



Master in Informatica del Testo ed Edizione Elettronica

Master professionale e di ricerca

Università degli Studi di Siena

Filologia e Critica delle Letterature Antiche e Moderne – Ingegneria dell'Informazione - Scienze Matematiche

ELEMENTI DI INFORMATICA DI BASE

Anno 2022

Dario Madeo

dario.madeo@unisi.it

<https://www3.diism.unisi.it/~madeo/home.html>

RETI DI CALCOLATORI

26 Gennaio 2022

Rivisitazione delle lezioni del prof. Stefano Melacci (2015)

Testo di riferimento

Tanenbaum Andrew S., **"Reti di calcolatori"**, Pearson
Education Italia

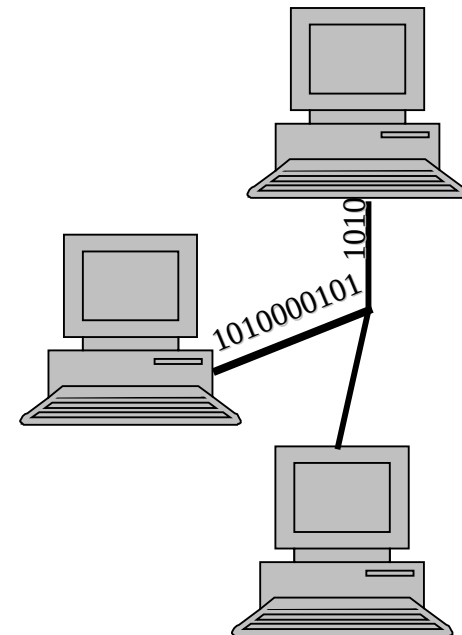
Outline

- Reti di calcolatori
- Comunicazione e architettura client/server
- Reti e protocolli



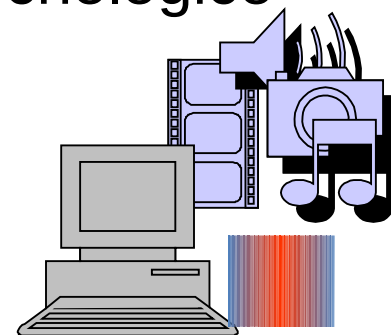


Reti di Calcolatori



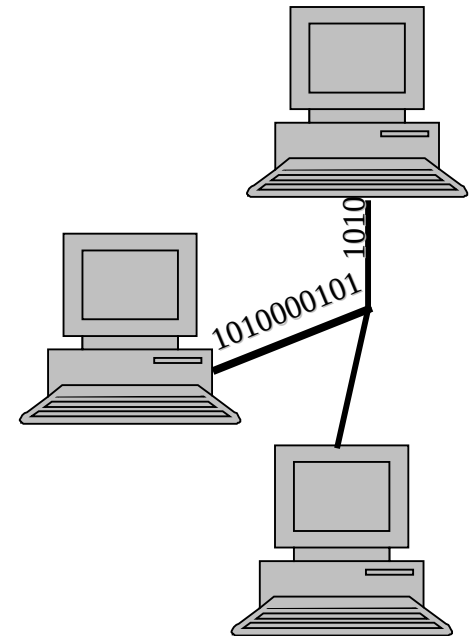
Convergenza delle tecnologie

- Diffusione della tecnologia digitale
- Distribuzione, elaborazione, memorizzazione dell'informazione
- Fusione di calcolatori e comunicazione
- Influenza sulle direzioni dello sviluppo tecnologico
- Impatto sociale
 - Organizzazione del lavoro
 - Comunicazione personale
 - Distribuzione e accesso alle informazioni



Reti di calcolatori

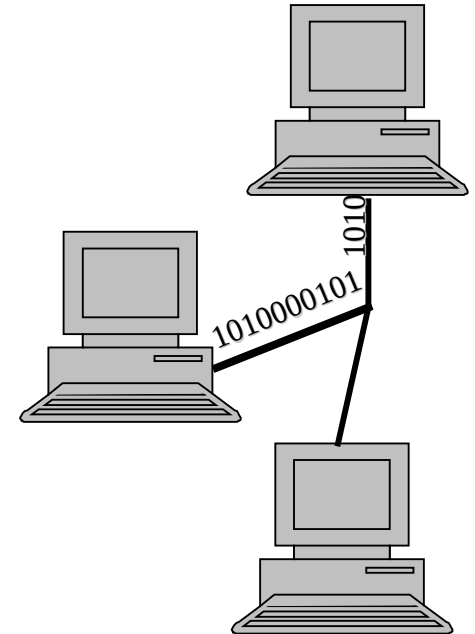
- Modello basato su calcolatori **indipendenti** e **interconnessi** fra loro
- Insieme di calcolatori **autonomi** collegati ovvero in grado di scambiare informazioni fra di loro
- Il collegamento può utilizzare tecnologie varie (fili elettrici, onde radio, fibre ottiche)
- L'insieme dei calcolatori è in genere **eterogeneo** (architettura hardware, sistema operativo)



