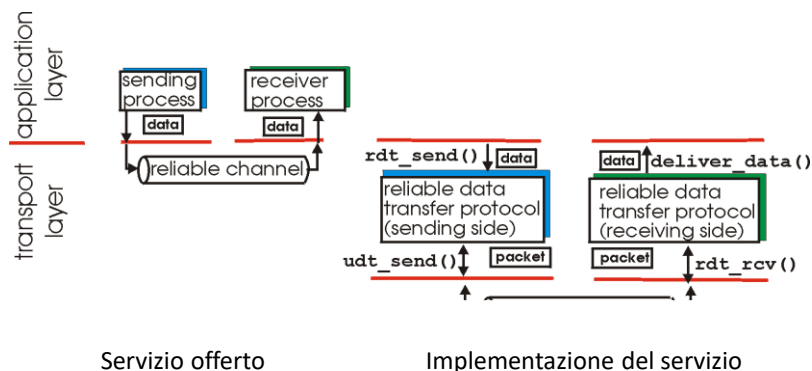


Principi di trasferimento affidabile

- ❑ Il livello rete è inaffidabile:
 - Presenza di errori
 - Perdita e duplicazione di pacchetti
 - Ordine dei pacchetti non garantito
- ❑ In caso di errori è necessario:
 - Rilevare e/o identificare gli errori
 - Correggere gli errori oppure notificare al mittente
 - Chiedere la ritrasmissione
- ❑ Tutto questo considerando le risorse di rete e le risorse del destinatario

