SISTEMI OPERATIVI

(MODULO DI INFORMATICA II)

Introduzione

Prof. Luca Gherardi

Prof.ssa Patrizia Scandurra (anni precedenti)

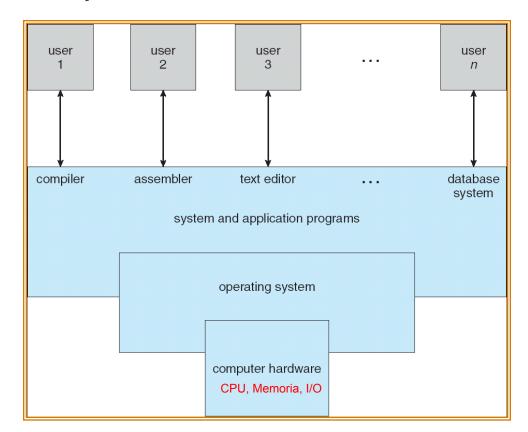
Università degli Studi di Bergamo a.a. 2012-13

Sommario

- Definizione di sistema operativo
- Macchina di Von Neumann
- Evoluzione dei sistemi operativi
 - Cenni storici (dal libro di A.S.Tanenbaum)
 - Esempi di SO: una prima classificazione
- Tipologie di sistemi di elaborazione

Che cos'è un sistema operativo?

- Un insieme di programmi che agisce da intermediario tra l'utente e l'hardware del computer
 - virtualizzazione del processore (macchina astratta)



Il sistema operativo (1)

- Punto di vista dell'utente:
 - Un'interfaccia tra utente e macchina
 - nasconde i dettagli interni (e.g. driver, organizzazione della memoria)
 - semplifica il lavoro (e.g. apertura di un file)
 - recupera situazioni di errore (se possibile) e cerca di evitarle (e.g. stack overflow, crash applicazioni)
 - Tutto ciò dipende dal tipo di calcolatore
- Punto di vista del calcolatore:
 - Un supervisore/gestore delle risorse del sistema di elaborazione
 - ha una visione globale delle risorse del sistema
 - le conosce nei dettagli
 - ne offre agli utenti una visione virtuale
 - ne ottimizza e ne facilita l'uso

Il sistema operativo (2)

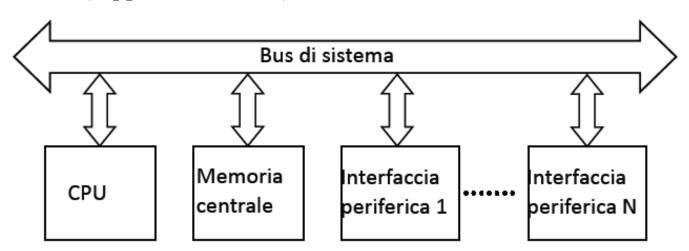
Le sue funzioni principali sono:

- La gestione dell'unità centrale (processore e memoria)
- La gestione dell'input/output
- La gestione dei programmi applicativi
- La gestione dei file (file system)
- La gestione dell'interfaccia con l'utente
 - interprete dei comandi o shell
- La gestione della sicurezza
 - controllo accesso alle risorse

Macchina di von Neumann (~1944-1952)



- **Un modello di architettura di un computer** sviluppato (epoca delle valvole) per il sistema *IAS machine* dell'Institute for Advanced Study, Princeton, USA (Budapest, 28 dicembre 1903 Washington, 8 febbraio 1957)
- Intuizione: Stored-program computer nel quale dati e istruzioni risiedono in una memoria comune (istruzioni viste come dati)
- Le istruzioni eseguite in modo sequenziale
- Tuttora valida (seppure multi-bus)



Evoluzione dei sistemi operativi



- Prima generazione 1945 1955 (computer a valvole)
 - assenza di SO o SO dedicato
- Seconda generazione 1955 1965 (transistor)
 - SO batch (a lotti) per sistemi mainframe
- Terza generazione 1965 1980 (circuiti integrati)
 - SO in multiprogrammazione
 - SO interattivi (Time-Sharing)
 - SO real time



• SO per personal computer, sistemi palmari, sistemi multi-processore, sistemi distribuiti, multimediali, ecc...







