

csma/cd e la rete ethernet

un semplice metodo di accesso al canale trasmissivo

g. di battista, m. patrignani

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

nota di copyright

- questo insieme di slides è protetto dalle leggi sul copyright
- il titolo ed il copyright relativi alle slides (inclusi, ma non limitatamente, immagini, foto, animazioni, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati sulla prima pagina
- le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente, non a fini di lucro, da università e scuole pubbliche e da istituti pubblici di ricerca
- ogni altro uso o riproduzione è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori
- l'informazione contenuta in queste slides è fornita per scopi didattici e non può essere usata in progetti di reti, impianti, prodotti, ecc.
- gli autori non si assumono nessuna responsabilità per il contenuto delle slides, che sono comunque soggette a cambiamento
- questa nota di copyright non deve essere mai rimossa e deve essere riportata anche in casi di uso parziale

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

un po' di storia

- csma/cd è il metodo di accesso al canale trasmissivo usato in ethernet e quindi nello standard ieee 802.3
- primi anni 70: consorzio DIX=Digital+Intel+Xerox
- 1980 ethernet 1.0
- 1982 ethernet 2.0
- 1989 ieee802.3 diventa iso8802.3
- obiettivo:
 - equivalenza tra tutti i nodi
- non previsti:
 - priorità
 - garanzie sul tempo massimo di risposta

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - carrier sense multiple access with collision detection

- **carrier sense**: una stazione che deve trasmettere ascolta il bus (mezzo trasmissivo) e trasmette solo se questo è libero
- **multiple access**: quando il mezzo trasmissivo è libero tutte le stazioni possono trasmettere; quindi può verificarsi una collisione
- **collision detection**: durante la trasmissione la stazione trasmittente comunque ascolta, per poter rilevare una eventuale collisione

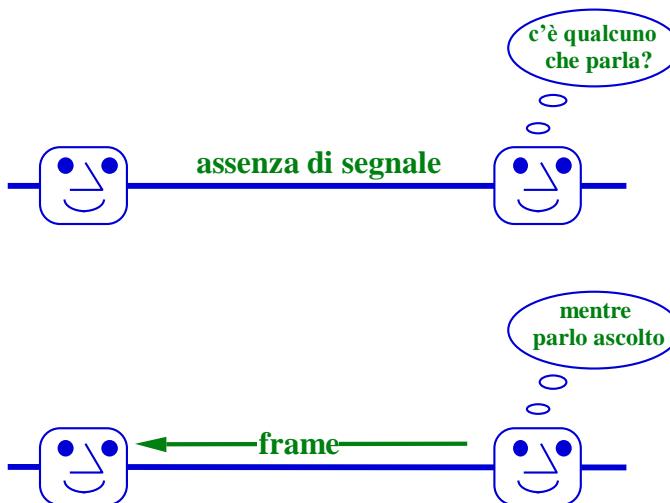
050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - carrier sense multiple access with collision detection

- quando una stazione trasmittente rileva una collisione trasmette una sequenza di jamming
- chi è in ascolto scarta i bit ricevuti (frammento di pacchetto + jamming)
- la stazione trasmittente riprova dopo un tempo random, multiplo di un tempo stabilito ($51.2\mu s$ in ethernet a 10Mb/s)
- è consentito un numero limitato (es.16) di tentativi di trasmissione

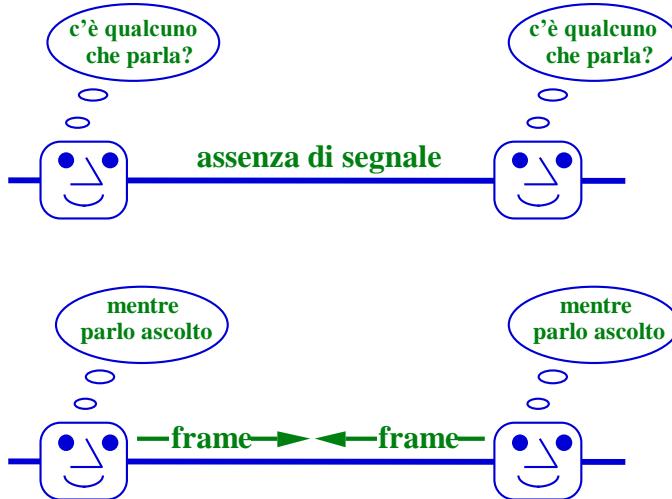
050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

trasmissione senza collisione



050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

trasmissione con collisione



050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma/cd

- **definizione:** il round trip delay 2τ è il tempo necessario per un bit per propagarsi da un estremo all'altro della rete e "tornare indietro"
- **osservazione:** una stazione trasmittente è in grado di capire che il pacchetto che ha trasmesso è entrato in collisione con un altro pacchetto solo mentre trasmette

