

Sistemi Operativi – primo modulo

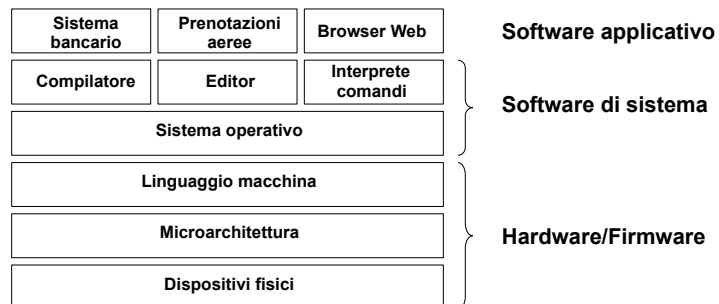
Parte I - Introduzione

Augusto Celentano
Università Ca' Foscari Venezia
Corso di Laurea in Informatica

La gestione di un calcolatore

- Un calcolatore è un sistema complesso (sistema di elaborazione) e la sua gestione non può essere distribuita e replicata in tutti i programmi applicativi
 - operazioni ripetitive complesse svolte da tutti i programmi
 - relazioni e interferenze tra programmi diversi
 - controllo del funzionamento del calcolatore come macchina
- Il software di un sistema di elaborazione si può dividere in due classi:
 - *software applicativo*, composto da programmi e servizi che risolvono problemi per gli utenti
 - *software di sistema*, composto da programmi e servizi che gestiscono il funzionamento del calcolatore (del sistema di calcolo)

Classi e livelli di hardware e software



(Tanenbaum, 2001)

Sistema operativo (I)

(Perhaps) Surprising places to find an OS:

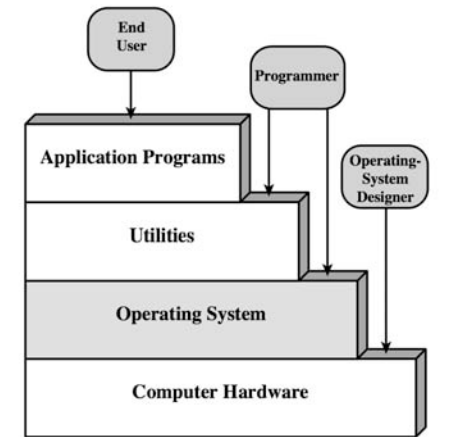
Personal digital assistants
Cable TV controller boxes
Electronic games
Copiers
Fax machines
Remote controls
Cellular telephones
Automobile engines
Digital cameras

(Elmasri et al., 2009)

Sistema operativo (2)

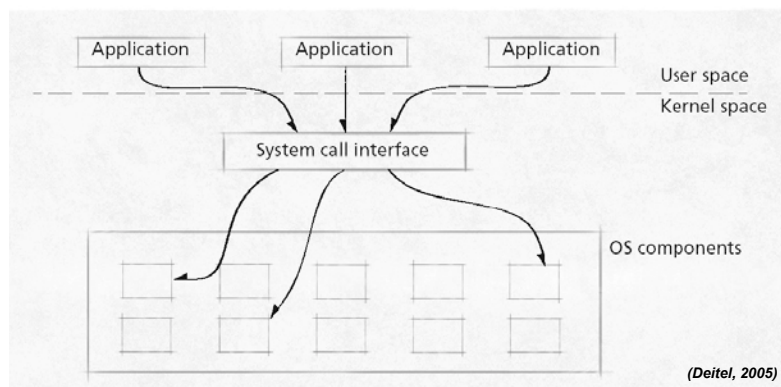
- Il sistema operativo può essere visto e studiato da diversi punti di vista:
 - come *interfaccia tra l'utente e il sistema* permette di utilizzare il calcolatore e le sue risorse per risolvere problemi
 - come *interfaccia tra le applicazioni e il sistema* permette al software applicativo di usare in modo controllato le risorse della macchina
 - come *macchina virtuale* permette di programmare come se si avesse a disposizione una macchina funzionalmente estesa
 - come *gestore di risorse* controlla e coordina il funzionamento contemporaneo dei componenti del sistema
- I diversi punti di vista non si escludono a vicenda
 - in un sistema operativo coesistono servizi per l'esecuzione dei programmi, funzionalità per la gestione interna e funzioni standard per la programmazione

Sistema operativo = interfaccia utente - sistema



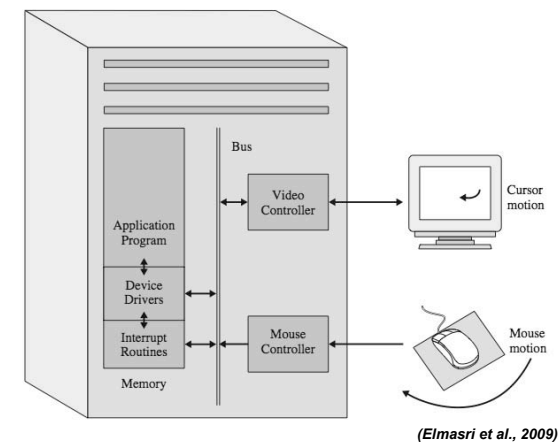
(Stallings, 2005)

Sistema operativo = interfaccia applicazioni - sistema



(Deitel, 2005)

Sistema operativo = interfaccia ...



