Strutture dei sistemi operativi

Contenuti della lezione di oggi

- Descrizione dei servizi messi a disposizione dell'utente dal SO
  - Utente generico
  - Programmatore
- Esame delle possibili strutture di un SO
  - Monolitica
  - Stratificata
  - Microkernel
  - A moduli caricabili dinamicamente
  - Macchine virtuali
- Installazione ed adattamento. Procedura d'avvio

Servizi dei sistemi operativi

- Il SO fornisce funzioni utili per l'utente quali:
  - **Esecuzione dei programmi** – Il SO carica in memoria ed esegue i programmi e ne termina l'esecuzione in modo normale o anormale, indicandone l'errore
  - **Operazioni di I/O** - Un programma in esecuzione può richiedere I/O, file o dispositivi di I/O
  - **Gestione del file-system** - I programmi necessitano di leggere e scrivere file e directory, crearne e cancellarne, accedere alle informazioni di gestione del file, gestire i permessi

Servizi dei sistemi operativi

- **Comunicazioni** – I processi possono scambiarsi informazioni, sullo stesso computer o tra computer su una rete
  - Le comunicazioni possono aver luogo tramite memoria condivisa (shared memory) o scambio di messaggi (message passing) gestito dal SO
- **Rilevazione dell'errore** – il SO deve essere costantemente informato sugli errori
  - CPU, hardware della memoria, I/O device, programmi utente
  - Per ogni tipo di errore, il SO dovrebbe prendere le azioni appropriate per assicurare computazioni corrette e consistenti
  - Strumenti di supporto per il debug incrementano le possibilità dell'utente e dei programmatori di usare efficientemente il SO

Servizi impliciti

- **Allocazione risorse** – Quando più utenti o processi vengono eseguiti concorrentemente, le risorse debbono essere allocate ad ognuno di essi
  - Risorse - cicli CPU, memoria, file, dispositivi I/O
- **Contabilizzazione** – Tenere traccia di quali utenti (e quanto) usano certe risorse
- **Protezione e sicurezza** – I proprietari di dati memorizzati in un sistema multiutente o connesso alla rete desiderano controllare l'uso dei propri dati ed esser sicuri che i processi non interferiscano
  - **Protezione**: tutti gli accessi alle risorse del sistema sono controllati
  - **Sicurezza**: autenticazione degli utenti contro attacchi esterni
  - "una catena è tanto forte quanto il suo anello più debole".

Interfaccia utente CLI

Le interfacce a linea di comando CLI permettono l'invio diretto di comandi

- Caratteristiche multiple e opzioni – **shell**
  - A volte i comandi sono built-in (implementati nel kernel), altre sono semplici nomi di programmi
  - Con il secondo approccio, l'aggiunta di nuove caratteristiche non richiede la modifica della shell

Unix: Bourne Shell, C Shell, Bourne-again Shell, Korn Shell

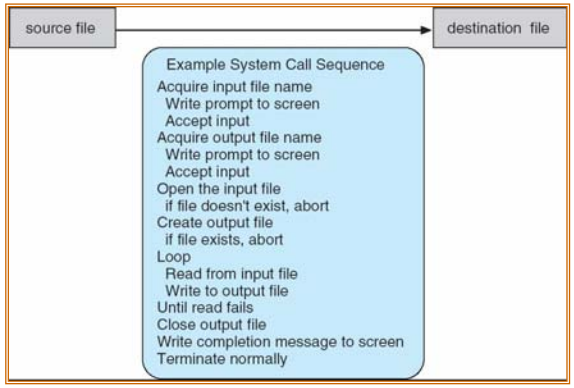
Interfaccia utente GUI

- Le interfacce grafiche forniscono **desktop** amichevoli
  - I comandi sono forniti tramite mouse, tastiera, monitor
  - **Icone** rappresentano file, programmi, azioni …
  - La pressione dei tasti del mouse sugli oggetti dell'interfaccia causa varie azioni (recupero informazioni, opzioni, esecuzioni di funzioni, apertura di directory)
  - Inventate a Xerox PARC, comuni con Apple Mac
- Molti sistemi oggi includono interfacce sia CLI che GUI
  - Microsoft Windows offre una GUI ed una CLI
  - Apple Mac OS X offre una GUI (Aqua), che poggia su un kernel UNIX, e mette a disposizione le shell UNIX
  - Solaris offre una CLI e opzionalmente GUI (Java Desktop, KDE)

