Capitolo 2: Strutture dei Sistemi Operativi

- Servizi di un sistema operativo
- Interfaccia con l'utente del sistema operativo
- Chiamate di sistema
- Categorie di chiamate del sistema
- Programmi di sistema
- Progettazione e realizzazione di un sistema operativo
- Struttura del sistema operativo
- Macchine virtuali
- Debugging dei sistemi operativi
- Generazione di sistemi operativi
- Avvio del sistema

Servizi di un sistema operativo

- Un S.O. offre un ambiente in cui eseguire i programmi e fornire servizi ai programmi e ai loro utenti.
- Ecco una lista di alcune classi di servizi comuni offerti dal S.O. per rendere più agevole la programmazione:
  - Interfaccia con l'utente:
    - ✓ interfaccia a riga di comando (CLI) - basata su stringhe che codificano i comandi, insieme ad un metodo per inserirli e modificarli,
    - ✓ interfaccia a lotti - comandi e relative direttive sono codificati nei file ed eseguiti successivamente a lotti,
    - ✓ interfaccia grafica con l'utente (GUI) - sistema grafico a finestre dotato di un dispositivo puntatore (ad es. il mouse).
  - Esecuzione di un programma – il sistema deve poter caricare un programma in memoria ed eseguirlo.

Servizi di un sistema operativo (II)

- Operazioni di I/O - i programmi utenti non possono eseguire direttamente operazioni di I/O:
  - ✓ S.O. deve fornire strumenti per permettere l'esecuzione di operazioni di I/O.
- Gestione del file system – esecuzione di operazioni di lettura, scrittura, creazione e cancellazione file.
- Comunicazioni– scambi di informazioni tra processi in esecuzione sullo stesso calcolatore o collegati tra loro per mezzo di una rete.
  - ✓ Realizzate tramite *memoria condivisa* o *scambio di messaggi*.
- Rilevamento di errori – assicurare la correttezza della computazione rilevando eventuali errori di CPU, di memoria, di I/O o in programmi utenti.

Servizi di un sistema operativo (III)

- Esiste un'altra serie di funzioni del S.O. che non riguarda direttamente l'utente ma assicura il funzionamento efficiente del sistema stesso:
  - Assegnazione delle risorse – allocare risorse a più utenti o processi che sono concorrentemente in esecuzione.
  - Contabilizzazione dell'uso delle risorse – registrare quali utenti usino il calcolatore, segnalando quali e quante risorse impieghino.
  - Protezione e sicurezza – assicurare il controllo dell'accesso a tutte le risorse condivise di sistema identificando l'utente ad ogni suo accesso.

Interfaccia utente: interprete dei comandi

- Le interfacce a linea di comando (CLI) permettono l'invio diretto di comandi:
  - quando i sistemi consentono la scelta tra molteplici interpreti dei comandi questi vengono definiti shell.
    - ✓ Unix: Bourne Shell, C Shell, Bourne-again Shell, Korn Shell...
  - La funzione dell'interprete dei comandi consiste nel prelevare ed eseguire il prossimo comando impartito dall'utente.
  - A volte i comandi sono built-in (implementati nel kernel), altre sono semplici nomi di programmi speciali di sistema che vengono quindi eseguiti,
    - ✓ ad es.: `rm file.txt .`
    - ✓ Con il secondo approccio, l'aggiunta di nuove caratteristiche non richiede la modifica della shell.

