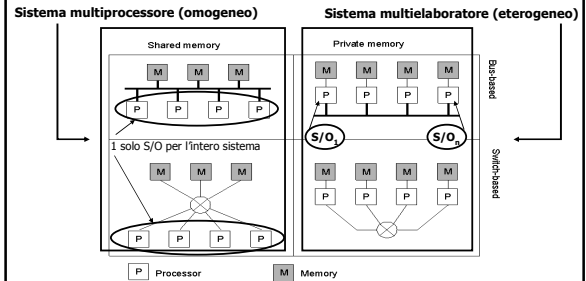


Definizioni essenziali – 1

- **Sistemi multiprocessore**
 - Più CPU condividono uno spazio di indirizzamento unico e globale
 - Memoria condivisa **fisicamente**
 - Un solo S/O controlla tutte le CPU
- **Sistemi distribuiti**
 - Più elaboratori completi permanentemente connessi da linee dedicate
 - Spazi di indirizzamento distinti ma con risorse globali
 - Più istanze di uno stesso S/O che operano in modo coordinato
 - Il S/O virtualizza ogni accesso alle risorse globali facendole apparire come locali

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 288

Definizioni essenziali – 2



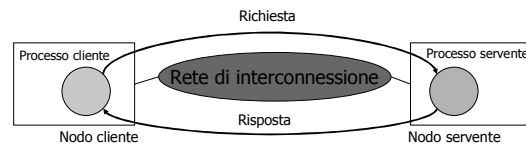
La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 289

Definizioni essenziali – 3

- **Rete di elaboratori**
 - Elaboratori autonomi interconnessi
 - Ciascun elaboratore ha controllo solo sulle proprie risorse
 - Ogni accesso a risorse remote avviene tramite richiesta esplicita al possessore
 - Ogni elaboratore ha un proprio S/O che comunica con altri solo per emettere richieste di accesso a risorse remote o rispondere a richieste di servizio provenienti da elaboratori remoti

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 290

Modello di rete cliente-servente



La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 291

Altri modelli di rete

- Il modello cliente-servente è tipico di strutture funzionalmente integrate
 - Aziende, laboratori, centri di ricerca, con forti esigenze di interconnessione sin dagli anni '60
- Vari altri modelli sono emersi nel frattempo
 - **P2P (peer-to-peer)**
 - Nessun nodo permanentemente configurato come servente
 - **B2C (business-to-consumer)**, **B2B (business-to-business)**, etc.
 - La connessione permette accesso diretto alla fornitura di prodotti e servizi su base opportunistica

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 292

Classificazione di reti fisiche – 1

- Basata sulle modalità di interconnessione
 - **Reti a diffusione (broadcast)**: singolo canale di comunicazione condiviso da tutti i nodi di elaborazione
 - Le unità di comunicazione scambiate tra i nodi (pacchetti) devono identificare mittente e destinatario
 - Tutti i nodi vedono la comunicazione
 - Lo stesso messaggio può essere inviato simultaneamente a tutti i nodi (**broadcast**) o a un loro sottoinsieme (**multicast**)
 - **Reti punto a punto (point-to-point)**: molte connessioni distinte tra diverse coppie di nodi
 - La comunicazione tra nodi non direttamente connessi deve attraversare nodi intermedi
 - Ciò comporta problematiche di instradamento (**routing**) potenzialmente complesse

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 293

Classificazione di reti fisiche – 2

- Le reti possono essere classificate anche in base all'ampiezza dell'area coperta
 - La distanza massima consentita tra i nodi

Distanza tra nodi	Area coperta	Esempio
1 m	1 m ²	Rete personale
10 m	Singola stanza	Rete locale
100 m	Singolo edificio	
1 km	Singolo dipartimento	
10 km	Cittadina	Rete metropolitana
100 km	Regionale	Rete Geografica
1000 km	Continentale	Internet
10,000 km	Planetaria	

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 294

Reti fisiche: reti locali (LAN)

- Proprietà privata di specifiche organizzazioni
 - Condivisione di risorse e scambio di informazione
 - Distanze contenute
 - Tempi di trasmissione noti a priori
 - Connessione via cavo secondo svariate **topologie**
 - Lineare (bus)**: ad ogni istante 1 solo nodo è abilitato all'invio (**master**)
 - Necessita di meccanismi per la rotazione dell'abilitazione all'invio
 - Arbitraggio centralizzato o cooperativo
 - Ethernet**: **arbitraggio casuale** che ammette collisioni
 - L'eventuale collisione viene risolta da ciascun emittente ripetendo la trasmissione dopo un'attesa di durata casuale
 - Ad anello (ring)**: richiede un meccanismo di arbitraggio
 - P.es. a gettone (**token**) circolante

