

Introduzione

1

Elementi storici

- L'idea di impiegare dispositivi meccanici per effettuare calcoli in modo automatico risale al '600 (Pascal, Leibniz)
- Nel 1800 vengono realizzati i primi dispositivi meccanici "a programma": telai Jacquard, le macchine di Babbage
- Nel 1896 Hollerith fonda la "Tabulating Machine Company" (poi IBM) che produce sistemi meccanografici a schede
- Negli anni 30 vengono costruite le prime macchine elettromeccaniche di grandi dimensioni (Mark 1 ad Harvard, Zuse in Germania)
- Nel 1946 entra in servizio l'ENIAC: elaboratore a valvole termoioniche e a programma filato (sistema decimale)
- Negli anni 50 vengono realizzate le prime macchine a programma memorizzato (von Neumann: EDVAC Princeton) (sistema binario)

2

Il computer

- Il computer è una macchina in grado di:
 - **memorizzare dati** (numeri, parole, immagini, suoni, ...codificati con sequenze di numeri)
 - **interagire con dispositivi** (schermo, tastiera, mouse..)
 - **eseguire programmi**
- I programmi sono **sequenze di istruzioni che il computer esegue e di decisioni che il computer prende** per svolgere una certa attività
- Anche se i programmi sono molto complessi, le istruzioni di cui sono composti sono molto elementari (estrarre un numero da una posizione di memoria, sommare due numeri, inviare il codice corrispondente alla lettera 'C' alla stampante,...)
- **L'elevatissimo numero** di tali istruzioni e la loro esecuzione ad **altissima velocità** garantisce l'illusione di una interazione fluida o continua
- Il computer dunque è una macchina molto **versatile e flessibile**, grazie ai numerosi programmi che vi possono essere eseguiti.

La programmazione

- Un programma descrive al computer, in estremo dettaglio, la sequenza di passi necessari per svolgere un particolare compito.
L'attività di progettare e realizzare un programma viene detta programmazione
- Uno degli obiettivi del corso di Calcolo Numerico è anche quello di dare agli studenti i primi rudimenti sulla programmazione
- Usare un computer non richiede alcuna attività di programmazione, così come per guidare un'auto non è necessario essere un meccanico
- Nel nostro caso invece dovremo anche svolgere un'intensa attività di programmazione che può essere affascinante per alcuni ma piuttosto ostica per altri. 4

Algoritmo

- Quale tipo di problemi si possono risolvere con un computer?
 - Dato un insieme di fotografie di paesaggi, qual e' il paesaggio piu' bello
 - Dato un numero naturale n trovare il suo fattoriale $n!$

Al computer occorre assegnare , in estremo dettaglio, la sequenza di passi necessari per svolgere un particolare compito.

- Il primo problema non puo' essere risolto dal computer perche' non esiste una definizione di paesaggio bello che si possa usare in modo univoco per confrontare due paesaggi diversi
- **Un computer puo' risolvere soltanto problemi che potrebbero essere risolti manualmente** (e' solo molto piu' veloce, non si annoia, non fa errori)
- Il secondo problema e' sicuramente risolubile manualmente, facendo un po' di calcoli...

5

Definizione di **algoritmo**

- Metodo per risolvere un problema
 - Sequenza ordinata di passi
 - Passi eseguibili
 - Es.: elencare tutti i numeri reali
 - Passi non ambigui
- Deve **terminare** (arrivare ad una conclusione in un tempo finito)
- Un computer puo' risolvere soltanto i problemi per i quali sia noto un algoritmo che risolve il problema
- La scrittura di un programma per risolvere un problema con il computer consiste, in genere, nella traduzione di un algoritmo in un qualche linguaggio di programmazione
- **Prima di scrivere un programma e' necessario individuare l'algoritmo che risolve il problema posto!**

6

Architettura del calcolatore

7

Calcolatori (1)

- Introdotti all'inizio degli anni 1940
- Costruiti assemblando **componenti elettronici elementari** per memorizzare informazioni ed eseguire programmi
- **informazioni** manipolate per ottenere i risultati desiderati
- informazioni inserite tramite sequenze di cifre **0,1**
 - 0: presenza di **tensione elettrica**
 - 1: assenza di tensione elettrica
- Si parla di **informazione digitale**