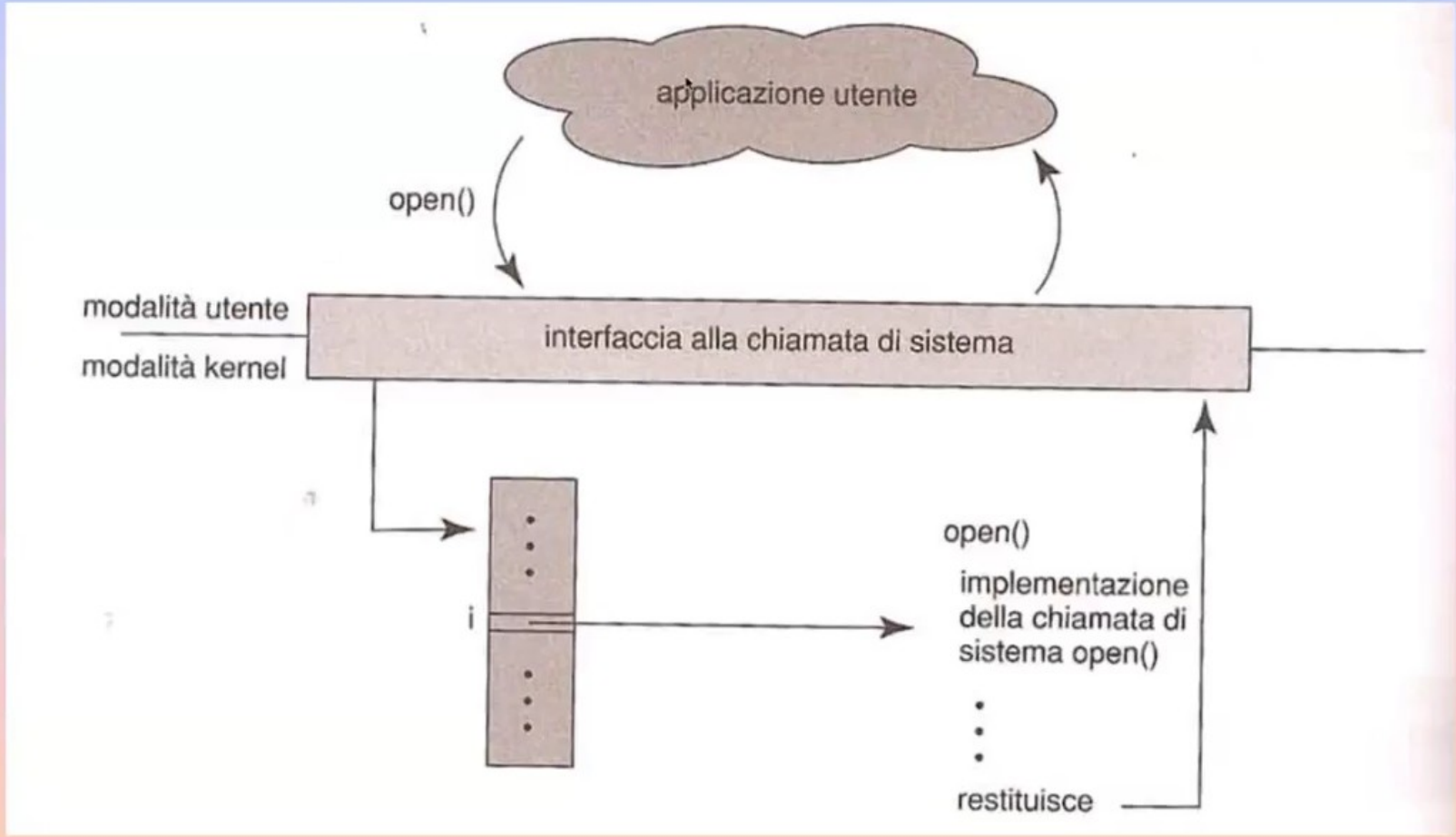
Interfaccia utente: interfaccia grafica con l'utente

- Le interfacce grafiche con l'utente (GUI) forniscono uno strumento user-friendly:
  - 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 negli anni '70 nei laboratori Xerox PARC, divennero comuni negli anni '80 con l'avvento degli Apple Macintosh.
- 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)

Chiamate del sistema (*system calls*)

- Le system calls costituiscono l'intefaccia tra un processo ed il sistema operativo.
- Sono generalmente disponibili in forma di istruzioni in linguaggio assembly.
- In alcun sistemi le chiamate possono essere invocate direttamente tramite funzioni scritte in programmi ad alto livello (C, C++).
- Tipicamente ad ogni chiamata di sistema è associato un numero.
  - Il sistema mantiene una tabella, indicizzata da questi numeri.