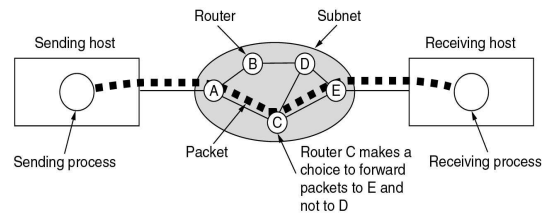
La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 295

Reti fisiche: reti geografiche – 1

- Nodi (**host**) interconnessi in topologie irregolari e con comunicazioni veicolate da sottoreti (**subnet**)
 - Un nodo specializzato (**router**) svolge il ruolo di punto di ingresso e/o di uscita per ciascuna sottorete
 - Router** non direttamente connessi comunicano attraverso **router** intermedi che ricevono l'intero pacchetto per poi inviarlo verso il nodo successivo
 - L'interconnessione tra ed entro **subnet** è di tipo punto a punto
 - Modalità anche detta **store-and-forward** oppure **packet-switched**

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 296

Reti fisiche: reti geografiche – 2



Una **subnet** contiene solo nodi **router**

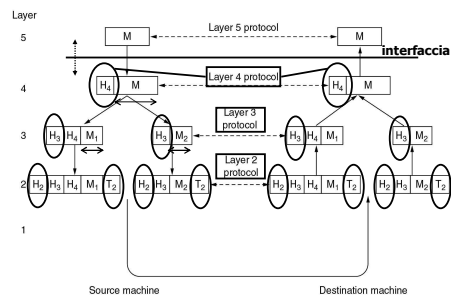
La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 297

Gerarchie di protocolli di rete – 1

- Per rendere trattabile la complessità delle comunicazioni su rete il **software** di gestione viene organizzato su più livelli gerarchici
 - Ogni livello usa un proprio **protocollo** per comunicare con il proprio omologo
 - Le componenti responsabili del protocollo al medesimo livello gerarchico su nodi distinti sono chiamate **peer**
 - Un **interfaccia** separa il livello superiore dal livello immediatamente inferiore sullo stesso nodo
 - L'insieme complessivo dei protocolli usati a ogni livello è detto **protocol stack**
 - L'insieme delle interfacce e del **protocol stack** corrispondente è detto **architettura di rete**

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 298

Gerarchie di protocolli di rete – 2



La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 299

Gerarchie di protocolli di rete – 3

- Solo i livelli **peer** sanno interpretare allo stesso modo le unità di comunicazione da loro trattate (**PDU, protocol data unit**)
 - Per questo si dice che essi comunicano tra di loro mediante il loro specifico **protocollo**
 - Il protocollo determina **formato** e **significato** dei **PDU**
- Il livello inferiore su un nodo offre specifici **servizi** al livello superiore sullo stesso nodo
 - L'insieme di operazioni primitive sulle PDU in ingresso

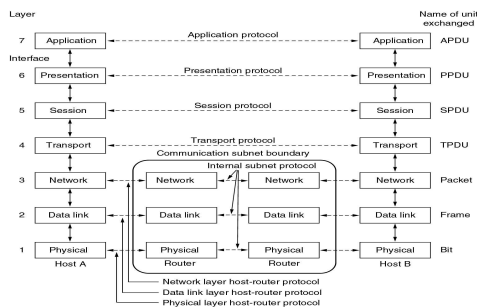
La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 300

Modello di riferimento OSI – 1

- 1983: ISO pubblica un modello di riferimento detto **Open Systems Interconnection (OSI)**
- Principio guida del modello è la definizione di livelli funzionali **fortemente coesi** per facilitare la definizione di protocolli standard
 - Non si tratta di una architettura di rete standard perché **non** specifica servizi e protocolli
 - Solo un **modello concettuale**

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 301

Modello di riferimento OSI – 2



La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 302

Modello di riferimento OSI – 3

- 1. Livello Fisico:** trasmette **bit non interpretati** su un canale **fisico** di comunicazione
- 2. Livello del Collegamento dati:** aggiunge **controllo e struttura** alla trasmissione fisica
 - Suddivisione in unità chiamate **frame** trasmesse sequenzialmente e confermate dal destinatario
- 3. Livello di Rete:** determina l'**instradamento (routing)** di pacchetti nella **subnet**
 - Richiesto solo per collegamenti punto a punto