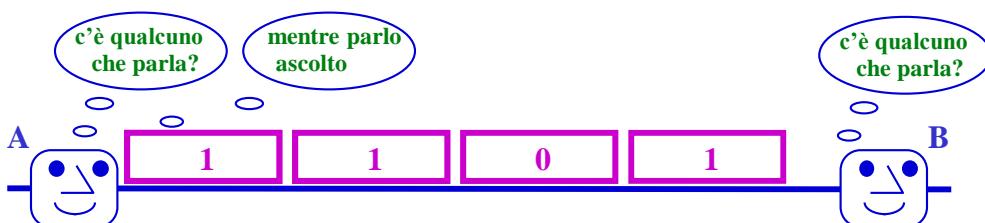
050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma/cd

- caso di interesse:
 - supponiamo che A, posizionata ad un estremo della rete, inizi a trasmettere
 - supponiamo che B, posizionata all'altro estremo della rete, inizi a trasmettere un istante prima di essere raggiunta dal primo bit trasmesso da A
 - un istante dopo B rileva la collisione e trasmette la sequenza di jamming
 - A rileva la collisione solo quando il primo bit della sequenza di B arriva fino a lei
 - quindi la trasmissione di A deve durare almeno quanto il round trip delay

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma-cd: trasmissione troppo “corta”



pacchetto da trasmettere

**se ora B inizia a
trasmettere si verifica una
collisione che non sarà mai
rilevata da A**

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma/cd

- **osservazione:** nota la velocità di propagazione sul cavo (es. 2/3 velocità della luce) e stabilità la velocità di trasmissione (es. 10 Mb/s) i seguenti parametri si influenzano reciprocamente:
 - dimensione minima del pacchetto (numero minimo di bit del pacchetto)
 - lunghezza massima della rete

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma/cd

- **esempio:**
 - supponiamo che il pacchetto più corto previsto dal protocollo abbia 512 bit, che la banda sia 10 Mb/s e che la velocità di propagazione del segnale sia 2/3 della velocità della luce
 - allora il tempo di immissione sul mezzo trasmissivo del pacchetto più corto è $512/10^7 = 512 \cdot 10^{-7}$ secondi, cioè $51.2\mu\text{s}$
 - quindi round trip delay ammissibile $2\tau=51.2\mu\text{s}$
 - in $512/2 \cdot 10^{-7}$ secondi il segnale percorre $512/2 \cdot 10^{-7} \cdot 2/3 \cdot 3 \cdot 10^8$ metri, circa 5 km; limite massimo di estensione della rete

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

vincoli di csma/cd

- normalmente la dimensione minima del pacchetto è fissata
- dalla dimensione minima del pacchetto si può calcolare la estensione massima della rete
- **osservazione:** se il metodo funziona correttamente e la rete ha una “distanza temporale” tra i due estremi minore di τ allora una stazione dopo 2τ di trasmissione è sicura di non avere più collisioni sul pacchetto che sta inviando
 - dopo τ il canale trasmisivo contiene ovunque bit della stazione

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

calcolo del tempo random di attesa algoritmo truncated binary exponential backoff

se tentativo=1 (primo tentativo di ritrasmissione del frame)

allora

max:=2

altrimenti

se tentativo < limite_di_backoff

allora max:=max × 2

aspetta($2\tau \times \text{random}(0, \text{max}-1)$)

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

calcolo del tempo random di attesa algoritmo truncated binary exponential backoff

- **osservazione:** all'aumentare delle collisioni le stazioni si auto-limitano
- **osservazione:** la scelta di attendere un tempo multiplo di 2τ diminuisce la probabilità di avere ulteriori collisioni
- **domanda:** perché proprio 2τ ? c'è un legame tra l'algoritmo e il roundtrip delay?

csma/cd - analisi di una collisione

- **situazione:** due stazioni (s_1 e s_2) a “distanza temporale” d trasmettono iniziando rispettivamente ai tempi t_1 e t_2 (con $t_1 \leq t_2$)
- **supponiamo:** $d < \tau$ per i vincoli di csma/cd
- si verifica una collisione tra il pacchetto di s_1 quello di s_2
- **nota:** perché la collisione si verifichi deve essere $t_2 < t_1 + d$, infatti dopo $t_1 + d$ la stazione s_2 non può più trasmettere per carrier sense
- sia $t_2 = t_1 + \Delta$ (con $\Delta < d < \tau$)

csma/cd - analisi di una collisione

- ricorda: $t_2 = t_1 + \Delta$ (con $\Delta < d < \tau$)
- percezione della collisione: siano t_{1p} e t_{2p} ($t_{1p} \geq t_{2p}$) i tempi in cui s1 e s2 percepiscono la collisione
- $t_{1p} = t_2 + d = t_1 + \Delta + d$
- $t_{2p} = t_1 + d$

