

Esercizio

Trasporto - CWND

CORSO DI RETI DI TELECOMUNICAZIONI
A.A. 2017/2018

Ing. Amilcare Francesco Santamaria
Ing. Floriano De Rango

Esercizio 1

Dati i seguenti parametri determinare quanto tempo impiega il nodo A a trasmettere 53600Byte.

- 1 Mss = 536Byte;
- CWND_start = 1 MSS;
- Finestra del Ricevitore = 16MSS;
- capacità del canale = 200Kbps;

Inoltre si vuole sapere quanti byte sono trasferiti in CA e quanti in SS. Mostrare l'andamento della finestra di congestione

Calcoliamo il numero di MSS totali da dover trasferire

$$N_{MSS} = \lceil \frac{53600}{536} \rceil = 100$$

Calcoliamo ora quanti MSS saranno trasmessi in SS e quanti in CA. Per poter effettuare questo calcolo dobbiamo sapere quale sarà l'upper bound della CWND. Per effettuare questo calcolo dobbiamo conoscere il limite imposto dalla capacità del canale.

$$MAX_{MSS} = \lfloor \frac{(200000)}{602 * 8} \rfloor = 41 MSS/s$$

L'upper bound sarà quindi dato dal MaxWin = min(advWin,recWin) = 16 MSS

$$T_{SS} = RTT * \log_2[\min(SS_{TH}, MaxWin)]$$
$$T_{SS} = RTT * \log_2(16) = 4RTT$$

Se voglio conoscere quanti RTT sono necessari a raggiungere la MaxWin, allora basta calcolare

$$N_{RTT} = \log_2(MSS) = 4$$

Calcoliamo quanti MSS sono stati trasferiti in 4RTT

$$B_{SS} = (1 + 2 + 4 + 8 + 16)MSS$$

$$\sum_{i=0}^k 2^i MSS =$$

$$B_{SS} = MSS * (2^{k+1} - 1)$$

$$B_{SS} = (2^5 - 1)MSS = 31MSS$$

Sono rimasti da inviare $100-31 MSS = 69 MSS = 36984$ Byte

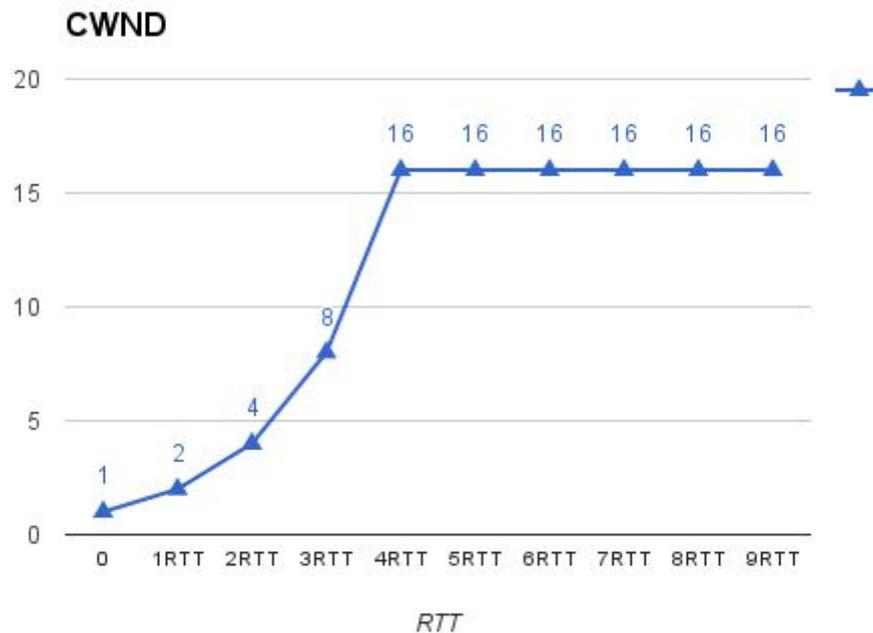
Quanti RTT durerà ancora la trasmissione?

$$\lceil \frac{69}{16} \rceil = 5RTT$$

Dove 16 sono gli MSS inviati ad ogni RTT (MaxWin)

Calcoliamo la durata complessiva come somma delle componenti trovate

$$4RTT + 5RTT = 9RTT$$



Esercizio 2

Due stazioni connesse attraverso un router attivano una sessione FTP per scambiare un file di dimensioni 373760 Byte. Si consideri la dimensione del segmento trasporto, al netto degli header, pari a 1460 Byte. Si consideri che la finestra di congestione inizialmente sia 1 MSS e che il ricevitore possa contenere all'interno del suo buffer al massimo 64MSS. La sorgente potrà invece inviare al massimo 32 MSS.

