

Seminari Eucip, Esercizio e Supporto di Sistemi Informativi Reti e Comunicazioni

Alessandro Farinelli

Dipartimento di Informatica e Sistemistica
Università di Roma "La Sapienza"

Motivazioni e Caratteristiche

- Insiemi di elaboratori che scambiano informazioni
- Inizialmente \Rightarrow più utenti di lavorano sullo stesso mainframe
- Adesso \Rightarrow scambio di servizi ed informazioni

Segnali Analogici e Digitali

Segnale una grandezza che varia nel tempo $X(t)$.
Variazione determina l'informazione trasportata.

Segnali Analogici

- $X(t)$ e t sono grandezza **Continue**
- L'informazione contenuta deteriora molto facilmente con il rumore

Segnali Digitali

- $Z(n)$ ed n sono grandezze **Discrete**
- Molto robusti al rumore

Segnali Campionati e Quantizzati

- $X(n)$ Continua n Discreta \Rightarrow campionato
- $Z(t)$ Discreta t Continua \Rightarrow quantizzato

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Conversione Analogica Digitale

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Motivazioni

- Trasmissione più efficiente
- Più resistente al rumore
- Gestiti da un elaboratore elettronico

$X(t) \Rightarrow Z(n)$

- $X(t) \Rightarrow X(n)$ Campinamento: seleziono valori del segnale ad intervalli di tempo discreti
- Teorema del campionamento: se $f_c \geq 2B$ ricostruzione perfetta
- $X(n) \Rightarrow Z(n)$ Quantizzazione: rappresento ciascun valore $X(n)$ con un insieme di valori discreti.
- Introduce rumore di quantizzazione



Instradare le Informazioni

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

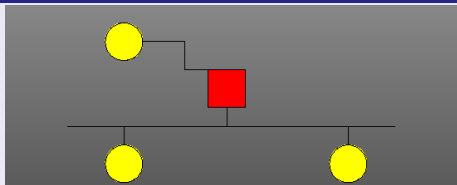
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Come raggiungo un determinato elaboratore ?



Instradamento

- Commutazione di circuito \Rightarrow canale dedicato per tutta la durata della trasmissione dati.
- Commutazione di pacchetto

Instradare le Informazioni

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

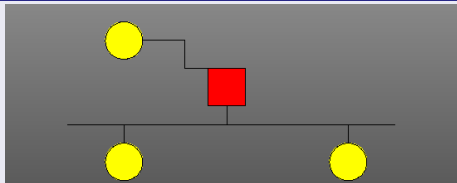
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Come raggiungo un determinato elaboratore ?



Instradamento

- Commutazione di circuito \Rightarrow canale dedicato per tutta la durata della trasmissione dati.
 - Creazione circuito dedicato, Trasferimento dati, Abbattimento connessione.
 - Qualità servizio migliore
 - Sfruttamento risorse non ottimale (Statico)
- Commutazione di pacchetto

Instradare le Informazioni

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

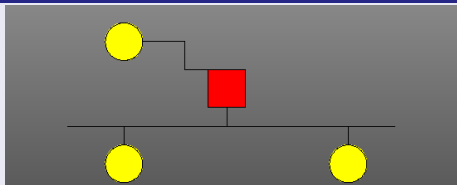
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Come raggiungo un determinato elaboratore ?



Instradamento

- Commutazione di circuito \Rightarrow canale dedicato per tutta la durata della trasmissione dati.
 - **Stream**
- Commutazione di pacchetto

Instradare le Informazioni

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

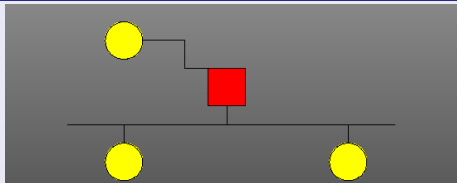
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Come raggiungo un determinato elaboratore ?



Instradamento

- Commutazione di circuito \Rightarrow canale dedicato per tutta la durata della trasmissione dati.
- Commutazione di pacchetto
 - Informazione divisa in pacchetti, Ciascun pacchetto mandato in maniera indipendente
 - Tanti utenti \Rightarrow peggiore qualità servizio
 - Allocazione dinamica risorse, robusta fallimenti.

Instradare le Informazioni

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

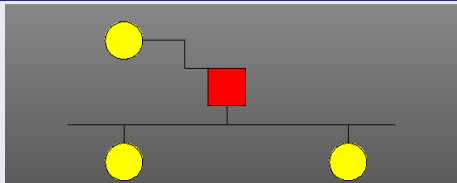
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Come raggiungo un determinato elaboratore ?