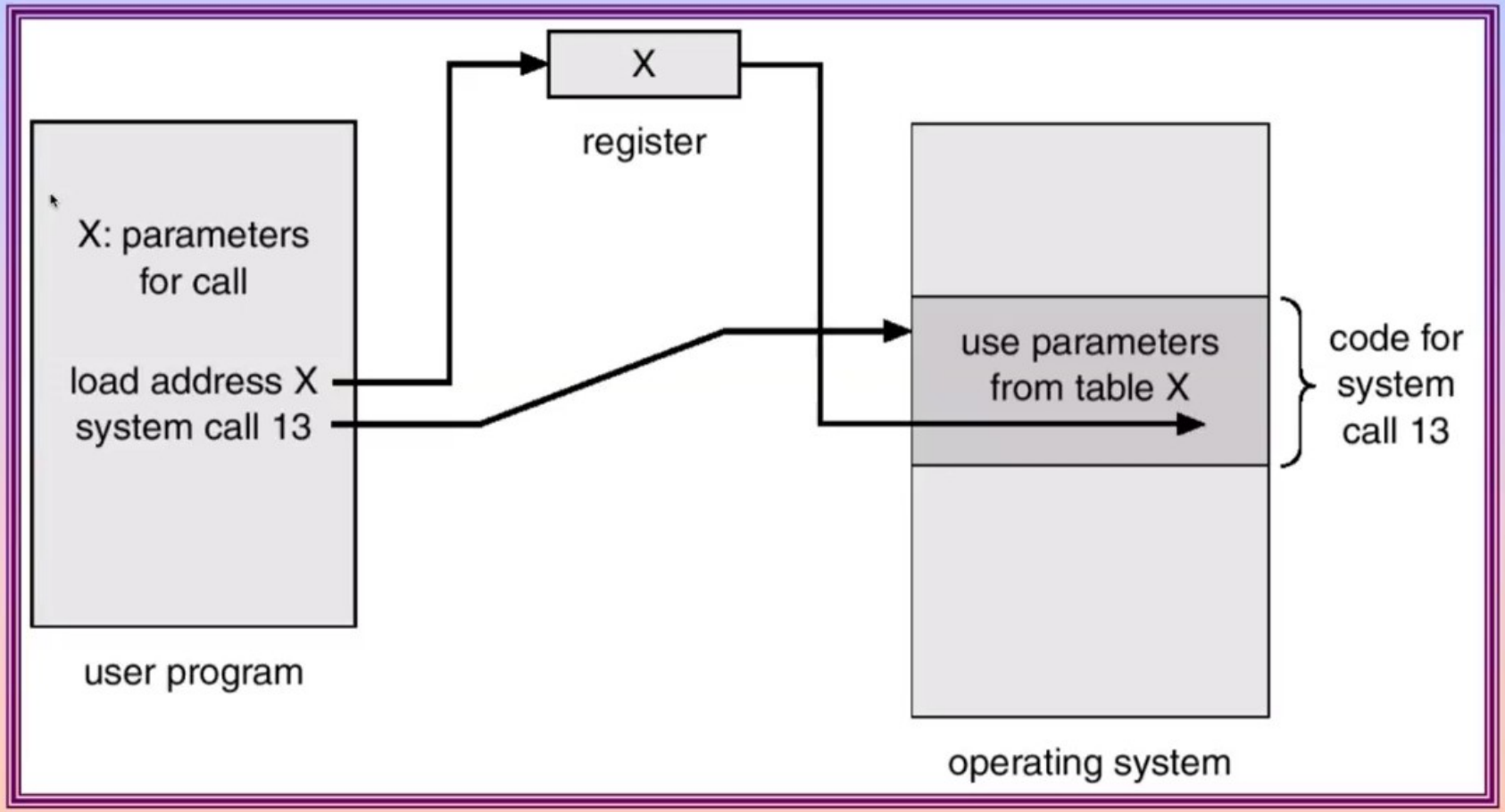
Gestione della chiamata di sistema open()



Passaggio dei parametri

- Spesso sono richieste informazioni aggiuntive oltre all'identificativo della system call.
  - Il tipo e la quantità di informazione aggiuntivi necessari dipendono dal SO e dalla specifica chiamata di sistema.
- Per passare parametri tra un programma in esecuzione ed una chiamata al sistema operativo si può:
  - Passare i parametri in registri.
  - Memorizzare i parametri in una tabella in memoria e passare l'indirizzo della tabella come parametro in un registro.
  - Collocare (*push*) i parametri in una pila da cui sono prelevati (*pop*) dal S.O..