Servizi per il programmatore

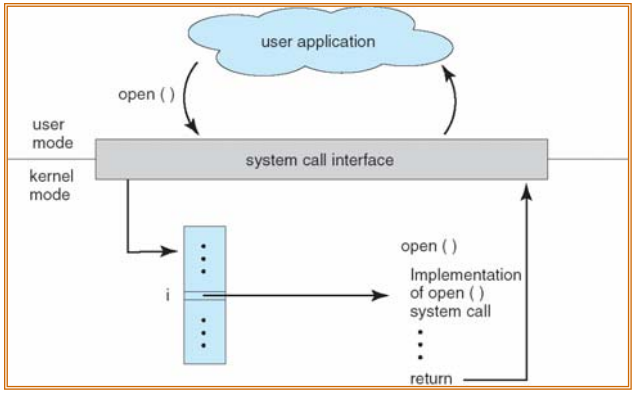
Chiamate di sistema – System Call

- Interfaccia per i programmatori ai servizi offerti dal SO
- Tipicamente scritte in un linguaggio ad alto livello (C or C++)



Gestione di chiamate di sistema

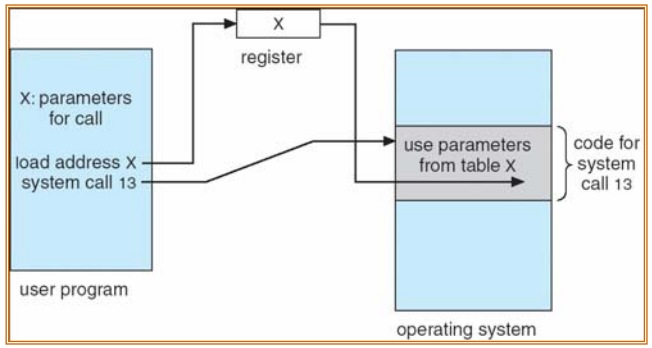
- Tipicamente ad ogni chiamata di sistema è associato un numero
  - Il sistema mantiene una tabella indicizzata da questi numeri



Passaggio dei parametri

- Spesso sono richieste informazioni aggiuntive all'identificativo della system call
  - Il tipo e la quantità di informazione dipendono dal SO e dalla call
- Tre metodi sono usati per passare i parametri al SO
  - Passaggio dei parametri nei **registri**
  - Parametri memorizzati in un **blocco**, o **tabella in memoria**, e l'indirizzo del blocco viene passato al SO in un registro
  - I parametri vengono posizionati nello **stack** dal programma e prelevati dal SO

Passaggio di parametri attraverso una tabella

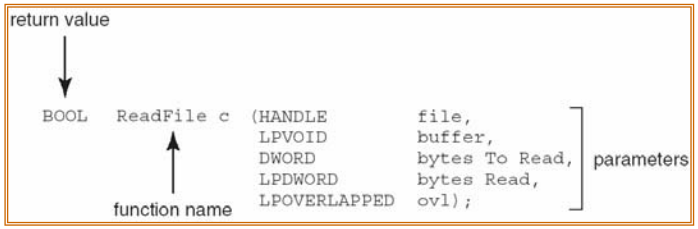


API e Chiamate di sistema

- I programmi vi accedono principalmente tramite **Application Programming Interface (API)** piuttosto che chiamate dirette
- Tre API comuni sono la **Win32 API** per Windows, la **POSIX API** per sistemi POSIX-based (che virtualmente includono tutte le versioni di UNIX, Linux, e Mac OS X), e la **Java API** per la Java virtual machine (JVM)
- Perchè usare API invece di system call direttamente? Portabilità dei programmi, dettagli delle system call reali …