Instradamento

- Commutazione di circuito \Rightarrow canale dedicato per tutta la durata della trasmissione dati.
- Commutazione di pacchetto
 - **Datagram**

Datagram Vs. Stream

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Trasferimento basato su connessione

- Affidabilità connessione
- Gestione connessione
- Assenza errore
- Ordinamento pacchetti

Protocollo di comunicazione specifico (Transfer Control Protocol TCP) assicura queste caratteristiche anche su reti basate su **Datagram**

Trasferimento senza connessione

- No connessione
- Poitiche **best effort**
- User Datagram Protocol (UDP)



Ruolo e funzioni

- Istituzioni internazionali (ITU¹, ISO², CEN³ etc. ect.)
- Redigono standard per le comunicazioni (protocolli di scambio informazioni)
- Standard ⇒ permettono compatibilità apparati a livello internazionale

¹International Telecommunication Union

²International Organization for Standardization

³European Committee for Standardization

Componenti rete

- **Calcolatori terminali: PC utilizzati dagli utenti** ←
periferia rete
- **Server: elaboratori che esportano servizi sulla rete** ←
periferia rete
- **Componenti di connessione: router, switch, hub etc.
etc.** ← sezione interna
- **Mezzi trasmissivi: doppiini, cavi coassiali, fibre ottiche
etc.** ← sezione interna

Componenti rete

- Calcolatori terminali: PC utilizzati dagli utenti ⇐ periferia rete
- Server: elaboratori che esportano servizi sulla rete ⇐ periferia rete
- Componenti di connessione: router, switch, hub etc. etc. ⇐ sezione interna
- Mezzi trasmissivi: doppiini, cavi coassiali, fibre ottiche etc. ⇐ sezione interna

Componenti rete

- Calcolatori terminali: PC utilizzati dagli utenti ⇐ periferia rete
- Server: elaboratori che esportano servizi sulla rete ⇐ periferia rete
- Componenti di connessione: router, switch, hub etc. etc. ⇐ sezione interna
- Mezzi trasmissivi: doppi, cavi coassiali, fibre ottiche etc. ⇐ sezione interna

Diverse Modalità

- **Accesso domestico: abitazione privata** \Leftarrow ISP
- **Accesso aziendale: LAN** \Leftarrow ISP
- **Accesso reti mobili**

ISP (Internet Service Provider)

Il concetto di LAN

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Caratteristiche principali

Local Area Network \Rightarrow Reti di Area Locale

- Coprono un'area geografica limitata
- Tipicamente reti aziendali o di istituti
- Rispetto a WAN (Wide Area Network)
 - Dimensione
 - Tecnologia connessione
 - topologia

Mezzi trasmissivi

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Diverse Categorie

- Cavi coassiali
- Doppini in rame (twisted pair)
- Mezzi non guidati
- Fibre ottiche

Modalità trasmissione

- Full Duplex \Rightarrow segnali viaggiano contemporaneamente in entrambi i versi
- Half Duplex \Rightarrow il segnale può viaggiare in entrambi i versi ma non allo stesso tempo
- Simplex \Rightarrow il segnale viaggia sempre in un solo verso

La topologia di una rete

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

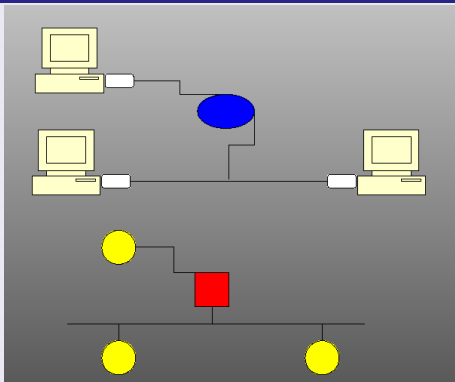
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Concetto di Topologia



Astrazione che descrive la modalità di interconnessione della rete

Topologie di rete: Bus

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

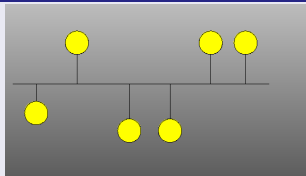
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Topologia a Bus



Caratteristiche principali

- Prima topologia utilizzata per reti ethernet
- Bus mezzo condiviso
- Arbitraggio del BUS tramite CSMA-CD (Carrier Sensing Multiple Access - Conflict Detection)
- Semplice da realizzare e poco costosa, non resistente ai fallimenti (BUS è critico)

Topologie di rete: Ring

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

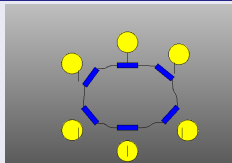
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Topologia ad Anello (Ring)



