encabezado IP con distintos fines:
 - 00: transporte no capaz de ECN
 - 10: transporte capaz de ECN, **ECT(0)**
 - 01: transporte capaz de ECN, **ECT(1)**
 - 11: congestión encontrada, **CE**
 - Si ambos extremos soportan ECN mandan sus paquetes con ECT(0) y ECT(1) respectivamente.
 - Si paquete atraviesa cola congestionada y el enrutador soporta ECN, se cambia código en el paquete a CE para avisar al receptor de la congestión.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- **ECN continuación:**

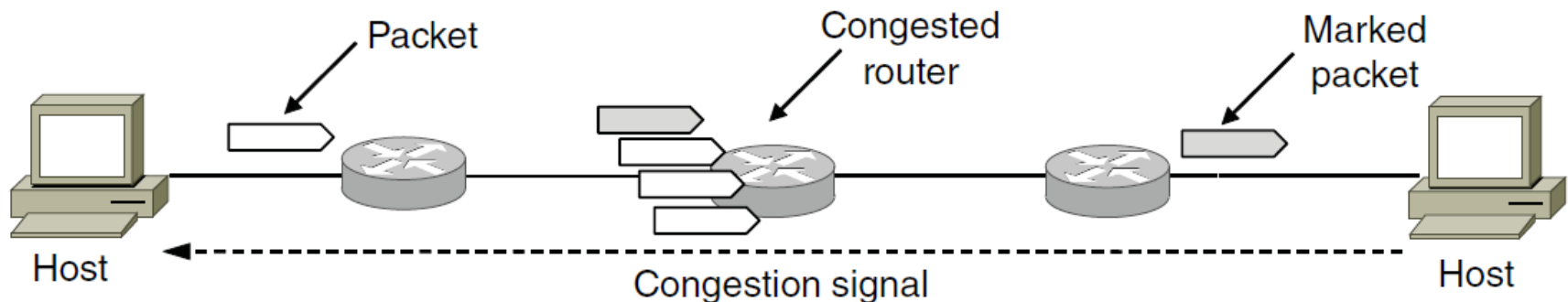
- El uso de ECN en conexión TCP es opcional.
- Para usar ECN, debe ser negociado al establecer conexión TCP incluyendo opciones adecuadas en segmentos SYN y SYN-ACK.
- Se usan dos banderas en encabezado TCP para soportar ECN:
 - **ECE (ECN echo):** se usa para mandar indicación de congestión al emisor.
 - **CWR (ventana de congestión reducida):** es usada para confirmar que la indicación ECE fue recibida.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- **Secuencia de ejecución de ECN típica:**

1. Se negocia ECN en conexión TCP
2. Emisor manda paquete IP P con ECT(0)
3. P llega a enrutador congestionado que soporta ECN y enrutador marca P con CE.
4. Receptor recibe P con CE y manda segmento Q (con ACK de P) de vuelta usando bandera ECE prendida.
5. Emisor recibe Q con ECE prendido, entonces emisor reduce ventana de congestión.
6. Emisor manda siguiente segmento al otro extremo usando bandera CWR prendida para confirmar recepción de aviso de congestión.

Nota: Se continúa transmitiendo segmentos con ECE prendido hasta recibirse segmento con CWR prendido.



Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- **Problema del método de paquetes reguladores:**
 - ❑ A altas velocidades o distancias grandes, el envío de un paquete regulador a los hosts de origen no funciona bien porque la reacción es muy lenta.

Control de Congestión en Subredes de Datagramas

- **Solución: Método de Paquetes reguladores de salto por salto.** Hacer que el paquete regulador ejerza su efecto en cada salto que da.
 - ❑ Cuando el paquete regulador llega a un enrutador F, se le obliga a F a reducir el flujo al siguiente enrutador D (F deberá destinar más búferes al flujo).
 - ❑ Luego el paquete regulador llega al enrutador E anterior a F e indica a E que reduzca el flujo a F. Esto impone una mayor carga a los búferes de E, pero da un alivio inmediato a F. Y se sigue así sucesivamente.

Paquetes Reguladores Salto por Salto

(a) Un paquete regulador que afecta solo al origen.

(b) Un paquete regulador que afecta cada enrutador que atraviesa.

