

Introduzione alle reti di calcolatori
Rete di calcolatori 1

Rete di Calcolatori

Sistema che consente ad ciascun calcolatore, o **nodo**, **l'invio/ricezione di dati** verso/da altri nodi identificati da appositi **indirizzi**

Buongiorno, io sono Massimo Maresca, sono un professore di "FONDAMENTI DI INFORMATICA" presso l'università di Padova e insegno anche "RETI DI CALCOLATORI" presso l'università di Genova. Cominciamo subito col primo di questi moduli che riguarda l'introduzione alle reti di calcolatori. Quindi ci riferiamo alle reti di calcolatori, che è qualcosa che oggi è presente nella vita di tutti i giorni. In particolare sappiamo che ci sono reti come internet che pervadono le case, i luoghi di lavoro, le fabbriche, tutti i posti in cui le persone in genere vivono. Sappiamo, inoltre, che all'interno degli stessi luoghi ci sono anche delle reti locali. Molti di noi sono dotati di calcolatori per uso personale interconnessi in rete. Vale quindi la pena, all'inizio, vedere cos'è una rete di calcolatori. Una rete di calcolatori è un sistema che consente a ciascun calcolatore (o nodo) l'invio (o la ricezione) di dati verso (o da) altri nodi, identificati da appositi indirizzi. Questa è una definizione generale, se ne possono dare tantissime. Però bisogna cercare in qualche maniera di delimitare l'argomento, perché vedremo che effettivamente la definizione di rete è importante.

Rete di calcolatori 2

Rete di Calcolatori

Sistema che consente ad ciascun calcolatore, o **nodo**, **l'invio/ricezione di dati** verso/da altri nodi identificati da appositi **indirizzi**

Qua parliamo essenzialmente di un sistema di interconnessione che consente a diversi calcolatori o nodi di scambiarsi dei dati, ma l'elemento importante è che ci sono degli indirizzi che identificano questi nodi. Gli indirizzi, in qualche maniera, sono quelli che consentono di parlare di una rete, la quale è associabile (o associata) ad un piano di indirizzamento. Perlomeno in questo corso assumiamo questa definizione. Quindi, quando parliamo di rete, e questo è il primo concetto di una certa rilevanza, intendiamo un piano di indirizzamento. Ad esempio quella telefonica è una rete: c'è un ente (un'istituzione) che gestisce il piano degli indirizzi, cioè dei numeri di telefono, per cui il fatto stesso che io abbia un telefono, con un numero che mi è stato rilasciato da qualcuno, mi inserisce automaticamente all'interno della rete telefonica. La stessa cosa può valere, per esempio, per internet: appartengo alla rete internet se ho un indirizzo che mi è stato assegnato da quell'ente che gestisce e assegna gli indirizzi per la rete internet. Altri esempi ancora: appartengo alla rete privata di quell'organizzazione se l'ente che amministra gli indirizzi delle macchine della rete di quell'organizzazione mi ha assegnato un indirizzo.

Argomenti della lezione

Argomenti della lezione :

- ▶ Tipologie di Reti: estensione, topologia
- ▶ Commutazione: reti a pacchetto, a circuito
- ▶ Routing
- ▶ Connessioni
- ▶ Internetworking

Descriviamo brevemente quali sono gli argomenti di questa lezione. Per prima cosa parleremo delle tipologie di reti, locali e geografiche. Parleremo poi della commutazione di circuito e di pacchetto, del routing, quindi delle tecniche di instradamento dei dati e vedremo il concetto di connessione, che è un concetto di base più per la telefonia che per le reti, ma viene utilizzato anche in questo settore. Infine daremo un cenno a quello che viene chiamato "internet working" e che quindi deriva essenzialmente dalla rete internet.

Reti locali 1



Estensione

- ▶ **Reti Locali**
(Local Area Networks, LAN):
 - ▶ Calcolatori all'interno dello stesso edificio
 - ▶ Piano di indirizzi locale

Iniziamo con le tipologie di reti. Una prima categoria di reti è costituita dalle cosiddette reti locali o LAN (Local Area Network). Queste vengono descritte tradizionalmente come reti che interconnettono più calcolatori, o nodi, o sistemi, all'interno dello stesso edificio e che seguono un piano di indirizzi locali. Una rete locale rappresenta una tecnologia: possiamo dire che una rete Ethernet, tecnologia utilizzata nella maggior parte delle reti locali, di fatto non è associata ad un piano di indirizzi gestito da qualcuno. Si hanno diversi nodi interconnessi in rete, senza definire necessariamente alcun piano di indirizzamento, se non gli indirizzi dei nodi interconnessi che però, come vedremo tra poco, non sono indirizzi di rete. Abbiamo quindi un piano di indirizzi locali che si riferisce sostanzialmente alle schede che vengono utilizzate per l'interconnessione alla rete locale.

Reti locali 2

Estensione

▶ Reti Locali

(Local Area Networks, LAN):

- ▶ Calcolatori all'interno dello stesso edificio
- ▶ Piano di indirizzi locale

Una rete locale potrebbe essere parte di un'altra rete, nel senso in cui l'abbiamo definita. Le reti locali sono nate una ventina di anni fa con la nascita del meccanismo di interconnessione Ethernet, che si basava inizialmente sulla presenza di un cavo coassiale che connetteva tutti i sistemi interconnessi alla rete. Ci sono state poi delle evoluzioni, per esempio la IBM ha sempre spinto un'altra tecnologia per le reti locali chiamata "Token Ring"; di questa naturalmente non parliamo in un corso introduttivo come questo. Successivamente la diffusione del "Token Ring" è andata via via calando, mentre Ethernet è rimasta la rete di riferimento, che si è poi evoluta: oggi abbiamo Fast Ethernet, che è una rete basata sulla tecnologia Ethernet precedente, ma a più alta velocità. Si è passati, infatti, da una velocità di circa 10 Mbit/sec di Ethernet, ad una di 100 Mbit/sec. Si hanno poi altre tecnologie per la realizzazione di reti locali, in particolare basate su ATM, a velocità pari a 155 Mbit/sec o 622 Mbit/sec; abbiamo addirittura il Gigabit Ethernet, che va alla velocità di un Gbit/sec.

