

# Struttura dei Sistemi Operativi

## Servizi Sistema Operativo

- Un insieme dei servizi offerti dal Sistema Operativo fornisce funzioni utili per l'utente:
  - **Interfaccia Utente** (User interface) – Quasi tutti i sistemi operativi hanno una interfaccia utente (UI)
    - Varia tra Command-Line (CLI), Graphics User Interface (GUI), Batch
  - **Esecuzione dei programmi** – Il sistema deve poter caricare un programma in memoria ed eseguirlo, terminare la sua esecuzione, sia normale che in caso di errore
  - **Operazioni di I/O** – Un programma in esecuzione può aver bisogno di I/O per l'accesso a file o per interagire con un dispositivo.
  - **Accesso a File-system** – Il File-system è di particolare interesse. I programmi hanno bisogno di leggere/scrivere file e directories, crearle e cancellarle, ricercarle, etc.

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Servizi Sistema Operativo (Cont.)

- Un insieme dei servizi offerti dal Sistema Operativo fornisce funzioni utili per l'utente (Continua):
  - **Comunicazioni** – Processi possono scambiare informazioni, su uno stesso calcolatore o tra calcolatori in rete
    - La comunicazione può essere fatta attraverso memoria condivisa o attraverso invio di messaggi (pacchetti inviati dal SO)
  - **Rilevazione errori** – Il SO deve essere sempre attento a possibili errori
    - Possono avvenire nella CPU e memoria, in dispositivi I/O e in programmi utenti
    - Per ogni tipo di errore il SO dovrebbe effettuare l'azione appropriata per garantire una elaborazione corretta e consistente
    - Supporto per il debug può migliorare notevolmente la possibilità di usare efficientemente il sistema da parte dell'utente e del programmatore

Sistemi Operativi A.A. 2016/2017

## Servizi Sistema Operativo (Cont.)

- Esiste un altro insieme di servizi del SO che servono a garantire l'uso efficiente del sistema stesso attraverso la condivisione delle risorse
  - **Allocazione risorse** – Quando più utenti o più job sono in esecuzione contemporaneamente, ognuno deve avere a disposizione delle risorse
    - Molti tipi di risorse - Alcuni come cicli di CPU, memoria primaria, e file storage possono avere una allocazione specifica, altri come dispositivi di I/O possono avere una gestione generale di tipo richiesta/rilascio.
  - **Accounting** – Per tenere traccia di quali utenti usano, quanto e quali tipi di risorse di sistema
  - **Protezione e sicurezza** – I possessori delle informazioni memorizzate in un sistema multiutente o in rete possono voler controllare l'uso delle informazioni, processi concorrenti non dovrebbero interferire tra loro
    - **Protezione** assicura che tutti gli accessi al sistema sono controllati
    - **Sicurezza** del sistema dall'esterno richiede l'uso dell'autenticazione degli utenti, si estende alla difesa di dispositivi di I/O esterni dai tentativi di uso non valido.
    - Se un sistema deve essere protetto e sicuro, delle precauzioni devono essere prese in ogni sua parte. Una catena è forte come il suo anello più debole.

Sistemi Operativi A.A. 2016/2017

## Interfacce utente del SO - CLI

**Command Line Interface** permette l'inserimento diretto di comandi

- Alcune volte implementato nel kernel, altre volte implementato nei programmi di sistema
- Alcune volte sono disponibili più tipi di CLI – **shells**
- Fondamentalmente riceve un comando dall'utente e lo esegue
  - ▶ Alcune volte i comandi sono built-in nell'interprete dei comandi, altre volte sono solo nomi dei programmi
    - Nell'ultimo caso aggiungere nuovi comandi non richiede di modificare la shell

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Interfacce Utente del SO - GUI

- Interfaccia user-friendly che usa la metafora della scrivania (**desktop**)
  - Basata su mouse, tastiera, e monitor
  - **Icone** rappresentano file, programmi, azioni, ecc.
  - I pulsanti del mouse premuti su oggetti dell'interfaccia provocano varie azioni (danno informazioni, aprono opzioni, eseguono funzioni, aprono directory/cartelle)
  - Inventato a Xerox PARC (1973)
- Molti sistemi includono interfacce CLI e GUI
  - Microsoft Windows ha GUI con CLI "command" shell
  - Apple Mac OS X ha "Aqua" GUI con sotto un kernel UNIX e sono disponibili le shell unix
  - Solaris ha CLI e delle GUI (Java Desktop, KDE)