Esempio API

- Considera la funzione ReadFile() - Win32 API
- I parametri passati a ReadFile() sono
  - HANDLE file — il file da leggere
  - LPVOID buffer— un buffer in cui I dati vengono letti
  - DWORD bytesToRead— numero di byte da leggere nel buffer
  - LPDWORD bytesRead— numero di byte letti durante l'ultima read
  - LPOVERLAPPED ovl—indica se l' I/O prevede la sovrapposizione

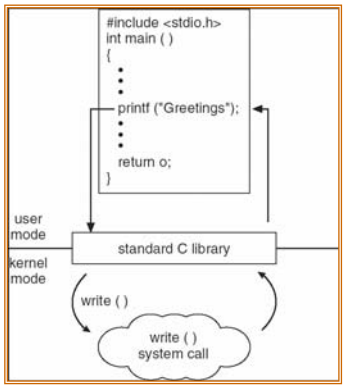


API – System Call – Relazione con il SO

- L'interfaccia (API) alle chiamate di sistema invoca l'opportuna chiamata di sistema e restituisce lo stato e qualunque valore di ritorno della chiamata stessa
- Il chiamante deve
  - semplicemente deve seguire le specifiche dell'API e capire cosa il SO fa a seguito di una chiamata
  - L'API nasconde al programmatore molti dettagli implementativi, gestiti dalla libreria di supporto run-time (insieme di funzioni della libreria inclusa con il compilatore)

Esempio dalla Libreria Standard C

- Programma C che usa la funzione di libreria printf(), la quale invoca la chiamata di sistema write()



Categorie di system call

- Controllo dei processi
- Gestione dei file
- Gestione dei dispositivi
- Gestione delle informazioni di stato
- Comunicazioni

Controllo dei processi

- end, abort
- load, execute
- create process, terminate process
- get process attribute, set process attributes
- wait for time
- wait event, signal event
- allocate memory, free memory

Gestione dei file

- create file, delete file
- open, close
- read, write, reposition
- get file attribute, set file attributes

Gestione dei dispositivi

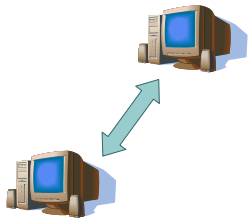
- request device, release device
- read, write, reposition
- get device attribute, set device attributes
- attach device, detach device

Gestione delle informazioni di stato

- get time, get date, set time, set date
- get system data, set system data
- get process, file, or device attributes
- set process, file, or device attributes

Comunicazioni

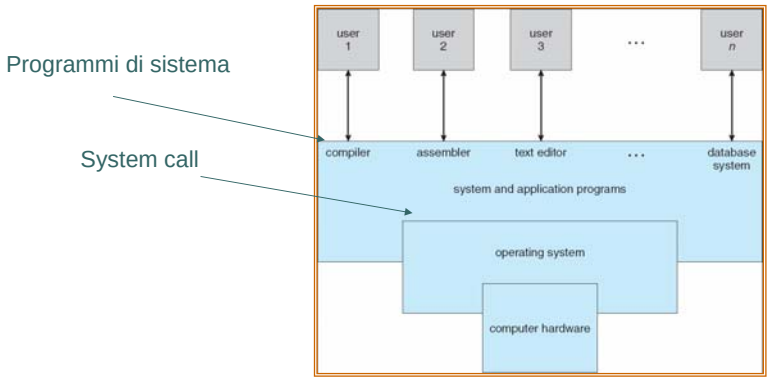
- **Scambio di messaggi**
  - gethostid – IP address
  - getprocessid - PID
  - open connection
  - accept connection
  - send/receive
  - close connection



- **Memoria condivisa**
  - shared memory create
  - shared memory attach

Programmi di Sistema

- Alcuni sono semplici interfacce alle chiamate di sistema. Altri sono considerevolmente più complessi.