Reti geografiche

▶ Reti Geografiche

(Wide Area Networks, WAN)

- ▶ Calcolatori distanti (città, regioni, nazioni diverse)
- ▶ Piano di indirizzi distribuito

Vediamo ora l'altra categoria, quella delle reti geografiche, chiamate anche WAN (Wide Area

Network). Mentre nel caso delle reti locali abbiamo parlato di calcolatori localizzati nello stesso edificio, o comunque situati in edifici vicini, quindi di reti che coprono più edifici appartenenti alla stessa area, nelle reti WAN invece, i calcolatori sono distanti l'uno dall'altro, quindi collocati in città e continenti diversi senza alcuna limitazione sulla distanza. In questo caso abbiamo un piano di indirizzi distribuiti perché viene tipicamente gestito da un fornitore esterno. Infatti, mentre la rete locale è sotto il dominio di chi la utilizza, la rete geografica è composta da nodi che vengono interconnessi attraverso l'utilizzazione di una infrastruttura di comunicazione gestita da uno o più fornitori di telecomunicazione esterni, come possono essere Telecom Italia, altre Telecom o operatori di questo tipo.

Reti metropolitane

- ▶ **Reti Geografiche**
(Wide Area Networks, WAN)
- ▶ Calcolatori distanti (città, regioni, nazioni diverse)
- ▶ Piano di indirizzi distribuito
- ▶ **Reti Metropolitane**
(Metropolitan Area Networks , MAN)
(es. campus)

Una terza categoria che viene spesso presentata tradizionalmente, quando si introducono le reti di calcolatori, sono le cosiddette reti metropolitane o MAN (Metropolitan Area Network), dette anche Campus Networks. Quindi, stando a questa classificazione, avremo le LAN, le WAN e le MAN. Nella realtà quest'ultima categoria di reti non viene quasi mai referenziata, di fatto è collasata all'interno delle LAN. Quindi, nel momento in cui deve essere realizzata una rete nell'ambito di uno stabilimento industriale o di un porto, quella viene chiamata tipicamente LAN, oppure rete a livello di Campus (utilizzando comunque le tecnologie delle LAN), perché si tratta di una rete che si trova all'interno di un'area completamente gestita dallo stesso ente. In questa area vengono stesi i cavi, vengono dislocati gli apparati e viene quindi realizzata questa LAN. Viceversa una rete geografica è costruita su distanze più elevate.

Caratteristiche delle reti locali

Reti locali: caratteristiche

- ▶ Elevata velocità di trasmissione dei dati, bassi ritardi
- ▶ Realizzate su supporto privato
- ▶ Connessione diretta degli elaboratori degli utenti
- ▶ Dimensione limitata (1KM)

Le caratteristiche delle reti locali sono: l'elevata velocità di trasmissione dei dati e i bassi ritardi. Infatti, trasmettendo per esempio alla velocità di 100Mbit/sec si ha bisogno di poco tempo per trasmettere una quantità elevata di dati. Sono realizzate su supporto privato, quindi all'interno di aree gestite dagli utilizzatori. Gli elaboratori degli utenti, però, risultano spesso direttamente interconnessi l'uno all'altro (ci sono tecnologie dove ciò viene evitato) e la dimensione è limitata (l'ordine di grandezza è di qualche chilometro).

Caratteristiche delle reti geografiche

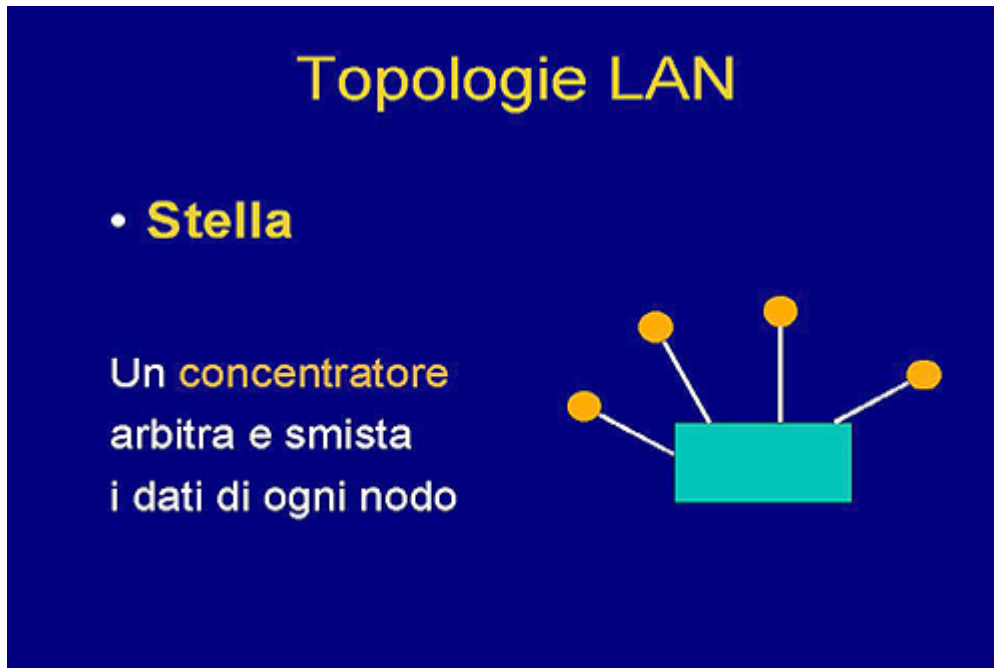
Reti geografiche: caratteristiche

- ▶ Velocità medio-bassa (da 9.6 Kbps a qualche Mbps) e quindi ritardi elevati
- ▶ Realizzate su supporto pubblico
- ▶ Richiedono elaboratori dedicati alla comunicazione (*router*)
- ▶ Distanza coperta molto elevata (1000KM)

Passiamo ora alle caratteristiche delle reti geografiche: sono tradizionalmente di velocità medio-bassa, infatti fino a qualche tempo fa la velocità tipica di trasmissione delle reti geografiche era 9,6 Kbit/sec. Tuttavia attualmente si hanno dei collegamenti dedicati, a lunga distanza, che arrivano fino a qualche Mbit/sec, valore che rimane comunque molto inferiore alla velocità di trasmissione delle LAN. Se si devono coprire distanze dell'ordine di migliaia di chilometri, avrò dei ritardi che non posso effettivamente diminuire, dovuti all'effettiva velocità di propagazione dei bit sulle linee, che

dipende a sua volta dalla velocità della luce. Come abbiamo già accennato, le reti geografiche sono realizzate su supporto pubblico, cioè da un operatore telefonico pubblico (tipicamente una Telecom) il quale costruisce una infrastruttura di elaboratori dedicati che sono dislocati nelle diverse aree dove la rete deve essere presente. A questi operatori pubblici si connettono i nodi, i sistemi che devono essere interconnessi in modo geografico. La distanza coperta da questo tipo di reti può essere molto elevata senza alcun limite effettivo.

