



Modelli di comunicazione

Luca Veltri

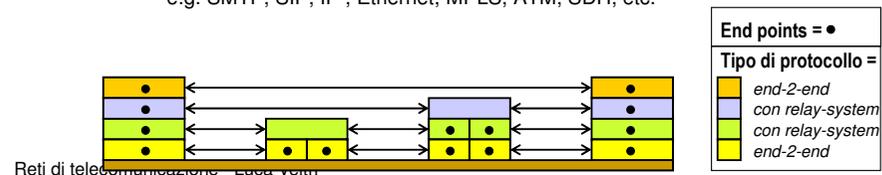
(mail.to: luca.veltri@unipr.it)

Corso di Reti di Telecomunicazione, a.a. 2016/2017

<http://www.tlc.unipr.it/veltri>

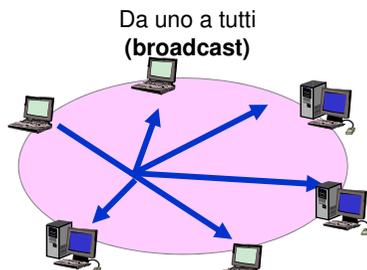
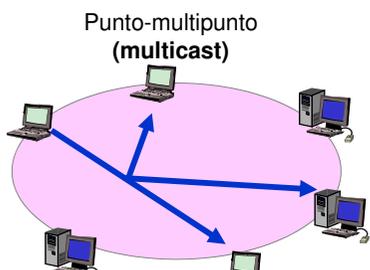
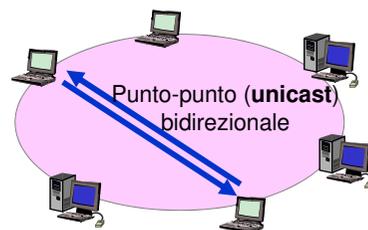
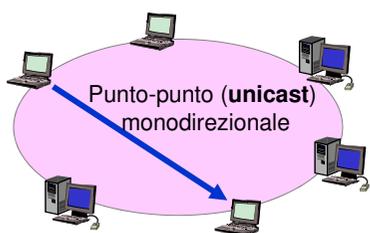
Comunicazione End-to-end o Relayed

- Comunicazione da estremo a estremo (end-to-end)
 - **quando la comunicazione avviene direttamente tra entità sorgente e destinazione**
 - **non richiede l'indirizzamento di nodo ma solo dell'utente del servizio**
- Comunicazione rilanciata/commutata (relayed)
 - **quando la comunicazione avviene attraverso il rilancio di uno o più nodi intermedi di rilancio/commutazione (relay system)**
- Per estensione, un protocollo di comunicazione potrà essere di tipo:
 - **end-to-end**
 - e.g. POP3, Telnet, TCP, UDP, SLIP, PPP, LLC, AAL, etc
 - **relayed**
 - e.g. SMTP, SIP, IP, Ethernet, MPLS, ATM, SDH, etc.



2

Comunicazione Unicast, Multicast, Broadcast



3

Comunicazione Unicast, Multicast, Broadcast

- Punto-punto (Unicast)
 - **una sorgente e una destinazione**
 - **può essere uni o bi-direzionale**
 - **esempio: telefonia classica (fissa e mobile), circuiti dedicati, etc**
- Punto-multipunto (Multicast)
 - **trasmissione contemporanea da una sorgente a più destinazioni**
 - **esempio: servizi telefonici avanzati (telefonata a tre), IP multicast**
- Diffusiva (Broadcast)
 - **trasmissione contemporanea da una sorgente a tutte le possibili destinazioni/terminali**
 - **esempio: TV, LAN..**