Reti di calcolatori

MAIN CONCEPT

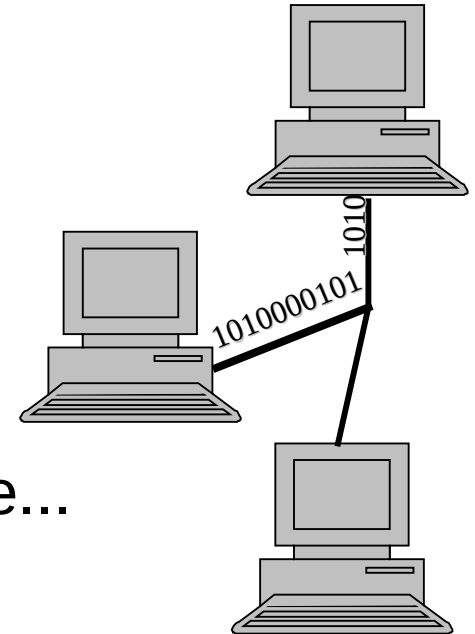
SCAMBIO DI DATI



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI



Simile alla “classica” comunicazione verbale...

- Alfabeto: tipicamente byte (256 elementi)
- Sintassi: sequenze di byte “valide” (parole)
- Grammatica: regole di formazione delle “trasmissioni valide”
- Semantica: interpretazione dei dati

Cosa possiamo fare con le reti?

- Rivoluzione nella comunicazione

Pubblicazione ed accesso alle informazioni (WWW)

Comunicazione personale (e-mail, chat, ICQ, VoIP) 

Strumenti collaborativi (videoconferenza, newsgroups) 

Impatto sull'economia (e-commerce) 

Intrattenimento (video on demand, radio, network gaming) 

Social Networks 

Home banking

Cittadinanza digitale 

Reti e sistemi distribuiti

Reti di calcolatori

- La connessione è visibile: si deve dire esplicitamente come intende operare sulla rete
- Si individua la macchina remota e il servizio che si intende usare

Esempi:

- Internet – Dal pc di casa richiedo ad un determinato server che ospita un sito l'accesso ai contenuti e/o ai servizi (pagine, immagini, video, home-banking, ecc.)
- Smart working - Usando il mio portatile, accedo al computer interno all'azienda. Quest'ultimo è in generale più potente. Inoltre, il fatto che sia fisicamente presente all'interno di locali appositamente adibiti dall'azienda, garantisce la sicurezza dei dati ed il segreto industriale.

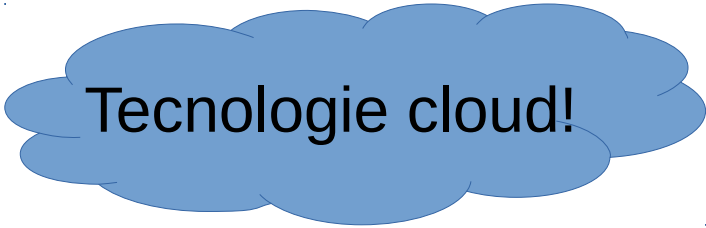


Reti e sistemi distribuiti

Sistemi distribuiti

- si enfatizzano aspetti funzionali, non importa dove l'elaborazione ha luogo sulla rete
- l'accesso alla rete è trasparente: si specifica solo il servizio che si vuole ottenere
- il sistema operativo/sistema di gestione si occupa di allocare le risorse necessarie in base alla richiesta e alla disponibilità

Esempio:



Tecnologie cloud!

- Non so su quale server siano salvati i dati che carico su un servizio di cloud storage (es. Dropbox, GoogleDrive, ...)
- Non so su quale server offerto dagli hosting provider (es. Aruba) sia installato il mio sito internet.

