



Laboratorio di Sistemi Operativi

Concetti preliminari

Ruggero Donida Labati

Laboratorio di Sistemi Operativi

Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Informatica
A.A. 2022/2023

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

1

Sommario

1. Tipologie di sistemi di elaborazione
2. Il sistema operativo
3. Struttura dei sistemi operativi
4. Principali funzioni dei sistemi operativi trattate nel corso di laboratorio
5. Sistemi operativi maggiormente diffusi



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

2

1. Tipologie di sistemi di elaborazione

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

3

Tipologie di sistemi di elaborazione

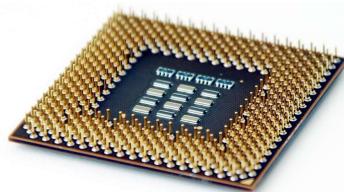
- Sistemi monoprocessoresso
- Mainframe
- Personal computer
- Sistema multiprocessoresso
- Dispositivi mobili
- Sistema multimediale
- Sistema di elaborazione in tempo reale
- Sistema dedicato (embedded system)
- Sistema distribuito

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

4

Sistemi monoprocessoress

- Dispongono di un'unica CPU centrale
 - Esegue istruzioni di natura generale
- È affiancata da una serie di CPU secondarie
 - Svolgono compiti particolari
 - Eseguono un insieme ristretto di istruzioni
 - Non eseguono processi utente
 - E.g. CPU controllore disco, CPU tastiera...

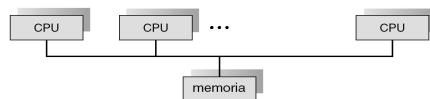


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

5

Sistemi paralleli (1/2)

- Sistemi con **più processori** in stretta comunicazione tra loro
 - Conosciuti anche come sistemi multiprocessore
- Sistemi con processori strettamente connessi
 - I processori condividono la memoria, i bus e l'orologio
 - La comunicazione di solito passa attraverso la memoria condivisa

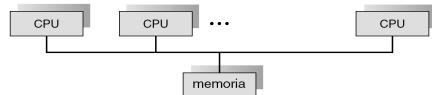


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

6

Sistemi paralleli (2/2)

- Vantaggi
 - Maggiore quantità di elaborazione effettuata
(n unità != velocità * n)
 - Economia di scala sulle periferiche
 - Aumento di affidabilità
 - Graceful degradation: degradazione progressiva
 - Fault tolerant: sistemi tolleranti ai guasti

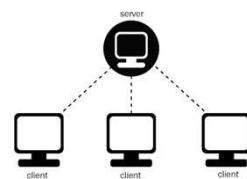


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

7

Sistemi distribuiti (1/2)

- Il calcolo viene distribuito tra diversi elaboratori fisicamente distinti
- Gli elaboratori possono essere eterogenei
- Sistemi lasciamente connessi
 - Ogni processore possiede una propria memoria locale
 - Rete locale (Local area networks – LAN) o rete geografica (Wide area networks – WAN)
 - Possono essere sistemi client-server o punto-a-punto (peer-to-peer)

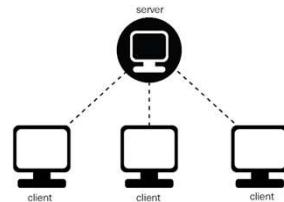


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

8

Sistemi distribuiti (2/2)

- Vantaggi
 - Condivisione delle risorse
 - Dati
 - Servizi
 - Rapidità di calcolo – distribuzione del carico
 - Affidabilità



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

9

Personal computer (o sistemi Desktop) (1/2)

- Potenziamento dei terminali interattivi per supportare
 - interazione evoluta con sistemi centrali
 - piccole attività di elaborazione locale
- Sistemi desktop con grafica e dispositivi per interazione avanzata



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

10

Personal computer (o sistemi Desktop) (2/2)

- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo
(time sharing)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

11

Mainframe (oggi) (1/2)

- Grandi server
- Supportano molti utenti operanti contemporaneamente
 - Alla base dei giganteschi server web centralizzati
 - CPU, memoria centrale, terminali, nastri/dischi, stampanti



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

12

Mainframe (oggi) (2/2)

- Elaborazione contemporanea flussi di attività (processi)
 - Elaborazione di transazioni e condivisione del tempo macchina
- Sistemi multiutente
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

13

Sistema dedicato (embedded) (1/2)

- Sistemi di elaborazione dedicati a supportare **una sola applicazione**
 - Ad esempio: elettrodomestici, sistemi hi-fi, motore automobile, sistemi biomedicali, protesi, carte di credito, ecc..
 - Tutto il software è su ROM