Si vuole conoscere :

- la durata complessiva della trasmissione in RTT;
- I byte trasmessi in CA e quelli trasmessi in SS;
- Mostrare l'andamento della CWND nel caso in cui si applichi il TCP Tahoe;

Risoluzione

Procediamo a calcolare il numero di segmenti da inviare

$$N = \left\lceil \frac{373760}{1460} \right\rceil = 256$$

Dobbiamo ora identificare l'upper bound della CWND che è dato da

$$\min(RecWin, advWin) = \min(64, 32) = 32MSS$$

Adesso che abbiamo l'upperbound possiamo determinare quanti RTT occorrono per poter arrivare a 32 MSS

$$N_{RTT} = \log_2(32) = 5 = k$$

Calcoliamo quanti Byte possiamo inviare in questa fase dello SS

$$B(SS) = (2^{k+1} - 1) * MSS = 63MSS$$

$$B(SS) = 91980Byte$$

Abbiamo quindi inviato 63 MSS su un totale di 256 MSS, questo indica che dobbiamo ancora trasferire (256-63) MSS = 193 MSS

Quanti RTT ci occorrono per trasferire questi MSS?

$$RTT(SS)_2 = \lceil \frac{193}{32} \rceil = 7$$

In totale per trasferire tutti i segmenti occorrono $5+7 = 12$ RTT;

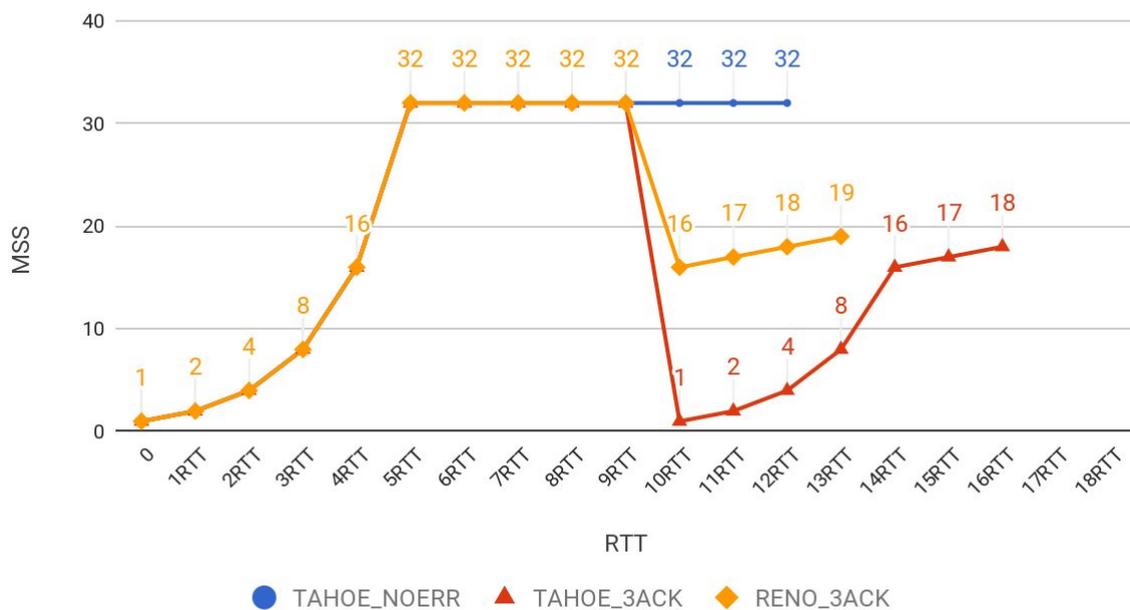
N.B.