(Elmasri et al., 2009)

Sistema operativo = macchina virtuale (1)

- Il sistema operativo pone sopra lo hardware un insieme di funzionalità che ne gestiscono i componenti
 - fornisce agli utenti la visibilità di una macchina più completa e più semplice da programmare
- Il sistema operativo racchiude funzioni che gestiscono in modo standard situazioni quali
 - operazioni di ingresso e uscita
 - presenza contemporanea di più programmi in memoria che si alternano nell'esecuzione
 - risposta ad eventi esterni (tempo, segnalazioni dalla periferia, malfunzionamenti)
 - adattamento alla varietà dei dispositivi di memoria e esterni

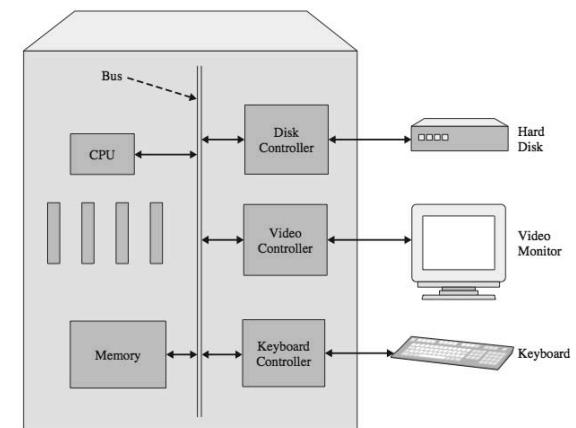
Sistema operativo = macchina virtuale (2)

- In questo modo si consente la programmazione di applicazioni come se si disponesse di una macchina estesa
 - tanti programmi → tanti processori, tante memorie
 - tante periferiche → gestione unificata
 - strutture di archivio complesse → visione logica

Sistema operativo = gestore di risorse (1)

- Il sistema operativo gestisce le risorse del sistema (componenti, sottosistemi, tempo di elaborazione, etc.) distribuendole alle attività in corso (*processi*)
 - utilizza l'unità centrale a turno per i diversi processi
 - conserva più programmi e dati in memoria evitando interferenze
 - sincronizza le attività comuni e l'uso di informazioni condivise
 - stabilisce le priorità di intervento necessarie nei vari casi
 - protegge le informazioni private degli utenti da accessi non autorizzati
 - simula per ogni utente un sistema di elaborazione dedicato e completo (*macchina virtuale*)

Sistema operativo = gestore di risorse (2)



(Elmasri et al., 2009)

Funzioni di un sistema operativo (1)

- Controllo e esecuzione dei programmi, interpretazione delle richieste di servizi (processi, memoria, I/O)
 - esecuzione e terminazione dei programmi
 - ingresso e uscita dei dati
 - temporizzazione
 - gestione dei dispositivi hardware
- Organizzazione e strutturazione delle informazioni su memoria di massa (file system)
 - catalogazione di archivi (directory)
 - operazioni sui file
 - accesso alle singole informazioni
- Interpretazione e esecuzione di comandi dell'utente

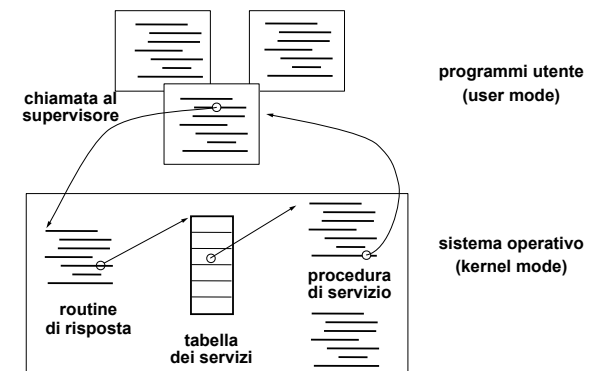
Funzioni di un sistema operativo (2)

- Gestione risorse interne (unità centrale, memoria centrale)
- Gestione risorse esterne (memoria di massa, periferia)
- Utilizzo di componenti e funzioni in modo indipendente dalle specifiche caratteristiche fisiche (macchine virtuali)
- Funzioni di uso generale (programmi di utilità)
- Funzioni operative (interfaccia utente)
- Supporto per la costruzione e l'esecuzione di applicazioni (ambienti di sviluppo)

Interruzioni e supervisor call

- Il sistema operativo interviene su richiesta di un programma (*processo*) o in seguito ad un evento che modifica o richiede di modificare lo stato del sistema
 - la richiesta di intervento da parte di un processo avviene attraverso una *chiamata al supervisore* (*supervisor call, SVC*)
 - la richiesta di intervento a seguito di un evento avviene attraverso il meccanismo delle *interruzioni*
- In entrambi i casi vengono attivati gli stessi meccanismi di esecuzione
 - una interruzione software è una richiesta di intervento del sistema operativo non causata da dispositivi esterni alla CPU

Esecuzione di una supervisor call

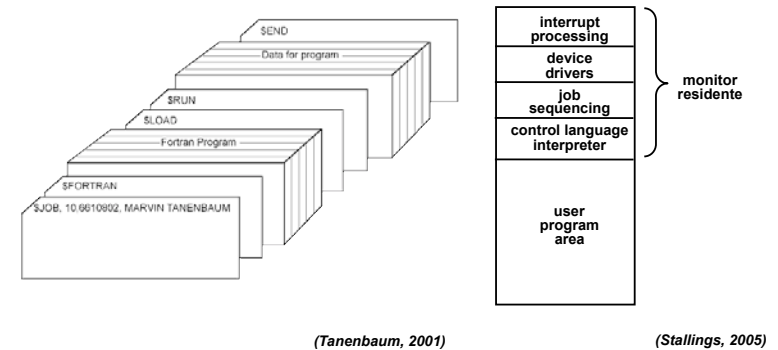


Evoluzione dei sistemi operativi (1)