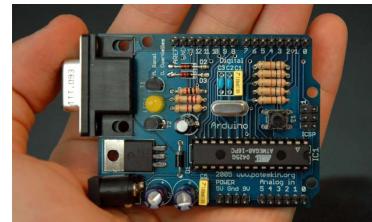


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

14

Sistema dedicato (embedded) (2/2)

- Ridotte caratteristiche di prestazioni computazionali, memoria e periferiche
 - Sistemi per SmartCard
 - Sistemi operativi proprietari, TinyOs
- Hanno spesso caratteristiche di **real-time e multi-tasking**

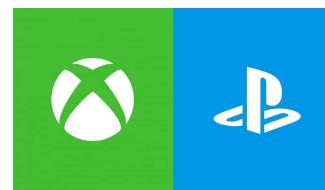


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

15

Sistema multimediale (1/2)

- Personal computer o computer palmare con supporti avanzati per l'interazione multimediale
 - Ad esempio i sistemi di controllo delle console giochi (Nintendo Switch, Microsoft X-box, Sony PlayStation, ...)
- La trasmissione dei dati deve attenersi a specifiche frequenze

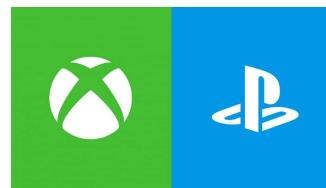


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

16

Sistema multimediale (2/2)

- Sistemi interattivi multiprocesso
 - ripartizione memoria tra processi (multiprogrammazione)
 - condivisione CPU (multitasking)
 - gestione CPU in condivisione di tempo (time sharing)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

17

Dispositivi mobili (1/2)

- Sistemi di elaborazione portatili e di dimensioni estremamente ridotte, orientati al supporto di attività personali
 - Sistemi palmari
 - Telefoni cellulari
 - Tablet

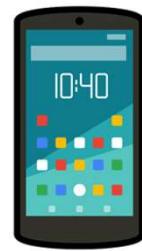


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

18

Dispositivi mobili (2/2)

- Sistemi interattivi multiprocesso con
 - Ridotto consumo di potenza
 - Basso numero di processi
 - Multi-core
 - Interfacce multi-touch
 - Prestazioni elevate



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

19

A ogni macchina il suo sistema operativo



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

20

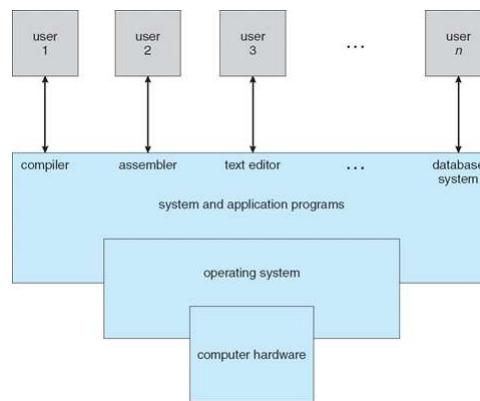
2. Il sistema operativo

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

21

Che cos'è un sistema operativo?

- Un insieme di programmi che agisce da intermediario tra l'utente e l'hardware del computer
 - virtualizzazione del processore (macchina astratta)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

22

Il sistema operativo: punti di vista (1/2)

- Punto di vista dell'utente:
 - Un'interfaccia tra utente e macchina
 - nasconde i dettagli interni (e.g. driver, organizzazione della memoria)
 - semplifica il lavoro (e.g. apertura di un file)
 - recupera situazioni di errore (se possibile) e cerca di evitarle (e.g. stack overflow, crash applicazioni)
 - Tutto ciò dipende dal tipo di calcolatore

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

23

Il sistema operativo: punti di vista (2/2)

- Punto di vista del calcolatore:
 - Un supervisore/gestore delle risorse del sistema di elaborazione
 - ha una visione globale delle risorse del sistema
 - le conosce nei dettagli
 - ne offre agli utenti una visione virtuale
 - ne ottimizza e ne facilita l'uso

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

24

Il sistema operativo: funzioni principali

- La gestione dell'unità centrale (processore e memoria)
- La gestione dell'input/output
- La gestione dei programmi applicativi
- La gestione dei file (file system)
- La gestione dell'interfaccia con l'utente
 - interprete dei comandi o shell
- La gestione della sicurezza
 - controllo accesso alle risorse