Vantaggi delle reti e dei sistemi distribuiti

- Condivisione delle risorse
 - Risorse hardware (calcolo, memoria, stampanti)
 - Informazioni e documenti (File sharing, Intranet, Internet)
 - Amministrazione e distribuzione remota del software
- Reti aziendali e dipartimentali
- Indipendenza dalla posizione fisica delle risorse e dell'utente
- Telelavoro e servizi "home" (es. home banking)

Perché le Reti?

- Alta affidabilità

Introduzione di ridondanze (es. replicazione di archivi)

- Riduzione dei costi

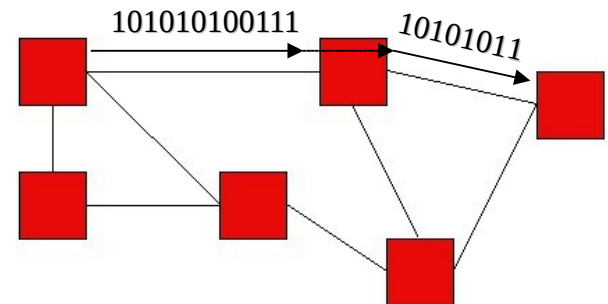
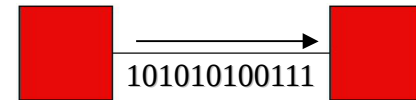
- Elaborazione su **cluster** di computer rispetto a mainframe multiprocessore

- Scalabilità della soluzione

L'hardware delle reti

Trasmissione dei dati per via elettrica/elettronica

- Due nodi
- Più di due nodi
 - Come connettere i nodi
 - Come inviare dati attraverso la rete
 - Come gestire comunicazioni simultanee fra nodi diversi



Mezzi di Trasmissione

Linee

Rame

Doppini

Cavi coassiali

Fibre ottiche

Wireless

Suoni

Luce

Raggi infrarossi

Radiofrequenza

Microonde

La scala della rete

Distanza fra le unità
di elaborazione

Ambiente

0.1m	Circuito
1m	Sistema
10m	Stanza
100m	Edificio
1Km	Campus
10Km	Città
100Km	Nazione
1000Km	Continente
10000Km	Pianeta

Calcolatori
multiprocessore

Rete Locale
(LAN)

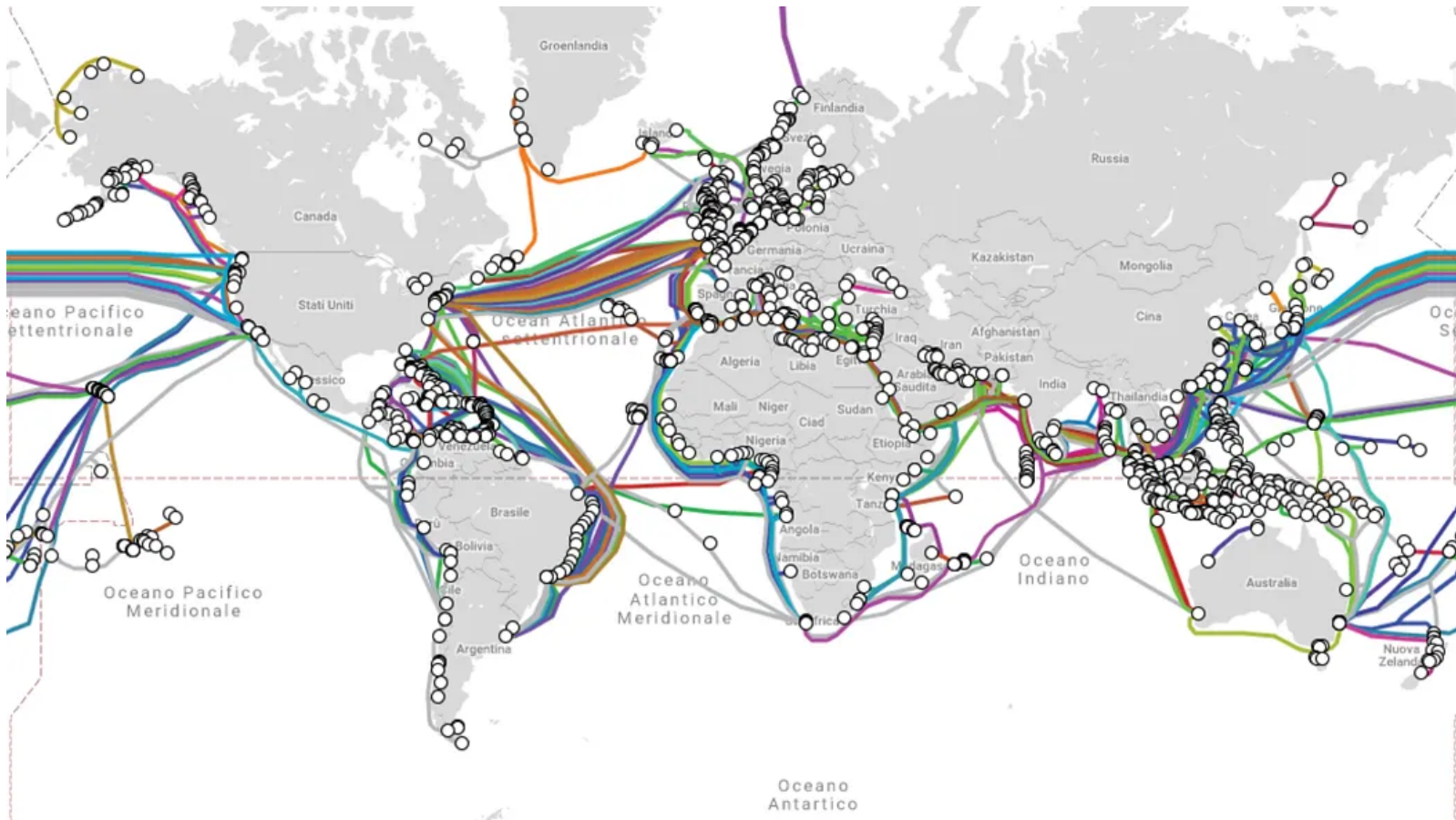
Rete Metropolitana (MAN)