- Primi calcolatori
 - non esiste distinzione tra servizi e applicazioni (non c'è sistema operativo)
- Elaborazione seriale
 - esecuzione comandata da console attraverso dispositivi molto semplici: display, interruttori, tastiera e stampante
 - setup complesso:
 - caricamento del compilatore, lettura del programma, compilazione, salvataggio del programma compilato su supporto esterno
 - caricamento del linker, lettura del programma compilato e delle librerie, collegamento del programma, salvataggio dell'eseguibile
 - caricamento del loader, lettura del programma eseguibile, esecuzione

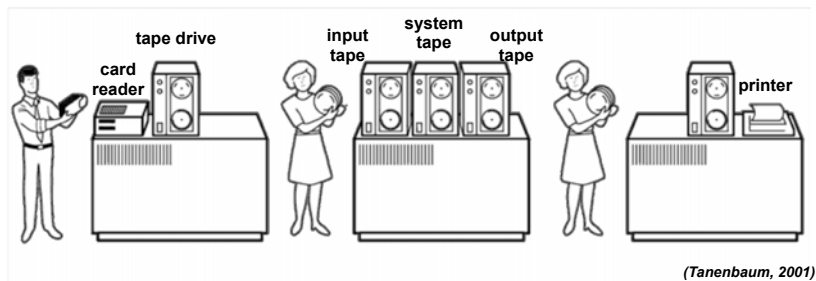
Evoluzione dei sistemi operativi (2)

- Un monitor residente governa l'alternanza dei lavori



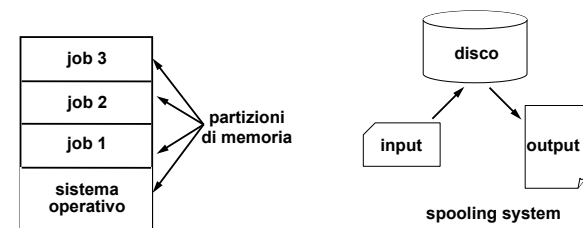
Evoluzione dei sistemi operativi (3)

- Sistemi batch
 - i programmi vengono divisi in lotti di lavorazione che passano attraverso più fasi con supporti di memorizzazione intermedi veloci (nastri magnetici)



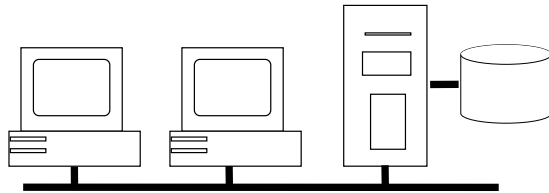
Evoluzione dei sistemi operativi (4)

- Sistemi multiprogrammati
 - più programmi sono caricati in memoria contemporaneamente, e l'elaborazione passa periodicamente dall'uno all'altro



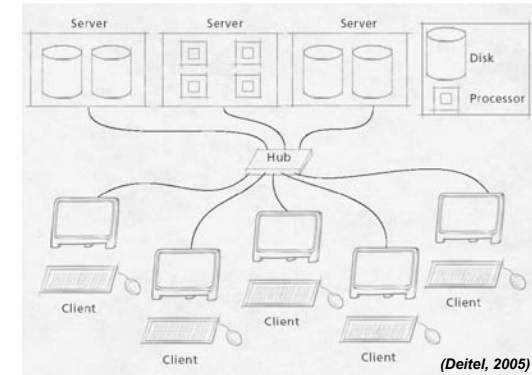
Evoluzione dei sistemi operativi (5)

- Personal computer, workstation, sistemi distribuiti
 - più elaboratori collegati in rete condividono risorse e distribuiscono potenza di calcolo



Evoluzione dei sistemi operativi (6)

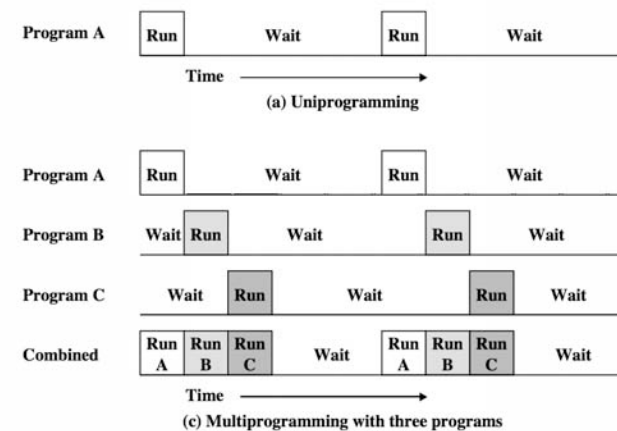
- Sistemi operativi di rete (modello client server)
 - le applicazioni e i dati sono distribuiti su uno o più server cui accedono macchine clienti che svolgono semplici funzioni di interazione (es. browser Web), o funzioni di calcolo delegando ai server la gestione dei dati



Evoluzione dei sistemi operativi (7)

- Sistemi (operativi) di rete (modello peer-to-peer)
 - le applicazioni e i dati sono distribuiti su più computer, anche di tipo diverso, ciascuno dei quali funge allo stesso tempo da cliente e da server
 - grande flessibilità
 - possibilità di riconfigurazione dinamica
 - resistenza ai guasti
- E' il modello di riferimento per alcune applicazioni specializzate
 - reti di sensori
 - sistemi di elaborazione e trasmissione in ambienti ostili

