

Reti di calcolatori e Internet

Stefano Lodi

Insegnamento di Informatica

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

stefano.lodi@unibo.it

28 maggio 2007

Reti di comunicazione

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Una *rete di calcolatori* è costituita da due o più dispositivi di calcolo autonomi che possono scambiarsi, attraverso opportuni programmi, dati in rappresentazione digitale
 - ◆ Un calcolatore non può controllarne un altro
 - ◆ I dispositivi devono essere attivi rispetto all'informazione (non televisori o radio)
 - ◆ I dispositivi devono essere dotati di capacità di calcolo (non apparecchi telefonici tradizionali, o semplici terminali collegati ad un elaboratore centrale)

Vantaggi delle reti di calcolatori

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori

Classificazione per estensione spaziale

Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast

Livelli e protocolli

Modello di riferimento TCP/IP

Livello di applicazione

TCP e UDP

IP

Indirizzi IP

DNS (Domain Name System)

Uso del DNS

Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS

Uso del DNS e zone

POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet

Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

- Accesso remoto alle risorse e loro condivisione
 - ◆ Stampanti
 - ◆ Memorie di massa,
 - ◆ Documenti e programmi
 - ◆ ...
- Affidabilità
 - ◆ Se più calcolatori svolgono rendono disponibile una risorsa, un guasto sarà avvertito solo come diminuzione temporanea di prestazioni del sistema
 - Copie multiple di archivi
 - Replicazione delle funzioni di calcolo
- Risparmio
 - ◆ Un calcolatore ad alte prestazioni ha un più alto rapporto costo/prestazioni
- ⇒ **Servizi agli individui** ⇐

Classificazione per estensione spaziale

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS
Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

Locali (LAN, Local Area Network)

- Edificio (100 m tra i calcolatori)
- Complesso di edifici (1 km) es. la rete dipartimentale o universitaria

Reti delle dimensioni di una stanza (10 m) sono anche chiamate **Personali** (PAN, Personal Area Network)

Metropolitane (MAN, Metropolitan Area Network) (10 km)

Agglomerato urbano es. rete di una comunità locale o città

Geografiche (WAN, Wide Area Network)

- Nazione (100 km)
- Continente (1000 km)
- Estensione illimitata, es. Internet

Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

■ Classificazione per **struttura interna**

Aperta Le tecnologie necessarie all'interconnessione sono disponibili a chiunque, senza corresponsione di diritti

- ◆ Internet è una rete aperta in cui la comunicazione è regolata dagli standard TCP/IP, utilizzabili senza pagamento di diritti

Chiusa (o proprietaria) Le tecnologie sono sviluppate e fornite da una singola entità che pertanto può richiedere il pagamento di una licenza d'uso

■ Classificazione per **tecnologia di trasmissione**

Broadcast I calcolatori condividono un canale unico di comunicazione. Un calcolatore invia ogni messaggio a tutti; il messaggio contiene l'indirizzo del destinatario. Ogni calcolatore riceve il messaggio e controlla l'indirizzo e risponde se corrisponde al proprio.

Punto a punto I calcolatori sono collegati a coppie. Il messaggio inviato può dovere attraversare vari calcolatori intermedi prima di essere recapitato al destinatario. Opportuni algoritmi governano il percorso dei messaggi.

Reti broadcast

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast

Livelli e protocolli

Modello di riferimento TCP/IP

Livello di applicazione

TCP e UDP

IP

Indirizzi IP

DNS (Domain Name System)

Uso del DNS

Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS

Uso del DNS e zone

POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet

Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

■ Topologie possibili per le reti broadcast

Bus Tutti i calcolatori sono connessi tra loro, attraverso una connessione comune, detta *bus* della rete

- ◆ Molto diffusa a causa del successo dello standard **Ethernet**, basato sul bus

Anello Calcolatori connessi circolarmente. Ogni elaboratore è connesso a esattamente due elaboratori nella rete

Stella Un calcolatore, il *centro* della stella, è connesso a tutti gli altri; ogni calcolatore restante è connesso solo al centro

- ◆ Tipica delle installazioni in cui un computer centrale serviva un insieme di terminali, poi sostituiti da computer autonomi

Livelli e protocolli

- Reti di comunicazione
- Vantaggi delle reti di calcolatori
- Classificazione per estensione spaziale
- Struttura interna e tecnologia di trasmissione
- Reti broadcast
- Livelli e protocolli
- Modello di riferimento TCP/IP
- Livello di applicazione
- TCP e UDP
- IP
- Indirizzi IP
- DNS (Domain Name System)
- Uso del DNS
- Spazio dei nomi DNS
- Descrittori DNS
- Server DNS
- Uso del DNS e zone
- POP3 e IMAP
- I livelli inferiori
- Ethernet
- Interconnessione di reti (LAN)
- Repeater e Hub
- Bridge
- Switch
- Router