Passaggio di parametri in forma di tabella



API e Chiamate di sistema

- I programmi applicativi accedono ai servizi del sistema principalmente tramite API (Application Programming Interface) piuttosto che direttamente attraverso le system call.
  - Tre API comuni:
    - ✓ 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, mascheramento dei dettagli delle system call reali, etc. .
- L'interfaccia (API) alle chiamate di sistema invoca l'opportuna chiamata di sistema e restituisce lo stato ed il valore di ritorno della chiamata stessa.
  - Il chiamante deve semplicemente deve seguire le specifiche dell'API e capire cosa il S.O. fa in 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).

Categorie di chiamate del sistema

- Controllo dei processi.
  - Terminazione (normale o anormale)
  - Caricamento, esecuzione
  - Creazione ed arresto di un processo
  - Esame ed impostazione degli attributi di un processo
  - Attesa per il tempo indicato
  - Attesa e segnalazione di un evento
  - Assegnazione o rilascio di memoria
- Gestione dei file.
  - Creazione e cancellazione di file
  - Apertura, chiusura
  - Lettura scrittura posizionamento
  - Esame e impostazione degli attributi di un file

Categorie di chiamate del sistema (II)

- Gestione dei dispositivi.
  - Richiesta e rilascio di un dispositivo
  - Lettura, scrittura, posizionamento
  - Esame e impostazione degli attributi di un dispositivo
  - Inserimento logico ed esclusione logica di un dispositivo
- Gestione delle informazioni.
  - Esame ed impostazione dell'ora e della data
  - Esame ed impostazione dei dati del sistema.
  - Esame ed impostazione degli attributi dei processi, file e dispositivi
- Comunicazione.
  - Creazione e chiusura di una connessione
  - Invio e ricezione di messaggi
  - Informazioni sullo stato di un trasferimento
  - Inserimento ed esclusione di dispositivi remoti

Programmi di sistema

- I programmi di sistema (anche detti utilità di sistema o system utilities) offrono un ambiente per lo sviluppo e l'esecuzione dei programmi.
- Possono essere divisi in:
  - Gestione dei file.
  - Informazioni di stato.
  - Modifica dei file.
  - Ambienti di ausilio alla programmazione.
  - Caricamento ed esecuzione dei programmi.
  - Comunicazioni.
- Con la maggior parte dei S.O. sono anche forniti programmi che risolvono problemi o operazioni comuni:
  - *programmi di applicazione.*
- Per molti utenti l'interfaccia con S.O. è definita in termini di programmi di sistema invece che di system call.

