

Lezione 4: Hardware (cont.) e Sistema Operativo

Memorie
Bus e periferiche di I/O
Sistema Operativo

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

Memorie

- Le memorie sono dispositivi usati per immagazzinare e reperire informazioni
 - dati e i programmi
 - sono costituite da celle (o locazioni)
- Ogni cella è caratterizzata da:
 - indirizzo
 - contenuto
- Modalità di accesso:
 - sequenziale
 - casuale
 - mista
 - associativa

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

2

Parametri delle memorie

- capacità
 - numero di bit che possono essere memorizzati, misurati in byte (e multipli del byte)
- velocità di accesso
 - velocità di esecuzione delle operazioni di lettura/scrittura
- volatilità
 - capacità di conservare i valori memorizzati in modo permanente o meno
- costo
 - espresso in costo per bit

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

3

Memoria centrale vs. memoria secondaria

- Memoria centrale (o principale):
 - è acceduta direttamente dal processore
 - memorizza dati e programmi in esecuzione
 - tecnologia elettronica (semiconduttori)
- Memoria secondaria (o di massa):
 - memorizza le informazioni in modo permanente
 - il processore non può accedervi direttamente
 - tecnologie usate: magnetica, ottica, magneto-ottica, elettronica

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

4

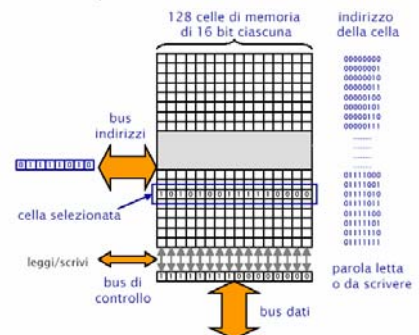
Memoria centrale

- Ogni cella contiene lo stesso numero di bit:
 - parola di memoria
- Operazioni:
 - lettura
 - scrittura
- Le operazioni sono controllate dalla CPU
 - La CPU seleziona una particolare cella di memoria ponendone l'indirizzo nel Registro Indirizzi (**MAR**)
 - lettura**: copia nel Registro Dati (**MDR**) il contenuto della cella di memoria indirizzata dal MAR
 - scrittura**: copia il contenuto di MDR nella cella di memoria indirizzata dal MAR

Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

5

Memoria centrale



Introduzione all'Informatica - corso G (L. Pontieri)

6

Memorie RAM e memorie ROM

- ◆ Le memorie RAM (random access memory)
 - possono essere accedute sia in lettura che in scrittura
 - sono volatili
 - i dati memorizzati vengono persi allo spegnimento del calcolatore
- ◆ La memorie ROM (read only memory)
 - sono persistenti
 - mantengono il contenuto anche senza alimentazione
 - permettono solo la lettura dei dati (o programmi)
 - memorizzano alcuni programmi di sistema (firmware)
- ◆ Evoluzioni delle memorie ROM:
 - PROM (scritte una sola volta)
 - EPROM (scritte più volte)

7

Memoria cache

- ◆ Memoria "intermedia" fra registri e RAM
 - La RAM ha tempi di accesso molto alti rispetto alla velocità dei microprocessori e ne ritarda l'elaborazione
- ◆ Memorizza il contenuto di celle della RAM che potrebbero essere acceduti nuovamente dalla CPU
 - sfrutta la località dei programmi (90%-10%)
- ◆ Strategia di utilizzo:
 - la prima volta che la CPU carica dati dalla memoria centrale, questi sono caricati anche sulla cache
 - le volte successive, i dati possono essere letti dalla cache invece che dalla memoria centrale (più lenta)
- ◆ Tipi di memoria cache:
 - cache di 1° livello: contenuta nel microprocessore
 - cache di 2° livello: aggiungibile successivamente