Prima generazione 1945 – 1955

SO inesistente o troppo dedicato

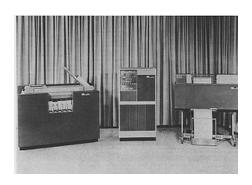
- Le prime macchine da calcolo usavano relè meccanici, ma erano molto lente (tempi di ciclo misurabili in sec.); i relè furono poi sostituiti da valvole termoioniche
- Tutta la **programmazione** (semplici calcoli matematici) veniva effettuata **interamente in linguaggio macchina** (no assembler)
 - predisponendo una serie di <u>cablaggi su schede</u> particolari per controllare le funzioni più elementari della macchina
 - migliorata negli anni 50, con l'introduzione dell'I/O su <u>nastro o schede</u> <u>perforate</u>
- Grossi calcolatori a singolo utente (simultaneamente)
 - il programmatore era anche utente e operatore

Seconda generazione 1955 – 1965 (1)

SO batch (a lotti) per sistemi mainframe

- Programmatore diverso dall'operatore: nascono i ruoli di progettista, costruttore, operatore e programmatore
- Inizialmente: codice FORTRAN su schede perforate, output stampato
- Successivamente:
 - registrazione di più schede su nastro (tramite calcolatore)
 - Sequenzializzazione automatica dei job: il controllo passa automaticamente da un job al successivo
 - Primo rudimentale SO che leggeva da nastro i job, li eseguiva e salvava su nastro gli output
- Riduzione del tempo di setup raggruppando job simili (batch) + operazioni offline

Calcolatore **IBM 1401** adatto a
leggere/scrivere su
schede e nastri

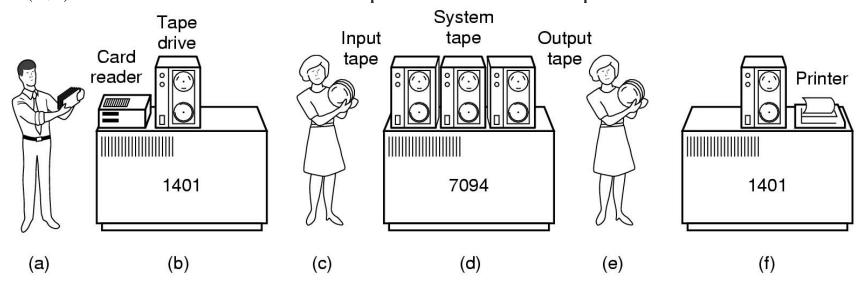


Per eseguire i calcoli, calcolatori più costosi come **IBM 7094**



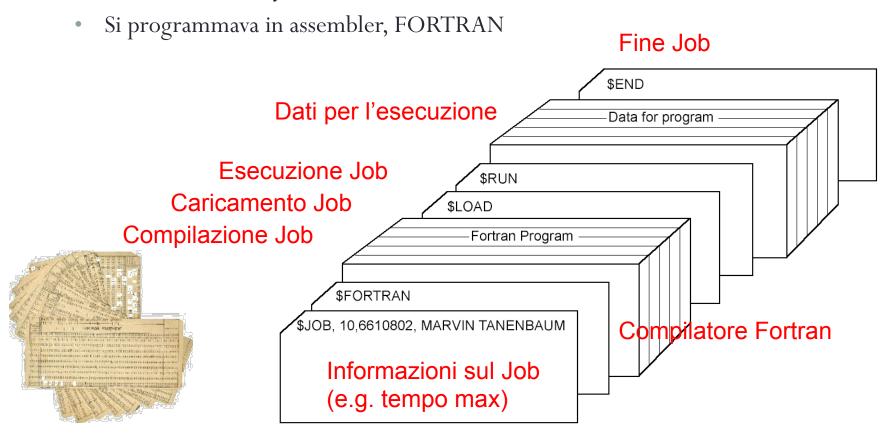
Seconda generazione 1955 – 1965 (2)

- Un esempio di Sistema Operativo Batch (a lotti)
 - (a,b) le schede relative a un gruppo di programmi vengono lette da un computer specializzato (1401) e trasferite su nastro (tape)
 - (c,d) il nastro di input viene trasportato su un 7094, che effettua il calcolo e produce un nastro di risultati
 - (e,f) il nastro dei risultati complessivi viene stampato da un 1401



Seconda generazione 1955 – 1965 (3)

• **Struttura di un tipico** *job* in un sistema operativo batch (FMS – Fortran Monitor System)