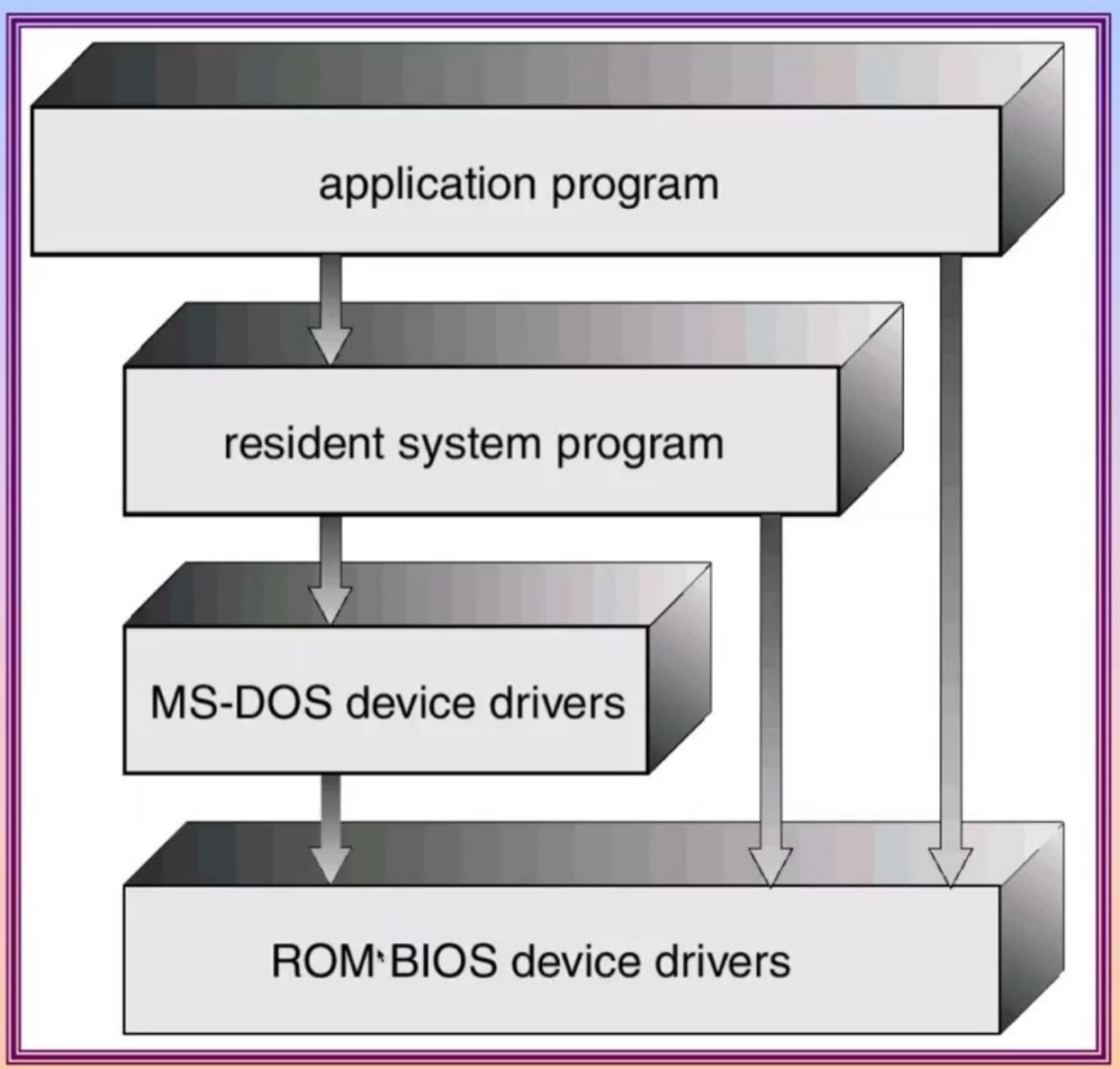
Progettazione e realizzazione di un S.O.

- Scopi della progettazione:
  - Scopi degli utenti:
    - ✓ S.O. dovrebbe essere conveniente da usare, semplice da imparare, affidabile, sicuro e veloce
  - Scopi del sistema:
    - ✓ S.O. dovrebbe essere semplice da progettare, implementare e mantenere, ed anche flessibile, affidabile, privo di errori ed efficiente
- Meccanismi e criteri (o politiche: policy):
  - I meccanismi determinano come eseguire, i criteri cosa si debba fare
    - ✓ ad.es. un timer e' un meccanismo, quanto tempo inserirvi una policy.
  - La separazione tra meccanismi e criteri permette massima flessibilità nel caso i criteri debbano essere successivamente modificati
- Realizzazione:
  - I S.O. ora possono essere scritti anche in linguaggi ad alto livello.
  - Vantaggi
    - ✓ Possono essere scritti più velocemente
    - ✓ codice più compatto e più semplice da capire ai fini del debugging
    - ✓ portabilità