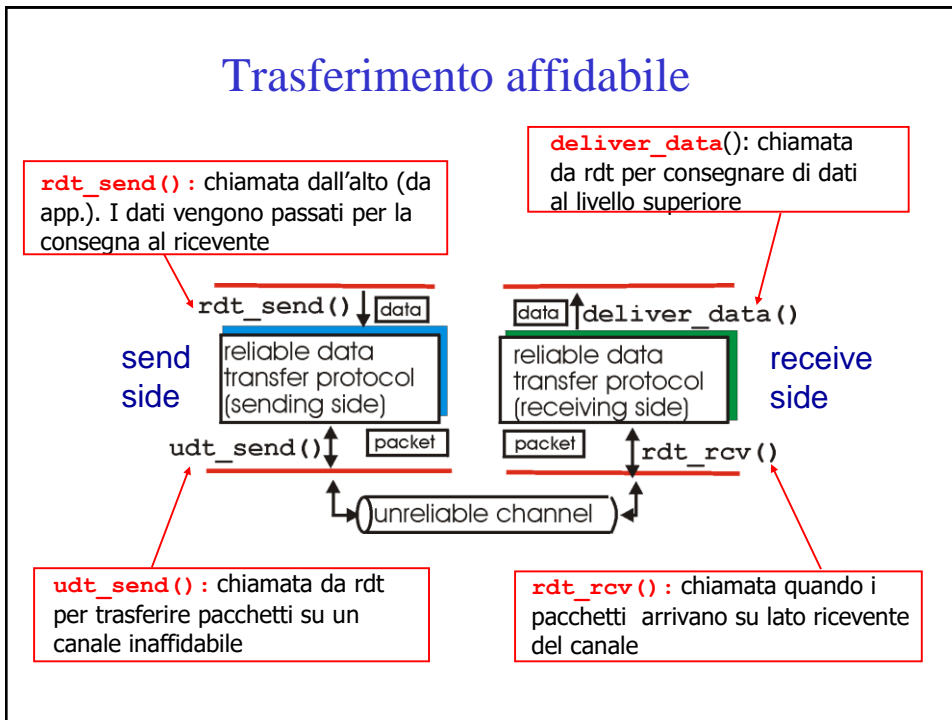
Principi di trasferimento affidabile



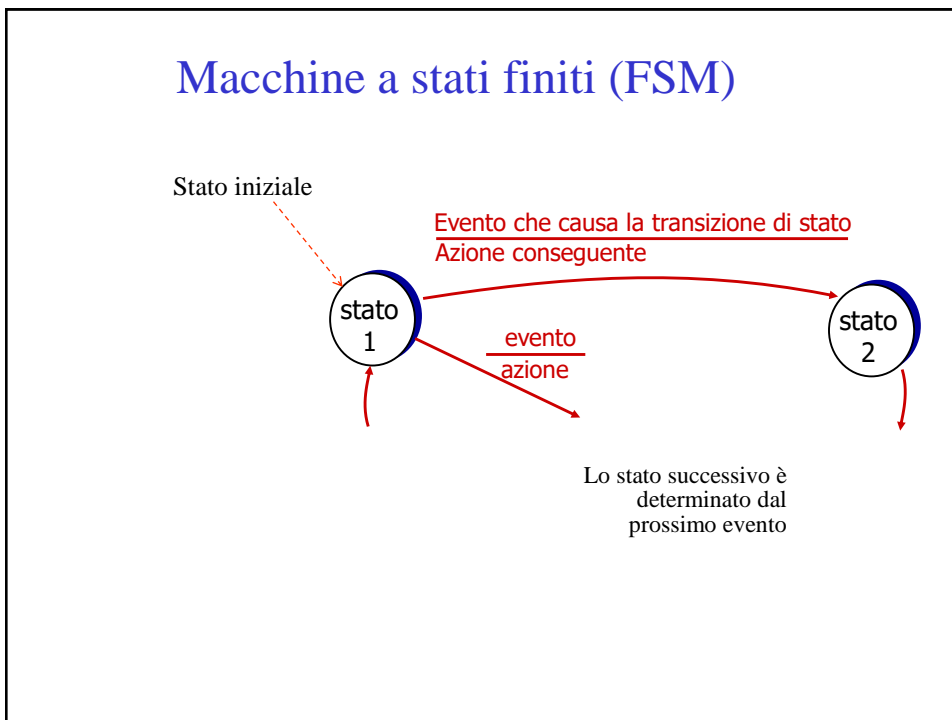
Le caratteristiche del canale inaffidabile determinano la complessità del protocollo di trasferimento affidabile

(rdt: reliable data transfer, udt: unreliable data transfer)

Trasferimento affidabile

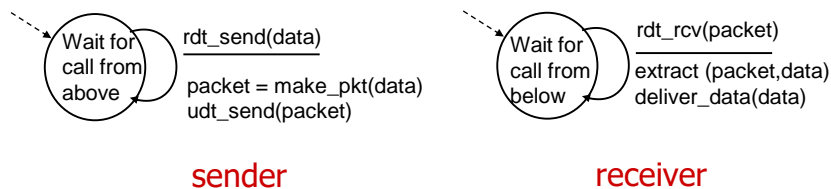


Macchine a stati finiti (FSM)



rdt1.0: trasferimento affidabile su canale affidabile

- Canale sottostante affidabile
 - no errori sui bit
 - no perdita di pacchetti
- FSM per sender e receiver:
 - sender invia dati al canale sottostante
 - receiver legge dati dal canale sottostante



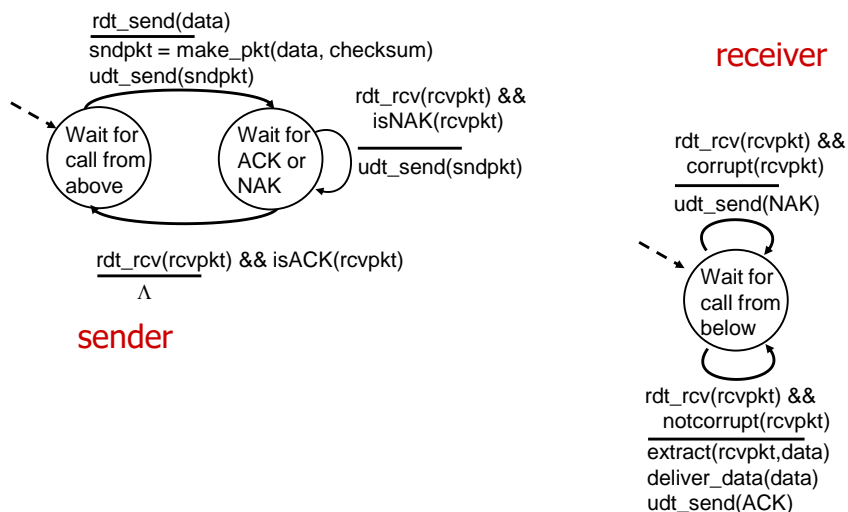
rdt2.0: canale con errori sui bit

- Meccanismi:
 - riconoscimento errori (checksum)
 - feedback: messaggi di controllo (ACK, NAK) dal receiver al sender
 - *acknowledgements (ACK)*: il receiver conferma la ricezione corretta del pacchetto
 - *negative acknowledgements (NAK)*: il receiver conferma la ricezione del pacchetto con errori
 - Ritrasmissione del pacchetto al ricevimento di NAK