Programmi di sistema

- **Gestione dei File** - Create, delete, copy, rename, print, dump, list, e programmi per manipolare file e directory
- **Gestione informazioni di stato**
  - Alcuni chiedono al SO informazioni quali data, ora, quantità di memoria disponibile, spazio su disco, numero di utenti
  - Altri forniscono dettagli sulle prestazioni, informazioni sulle operazioni di log e il debug
  - Tipicamente, questi programmi formattano e stampano le informazioni al terminale o su altri dispositivi di output
  - Alcuni sistemi implementano un file registro, usato per memorizzare e recuperare informazioni di configurazione del SO

Programmi di Sistema

- **Editing dei File**
  - Editor di testo per creare e modificare file
  - Comandi speciali per cercare contenuti di file o elaborare il testo
- **Supporto ai linguaggi di programmazione** - Compilatori, assemblatori, debugger e interpreti
- **Caricamento ed esecuzione dei programmi** – Caricatori assoluti, caricatori rilocabili, linker, e caricatori di overlay, sistemi di debug per linguaggi ad alto livello
- **Comunicazioni** – Forniscono un meccanismo per creare connessioni virtuali tra processi, utenti, e sistemi di calcolatori
  - Permettono agli utenti di inviare messaggi ad un altro schermo, sfogliare pagine web,inviare messaggi di posta elettronica, login remoto, trasferire file da una macchina ad un'altra

Solaris 10 dtrace

```
# ./all.d 'pgrep xclock' XEventsQueued
dtrace: script './all.d' matched 52377 probes
CPU FUNCTION
  0 -> XEventsQueued                      U
  0   -> _XEventsQueued                   U
  0     -> _X11TransBytesReadable         U
  0     <- _X11TransBytesReadable         U
  0     -> _X11TransSocketBytesReadable   U
  0     <- _X11TransSocketBytesreadable   U
  0     -> ioctl                          U
  0       -> ioctl                        K
  0         -> getf                       K
  0           -> set_active_fd            K
  0           <- set_active_fd            K
  0         <- getf                       K
  0         -> get_udatamodel             K
  0         <- get_udatamodel             K
...
  0         -> releasef                   K
  0           -> clear_active_fd          K
  0           <- clear_active_fd          K
  0           -> cv_broadcast             K
  0           <- cv_broadcast             K
  0         <- releasef                   K
  0       <- ioctl                        K
  0     <- ioctl                          U
  0   <- _XEventsQueued                   U
  0 <- XEventsQueued                      U
```

Possibili strutture

Disegno ed implementazione di un SO

- Non esiste una regola generale per il disegno e l'implementazione di un SO
- La struttura interna dei SO varia ampiamente
- Occorre iniziare definendo gli obiettivi e le specifiche, che sono influenzati dall'hardware disponibile e dal tipo di sistema
- *Obiettivi utente e obiettivi del sistema*
  - Utenti – il SO deve essere conveniente da usare, facile da imparare, affidabile, sicuro e veloce
  - Sistema – il SO deve essere facile da progettare, implementare e gestire, così come, dovrebbe essere flessibile, affidabile, privo di errori ed efficiente

Disegno ed implementazione di un SO

- Principi da separare

  Politica: Cosa fare?
  Meccanismi: Come farlo?