Multiprogrammazione



Classificazione funzionale dei sistemi operativi

- Sistemi embedded (es. infodomeistici)
- Sistemi batch (es. sistemi EDP)
- Sistemi interattivi in time-sharing (es. Unix)
- Sistemi real-time (es. telefonia, sistemi industriali)
- Sistemi per personal computer (es. Windows, Mac OS)
- Sistemi multimediali (es. video on demand)
- Sistemi transazionali (es. banche dati)
- Sistemi per dispositivi mobili (es. smartphone)
- Sistemi operativi virtuali (es. IBM VM/370, VMWare)

Sistemi embedded (es. infodomeistici)

- La macchina serve un solo “utente” e svolge un solo “compito”
 - funzioni base per interpretare comandi e eseguire programmi
 - supervisor o monitor
 - semplicità, basso livello, scarso sfruttamento del tempo macchina
 - I/O specializzato
 - diagnostica

Sistemi batch (es. sistemi EDP)

- La macchina serve un “lotto” di programmi in sequenza, in modo non interattivo
 - serializzazione delle operazioni di ingresso / uscita
 - sovrapposizione dei lavori
 - elaborazione non assistita
 - sfruttamento del tempo macchina

Sistemi interattivi in time-sharing (es. Unix)

- La macchina serve a turno più utenti ripartendo tra essi l'utilizzo delle risorse (unità centrale, memoria, periferiche)
 - ogni utente lavora indipendentemente dagli altri, avendo l'impressione di utilizzare una macchina dedicata
 - protezione
 - sfruttamento delle risorse della macchina

Sistemi real-time (es. telefonia, sistemi industriali)

- La macchina esegue più attività sulla base di una scala di priorità, sospendendo i lavori meno urgenti a favore dei più urgenti
 - protezione, tempi di risposta
 - gestione conflitti
 - sfruttamento delle risorse compatibilmente con le esigenze dell'ambiente esterno

Sistemi per personal computer (es. Windows, Mac OS)

- Offrono la possibilità di eseguire più programmi da parte di un utente ma non gestiscono la presenza contemporanea di più utenti
 - coordinano le priorità di esecuzione in funzione dell'attività dell'utente (foreground-background)
 - possono gestire l'organizzazione complessa dei dati memorizzati ma non richiedono meccanismi di protezione sofisticati (es. su volumi rimovibili)
 - consentono la configurazione dinamica delle periferiche del calcolatore (plug-n-play)
- Nel tempo si sono avvicinati alle funzionalità dei sistemi interattivi multiutente

Sistemi multimediali (es. video on demand)

- La macchina esegue microattività ripetitive sulla base di una temporizzazione prevedibile per una molteplicità di utenti su rete
 - rispetto dei tempi di servizio
 - ammissione di nuove attività
 - ottimizzazione del carico

Sistemi transazionali (es. banche dati)

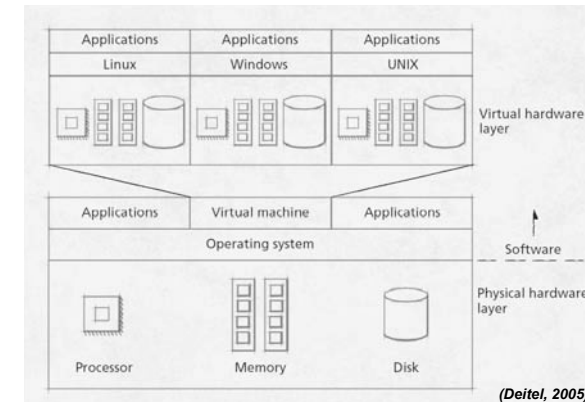
- Permettono l'uso di programmi applicativi e l'accesso a archivi di dati salvaguardando la correttezza delle operazioni
 - gestione del traffico verso sistemi remoti
 - gestione della concorrenza tra gli utenti
 - gestione degli errori e ripristino della coerenza dei dati

Sistemi per dispositivi mobili (es. smartphone)

- Uniscono funzioni real-time per la gestione della comunicazione e dell'interazione con funzioni semplificate per la gestione di un programma alla volta
 - ottimizzano l'uso di hardware di capacità limitata
 - gestiscono sofisticate funzioni di rete necessarie per la comunicazione mobile di qualità variabile
 - ottimizzano i consumi energetici
- Possono essere versioni ridotte di sistemi operativi di uso generale
 - Windows CE, Windows Mobile, Windows Mobile Phone Edition
 - iOS (Mac OS X semplificato per iPhone)

Sistemi operativi virtuali (es. IBM VM/370, VMWare)

- Replicano macchine complete su cui possono girare più sistemi operativi diversi