8

Memorie secondarie

- ◆ Memoria secondaria (o memoria **di massa**)
 - memorizza dati e programmi in modo permanente
 - non può essere acceduta direttamente dalla CPU
 - i dati devono passare nella memoria centrale per essere elaborati dal processore
- ◆ Principali tipi di dispositivi per le memorie secondarie:
 - Dischi magnetici (hard disk, floppy disk)
 - Dischi ottici (CD, DVD)
 - Memorie elettroniche (flash, es.: pen-disk)
 - Nastri magnetici

9

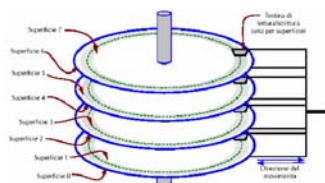
Memorie secondarie: caratteristiche

- ◆ non volatilità
 - i dati memorizzati permangono allo spegnimento del calcolatore
- ◆ bassa velocità di accesso
 - tempi di accesso maggiori (qualche ordine di grandezza) rispetto a quelli della memoria principale
- ◆ bassi costi
 - il **costo per bit** è molto inferiore (diversi ordini di grandezza) rispetto a quello della memoria centrale
- ◆ grande capacità
 - capacità maggiore (anche di diversi ordini di grandezza) rispetto alla memoria centrale

10

Dischi magnetici: hard disk

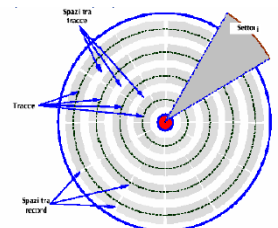
- ◆ Un disco consiste di un insieme di piatti con due superfici magnetizzabili
 - ogni superficie ha una propria testina di lettura/scrittura
 - i dischi ruotano attorno ad un perno centrale



11

Dischi magnetici: hard disk

- ◆ "Celle" di memoria: **settori**
 - è una sequenza di bit, cui si può accedere in una singola operazione di lettura/scrittura
 - ogni bit corrisponde ad uno stato di polarizzazione (+/-) del materiale magnetico
- ◆ Organizzazione fisica
 - le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (**tracce**) e in spicchi di pari grandezza
 - la traccia è una sequenza di settori, ognuno appartenente ad un diverso spicchi
 - tutte le tracce equidistanti dal centro (su più piatti) formano un **cilindro**



12

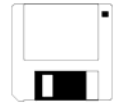
Prestazioni degli hard disk

- ◆ Tempo di accesso (accesso misto: casuale + sequ.)
 - **Seek Time**: la testina deve arrivare alla traccia giusta
 - dipende dalla meccanica
 - misurato in millisecondi (ms)
 - **Latency Time**: il disco deve ruotare fino a portare il record nella posizione giusta
 - dipende dalla velocità di rotazione, misurata in giri/min (RPM)
- ◆ Transfer Rate
 - Velocità di trasferimento del disco
 - dipende dalla densità e dalla velocità di rotazione
 - misurata in MB per secondo (MBps)
 - valore tipico: 5-20 MBps
 - Velocità di trasferimento del sistema di controllo

13

Dischi magnetici: floppy disk

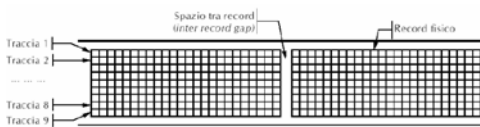
- ◆ Sono dischi magnetici:
 - di piccola capacità
 - portatili
 - usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi
- ◆ Sono costituiti da un unico disco con due superfici.
- ◆ Storicamente ne sono stati creati vari tipi identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
 - oggi sopravvivono solo da 3.5" (1.4 Mbyte)



14

Nastri magnetici

- ◆ Sono nastri di materiale magnetizzabile raccolti su supporti circolari, o in cassette (es.: DAT)
- ◆ Sul nastro sono tracciate piste orizzontali parallele
 - di solito 9: un byte di dati + il bit di parità
- ◆ I dati sul nastro sono organizzati in zone contigue (**record**), separate da zone prive di informazione (**inter record gap**)



