Capítulo 3

Capa de Transporte Generalidades e introducción a TCP

Application

Transport

Network

Link

Physical

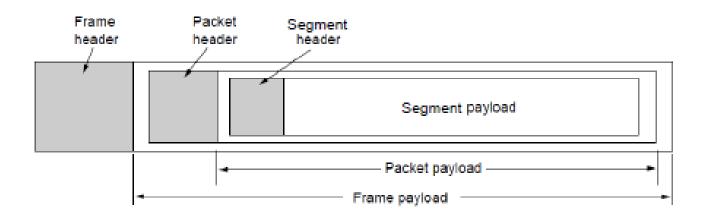
Propósito de la capa de transporte

- La capa de transporte (CT) provee comunicación lógica entre procesos de aplicación que ejecutan en diferentes sistemas finales.
 - esto no lo puede hacer la capa de red CR.
 - La CT se implementa (salvo alguna excepción que veremos más adelante) solo en los sistemas finales.
- Comunicación lógica: como si los hosts ejecutando los procesos estuvieran directamente conectados.
- Para mejorar la calidad los servicios de la CR.
 - P.ej: retransmisiones de paquetes perdidos en redes no orientadas a la conexión.
 - P.ej: cuando hay congestión en la red, regulando de manera fina la variación de la tasa de transmisión de paquetes de los hosts.

- La CT se ejecuta por completo en los hosts/sistemas finales.
- La CT confía en los servicios de la CR.
- Entidad de transporte (ET) = software/hardware de la CT.

- ¿Por qué conviene estudiar la capa de transporte?
 - Al desarrollar una aplicación de red, hay que pensar en qué requisitos ella tiene referentes a la capa de transporte.
 - Ayuda a hacer aplicaciones más eficientes y de mejor calidad el conocer cómo funciona la capa de transporte.
 - Para usar la API de los sockets hace falta entender cómo funcionan algunos protocolos de capa de transporte.

- Problemas que soluciona la capa de transporte
 - Uso de temporizadores y las retransmisiones de paquetes.
 - El direccionamiento explícito de los destinos.
 - ¿Cómo hacer para que un **proceso** adecuado **atienda a las necesidades** de una máquina **cliente**?
 - El proceso podría **no estar activo**, el cliente podría **no saber** cuál proceso usar, etc.
 - Uso de búferes y control de flujo.
 - Evitar congestionar la red poniendo demasiados paquetes en ella.
 - Cuando la CR pierde paquetes, la CT puede solucionarlo.

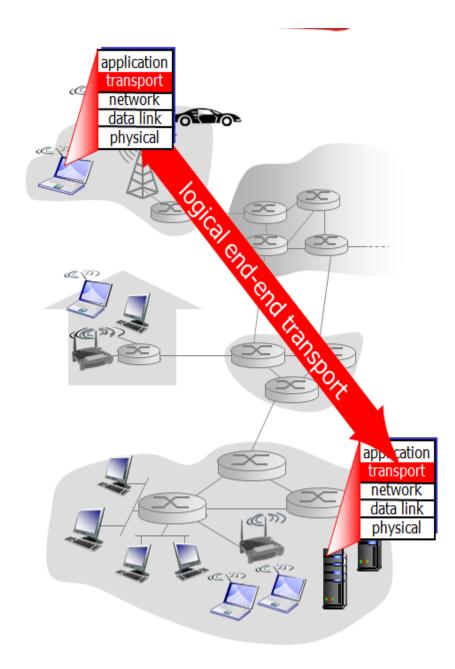


- Segmento = unidad de datos del protocolo de transporte
- Confirmaciones de recepción de paquetes enviados.
- Tipos de paquetes que deben ser confirmados.
 - paquete de datos
 - paquetes con información de control.
 - La misma es transparente pata los usuarios de CT.

- Problema: La capa de transporte debería permitir:
 - la entrega de segmentos al host de destino;
 - que la entrega de segmentos sea ordenada (respetando el orden del flujo de datos a enviar recibido de la capa de aplicación).