Nell'ultimo RTT, in particolare nel 7, saranno inviati solo gli MSS rimanenti che sono dati dalla seguente espressione

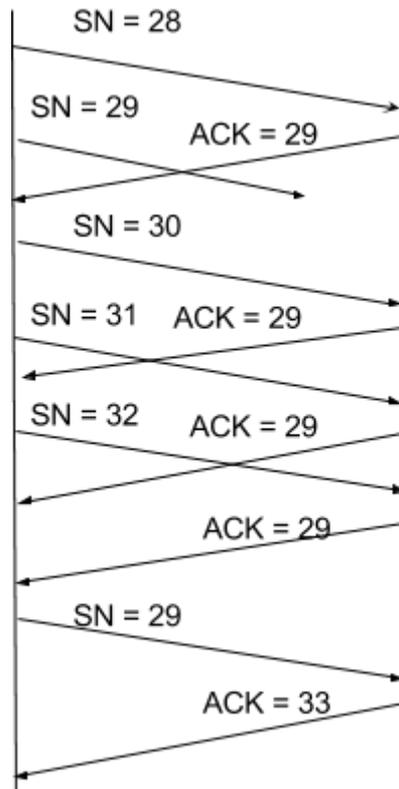
$$193 - (32 * 6) = 1MSS$$

L'andamento della CWND è mostrato di seguito

Andamento CWND



Consideriamo ora una piccola variante. supponiamo che al 9 RTT si verifichi un evento di perdita di segmento che genererà la ricezione di 3-ack duplicati, come si comporterà il protocollo TAHOE e poi quello Reno. Il segmento della finestra del 9° RTT che si perde è il 29°.



Nella versione Tahoe, otteniamo le seguenti fasi.

1. CWND = 1;
2. SSThreshold = CWND/2 = 32/2 = 16 MSS;
3. Inizio con fase di SS perchè (CWND < SSThreshold);
4. quando CWND >= SSThreshold => Inizio CA;
5. Avremo quindi

$$k' = \log_2(SSThreshold) = \log_2(16) = 4$$

$$B(SS)' = [2^{k'+1} - 1]MSS = 31MSS$$

Dove B(SS)' sono ulteriori Byte inviati in SS;

Non resta che calcolare quanti Byte saranno inviati in CA => B(CA)

In totale in SS sono stati inviati 191 + 31 MSS = 222 MSS. Dobbiamo ancora inviarne 256 - 222 = 34 MSS che saranno tutti inviati in CA

B(CA) = 34 MSS occorrono ulteriori 2 RTT (17 + 18)

Durata = $9 + 5 + 2 = 16$ RTT

Dove 9 sono i primi RTT fin tanto che tutto va bene. Al 10° ripartiamo con la SS a partire da $1\text{MSS} +$ altri 4 RTT per arrivare al valore $\text{CWND} = 16$. poi abbiamo altri 2 RTT per inviare i restanti 34 MSS.

Nella versione RENO

1. $\text{SSThreshold} = \text{CWND}/2 = 32/2 = 16$;
2. $\text{CWND} = \text{CWND}/2$
3. $\text{CWND} \geq \text{SSThreshold} \Rightarrow$ Inizio CA;
4. Dobbiamo calcolare quanti Byte sono trasmessi in CA $\Rightarrow B(\text{CA})$:

La differenza rispetto al caso precedente è che questa volta non si parte dalla condizione di SS ma si riparte da una CA

$B(\text{CA}) = 256 - 191 = 65$ MSS;

per inviarli occorrono ulteriori $16 + 17 + 18 + 19 = 4$ RTT
Durata = $9 + 4 = 13$ RTT

Ultima finestra sarà composta da 14 MSS;

In questo esercizio ci stiamo riferendo alla fase di invio considerando completata la trasmissione nel momento in cui inviamo tutti gli MSS.

Come detto a lezione, la durata effettiva la dobbiamo traslare di un RTT perchè rappresenta il tempo in cui sono ricevuti tutti i riscontri dell'ultima finestra. Quindi dobbiamo fare attenzione a dichiarare se ci stiamo riferendo agli RTT inviati o a quelli ricevuti.

Esercizio (Bonus) ← Complessità = 0

Per non creare confusione e avere una linea comune di interpretazione, ci riferiremo agli RTT di invio.