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 303

Modello di riferimento OSI – 4

- 4. Livello Trasporto:** suddivide le unità dati ricevute dal livello superiore in unità più piccole delle quali accerta la corretta ricezione
 - Comunicazioni **frammentate** per non congestionare la rete
 - Il **primo** livello dal basso che relaziona il mittente originale al destinatario finale (**end-to-end**)
- 5. Livello Sessione:** stabilisce sessioni di lavoro (p.es.: **login**, sincronizzazione) tra nodi remoti
- 6. Livello Presentazione:** mette a fattor comune funzioni che operano sui dati sorgenti (p.es.: conversione dei formati di codifica dati)
- 7. Livello delle Applicazioni:** consente l'esecuzione di servizi applicativi (p.es.: FTP) tra nodi eterogenei

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 304

Modello di riferimento TCP/IP – 1

- Trae origine da ARPANET che negli anni '70 collegava sedi universitarie, centri di ricerca ed installazioni governative negli USA mediante nodi connessi da linee telefoniche
- **2 obiettivi principali**
 - Consentire l'interconnessione di reti eterogenee
 - Prevedere più cammini alternativi tra mittente e destinatario
 - Livello rete **packet-switched** senza bisogno di connessione staticamente fissata (**connectionless**)
 - Infrastruttura logica denominata "**internet**"

La rete: modelli di riferimento Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega Pagina 305

Modello di riferimento TCP/IP – 2

- Il livello **"internet"** consente ai dati del mittente di giungere a destinazione pur attraversando *subnet* diverse
 - Percorsi diversi causano tempi di arrivo diversi
 - Il riordinamento dei pacchetti diventa compito cruciale dei livelli superiori
 - Il formato e il significato dei pacchetti dati trattati a livello "internet" è fissato da **IP (Internet Protocol)**

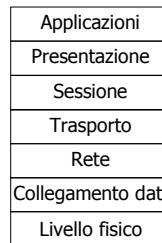
La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

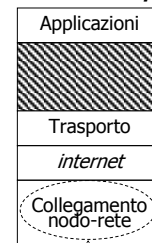
Pagina 306

Modello di riferimento TCP/IP – 3

Modello OSI



Modello TCP/IP



Non definito

La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 307

Modello di riferimento TCP/IP – 4

- Il **livello Trasporto** definisce 2 protocolli
 - **TCP (Transmission Control Protocol)** assicura trasmissione senza errori da nodi mittente a nodi destinatari presenti al livello *internet*
 - **Nodo mittente:** il flusso di dati in ingresso al TCP viene frammentato e passato a IP che instrada ciascun frammento individualmente
 - **Nodo destinatario:** TCP ricostituisce il flusso in uscita riassemblando i frammenti ricevuti da IP
 - TCP richiede **controllo di flusso** e di **ordinamento**
 - **UDP (User Datagram Protocol)** trasmette senza garanzie di successo
 - L'applicazione preferisce immediatezza ad affidabilità
 - Si occupa in proprio di gestire eventuali problemi trasmissivi

La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 308

Modello di riferimento TCP/IP – 5

- Il **livello delle Applicazioni** è ricco di protocolli di alto livello realizzati direttamente senza l'impiego dei 2 livelli inferiori previsti dal modello OSI
 - **telnet**
 - Per effettuare *login* su nodi remoti
 - **FTP (File Transfer Protocol)**
 - Per il trasferimento interattivo di *file* tra nodi remoti
 - **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)**
 - Per l'invio di messaggi di posta elettronica
 - **HTTP (HyperText Transfer Protocol)**
 - Per l'accesso a e l'utilizzo di pagine *Web*
 - Molti altri protocolli sono definiti a questo livello
 - Tra essi: **NFS** e **DNS (Domain Name Service)**

La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 309

Raffronto tra modelli – 1

- Il maggiore contributo del modello OSI sta nella chiara definizione di (e distinzione tra):
 - **Servizi:** cosa un livello offre (non come)
 - **Interfacce:** come si accede ai servizi del livello
 - **Protocolli:** come il livello esegue i propri servizi
- Per il modello OSI i protocolli discendono dal modello (visione concettuale)
 - **Modello più generale dei protocolli**
- Per il modello TCP/IP il modello discende dai protocolli (visione pragmatica)
 - **Modello riflette protocolli specifici**

La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 310

Raffronto tra modelli – 2

- Il **modello TCP/IP** è pragmatico e prevede solo i livelli ritenuti strettamente necessari
- Il **modello OSI** è concettuale e prevede livelli per coerenza d'astrazione e fattorizzazione
- Il **livello Trasporto** del modello OSI si sforza di stabilire connessioni esplicite tra nodi (**connection-oriented**) anche ove il livello rete ne fosse privo (**connectionless**)
- Il **livello Trasporto** del modello TCP/IP lascia la scelta all'utente ma assume un livello rete (*internet*) senza connessioni esplicite

La rete: modelli di riferimento

Architettura degli Elaboratori 2 - T. Vardanega

Pagina 311