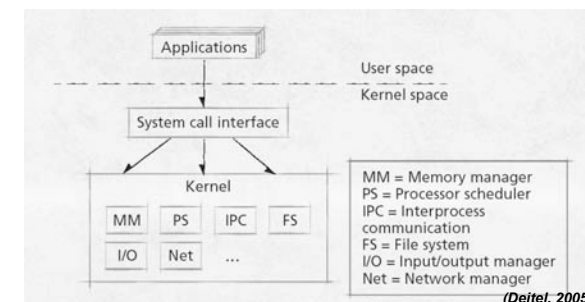


Classificazione strutturale dei sistemi operativi

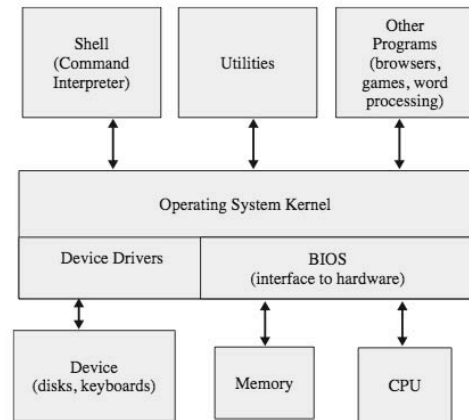
- Sistemi monolitici
- Sistemi a livelli (layered)
- Sistemi a microkernel
- Sono modelli di riferimento che a volte contengono soluzioni intermedie che evolvono nel tempo
 - es. sistemi monolitici con moduli dinamici

Sistema operativo monolitico (I)

- I primi sistemi presentavano un'interfaccia unica e complessiva verso la macchina e le sue risorse
 - complessità di gestione delle relazioni tra le diverse funzioni
 - scarsa modificabilità
 - ingestibile per sistemi complessi



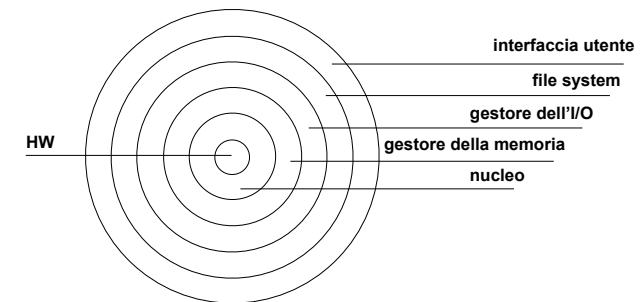
Sistema operativo monolitico (2)



(Elmasri et al., 2009)

Sistema operativo a livelli (layered)

- I sistemi operativi moderni definiscono una serie di macchine virtuali, realizzate per mezzo di astrazioni sopra la macchina fisica
 - E' uno schema di riferimento di massima largamente adottato



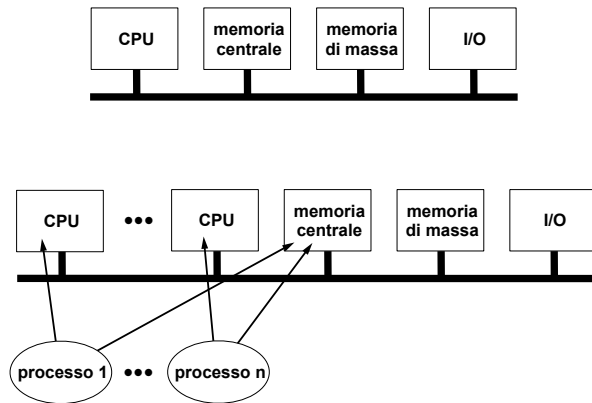
Nucleo di un sistema operativo (1)

- In un sistema ideale dedicato alla esecuzione di un solo programma le operazioni sono sequenziali e sincrone
 - tutte le operazioni (elaborazione, ingresso e uscita, controllo dell'esecuzione) sono eseguite una dopo l'altra in modo deterministico e ripetibile
 - ogni azione viene terminata prima di passare all'azione successiva
 - l'esito dell'elaborazione non dipende dal tempo totale di esecuzione, né dal tempo relativo di esecuzione delle singole operazioni
- In un sistema reale multiprogrammato tale comportamento può essere riferito al singolo programma, ma non al sistema nel suo complesso

Nucleo di un sistema operativo (2)

- La macchina è dotata di un solo processore e di una sola memoria centrale. Il nucleo ripartisce l'uso della unità centrale tra i diversi processi attraverso la gestione delle interruzioni
 - si genera una macchina virtuale in cui ad ogni programma attivo (processo) corrisponde una unità centrale virtuale dedicata.
 - i programmi che vengono eseguiti in tale ambiente non devono occuparsi della ripartizione dell'uso dell'unità centrale, poiché ciascuno ne utilizza una diversa (virtuale)

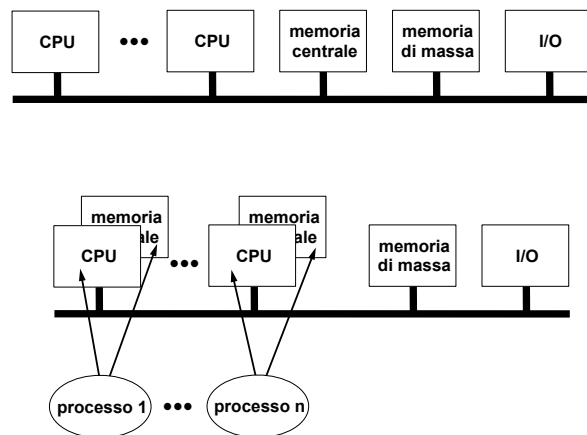
Nucleo di un sistema operativo (3)



Gestore della memoria centrale (1)

- Il gestore della memoria di un sistema operativo consente di programmare riferendosi ad uno spazio di indirizzamento virtuale, indipendente dall'effettivo spazio di indirizzamento della memoria fisica.
- Si genera una macchina virtuale in cui ogni processore (virtuale) ha a disposizione una memoria privata la cui corrispondenza con la memoria fisica non è (in linea di principio) rilevante.
- I programmi possono essere sviluppati senza sapere la configurazione reale della memoria in cui saranno allocati