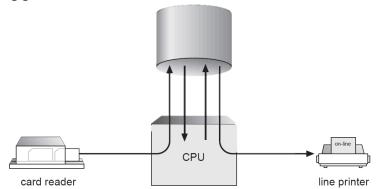
Terza generazione 1965 – 1980

Anni 60: Sistemi batch multiprogrammati

- Avvento dei circuiti integrati (migliore rapporto prezzo/prestazioni)
- Più job sono tenuti in memoria nello stesso momento
- L'esecuzione dei job deve poter essere interrotta e ripresa in un secondo momento
- Miglior sfruttamento della CPU (ad es. nei tempi di attesa di I/O si può allocare la CPU ad un altro job)
- Maggiori complicazioni nel design del SO
 - Gestione della Memoria: il sistema deve allocare memoria per più job
 - Scheduling della CPU: il sistema deve scegliere tra più job pronti
 - Allocazione dei dispositivi e routine di I/O fornite dal sistema
 - ad es. gestione degli interrupt
- IBM OS/360 con spooling e multiprogrammazione

Un ulteriore miglioramento: lo Spooling

- Spooling (Simultaneous Peripheral Operation On Line):
 - simultaneità di I/O e attività di CPU come ulteriore miglioramento dell'efficienza
- Il disco viene impiegato come buffer molto ampio, dove:
 - leggere in anticipo i dati (1401 non più necessario)
 - memorizzare temporaneamente i risultati (in attesa che il dispositivo di output sia pronto)
 - caricare codice e dati del job successivo
 - possibilità di sovrapporre I/O di un job con elaborazione di un altro job



Terza generazione 1965 – 1980

Anni 70: Sistemi Time-Sharing — Computazione Interattiva

- I sistemi batch avevano il difetto di allungare i tempi di risposta (tempo tra inserimento lista di job e output ultimo job)
- La CPU è condivisa tra più job tenuti in memoria e su disco
- Un job viene caricato dal disco alla memoria, e viceversa (swapping)
- Timesharing: multiprogrammazione + comunicazione on-line tra utente e sistema
 - quando il SO termina l'esecuzione di un comando, attende il prossimo "statement di controllo" non dal lettore di schede bensì dalla tastiera dell'utente (è possibile valutare se continuare o fermare la schedulazione di jobs)

Esempi di SO di terza generazione

- MULTICS (MULTIplexed Information and Computing Service) by MIT, Bell Labs e General Electric
 - Idea iniziale: una macchina molto grande con capacità di calcolo per tutti gli abitanti di Boston, basato sull'idea del sistema elettrico (plug-in)
 - · Poco successo commerciale, grande influenza sui sistemi successivi
 - Implementa servizio centralizzato e time-sharing
- **UNIX:** Versione singolo utente di MULTICS per PDP-7
 - PDP-1 . . . -11: minicalcolatori a 18bit
 - Codice open: molte aziende lo personalizzarono sviluppando sistemi Unix-like
 - Due versioni principali: **SystemV** by AT&T Inc., e **BSD** (Berkeley Software Distribution)
 - MINIX: clone UNIX per scopi didattici by A. S. Tanenbaum



Quarta generazione 1980 – oggi

- Anni 80: i Personal Computer (dedicati ad un singolo utente, es.
 PC IBM)
- Avvento circuiti LSI (Large Scale Integration)
 - Device di I/O tastiere, mouse, schermi, piccole stampanti
 - Comodità per l'utente e reattività, Interfaccia utente evoluta (GUI)
 - Gli individui hanno un uso esclusivo del calcolatore, e non necessitano di avanzate tecniche di sfruttamento della CPU o sistemi di protezione
 - Nasce MS-DOS (Microsoft disk operating system). Gates compra DOS e assume il programmatore per creare MS-DOS



Quarta generazione 1980 – oggi

- Anni 90: SO di rete
 - distribuzione della computazione tra più processori in rete
 - ma l'utente **ha** coscienza della differenza tra i singoli nodi
 - modello client/server

Il presente/futuro:

- Sistemi distribuiti (l'utente ha una visione unitaria del sistema di calcolo)
 - Condivisione delle risorse, tolleranza ai guasti, aumento delle prestazioni
 - Esempi di servizi di rete/protocolli: NFS, *reti P2P* e loro applicazioni (es. per il file sharing come Emule, BitTorrent, ecc..), *Cloud computing* (infrastruttura di calcolo e risorse distribuite e virtualizzate)