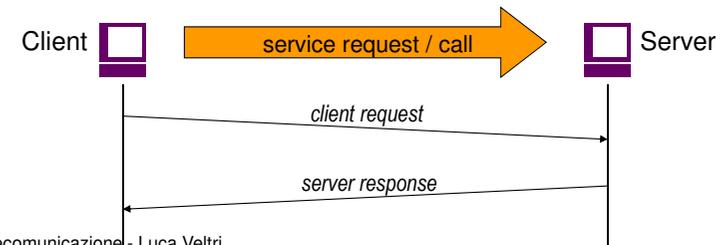
4

Protocolli unicast, multicast, broadcast

- Alcuni protocolli supportano solo
 - la modalità unicast,
 - altri sia unicast che broadcast (e.g. Ethernet..)
 - altri ancora tutte e tre le modalità di comunicazione (unicast, multicast e broadcast) (e.g. IP)
- Le funzionalità di comunicazione broadcast e multicast di un protocollo posso essere realizzate
 - sfruttando eventuali funzionalità broadcast/multicast messe a disposizione dal protocollo sottostante (e.g. IP broadcast → Ethernet broadcast), oppure
 - utilizzando molteplici comunicazioni unicast a livello sottostante, eventualmente rilanciate da nodi intermedi

Comunicazione Client-Server

- Comunicazione diretta tra due entità (e.g. due terminali, applicazioni, etc.) in cui una delle due parti, il client, ha il ruolo di iniziare la comunicazione e/o richiedere un servizio, mentre l'altra, il server, ha invece il ruolo opposto
- Il ruolo delle due entità è ben distinto
 - il client inoltra le richieste (di servizio) ad un server
 - il server elabora le richieste e, se la richiesta è accettata, risponde al client fornendo il servizio richiesto
 - in genere la comunicazione risulta di tipo asimmetrica



Comunicazione Client-Server (cont.)

- Definizione: Applicativo o processo terminale CLIENT
 - programma o sua parte che esegue la componente client di una comunicazione
 - è la parte “chiamante” (caller or calling party) o richiedente
 - può richiedere al server l'esecuzione di un servizio
- Definizione: Applicativo o processo terminale SERVER
 - programma o sua parte che esegue la componente server di una comunicazione
 - è la parte “chiamata” (callee or called party) o rispondente
 - può eseguire dei servizi e restituire al client il risultato
- Esempi di applicazioni client e server
 - browser (client) vs. server web (server)
 - client di posta elettronica (client) vs. POP3/SMTP server (server)

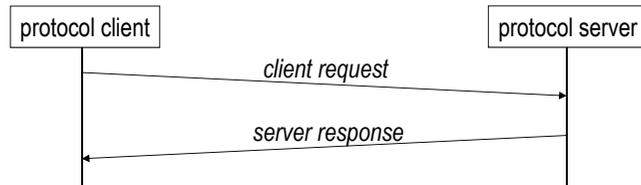
Comunicazione Client-Server (cont.)

- Per estensione spesso si definisce
 - **Client**
 - dispositivo terminale (host, PC, workstation, etc.) che ospita principalmente applicazioni di tipo client
 - se le applicazioni ospitate hanno anche un lato server, spesso questo lato viene inibito (per configurazione, utilizzo o protezione)
 - **Server**
 - dispositivo terminale che ospita principalmente applicazioni di tipo server
- Alcune applicazioni implementano sia il lato client che il lato server di una comunicazione
 - e.g. SMTP server, HTTP proxy, etc.

Protocolli Client-Server

- Analogamente alcuni protocolli si definiscono di tipo client-server quando la comunicazione tra le parti coinvolte evolve in modalità client-server

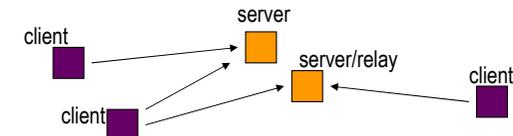
- in tal caso si può distinguere la parte client e la parte server del protocollo



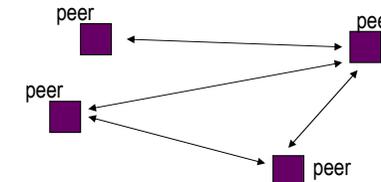
- alcuni protocolli prevedono che le due parti della comunicazione si possano scambiare la funzione client o server nell'arco della comunicazione stessa
- in alcuni casi la modalità client piuttosto che server caratterizza solo la prima parte della comunicazione delle due parti; il resto della comunicazione evolve in modo simmetrico (e.g. TCP)