15

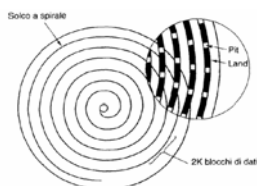
Dispositivi ottici e magneto-ottici

- ◆ 1984, CD-ROM (Compact-Disk Read-Only Memory)
 - Capacità di oltre 600 Mbyte e costo inferiore a \$1
 - Velocità di trasferimento:
 - originariamente 150 Kbyte / secondo ("1X")
 - OGGI: 12, 16, 24 volte tanto...
- ◆ 1984, WORM (Write Once Read Many)
 - Sono dischi ottici scrivibili (una sola volta)
 - Accesso diretto ai settori (capacità 2.048 Kbyte)
- ◆ 1997, DVD (Digital Video Disk)
 - Evoluzione del CD-ROM
 - Capacità fino a 17 Gbyte
 - Velocità di trasferimento molto elevata

16

Dischi ottici

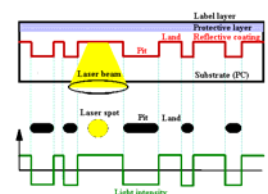
- ◆ La superficie di un disco presenta una successione di tratti disposti secondo un'unica traccia a spirale
 - **pit**: tratto di superficie avvallata } riflettono raggi luminosi
 - **land**: tratto di superficie liscia } in modo diverso
- ◆ Il passaggio da pit a land (e viceversa) rappresenta 1 mentre l'assenza di variazione rappresenta 0



17

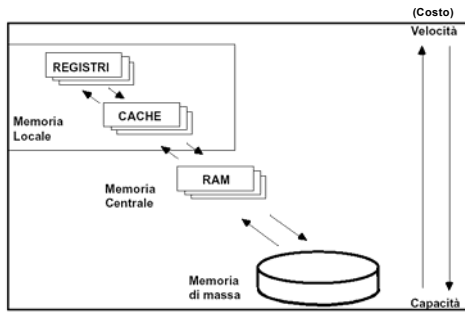
Dischi ottici

- ◆ Caratteristiche:
 - Più strati di materiale diverso
 - alluminio ricoperto da pellicola plastica
 - Testina di lettura/scrittura a **raggi laser**
 - Accesso **sequenziale**



18

Gerarchia delle memorie



19

Caratteristiche delle memorie

	Capacità	Velocità (TA)	€/MByte
registri	~1KB	~1ns	NA
cache	64 ÷ 1024 KB	~10ns	300
RAM	64 ÷ 2048 MB	~100ns	2
HD	8 ÷ 100 GB	~10ms	0.005
nastri/CD	~GB per unità	~100ms	0.005

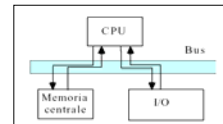
20

Bus di sistema e periferiche di I/O

21

Bus di sistema

- ◆ Interconnette le componenti interne del calcolatore
 - CPU, memoria ed interfacce a periferiche (I/O, memoria di massa, ...)
- ◆ Collega due unità funzionali alla volta
 - una trasmette e l'altra riceve
- ◆ Funzionamento master/slave
 - la CPU (master) seleziona la connessione da attivare e ordina il trasferimento dei dati



22

Bus di sistema

- ◆ Il bus trasporta dati, indirizzi e comandi
- ◆ Componenti del bus (sottogruppi di linee):
 - Bus dati (data bus)
 - Bus indirizzi (address bus)
 - Bus comandi (command bus)
- ◆ **Bus dati** (data bus)
 - Serve per trasferire dati tra:
 - memoria centrale e registro dati (MDR) della CPU
 - periferiche e CPU (o memoria centrale)
 - Bidirezionale