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Chiamate di Sistema

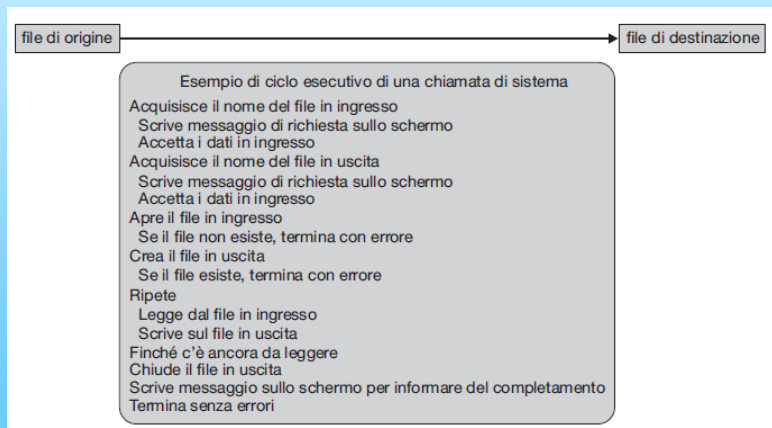
- Interfaccia di programmazione verso i servizi forniti dal SO
- Tipicamente scritte in C/C++
- Principalmente usate dai programmi attraverso **Application Program Interface** (API) di alto livello piuttosto che attraverso l'uso diretto della chiamata di sistema
- Le tre API piu' comuni sono: Win32 API per Windows, POSIX API per sistemi POSIX-based (inclusendo tutte le versioni di UNIX, Linux, e Mac OS X), e Java API per la Java virtual machine (JVM)

(Nota che I nomi delle chiamate di sistema riportate sono generici)

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Esempio di Chiamata di Sistema

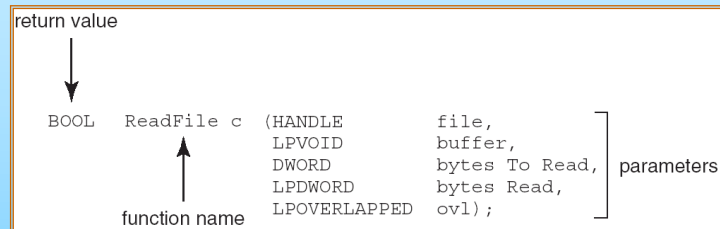
- Sequenza di chiamate di sistema per copiare il contenuto di un file su un altro file



Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Esempio di Standard API

- Consideriamo la funzione *ReadFile()*
- Fa parte delle Win32 API— una funzione per leggere da un file



- Parametri:
  - `HANDLE file` — riferisce al file da leggere
  - `LPVOID buffer` — un buffer dove saranno scritti i dati letti dal file
  - `DWORD bytesToRead` — il numero di bytes da leggere da file
  - `LPDWORD bytesRead` — il numero di bytes letti nell'ultima operazione di lettura
  - `LPOVERLAPPED ovl` — indica se deve usare overlapped I/O (asincrono)

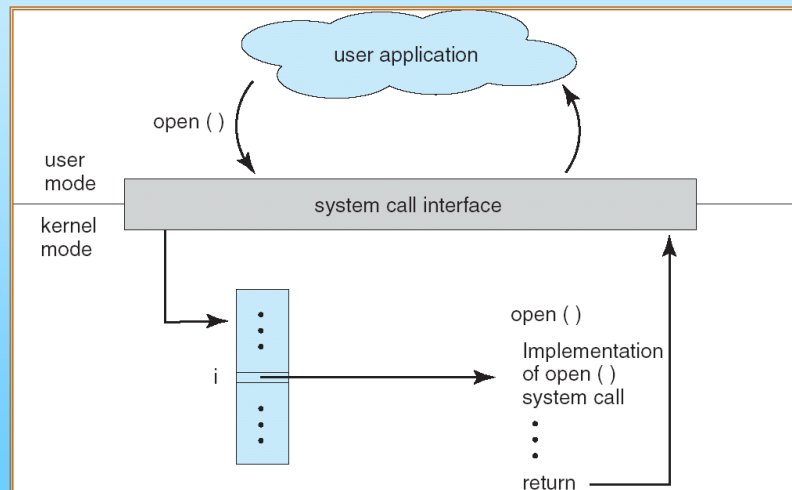
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Implementazione delle Chiamate di Sistema