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

25

Prima classificazione dei sistemi operativi

- Una prima classificazione basata sui criteri:
 - Interfaccia testuale
 - interprete di comandi o shell
 - Interfaccia grafica (GUI Graphical User Interface)
 - metafora del desktop
 - Multitasking
 - gestire più attività contemporaneamente
 - Multiutente
 - far lavorare più utenti contemporaneamente

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

26

Esempi di sistemi operativi per PC: prima classificazione

DOS	Interfaccia testuale	Monotasking monoutente	Microsoft
Windows	Interfaccia grafica	Multitasking monoutente o multiutente a seconda delle versioni	Microsoft
Unix	Interfaccia testuale	Multitasking multiutente	Bell Laboratories
Linux	Interfaccia testuale e/o grafica	Multitasking multiutente	Derivato da Unix Open source
OS 2	Interfaccia grafica	Multitasking multiutente	IBM
Mac OS	Interfaccia grafica	Multitasking Monoutente o multiutente	Apple

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

27

3. Struttura dei sistemi operativi

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

28

Struttura di un sistema operativo (1/2)

- Come sono organizzate le varie componenti di un SO?
 - Sistema monolitico
 - Sistema stratificato
 - Sistema a microkernel
 - Sistema a moduli funzionali
 - Sistema a macchine virtuali
 - Sistema client/server

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

29

Struttura di un sistema operativo (2/2)

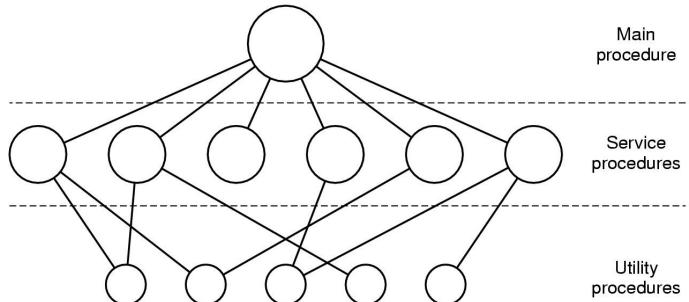
- Questa scelta influenza fortemente la progettazione del SO
- Consente una ulteriore classificazione dei sistemi operativi correnti

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

30

Struttura monolitica (1/2)

- Alcuni SO commerciali non hanno una struttura ben definita
 - procedure di servizio compilate in un unico oggetto
 - ogni procedura può chiamare tutte le altre
 - ogni processo esegue parzialmente in modo kernel system call bloccanti



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

31

Struttura monolitica (2/2)

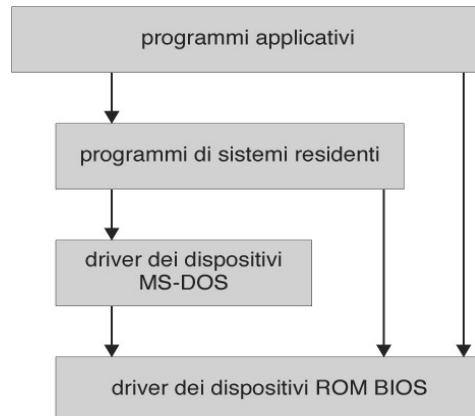
- Che problemi comporta?
 - Manutenzione difficile
 - Vulnerabilità agli errori e agli attacchi
 - Blocco del sistema
 - La protezione fornita dal SO non è sufficiente
- Spesso nascono come sistemi piccoli, semplici e limitati, per poi crescere al di là dello scopo originario
 - L'MS-DOS ne è un esempio
 - Un altro esempio di SO con struttura semplice è l'originario Unix

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

32

La struttura dell'MS-DOS

- Le interfacce e i livelli di funzionalità non sono ben separati

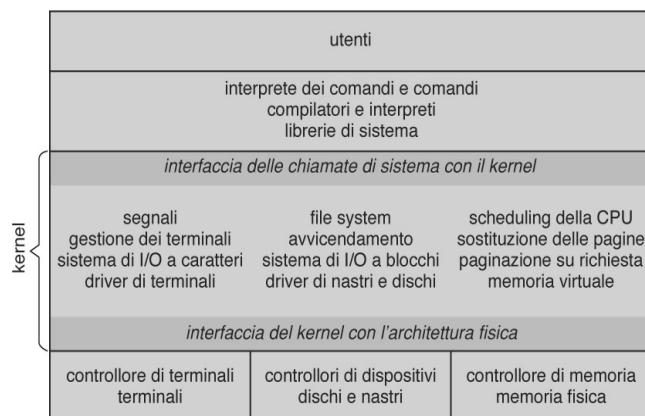


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

33

Struttura del sistema UNIX

- UNIX consiste di due parti separabili:
 - Programmi di sistema
 - Nucleo (kernel)