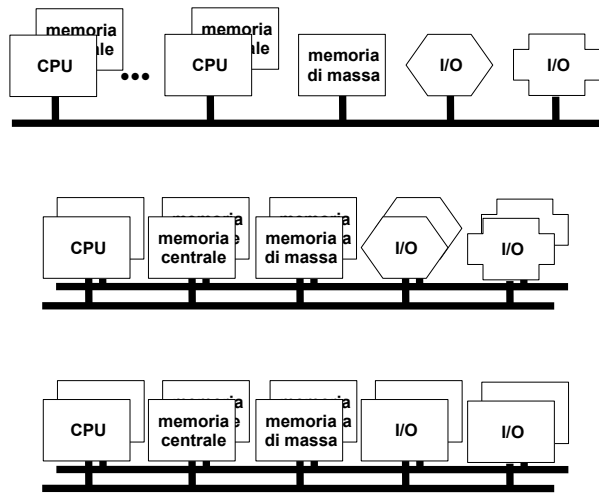
Gestore della memoria centrale (2)



Gestore delle periferiche di I/O (1)

- Il gestore delle periferiche realizza due tipi di virtualizzazione:
 - come i due gestori precedenti, ripartisce l'utilizzo delle risorse esterne in modo che ogni processo possa vedere una periferia dedicata, in cui
 - non ci sono conflitti di utilizzo con altri processi o utenti
 - non è necessario gestire la sincronizzazione e i tempi di attesa (operazioni sincrone)
 - fornisce un insieme di funzioni di gestione di alto livello che, mascherando le differenze costruttive delle apparecchiature, rendono omogeneo l'utilizzo della periferia anche se questa è diversificata

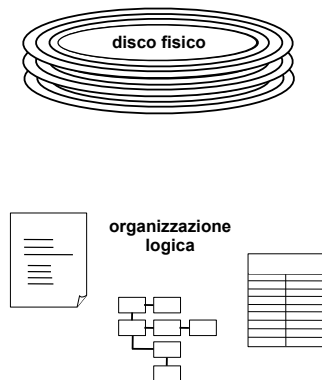
Gestore delle periferiche di I/O (2)



File system (1)

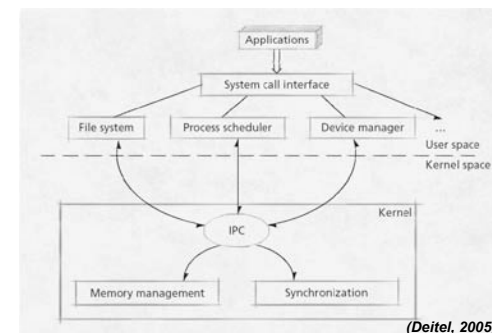
- Il file system assegna alle informazioni memorizzate su una memoria di massa una organizzazione e una strutturazione riferite all'utilizzo delle informazioni e non al loro schema di memorizzazione
 - le informazioni sono raccolte in unità logiche (*file*) identificate da un nome, di cui si ignora la struttura fisica e l'allocazione sul supporto di memorizzazione
 - l'accesso avviene tramite funzioni che operano sul contenuto in base alla sua organizzazione logica (*stream, record*)
 - sono gestite sia la privatezza dei dati, sia i conflitti di accesso nel caso di utilizzo condiviso tra più utenti

File system (2)



Sistemi operativi a microkernel

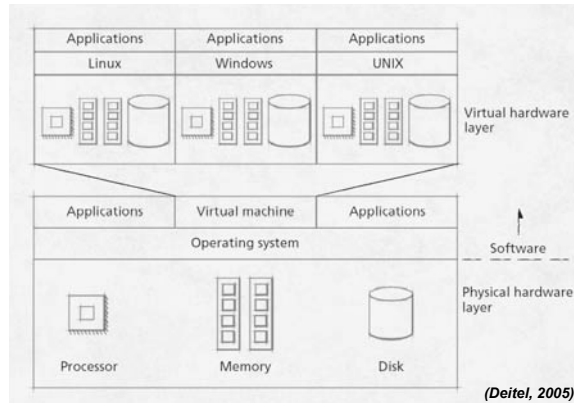
- Dividono i servizi in più processi che comunicano attraverso un nucleo semplificato
 - il nucleo implementa solo le funzioni più critiche, che devono essere eseguite in kernel mode
 - la struttura risultante è altamente modificabile e adattabile



(Deitel, 2005)

Sistemi operativi virtuali (macchine virtuali) (1)

- Replicano macchine complete su cui possono girare più sistemi operativi diversi

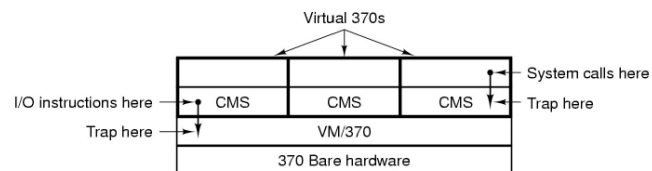


Sistemi operativi virtuali (macchine virtuali) (2)

- VM/370
 - è un sistema operativo
 - gira direttamente sull'hardware
- VmWare
 - non è un sistema operativo, gira su un sistema ospite
 - corrisponde ad una macchina fisica
- VM Java
 - non è un sistema operativo
 - non corrisponde ad una macchina fisica