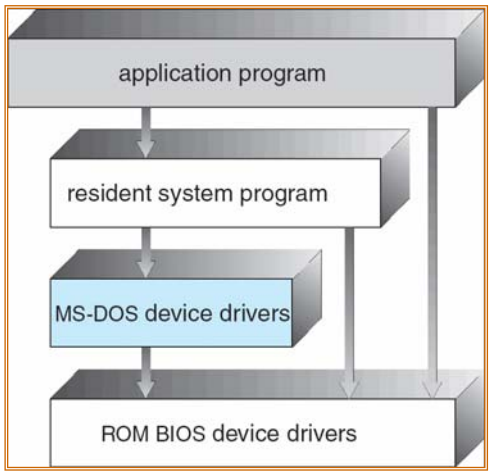
- La separazione della politica dai meccanismi è un principio molto importante. Permette di ottenere la massima flessibilità se le decisioni di politica cambiano nel tempo

- Implementazione: Linguaggi ad alto livello
  - Porting su altre architetture

Struttura semplice

- MS-DOS – scritto per fornire la massima funzionalità possibile nel minimo spazio
  - Non è diviso in moduli
  - Anche se MS-DOS presenta una qualche struttura, le sue interfacce e i suoi livelli di funzionalità non sono ben separati
  - L'hardware per cui fu scritto non forniva supporto (no dual mode)

Struttura dei livelli in MS-DOS

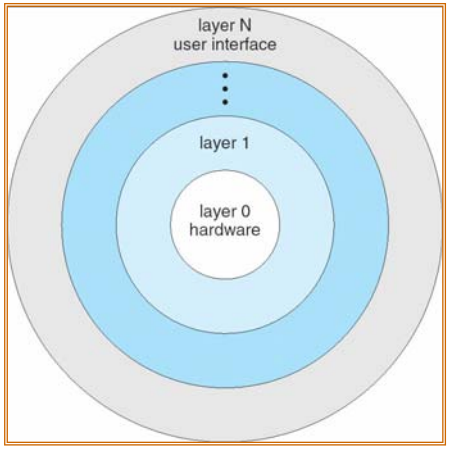


Approccio stratificato

- Il sistema operativo viene diviso in un certo numero di strati (livelli), ciascuno costruito al di sopra degli strati inferiori. Lo strato più in basso (strato 0), è l'hardware; quello più alto (strato N) è l'interfaccia utente

- Gli strati sono selezionati in modo tale che ciascuno di essi usa funzioni (operazioni) e servizi soltanto degli strati inferiori

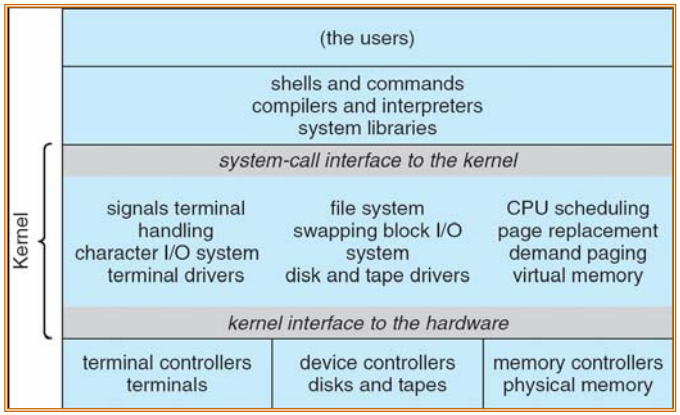
Sistema operativo a strati



Unix

- UNIX – limitato dalle funzionalità hardware, il sistema operativo Unix originale presentava struttura limitata. UNIX consiste di due parti separabili
  - Programmi di sistema
  - Kernel
    - Consiste di "tutto ciò che si trova al di sotto dell'interfaccia fornita dalle chiamate di sistema e al di sopra dell'hardware."
    - Fornisce il file system, la schedulazione della CPU, gestione della memoria, e altre funzioni del SO; un gran numero di funzioni per un singolo livello