- Il funzionamento di una rete è governato da software altamente complesso strutturato in *livelli*
- Il software di un livello presuppone di potere utilizzare le funzionalità offerte dal software del livello sottostante
 - ◆ La definizione del numero e funzionalità del livelli caratterizzano ciascuna rete
 - ◆ Software del livello n in esecuzione in un calcolatore comunica solo con software del livello n nel calcolatore corrispondente
 - ◆ La comunicazione avviene secondo un insieme di regole definite a priori chiamate *protocollo*
 - ◆ La comunicazione non avviene direttamente. Ciascuno dei due software in esecuzione utilizza, per spedire messaggi a e ricevere messaggi dal proprio corrispondente, i servizi forniti da software al livello sottostante.
 - Il livello piú basso, detto *livello fisico*, si occupa della materiale trasmissione dei bit di informazione su un mezzo trasmissivo (es. software della scheda di rete)
- L'insieme di livelli e protocolli è l'*architettura di rete*
- *Pila dei protocolli* è una particolare realizzazione software dell'architettura

Modello di riferimento TCP/IP

- Reti di comunicazione
- Vantaggi delle reti di calcolatori
- Classificazione per estensione spaziale
- Struttura interna e tecnologia di trasmissione
- Reti broadcast
- Livelli e protocolli
- Modello di riferimento TCP/IP
- Livello di applicazione
- TCP e UDP
- IP
- Indirizzi IP
- DNS (Domain Name System)
- Uso del DNS
- Spazio dei nomi DNS
- Descrittori DNS
- Server DNS
- Uso del DNS e zone
- POP3 e IMAP
- I livelli inferiori
- Ethernet
- Interconnessione di reti (LAN)
- Repeater e Hub
- Bridge
- Switch
- Router

- È l'architettura di rete di Internet
- Modello a 4 livelli: *applicazione, trasporto, internet, host-rete*
- Il livello di applicazione è oggi popolato da molti protocolli tra cui
 - ◆ DNS (Domain Name Service)
 - ◆ HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)
 - ◆ FTP (File Transfer Protocol)
 - ◆ SMTP (Send Mail Transfer Protocol)
- Il livello di trasporto ha due protocolli principali
 - ◆ TCP (Transmission Control Protocol)
 - ◆ UDP (User Datagram Protocol)
- Il livello di internet ha un protocollo principale
 - ◆ IP (Internet Protocol)
- Il livello host-rete è non specificato

Livello di applicazione

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP

Livello di applicazione

TCP e UDP

IP

Indirizzi IP

DNS (Domain Name System)

Uso del DNS

Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS

Uso del DNS e zone

POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet

Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

- Contiene i protocolli che realizzano funzionalità per lo più destinate all'utente finale
- I protocolli di applicazione permettono di effettuare attività di comunicazione, quali l'invio e la consegna di posta, il trasferimento di file, la lettura di documenti ipertestuali, tra utenti di sistemi differenti
- Ad esempio un protocollo di trasferimento di file specificherà le modalità per indicare il file, il calcolatore sui cui risiede, l'operazione di trasferimento da eseguire, eventuali conversioni

TCP e UDP

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione

TCP e UDP

IP

Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

TCP

- Fornisce al livello applicativo un canale di comunicazione affidabile tramite il quale sequenze di byte che hanno origine su un calcolatore sono consegnate senza errori a un destinatario di pari livello su un altro calcolatore in rete
- Le sequenze sono frammentate all'origine e ricostruite nel giusto ordine all'arrivo
- Si gestisce un flusso di controllo per evitare che un calcolatore veloce sovraccarichi di messaggi un calcolatore piú lento

UDP

- Protocollo inaffidabile, senza sequenzializzazione e controllo del flusso
- Utilizzato quando la velocità è piú importante della accuratezza
 - ◆ Trasmissioni audio e video

- Permette a un calcolatore di inserire in una rete *datagrammi* in modo che viaggino verso la destinazione specificata, eventualmente in frammenti (fragments)
 - ◆ anche attraverso percorsi differenti
 - ◆ non necessariamente nell'ordine di invio. Il riordino è demandato ai livelli superiori
- Analogia con le lettere ordinarie del sistema postale
 - ◆ Si inviano lettere o telegrammi
 - ◆ Ciascuno ha un destinatario e un mittente
 - ◆ Non si ha conferma della ricezione
 - ◆ L'ordine di arrivo non è necessariamente quello di invio
- La struttura del datagramma consiste in un *preambolo* e una *parte testo*
 - Preambolo** contiene informazioni di servizio come sorgente (32 bit), destinazione (32 bit), lunghezza, un identificatore (tutti i frammenti di un datagramma hanno lo stesso identificatore)
 - Parte testo** I dati di utente che devono essere trasmessi