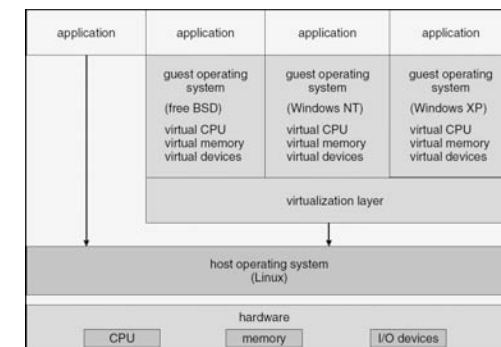
Sistemi operativi virtuali (macchine virtuali) (3)

- VM/370
 - E' stato il primo sistema operativo virtuale industriale (oggi z/VM)
 - Replica completamente tutte le risorse hardware di un mainframe in una macchina virtuale isolata, su cui può essere installato qualunque sistema operativo progettato per la macchina hardware
 - Consente di eseguire migliaia di istanze con sistemi differenti



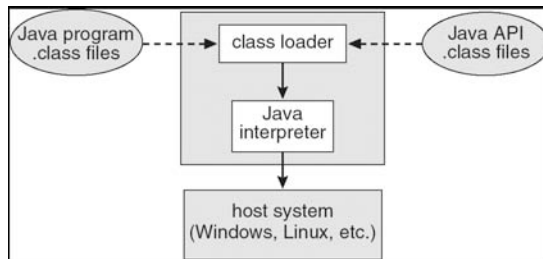
Sistemi operativi virtuali (macchine virtuali) (4)

- VMware Fusion
 - non è un sistema operativo, gira su un sistema ospite
 - replica le risorse hardware di un PC Intel in un ambiente protetto



Sistemi operativi virtuali (macchine virtuali) (5)

- VM Java
 - non è un sistema operativo, gira su un sistema ospite
 - implementa una macchina non corrispondente ad alcun hardware



Silberschatz 2006)

Aumento della complessità dei sistemi operativi (1)

dimensione del nucleo di alcuni sistemi operativi storici

Year	AT&T	BSD	MINIX	Linux	Solaris	Win NT
1976	V6 9K					
1979	V7 21K					
1980		4.1 38K				
1982	Sys III 58K					
1984		4.2 98K				
1986		4.3 179K				
1987	SVR3 92K		1.0 13K			
1989	SVR4 280K			0.01 10K		
1991						
1993		Free 1.0 235K			5.3 850K	3.1 6M
1994		4.4 Lite 743K		1.0 165K		3.5 10M
1996				2.0 470K		4.0 16M
1997			2.0 62K		5.6 1.4M	
1999				2.2 1M		
2000		Free 4.0 1.4M			5.8 2.0M	2000 29M

(Tanenbaum, 2001)

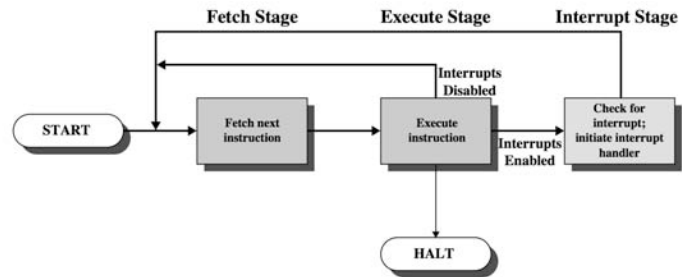
Aumento della complessità dei sistemi operativi (2)

Operating System	Release Date	Minimum Memory Requirement	Recommended Memory
Windows 1.0	November 1985	256KB	
Windows 2.03	November 1987	320KB	
Windows 3.0	March 1990	896KB	1MB
Windows 3.1	April 1992	2.6MB	4MB
Windows 95	August 1995	8MB	16MB
Windows NT 4.0	August 1996	32MB	96MB
Windows 98	June 1998	24MB	64MB
Windows ME	September 2000	32MB	128MB
Windows 2000 Professional	February 2000	64MB	128MB
Windows XP Home	October 2001	64MB	128MB
Windows XP Professional	October 2001	128MB	256MB (Deitel, 2005)

Riepilogo dei meccanismi di base hw/sw

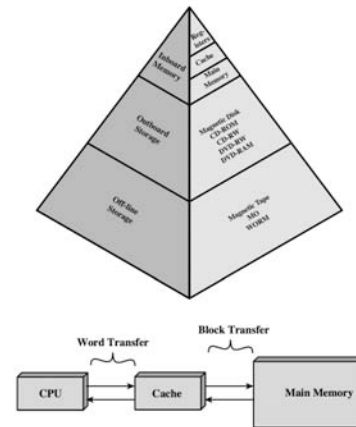
- Interruzioni
- Memoria
- Input/Output
- Consideriamo solo macchine monoprocesore in ambiente locale

Interruzioni



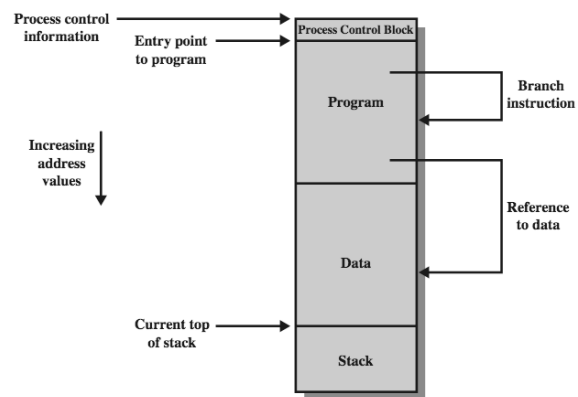
(Stallings, 2005)