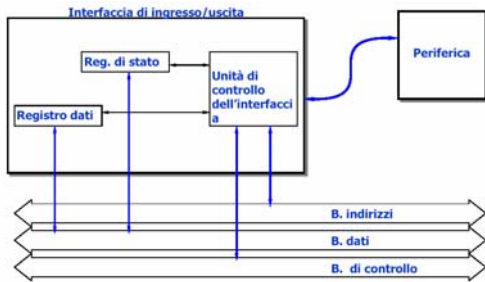
23

Bus di sistema

- ◆ **Bus indirizzi** (address bus)
 - Serve per trasmettere il contenuto del registro indirizzi (MAR) alla memoria (o a una periferica)
 - si seleziona una cella per successive operazioni di lettura o scrittura
 - Unidirezionale
- ◆ **Bus comandi** (command bus)
 - Serve per inviare comandi
 - verso la memoria (es.: lettura o scrittura)
 - o verso una periferica (es.: stampa)
 - Unidirezionale

24

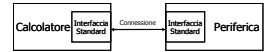
Interfacce di I/O e bus



25

Interfacce standard

- ◆ Comodo avere interfacce standard per periferiche simili
 - le periferiche di diversi costruttori sono intercambiabili senza modificare i programmi



- ◆ Fissano standard per:
 - tipo di trasmissione, livelli di tensione, piedinatura, temporizzazione, ...
- ◆ Esempi:
 - interfaccia seriale RS-232-C,
 - interfaccia PS2, interfaccia USB (Universal Serial Bus)
 - interfaccia parallela Centronix, interfaccia ISA
 - interfaccia SCSI, interfaccia EIDE
 - interfaccia Firewire, interfacce wireless (es.: bluetooth)

26

Tipi di interfacce

- ◆ Interfaccia seriale
 - è l'interfaccia più comune e più semplice
 - modalità di comunicazione seriale
 - l'intervallo tra due bit successivi è costante
 - parametro principale: **bit-rate**
- ◆ Interfaccia parallela
 - i bit vengono inviati tutti insieme, con l'aggiunta di segnali di controllo
 - la comunicazione è più veloce, ma occorrono più fili rispetto alla seriale
 - usata in modo monodirezionale (stampante, distanze brevi)

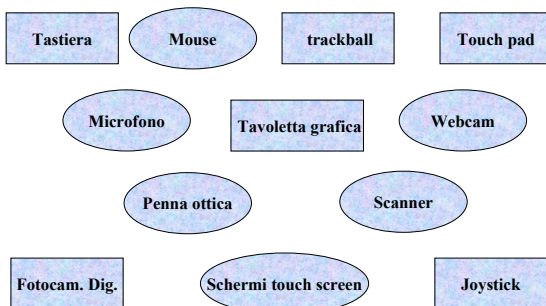
27

Tipi di interazione

- ◆ A controllo di programma
 - La richiesta all'unità è fatta esplicitamente nel programma
 - La CPU verifica ciclicamente (polling) se l'operazione sia stata eseguita
- ◆ A interruzione (interrupt)
 - Quando il dato è pronto, l'interfaccia allerta la CPU
 - La CPU esegue una procedura di gestione dell'interruzione
 - Lo stato del processore (registri) è salvato in memoria
 - Quando la procedura termina lo stato del processore viene ripristinato ed il programma viene ripreso
- ◆ DMA (Direct Memory Access)
 - Usata nel trasferimento di regioni contigue di memoria
 - fra memoria centrale e periferica (memoria secondaria)
 - Un microprocessore dedicato (**DMA controller**) trasferisce direttamente i dati in memoria
 - CPU e DMA controller si alternano nel controllo del bus

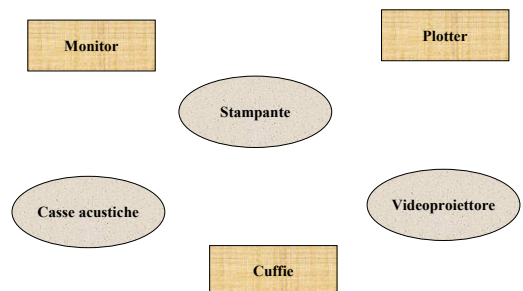
28

Dispositivi di Input



29

Dispositivi di Output



30

Hardware di un PC

La scheda madre



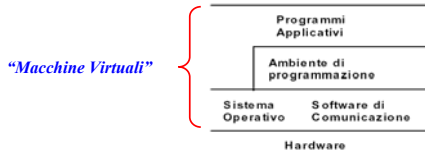
31

Il sistema operativo

32

Architettura del Software

- ◆ Software = insieme (complesso) di programmi.
 - organizzato a strati, ciascuno con funzionalità di livello più alto rispetto a quelli sottostanti:



- ◆ Firmware:
 - strato di (micro-)programmi che agiscono direttamente sullo strato hardware
 - memorizzato dal costruttore su memoria permanente (ROM)

33

Firmware: il BIOS

- ◆ BIOS = Basic Input-Output System
 - gestisce direttamente le risorse hardware ed offre delle funzionalità standard di accesso (*terminal driver*)
- ◆ risiede su un chip di memoria permanente
 - ROM (e/o RAM + batteria di alimentazione)
- ◆ gestisce la procedura di avviamento (bootstrap) del calcolatore, consistente delle seguenti fasi
 1. diagnostica (*Power-On Self Test*)
 2. inizializzazione delle risorse hardware (*Setup*)
 3. caricamento (dal disco rigido verso la RAM) ed esecuzione della routine di bootstrap, che provvede quindi a caricare il sistema operativo

34

Sistema operativo (SO)

- ◆ Strato di programmi che opera al di sopra dell'hardware (e del firmware) e gestisce l'elaboratore
- ◆ Come **Gestore delle Risorse**
 - controlla e gestisce tutte le funzioni del calcolatore in modo efficiente
 - accetta e soddisfa le richieste degli utenti/programmi
 - funziona come mediatore tra risorse in conflitto
 - tiene traccia dell'utilizzo delle risorse
- ◆ Come **Macchina estesa**
 - simula una macchina estesa più facile da programmare, astruendo dai dettagli tecnologici dell'hardware
 - costituisce una base sulla quale è possibile scrivere programmi applicativi

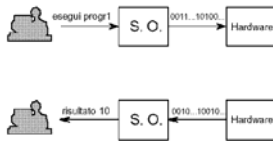
35

Interazione dell'utente con il SO

- ◆ Un utente "vede" l'elaboratore solo tramite il SO, che simula una "macchina virtuale"
 - diversi SO possono realizzare diverse macchine virtuali sullo stesso hardware
 - aumenta l'astrazione nell'interazione utente/elaboratore
 - senza SO: sequenze di bit
 - con SO: comandi, programmi, dati
- ◆ Il S.O. traduce le richieste dell'utente in opportune sequenze di comandi da sottoporre alla macchina fisica
 - Il SO esplicita qualsiasi operazione di accesso a risorse hardware, implicitamente implicata dal comando dell'utente

36

Interazione dell'utente con il S.O.



Utente	S.O.
"esegui progr1"	lettura comando da dispositivo di input ricerca codice di "progr1" su disco carica in RAM codice e dati <elaborazione> output su video
"risultato = 10"	

37

Interazione dell'utente con il S.O.

- ◆ **Interfaccia testuale**
 - Il S.O. interagisce con l'utente mediante l'interpretazione di linee di comando
 - esempi: DOS, Linux
- ◆ **Interfaccia grafica o GUI (Graphical User Interface)**
 - tutti i programmi e le funzioni sono mostrati sullo schermo mediante simboli immediatamente comprensibili (icone)
 - esempi: Windows, MacOS (Macintosh)

38

Moduli del S.O.

- ◆ **Moduli di un Sistema Operativo**
 - gestore dei processi
 - gestore della memoria
 - gestore delle periferiche
 - gestore dei file (*File system*)
 - interprete dei comandi
- ◆ Le funzioni del S.O. dipendono dalla complessità del sistema di elaborazione:
 - gestione delle varie risorse hardware
 - gestione della multi-utenza e del multi-tasking
 - gestione della memoria centrale
 - organizzazione e gestione della memoria di massa
 - interpretazione ed esecuzione di comandi elementari