Topologie LAN : Stella



Ritorniamo alle LAN ed entriamo un po' più in dettaglio relativamente alle topologie. Una rete locale viene realizzata su una infrastruttura privata; i cavi della LAN vengono stesi fisicamente da coloro che devono realizzare la rete, per questo motivo ci interessa studiarne le topologie. Ce ne sono essenzialmente di tre tipi, la prima delle quali è la stella: si ha un nodo centrale, di solito chiamato hub, al quale vengono interconnessi tutti i nodi della rete. Il nodo centrale non deve necessariamente essere unico, ad esempio si può avere una rete locale dislocata in tre edifici, in ognuno dei quali è presente una hub, interconnessi tra loro. Abbiamo quindi diversi centri della stella. Se poi al centro dei tre c'è un quarto hub, si ottiene una stella di stelle: tale architettura è ricorsiva, può essere utilizzata in maniera gerarchica.

Topologie LAN : Anello

Topologie LAN

- **Anello**

Una **sequenza di dati** viene ritrasmessa di nodo in nodo e ciascun nodo accoda o sottrae i propri dati alla sequenza




Un secondo tipo di LAN è quella ad anello, dove i nodi sono interconnessi tra di loro formando un anello e in modo tale che ogni nodo parla con il nodo adiacente. Come vedete nell'anello c'è anche una freccia, che indica il senso di rotazione. In una rete di questo tipo si assume di avere un "token", cioè un oggetto che costantemente percorre l'anello in senso orario ed ogni nodo della rete è abilitato ad immettere dati nell'anello soltanto quando questo token passa attraverso di lui.

Topologie LAN : Bus 1

Topologie LAN

- **Bus**

Tutti i nodi trasmettono su un **mezzo condiviso** e sospendono la trasmissione quando si accorgono di interferire l'uno con l'altro



Vediamo ora la terza topologia, quella a bus, dove tutti i nodi trasmettono su un mezzo condiviso e sospendono la trasmissione quando si accorgono di interferire l'uno con l'altro. Questa topologia bus è alla base della rete Ethernet e ha dato luogo al fenomeno delle reti locali. Va sottolineata la presenza di questo mezzo condiviso perché poi lo incontreremo anche in altre reti; si ha un unico bus e tanti nodi che se lo contendono. Nasce quindi il problema dell'arbitraggio: quando più nodi desiderano immettere dei dati sulla rete, ci deve essere un meccanismo in base al quale uno dei nodi riesce, mentre l'altro fallisce. Sulla rete Ethernet è nato tutto il discorso, sviluppato poi negli anni,


dell'arbitraggio della risorsa bus condivisa. Riassumendo abbiamo visto tre topologie: stella, anello e bus. Queste possono esser viste come vere e proprie topologie di cablaggio, ad esempio per quanto riguarda la stella, si avrà nella rete locale un centro e da tutti i punti in cui sono previsti dei nodi dovrà partire un cavo che raggiunge il centro-stella.

Topologie LAN : Bus 2

Topologie LAN

- **Bus**

Tutti i nodi trasmettono su un mezzo condiviso e sospendono la trasmissione quando si accorgono di interferire l'uno con l'altro



È chiaro che il costo di questi cavi può essere anche elevato. Se, ad esempio, si hanno due nodi tra loro molto vicini, ma lontani dal centro-stella, occorreranno due cavi di lunghezza quasi uguale da ciascuno dei due nodi fino al centro stella. In una topologia a bus, invece, si avrà un unico cavo, al quale tutti i nodi sono connessi, che passa prima attraverso uno dei due nodi e poi attraverso l'altro, risparmiando nel cablaggio. La stessa cosa si può dire della tipologia ad anello, dove può accadere che due nodi molto vicini risultino adiacenti anche dal punto di vista della rotazione dei dati. Quello che è importante sottolineare è che la tecnologia di accesso, quindi l'uso di un bus condiviso, deve essere separata dal cablaggio. Quindi se in una certa situazione può essere conveniente utilizzare un bus condiviso, ciò non implica necessariamente l'utilizzo di un cablaggio a bus. Attualmente il modo in cui vengono realizzate le reti locali prevede cablaggi esclusivamente a stella. Su un cablaggio a stella è possibile poi simulare una topologia a bus oppure ad anello. Per tale ragione oggi si realizzano reti locali esclusivamente a stella e gli standard di riferimento per la realizzazione di cablaggi strutturati prevedono essenzialmente il cablaggio a stella.

Topologie WAN

Topologia WAN



- ▶ Le WAN sono caratterizzate da
 - ▶ Nodi di Rete (■) (es. router) interconnessi tramite link geografici (es. linee dedicate) punto-a-punto.
 - ▶ Nodi Terminali (●) collegati alla rete tramite "punti di accesso" .