Indirizzi IP

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP

Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Ogni calcolatore in Internet ha un indirizzo IP di 32 bit che codifica un identificatore di rete e un identificatore di host.
- Inizialmente, la ripartizione dei 32 bit determinava la cosiddetta *classe della rete*: A, B, C, D, E.

A	0	Rete	Host	1.0.0.0 – 127.255.255.255
B	10	Rete	Host	128.0.0.0 – 191.255.255.255
C	110	Rete	Host	192.0.0.0 – 223.255.255.255
D	1110	Indirizzo multicast		224.0.0.0 – 239.255.255.255
E	1111	Riservata		240.0.0 – 255.255.255.255

(Gli indirizzi *multicast* (classe D) sono usati per comunicare con un grande numero di riceventi contemporaneamente)

- ◆ Più recentemente, è stato adottato il più flessibile **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)**: si allocano gli indirizzi in blocchi, dove un *blocco* è un insieme di indirizzi che hanno un certo numero di bit iniziali uguali, il *prefisso* del blocco, che può essere di qualunque lunghezza
- Gli indirizzi di rete sono assegnati da organismi sovranazionali (es. in Europa il RIPE, www.ripe.net), coordinati dall'ente ICANN (**Internet Corporation for Assigned Names and Numbers**, www.icann.org), ad evitare possibili duplicazioni

DNS (Domain Name System)

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

- Gli indirizzi IP sono raramente usati
- Si preferisce, anche per ragioni mnemoniche, utilizzare nomi per i calcolatori della rete e stabilire una tabella di corrispondenza tra nomi e indirizzi IP
- I programmi invocano meccanismi automatici di consultazione della tabella e traduzione
 - ◆ Quando la rete era composta da un numero esiguo di calcolatori, esisteva un file memorizzato su un particolare calcolatore che tutti scaricavano a intervalli regolari
 - ◆ Con milioni di calcolatori in rete tale soluzione non è più possibile
 - ◆ La tabella di corrispondenza è realizzata mediante un sistema distribuito, il DNS, che si occupa di evitare le duplicazioni e rispondere alle richieste di conversione

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

Uso del DNS

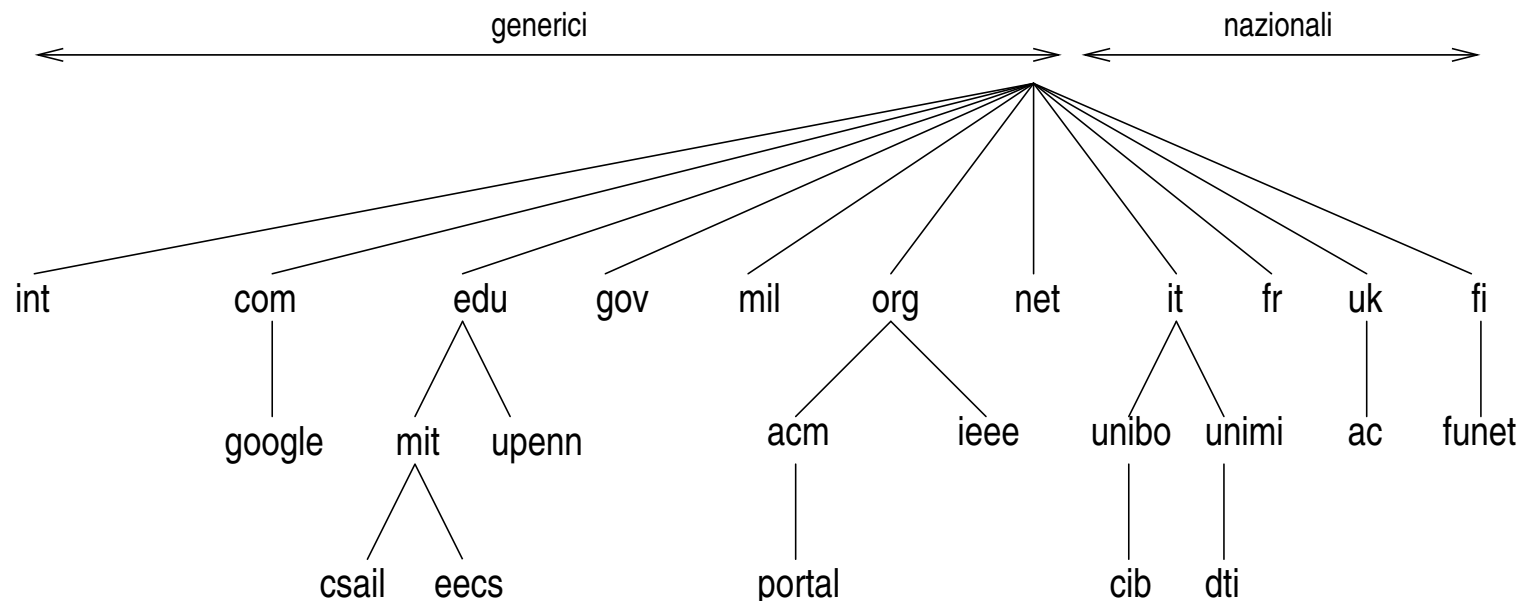
- Reti di comunicazione
- Vantaggi delle reti di calcolatori
- Classificazione per estensione spaziale
- Struttura interna e tecnologia di trasmissione
- Reti broadcast
- Livelli e protocolli
- Modello di riferimento TCP/IP
- Livello di applicazione
- TCP e UDP
- IP
- Indirizzi IP
- DNS (Domain Name System)
- Uso del DNS
- Spazio dei nomi DNS
- Descrittori DNS
- Server DNS
- Uso del DNS e zone
- POP3 e IMAP
- I livelli inferiori
- Ethernet
- Interconnessione di reti (LAN)
- Repeater e Hub
- Bridge
- Switch
- Router

