

Sistemi Operativi

Introduzione

Cosa è un Sistema Operativo?

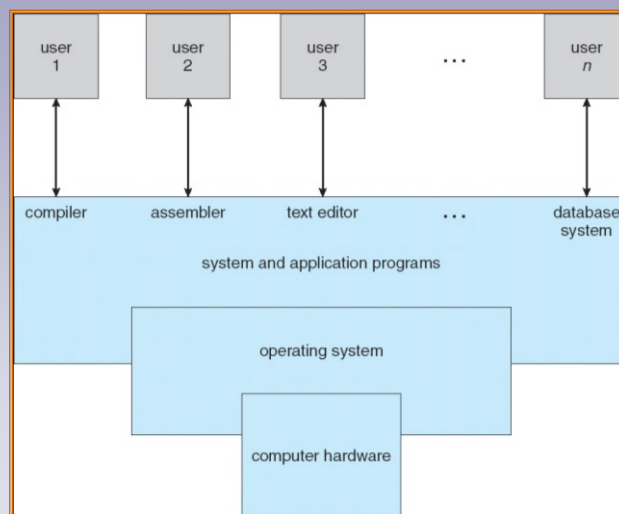
- Un programma che agisce come intermediario tra un utente e l'hardware dell'elaboratore.
- Obiettivi dei Sistemi Operativi:
 - Eseguire i programmi degli utenti e facilitare la risoluzione dei problemi degli utenti.
 - Rendere conveniente l'uso dei calcolatori.
 - Usare l'hardware del calcolatore in modo efficiente.

Struttura di un Calcolatore

- Un Calcolatore può essere diviso in 4 componenti
 - **Hardware** – fornisce componenti di base
 - ▶ CPU, memoria, dispositivi I/O
 - **Sistema Operativo**
 - ▶ Controlla e coordina l'uso dell'hardware tra le varie applicazioni e gli utenti
 - **Programmi Applicativi** – definiscono i modi in cui le risorse del sistema sono usate per risolvere i problemi computazionali degli utenti
 - ▶ Word processors, compilatori, web browsers, database systems, video games
 - **Utenti**
 - ▶ Persone, macchine, altri calcolatori

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Quattro componenti di un Calcolatore



Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Definizione di Sistema Operativo

- Il Sistema Operativo è un **allocatore di risorse**
 - Gestisce tutte le risorse
 - Decide tra richieste in conflitto per un uso efficiente e giusto delle risorse disponibili.
- Il Sistema Operativo è un **programma di controllo**
 - Controlla l'esecuzione dei programmi per prevenire errori e un uso improprio del calcolatore
- Non esiste una definizione universalmente accettata
- "Il programma sempre in esecuzione sul calcolatore" e' il **kernel (nucleo)**. Ogni altra cosa o e' un programma di sistema (venduto con il sistema operativo) o e' un programma applicativo

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

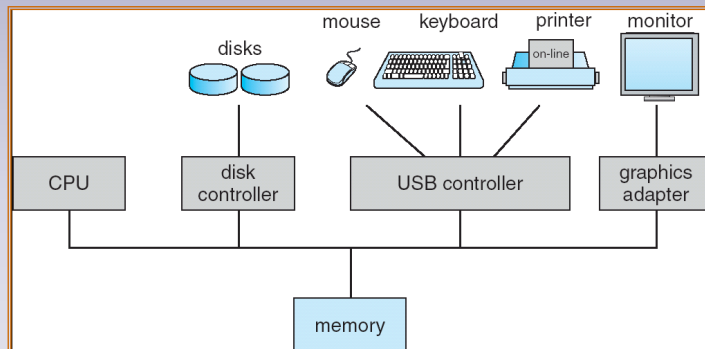
Avvio del calcolatore

- Il **programma di bootstrap** e' caricato all'accensione o al reboot
 - Tipicamente memorizzato in ROM o EEPROM, noto come **firmware**
 - Inizializza tutti gli aspetti del sistema
 - Carica il kernel del sistema operativo e inizia la sua esecuzione