- Solución 1: Para la entrega ordenada de segmentos al host de destino se puede:
 - Numerar los segmentos a enviar (usando números de secuencia) – respetando el orden del flujo de datos recibido de la capa de aplicación.
 - Usar para cada número de segmento enviado un temporizador de retransmisiones.
 - Mandar confirmaciones de recepción (ACK) para segmentos recibidos correctamente.
 - Si expira el temporizador de un segmento sin recibir el ACK, retransmitir el segmento correspondiente.
 - Los segmentos recibidos son re-ensamblados en orden y entregados a la capa de aplicación del receptor.

- TCP (protocolo de control de transmisión)
 - Meta: proporcionar un flujo de bytes confiable de extremo a extremo a través de una interred no confiable.
- TCP se adapta dinámicamente a las propiedades de la interred y se sobrepone a muchos tipos de fallas.
- ET TCP (ETCP).
- Usaremos la palabra TCP para referirnos: a veces a la ETCP y a veces al protocolo TCP.



Problemas que resuelve TCP:

- Retransmisión de paquetes:
 - uso de números de secuencia, confirmaciones de recepción y temporizadores.
- Fijar la duración de temporizadores de retransmisiones (algoritmo complejo)
- Manejo de conexiones entre pares de procesos
- Direccionamiento
- Control de congestión
- Control de flujo

- Una ETCP acepta flujos de datos a transmitir de procesos locales,
 - Cada flujo de datos se divide en fragmentos que no excedan los 64 KB llamados segmentos,
 - y se envía cada segmento dentro de un datagrama IP.
- ¿Qué pasa cuando los datagramas con datos TCP llegan a una máquina?

- El servicio TCP se obtiene al hacer que tanto el servidor como el cliente creen sockets.
 - Dirección de un socket = IP + Puerto
 - Para obtener el servicio TCP se debe establecer una conexión explícitamente entre el socket en la máquina emisora y uno en la máquina receptora.
- Un socket puede usarse para múltiples conexiones al mismo tiempo:
 - dos o más conexiones pueden terminar en el mismo socket.
 - Las conexiones se identifican mediante los identificadores de sockets de los dos extremos: (socket1, socket2).

- Importante: Cada byte de un flujo de datos a enviar en una conexión TCP tiene su propio número de secuencia de 32 bits.
 - Esto impone un límite en el tamaño de un flujo de datos.
- ¿Por qué se necesitan los números de secuencia?
 - para confirmaciones de recepción y para otros asuntos según veremos.
- La ETCP emisora y la receptora intercambian datos en forma de segmentos.
 - Segmento = encabezado TCP ++ (0 o más bytes) de datos.

- Límites que restringen el tamaño de un segmento
 - Cada segmento, debe caber en la carga útil de 65.515 bytes del IP.
 - Cada red tiene una unidad máxima de transferencia (MTU) y cada segmento debe caber en la MTU.
 - En la práctica la MTU es usualmente de 1500 bytes (el tamaño de la carga útil de Ethernet).

- Problema: La capa de red (que incluye IP)
 - no proporciona ninguna garantía de que los datagramas se entregarán de manera apropiada,
 - tampoco garantiza que se entregarán.

Solución de TCP:

- Si un datagrama se recibe correctamente se confirma su recepción.
- Si no se confirma la recepción de un datagrama luego de un intervalo de tiempo entonces se debe retransmitir.
- Corresponde a TCP terminar los temporizadores y retransmitir los datagramas conforme sea necesario.

- Problema: Los datagramas que llegan podrán hacerlo en el orden incorrecto.
 - Esto sucede cuando se trabaja con redes de datagramas.
- Esto es un problema porque:
 - Usualmente la capa de aplicación del receptor necesita procesar los mensajes en el orden en que fueron enviados.
- Solución: Corresponde a TCP reensamblar los mensajes en la secuencia apropiada.

- Cuando un transmisor envía un segmento, también inicia un temporizador.
 - Cuando llega el segmento a destino, la ETCP receptora devuelve un segmento (con datos si existen, sino sin ellos) que contiene un número de confirmación de recepción igual al siguiente número de secuencia que espera recibir.
 - Si el temporizador expira antes de llegar el ack, el emisor envía de nuevo el segmento.