- Supponiamo un programma debba convertire un nome esistente in un indirizzo IP
- A questo scopo chiama una funzione di una libreria di *risoluzione* (**resolver**) passando come parametro il nome, ad es. `www.unibo.it`
- Il resolver invia un pacchetto UDP a un server DNS locale, generalmente un calcolatore impiegato dall'istituzione di appartenenza per tale scopo
- Il server DNS cerca il nome e invia l'indirizzo IP (137.204.24.35) associato al nome al resolver
- Il resolver lo restituisce al programma chiamante

Spazio dei nomi DNS

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

- I nomi DNS sono organizzati in *domini*
- Esistono molti *domini radice*, che possono essere suddivisi ricorsivamente in *sottodomini*
- I domini radice sono **generici** o **nazionali**
- ◆ Domini radice generici: int (alcune organizzazioni internazionali), edu (istituzioni educative), com (commerciale), org (senza scopo di lucro), gov (governo federale USA), net (fornitori di servizi di rete), mil (esercito USA)
- ◆ Domini radice nazionali: uno per ogni nazione: it, us, fr, uk, de, at, ch, ...



Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Il nome di un dominio si scrive secondo il cammino da una foglia a un dominio radice nell'albero dello spazio dei nomi, separando i nomi di dominio con caratteri '.' es. `portal.acm.org`, `cib.unibo.it`
- Maiuscole e minuscole non sono distinte: `cib.unibo.it`=
`CIB.UNIBO.IT`
- I domini hanno il controllo della gestione dei propri sottodomini.
 - ◆ Chi volesse creare un nuovo sottodominio di `unibo.it`, ad es. `teatini.unibo.it`, dovrebbe chiedere il permesso all'ente responsabile di `unibo.it`
 - ◆ Una volta creato, il nuovo dominio può allocare propri sottodomini in modo indipendente
- Non c'è relazione tra la collocazione e l'estensione delle reti e i domini DNS. In una stessa LAN possono coesistere differenti domini

Descrittori DNS

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Le informazioni memorizzate dai server DNS in corrispondenza a ogni domain name sono chiamate *descrittori di risorse* (**resource records**)
- Un descrittore di risorsa include 5 campi

Nome dominio Dominio a cui il descrittore appartiene

Tempo di vita Intero positivo, esprime la stabilità del descrittore

Tipo Indica il tipo di descrittore. Alcuni tipi importanti:

Tipo	Significato	Valore
SOA	inizio di autorità	parametri di zona
A	indirizzo IP	intero a 32 bit
MX	scambio posta	dominio che accetta posta
NS	name server	nome di un server per il dominio
CNAME	nome canonico	nome dominio
PTR	puntatore	alias per indirizzo IP
HINFO	descrizione di host	CPU, sistema operativo

Classe IN per informazioni di classe Internet

Valore Numero o nome di dominio o stringa ASCII; dipende dal campo

Tipo

Server DNS

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS

Uso del DNS e zone

POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet

Interconnessione di reti (LAN)