Protocolli ARQ

- ❑ Protocolli di tipo ARQ (*Automatic Repeat reQuest*) basati su riscontri positivi (*ACK*), riscontri negativi (*NAK*) e ritrasmissione.
- ❑ Protocollo **stop-and-wait**: dopo l'invio del pacchetto il sender deve ricevere ACK prima di poter inviare altri dati

rdt2.0: FSM



rdt2.0: problema

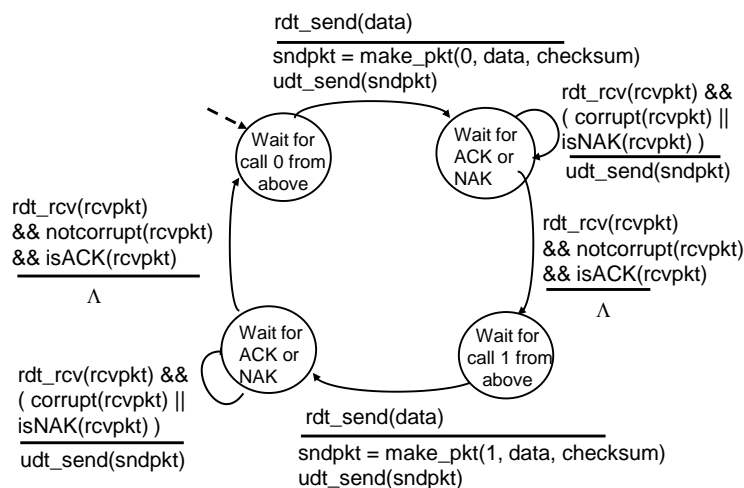
Problema: ACK/NAK con errori

- ❑ Il sender non sa se il receiver ha inviato ACK o NACK
- ❑ Ritrasmette → possibili duplicati

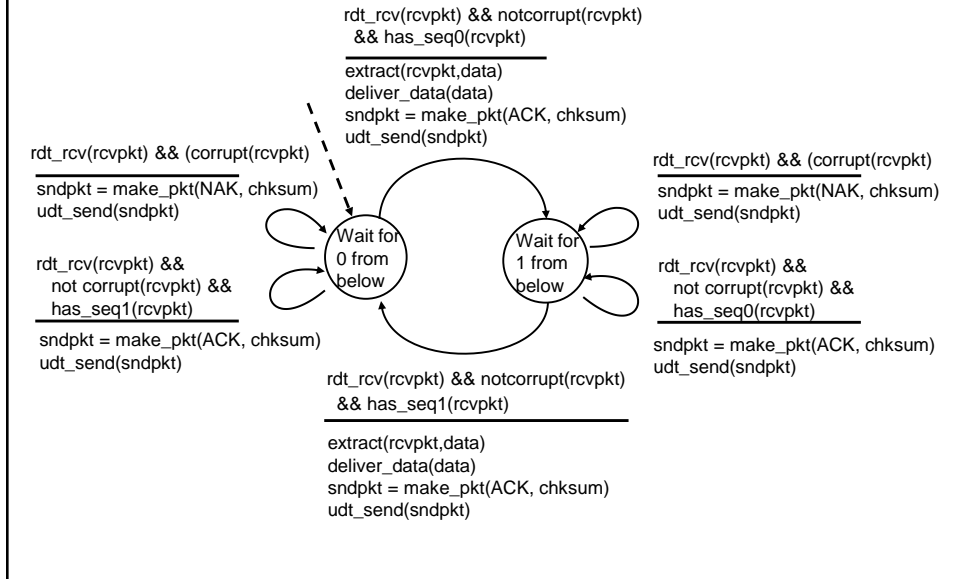
Gestione dei duplicati:

- ❑ Il sender ritrasmette il pacchetto se ACK/NAK corrotti
- ❑ Il sender aggiunge un *numero di sequenza* ad ogni pacchetto
- ❑ Il receiver scarta i pacchetti duplicati

rdt2.1: sender

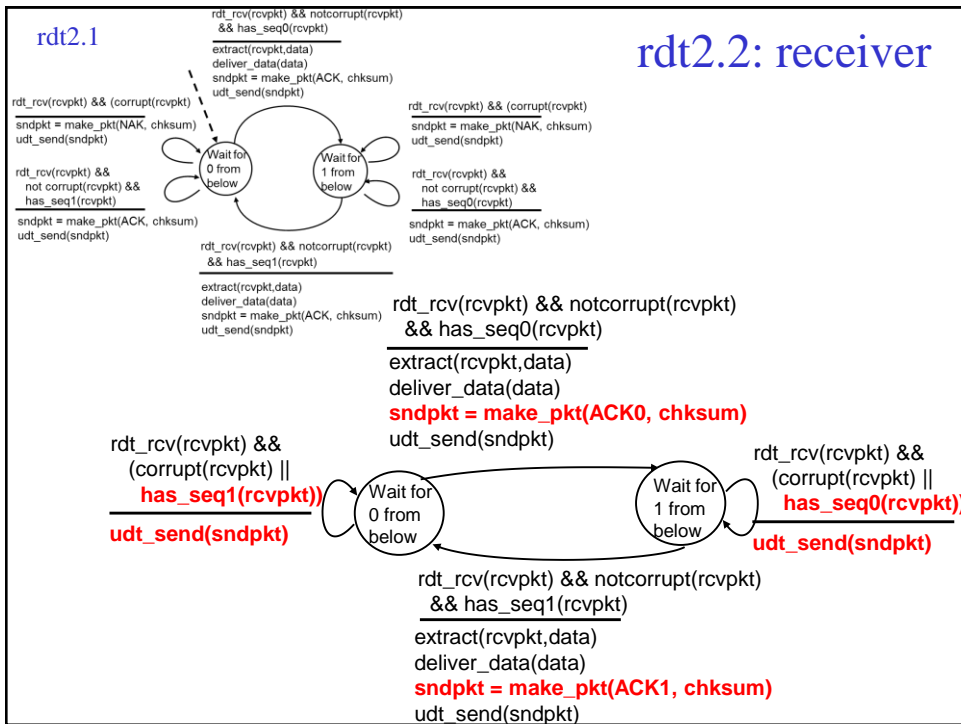
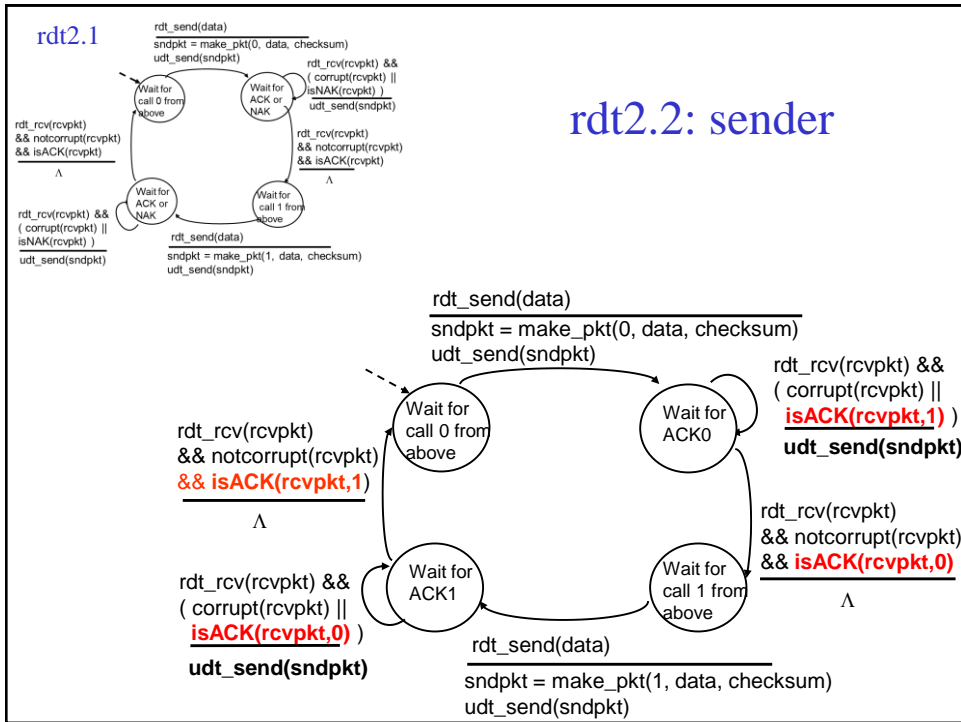