- Tipicamente un numero e' associato con ogni system call
  - L'interfaccia per le System-call mantiene una tabella indicizzata in base a questi numeri
- L'interfaccia delle chiamate di sistema invoca la chiamata di sistema a livello di kernel e ritorna lo stato della chiamata e ogni valore di ritorno
- Il chiamante non ha necessita' di sapere come la chiamata di sistema e' implementata
  - Deve solo seguire la API e capire cosa il SO fara' come risultato della chiamata
  - I dettagli della interfaccia sono nascosti al programmatore dalle API
    - ▶ Gestite da librerie di supporto a run-time (insieme di funzioni in librerie incluse con il compilatore)

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

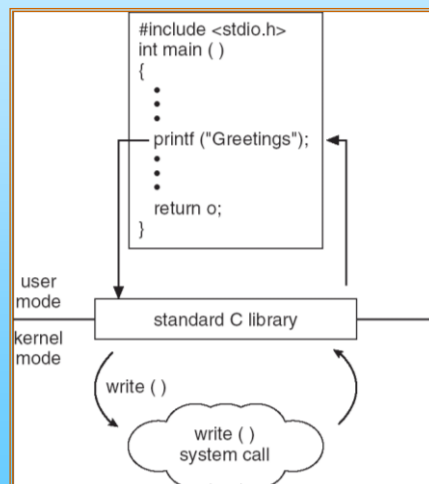
## API – Chiamata di Sistema – SO



Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Esempio Libreria Standard C

- Programma C che invoca `printf()` funzione di libreria, che chiama la `write()` system call



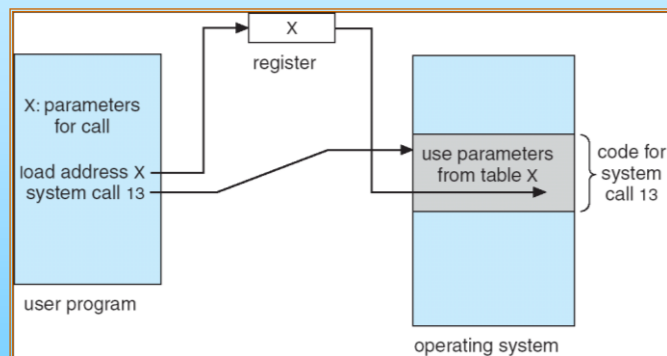
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Passaggio dei Parametri a Chiamata di Sistema

- Tre metodi generali sono usati per passare parametri a SO
  - Più semplice: passare i parametri nei registri della CPU
    - In alcuni casi si possono avere più parametri che registri
  - Parametri memorizzati in un blocco o tabella in memoria, l'indirizzo del blocco viene passato come parametro in un registro
    - Usato da Linux e Solaris
  - Parametri *pushed* sullo *stack* dal programma e *popped* dallo stack dal SO
  - Metodi che usano il blocco e lo stack non limitano il numero e la lunghezza dei parametri passati.

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Passaggio parametri con Tabella



Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Tipi di Chiamate di Sistema

- Controllo processi
- Gestione File
- Gestione Dispositivi
- Comunicazioni

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Programmi di Sistema

- I programmi di sistema forniscono un ambiente per lo sviluppo di programmi e per la loro esecuzione. Possono essere divisi in programmi per:
  - La manipolazione di file
  - Ottenere informazioni sullo stato
  - La modifica di file
  - Il supporto di linguaggi di programmazione
  - Il caricamento di programmi e loro esecuzione
  - Le comunicazioni
  - Programmi applicativi
- Per la maggior parte degli utenti un sistema operativo è definito dai programmi di sistema disponibili, non dalle chiamate di sistema fornite.