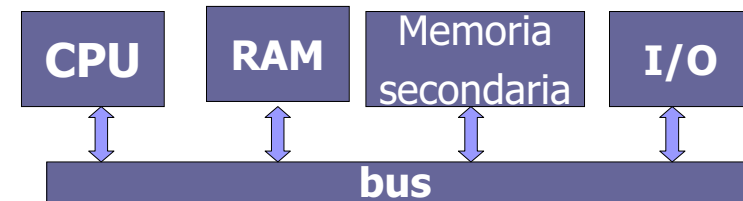
8

Calcolatori (2)

- Programmi e dati dei programmi come sequenze di cifre binarie → lavoro arduo per l'utente
- **Linguaggi di programmazione** per sollevare l'utente dalla scrittura dei programmi in binario
- L'architettura di base del calcolatore e' rimasta fondamentalmente la stessa: si tratta della cosiddetta **architettura di Von Neumann**

9

L'architettura di Von Neumann



10

RAM = Random Access Memory (memoria ad accesso casuale)

Nella RAM, come in ogni altra componente di un computer, le **informazioni** sono sempre rappresentate **digitalmente** tramite **sequenze di 0 e di 1**.

La RAM quindi memorizza numeri binari:

un **bit** (=binary digit) può contenere o **0** o **1**

un **byte** è una **sequenza di 8 bit** (es. 11001010)

una **parola** è una **sequenza di 4 byte** = 32 bit

11

Rappresentare gli interi in cifre binarie

- **Intero** → **binario** = in base 2

- Esempio $25 = 16 + 8 + 1 = 2^4 + 2^3 + 2^0$

$$\begin{array}{cccccc} = & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ & 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \end{array}$$

- **Binario** → **Intero**

- Esempio: $1101 = 2^3 \times 1 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 1 = 8 + 4 + 1 = 13$

12

Memoria principale

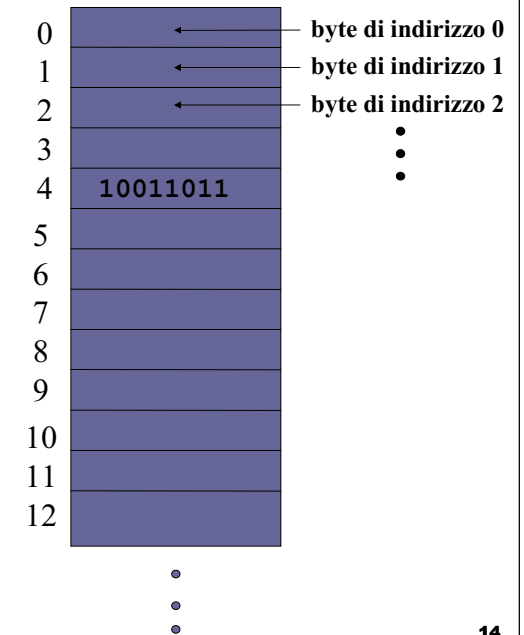
- La memoria serve ad **immagazzinare dati e programmi** all'interno del computer
- E' suddivisa in **celle** o locazioni di memoria, ognuna delle quali ha un indirizzo
- Ogni cella comprende un numero predefinito di bit, di solito uguale a 8 (1 byte)
- Ci sono due tipi di memoria: principale e secondaria
- La memoria principale e' veloce ma costosa

13

Quindi la **RAM** puo' **concettualmente** essere vista come una **sequenza di byte**

indirizzi

da cui si **leggono** ed in cui si **scrivono** **blocchi di byte consecutivi**



14

Unità di misura della RAM (e della memoria in generale)

1 **KiloByte** (KB) = 2^{10} byte = 1.024 byte;
circa 1.000 byte

1 **MegaByte** (MB) = 2^{20} byte = 1.024 KB;
circa 1.000.000 byte

1 **GigaByte** (GB) = 2^{30} byte = 1.024 MB;
circa 1.000.000.000 byte

1 **TeraByte** (TB) = 2^{40} byte = 1.024 GB;
circa 1.000.000.000.000 byte

15

Proprietà della RAM

- RAM => **accedere ad ogni byte ha la stessa durata** (10^{-7} sec): non dipende da quale byte è stato acceduto prima (accesso casuale)
- è **volatile**: se tolgo la spina l'informazione è persa (c'è anche la **ROM**)
- ogni byte ha un **indirizzo** 0,1,2,.....
- il **byte** e' la minima quantita' accessibile (attraverso il suo indirizzo)

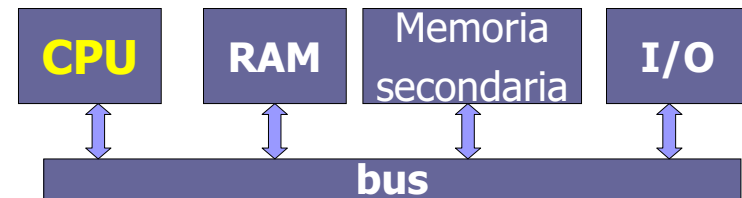
16

Vari tipi di memoria ...