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - analisi di una collisione

- canale nuovamente libero in prossimità di s1 e s2:
 j =tempo di trasmissione della sequenza di jam;
 (ricordiamo: $t_{1p} = t_1 + \Delta + d$ e $t_{2p} = t_1 + d$)
 - l'ultimo bit emesso da s2 passa davanti a s1
 all'istante $t_{2p} + j + d = t_1 + j + 2d$
 - l'ultimo bit emesso da s1 passa davanti a s2
 all'istante $t_{1p} + j + d = t_1 + j + 2d + \Delta$

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - analisi di una collisione

- istante in cui s1 e s2 riprovano a trasmettere: siano t1r e t2r i tempi in cui s1 e s2 riprovano a trasmettere
- t1r e t2r sono legati a due eventi:
 - disponibilità del canale (assenza di segnale) in prossimità di s1 e s2
 - necessità di attendere un tempo random determinato dall'algoritmo backoff

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - analisi di una collisione

- istante in cui s1 e s2 riprovano a trasmettere:
tempo in cui s1 riprova a trasmettere
 $t1r = \max(t1 + \Delta + d + j + n2\tau, t1 + j + 2d) = t1 + j + d + \max(\Delta + n2\tau, d)$
 tempo in cui s2 riprova a trasmettere
 $t2r = \max(t1 + d + j + m2\tau, t1 + \Delta + 2d + j) = t1 + j + d + \max(m2\tau, \Delta + d)$
- n ed m sono i numeri sorteggiati dal backoff
- il primo numero nel max è il tempo minimo di inizio della ritrasmissione dovuto al backoff
- il secondo numero nel max è il tempo minimo di inizio della ritrasmissione dovuto all'attesa di canale libero

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd - analisi di una collisione

- distanza temporale tra la ritrasmissione di s1 e la ristrasmissione di s2:

$$t_{1r} = t_1 + j + d + \max(\Delta + n2\tau, d)$$

$$t_{2r} = t_1 + j + d + \max(m2\tau, \Delta + d)$$

$$t_{1r} - t_{2r} = \max(\Delta + n2\tau, d) - \max(m2\tau, \Delta + d)$$

(caso $m=n=0$)

$$t_{1r} - t_{2r} = d - (\Delta + d) = \Delta \quad \text{nuova collisione!}$$

(caso $m=n>0$)

$$t_{1r} - t_{2r} = \Delta + n2\tau - n2\tau = \Delta \quad \text{nuova collisione!}$$

csma/cd - analisi di una collisione

- distanza temporale tra la ritrasmissione di s1 e la ristrasmissione di s2:

$$t_{1r} = t_1 + j + d + \max(\Delta + n2\tau, d)$$

$$t_{2r} = t_1 + j + d + \max(m2\tau, \Delta + d)$$

$$t_{1r} - t_{2r} = \max(\Delta + n2\tau, d) - \max(m2\tau, \Delta + d)$$

(caso $n=0, m>0$)

$$t_{1r} - t_{2r} = d - m2\tau \quad \text{assenza di collisione!}$$

(caso $n>0, m=0$)

$$t_{1r} - t_{2r} = n2\tau - d \quad \text{assenza di collisione!}$$

$(m \neq n, n>0, m>0)$

$$t_{1r} - t_{2r} = \Delta + (n-m)2\tau \quad \text{assenza di collisione!}$$

csma/cd - analisi di una collisione

- conclusioni
 - due stazioni collidono nuovamente solo se estraggono lo stesso numero casuale
- cosa sarebbe accaduto se l'algoritmo backoff avesse utilizzato tempi di attesa multipli di τ invece di 2τ ?

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani

csma/cd

- quanti bit si trasmettono in $51.2\mu\text{s}$ a 10Mb/s ?

$$51.2\mu\text{s} = 51.2 \cdot 10^{-6} \text{ sec.} = 512 \cdot 10^{-7} \text{ sec.}$$

$$10 \text{ Mb/s} = 10 \cdot 10^6 \text{ b/sec.} = 10^7 \text{ b/sec.}$$

si trasmettono 512 bit

in csma/cd su reti a 10Mb/sec. :

- questo è il numero di bit che si sarebbero potuti trasmettere durante l'attesa di uno slot di backoff
- questo è il numero di bit oltre il quale la stazione trasmittente non dovrebbe registrare più collisioni

050-csma-cd-06 copyright ©2016 g. di battista, m. patrignani