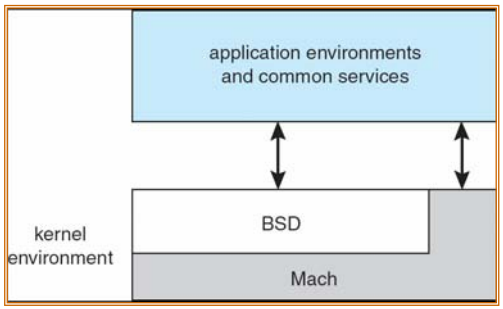
Struttura del sistema Unix



Microkernel

- Sposta molte delle funzionalità realizzate nel kernel in programmi che vengono eseguiti nello spazio utente
- Le comunicazioni tra gli utenti avvengono tramite il microkernel che gestisce lo scambio di messaggi
- Benefici:
  - Un microkernel è facile da estendere
  - Il SO è facile da portare su nuove archietture
  - Maggiore affidabilità (meno codice gira in kernel mode)
  - Maggiore sicurezza
- Riduzione delle prestazioni:
  - Maggiore overhead è richiesto per le comunicazioni tra processi utente e kernel

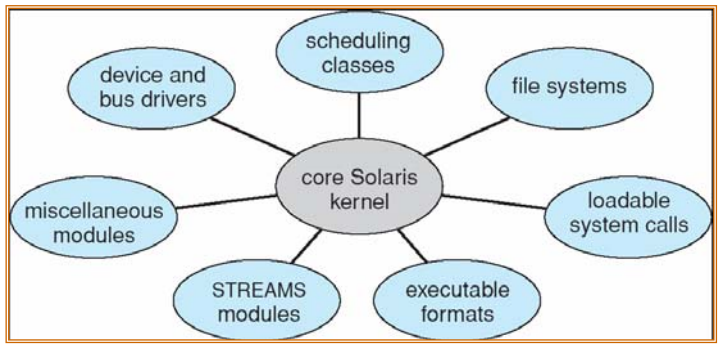
Struttura di Mac OS X



Moduli

- Molti sistemi operativi moderni implementano moduli kernel
  - Usano un approccio object-oriented
  - Ogni componente è separata
  - Ognuna di essa dialoga con le altre componenti attraverso interfacce
  - Ciascuna di esse può essere caricata quando necessaria all'interno del kernel
- L'approccio dei moduli è molto simile a quello stratificato (livelli) ma presenta maggiore flessibilità.

Solaris: Moduli



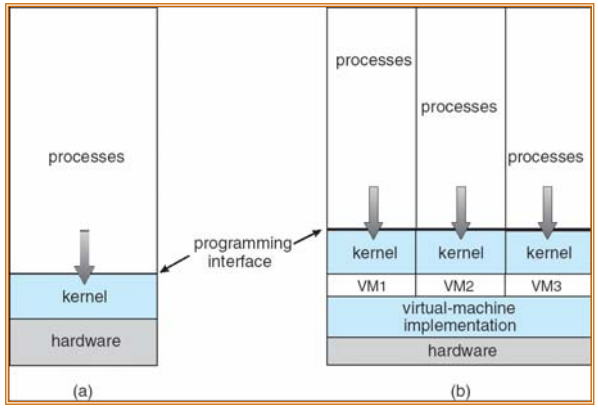
Macchine Virtuali

- Una *macchina virtuale* porta l'approccio stratificato alla sua logica conclusione.
- Una macchina virtuale fornisce un'interfaccia identica alla sottostante macchina hardware reale
- Il SO crea l'illusione di processi multipli, ciascuno in esecuzione sul proprio processore e all'interno della propria memoria (virtuale)

Macchine Virtuali

- Le risorse del computer fisico sono condivise per creare le macchine virtuali
  - La schedulazione della CPU fornisce agli utenti l'illusione di disporre di un proprio processore
  - Lo spooling ed il file system forniscono lettori di schede e stampanti virtuali
  - Un normale terminale di un sistema time-sharing rappresenta la console per l'operatore della macchina virtuale