Caratteristiche principali

- Mezzo trasmissivo non condiviso \Rightarrow no collisioni
- Ordine di trasmissione regolato da Token Ring
- Flusso di informazione rigorosamente definito, anello problematico da realizzare
- Poco robusta ai fallimenti \Rightarrow doppio ring Es: Fiber Distributed Data Interface

Topologie di rete: Ring

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

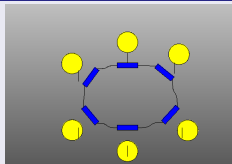
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Topologia ad Anello (Ring)



Caratteristiche principali

- Mezzo trasmissivo non condiviso \Rightarrow no collisioni
- Ordine di trasmissione regolato da Token Ring
- Flusso di informazione rigorosamente definito, anello problematico da realizzare
- Poco robusta ai fallimenti \Rightarrow doppio ring Es: Fiber Distributed Data Interface

Topologie di rete: Star

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

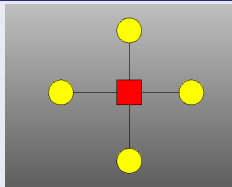
C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Topologia a Stella



Caratteristiche principali

- Mezzo trasmissivo non condiviso \Rightarrow no collisioni
- Molto robusta ai fallimenti
- Costosa da realizzare, ma di gran lunga la più diffusa.

Protocolli di accesso al mezzo

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Principali protocolli

- CSMA/CD (usato in IEEE 802.3)
- Token Ring (usato in IEEE 802.4)
- Token Bus (usato in IEEE 802.5)

Principali protocolli

- CSMA/CD (usato in IEEE 802.3)
 - Controllo canale libero e trasmetto
 - Se collisione smetto ed attendo 2^n turni con $n =$ collisioni successive rilevate
 - Collisione dovuta a ritardo segnale
- Token Ring (usato in IEEE 802.4)
- Token Bus (usato in IEEE 802.5)

Protocolli di accesso al mezzo

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Principali protocolli

- CSMA/CD (usato in IEEE 802.3)
- Token Ring (usato in IEEE 802.4)
 - Trasmetto solo quando ho il Token
 - Fine trasmissione rimetto Token su rete
 - Token segue l'anello
- Token Bus (usato in IEEE 802.5)

Protocolli di accesso al mezzo

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Principali protocolli

- CSMA/CD (usato in IEEE 802.3)
- Token Ring (usato in IEEE 802.4)
- Token Bus (usato in IEEE 802.5)
 - Simile a Token Ring ma anello **Logico**
 - Token viene spedito al successore

Dispositivi di Interconnessione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Collegano diverse LAN

Motivazioni

- Domini di collisione troppo ampi \Rightarrow **segmentano** la rete
- Attenuazione del segnale \Rightarrow deve essere rinforzato (ripetuto)
- **non tutti i dispositivi segmentano la rete !**

Dispositivi

- Hub (ripetitori) \Leftarrow non segmentano, ripetono segnale
- Bridge \Leftarrow segmentano utilizzando MAC address
- Router \Leftarrow segmentano utilizzando IP address
- Switch \Leftarrow bridge ad alte prestazioni

Dispositivi di Interconnessione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Collegano diverse LAN

Motivazioni

- Domini di collisione troppo ampi \Rightarrow **segmentano** la rete
- Attenuazione del segnale \Rightarrow deve essere rinforzato (ripetuto)
- **non tutti i dispositivi segmentano la rete !**

Dispositivi

- Hub (ripetitori) \Leftarrow non segmentano, ripetono segnale
- Bridge \Leftarrow segmentano utilizzando MAC address
- Router \Leftarrow segmentano utilizzando IP address
- Switch \Leftarrow bridge ad alte prestazioni



Dispositivi di Interconnessione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Collegano diverse LAN

Motivazioni

- Domini di collisione troppo ampi \Rightarrow **segmentano** la rete
- Attenuazione del segnale \Rightarrow deve essere rinforzato (ripetuto)
- **non tutti i dispositivi segmentano la rete !**

Dispositivi

- Hub (ripetitori) \Leftarrow non segmentano, ripetono segnale
- Bridge \Leftarrow segmentano utilizzando MAC address
- Router \Leftarrow segmentano utilizzando IP address
- Switch \Leftarrow bridge ad alte prestazioni



Dispositivi di Interconnessione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Collegano diverse LAN

Motivazioni

- Domini di collisione troppo ampi \Rightarrow **segmentano** la rete
- Attenuazione del segnale \Rightarrow deve essere rinforzato (ripetuto)
- **non tutti i dispositivi segmentano la rete !**