Architettura Client-Server vs. Peer-to-Peer

- Una architettura di comunicazione si definisce di tipo client-server se distingue funzionalmente i suoi nodi tra quelli che operano in modalità client e quelli server



- Nel caso contrario si parla di architettura peer-to-peer (P2P), e i terminali vengono detti genericamente peer



Architettura Peer-to-Peer

- I nodi di rete agiscono sia come client che come server
- Spesso non c'è neanche distinzione tra nodi intermedi (relay), se presenti, e nodi terminali
 - nodi omogenei, genericamente riferiti come peer
- Nel caso l'architettura preveda un instradamento basato su nomi (o altri identificativi) di nodi, il mappaggio di questi con gli indirizzi della rete sottostante e/o l'eventuale instradamento avviene tramite una apposita struttura di rete (overlay P2P)
 - i peer collaborano insieme al mantenimento di questo overlay
 - in alcuni casi si fa distinzione tra differenti tipologie di nodi a seconda del loro ruolo all'interno dell'architettura di rete
 - Ad esempio in funzione della banda a disposizione, capacità di elaborazione e di memoria, etc.
 - e.g. nodi (o peer), super-nodi (o super-peer)

Architettura Peer-to-Peer (cont.)

- Reti P2P possono essere classificate come:
 - Reti non strutturate
 - tutti i peer sono uguali, nessuna struttura tra i nodi
 - Reti strutturate
 - L'overlay è organizzato con una specifica topologia (e.g. DHT)
- Principali caratteristiche di una rete P2P
 - Architettura di rete dinamica
 - i nodi entrano a far parte (join) ed escono (leave) dalla rete
 - l'architettura di rete deve poter continuare a funzionare anche in presenza di tali variazioni dovute a ingressi e uscite (churn)
 - Architettura di rete affidabile
 - ridondanza delle risorse di comunicazione e dei servizi forniti
 - Architettura di rete scalabile
 - l'architettura di rete riesce a scalare all'aumentare del numero di peer
- Principali vantaggi
 - affidabilità e resistenza ai guasti (fault-tolerance)
 - distribuzione automatica delle funzioni e servizi (self-organization)
 - scalabilità

Comunicazione CO e CL

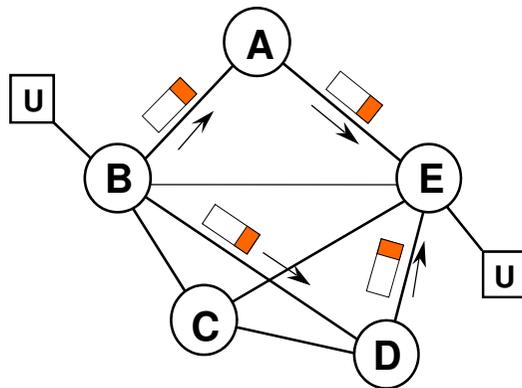
A seconda delle modalità di gestione della comunicazione, è possibile definire due differenti modi di trasferimento dell'informazione:

- Senza connessione (CL, Connection Less)
 - un'unica fase temporale
 - assenza di negoziazione, indipendenza e autoconsistenza dei segmenti informativi
 - accordo solo tra N-utente e (N-1)-fornitore
- Con connessione (CO, Connection Oriented)
 - strutturazione in tre fasi temporali
 - accordo tra gli estremi della connessione
 - negoziazione dei parametri di trasferimento
 - una volta stabilita la connessione, il trasferimento delle UI avviene come attraverso un "tubo":
le UI vengono inviate dal sorgente ed estratte in modo ordinato dal destinatario
 - uso di identificatori di connessione
 - è presente una relazione tra i segmenti informativi scambiati

Comunicazione CL (a datagramma)

- Nella modalità di trasferimento a DATAGRAMMA, il trasferimento delle UI (pacchetti) avviene senza accertare preventivamente la disponibilità dell'utente destinatario e/o delle risorse di rete all'effettuazione del trasferimento
- Non esistono le fasi di instaurazione e di abbattimento di una chiamata ed ogni pacchetto o datagramma (UI) è gestito dalla rete indipendentemente dagli altri, anche se fanno parte della stessa comunicazione
- Se sono presenti nodi di commutazione, questi operano la funzione di instradamento solo sulla base dei singoli pacchetti (UI)
- Ogni pacchetto è completamente indipendente
- E' possibile che i pacchetti vengano consegnati fuori sequenza