Sistemi embedded

Esempi di SO di quarta generazione

- **CP/M** (Control Program for Microcomputer) basato su disco della Digital Research fondata da Kildall
 - Su PC-IBM con Zilog Z80, o Intel 8080/85 e 80286
- MicroSoft:
 - MS-DOS (Disk Operating System) e poi Windows 3.1 (microprocessore a 16 bit)
 - Windows 95 e Windows 98 (ancora con codice assembly a 16bit ma per microprocessorei a 32 bit (Intel 80386, 80486, ecc..)
 - NT e Windows 2000 (a 32bit)
 - Me (update di Windows 98)
 - XP, Vista, Win7, Win8
- IBM OS/2 (per microprocessori a 32 bit, richiedeva parecchia RAM/risorse)
- Linux: versione professionale di MINIX by Linus Torvalds
 - Disribuzioni Linux: Debian, Fedora, Gentoo, Ubuntu, ecc..
 - Open-source (ma lo era anche Unix)
- Mac OS di Apple con GUI (Graphical User Interface) ad icone e mouse
- Svariate versioni di sistemi Unix-like come **Sun Solaris**

Curiosità

- 1974: CP/M (Control Program for Microcomputer) è stato creato dalla Digital Research per un sistema IBM per microcomputer basati su dischetto
 - IBM non credeva molto in quella piattaforma quindi lasciò i diritti alla Digital Research
- 1977: Digital Research adatta CP/M ad altre piattaforme con successo
- 1980: IBM progetta il nuovo PC IBM
 - · Contatta Bill Gates per il suo interprete Basic e chiede un consiglio per un SO
 - Gates suggerisce di contattate Digital Research
 - La quale però snobba IBM
 - IBM torna da Gates
 - Gates compra il SO DOS (75000 \$) e lo adatta creando MS/DOS
- Sarebbe nato Windows se Digital Research non avesse snobbato la richiesta di IBM??

Esempi di sistemi operativi: prima classificazione (1)

- Una prima classificazione basata sui criteri:
 - Interfaccia testuale
 - Interprete di comandi o shell
 - a interfaccia grafica (GUI Graphical User Interface)
 - Metafora del desktop
 - Multitasking
 - gestire più attività contemporaneamente
 - Multiutente
 - far lavorare più utenti contemporaneamente

Esempi di sistemi operativi per PC: prima classificazione (2)

DOS	Interfaccia testuale	Monotasking monoutente	Microsoft
Windows	Interfaccia grafica	Multitasking monoutente o multiutente a seconda delle versioni	Microsoft
Unix	Interfaccia testuale	Multitasking multiutente	Bell Laboratories
Linux	Interfaccia testuale e/o grafica	Multitasking multiutente	Derivato da Unix Open source
OS 2	Interfaccia grafica	Multitasking multiutente	IBM
Mac OS	Interfaccia grafica	Multitasking Monoutente o multiutente	Apple

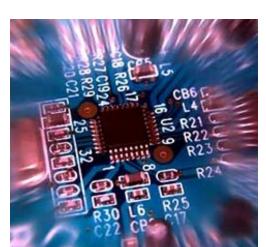
Ad ogni macchina il suo SO appositamente

progettato



















 OS/390, Solaris, FreeBSD, Windows, Mac OS X, Linux, BlackBerry (RIM), iPhone (implemnetazione mobile per Mac OS X), Palm Pre, Symbian, Windows Mobile, Google Android, Google Chrome OS, Amoeba distributed operating system ecc..

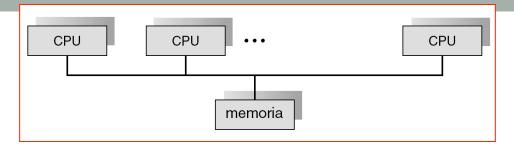
Tipologie di sistemi di elaborazione

- Sistemi monoprocessore
- Mainframe
- Personal computer
- Sistema multiprocessore
- Computer palmare
- Sistema multimediale
- Sistema di elaborazione in tempo reale
- Sistema dedicato (embedded system)
- Sistema distribuito

Sistemi monoprocessore

- Dispongono di un'unica CPU centrale
 - Esegue istruzioni di natura generale
- È affiancata da una serie di CPU secondarie
 - Svolgono compiti particolari
 - Eseguono un insieme ristretto di istruzioni
 - Non eseguono processi utente
 - E.g. CPU controllore disco, CPU tastiera...