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Organizzazione di un Calcolatore

- Nel Calcolatore:
 - Una o più CPU e controllori di dispositivi connessi attraverso un bus comune che fornisce accesso a una memoria condivisa
 - Esecuzione concorrente delle CPU e dispositivi che competono per l'uso della memoria (memory cycles)



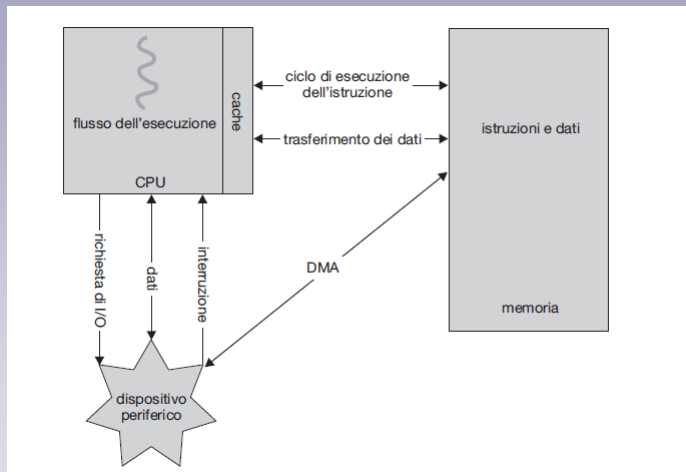
Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Calcolatore

- Dispositivi I/O e la CPU possono operare in modo concorrente.
- Ogni controllore di dispositivo si occupa di un tipo di dispositivo.
- Ogni controllore di dispositivo ha un suo buffer locale.
- CPU sposta dati da/a memoria a/da buffer locali
- I/O e' dal dispositivo al buffer locale del controllore.
- Il controllore di dispositivi informa la CPU che ha finito la sua operazione causando una interruzione (*interrupt*).

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Calcolatore



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Funzioni comuni delle Interruzioni

- L'interruzione trasferisce il controllo alla routine di gestione della interruzione attraverso il **vettore delle interruzioni** che contiene gli indirizzi di tutte le routine di servizio.
- L'interruzione deve salvare l'indirizzo dell'istruzione interrotta.
- Le interruzioni vengono *disabilitate* quando una interruzione viene gestita per impedire la *perdita di interruzioni*.
- Una *trap* è una interruzione generata dal software causata o da un errore o da una richiesta dell'utente.
- I sistemi operativi sono guidati dalle interruzioni (*interrupt driven*).

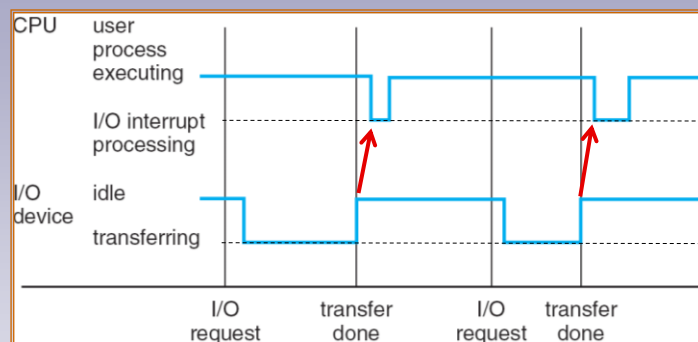
Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Gestione delle Interruzioni

- Il Sistema Operativo preserva lo stato della CPU memorizzando il contenuto dei registri e del program counter.
- Determina che interruzione e' avvenuta:
 - *polling*
 - *vectored* interrupt system
- Segmenti di codice separati determinano che azioni intraprendere per ogni tipo di interrupt

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Timeline delle Interruzioni



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Architettura degli elaboratori

■ Sistemi monoprocesso

- Possiedono una sola CPU per l'esecuzione dei programmi utente
- Possono avere altri processori che svolgono compiti specifici es. controller del disco (ma non sono gestiti dal SO)