Rete Geografica (WAN)

Internet

La scala della rete

Cavi sottomarini per i collegamenti internazionali



...ma ci sono anche i satelliti!

LAN vs Internet

- **Local Area Network (LAN)**
 - Sono di dimensioni ridotte
 - Il tempo peggiore di comunicazione è limitato e noto
 - Hanno tipicamente velocità di 10-100 Mbps (Megabit/s)
 - ...ormai molto diffuse velocità dell'ordine del Gbps
- **Internet**
 - Copre l'intero pianeta (e oltre!)
 - Il tempo peggiore di comunicazione non è noto
 - La velocità dipende da molteplici fattori (qualità dell'hardware locale, internet service provider, "intasamento" dei server, ...)



Comunicazione e architettura client/server



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Codice MORSE

A	· —	N	— ·	1	— · — — —	?	· · — — —
B	— · · ·	O	— — —	2	· · — — —	!	— · — · — —
C	— · · —	P	— · — ·	3	· · · — —	,	· — · · — —
D	— · ·	Q	— — · —	4	· · · —	;	— · — · — —
E	·	R	— · ·	5	· · · ·	:	— · — · — ·
F	· — · ·	S	· · ·	6	— · · ·	+	— · — · — ·
G	— · — ·	T	—	7	— · · ·	-	— · · · —
H	· · · ·	U	— · —	8	— — — ·	/	— · · —
I	· ·	V	· · —	9	— — — ·	=	— · · —
J	· — — —	W	— · — —	0	— — — —		
K	— · —	X	— · · —				
L	— · — ·	Y	— · — —				
M	— —	Z	— — · ·				

Il codice MORSE ha un alfabeto costituito da 2 simboli:



In realtà, ci sono due simboli nascosti...

- pausa temporale tra due lettere (breve)
- pausa temporale tra due parole (lunga)

Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Comunicazione tra umani



Oltre alle parole...

- pause
- punteggiatura (testo)
- intonazione
- ...

Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Codice MORSE

A	· —	N	— ·	1	— · — — —	?	· · — — —
B	— · · ·	O	— — — —	2	· · — — —	!	— · — · — —
C	— · · —	P	— · — ·	3	· · · — —	,	· — · · — —
D	— · ·	Q	— — — ·	4	· · · —	;	— · — · — —
E	·	R	— · ·	5	· · · ·	:	— · — · — ·
F	· — · ·	S	· · ·	6	— · · ·	+	— · — · — ·
G	— — ·	T	—	7	— · · ·	-	— · · · — —
H	· · · ·	U	— · —	8	— — — ·	/	— · · —
I	· ·	V	· · —	9	— — — ·	=	— · · —
J	· — — —	W	— · — —	0	— — — —		
K	— · —	X	— · · —				
L	— · ·	Y	— · — —				
M	— —	Z	— — · ·				

Il codice MORSE ha un alfabeto costituito da 2 simboli:



In realtà, ci sono due simboli nascosti...