Sistemi paralleli



- Sistemi con più processori in stretta comunicazione tra loro
 - Conosciuti anche come sistemi multiprocessore
- Sistemi con processori strettamente connessi i processori condividono la memoria, i bus e l'orologio; la comunicazione di solito passa attraverso la memoria condivisa
- Vantaggi dei sistemi paralleli:
 - Maggiore quantità di elaborazione effettuata (n unità != velocità * n)
 - Economia di scala sulle periferiche
 - Aumento di affidabilità
 - Graceful degradation: degradazione progressiva (proporzionale al numero di guasti), oppure
 - Fault tolerant: sistemi tolleranti ai guasti (necessitano riconoscimento, diagnosi e eventuale riparazione)

Sistemi paralleli (Cont.)

• Sistema multiprocessore asimettrico

- Ogni processore è assegnato ad uno specifico lavoro; il processore principale (master) organizza e gestisce il lavoro per i processori slave
- Organizzazione gerarchica dei processori
- Più comune nei sistemi molto grandi

• Sistema multiprocessore simmetrico (SMP)

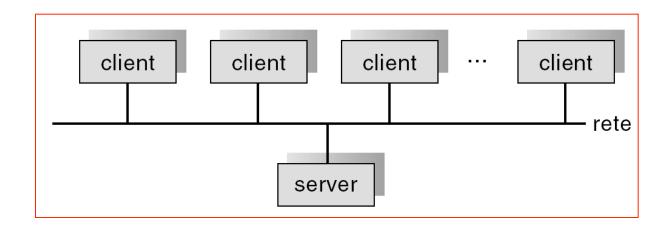
- Ogni processore può eseguire tutte le operazioni
- Organizzazione non gerarchica dei processori
- Possono essere eseguiti contemporaneamente molti processi senza che si produca un deterioramento delle prestazioni
- Necessario il bilanciamento
- Gran parte dei moderni sistemi forniscono supporto SMP

Sistemi distribuiti

- Il calcolo viene distribuito tra diversi elaboratori fisicamente distinti
- Gli elaboratori possono essere eterogenei
- Sistemi lascamente connessi ogni processore possiede una propria memoria locale; i processori comunicano tra loro mediante linee di comunicazione come bus ad alta velocità o linee telefoniche
- Vantaggi dei sistemi distribuiti
 - Condivisione delle risorse
 - Dati
 - Servizi
 - Rapidità di calcolo distribuzione del carico
 - Affidabilità

Sistemi distribuiti (Cont.)

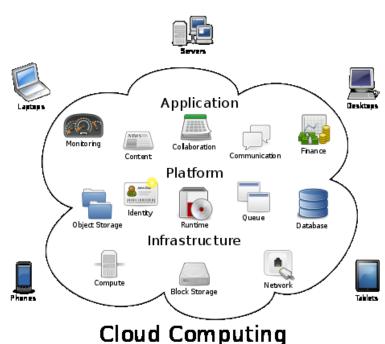
- Necessitano di una infrastruttura di rete
- Rete locale (Local area networks LAN) o rete geografica (Wide area networks WAN)
- Possono essere sistemi client-server o punto-a-punto (peer-to-peer) o
- Possono sfruttare infrastrutture di cloud computing



Cloud computing

- Un insieme di tecnologie informatiche che permettono l'utilizzo di risorse hardware (es. storage, CPU) o software distribuite e virtualizzate in Rete
 - — the *cloud*, in inglese **nuvola di risorse** <u>le cui caratteristiche non sono note</u> <u>all'utilizzatore</u>
 - Modello pay-as-you-go

Cloud computing = SaaS (Software as a Service) + PaaS (Platform as a Service) + laaS (Infrastructure as a Service)



Cloud computing

• Cloud computing = SaaS (Software as a Service) + PaaS (Platform as a Service) + IaaS (Infrastructure as a Service)

- SaaS: utilizzo di programmi in remoto
- Paas: utilizzo di una piattaforma in remoto
- IaaS: utilizzo di hardware in remoto