- **CACHE** (magazzino temporaneo) e' una sottoparte della RAM disponibile al processore per un **accesso piu' veloce**, ha **dimensione minori** della RAM
- **ROM (Read Only Memory)**: una parte di memoria su cui si possono fare solo accessi e non scritture. **Contiene le istruzioni dei programmi** di bootstrap dei sistemi operativi che permettono di avviarli ad ogni **accensione**. Viene mantenuta da una piccola batteria interna.

17

L'architettura di Von Neumann



18

CPU

- La CPU (Central Processing Unit) e` in grado di **eseguire dei programmi**, cioe` sequenze di istruzioni elementari
- Idea fondamentale dell'architettura di Von Neumann: **programmi e dati** risiedono entrambi in **memoria RAM**
- Per poter essere eseguiti i programmi devono risiedere nella RAM, e quindi sono **codificati digitalmente**

19

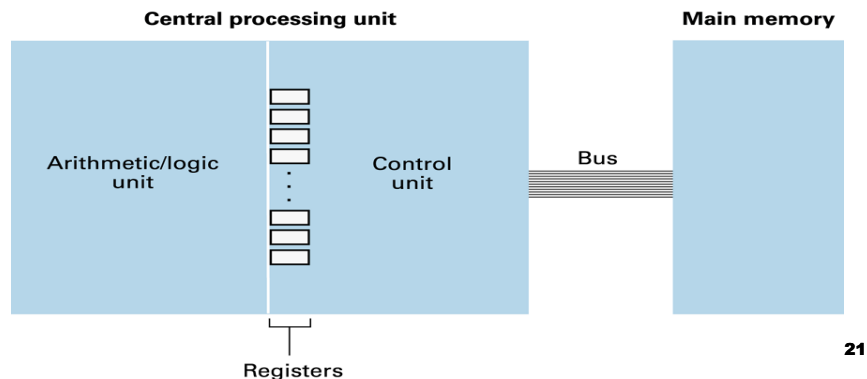
Elementi della CPU

- **Central Processing Unit**, processore (unita' centrale di elaborazione)
 - **Unita' logica/aritmetica**: **elaborazione** dati
 - **Unita' di controllo**: **coordina** le attivita'
 - **Registri**: **memoria temporanea**, simili a celle di memoria principale
 - **Generici**: per gli operandi di un'operazione logica/aritmetica, e il risultato
 - **Speciali**: per operazioni particolari

20

CPU e memoria principale

- Trasferimento dati in entrambe le direzioni (lettura e scrittura): bus



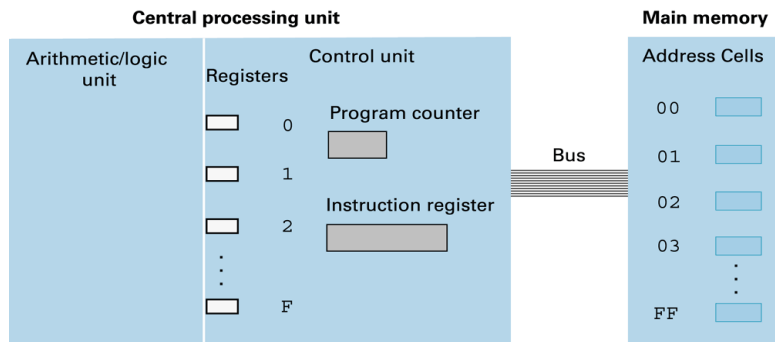
21

ALU e Registri della CPU

- L'**ALU** è l'**unità aritmetico-logica** (ALU è un acronimo dall'inglese) che **esegue** le istruzioni e **gestisce** i **registri** della CPU
- I **registri** servono per **memorizzare** gli operandi per le istruzioni di calcolo dell'ALU
- **Registri particolari**
 - **PC** (program counter): contiene l'**indirizzo RAM della prossima istruzione** da eseguire
 - **IR** (instruction register): contiene l'**istruzione** da eseguire