- pausa temporale tra due lettere (breve)
- pausa temporale tra due parole (lunga)

Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Quantità minima per
rappresentare qualsiasi tipo di
informazione

Nel mondo informatico, l'alfabeto è ridotto all'osso. Solo 2 caratteri (bit)!

0 e 1

In realtà, si lavora per sequenze di 8 bit, detti byte.

Un byte può assumere 256 valori diversi (caratteri).

Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Un byte può assumere 256
valori diversi (caratteri)

Codifica ASCII

ASCII = American Standard
Code for Information Interchange

Caratteri “stampabili”

! " # \$ % & ' () * + , - . /
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ?
@ A B C D E F G H I J K L M N O
P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _
` a b c d e f g h i j k l m n o
p q r s t u v w x y z { | } ~

0		32		64	@	96		128	Ç	160	á	192	Ł	224	ó
1	☺	33	!	65	A	97	a	129	ü	161	í	193	ł	225	ô
2	☹	34	"	66	B	98	b	130	ë	162	ó	194	Ł	226	Õ
3	☺	35	#	67	C	99	c	131	â	163	ú	195	ł	227	Ò
4	☹	36	\$	68	D	100	d	132	ä	164	ñ	196	—	228	ô
5	♣	37	%	69	E	101	e	133	å	165	Ñ	197	+	229	Ó
6	♠	38	&	70	F	102	f	134	ä	166	ä	198	Å	230	µ
7	•	39	'	71	G	103	g	135	ç	167	°	199	Ä	231	þ
8	■	40	(	72	H	104	h	136	ë	168	¿	200	Ł	232	þ
9	○	41	)	73	I	105	i	137	ë	169	®	201	Ŕ	233	Ù
10	☼	42	*	74	J	106	j	138	è	170	¬	202	ł	234	Û
11	♂	43	+	75	K	107	k	139	ï	171	½	203	ŕ	235	Ü
12	♀	44	,	76	L	108	l	140	î	172	¾	204	ŕ	236	ý
13	☺	45	-	77	M	109	m	141	ï	173	ı	205	—	237	ÿ
14	☹	46	.	78	N	110	n	142	Ä	174	«	206	ŕ	238	—
15	☼	47	/	79	O	111	o	143	Å	175	»	207	□	239	˘
16	▶	48	0	80	P	112	p	144	É	176	☐	208	ó	240	-
17	◀	49	1	81	Q	113	q	145	æ	177	☐	209	Ð	241	±
18	↑	50	2	82	R	114	r	146	Æ	178	☐	210	É	242	—
19	!!	51	3	83	S	115	s	147	ø	179		211	Ë	243	¼
20	¶	52	4	84	T	116	t	148	ö	180	—	212	È	244	¶
21	§	53	5	85	U	117	u	149	ö	181	À	213	ı	245	§
22	—	54	6	86	V	118	v	150	ü	182	À	214	ı	246	+
23	↑	55	7	87	W	119	w	151	ü	183	À	215	ı	247	,
24	↑	56	8	88	X	120	x	152	ÿ	184	©	216	ı	248	°
25	↓	57	9	89	Y	121	y	153	Ö	185	¶	217	ı	249	˘
26	→	58	:	90	Z	122	z	154	Ü	186	¶	218	ı	250	.
27	←	59	;	91	[	123	{	155	ø	187	¶	219	ı	251	˘
28	↳	60	<	92	\	124		156	£	188	¶	220	ı	252	˘
29	↔	61	=	93	]	125	}	157	Ø	189	¢	221	ı	253	˘
30	▲	62	>	94	^	126	~	158	x	190	¥	222	ı	254	■
31	▼	63	?	95	_	127	△	159	f	191	ı	223	ı	255	

Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Necessità di un “codice”
per passare la parola
all’altro...