Macchine Virtuali



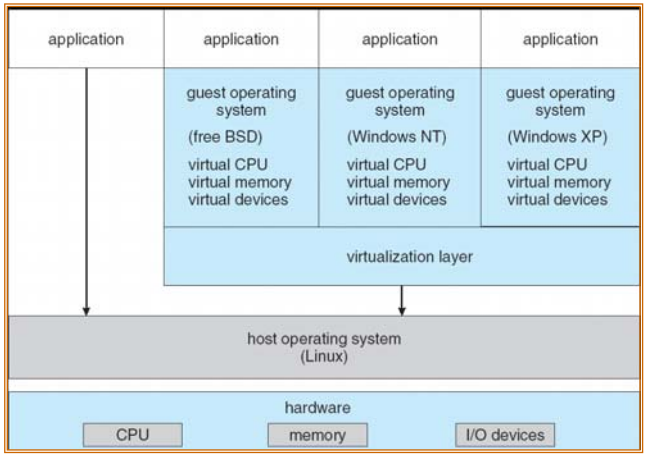
Non-virtual Machine

Virtual Machine

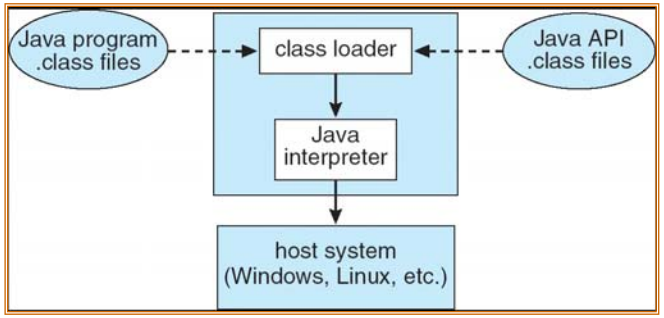
Macchine Virtuali

- Il concetto di macchina virtuale fornisce protezione completa delle risorse del sistema, poichè ciascuna macchina virtuale è isolata dalle altre macchine. Questo isolamento, d'altra parte, non permette la condivisione delle risorse.
- Un sistema di macchine virtuali è uno strumento perfetto per la ricerca e lo sviluppo di nuovi sistemi operativi. Lo sviluppo del sistema viene fatto sulla macchina virtuale, invece che sulla macchina fisica. Pertanto, non genera conflitti con le normali operazioni del sistema
- Il concetto di macchina virtuale è difficile da implementare

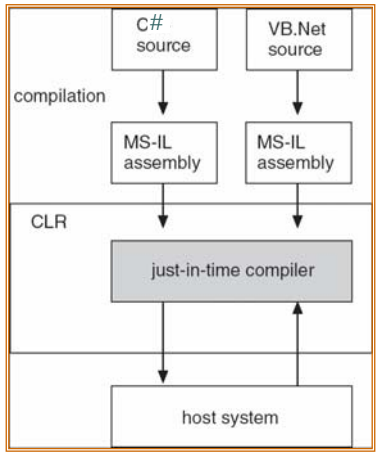
Architettura VMware



La Java Virtual Machine



Framework .NET



Generazione di un Sistema Operativo

- I SO sono progettati per essere eseguiti su diverse classi di macchine; quindi, devono essere configurati per ogni specifico computer
- Solitamente un programma di generazione di sistema SYSGEN ottiene informazioni circa la specifica configurazione dell'hardware sottostante (cpu, memoria …)
- Approcci alla configurazione
  - Modifica del codice sorgente e ricompilazione
  - Selezione del "sottoinsieme" utile (codice precompilato)
  - Selezione dinamica tramite tabella (cod. precompilato)

Boot del sistema

- Un sistema operativo deve essere presente nella macchina in modo tale che l'hardware ne possa avviare l'esecuzione
  - Una piccola porzione di codice – **bootstrap loader**, localizza il kernel, lo carica in memoria centrale, e ne avvia l' esecuzione
  - Qualche volta il processo è diviso in due fasi: un **blocco di boot** in una locazione fissa del disco contiene il bootstrap loader
  - Quando il computer viene accesso, l'esecuzione parte da una locazione fissa di memoria
    - Del firmware (ROM, EPROM) viene usato per caricare in memoria il blocco di boot