22

Esempio di architettura



- 16 registri, 256 celle di memoria
- **Program counter**: indirizzo della prossima istruzione da eseguire
- **Instruction register**: istruzione da eseguire

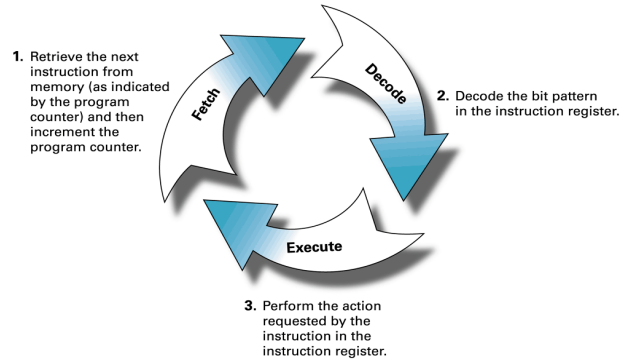
23

Ciclo FDE della CPU (10^{-9} sec)

- **Reperimento dell'istruzione (fetch)**:
 - **lettura della cella** di RAM il cui indirizzo è contenuto nel **contatore** di programma
 - **caricamento del registro istruzione** con l'istruzione
 - **Incremento del contatore** programma
- **Decodifica dell'istruzione (decode)**:
 - **Trova gli operandi** a seconda del codice operativo
 - **Modifica contatore** programma se istruzione di salto
- **Esecuzione dell'istruzione (execute)**:
 - **Attiva i circuiti** necessari

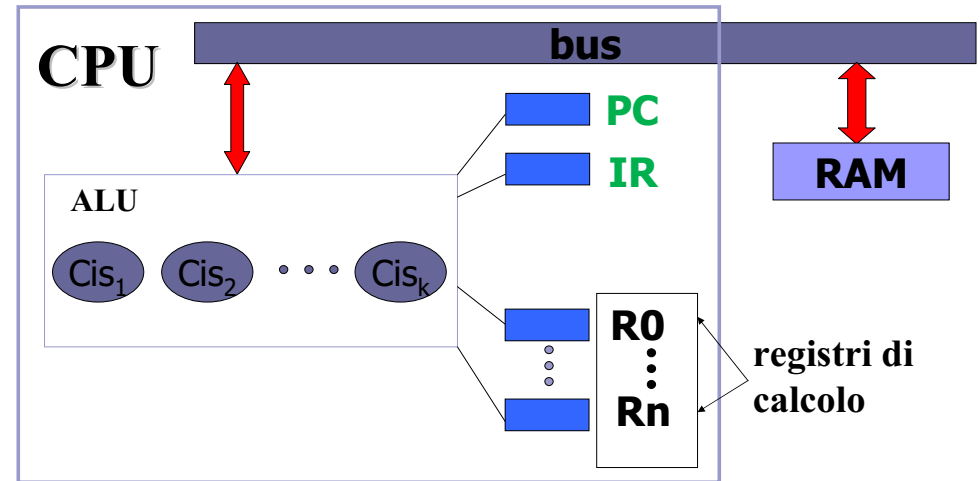
24

Ciclo della CPU



25

Modello concettuale della CPU



26

Esecuzione delle seguenti istruzioni

- **Carica** nel **registro R3** il contenuto della **cella di memoria 10**
- **Carica** nel **registro R4** il contenuto della **cella di memoria 11**
- **Somma di interi** sul contenuto dei **registri R3 e R4**, **risultato** nel **registro R0**
- **Trasferisci** il contenuto del **registro R0** nella **cella 12**
- **STOP**

27

Memoria principale e secondaria

- **Volatilita'** della **memoria principale** (senza tensione perde il suo contenuto) e **dimensione limitata**
- → **memoria secondaria** (dischi magnetici e CD)
 - permanente**
 - contiene tutto quello che si vuole salvare **anche dopo lo spegnimento**
 - memoria **sequenziale** (il tempo varia a seconda dell'accesso precedente)
 - adatta** per **leggere/scrivere** grandi quantita' di dati (in **posizioni contigue**)