■ Sistemi multiprocessore

- Più di una unità di elaborazione strettamente connesse, condividono il bus, il clock e dispositivi di memorizzazione e periferici.
- Vantaggi:
 - ▶ **Maggiore produttività**
 - ▶ **Economia di scala**, condivisione periferiche
 - ▶ **Incremento della affidabilità**, un guasto non blocca il sistema, lo rallenta (fault-tolerant)

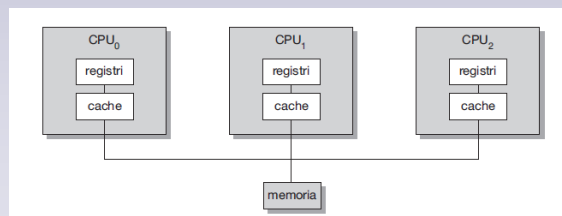
Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Sistemi multiprocessore

■ Di due tipi:

- **Multielaborazione asimmetrica (AMP)**, in cui ogni unità ha un compito specifico e una unità principale coordina e assegna il lavoro alle altre unità (soluzione poco frequente)
- **Multielaborazione simmetrica (SMP)**, in cui ogni processore è abilitato ad eseguire tutte le funzioni del sistema (soluzione più frequente)

■ Tendenza recente di avere più **core** in uno stesso circuito integrato (risparmio energia)



Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Struttura della memoria

- **Memoria primaria** – la sola unità di memorizzazione a cui la CPU può accedere direttamente.
- **Memoria secondaria** – estensione della memoria primaria che fornisce una grande capacità di memorizzazione non volatile.
- **Dischi magnetici** – piatti di metallo o vetro coperti da materiale magnetizzabile
 - La superficie del disco è divisa in *tracce* che sono suddivise in *settori*.
 - Il controller del disco determina l'interazione tra il dispositivo e il computer.

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

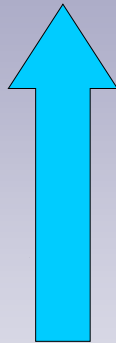
Gerarchia della Memoria

- Sistemi di memorizzazione organizzati in una gerarchia.
 - Velocità
 - Costo
 - Volatilità
- *Caching* – copiare informazioni in un sistema di memorizzazione più veloce; la memoria primaria può essere vista come *cache* per la memoria secondaria.

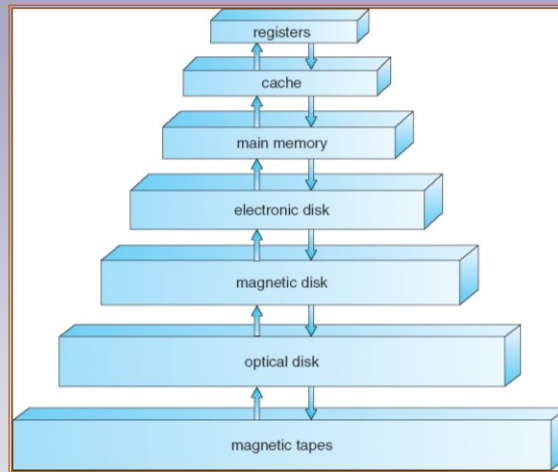
Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Gerarchia dispositivi memorizzazione

+veloci, +costosi, volatili



-veloci, -costosi,
permanenti



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Caching

- Principio importante, utilizzato a vari livelli in un calcolatore (nell'hardware, sistema operativo, software)
- Informazione in uso viene copiata temporaneamente da dispositivo di memorizzazione lento a uno più veloce.
- Memoria veloce (cache) controllata prima per determinare se l'informazione è presente
 - Se lo è, l'informazione è usata direttamente dalla cache (veloce)
 - Altrimenti, dati copiati nella cache e usati da lì
- La cache è più piccola della memoria dietro la cache
 - Gestione della cache, importante problema di progettazione
 - Dimensione della cache e politica di rimpiazzamento

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Performance a vari livelli di memorizzazione

