

RETI DI CALCOLATORI – prova scritta del 01/04/2014

Per l'ammissione alla prova orale è necessario ottenere una valutazione sufficiente sia della prima parte che dell'intera prova scritta.

Prima parte (12 punti)

Q1. Supponiamo che un router A trasmetta un pacchetto P di 101 bit a un router B direttamente collegato ad A. Supponiamo che il ritardo di propagazione tra A e B sia di 10 microsecondi. Indicare – giustificando la risposta – quale deve essere la frequenza di trasmissione affinché l'ultimo bit di P sia immesso sul collegamento prima che il primo bit di P abbia raggiunto B.

Q2. Indicare – giustificando la risposta – quali errori può rilevare un router quando riceve un pacchetto, e quali azioni intraprende quando rileva tali errori.

Q3. In una rete i cui router utilizzano il protocollo distance vector con poisoned reverse, il router R ha calcolato che la sua distanza minima per V1 è x, che la sua distanza minima per V2 è x+w e che la sua distanza minima per Z è x+2w, dove V1 e V2 sono gli unici router direttamente collegati a R e dove x e w sono interi positivi. Indicare – giustificando la risposta – in che modo R aggiorna il suo vettore delle distanze se V2 gli comunica che la sua distanza minima da Z è w-1.

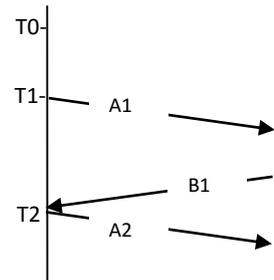
Q4. Un anello Chord utilizza identificatori a 7 bit ed è formato dai nodi con identificatori 5, 9, 16, 32, 64, 96, 110, 120, 126, 127. Indicare - giustificando la risposta - a quali dei suoi finger il nodo 120 inoltra le query relative agli identificatori associati alle chiavi 1, 10 e 20, rispettivamente.

Seconda parte (18 punti)

E1 (7 punti). Supponiamo che al tempo T_0 il TCP di un processo applicativo A abbia 2 MSS di dati in volo (spediti in due segmenti *full-sized*), che il valore di *sendBase* (s_f) sia X, che la dimensione della sua finestra di congestione sia $10/3$ MSS e che l'ultimo valore di *rwnd* che ha ricevuto dal suo pari sia 3 MSS. Indicare – giustificando la risposta:

- i possibili valori di AckNum contenuti in B1,
- i possibili valori di SeqNum contenuti in A1 e A2 e la quantità di dati in essi eventualmente trasportati

nel caso in cui il TCP di A si trovi nello stato di *congestion avoidance*. Per semplicità si assuma che il segmento B1 non sia un riscontro duplicato per il TCP di A.



E2 (6 punti). Descrivere con uno pseudocodice il modo in cui un router R che utilizza *distance vector* con *poisoned reverse* aggiorna il proprio vettore D delle distanze quando riceve un nuovo vettore da un suo vicino. Supporre per semplicità che i nodi della rete siano identificati dai primi N naturali, che R sia identificato da N-1, che i vicini di R siano identificati dai primi M naturali, che $V[i,x]$, con $i \in [0,M]$, indichi l'ultima distanza comunicata dal vicino i per la destinazione x, e che $D[x]=k$ indichi che la distanza di R per la destinazione x è k.

E3 (5 punti). Supponiamo che solo due nodi (A e B) di una rete Ethernet con topologia a bus debbano trasmettere un frame di dati. Supponiamo che al tempo t_0 entrambi i nodi inizino simultaneamente a tentare di trasmettere il proprio frame. Indicare – giustificando la risposta – se la probabilità che entrambi riescano a trasmettere con successo il proprio frame senza che si verifichino più di 2 collisioni a partire da t_0 è maggiore:

- nel caso in cui in t_0 A è al primo tentativo e B al quarto, oppure
- nel caso in cui in t_0 A è al secondo tentativo e B al terzo.

Q1. Deve valere $\frac{101}{R} < \frac{1}{R} + \frac{10}{10^6}$ ovvero $R > 10$ Mbps.

Q2. Un router può rilevare errori di trasmissione a livello network e a livello link. A livello network se l'analisi del checksum (in IPv4) rileva la possibile presenza di errori il router scarta il pacchetto ricevuto e invia un messaggio di errore ICMP. Il comportamento a livello link dipende invece dal tipo di collegamento. Per esempio nel caso di Ethernet l'analisi del campo CRC è utilizzata per rilevare errori di trasmissione.