- passo
- passo e chiudo



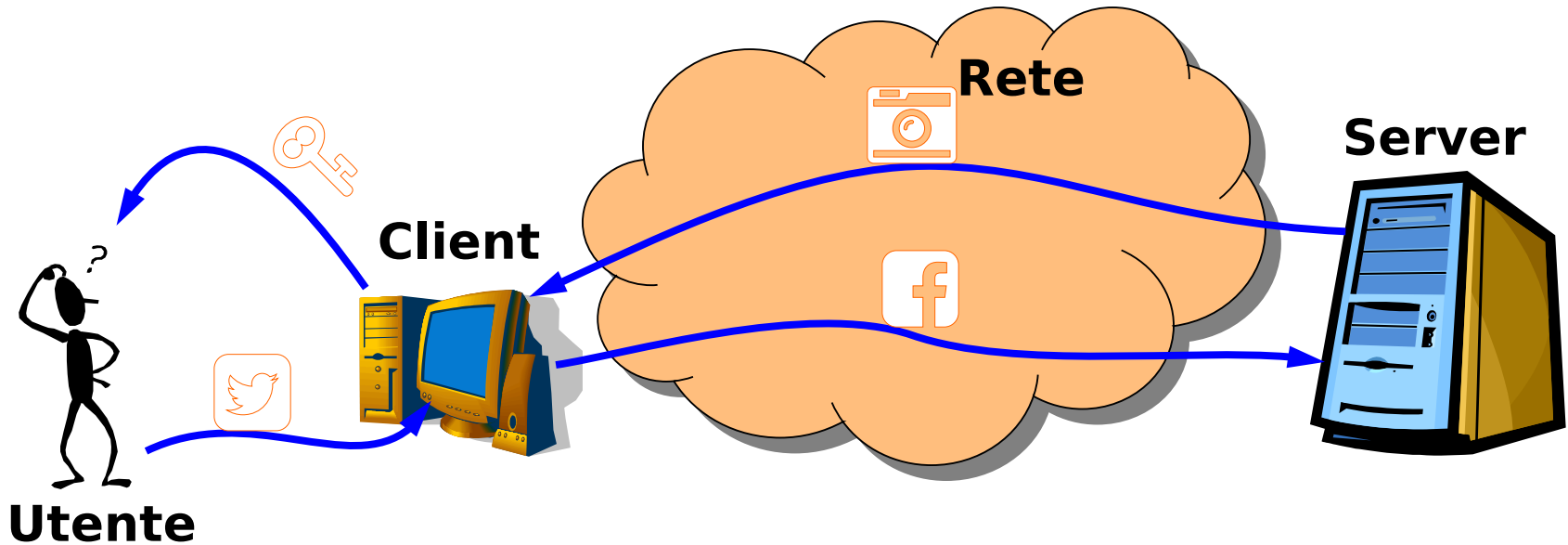
Sono a tutti gli effetti elementi dell’alfabeto!

Walkie-Talkie



Il paradigma Client-Server

1. L'utente usa il client per esprimere le sue richieste
2. Il client si collega al server e trasmette la richiesta
3. Il server risponde al client
4. Il client presenta la risposta all'utente



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Client



Server



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Client



Server

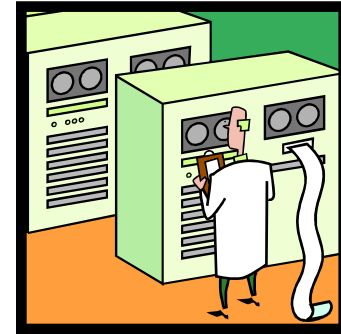


Il client



- Si preoccupa di dialogare con l'utente
- Sfrutta tutte le possibilità fornite dal calcolatore su cui viene eseguito (audio, video, ...)
- Fornisce all'utente un'interfaccia intuitiva
- Elabora le richieste dell'utente e le risposte dei server
- La comunicazione avviene secondo un formato standard (**protocollo**)

Il server



- Rende disponibili delle risorse
- **Accetta richieste e risponde automaticamente**
 - non bada alla provenienza della richiesta
 - il client può trovarsi in qualsiasi punto della rete
- Si può organizzare un insieme di server in modo che siano collegati tra loro

Servizi (1)

- Il server è un **programma** che è in esecuzione in una macchina a cui è associato un **indirizzo** che la identifica nella rete
- **Un server mette a disposizione dei servizi**, o in generale delle **risorse**
- Ciascun servizio è identificato da un numero di **porta**
Su ciascuna porta è in ascolto il programma (daemon) che esegue le operazioni necessarie per l'espletazione del servizio
- Ogni servizio usa un proprio **protocollo**



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Client



Server



Comunicazione

MAIN CONCEPT

SCAMBIO DI DATI

Client



Server



Servizi (2)

- In base a quanto appena detto, è possibile identificare una risorsa su Internet tramite:

Protocollo (che indica il tipo di servizio richiesto)

Indirizzo del computer che ospita il server (IP o Domain Name)

Numero della porta (può mancare, i protocolli prevedono porte di default)

Nome della risorsa richiesta

Client e server - esempi

Siti internet e servizi (asimmetria client/server)

Server



Apache HTTP Server

(ed altre...)