Per quanto riguarda le reti geografiche le topologie sono molto diverse, questo perché le WAN non seguono sostanzialmente alcuna topologia, ma sono delle maglie di nodi più o meno interconnessi tra loro e non è possibile definirne un tipo. Possiamo ad esempio avere una rete geografica realizzata con due nodi, o un nodo interconnesso ad una stella, cioè ad un nodo al quale sono interconnessi molti altri e così via. Ci si riferisce quindi alle reti geografiche come topologie a maglia, formate da nodi di rete (gli oggetti azzurri) interconnessi tramite link, cioè connessioni geografiche di tipo punto a punto (le linee) e infine dai nodi terminali (gli oggetti gialli), che sono interconnessi ai nodi di rete attraverso dei punti di accesso. Su questa interconnessione tra nodo terminale e nodo di rete è localizzata quella che viene chiamata interfaccia tra utente e rete: detta più propriamente la UNI (User-to-Network Interface). Ci si riferisce spesso a questa UNI, lo vedremo nelle lezioni successive, come a quell'insieme di standard e tecnologie che supportano l'interconnessione del nodo terminale con il nodo di rete.

Trasmissione dei dati nella rete

Trasmissione Dati nella Rete

Avviene rispettando determinati

PROTOCOLLI cioè formati di dati

+ regole di trasmissione dati

La trasmissione dei dati nella rete avviene rispettando determinati protocolli e cioè formati di dati più regole di trasmissione. È molto importante definire il concetto di protocollo: non è altro che un insieme di regole. Nel momento in cui io devo parlare con un altro, decido come devono essere strutturati i messaggi che ci scambiamo. Per esempio la grammatica della lingua italiana è un protocollo, infatti rispettando le regole di tale grammatica posso essere capito da un'altra persona che conosce queste regole. L'insieme delle regole con cui i dati vengono scambiati e organizzati viene detta sintassi del protocollo. Ci sono poi delle regole di trasmissione, per esempio è previsto che nel momento in cui io voglio approcciare un altro sistema, debba fare richiesta, ricevere l'autorizzazione e solo in quel momento possa iniziare ad inviare dei dati. Questo insieme di scambi informativi è anch'esso parte del protocollo: ogni singolo scambio informativo è organizzato seguendo un formato e delle regole particolari, come ad esempio la stessa sintassi della lingua italiana.

Protocolli a pacchetto

► **PROTOCOLLI A PACCHETTO:** i dati sono suddivisi in unità, i pacchetti, contenenti ciascuna una intestazione con indirizzo del nodo destinazione e altre informazioni (es. X.25)

Abbiamo protocolli a pacchetto che sono quelli che vengono utilizzati nelle reti di calcolatori. In tali protocolli i dati sono suddivisi in unità, cioè in blocchi, che vengono appunto chiamati pacchetti, ciascuno dei quali contiene una intestazione con un indirizzo del nodo destinazione e altre informazioni (esempio l'X.25). Questa affermazione è generale e non del tutto vera. Quando un nodo terminale deve comunicare con un altro nodo terminale manda l'informazione in forma "pacchettizzata". Invia quindi dei pacchetti, in ognuno dei quali devono essere indicati oltre ai dati da trasferire anche il destinatario. Ci sono quindi informazioni di controllo: mittente, destinatario, se hanno una particolare priorità ecc. e informazioni vere e proprie (es: payload). Ci sono protocolli di rete, come ad esempio l'X.25, che non necessitano di avere il nodo destinazione, ma semplicemente, come vedremo, un identificatore. In altri protocolli invece ogni singolo pacchetto contiene l'indirizzo del nodo destinazione ed eventualmente anche del nodo sorgente; in tal caso la rete viene associata ad un piano di indirizzi.

Protocolli di linea

- ▶ **PROTOCOLLI A PACCHETTO:** i dati sono suddivisi in unità, i pacchetti, contenenti ciascuna una intestazione con indirizzo del nodo destinazione e altre informazioni (es. X.25)
- ▶ **PROTOCOLLI DI LINEA:** i dati sono inseriti in sequenza in una apposita trama di trasmissione dati. (es. HDLC)

Abbiamo poi i protocolli di linea. In tali protocolli i dati sono inseriti in sequenza in un'apposita trama di trasmissione dati. I protocolli di linea sono quelli che vengono utilizzati ai capi di una linea. Per esempio, se nell'ambito di una rete geografica due nodi sono direttamente interconnessi da una linea, su quella avremo un protocollo di linea. Un protocollo a pacchetto viene invece utilizzato per scambiare dati tra due nodi che non sono direttamente interconnessi, ma che sono invece interconnessi ad una rete. Nell'ambito di un protocollo di linea l'indirizzamento di fatto è inutile, dato che, se un nodo invia i dati su una linea, il destinatario sarà sicuramente il nodo che si trova all'altro capo della linea. Nel caso in cui la linea non sia del tipo punto a punto ma sia un bus, come nel caso Ethernet, dovrà essere indicato anche l'indirizzo del nodo ricevente. Qui abbiamo due esempi l'X25 e HDLC, quest'ultimo è uno dei più noti protocolli di linea.