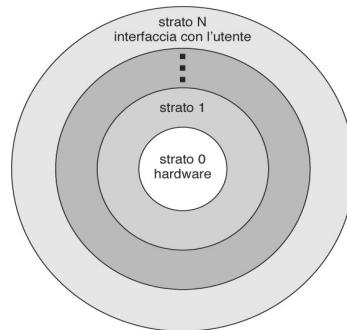


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

34

Struttura stratificata (1/2)

- Separazione gerarchica o a livelli delle funzioni
- Il SO è diviso in un certo numero di strati (livelli, o layers), ognuno costruito sulla sommità dello strato inferiore
 - Lo strato inferiore (il livello 0) è l'hardware
 - il livello N è l'interfaccia utente
 - L'interfaccia degli strati è stabile
 - L'implementazione può variare



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

35

Struttura stratificata (2/2)

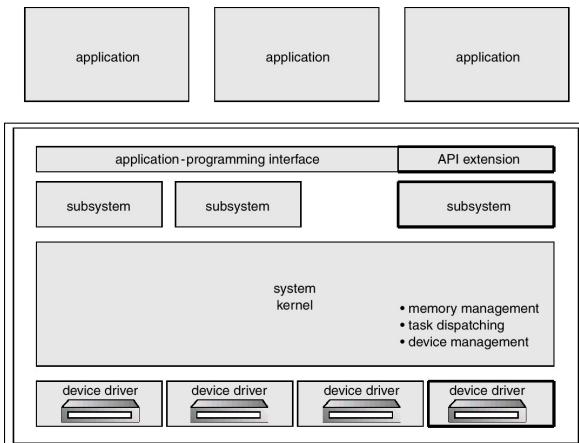
- Vantaggi
 - Ogni strato offre una virtualizzazione di un certo numero di funzioni (macchina virtuale)
 - La dipendenza dall'hardware è limitata al livello più basso (portabilità)
- Svantaggi
 - La portabilità si paga con minor efficienza perché una chiamata di sistema deve attraversare più strati
 - Più difficile da progettare

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

36

La struttura a strati di IBM OS/2

- Una nicchia nel settore bancario, ma attualmente il supporto tecnico è cessato (dal 31 Dic 2006)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

37

Struttura a microkernel (1/2)

- Sposta il maggior numero di funzionalità possibili dal kernel allo spazio utente (come programmi di sistema)
- Il microkernel offre solo servizi per gestire processi, memoria e comunicazione
- La comunicazione tra moduli avviene tramite scambio di messaggi

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

38

Struttura a microkernel (2/2)

- Vantaggi
 - Facilità di estendere il SO (lasciando invariato il microkernel)
 - Maggiore portabilità del SO da un'architettura HW a un'altra
 - Maggiore affidabilità e sicurezza (meno codice viene eseguito in modalità kernel)
- Svantaggi
 - I microkernel possono soffrire di calo di prestazioni per l'aumento di sovraccarico di funzioni di sistema

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

39

Struttura modulare (1/2)

- Moderna metodologia di progetto che realizza kernel modulari
 - attraverso tecniche object-oriented
 - ogni componente core è separata e interagisce con le altre attraverso interfacce ben note
- A differenza della struttura a strati i moduli possono comunicare con tutti gli altri, non solo con quelli di livello inferiore
 - ogni componente è caricabile dinamicamente nel kernel al momento del boot e/o durante l'esecuzione

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

40

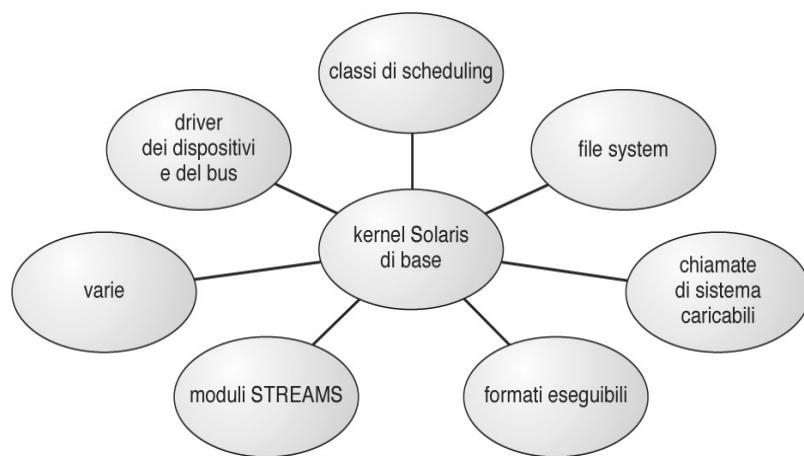
Struttura modulare (2/2)