Dispositivi

- Hub (ripetitori) \Leftarrow non segmentano, ripetono segnale
- Bridge \Leftarrow segmentano utilizzando MAC address
- Router \Leftarrow segmentano utilizzando IP address
- Switch \Leftarrow bridge ad alte prestazioni

Dispositivi di Interconnessione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Collegano diverse LAN

Motivazioni

- Domini di collisione troppo ampi \Rightarrow **segmentano** la rete
- Attenuazione del segnale \Rightarrow deve essere rinforzato (ripetuto)
- **non tutti i dispositivi segmentano la rete !**

Dispositivi

- Hub (ripetitori) \Leftarrow non segmentano, ripetono segnale
- Bridge \Leftarrow segmentano utilizzando MAC address
- Router \Leftarrow segmentano utilizzando IP address
- Switch \Leftarrow bridge ad alte prestazioni

Protocolli di Comunicazione

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

- modalità scambio info dipende da molti fattori
 - dispositivi fisici
 - mezzi trasmissivi
 - regole di instradamento
- Standard per i protocolli \Rightarrow garantiscono la compatibilità

Il modello ISO-OSI

OSI (Open Systems Interconnection)

Pila modello ISO-OSI

- 7 Applicazione \Leftarrow Interfaccia con applicazioni
- 6 Presentazione \Leftarrow Rappresentazione dati
- 5 Sessione \Leftarrow Sincronizzazione delle comunicazioni
- 4 Trasporto \Leftarrow Impacchettamento e possibile ritrasmissione
- 3 Rete \Leftarrow Instradamento
- 2 Collegamento \Leftarrow trasferimento dati (Media Access Control e Logical Link Control)
- 1 Fisico \Leftarrow standard sui mezzi trasmissivi

Ciascun Livello **imbusta** i dati

Insieme di protocolli TCP/IP

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Insieme di protocolli comunemente utilizzati

TCP/IP

- 4 Trasporto \Leftarrow TCP Transfer Control Protocol oppure User Datagram Protocol
- 3 Rete \Leftarrow IP Internet Protocol
- 2 Collegamento \Leftarrow Non specificato
- 1 Fisico \Leftarrow Non specificato

Indirizzamento dei pacchetti

- Utilizzato dai router per instradare i pacchetti lungo il **path** migliore
- Indirizzi composti da 4 Byte (nella versione v4, v6 16 Byte)
- Gerarchico \Rightarrow 192.168.3.0 definisce una sottorete
- Indirizzi gestiti da organismi preposti.
- Esistono indirizzi riservati, in genere usati per le LAN
- È il protocollo utilizzato su internet.

User Datagram Protocol

- Divide il messaggio in pacchetti (Datagram)
- Spedisce ciascun pacchetto in maniera indipendente politica **best effort**
- Non instaura una connessione
- Non controlla la ricezione del pacchetto
- Non garantisce l'ordine di arrivo dei pacchetti
- Applicazioni in cui il tempo di arrivo determinante e la perdita dati accettabile (Es: Voice over IP)

Transfer Control Protocol

- Divide il messaggio in pacchetti (Datagram)
- Instaura una connessione
- Garantisce l'arrivo e l'ordine di arrivo dei pacchetti
- Utilizza il concetto di ack
- Applicazioni in cui determinante che tutti i dati arrivino a destinazione a discapito del tempo.(Es: Trasferimento File)
- Genera molto traffico di rete

Congestione di Rete

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Troppi dati da gestire (mezzo trasmissivo, mezzi di interconnessione, server etc. etc.) \Rightarrow Molto difficile da evitare

Modalità gestione

- Progettazione della rete
- Politiche di Instradamento

Congestione di Rete

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Troppi dati da gestire (mezzo trasmissivo, mezzi di interconnessione, server etc. etc.) \Rightarrow Molto difficile da evitare

Modalità gestione

- Progettazione della rete
 - Topologia
 - Mezzi trasmissivi
 - Dispositivi di interconnessione
- Politiche di Instradamento

Congestione di Rete

Modulo C3

Alessandro
Farinelli

C.3 Reti e Co-
municazioni

Principi della
Comunicazione a
Distanza

Componenti ed
Architettura di Rete

Protocolli di
Comunicazione

Troppi dati da gestire (mezzo trasmissivo, mezzi di interconnessione, server etc. etc.) \Rightarrow Molto difficile da evitare

Modalità gestione

- Progettazione della rete
- Politiche di Instradamento
 - Router tentano di instradare i pacchetti verso sezioni meno congestionate
 - Congestione rilevata tramite i messaggi scambiati tra i router (importante l'ack)
 - Politiche locali \Rightarrow non ottime