Protocolli connection oriented 1

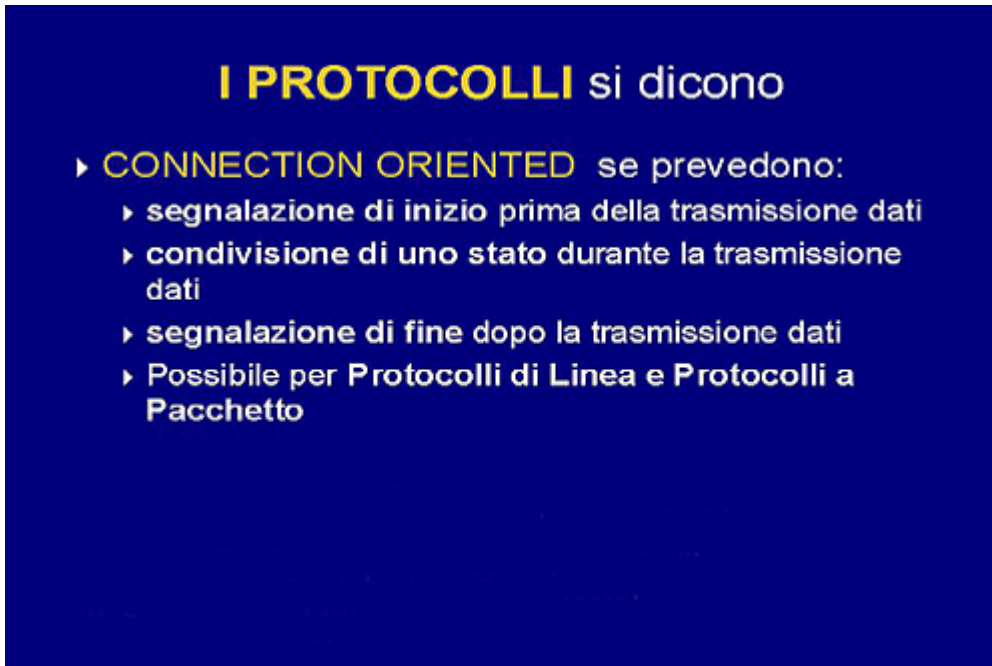
I PROTOCOLLI si dicono

- ▶ **CONNECTION ORIENTED** se prevedono:
 - ▶ segnalazione di inizio prima della trasmissione dati
 - ▶ condivisione di uno stato durante la trasmissione dati
 - ▶ segnalazione di fine dopo la trasmissione dati
 - ▶ Possibile per Protocolli di Linea e Protocolli a Pacchetto

Vediamo di fare un'altra distinzione. Abbiamo protocolli (o comunicazioni) "connection oriented", si prevedono: una segnalazione d'inizio prima, una condivisione di uno stato durante e una

segnalazione di fine al termine della trasmissione dati e questo ovviamente è possibile sia per protocolli in linea che per quelli a pacchetto. Vediamo cosa vogliamo dire: nella trasmissione "connection oriented", come si può vedere, esiste una fase di inizio durante la quale il nodo che vuole iniziare la trasmissione dati segnala (parola usata tipicamente in ambito telefonico) al suo interlocutore (che potrebbe essere un nodo interconnesso o un nodo che si trova chissà dove) che intende interconnettersi e iniziare uno scambio informativo. Questa segnalazione di inizio prima della trasmissione comprende oltre alla fase di richiesta anche, ovviamente, una fase di risposta in cui il nodo destinatario,

Protocolli connection oriented 2



I PROTOCOLLI si dicono

- ▶ **CONNECTION ORIENTED** se prevedono:
 - ▶ segnalazione di inizio prima della trasmissione dati
 - ▶ condivisione di uno stato durante la trasmissione dati
 - ▶ segnalazione di fine dopo la trasmissione dati
 - ▶ Possibile per Protocolli di Linea e Protocolli a Pacchetto

quello che viene interessato dalla trasmissione, dichiara al nodo trasmittente di essere disposto ad effettuare lo scambio dei dati. Allora, se vogliamo andare più nel dettaglio senza entrare nel tecnico, avremo che il nodo trasmittente effettua una segnalazione di richiesta, cioè chiede a quell'altro di iniziare. L'altro, ovviamente, quando riceve questa richiesta viene risvegliato ("mi stanno facendo una richiesta"). Questo fatto viene chiamato nella terminologia telefonica "indication", cioè mi viene segnalato che c'è qualcuno che sta chiamando. A questo punto lui può accettare oppure no, cioè da una risposta positiva o negativa e quando perviene al trasmettitore, cioè a quello che aveva iniziato la richiesta, diventa una conferma. Queste transazioni: richiesta, risveglio del ricevitore, risposta e conferma, chiudono la fase di stabilimento della connessione. Al termine di questa esiste una connessione: il trasmettitore e il ricevitore sanno di essere interconnessi, condividono uno stato. A ciascun dei due potremmo andare a chiedere: "tu ora sei interconnesso a qualcuno?". "Sì io ho una connessione in corso con quell'altro". Il quale sa di avere una connessione in corso con il primo. Quindi condividono uno stato durante la trasmissione dati. Ad esempio il trasmettitore dice: "sono connesso con il sistema B e gli ho già mandato 2500 byte gliene devo mandare ancora 3000".

Protocolli connection oriented 3

I PROTOCOLLI si dicono

- ▶ **CONNECTION ORIENTED** se prevedono:
 - ▶ segnalazione di inizio prima della trasmissione dati
 - ▶ condivisione di uno stato durante la trasmissione dati
 - ▶ segnalazione di fine dopo la trasmissione dati
 - ▶ Possibile per Protocolli di Linea e Protocolli a Pacchetto

E l'altro è connesso con il sistema A, ha già ricevuto 2500 byte e ne aspetta degli altri. Una volta terminata la trasmissione dati, il trasmettitore, quello che aveva iniziato la connessione con la richiesta, attiva di nuovo una fase di segnalazione nella quale dichiara di aver finito. Mandando una segnalazione di fine che arriva al ricevitore il quale accetta la terminazione. In questo modo avviene la terminazione della connessione che a questo punto non c'è più. Va ricordato che questi protocolli "connection oriented" hanno 3 fasi: lo stabilimento della connessione, lo scambio dati durante l'esistenza della connessione e la terminazione. I protocolli "connection oriented" esistono sia all'interno di protocolli di linea (due sistemi interconnessi da un canale) che a livello di protocolli a pacchetto, come quelli che abbiamo visto prima.