Struttura del sistema

- Affinché possa funzionare correttamente ed essere facilmente modificabile un S.O. non viene in genere progettato come un sistema monolitico ma suddiviso in piccoli componenti.
- *Struttura semplice:*
  - Molti sistemi sono nati come sistemi piccoli e solo in un secondo tempo si sono accresciuti superando il loro scopo originale.
  - Ad es. MS-DOS, aveva come scopo il fornire la massima funzionalità nel minimo spazio.
    - ✓ Non è modulare
    - ✓ Nonostante la presenza di una struttura elementare le sue interfacce ed i livelli di funzionalità non sono ben separati

Struttura degli strati di MS-DOS



Struttura di sistema di UNIX

- A causa dei limiti delle architetture per cui era stato progettato, anche la strutturazione di UNIX non risultò completa.
- Il S.O. UNIX consiste di due parti separate:
  - Programmi di sistema
  - Kernel
    - ✓ Consiste di tutto ciò che nel diagramma a stati di un sistema è compreso tra l'hardware e l'interfaccia delle chiamate del sistema.
    - ✓ Fornisce il file system, lo scheduling della CPU, la gestione della memoria e altre (forse troppe) funzioni.
    - ✓ Difficile da migliorare: le modifiche in una parte possono avere effetto negativo in un'altra.

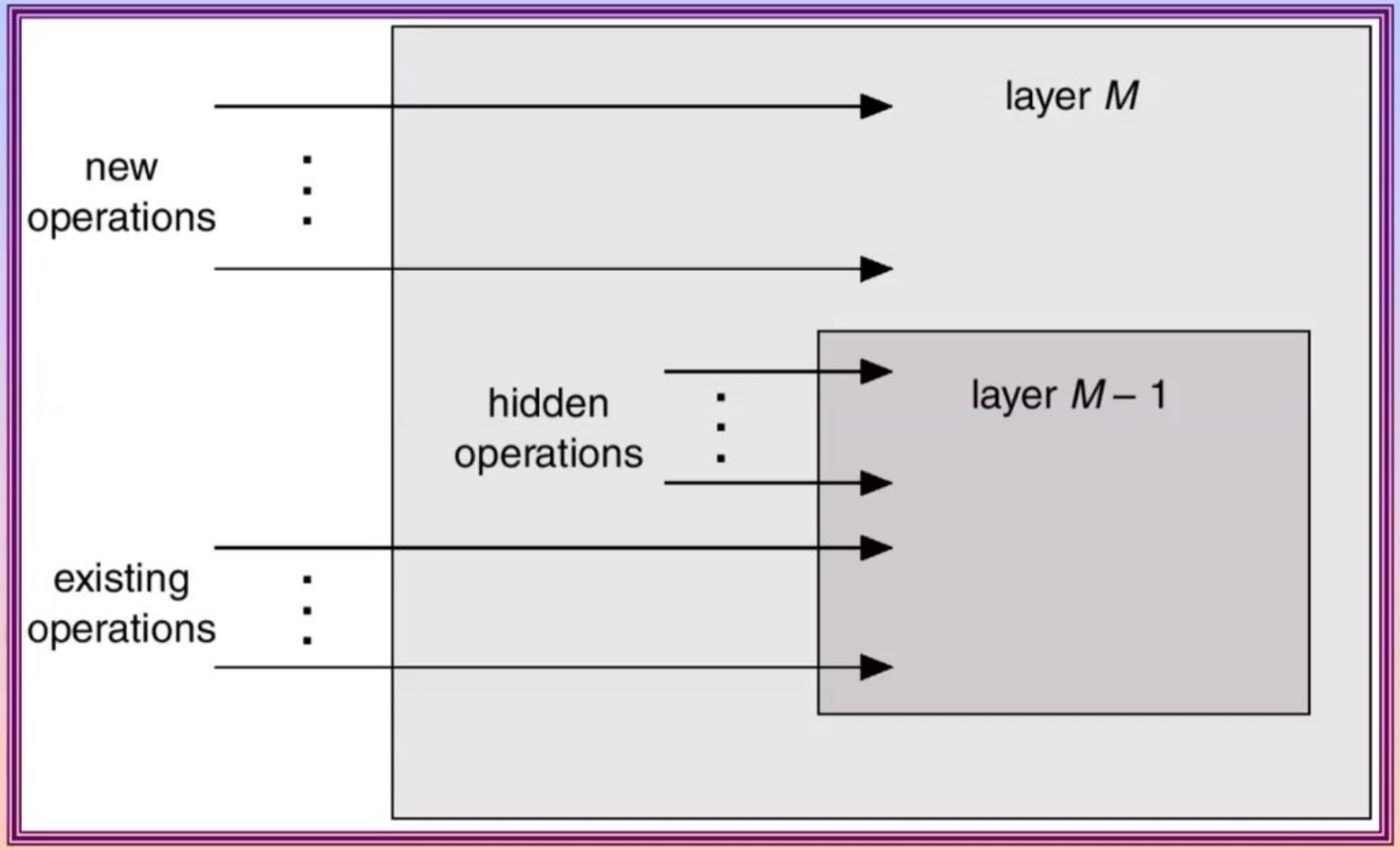
Struttura di sistema di UNIX (II)