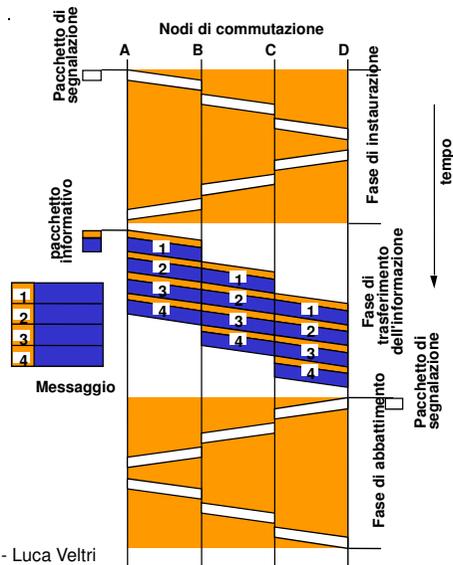
Esempio di comunicazione CL (a datagramma)



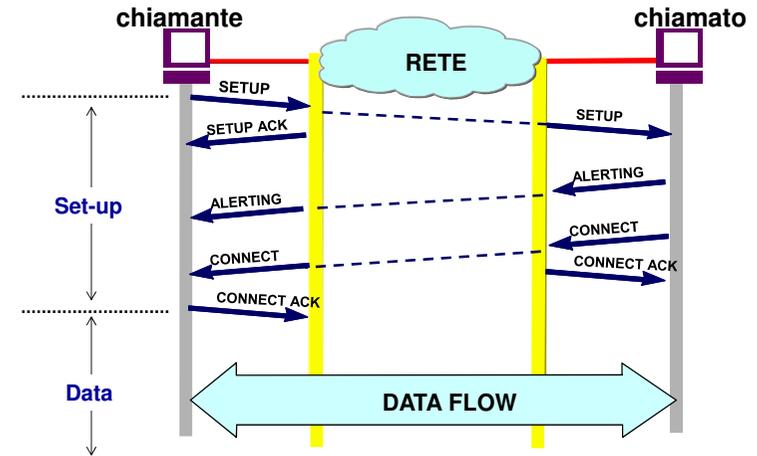
Comunicazione CO

- Nella modalità di trasferimento con connessione, il servizio è articolato in tre fasi:
 - fase di instaurazione della connessione
 - fase di trasferimento informativo
 - fase di abbattimento della connessione
- Durante la fase di instaurazione normalmente viene:
 - a) accertata la possibilità di instaurare la connessione (controllo di accettazione di chiamata) ed eventualmente effettuata un'assegnazione logica delle risorse necessarie
 - b) assegnati opportuni identificatori della chiamata che saranno trasportati da tutte le UI appartenenti alla chiamata stessa (connessione)
 - c) nel caso di attraversamento di più nodi, viene determinato il cammino che i pacchetti seguiranno in rete (funzione di instradamento)
- Durante la fase di abbattimento vengono rilasciate le risorse precedentemente allocate