Sistemi Operativi A.A 2016/2017



## Programmi di Sistema

- Forniscono un ambiente per lo sviluppo ed esecuzione dei programmi
  - Alcuni sono semplicemente delle interfacce per le chiamate di sistema; altri sono considerevolmente più complessi.
- **Gestione file** – Crea, cancella, copia, rinomina, stampa, lista e generalmente manipola file e directory.
- **Informazione sullo stato**
  - Alcuni chiedono al sistema informazioni – data e ora, quantità di memoria disponibile, uso spazio disco, numero di utenti
  - Altri forniscono informazioni dettagliate per l'analisi della performance, per il logging, e per il debug
  - Tipicamente questi programmi stampano l'output su terminale o altri dispositivi di output
  - Alcuni sistemi implementano un registro – usato per memorizzare e reperire informazioni sulla configurazione

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Programmi di sistema (continua)

- **Modifica di file**
  - Editor di testo per creare e modificare file
  - Comandi speciali per cercare nei file o per effettuare trasformazioni del testo
- **Supporto per i linguaggi di programmazione** – Compilatori, assembleri, debugger e interpreti
- **Caricamento programmi ed esecuzione** - Absolute loaders, relocatable loaders, linkage editors, e overlay-loaders, programmi per il debug per linguaggi di alto livello e per linguaggio macchina
- **Comunicazione** – Fornisce meccanismi per creare connessioni virtuali tra processi, utenti e calcolatori
  - Permettere agli utenti di scambiarsi messaggi, navigare pagine web, inviare e-mail, collegarsi in modo remoto, trasferire file tra macchine diverse.

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Progettazione e implementazione di Sistemi Operativi

- Progettazione e implementazione di un sistema operativo è un problema difficile, ma alcuni approcci si sono dimostrati di successo
- La struttura interna di sistemi operativi differenti può variare moltissimo
- Si inizia definendo gli obiettivi (goals) e le caratteristiche del sistema
- Dipende dall'hardware scelto e dal tipo di sistema (a lotti, in time-sharing, mono/multiutente, real time o uso generale)
- *User goals* e *System goals*
  - User goals – il sistema operativo dovrebbe essere facile da usare, facile da imparare, affidabile, sicuro e veloce
  - System goals – il sistema operativo dovrebbe essere facile da progettare, implementare e mantenere, così come essere flessibile, affidabile e efficiente

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Progettazione e implementazione di Sistemi Operativi (continua)

- Un principio importante è di separare
  - Criteri o politiche:** Cosa sarà fatto?
  - Meccanismi:** Come sarà fatto?
- I meccanismi determinano come fare qualcosa, i criteri decidono cosa sarà fatto
  - La separazione tra criteri e meccanismi è un principio molto importante permette la massima flessibilità se i criteri cambiano nel tempo
- Esempio:
  - Il *Timer* è un **meccanismo**
  - La decisione di quanto tempo assegnare ad un processo riguarda un **criterio**
- Per l'assegnazione delle risorse sono importanti i criteri

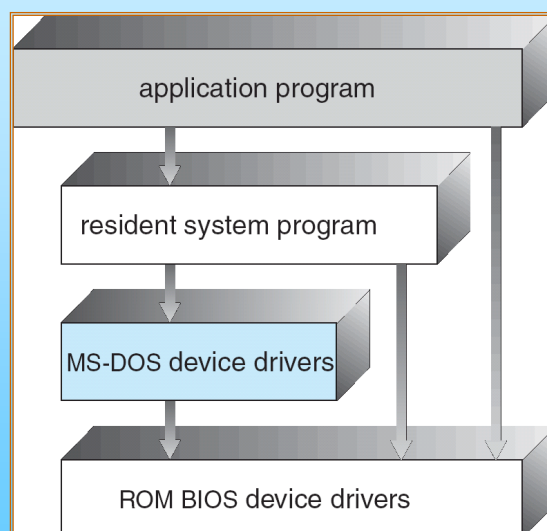
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Struttura semplice