Protocolli connectionless

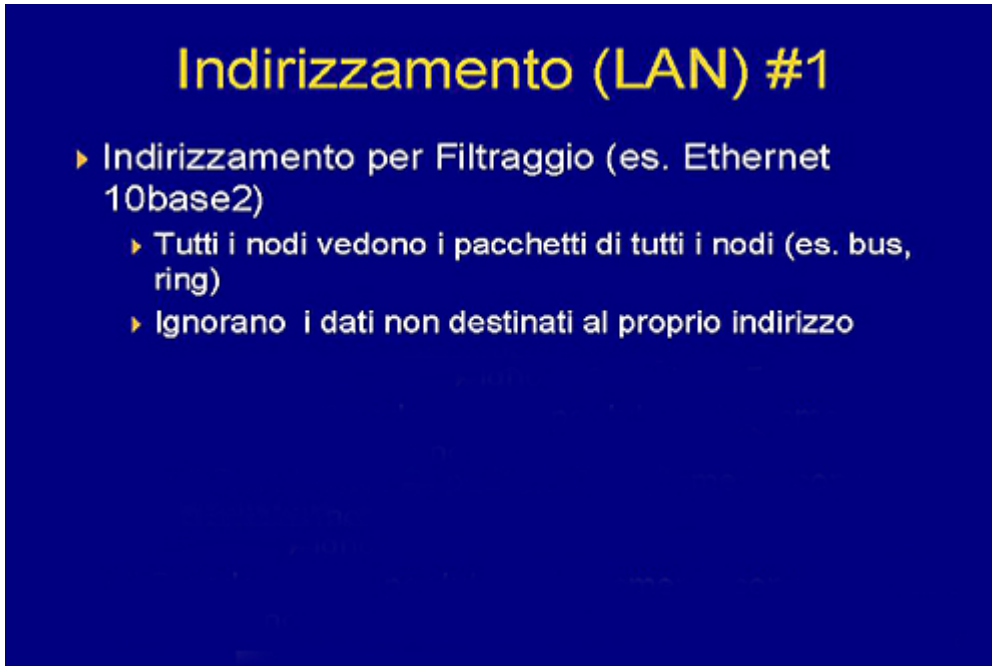
I PROTOCOLLI si dicono

- ▶ **CONNECTION ORIENTED** se prevedono:
 - ▶ segnalazione di inizio prima della trasmissione dati
 - ▶ condivisione di uno stato durante la trasmissione dati
 - ▶ segnalazione di fine dopo la trasmissione dati
 - ▶ Possibile per Protocolli di Linea e Protocolli a Pacchetto
- ▶ **CONNECTIONLESS** se prevedono:
 - ▶ invio dati come messaggi a sé stanti.
 - ▶ Solo per Protocolli a Pacchetto.

L'altro tipo di protocolli è quello identificato dalla parola connectionless, cioè senza connessione. Questi prevedono l'invio di dati come messaggi a sé stanti ed esistono solo per protocolli a pacchetti. Sono più semplici degli altri perché, in questo caso, non abbiamo stabilimento di una connessione:

non viene prima messa in piedi una connessione. Quindi il sistema trasmittente non deve segnalare a quell'altro che vuole ricevere un'autorizzazione e soltanto in seguito inviare dei dati, segnalare la fine, richiedere la terminazione e ricevere una conferma di terminazione. In questo caso semplicemente mando dei dati e ogni pacchetto che io invio è un messaggio a sé stante. Ovviamente, in questo caso, i messaggi raggiungono il ricevitore ciascuno per conto proprio; sarà il ricevitore che, se necessario, dovrà rimmetterli assieme per costruire l'intero messaggio.

Indirizzamento LAN 1



Indirizzamento (LAN) #1

- ▶ Indirizzamento per Filtraggio (es. Ethernet 10base2)
 - ▶ Tutti i nodi vedono i pacchetti di tutti i nodi (es. bus, ring)
 - ▶ Ignorano i dati non destinati al proprio indirizzo

Vediamo rapidamente l'indirizzamento per le Lan. Allora, all'interno delle Lan abbiamo un indirizzamento per filtraggio: vuol dire essenzialmente che tutti i nodi vedono i pacchetti di tutti i nodi, ma ignorano i dati non destinati al proprio indirizzo. Cosa vuol dire? Significa che se ho un unico bus è chiaro che tutti i nodi sono in ascolto su quel bus. Quindi, ogni messaggio o pacchetto che viene indirizzato ad uno di questi nodi interconnessi viene visto da tutti, ma soltanto quello che risponde a quell'indirizzo ne aspetta effettivamente la ricezione. Abbiamo qui l'esempio di Ethernet 10base2, che è un particolare modo di realizzazione della rete Ethernet basato su un bus, cioè un cavo coassiale, che percorre un intero edificio, come describevo all'inizio. Quindi, nel momento in cui la rete Ethernet (vi dicevo anche che oggi non è pratica comune realizzare reti Ethernet in questa maniera ma ce ne sono ancora) è realizzata con una topologia a bus, quindi col 10base2 che è un particolare standard, effettivamente tutti i nodi vedono tutto ciò che passa sul bus.

Indirizzamento LAN 2

Indirizzamento (LAN) #2

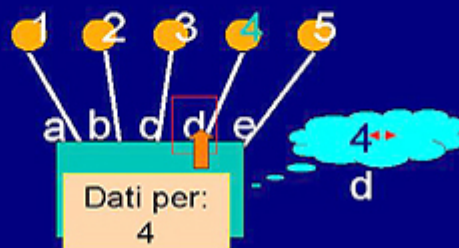
- ▶ Indirizzamento per Commutazione (es. 10baseT)
- ▶ Il concentratore (o switch) conosce l'indirizzo di ogni nodo connesso a sé (topologia a stella)
- ▶ Legge l'indirizzo dei dati e invia i pacchetti alla porta corrispondente

Per commutazione. Lo standard è il 10baseT. Nel momento in cui oggi devo realizzare una rete locale basata su standard Ethernet, o fast Ethernet, uso il cablaggio tipicamente 10baseT, che è quello stellato. Vi avevo detto all'inizio che oggi le reti vengono realizzate essenzialmente su topologia a stella. In questo caso ogni nodo è interconnesso ad un concentratore o Switch.

Indirizzamento LAN 3

Indirizzamento (LAN) #2

- ▶ Indirizzamento per Commutazione (es. 10baseT)
- ▶ Il concentratore (o switch) conosce l'indirizzo di ogni nodo connesso a sé (topologia a stella)
- ▶ Legge l'indirizzo dei dati e invia i pacchetti alla porta corrispondente



In realtà bisogna essere un po' più precisi, perché il nostro concentratore può essere uno Switch, notate che la traduzione della parola vuol dire commutatore, che riceve da una linea, guarda l'indirizzo e trasmette ciò che ha ricevuto sulla linea opportuna. Quindi, nel momento in cui un "frame" viene trasmesso dal sistema numero 1 e raggiunge il nostro commutatore (Switch) per il sistema numero 4, ovviamente gli altri sistemi non vedono questi dati. Questo è quello che succede se il concentratore è uno Switch; ci sono però anche dei casi in cui il concentratore è semplicemente una realizzazione in forma centralizzata di un bus di comunicazione. In questi casi, anche con il cablaggio 10baseT, si ha effettivamente un indirizzamento per filtraggio.