Cloud computing e SO distribuiti

- Esempio: Google Chrome OS
- si rivolge a tutti gli utenti che lavorano su Internet e sfrutta infrastrutture cloud
- Annunciato il 7 luglio 2009, è basato sul browser Google Chrome e sul kernel Linux.
- Destinato al mercato dei notebook e tablet
- Versione stabile rilasciata il 15 Giugno 2011 sui notebook
 Acer ZGB e Samsung Series 5, con processori Intel
- "What did we leave out? Spinning disks, caps-lock key, function keys, and lap burns"

Cluster

- Architettura con più computer fortemente connessi
- Capacità di elaborazione superiore ai sistemi SMP
 - Esecuzione contemporanea di un'applicazione su più pc
 - Richiede programmazione parallela (programmi con componenti eseguibili in parallelo)
- Economie di scala sulle periferiche
- Simmetrici o asimmetrici
- Affidabilità del sistema in caso di guasti
 - Ogni pc è controllato da almeno un altro pc
 - Il quale recupera il lavoro in caso di guasto
- Usando computer disponibili sul mercato

Personal computer (o sistemi Desktop)

- Potenziamento dei terminali interattivi per supportare
 - interazione evoluta con sistemi centrali
 - piccole attività di elaborazione locale
- Sistemi desktop con grafica e dispositivi per interazione avanzata
- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Mainframe (ieri) (1)



- Architettura orientata all'elaborazione di lavori non interattivi (job)
 - Processore, memoria centrale (milioni di gigabyte), numerosi (1000) nastri/dischi, stampanti
- Elaborazione a lotti (batch)
 - Riducono i tempi di processo raggruppando i job (processi) in batch (lotti) con necessità similari
 - Esecuzione di numerosi <u>lavori di routine</u> alla volta, con <u>prodigiose quantità di I/O</u> e <u>senza la presenza di alcun utente che interagisca con la macchina</u>
- Sistemi monoprogrammati
 - CPU sottoutilizzata
- Sistemi multiprogrammati
 - memoria centrale ripartita tra job (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)

Mainframe (oggi) (2)

- Grandi server
- Supportano molti utenti operanti contemporaneamente
 - Alla base dei giganteschi server web centralizzati!
 - CPU, memoria centrale, terminali, nastri/dischi, stampanti
- Elaborazione contemporanea flussi di attività (processi)
 - Elaborazione di transazioni e condivisione del tempo macchina
- Sistemi multiutente
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)



Sistema dedicato (embedded)

- Sistemi di elaborazione dedicati a supportare una sola applicazione
 - Ad esempio: elettrodomestici, sistemi hi-fi, motore automobile, sistemi biomedicali, protesi, carte di credito, ecc..
 - Tutto il software è su ROM
- Ridotte caratteristiche di prestazioni computazionali, memoria e periferiche
 - Sistemi per SmartCard
 - Sistemi operativi proprietari, JavaCard
- Hanno spesso caratteristiche di real-time e multitasking

Sistema di elaborazione in tempo reale

- Sistemi orientati ad applicazioni in tempo reale
 - controllo di sistemi complessi
 - controllo di processi industriali
 - sistemi di automazione industriale
 - sistemi di automazione della casa
 - sistemi biomedicali
 - sistemi per le telecomunicazioni

•

Sistema di elaborazione in tempo reale

- Risposta agli eventi in tempo reale (cosa significa?)
 - La risposta viene fornita rispettando rigorosi vincoli temporali
 - sistemi in tempo reale stretto (hard real-time)
 - sistemi in tempo reale lasco (soft real-time)
- Architettura con capacità di scambiare segnali con il mondo esterno attraverso sensori e attuatori
 - schede di acquisizione segnali (Input digitali/analogici), schede di attuazione controlli (Output digitali/analogici)

Sistema multimediale

- Personal computer o computer palmare con supporti avanzati per l'interazione multimediale
 - Ad esempio i sistemi di controllo delle console giochi (Nintendo Wii, Microsoft X-box, Sony PlayStation, ecc..)
- La trasmissione dei dati deve attenersi a specifiche frequenze
- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)

Computer palmari

- Sistemi di elaborazione portatili e di dimensioni estremamente ridotte, orientati al supporto di attività personali (Personal Digital Assistant - PDA)
 - Sistemi palmari
 - Telefoni cellulari
- Sistemi interattivi multiprocesso con
 - · Ridotto consumo di potenza
 - Basso numero di processi
- Gli smartphone sono una loro evoluzione (Sistemi operativi iOS e Android)
 - Multi-core
 - Interfacce multi-touch
 - Prestazioni elevate