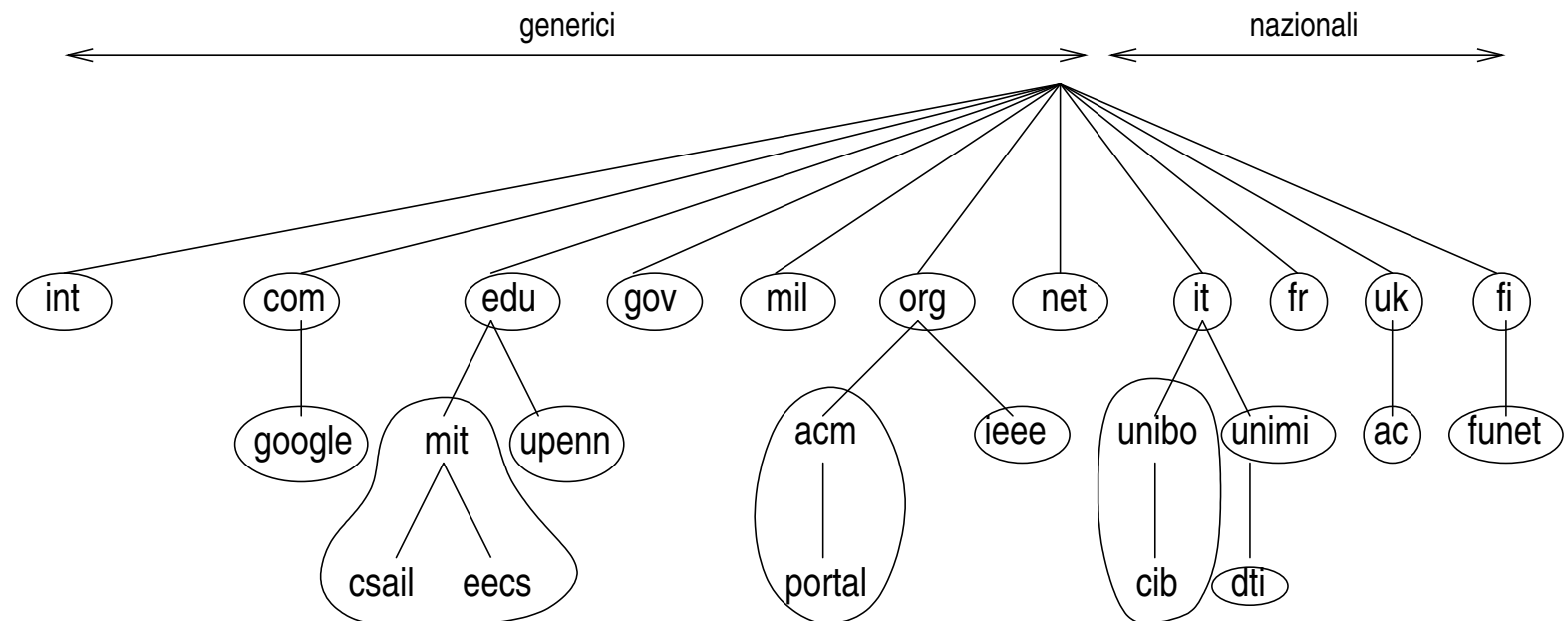
Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