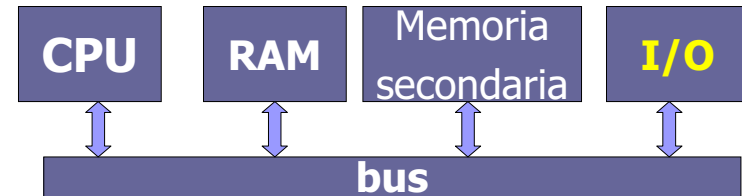
28

Dati e tipi di memoria

- **Registri e cache** ← dati in elaborazione
- **RAM** ← dati elaborati in un futuro immediato
- **ROM** (Read Only Memory) ← dati permanenti
- **CD e DVD** ← dati di utilizzo non immediato

29

L'architettura di Von Neumann



30

Dispositivi di I/O (Input/Output)

Sono i dispositivi di comunicazione ed **interazione** tra **utente** e **computer**.

In un moderno PC:

- **input:** tastiera, mouse, touchpad, microfono, videocamera, scanner, connessione di rete, etc
 - **output:** video, stampanti, audio, etc
 - **velocità diverse** e molto maggiori delle altre componenti di un computer
- sec** per l'**input**
 - decimi di sec** per l'**output**

31

Memoria secondaria

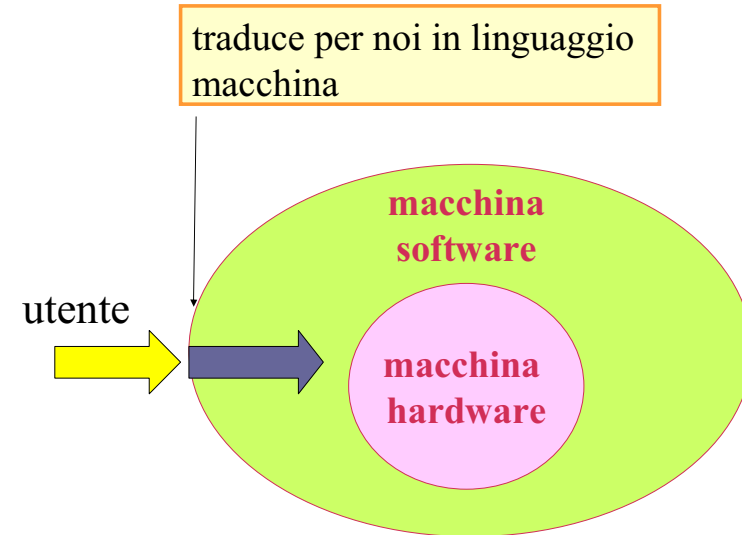
- Sono molto diffusi anche altri tipi di memoria secondaria a tecnologia magnetica:
 - **floppy disk (dischetto flessibile)**, di capacità limitata ma con il vantaggio di poter essere agevolmente rimosso dal sistema e trasferito ad un altro sistema (dispositivo di memoria esterno)
 - **tape (nastri per dati)**, di capacità elevatissima, molto economici, ma adatti solo per archivi di deposito, perché l'accesso ai dati è sequenziale anziché casuale (per recuperare un dato campo bisogna avvolgere o svolgere il nastro invece che spostare la testina di lettura sulla superficie di un disco)
- Memoria secondaria a tecnologia ottica
 - **CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)**, viene letto da un dispositivo laser, come un CD audio; ha una elevata capacità, è molto economico e affidabile; è un supporto di sola lettura, utilizzato per distribuire programmi e informazioni
 - **CD-R (Compact Disc Recordable)** utilizza una tecnologia simile al CD-ROM ma può essere scritto dall'utente (una sola volta; più volte se CD-RW)
 - **DVD (Digital Versatile Disc)** evoluzione della tecnologia ottica, di maggiore capacità dei CD
 - **chiave USB, o penna USB, o pendrive**, è una memoria di massa portatile di dimensioni molto contenute (qualche centimetro in lunghezza e intorno al centimetro in larghezza) che si collega al computer mediante la comune porta USB. Nella chiave USB i dati sono memorizzati in una memoria flash, contenuta al suo interno. Attualmente la capacità di memoria delle chiavi USB va da 512 megabyte in su. La capacità è limitata unicamente dalla densità delle memorie flash impiegate, con il costo per megabyte che aumenta rapidamente per alte capacità.