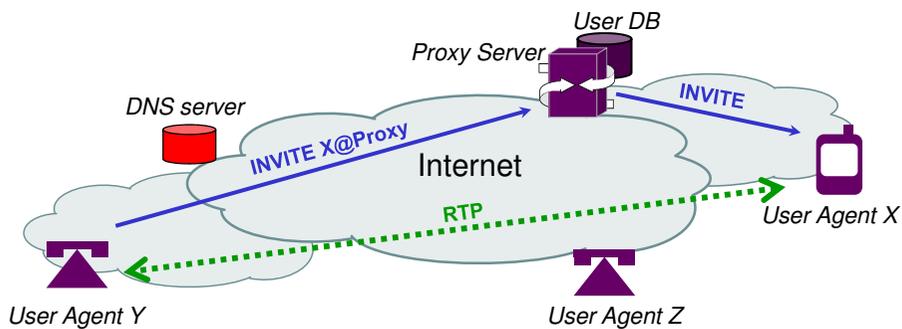
Esempio di comunicazione CO



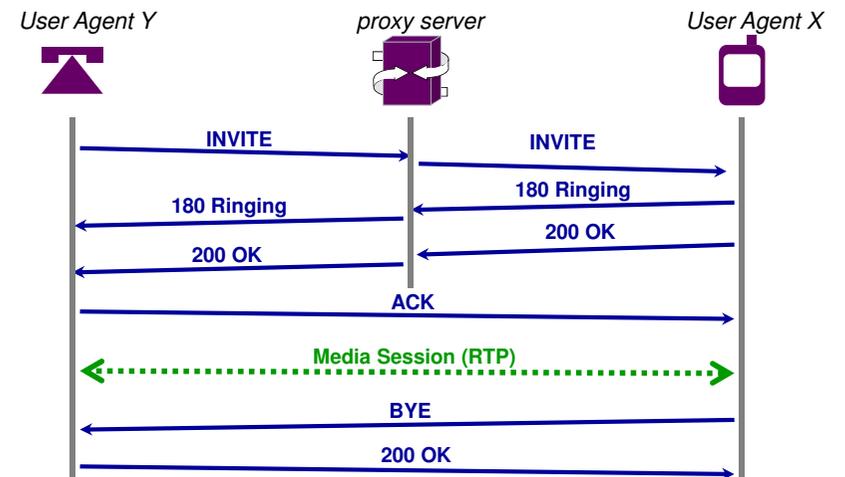
Esempio CO: Chiamata Q.931



Esempio CO: VoIP call setup (SIP)



Esempio CO: VoIP call setup (SIP) (cont.)



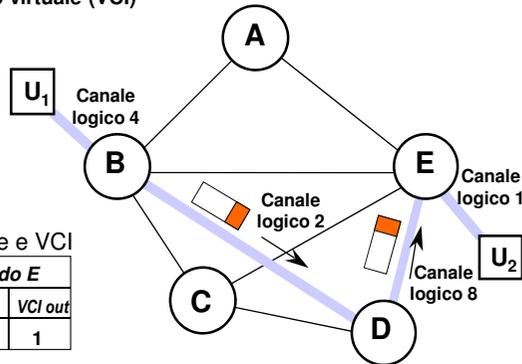
Comunicazione CO

- Durante la fase di trasferimento le UI vengono trattate dai terminali e, eventualmente, dai nodi di rete sulla base della appartenenza delle stesse UI ad una specifica connessione (precedentemente instaurata)
 - a tal fine vengono considerati degli identificatori logici associati alle singole UI
 - tali identificatori vengono a volte chiamati numero di canale logico, o identificatore di circuito virtuale (VCI)

Esempio di corrispondenza tra circuito virtuale e VCI

Nodo B		Nodo D		Nodo E	
VCI in	VCI out	VCI in	VCI out	VCI in	VCI out
4	2	2	8	8	1

Reti di telecomunicazione - Luca Veltri



21

Comunicazione CO

- In genere, durante la fase di trasferimento:
 - le UI preservano il loro ordinamento (sequenza)
 - rispetto a comunicazioni in modalità CL, la probabilità di perdita può essere minore (aumentando l'integrità informativa)
 - grazie ad eventuali meccanismi di recupero di errore
 - grazie ad eventuali meccanismi di riservazione/gestione delle risorse di rete
 - rispetto a comunicazioni in modalità CL, il ritardo end-to-end può essere minore (aumentando la trasparenza temporale)
 - nel caso lo strato CO esegua la funzione di commutazione (ovvero prevede nodi intermedi che operano in modalità CO)

Reti di telecomunicazione - Luca Veltri

22

Comunicazione Affidabile e Non affidabile

- Una comunicazione viene detta "affidabile" se garantisce l'integrità informativa dei dati trasferiti
 - in particolare deve preservare sia l'integrità delle singole UI e sia il loro ordinamento
- Nel caso contrario, la comunicazione è detta "non affidabile"
- Se un protocollo offre un servizio di comunicazione di tipo affidabile, tale protocollo è detto *affidabile*
 - e.g. TCP, HTTP, SMTP, etc.
- Nel caso contrario il protocollo è detto *inaffidabile*
 - e.g. Ethernet, IP, UDP
- Il servizio di comunicazione affidabile può essere fornito grazie a ad apposite funzioni implementate dal protocollo stesso o grazie al servizio offerto dal protocollo sottostante
 - un esempio del 1° caso è il TCP
 - un esempio del 2° caso è HTTP (tramite servizio offerto da TCP)