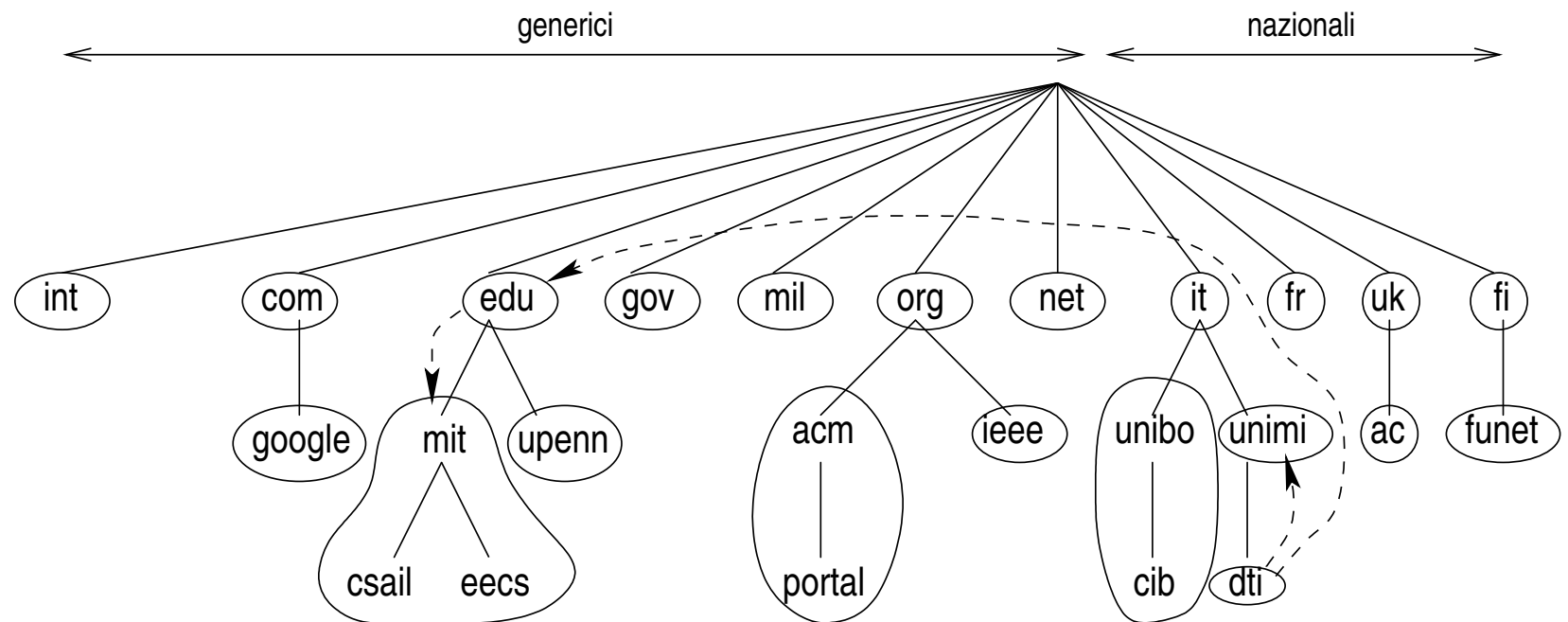
- Per ragioni di efficienza e affidabilità il DNS non si affida a un unico server
- Invece, lo spazio dei nomi è suddiviso in *zone*
- Ogni zona è servita da uno o più server DNS aventi autorità per la zona. Normalmente sono presenti
 - ◆ Un server principale che conserva le informazioni sul proprio disco
 - ◆ Server secondari che copiano le informazioni dal principale
- L'estensione di una zona è decisa dal suo amministratore



Uso del DNS e zone

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS
Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

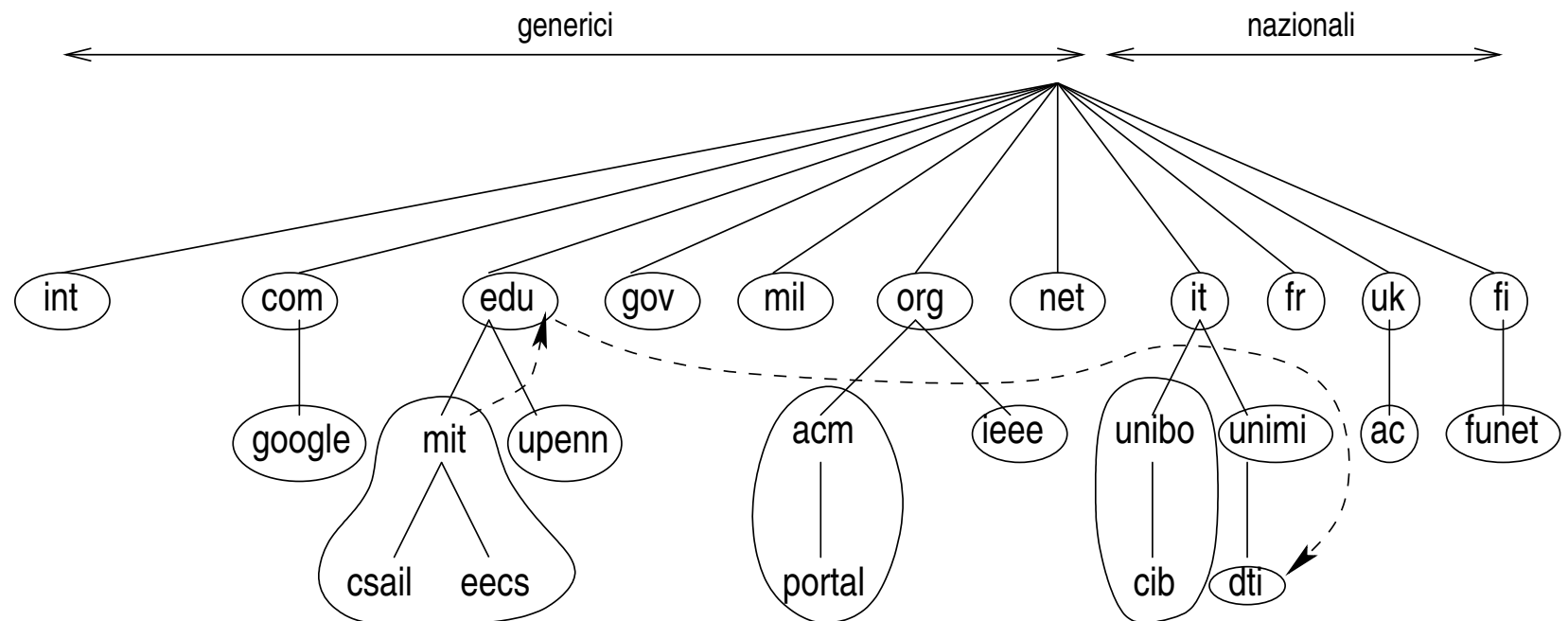
- Supponiamo ancora un programma in esecuzione su un calcolatore del dominio `dti.unimi.it` debba convertire un nome in un indirizzo IP, ad es. `www.csail.mit.edu`
- Il resolver richiede a un server DNS locale l'indirizzo, ma questo non lo trova localmente
- Allora invia la richiesta al server di livello piú alto avente autorità per il dominio `edu`
- Quest'ultimo invia la richiesta al server per `mit.edu`
- L'indirizzo trovato `128.30.2.18` segue il percorso inverso