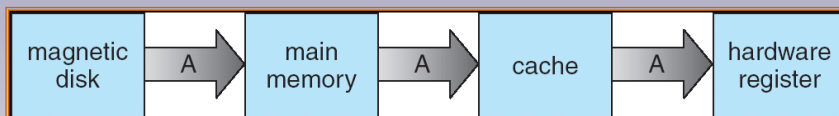
- Movimenti di dati tra livelli della gerarchia possono essere espliciti (es. caricamento dati da disco) o impliciti (es. cache processore)

Level	1	2	3	4
Name	registers	cache	main memory	disk storage
Typical size	< 1 KB	> 16 MB	> 16 GB	> 100 GB
Implementation technology	custom memory with multiple ports, CMOS	on-chip or off-chip CMOS SRAM	CMOS DRAM	magnetic disk
Access time (ns)	0.25 – 0.5	0.5 – 25	80 – 250	5,000,000
Bandwidth (MB/sec)	20,000 – 100,000	5000 – 10,000	1000 – 5000	20 – 150
Managed by	compiler	hardware	operating system	operating system
Backed by	cache	main memory	disk	CD or tape

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Migrazione di un intero A dal disco al registro

- In ambienti **multitasking** si deve stare attenti ad usare il valore più recente, indipendentemente di dove è memorizzato nella gerarchia delle memorie



- Sistemi **multiprocessore** devono fornire coerenza della cache in hardware in modo tale che tutte le CPU abbiano lo stesso valore nella loro cache.
- In ambienti **distribuiti** la situazione è ancora più complessa
 - Possono esistere molte copie del dato in calcolatori diversi

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Struttura di un Sistema Operativo

- **Multiprogrammazione** necessaria per efficienza
 - Un singolo utente non può tenere la CPU e i dispositivi I/O sempre occupati
 - La multiprogrammazione gestisce lavori (jobs) (codice e dati) in modo che la CPU abbia sempre qualcosa da fare...
 - Un sottoinsieme dei lavori presenti sul sistema è tenuta in memoria
 - Un lavoro viene selezionato ed eseguito attraverso il **job scheduling**
 - Quando deve aspettare (per I/O per esempio), OS commuta su un altro job.

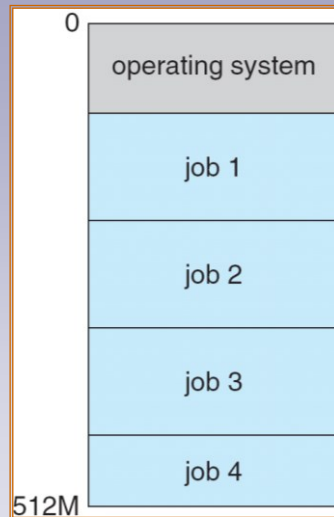
Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Struttura di un Sistema Operativo

- **Timesharing (multitasking)** è la estensione dove la CPU cambia job così frequentemente che l'utente può interagire con il job mentre e' in esecuzione, dando vita all' **interactive computing**
 - **Tempo di risposta** dovrebbe essere < 1 secondo
 - Ogni utente ha almeno un programma in esecuzione in memoria ⇒ **processo**
 - Se molti job sono pronti all'esecuzione allo stesso tempo ⇒ **CPU scheduling**
 - Se i processi non stanno tutti in memoria, lo **swapping** li sposta in/fuori dalla memoria per essere eseguiti
 - La **memoria virtuale** permette l'esecuzione di processi anche non completamente in memoria

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Schema della memoria in un sistema multiprogrammato



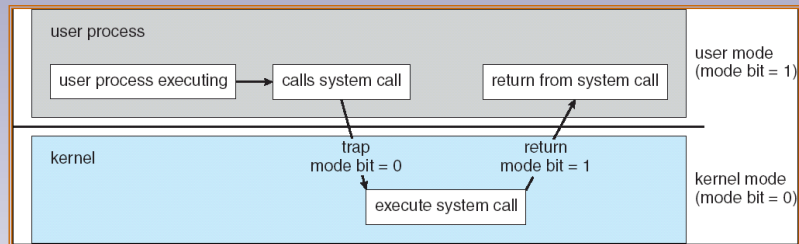
Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Sistema Operativo