Supponiamo di avere una $MAX_WIN = 16$ MSS e dobbiamo inviare 63 MSS

SS

Quindi RTT = 0 Inviemo un 1 MSS, CWND = 1

RTT = 1 Inviemo 2 MSS, CWND = 2

RTT = 2 Inviemo 4 MSS, CWND = 4

RTT = 3 Inviemo 8 MSS, CWND = 8

RTT = 4 Inviemo 16 MSS, CWND = 16

Continua SS ma con un valore di CWND costante perchè dato da $\min(CWND, MAX_WIN)$

RTT = 5 Inviemo 16 MSS CWND = 32, $MAX_WIN = 16$, $CWND = \min(32,16) = 16$

RTT = 6 Inviemo gli ultimi MSS completando l'invio di 63 MSS => $CWND = 32$, $MAX_WIN = 16$, $CWND = \min(32,16) = 16$ MSS

Supponiamo ora di inviare 127 MSS ma sappiamo che al 6° RTT abbiamo 3Ack duplicati per il segmento 13 della finestra. questo implica la ripartenza da 1 MSS in SS utilizzando TCP Tahoe.

RTT = 6 Inviemo 16 MSS, $CWND = 32$, $MAX_WIN = 16$, $CWND = \min(32,16) = 16$ MSS

RTT = 7 Inviemo 1 MSS, $CWND = 1$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$ (Inviato MSS #64)

RTT = 8 Inviemo 2 MSS, $CWND = 2$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #65,#66)

RTT = 9 Inviemo 4 MSS, $CWND = 4$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #67,#68,#69,#70)

RTT = 10 Inviemo 8 MSS, $CWND = 4$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #71,#72,#73,#74,#75,#76,#77,#78)

Entriamo in CA

RTT = 11 Inviemo 9 MSS, $CWND = 9$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #79,#80,#81,#82,#83,#84,#85,#86,#87)

RTT = 12 Inviemo 10 MSS, $CWND = 10$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #88,#89,#90,#91,#92,#93,#94,#95,#96,#97)

RTT = 13 Inviemo 11 MSS, $CWND = 11$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #98,#99,#100,#101,#102,#103,#104,#105,#106,#107,#108)

RTT = 14 Inviemo 12 MSS, $CWND = 12$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #109,#110,#111,#112,#113,#114,#115,#116,#117,#118,#119,#120)

RTT = 15 Inviemo 13 MSS, $CWND = 13$, $MAX_WIN = 16$, $SSth = 8$

(Inviato MSS #121,#122,#123,#124,#125,#126,#127)

FINE Trasmissione

Calcoliamo numericamente (Prima parte invio di 63 MSS)

$$N_{RTT} = \log_2(16) = 4 RTT$$
$$B(SS') = (2^{k+1} - 1) MSS = 31 MSS$$

Quindi nei primi 4 RTT inviamo 31 MSS. Rimangono da trasmettere $63 - 31 = 32$ MSS, siccome abbiamo raggiunto la MAX_WIN invieremo sempre 16 MSS di conseguenza necessitiamo di

$$N_{RTT'} = \left\lceil \frac{32}{16} \right\rceil = 2RTT$$

In totale sono necessari quindi 6 RTT, tutti ovviamente in SS. In SS saranno inviati 63 MSS in CA 0 MSS.

Seconda parte (Perdita del segmento e invio di 127 MSS)

La prima parte è dell'esercizio si svolge come sopra. A questo punto però dobbiamo considerare la perdita del segmento 13 nel 6 RTT. La FAST RETRANSMIT ci permette di recuperare la perdita di conseguenza riusciamo a mandare tutti e 16 gli MSS previsti ma TAHOE fa in modo che al 7 RTT si possa inviare un solo MSS. Di conseguenza otteniamo che fino al completamento del 6 RTT abbiamo inviato 63 MSS completi ne mancano da inviare 64 MSS. Vediamo come inviarli.

Si sposta la SSTh = CWND / 2 = 8 MSS

Partiamo dal 7 RTT con 1 MSS, raggiungeremo il valore di soglia (8 MSS) in 3 RTT

$$N_{RTT'} = k' = \log_2(8) = 3RTT$$
$$\sum_{i=0}^{k''} iMSS = (2^{k''+1} - 1)MSS$$
$$B(SS'') = 2^{k'+1} - 1MSS = 15MSS$$

Questi sono i byte totali trasmessi in SS =>

$$63+15 = 78 MSS$$

$$\text{Rimangono da Inviare } 127 - 78 = 49 MSS$$

Calcoliamo il numero di RTT

$$78 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13$$

Sono Necessari 5 RTT aggiuntivi. quindi sono $6 + 4 + 5 = 15$ RTT