32

Componenti di un PC

- I **componenti** del calcolatore si dividono in due categorie:
 - **Hardware** (parte fisica, meccanica, elettronica)
 - **Software** (programmi)

33



Agli albori dell'informatica, l'utente programmava in binario (Ling.Mac.) scrivendo i programmi nella RAM

34

La macchina **software**:

- facilita l'input/output
- permette la programmazione in **linguaggi ad alto livello**, come FORTRAN, C++, Java, ...
- rende disponibili **programmi applicativi** per compiere operazioni molto complicate

Tutto viene alla fine "**eseguito**" dalla macchina **hardware**!

35

Hardware

Filosofia di costruzione

"**tante componenti semplici**, se ben organizzate, possono realizzare **funzionalità complesse**"

36

Linguaggio del calcolatore

- Solo assenza o presenza di **tensione**: 0 o 1
- **Tante componenti interconnesse** che si basano su 0 e 1
- Anche per esprimere **concetti complessi**
- **Bit**: binary digit (0 o 1)

37

Sistemi operativi

38

Motivazione

- **Molte attività' in parallelo su un singolo calcolatore**
 - Es.: stampa di un documento e scrittura di un altro
- Il **sistema operativo** serve a **coordinare** queste attività' e far comunicare le parti coinvolte
- Coordinamento e comunicazione **anche su reti di calcolatori** (sistemi operativi per reti)

39

Sistemi operativi

- Un **sistema operativo** (SO) e' **un insieme di programmi** che **gestiscono** le funzioni primarie dell'**hardware** e in particolare i processori, le memorie e i dispositivi input/output

40

Tipi di software

- Software **applicativo**: programmi per svolgere **compiti particolari**, non gli stessi su diversi calcolatori
 - Fogli elettronici
 - Editori di testi
 - Giochi ...
- Software **di sistema**: **compiti comuni** a tutti i calcolatori, definisce l'ambiente nel quale si inseriscono gli applicativi
 - sw per comunicare via modem
 - sw per comprimere dati

41

Sistemi monotask

- Anni '40 e '50: SO gestisce **un solo programma** in esecuzione (job) **alla volta** → **monotasking**
- Il computer a disposizione del programma dall'inizio alla fine della sua esecuzione
- Elaborazione "a lotti" vengono **raccolti un insieme di programmi da eseguire uno dopo l'altro**
- **Coda dei job**, gestita FIFO (first in, first out) e/o con prioritá

42

Svantaggi dei sistemi monoprocesso e mono-tasking

- **Nessuna interazione** utente-programma (l'utente puo' solo interrompere o sospendere l'esecuzione)
- **Lentezza**: la CPU non puo' essere usata da nessun processo **mentre** il programma in esecuzione **svolge operazioni di I/O** (molto piu' lente di letture/scritture in Memoria)
- **DOS** (Disk Operating System) e' un **SO monotasking**: non si puo' fare niente altro mentre si formatta un floppy o si memorizzano dati su disco

43

Time sharing (1)

- **Ripartizione del tempo** di CPU tra tutti i processi che la vogliono utilizzare
- **Coda di job**
- Quando un job e' all'inizio della coda rimane **in esecuzione solo per un "quanto di tempo"**, poi l'esecuzione passa al prossimo job e il primo va in attesa → Esecuzione globale piu' veloce

44

Time sharing (2)

- Durata del quanto di tempo: tra 100 e 200 millisecondi → **granularita' molto fine**
- A ciascun utente sembra di avere la CPU tutta per lui, solo leggermente piu' lenta
- Time-sharing in sistemi mono-processore: **multi-tasking** (piu' programmi in esecuzione con una sola CPU)

45

Sistemi **multiprocessore**

- **Reti di calcolatori**: vari calcolatori che si scambiano dati
 - Es.: Internet
 - Una rete e' un sistema multiprocessore con una CPU su ogni calcolatore
- Anche **singoli calcolatori con piu' CPU**
 - Non solo coordinamento delle attivita' di ogni processore, ma anche
 - **bilanciamento del carico**: distribuzione dinamica ed efficiente dei task ai vari processori
 - **Scalabilita'**: suddivisione dei task in sotto-task compatibile con il numero dei processori

46

Esempi di SO: **MS - DOS**

- Sviluppato dalla **Microsoft** nel **1981** per il PC IBM
- Adottato da altri con PC IBM-compatibili
- Molto limitato: **mono-utente**, **mono-tasking**
- Circa **50 comandi** per il SO