Q3. R aggiornerà la sua distanza per Z solo se $\min\{C(R,V1)+D_{v1}(Z), C(R,V2)+w-1\} \neq x+2w$.

Q4. Dato che i finger del nodo 120 sono i nodi 126, 5, 9, 32 e 64, il nodo 120 inoltra le query relative agli identificatori associati alle chiavi 1, 10 e 20 ai finger 126, 9 e 9, rispettivamente.

E1. Analizziamo i vari casi possibili.

(1) In T1 scade il timer di ritrasmissione. Il TCP di A rispedisce il segmento più vecchio ancora in volo (ovvero A1.SeqNum=X con 1 MSS di dati trasportati da A1), riduce a 1 MSS la dimensione della finestra di congestione e torna nello stato di *slow start*.

(1.1) In T2 scade di nuovo il timer di ritrasmissione. Il TCP di A rispedisce il segmento più vecchio ancora in volo (ovvero A1.SeqNum=X con 1 MSS di dati trasportati da A1) e la dimensione della finestra di congestione rimane 1 MSS.

(1.2) In T2 *non* scade di nuovo il timer di ritrasmissione e B1.AckNum = X + 2 MSS. La finestra di congestione viene incrementata a 2 MSS, il TCP di A spedisce nuovi dati, quindi A2.SeqNum=X + 2 MSS, e la quantità di dati trasportati da A2 è al più pari a $\min(1 \text{ MSS}, B1.rwnd)$.

(1.3) In T2 *non* scade di nuovo il timer di ritrasmissione e B1.AckNum = X + 1 MSS. Analogo al caso (1.2) solo che la quantità di dati trasportati da A2 è al più pari a $\min(1 \text{ MSS}, B1.rwnd - 1 \text{ MSS})$.

(2) In T1 *non* scade il timer di ritrasmissione. Il TCP di A invia quindi necessariamente nuovi dati, ovvero A1.SeqNum=X+2 MSS e la quantità Q di dati trasportati da A1 può essere 1 MSS, dato che vi sono 2 MSS di dati in volo e dato che $\min(cwnd, rwnd)=3 \text{ MSS}$.

(2.1) In T2 scade il timer di ritrasmissione. Il TCP di A rispedisce il segmento più vecchio ancora in volo (ovvero A1.SeqNum=X con 1 MSS di dati trasportati da A1), riduce a 1 MSS la dimensione della finestra di congestione e torna nello stato di *slow start*.

(2.2) In T2 *non* scade il timer di ritrasmissione e B1.AckNum = X + 2 MSS + Q. La finestra di congestione viene incrementata a 109/30 MSS e il TCP di A spedisce nuovi dati, quindi A2.SeqNum=X + 2 MSS + Q. La quantità di dati trasportati da A2 è al più pari a $\min(1 \text{ MSS}, B1.rwnd)$.

(2.3) In T2 *non* scade il timer di ritrasmissione e B1.AckNum = X + 2 MSS. Analogo al caso (2.2) solo che la quantità di dati trasportati da A2 è al più pari a $\min(1 \text{ MSS}, B1.RcvWin-Q)$.

(2.4) In T2 *non* scade il timer di ritrasmissione e B1.AckNum = X + 1 MSS. Analogo al caso (2.2) solo che la quantità di dati trasportati da A2 è al più pari a $\min(1 \text{ MSS}, B1.RcvWin-1 \text{ MSS} - Q)$.

E2.

```
// sia A il vettore ricevuto dal vicino w
for (x=0; x<N; x++) do
    V[w,x]=A[x];
for (x=0; x<N; x++) do {
    D[x] = C[N-1,0]+V[0,x];
    for (i=1; i<M; i++) do
        if C[N-1,i]+V[i,x] < D[x]
            then D[x] = C[N-1,i]+V[i,x]
}
```

E3. Nel caso (a) la probabilità che si verifichino più di 2 collisioni è $\frac{2}{2 \times 16} \times \frac{4}{4 \times 32} = \frac{1}{2^9}$ mentre nel caso (b) è $\frac{4}{4 \times 8} \times \frac{8}{8 \times 16} = \frac{1}{2^7}$ e quindi probabilità che entrambi i nodi riescano a trasmettere con successo il proprio frame senza che si verifichino più di 2 collisioni a partire da t_0 è maggiore nel caso (a).