Indirizzamento WAN 1

Indirizzamento (WAN)

- ▶ **Commutazione :**
 - ricevere i dati in ingresso e ritrasmetterli su una porta in uscita
 - ▶ Come per i dispositivi per LAN commutate.

Nel caso delle reti geografiche abbiamo sempre la commutazione, cioè i nostri nodi, che sono magliati cioè realizzati attraverso interconnessioni punto a punto di vario tipo, effettuano sempre una commutazione. Ricevono i dati sempre da una particolare linea, guardano a chi sono diretti e li mettono su un'altra porta di uscita, in maniera del tutto analoga ai dispositivi per LAN commutate, quelle che abbiamo visto.

Indirizzamento WAN 2

Indirizzamento (WAN)

- ▶ **Routing = decidere quale sia la porta in uscita**
 - ▶ Informazioni contenute nel pacchetto spesso insufficienti
 - ▶ Integrazione con informazioni su nodi distanti
 - ▶ Informazioni statiche (immesse a mano)
 - ▶ Informazioni dinamiche (scambiate automaticamente)
 - ▶ Tabella di Routing
 - ▶ Porta di default

Che cosa devono fare questi nodi delle reti geografiche? Devono effettuare il cosiddetto routing e cioè decidere qual è la porta verso la quale devono scrivere. Nel momento in cui abbiamo un nodo di rete che riceve dei dati da una certa port,a deve guardare all'interno di questo pacchetto che ha ricevuto e decidere dove mandarlo. Questo è quello che si chiama routing. Molto spesso le informazioni che sono contenute nel pacchetto sono insufficienti e di conseguenza il nostro nodo di

rete si trova a dover decidere dove mandare i pacchetti senza le informazioni necessarie. Deve pertanto utilizzare altre informazioni, sui nodi distanti, che possono essere: statiche e dinamiche. Che cosa vuol dire? Vediamo di spiegare questo aspetto. Io ho la mia rete magliata e dei pacchetti che l'attraversano. A un certo punto uno di questi nodi di rete, o router, riceve un pacchetto, guarda a chi è indirizzato e si domanda: "per raggiungere questo indirizzo di destinazione da che parte devo andare?" Allora, o al suo interno ha una tabella che per ogni possibile indirizzo di destinazione gli dice su quale porta deve mandarlo e questa si chiama tabella di routing. Oppure lui sa che per raggiungere tutti i nodi terminali che non conosce si deve andare in quella che viene chiamata una porta di default. Sostanzialmente il nostro nodo dice: "per alcuni indirizzi di destinazione so dove devo inviare i dati, per altri non la so per cui li mando tutti in una cosiddetta porta di default". Il modo in cui queste tabelle vengono configurate può essere statico, cioè fatto da una persona che inserisce fisicamente queste informazioni nelle tabelle, oppure automatico, quindi dinamico, nel senso che i nostri nodi di rete si parlano tra loro e si scambiano le informazioni per aggiornarsi l'un l'altro le tabelle di routing.

Commutazione di pacchetto



Tipi di Commutazione

- ▶ **COMMUTAZIONE DI PACCHETTO**
 - ▶ Copiatura di ciascun pacchetto da una porta di ingresso ad una porta di uscita decisa sulla base dell'indirizzo destinazione del pacchetto. (es. IP)

Sempre come terminologia di base, i tipi di commutazione che possiamo esaminare sono: la commutazione di pacchetto e quella che viene utilizzata sostanzialmente in tutte le reti di calcolatori, cioè la copiatura di ciascun pacchetto da una porta d'ingresso ad una porta d'uscita, decisa sulla base dell'indirizzo di destinazione del pacchetto. Un esempio è IP, quello che abbiamo descritto fino ad ora. Sostanzialmente un nodo di rete non fa altro che eseguire la commutazione di pacchetto.

Commutazione di circuito

Tipi di Commutazione

▶ **COMMUTAZIONE DI CIRCUITO**

- ▶ Copiatura di un flusso di bit da una porta di ingresso ad una porta di uscita decisa sulla base di una identificazione del flusso (es. PSTN)

C'è anche la commutazione di circuito in cui abbiamo una copiatura di un flusso di bit da una porta di ingresso ad una di uscita, decisa sulla base di un'identificazione del flusso, per esempio la PSTN che è la rete telefonica. Nel caso di commutazione di circuito non abbiamo la suddivisione dei dati in pacchetti ma abbiamo delle connessioni a livello di circuito, quindi a livello di flussi di bit tra una sorgente e una destinazione. Nel momento in cui una sorgente ed una destinazione devono scambiarsi dei dati attraverso la commutazione di circuito, viene stabilito effettivamente un circuito tra loro e su questo viene trasmesso il flusso di bit.

Circuito virtuale

Tipi di Commutazione

▶ **CIRCUITO VIRTUALE**

- ▶ Commutazione di pacchetto in cui il pacchetto porta un identificatore di connessione anziché l'indirizzo destinazione (es. ATM)

Una modalità simile che possiamo provare a mettere in alternativa alle tre è quella del circuito virtuale. Lo utilizzo quando voglio realizzare un circuito tra due interlocutori, quindi tra due sistemi, usando una commutazione di pacchetto. In questo caso realizzo il circuito non attraverso un circuito fisico, ma attraverso un meccanismo di trasporto a pacchetto.