MS Internet Information Services

Client (browser)



Google Chrome

(ed altri...)



Mozilla Firefox

Client e server - esempi

Siti internet e servizi (asimmetria client/server)

Server

Applicazioni server “proprietarie” (in aggiunta ad Apache, MS IIS o altri)



Client (browser)



Google Chrome

(ed altri...)



Mozilla Firefox

...oppure APP dedicate!



Client e server - esempi

Virus “Trojan” (asimmetria client/server)

Server

Applicazione installata sul computer “vittima”
Interpreta ed esegue i comandi del client (es.
cancella file, scarica file, apri la vaschetta del cd...)

Client

Applicazione usata
dall’hacker per
danneggiare il server
(vittima)



Client e server - esempi

Bitcoin (simmetria client/server)

La struttura peer-to-peer della rete Bitcoin e la mancanza di un ente centrale rende impossibile a qualunque autorità, governativa o meno, il blocco dei trasferimenti, il sequestro di bitcoin senza il possesso delle relative chiavi o la svalutazione dovuta all'immissione di nuova moneta.



Ma anche versioni “primordiali” di chat...

Client e server - esempi

Asimmetria vs Simmetria

- Le strutture simmetriche sono state largamente usate ai “primordi” di Internet
- L’asimmetria garantisce maggiori servizi grazie alla centralizzazione del flusso delle informazioni
- Di converso, l’assimmetria “arricchisce” i vari provider grazie ai nostri dati.

Facebook was invented in 2004

Data theft before 2004:



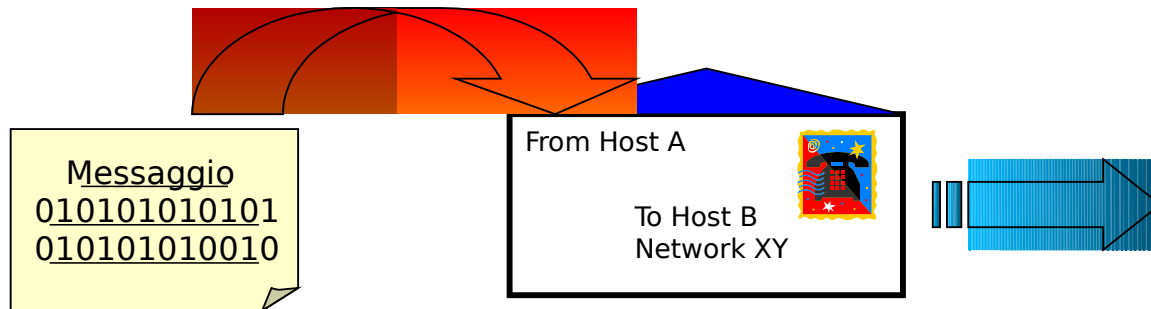


Reti e Protocolli



Il software delle reti

- Necessità di definire **protocolli** e **standard**
Un protocollo definisce la modalità con la quale avviene la comunicazione fra due agenti
- La rete è organizzata come una serie di strati (**livelli**)
Ogni livello fornisce una serie di servizi al livello superiore
Ogni livello di un host comunica con il livello corrispondente di un altro host utilizzando un opportuno protocollo



Protocolli e standard

- Per scambiarsi dati due entità devono accordarsi su un protocollo
 - Il protocollo definisce le regole da seguire per il trasferimento dei dati
 - Sintassi** - formato dei dati (campi del pacchetto)
 - Semantica** - significato (uso dei campi del pacchetto)
 - Sincronizzazione** – modalità di invio dei dati quando mittente e destinatario elaborano i dati a velocità diverse
- Gli **standard** forniscono le linee guida per assicurare livelli di interconnessione uniformi

Organizzazioni per gli standard

- ISO (International Standards Organization)
82 nazioni dal 1947
- ITU-T (International Telecommunications Union-
Telecommunication Standards Sector)
Standard per le telecomunicazioni – telefonia e trasferimento
dati (ex. CCITT)
- ANSI (American National Standards Institute)
Organizzazione privata per l'unificazione degli standard in USA
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- EIA (Electronic Industries Association)