- Interruzioni guidate dall'hardware
- Un errore software o una richiesta crea una **eccezione** o una **trap**
 - Divisione per zero, richiesta di un servizio del SO
- Altri problemi dei processi includono: i loop infiniti, processi che si modificano a vicenda o modificano il sistema operativo
- **Dual-mode** permette al SO di proteggersi e proteggere altri componenti del sistema
 - **User mode e kernel mode**
 - **Bit di modo** fornito dall'hardware
 - ▶ Permette di distinguere quando il sistema sta eseguendo codice utente o codice del kernel
 - ▶ Alcune istruzioni designate come **privilegiate** sono eseguibili solo in modo kernel
 - ▶ Le chiamate al sistema cambiano il modo a modo kernel e al termine della chiamata ritorna al modo utente

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Transizione da modo utente a modo kernel



Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Timer

- Il SO usa un timer per prevenire i loop infiniti / processi che si impossessano delle risorse del calcolatore senza rilasciarle
 - Il timer hardware genera un interrupt ad intervalli regolari
 - Il Sistema Operativo decrementa un contatore
 - Quando il contatore raggiunge lo zero genera un interrupt
 - Il contatore viene impostato dal sistema operativo prima di schedare un processo, per riottenere il controllo e terminare il processo se occupa più tempo del previsto.

Sistemi Operativi A.A 2018/2019

Gestione Processi

- Un processo è un programma in esecuzione. E' una unità di lavoro nel sistema di calcolo. Un Programma è una **entità passiva**, un processo è una **entità attiva**.
- Un processo ha bisogno di risorse per svolgere il suo compito
 - CPU, memoria, I/O, files
 - Dati iniziali
- La terminazione di un processo implica la riappropriazione da parte del SO di ogni risorsa riusabile
- Un *processo single-thread* ha un **program counter** che specifica la locazione della prossima istruzione da eseguire
 - Il processo esegue le istruzioni sequenzialmente, una alla volta, fino al completamento
- Un *processo multi-thread* ha un program counter per thread
- Tipicamente il sistema ha molti processi in esecuzione su una o più CPU, alcuni processi sono degli utenti altri del sistema operativo
 - Concorrenza ottenuta facendo multiplexing della/e CPU tra i processi / threads

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Attività della Gestione dei Processi

Il Sistema Operativo è responsabile delle seguenti attività per la gestione dei processi:

- Creare e cancellare processi utente o del sistema operativo
- Sospendere e riprendere processi
- Fornire meccanismi per la sincronizzazione dei processi
- Fornire meccanismi per la comunicazione tra processi
- Fornire meccanismi per la gestione dello stallo (deadlock)

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Gestione della Memoria

- Tutti i dati sono in memoria prima e dopo l'esecuzione
- Tutte le istruzioni devono essere in memoria per poter essere eseguite
- La gestione della memoria determina cosa è in memoria e quando
 - Ottimizza l'utilizzo della CPU e la risposta del sistema
- Attività di gestione della memoria
 - Tiene traccia di quali parti della memoria sono utilizzate e da chi
 - Decide quali processi (o sue parti) e dati muovere in/out dalla memoria primaria
 - Alloca e disalloca spazi di memoria in base alle necessità

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Gestione Memoria Secondaria

- Il Sistema Operativo fornisce una vista uniforme e logica della memoria secondaria
 - Astrae proprietà fisiche (dischi, tracce, settori) in unità logiche di memorizzazione, i **file**
 - Ogni medium è controllato da un dispositivo (i.e., disk drive, tape drive)
 - Si differenziano per velocità di accesso, capacità, velocità di trasferimento, metodo di accesso (sequenziale o diretto)
- Gestione del File-System
 - Files solitamente organizzati in cartelle/directories
 - Controllo degli accessi per determinare chi può usare cosa
 - Attività del SO includono
 - Creare e cancellare files e directories
 - Primitive per manipolare files e dirs
 - Mappare files in memoria primaria
 - Backup files su supporti di memorizzazione stabili (non volatili)

