Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Corso di Reti di Calcolatori
(a.a. 2011/12)

Roberto Canonico (roberto.canonico@unina.it)
Giorgio Ventre (giorgio.ventre@unina.it)

Il protocollo TCP (seconda parte)

25 novembre 2011

I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso

Nota di copyright per le slide COMICS

Nota di Copyright

TCP: trasferimento dati affidabile

- TCP crea un servizio di trasferimento dati affidabile sul servizio inaffidabile di IP
- Pipeline dei segmenti
- ACK cumulativi
- TCP usa un solo timer di ritrasmissione

- Le ritrasmissioni sono avviate da:
  - eventi di timeout
  - ACK duplicati
- Inizialmente consideriamo un mittente TCP semplificato:
  - ignoriamo gli ACK duplicati
  - ignoriamo il controllo di flusso e il controllo di congestione

TCP: eventi del mittente

Dati ricevuti dall'applicazione:

- Crea un segmento con il numero di sequenza
- Il numero di sequenza è il numero del primo byte del segmento nel flusso di byte
- Avvia il timer, se non è già in funzione (pensate al timer come se fosse associato al più vecchio segmento non riscontrato)
- Intervallo di scadenza: `TimeOutInterval`

Timeout:

- Ritrasmette il segmento che ha causato il timeout
- Riavvia il timer

ACK ricevuti:

- Se riscontra segmenti precedentemente non riscontrati
  - aggiorna ciò che è stato completamente riscontrato
  - avvia il timer se ci sono altri segmenti da completare

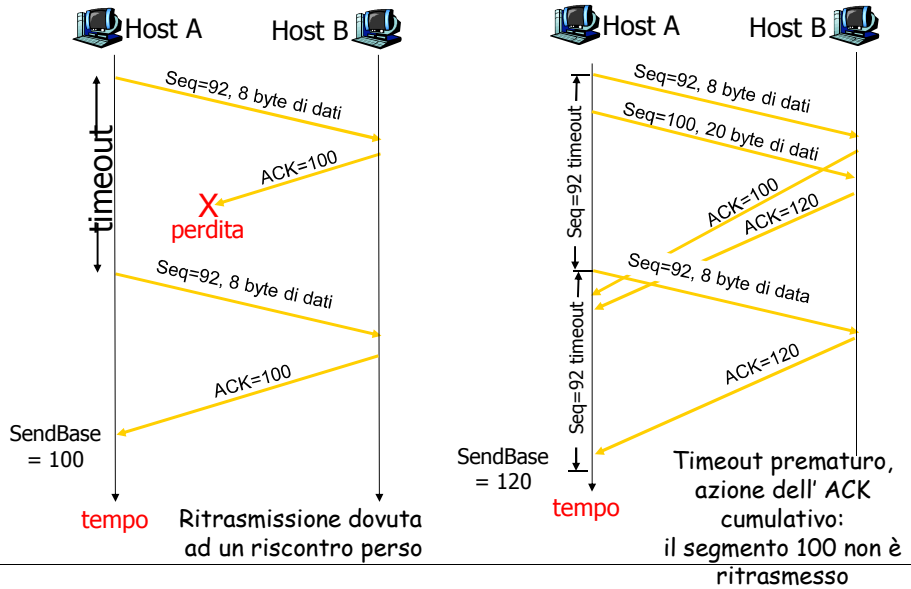
Un sender TCP semplificato

/* Si è assunto che il sender non sia limitato dal controllo di flusso o di congestione del TCP, che i dati da sopra siano di dimensioni inferiori all'MSS e che il trasferimento dei dati avvenga in una sola direzione. */