Vantaggi e svantaggi della commutazione di pacchetto

Commutazione di pacchetto:	
Vantaggi:	Svantaggi:
<ul style="list-style-type: none">- Concorrenza di più connessioni- Utilizzo di percorsi alternativi in caso di guasto anche durante una connessione- Costo basso grazie alla condivisione	<ul style="list-style-type: none">- Impossibile garantire la <i>capacità</i> di ciascuna connessione- Possibilità di avere congestione del canale- Problemi di sicurezza dovuti alla condivisione del mezzo

Vediamo rapidamente i vantaggi e gli svantaggi della commutazione di pacchetto. Ovviamente tra i vantaggi c'è la concorrenza di più connessioni: nella commutazione di pacchetto ho la possibilità di avere più scambi dati simultanei tra due nodi sulla rete, perché non utilizzo in maniera statica le risorse. La possibilità di fare il cosiddetto rerouting: cioè di utilizzare percorsi alternativi in caso di guasto anche durante la connessione. Nel momento in cui due nodi sono interconnessi tra loro e a un certo punto per qualche ragione si verifica un guasto si può fare il rerouting della connessione. Ovviamente abbiamo un costo basso della comunicazione per il semplice fatto che, grazie alla condivisione delle risorse, più utenti ne dividono il costo. Tra gli svantaggi della comunicazione di pacchetto, in particolare c'è l'impossibilità di garantire la capacità, cioè la velocità di trasmissione di ciascuna connessione non soltanto in termini di banda ma anche in termini, vedremo poi, di ritardo. La possibilità di avere congestione del canale: nel momento in cui troppi dati rispetto alla quantità prevista affluiscono ad un nodo di rete, questo può essere incapace di gestirli e di effettuare la commutazione in tempi rapidi. Poi ci possono essere problemi di sicurezza dovuti alla condivisione del mezzo nel senso che, nella commutazione di pacchetti, più connessioni di rete condividono lo stesso mezzo. I primi due svantaggi sono quelli che hanno sconsigliato fino ad oggi, ma le cose stanno cambiando, l'uso della commutazione di pacchetto per la trasmissione di segnali come la voce.

Vantaggi e svantaggi della commutazione di circuito 1

Commutazione di Circuito:

Vantaggi:

- Capacità del canale garantita
- Più facile controllare la sicurezza
- Non esiste *overhead* di interpretazione dell' indirizzo

Svantaggi:

- Costo elevato a causa della allocazione privata del canale
- Perdita della connessione se il canale ha un guasto

Per quanto riguarda i vantaggi e gli svantaggi della commutazione di circuito, parliamo della capacità del canale. Nel momento in cui stabilisco un circuito tra me e un mio interlocutore, mi viene allocata, quindi garantita, una determinata capacità. La tariffazione della commutazione di circuito è dipendente dal tempo: più a lungo tengo il circuito occupato e più ho una tariffa elevata, sia che usi sia che non usi il circuito. È il solo fatto di tenere occupata la risorsa che costituisce un costo per chi mi fornisce il circuito. Ovviamente è più facile controllare la sicurezza (questo era uno svantaggio del caso precedente). Non esiste *overhead*, cioè un sovraccarico di interpretazione dell'indirizzo: perché nel momento in cui esiste un circuito fisico realizzato tra me e un interlocutore, tutti i bit che io trasmetto su questo circuito sono per definizione destinati all'interlocutore e non c'è bisogno che lo divida in pacchetti specificando per ognuno di essi a chi è destinato. Gli svantaggi sono: il costo elevato a causa della allocazione privata del canale, perché nel momento in cui questo viene realizzato esclusivamente per me il costo diventa molto elevato non essendo condiviso con altri utenti. È più difficile effettuare il rerouting se c'è un guasto perché bisogna rieffettuare la connessione e quindi ristabilire il nostro circuito. Questo chiude il discorso sulla parte introduttiva reti di calcolatori. Vorrei quindi semplicemente sintetizzare alcuni elementi che penso possano rimanere come traccia, anche per una discussione successiva. In particolare il discorso che abbiamo fatto all'inizio che una rete corrisponde ad un piano di indirizzamento; credo che questo sia una cosa importante perché per lo meno da un riferimento preciso.

Vantaggi e svantaggi della commutazione di circuito 2

Commutazione di Circuito:

Vantaggi:

- Capacità del canale garantita
- Più facile controllare la sicurezza
- Non esiste *overhead* di interpretazione dell' indirizzo

Svantaggi:

- Costo elevato a causa della allocazione privata del canale
- Perdita della connessione se il canale ha un guasto

La rete locale, per esempio una rete Ethernet, in questo senso non è una rete, lo è nel momento in cui sopra una infrastruttura Ethernet sovrappongo un piano di indirizzamento che mi viene dato da un amministratore di rete locale. Nel caso di una rete geografica tipicamente questo piano di indirizzamento invece è amministrato dal fornitore di rete geografica. Questo è il discorso sul significato di rete. Abbiamo visto poi rapidamente le tre categorie: Lan, Wan e Man. Di fatto le Man, altra informazione che può rimanere, oggi come oggi non esistono: nel passato erano associate ad una particolare tecnologia, ormai abbastanza abbandonata, per lo scambio dei dati su area campus. Oggi si parla quasi esclusivamente di Lan, o di Lan estese a livello di campus, e di reti geografiche. Sono le due categorie principali, esempio tipico delle reti geografiche può essere internet.

Vantaggi e svantaggi della commutazione di circuito 3

Commutazione di Circuito:

Vantaggi:

- Capacità del canale garantita
- Più facile controllare la sicurezza
- Non esiste *overhead* di interpretazione dell' indirizzo

Svantaggi:

- Costo elevato a causa della allocazione privata del canale
- Perdita della connessione se il canale ha un guasto

L'altra cosa che ritengo importante venga sottolineata è il discorso delle topologie. Le topologie del cablaggio sono una cosa, i meccanismi di allocazione dei canali sono un'altra cosa. Quindi posso avere una rete cablata a stella, che è quello che oggi gli standard di cablaggio strutturato prevedono,

e su di essa posso avere reti a bus, a ring o a stella. Nel caso tipico delle reti a bus, realizzate su topologia a stella, vengono proposte anche delle variazioni, per cui gli standard tipici delle reti a bus così come sono nati, in particolari mi riferisco ad Ethernet, evolvono verso reti stellate. È chiaro che non è certo questa presentazione la sede in cui discutere questo discorso, però bisogna tener presente che effettivamente esiste questa evoluzione in senso opposto al passato. Una volta, prima di Ethernet, esistevano le reti a stella, poi è arrivato Ethernet che ha proposto le reti a bus e adesso sta ridiventando a stella. Questi sono gli elementi principale che possiamo proporre come discussione alla fine di quest'ora.