- MS-DOS – scritto per fornire il maggior numero di funzionalità nel minor spazio
  - Non diviso in moduli
  - Sebbene MS-DOS abbia una struttura, le sue interfacce e funzionalità non sono ben separate

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## MS-DOS Struttura a strati



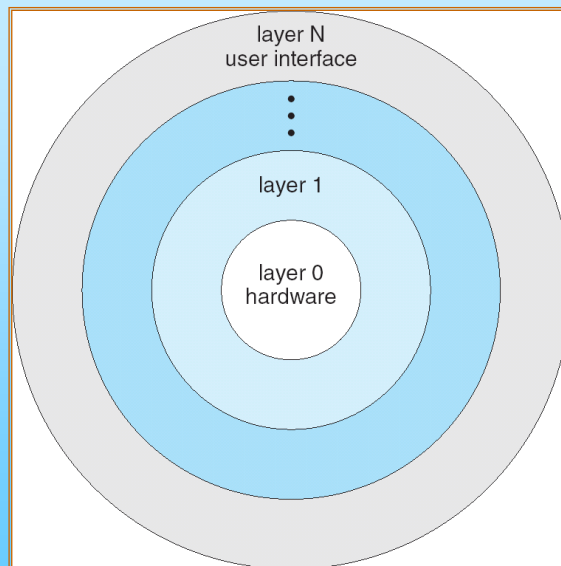
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Approccio stratificato

- Il sistema operativo è diviso in un numero di strati (layer), ognuno costruito sulla base degli strati inferiori. Lo stato più basso (layer 0), è l'hardware; lo stato più alto (layer N) è la interfaccia utente.
- Con la modularità, gli strati sono selezionati in modo che ognuno usi funzioni e servizi dei soli strati di livello inferiore
- Facile da verificare e testare
- Difficile definire bene gli strati
- Può introdurre inefficienze dovute all'attraversamento dei vari strati in una chiamata.

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Sistema Operativo Stratificato



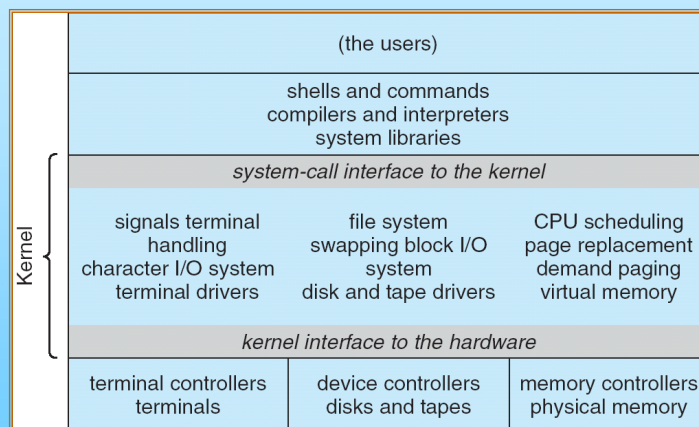
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

# UNIX

- UNIX – limitato dalle funzionalità del hardware usato, il sistema operativo UNIX originale aveva una strutturazione limitata. UNIX consiste di due parti separate:
  - Programmi di sistema
  - Il kernel
    - ▶ Consiste della parte sotto l'interfaccia delle chiamate di sistema e sopra l'hardware
    - ▶ Fornisce il file system, scheduling della CPU, gestione della memoria, ed altre funzioni del sistema operativo; un grande numero di funzioni su un livello

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

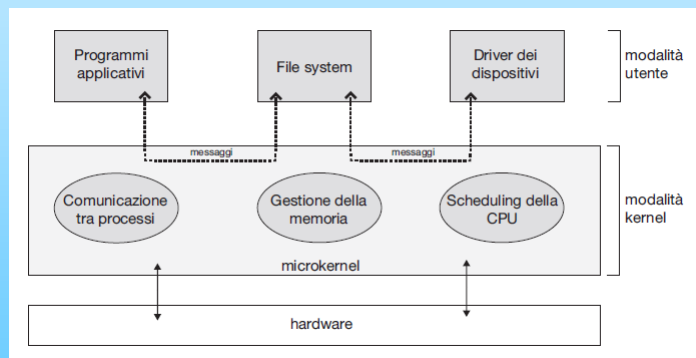
## Struttura di UNIX



Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Struttura a Microkernel

- Sposta il più possibile dal kernel nello spazio “utente”
- La comunicazione tra i moduli utente usa l'invio di messaggi