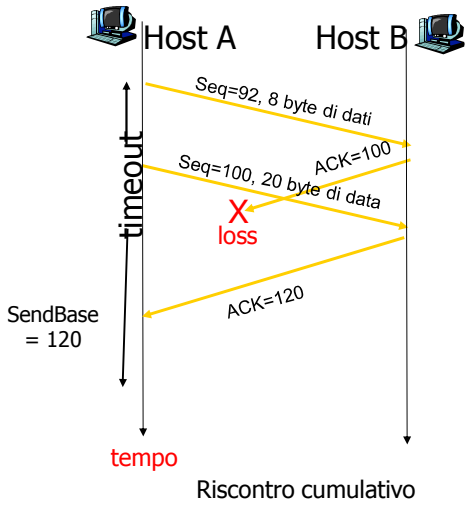
```
NextSeqNum=InitialSeqNumber
SendBase=InitialSeqNumber

loop (forever) {
   switch(event)

      event: data received from application above
         create TCP segment with sequence number NextSeqNum
         if (timer currently not running)
            start timer
         pass segment to IP
         NextSeqNum=NextSeqNum+length(data)
         break;

      event: timer timeout
         retransmit not-yet-acknowledged segment with
            smallest sequence number
         start timer
         break;

      event: ACK received, with ACK field value of y
         if (y > SendBase) {
            SendBase=y
            if (there are currently any not-yet-acknowledged
               segments)
               start timer
            }
            break;

   } /* end of loop forever */
```

5

Alcuni scenari di rilievo - 1



Alcuni scenari di rilievo - 2



Riscontro cumulativo

Il riscontro cumulativo evita la ritrasmissione del primo segmento…

Modifiche tipiche del TCP - 1

- Raddoppio dell'intervallo di timeout:
  - Allo scadere di un timeout:
    - si imposta il prossimo intervallo al doppio del valore precedente (invece di usare la stima di RTT)
      - Crescita esponenziale degli intervalli dopo ogni ritrasmissione
  - Quando il timer viene riavviato (ricezione di un ACK o di nuovi dati dall'applicazione):
    - l'intervallo di timeout viene nuovamente configurato in funzione dei valori più recenti di `EstimatedRTT` e `DevRTT`
- Fornisce una forma limitata di controllo della congestione:
  - Il mittente, nel caso supponga una situazione di congestione (perdita di un segmento), ritrasmette ad intervalli sempre più lunghi.

Modifiche tipiche del TCP - 2

- Ritrasmissione veloce:
  - ACK duplicati:
    - Consentono di rilevare la perdita di un pacchetto prima del timeout
      - un receiver che rileva un "buco" nei segmenti ricevuti (ricezione di un segmento con numero di sequenza maggiore di quello atteso):
        - » invia un nuovo riscontro per l'ultimo byte di dati che ha ricevuto correttamente
      - poiché il mittente spesso manda molti segmenti contigui, se uno di tali segmenti si perde, ci saranno molti ACK duplicati contigui:
        - » un sender che riceve tre ACK duplicati per gli stessi dati assume che il segmento successivo a quello riscontrato tre volte è andato perso ed effettua, quindi, una ritrasmissione prima della scadenza del timeout

9

TCP: generazione di ACK [RFC 1122, RFC 2581]

Evento nel destinatario	Azione del ricevente TCP
Arrivo ordinato di un segmento con numero di sequenza atteso. Tutti i dati fino al numero di sequenza atteso sono già stati riscontrati.	ACK ritardato. Attende fino a 500 ms l'arrivo del prossimo segmento. Se il segmento non arriva, invia un ACK.
Arrivo ordinato di un segmento con numero di sequenza atteso. Un altro segmento è in attesa di trasmissione dell'ACK.	Invia immediatamente un singolo ACK cumulativo, riscontrando entrambi i segmenti ordinati.
Arrivo non ordinato di un segmento con numero di sequenza superiore a quello atteso. Viene rilevato un buco.	Invia immediatamente un ACK (duplicato), indicando il numero di sequenza del prossimo byte atteso.
Arrivo di un segmento che colma parzialmente o completamente il buco.	Invia immediatamente un ACK, ammesso che il segmento cominci all'estremità inferiore del buco.