39

Gestione dei processi

- ◆ La CPU esegue programmi
 - Si chiama **processo** l'esecuzione di un programma
- ◆ Qualunque processo alterna fasi di esecuzione a fasi in cui è bloccato in attesa di qualche evento esterno
 - attesa che sia terminata un'operazione di input
 - attesa per usare una risorsa al momento occupata
- ◆ **Stati di un processo:**



40

Strategie di esecuzione

- ◆ **Strategie di esecuzione dei programmi**
 - **mono-tasking**: un processo per volta
 - **multi-tasking**: più processi in contemporanea
- ◆ **Limiti del mono-tasking**
 - Limitazione all'uso del calcolatore
 - un solo utente e una sola applicazione per volta
 - Sotto-utilizzo del processore
 - mentre il processo è bloccato in attesa di eventi esterni, il processore rimane inattivo (idle)
 - i tempi di lavoro delle periferiche di I/O, e ancor più i tempi di reazione umani, sono maggiori di molti ordini di grandezza della velocità del processore

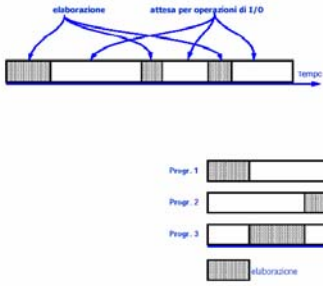
41

Multi-tasking

- ◆ Il tempo di lavoro della CPU è diviso tra i vari processi
 - Ad ogni istante vi è un solo processo attivo
 - Il processore alterna l'esecuzione dei vari programmi
- ◆ Se l'alternanza tra i processi è frequente (es. 10 ms), si ha l'impressione di un'esecuzione simultanea
 - a livello macroscopico si ha quindi l'impressione della contemporaneità, mentre a livello microscopico si ha una semplice alternanza sequenziale molto veloce
- ◆ Il tempo totale di esecuzione di un singolo processo aumenta rispetto al caso mono-tasking
 - a causa dell'alternanza con gli altri processi

42

Multi-tasking



43

Gestione della memoria principale

- ◆ **Visione astratta della memoria:**
 - un programma non deve conoscere la configurazione e le dimensioni della memoria reale e può essere eseguito su computer con dotazioni di memoria differenti
 - il programma ignora gli indirizzi (fisici) delle celle di memoria effettivamente usate
- ◆ **Nel caso multi-tasking la memoria deve essere condivisa da più processi:**
 - la memoria viene suddivisa in blocchi (**paginazione**)
 - ad ogni programma si assegna un certo numero di blocchi (non necessariamente contigui)
 - si può caricare un numero maggiore di programmi

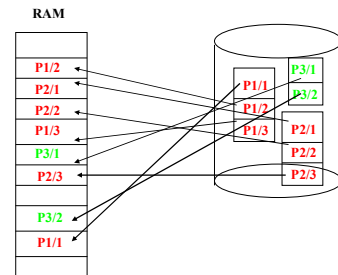
44

Risoluzione degli indirizzi

- ◆ **Indirizzi logici e indirizzi fisici:**
 - **indirizzi logici:** gli indirizzi presenti nei programmi
 - **indirizzi fisici:** gli indirizzi RAM assegnati al programma quando viene caricato dal disco
- ◆ **Risoluzione degli indirizzi**
 - Per poter essere caricato a blocchi il programma viene suddiviso in blocchi logici
 - il SO associa ogni blocco logico ad uno fisico trasformando gli indirizzi logici in quelli fisici

45

Blocchi logici e blocchi fisici



46

Memoria virtuale

- ◆ Come è possibile eseguire uno o più programmi contemporaneamente che richiedono più memoria di quanta sia disponibile?
- ◆ Per eseguire un programma non è necessario caricarlo completamente in memoria:
 - basta caricare in memoria principale solo le parti del programma e dei dati che servono durante una certa fase dell'esecuzione