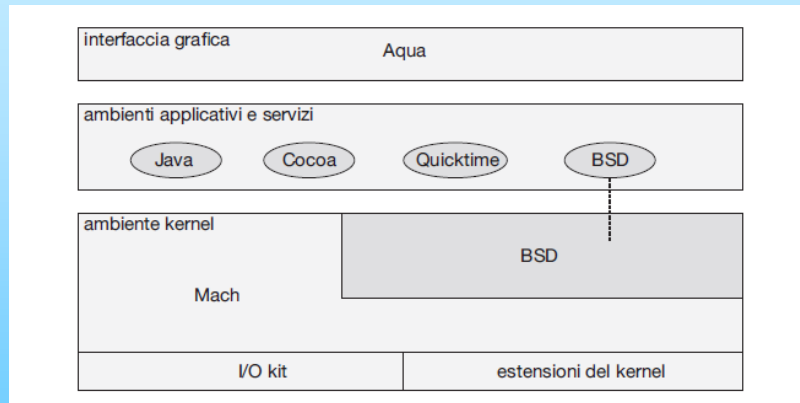
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Struttura a Microkernel

- Benefici:
  - Più facile da estendere
  - Più facile portare il sistema operativo su nuove architetture hardware
  - Più affidabile (meno codice in esecuzione in modo kernel)
  - Più sicuro
- Demeriti:
  - Diminuzione di performance dovuto alla comunicazione tra spazio utente e kernel

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Mac OS X Structure



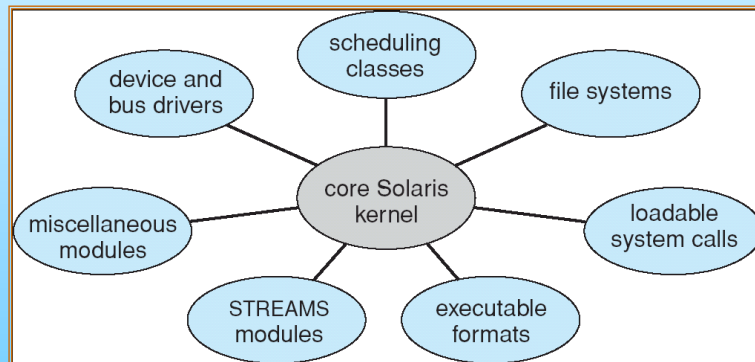
Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Moduli

- La maggior parte dei moderni sistemi operativi implementano i moduli kernel
  - Usa un approccio object oriented
  - Ogni componente base è separato
  - Ogni modulo comunica con gli altri moduli attraverso interfacce ben definite
  - Ogni modulo viene caricato in base alle necessità nel kernel
- Approccio simile alla stratificazione ma più flessibile

Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Approccio Modulare di Solaris