Modello ISO-OSI

- OSI – Open System Interconnection

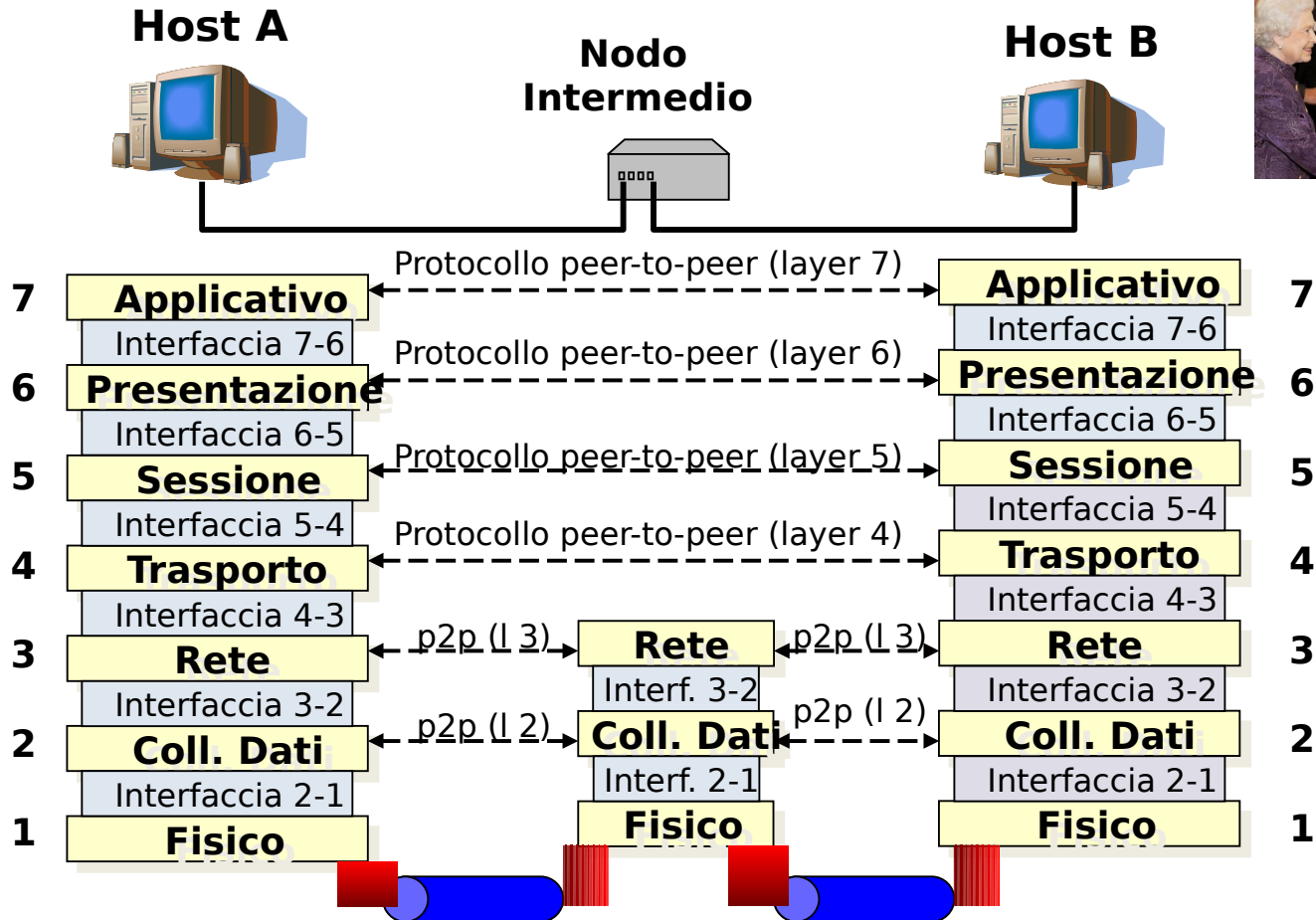
E' un modello per la progettazione di un' **architettura di rete** flessibile, robusta e inter-operativa

Utilizza un riferimento a **strati** (layer) che descrivono la comunicazioni a livelli di astrazione successivi (stack OSI)

A ciascun livello devono corrispondere a funzioni definite diverse da quelle degli altri strati

Ciascun livello utilizza i servizi dello strato inferiore

Livelli del modello ISO-OSI



ISO-OSI: Scambio dati