Reti di telecomunicazione - Luca Veltri

23

Comunicazione Real-time e Non real-time

- Una comunicazione è detta di tipo real-time (in tempo reale) se nel trasferimento preserva (o deve preservare) la trasparenza temporale
- La trasparenza temporale può essere garantita in termini di:
 - mantenimento/ricostruzione in ricezione della stessa cadenza temporale delle UI inviate
 - basso ritardo end-to-end
- Il primo punto può essere garantito attraverso opportune funzioni di riequalizzazione dei ritardi
 - soprattutto in caso di bassa variabilità (jitter) dei ritardi end-to-end
- Il secondo punto richiede specifiche caratteristiche di trasferimento nella rete attraversata
 - basso ritardo massimo end-to-end
- Ci sono protocolli più o meno adatti a comunicazioni real-time

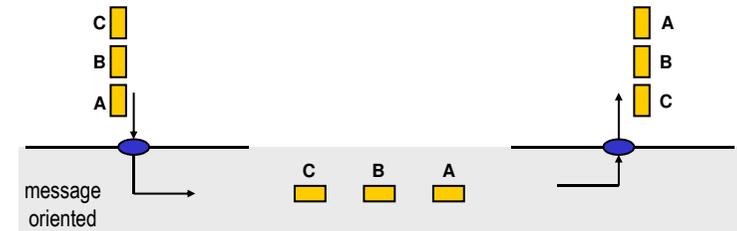
Reti di telecomunicazione - Luca Veltri

24

Comunicazione Message o Stream oriented

- A seconda della modalità con cui i dati vengono inviati e ricevuti, si possono distinguere due modalità di comunicazione:
 - **Message oriented (orientata al messaggio)**
 - vengono inviati e ricevuti dallo strato superiore specifici blocchi di dati
 - in ricezione viene garantita la appartenenza dei dati ad un specifico blocco (messaggio)
 - e.g. HTTP, SMTP, UDP, IP, PPP, Ethernet, etc.
 - **Stream oriented (orientata al flusso)**
 - i dati dello strato superiore vengono gestiti come un flusso continuo (non necessariamente temporalmente continuo) di bit o byte
 - in ricezione viene garantita la medesima sequenza dei dati e riconsegnati allo strato superiore in ordine
 - i dati non vengono strutturati e delimitati in blocchi, ma al contrario vengono consegnati allo strato superiore come un unico flusso
 - e.g. SSH, TCP, SDH, PCM, e in generale la maggior parte degli strati PH
- La modalità di comunicazione a Stream richiede l'instaurazione di una "connessione virtuale" (comunicazione di tipo CO), mentre non è vero il viceversa

Comunicazione Message o Stream oriented



Information-Centric Networking (ICN)

- Nuovo paradigma di comunicazione che mette al centro l'informazione (i dati) che si vogliono scambiare
 - **al contrario delle architetture di rete tradizionali che offrono un servizio incentrato sulla comunicazione tra nodi terminali (indirizzamento, routing, sicurezza, etc.)**
- Questo nuovo approccio comporta un capovolgimento delle funzioni offerte da una rete e un ridisegno dei protocolli utilizzati
 - **vengono indirizzati i contenuti (i dati) e non gli host terminali**
 - **la comunicazione avviene secondo un paradigma di tipo richiesta(interest)/risposta(data), o anche publish/subscribe**
 - **i nodi della rete possono effettuare caching e diventare sorgenti per i dati (vantaggi: prestazioni, multicast, mobilità)**
 - **la sicurezza viene legata direttamente ai dati e non ai nodi che li gestiscono**
- Riferito anche come Data-centric o Data-oriented networking, oppure Content-Centric Networking (CCN)