Uso del DNS e zone

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS
Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Supponiamo ancora un programma in esecuzione su un calcolatore del dominio `dti.unimi.it` debba convertire un nome in un indirizzo IP, ad es. `www.csail.mit.edu`
- Il resolver richiede a un server DNS locale l'indirizzo, ma questo non lo trova localmente
- Allora invia la richiesta al server di livello piú alto avente autorità per il dominio `edu`
- Quest'ultimo invia la richiesta al server per `mit.edu`
- L'indirizzo trovato `128.30.2.18` segue il percorso inverso



POP3 e IMAP

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP

I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Sono protocolli applicativi con cui un utente può leggere o scaricare i messaggi di posta elettronica memorizzati nella sua casella di posta sul server
- POP3 (**Post Office Protocol v.3**) permette lo scaricamento di messaggi sul disco locale
- Ad ogni accesso l'utente trova i messaggi nuovi, ma non quelli scaricati in precedenza
- IMAP (**Internet Mail Access Protocol**) permette di organizzare i messaggi sul server in cartelle
- Normalmente i messaggi sono conservati sul server
- È quindi utile all'utente che legge posta da molti calcolatori diversi

I livelli inferiori

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

Sotto il livello di internet si collocano i seguenti due livelli

Data link Si occupa di garantire trasmissioni esenti da errori non segnalati

- Suddivide i dati consegnati da livello di internet in *pacchetti* e ne marca inizio e fine
- Gestisce le ritrasmissioni in caso di perdita dei pacchetti per errori
- Gestisce il controllo del flusso (es. sorgente veloce a destinazione piú lenta)
- Nelle reti broadcast, un sottolivello si occupa di controllare l'accesso al canale condiviso

Fisico Riguarda la trasmissione di bit mediante segnali

- Codifica e decodifica dei bit
- Trasmissione materiale dei bit codificati sul *mezzo trasmissivo* (fibra ottica, doppino telefonico, onde radio, . . .)
- La lunghezza massima di una tratta di connessione, es. un cavo
- Il numero di connessioni per tratta, es. quanti calcolatori possono essere collegati al cavo
- . . .

Ethernet

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori

Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP

Livello di applicazione
TCP e UDP
IP

Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori

Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- *Ethernet* è una specifica che copre i livelli data link e fisico
 - ◆ Base dello standard IEEE 802.3
- Permette vari tipi di cablaggio con differenti massimi per lunghezza e numero di calcolatori collegati
 - ◆ Oggi sono attuali solo i cablaggi **10Base-T** (doppino, 100m) e **10Base-F** (fibra ottica, 2000m)
- I dati affidati dal livello di internet sono incapsulati in un **frame** (*trama*) contenente indirizzi di sorgente e destinazione a 48 bit (indirizzi MAC) e informazioni di controllo per stabilire se i bit si sono corrotti nel tragitto
- Per il controllo dell'accesso al mezzo trasmissivo, o **MAC** (**Medium Access Control**), è definito un sottolivello apposito
 - ◆ Ogni calcolatore ascolta il bus. Se non riceve dati e ha propri dati da trasmettere, inizia la trasmissione.
 - ◆ I bit trasmessi da due calcolatori che iniziano a trasmettere in istanti vicini potrebbero entrare in collisione sul mezzo trasmissivo. Il risultato sarebbe una trasmissione corrotta.
 - ◆ Con opportune tecniche i calcolatori si accorgono di una eventuale collisione e attendono un tempo casuale prima di ritentare