Problemas a manejar/resolver por TCP eficientemente:

- Pueden llegar segmentos fuera de orden,
 - los bytes 3072-4095 podrían llegar pero no enviarse el ack, porque los bytes 2048-3071 no han aparecido aun.

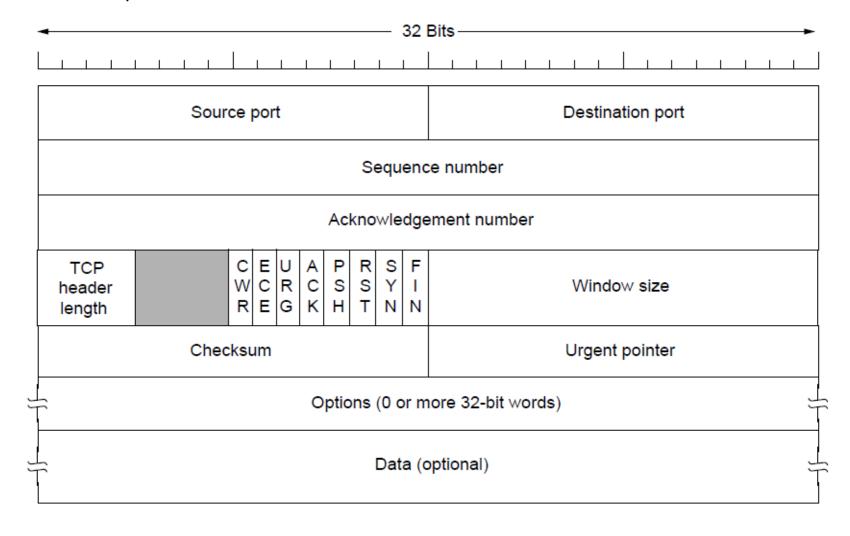
• Consecuencias:

- Habrá que esperar a veces antes de entregar segmentos a la capa de aplicación.
- Habrá que esperar a veces antes de enviar confirmaciones de recepción.
- También pueden retardarse segmentos en tránsito durante tanto tiempo que el temporizador del emisor expira y los segmentos se retransmiten.

- Situación: Las retransmisiones podrían incluir rangos de bytes diferentes a los de la transmisión original.
 - Esto puede suceder porque:
 - Hay nuevos datos pare enviar y se los puede mandar.
- Se requiere una administración cuidadosa para llevar el control de los bytes que se han recibido correctamente en un momento determinado

Segmentos TCP

- 1. Encabezado fijo de 20 bytes
- **2. Opciones de encabezado** en palabras de 32 bits
- 3. Datos opcionales



Segmentos TCP

- Los segmentos sin datos se usan para acks y mensajes de control.
- Puerto de origen y puerto de destino:
 - Son de 16 b cada uno.
 - La dirección de un puerto más la dirección IP del host forman un punto terminal único de 48 b.
 - Los puntos terminales de origen y de destino en conjunto identifican la conexión.

- El campo número de secuencia de un segmento
 - es un número de byte en el flujo de bytes transmitido y
 - corresponde al primer byte en el segmento.
 - Tiene 32 b de longitud.
- El campo número de confirmación de recepción
 - indica el siguiente byte esperado del flujo de bytes a transmitir.
 - Tiene 32 b de longitud.

- ACK se establece en 1 para indicar que el n° de confirmación de recepción es válido.
 - Si el ACK = 0 entonces el segmento no contiene una confirmación de recepción.

- La longitud del encabezado TCP: N° de palabras de 32 bits en el encabezado TCP.
- El campo de opciones es de longitud variable.

- **Ejercicio**: Responder:
 - ¿Hasta cuántas palabras de 32 b se pueden tener en un encabezado TCP?
 - ¿Hasta cuántas palabras de 32 b puede ocupar el campo de opciones?

- **Ejercicio**: Se pide:
 - Hacer una tabla que compare la solución 1 de comunicación confiable (filmina 12) con la comunicación confiable de TCP,
 - contrastando asuntos como números de secuencia,
 ACKs de segmentos, retransmisiones, y cualquier otro asunto que consideren conveniente.
 - 2. Hacer tabla de ventajas y desventajas de la solución de TCP en relación a la solución 1.