47

Windows

- Nato nel **1987**, ispirato al **Macintosh**
- All'inizio era **un'interfaccia grafica per DOS**
- Windows '95: SO **mono-utente**, **multi-tasking**, **time-sharing**
- DOS emulato in **speciali finestre** (per seguire vecchi applicativi per DOS)
- Pensato per una stazione di lavoro (il PC) che puo' essere un **client** in una rete

48

Unix

- SO multi-utente, **multi-tasking**, con time-sharing
- Concepito per poter funzionare su **diverse piattaforme hardware**
- Interprete dei comandi: **shell**
- Più di 300 comandi, con opzioni
- Comando **man** per aiuto
- Forma di un comando:
`nome-comando [[-opzioni] argomenti]`

49

Comandi Unix

- **ls** per vedere il contenuto di una directory
- **cp** per copiare file
- **rm** per cancellare file
- **mv** per spostare file
- **cd** per spostarsi in un'altra directory
- **mkdir** per creare una nuova directory
- **lp** per stampare file
- **who** per vedere tutti gli utenti collegati

50

File in Unix

- **Unico albero** anche se ci sono più dischi → non serve indicare il disco per denotare un file
- Nei cammini **non appare il nome del disco**
- Radice: simbolo **/**
- Esempio: `/dir1/dir2/dir3/file.txt`

51

Reti di calcolatori

52

Reti di calcolatori

- **Rete** = sistema di collegamento tra vari calcolatori che consente lo scambio di dati e la cooperazione
- Ogni calcolatore e' un **nodo**, con un suo indirizzo di rete
- **Storia:**
 - Prime reti, **anni '70**: un calcolatore potente e tanti terminali fisicamente vicini
 - **Anni '80**: reti locali (un edificio). Es.: **Ethernet**
 - LAN Local Area Network
 - **Anni '90**: reti metropolitane (una citta') e geografiche. Es (rete geo): **Internet**
 - WAN Wide Area Network

53

Servizi di rete

- Quando **programmi** su elaboratori collegati in rete si **scambiano comandi e dati**
- **Esempi:**
 - Posta elettronica
 - Telnet o SSH (connessione remota)
 - FTP (trasferimento di file)

54

Posta elettronica

- Consente lo **scambio di corrispondenza tra utenti di sistemi collegati in rete**
- Il ricevente viene individuato dal suo **indirizzo**:
 - nome utente + indirizzo di rete della macchina su cui lavora
 - Es.: nome.cognome@hotmail.it
- **Vantaggi:**
 - Velocita'
 - Ricevere messaggi anche se assenti
 - Spedire messaggi a piu' utenti
- **Scrittura** messaggio: sul **client**
- **Invio e ricezione**: **mail server** (uno per una rete)

55

Internet - storia 1

- Nata negli **anni '60** col nome di **Arpanet**
- **Obiettivo**: collegare in un unica rete tutti i **calcolatori di vari siti militari**
- **Motivi:**
 - condividere le ricerche
 - comunicare anche in caso di attacco nucleare (tanti cammini alternativi tra due calcolatori)
- All'inizio: **4 calcolatori** negli USA

56

Internet - storia 2

- Nel 1973: connessioni all'Inghilterra e alla Norvegia
- Anni '80: anche altre grandi reti accademiche e scientifiche
- 1982: TCP/IP come protocollo standard
 - TCP → Transmission Control Protocol
 - IP → Internet Protocol
- Ora: Internet collega decine di migliaia di reti in tutto il mondo

57

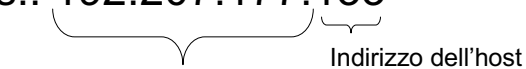
Topologia di Internet

- Collezione di domini
- Ogni dominio e' una rete con la sua topologia
- ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) assegna i domini
- Router (gateway) per agganciare un dominio al resto di Internet

58

Indirizzi su Internet

- Ogni computer ha un indirizzo univoco: indirizzo IP
- 32 bit: dominio (identificatore di rete) + calcolatore nel dominio (indirizzo host)
- Es.: 192.207.177.133


Dominio di Addison-Wesley

59

Nomi per domini

- Anche indirizzo mnemonico per ogni dominio
 - Es.: aw.com
- .com e' un top-level domain (dominio di alto livello)
- Altri esempi: .edu (universita' americane), .gov, .it
- Nomi anche per i calcolatori all'interno di un dominio (scelti localmente)
 - Es. : pippo.aw.com

60