Interconnessione di reti (LAN)

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Due o più reti possono essere connesse con opportuni apparati attivi che si incaricano di trasmettere i messaggi provenienti da una rete verso le altre
- Apparati di interconnessione (in scala di complessità crescente delle funzioni svolte)
 - ◆ Repeater
 - ◆ Hub
 - ◆ Bridge
 - ◆ Switch
 - ◆ Router

Repeater e Hub

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

Repeater

- Collega due o più mezzi di trasmissione connessi alle proprie porte
- Amplifica e ripete il segnale ricevuto a una porta verso tutte le altre
- Nel caso di rete Ethernet, le reti interconnesse devono comunque formare un *albero*
- Tutti i segnali vengono propagati a tutti i bus con maggiore probabilità di collisione
- Concettualmente opera al livello fisico

Hub (concentratore)

- È un repeater multi-porta
- Un segnale ricevuto a una porta è ritrasmesso a tutte le altre
- Viene usato come fulcro centrale per collegare vari calcolatori in un unico segmento fisico

Bridge

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori

Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione

Reti broadcast

Livelli e protocolli

Modello di riferimento TCP/IP

Livello di applicazione

TCP e UDP

IP

Indirizzi IP

DNS (Domain Name System)

Uso del DNS

Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS

Server DNS

Uso del DNS e zone POP3 e IMAP

I livelli inferiori

Ethernet

Interconnessione di reti (LAN)

Repeater e Hub

Bridge

Switch

Router

Bridge (ponte) Può collegare tra loro più LAN, anche con livelli data link di differente specifica

■ Applicazioni dei bridge

◆ Diverse LAN esistenti sono state create da enti autonomi che non vogliono integrarle ma vogliono comunicare

◆ Creare LAN diverse e tra loro collegate per

■ Ripartire il carico

■ Limitare i ritardi per l'eccessiva distanza tra i calcolatori

■ Limitare gli effetti di malfunzionamenti di un calcolatore a un numero piccolo di altri calcolatori

■ Può essere adattativo

◆ È infatti in grado di memorizzare gli indirizzi MAC presenti sui bus collegati e ripetere i messaggi solo verso il bus su cui si trova il destinatario

◆ I messaggi che si propagano su un bus non entrano in collisione con i messaggi sugli altri bus

■ Si dice che *isola i domini di collisione*

Switch

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Vale quanto detto per i bridge multiporta
- Inoltre, è in grado di trasmettere contemporaneamente da più porte di ingresso a più porte di uscita
- In altri termini, svolge anche le funzioni di *commutatore*
- Uno switch spesso ha un numero di porte maggiore di un bridge
- La complessità di uno switch oggi varia ampiamente
 - ◆ Switch Ethernet presenti sul mercato consumer per l'ufficio di piccole dimensioni o domestico, con $4 \div 16$ porte Ethernet
 - ◆ Switch professionali con decine di porte in grado di operare anche ai livelli di rete superiori al livello data-link

Router

Reti di comunicazione
Vantaggi delle reti di calcolatori
Classificazione per estensione spaziale
Struttura interna e tecnologia di trasmissione
Reti broadcast
Livelli e protocolli
Modello di riferimento TCP/IP
Livello di applicazione
TCP e UDP
IP
Indirizzi IP
DNS (Domain Name System)
Uso del DNS
Spazio dei nomi DNS

Descrittori DNS
Server DNS
Uso del DNS e zone
POP3 e IMAP
I livelli inferiori
Ethernet
Interconnessione di reti (LAN)
Repeater e Hub
Bridge
Switch
Router

- Dispositivo multiporta
- Può effettuare
 - ◆ conversioni di protocollo
 - ◆ operazioni di instradamento complesse
- Diversamente dagli apparati precedenti, il router instrada i pacchetti *tenendo conto degli indirizzi IP*. Opera pertanto al livello di internet
- I router si scambiano informazioni impiegando *protocolli di routing*
- Con le informazioni in possesso determinano i migliori percorsi per ogni destinazione (*tabelle di routing*)