Gerarchie di memoria



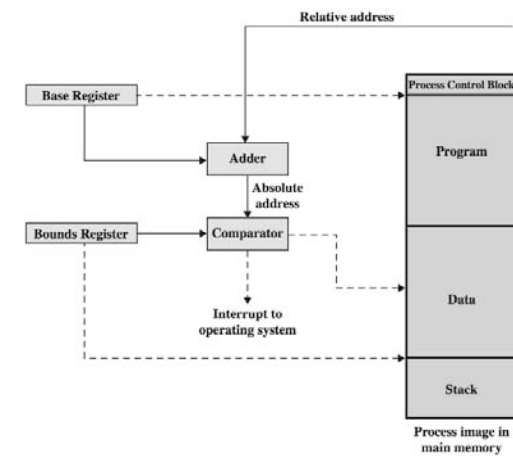
(Stallings, 2005)

Spazio di indirizzamento di un processo



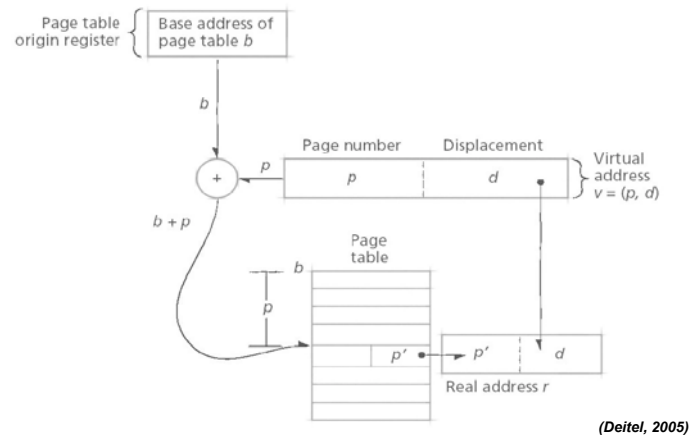
(Stallings, 2005)

Rilocazione

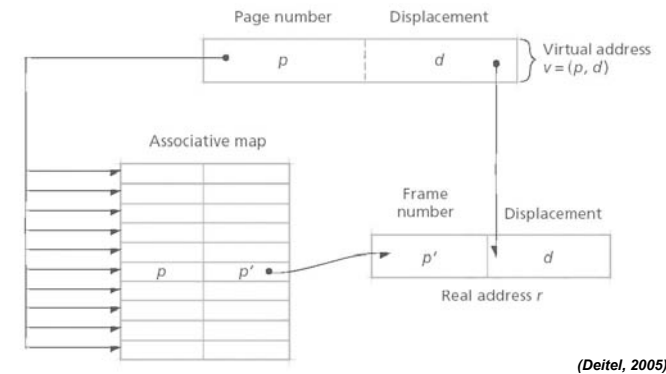


(Stallings, 2005)

Memoria virtuale a pagine (1)



Memoria virtuale a pagine (2)



Dispositivi di ingresso/uscita

- Trasferiscono dati da e verso la periferia attraverso circuiti di interfaccia che adattano i segnali e gestiscono le caratteristiche specifiche dei dispositivi
- La comunicazione si avvale di due registri:
 - *registro dati*: tramite per lo scambio di dati
 - *registro di stato* (o di controllo): contiene informazioni sullo stato della periferica e sui comandi da eseguire
- L'individuazione dei dispositivi (indirizzamento) può avvenire in due modi:
 - in corrispondenza di un'area "riservata" di memoria centrale (dispositivi di I/O "mappati" in memoria)
 - accesso tramite normali operazioni di accesso a memoria
 - attraverso uno spazio di indirizzamento dedicato (dispositivi "non mappati")
 - accesso tramite operazioni di ingresso e uscita dedicate

Gestione dei dispositivi di I/O (1)

- I dispositivi di I/O richiedono una gestione del colloquio e del trasferimento dei dati più articolata di quella della memoria centrale:
 - il loro funzionamento è asincrono rispetto all'unità centrale
 - la loro velocità è molto inferiore a quelle dell'unità centrale e della memoria
- Per tali motivi è necessario utilizzare dei meccanismi di sincronizzazione nelle operazioni di I/O che:
 - assicurino il corretto trasferimento dei dati, evitando duplicazioni (stesso dato più volte) e perdite (salto di dati)
 - evitino un degrado generalizzato delle prestazioni dovute alla lentezza dei dispositivi

Gestione dei dispositivi di I/O (2)

- Si possono utilizzare tre tecniche di gestione:
 - software, a controllo di programma (polling)
 - solo a livello di circuiteria intelligente per sistemi di elaborazione di segnali
 - hardware-software, a interruzione
 - hardware, DMA (Direct Memory Access)

Gestione I/O a interruzione

- L'unità centrale *inizia* un'operazione di I/O comunicandone i parametri a una funzione dedicata
- Quindi, prosegue l'elaborazione con operazioni che non richiedono che l'operazione di I/O sia terminata
- Quando l'operazione di I/O si è compiuta (dato disponibile, o dispositivo pronto), il dispositivo di I/O invia alla unità centrale un segnale hardware (*interruzione*)
- L'unità centrale serve l'interruzione e completa l'operazione di I/O

Gestione I/O con controllo DMA