(the users)		
shells and commands compilers and interpreters system libraries		
system-call interface to the kernel		
signals terminal handling character I/O system terminal drivers	file system swapping block I/O system disk and tape drivers	CPU scheduling page replacement demand paging virtual memory
kernel interface to the hardware		
terminal controllers terminals	device controllers disks and tapes	memory controllers physical memory

Metodo stratificato

- In presenza di hardware appropriato si suddivide il S.O. in un certo numero di strati (livelli), ciascuno costruito sopra gli strati inferiori.
- Lo strato più basso (0) è lo strato fisico, quello più alto (*n*) è l'interfaccia utente.
- Gli strati sono composti in modo che ciascuno di essi usi solo funzioni o operazioni e servizi che appartengono a strati di livello inferiore.
- Ogni strato si realizza impiegando unicamente le operazioni messe a disposizione dagli strati inferiori, considerando soltanto le azioni che compiono senza entrare nel merito di come sono realizzate.
- Ogni strato nasconde a quelli superiori l'esistenza di determinate strutture dati, operazioni ed elementi fisici.

Uno strato di sistema operativo



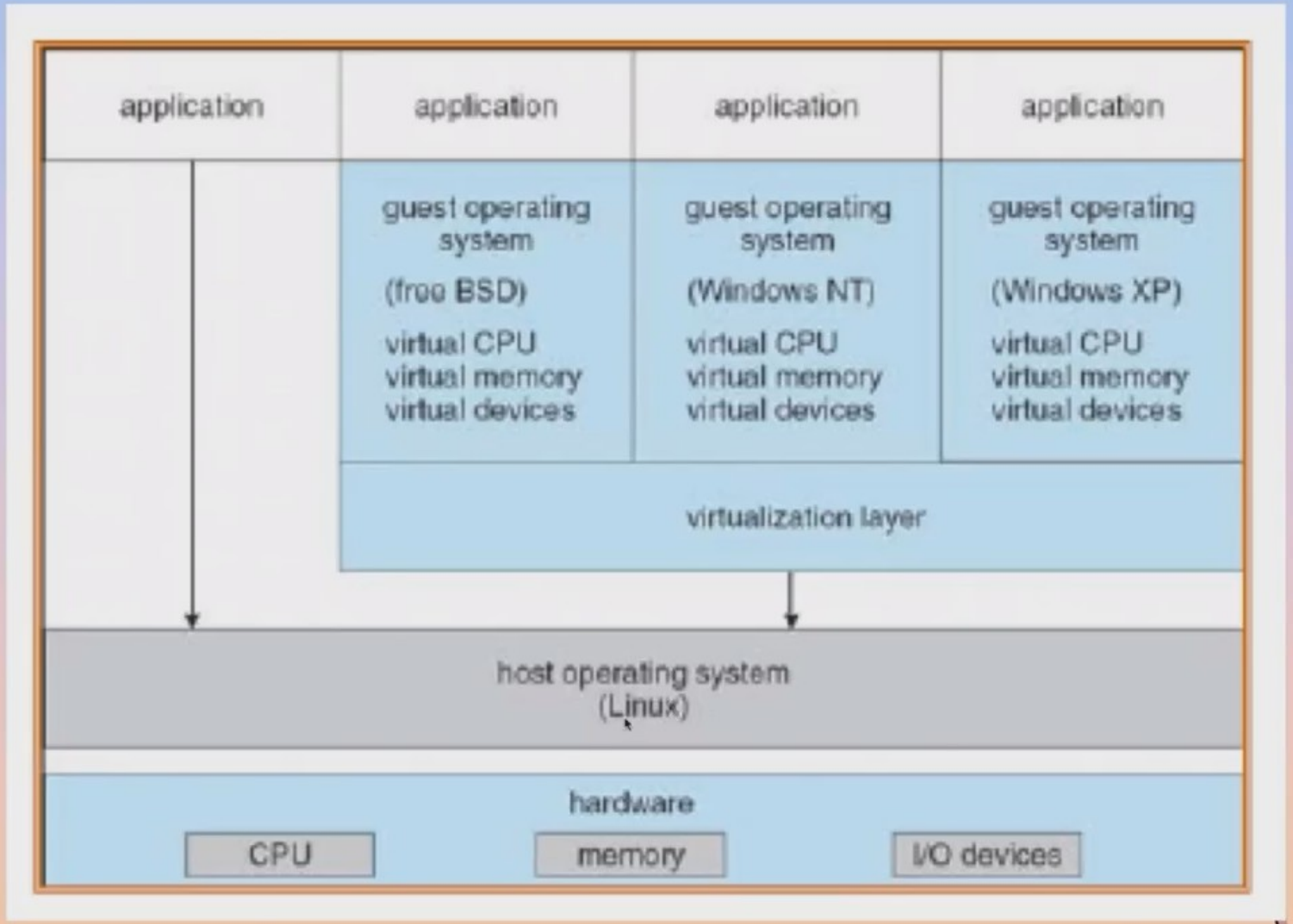
Macchine virtuali

- Una *macchina virtuale* tratta hardware e S.O. come se fossero entrambi hardware.
- S.O. crea l'illusione di processi multipli, ciascuno in esecuzione con un suo processore (virtuale) e la sua memoria (virtuale).
- Le risorse del sistema vengono condivise per creare le macchine virtuali:
  - Lo scheduling della CPU crea l' illusione che ciascun utente disponga della propria CPU e memoria.
  - I meccanismi di spooling ed il file system possono fornire dispositivi di I/O "virtuali".
  - Un normale terminale utente serve come "console virtuale" della macchina virtuale.

Vantaggi e svantaggi delle macchine virtuali

- Il concetto di macchina virtuale provvede una completa protezione delle risorse del sistema:
  - ciascuna macchina virtuale è isolata dalle altre.
- Questo isolamento non permette però la condivisione diretta di risorse.
- Una macchina virtuale è un ottimo strumento per la ricerca e lo sviluppo di nuovi S.O.
  - Lo sviluppo di un nuovo S.O. può essere fatto su una macchina virtuale, senza interrompere le normali operazioni del sistema).
- Non è semplice implementare macchine virtuali a causa della necessità di fornire un esatto duplicato della architettura fisica sottostante.

VMware


application
application
application
application
guest operating system
(free BSD)
virtual CPU
virtual memory
virtual devices
guest operating system
(Windows NT)
virtual CPU
virtual memory
virtual devices
guest operating system
(Windows XP)
virtual CPU
virtual memory
virtual devices
virtualization layer
host operating system
(Linux)
hardware
CPU
memory
I/O devices

Java

- I programmi Java vengono compilati in un formato “neutro” che verrà eseguito da una macchina virtuale Java (Java Virtual Machine - JVM).
- JVM consiste in:
  - caricatore delle classi
  - verificatore delle classi
  - interprete del linguaggio
- Compilatori Just-In-Time (JIT) possono migliorare le prestazioni