47

Memoria virtuale

- ◆ **Esempio:**
la RAM non basta a contenere P1, P2 e P3
- ◆ Per gestire la memoria in modo virtuale, si usa:
 - **la memoria principale**
 - in cui tenere solo i programmi, o i pezzi di programmi, e i dati che servono in un certo istante (compreso il SO)
 - **un supporto di memoria secondaria**
 - in cui mantenere tutte le informazioni relative ai processi in esecuzione, non contenute nella RAM
 - si usano i dischi rigidi perché sono abbastanza veloci e hanno accesso diretto

48

Memoria virtuale

- ◆ Le pagine sono caricate nella RAM indipendentemente, quando sono richieste per l'esecuzione (**on demand**)
 - Il SO stabilisce quali pagine eliminare dalla RAM per far posto a nuove pagine di processi in esecuzione
 - se le pagine sono state modificate devono essere ricopiate sul disco
- ◆ Il processo di scambiare pagine tra memoria e disco si chiama **swapping**
 - Lo swapping è costoso in termini di tempo e rallenta l'esecuzione di un programma

49

Gestione delle periferiche

- ◆ Funzioni assolute:
 - Sincronizzazione fra calcolatore e ambiente esterno
 - Asincronicità fra CPU-RAM e periferiche
 - Accesso contemporaneo al calcolatore da parte di diverse periferiche
 - Gestione di accessi contemporanei alle periferiche
 - esempio: gestione delle richieste di stampa da parte di più processi attraverso code di spooling
 - Astrazione/standardizzazione
 - mascherare le differenze fra dispositivi dello stesso tipo
- ◆ **Driver**: programmi del SO per la gestione delle periferiche

50

Gestione dei file (file system)

- ◆ Si basa su una strutturazione logica del contenuto delle memorie di massa
 - **File**: sequenze di bit, identificate da un nome
 - **Cartelle** (directory): contenitori di file
 - **Unità di memoria di massa** (a:, b:, c:, d:)
- ◆ Funzioni assolute:
 - Astrazione/standardizzazione
 - Reperimento efficiente
 - Gestione degli accessi contemporanei
 - Sicurezza e protezione

51

Classificazione dei SO

- ◆ In base al numero di utenti:
 - **mono-utente (mono-user)**
 - un solo utente alla volta può utilizzare il sistema
 - **multi-utente (multi-user)**
 - più utenti in contemporanea interagiscono con la macchina
 - il S.O. dà a ciascuno l'astrazione di un sistema "dedicato"
- ◆ In base al numero di processi:
 - **Mono-programmato (mono-task)**
 - si può eseguire un solo programma per volta
 - **Multi-programmato (multi-task)**
 - il SO permette di eseguire più programmi in contemporanea
 - il SO gestisce la suddivisione del tempo fra i vari processi

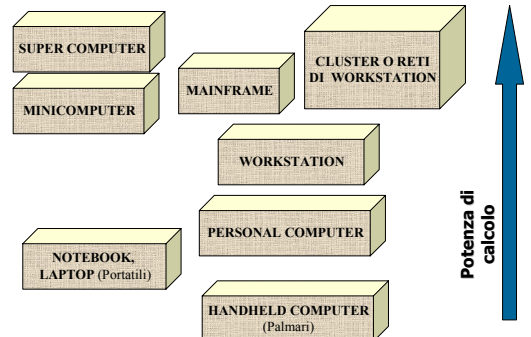
52

Alcuni sistemi operativi reali

DOS	IBM compatibili con architettura 80x86, monoutente, monoprogrammato
Windows 3.1	Per le architetture a partire da 80386, monoutente, multiprogrammato
Windows *9x	Per le architetture a partire da 80486, monoutente, multiprogrammato
Windows NT	Ambiente di rete per architetture da 80486, multiutente, multiprogrammato
OS/2	Ambiente per le architetture a partire da 80486, monoutente, multiprogrammato
Unix	Ambiente vasto e potente, capace di ospitarne altri, montato su gran parte delle workstation, multiutente, multiprogrammato
MacOS	Noto come Macintosh, monoutente, multiprogrammato

53

Classificazione dei calcolatori



54