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Gestione Memorie di massa

- Solitamente i dischi sono usati per memorizzare dati che non entrano in memoria primaria o dati che devono essere memorizzati per lungo tempo.
- Una gestione oculata è fondamentale
- L'intera velocità del calcolatore è basata sul sottosistema di gestione dei dischi e sui suoi algoritmi di gestione
- Attività del SO
 - Gestione dello spazio libero
 - Allocazione
 - Scheduling del disco

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Sottosistema I/O

- Uno degli scopi dei Sistemi Operativi è di nascondere all'utente le peculiarità dei dispositivi hardware
- Il sottosistema I/O è responsabile di:
 - Gestione della memoria per I/O per:
 - ▶ buffering (memorizzare i dati temporaneamente mentre vengono trasferiti),
 - ▶ caching (memorizzare dati in memorie veloci per aumentare la performance),
 - ▶ spooling (la sovrapposizione dell'output di un job con gli input di altri job)
 - Interfaccia di uso generale tra device e driver
 - Drivers per dispositivi speciali

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Protezione e Sicurezza

- **Protezione** – ogni meccanismo per controllare l'accesso dei processi/utenti a risorse definite dal Sistema Operativo
- **Sicurezza** – difesa del sistema contro attacchi interni ed esterni
 - Tipo: denial-of-service, worms, viruses, furto di identità, furto di servizi
- I sistemi generalmente distinguono gli utenti per determinare chi può fare cosa
 - Identità degli utenti - User identities (**user IDs**, security IDs) includono nome e un numero associato, uno per ogni utente
 - User ID è associato a tutti i file e processi dell'utente per realizzare il controllo degli accessi
 - Group identifier (**group ID**) permette di identificare un gruppo di utenti e può essere usato per controllare accesso risorse a livello di gruppo, associato a ogni processo/file
 - **Privilege escalation** permette in alcuni casi all'utente di cambiare il proprio id per avere più diritti

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

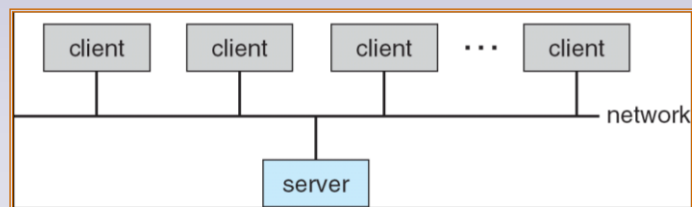
Ambienti di Elaborazione

- **Personal Computer**
 - In ufficio
 - ▶ PCs connessi a una rete locale, terminali connessi a un mainframe o minicomputers forniscono accessi batch e in timesharing
 - ▶ Portali permettono a sistemi in rete e remoti l'accesso alle stesse risorse
 - A casa
 - ▶ Era un singolo sistema
 - ▶ Ora più sistemi in rete dietro firewall

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Ambienti di Elaborazione (Cont.)

- Client-Server Computing
 - Terminali stupidi soppiantati dai PC
 - Molti sistemi sono **servers**, che rispondono a richieste fatte dai **clients**
 - ▶ **Compute-server** fornisce una interfaccia ai client per richiedere servizi (es. database)
 - ▶ **File-server** fornisce una interfaccia ai client per memorizzare e accedere ai file



Sistemi Operativi A.A. 2018/2019

Peer-to-Peer Computing

- Un altro modello di sistema distribuito
- P2P non distingue tra client e server
 - Tutti i nodi sono considerati peers (pari)
 - Ogni nodo può agire come client, server o entrambi
 - Un nodo deve connettersi a una rete P2P
 - ▶ Registra il suo servizio su un servizio centrale, o
 - ▶ Fa richieste in broadcast per un servizio e risponde a richieste di servizio usando un *discovery protocol*
 - Esempi sono *Napster, Gnutella, ...*

Sistemi Operativi A.A. 2018/2019