rdt2.1: receiver



Riscontri positivi e negativi

Aggiungendo un **campo di riscontro** agli ACK, contenente il numero di sequenza del segmento cui l'ACK si riferisce, il NAK può essere sostituito da un **ACK duplicato**, relativo all'ultimo segmento ricevuto correttamente



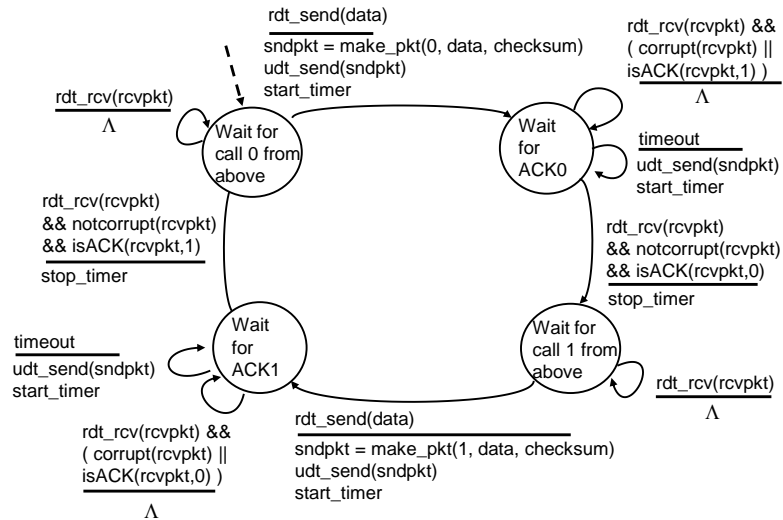
rdt3.0: canale con errori e perdita di pacchetti

- ❑ Il canale sottostante può anche perdere pacchetti. È necessario meccanismo per *rilevare* la perdita di pacchetti (dati o ACK)
- ❑ Se il sender non riceve alcuna notifica dal receiver entro un tempo scelto opportunamente, il pacchetto (o l'ACK) è andato perso e il sender ritrasmette
- ❑ Come scegliere tale tempo?
- ❑ Il pacchetto potrebbe arrivare con forte ritardo: problema dei duplicati, risolvibile con numeri di sequenza

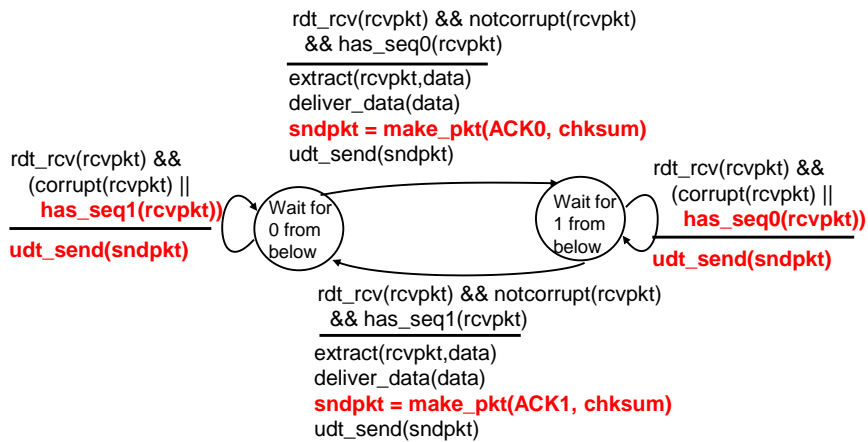
Ritrasmissione basata sul tempo

- ❑ Meccanismo di conto alla rovescia.
- ❑ Il sender deve:
 - avviare il timer dopo la trasmissione di un pacchetto (nuovo o ritrasmesso)
 - interrompere il timer al ricevimento di un ACK
 - rispondere alle interruzioni del timer

rdt3.0 sender



rdt3.0: receiver



Uguale a rdt2.2