Sistemi Operativi A.A. 2016/2017

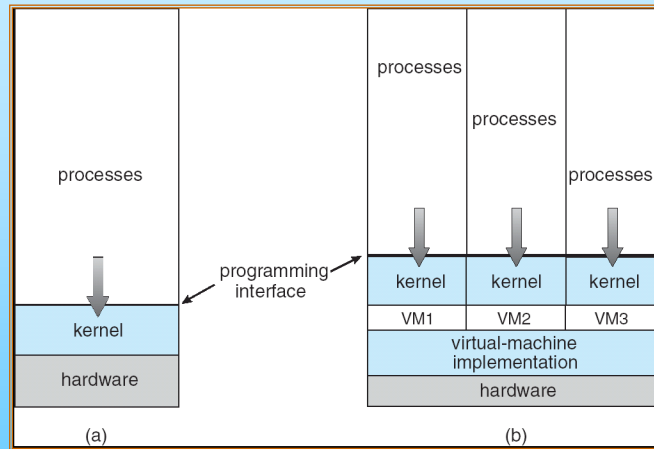
## Macchine Virtuali

- Una macchina virtuale porta a naturale conclusione l'approccio stratificato. Tratta l'hardware e il sistema operativo come se fosse hardware
- Una macchina virtuale fornisce una interfaccia identica all'hardware sottostante
- Il sistema operativo crea l'illusione di disporre di più macchine ognuna in esecuzione sul suo processore e con la propria memoria (virtuale)
- Le risorse del computer fisico sono condivise per creare le macchine virtuali
  - Lo scheduling della CPU crea l'illusione che ogni utente abbia il proprio processore
  - Il file system può fornire uno spazio di memorizzazione per ogni macchina virtuale
- Nate per mainframe IBM nel 1972 (IBM VM/370), oggi portate a nuovo splendore (VMware)
- Oggi utilizzate nei datacenter per utilizzare al meglio le risorse di calcolo

Sistemi Operativi A.A. 2016/2017



## Macchine Virtuali (Continua)



(a) macchina non-virtuale (b) macchina virtuale

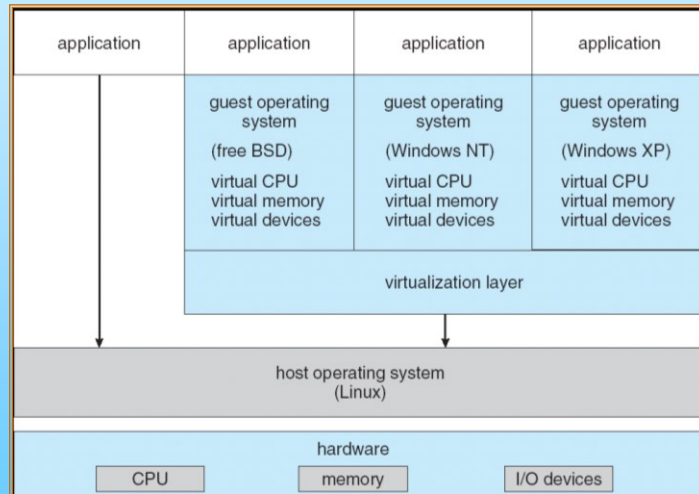
Sistemi Operativi A.A. 2016/2017

## Macchine Virtuali (Continua)

- Le macchine virtuali forniscono la completa protezione delle risorse del sistema, infatti ogni macchina virtuale è isolata dalle altre macchine virtuali. L'isolamento, comunque, non permette la condivisione diretta di risorse.
- Una macchina virtuale è il modo perfetto per fare ricerca e sviluppo sui sistemi operativi. Lo sviluppo viene fatto su una macchina virtuale invece che sulla macchina fisica in modo da non disturbare il normale uso del sistema.
- La virtualizzazione di una macchina è difficile da implementare dovuto allo sforzo necessario a fornire un duplicato esatto della macchina fisica sottostante e a fare questo in modo efficiente
- Problema: eseguire codice kernel (del SO ospite) in modo utente (nel SO ospitante)

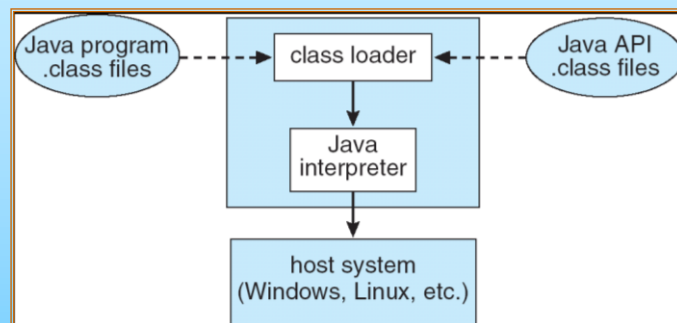
Sistemi Operativi A.A. 2016/2017

## Architettura VMware



Sistemi Operativi A.A 2016/2017

## Macchina Virtuale Java



Sistemi Operativi A.A 2016/2017