- Simile alla struttura a strati, ma con maggiore flessibilità
- Simile alla struttura a microkernel ma più efficiente perché i moduli non richiedono l'invio di messaggi per la comunicazione

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

41

I moduli caricabili di Sun Solaris



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

42

La struttura di Mac OS X (1/2)

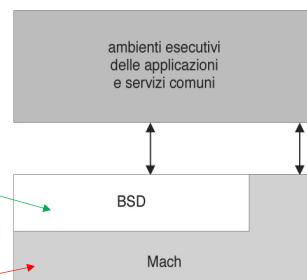
- Struttura ibrida
 - Struttura a 2 strati: microkernel Mach (by Carnegie Mellon University, alla base di molti sistemi commerciali, e il kernel modulare BSD (Berkeley SW Distribution))
 - In aggiunta a Mach e a BSD, esistono anche moduli caricabili dinamicamente (estensioni del kernel)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

43

La struttura di Mac OS X (2/2)

Interprete a linea di comando,
API POSIX, servizi per il file
system e la rete



Gestione memoria, comunicazione tra processi (scambio dei messaggi), e scheduling

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

44

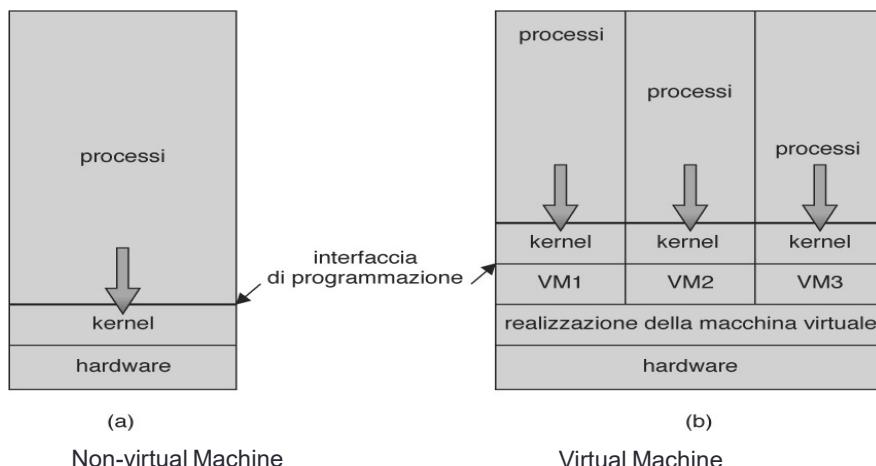
Struttura a macchine virtuali (1/4)

- L'approccio a strati trova il suo logico sbocco nel concetto di macchina virtuale
 - Costruzione gerarchica di macchine astratte (o virtuali) in esecuzione su uno stesso hardware
 - Una macchina virtuale fornisce un'interfaccia software che è identica al puro hardware sottostante
- Il SO crea l'illusione che un processo ospite abbia un proprio processore ed una propria memoria (virtuale)
- Il processo ospite è tipicamente un SO

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

45

Struttura a macchine virtuali (2/4)



Ogni macchina virtuale può eseguire il proprio SO

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

46

Struttura a macchine virtuali (3/4)

- Vantaggi
 - Comporta la completa protezione delle risorse di sistema perché ogni macchina virtuale è isolata da tutte le altre
 - Una VM è uno strumento perfetto per l'emulazione di altri SO (e.g., utile per avere una macchina multi-boot)
 - Una VM è uno strumento per sviluppare/debug di nuovi SO
 - Tutto si svolge sulla macchina virtuale, invece che su quella fisica, quindi non c'è pericolo di causare danni
 - Le normali operazioni di sviluppo e manutenzione del sistema non rendono il calcolatore inutilizzabile
 - Possibilità di distribuire applicazioni attraverso le macchine virtuali (richiede standardizzazione)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

47

Struttura a macchine virtuali (4/4)

- Svantaggi
 - Difficile da implementare in quanto richiede tecniche sofisticate di virtualizzazione per creare un esatto duplicato della macchina sottostante
 - Prestazioni limitate in origine, non ora
 - grazie ai progressi delle tecniche di virtualizzazione per infrastrutture di Cloud Computing
 - e al supporto hardware (alcuni processori offrono supporto HW per la virtualizzazione)
 - AMD offre due ulteriori modalità per la CPU
 1. Host: modalità kernel virtuale
 2. Guest: modalità utente virtuale

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

48

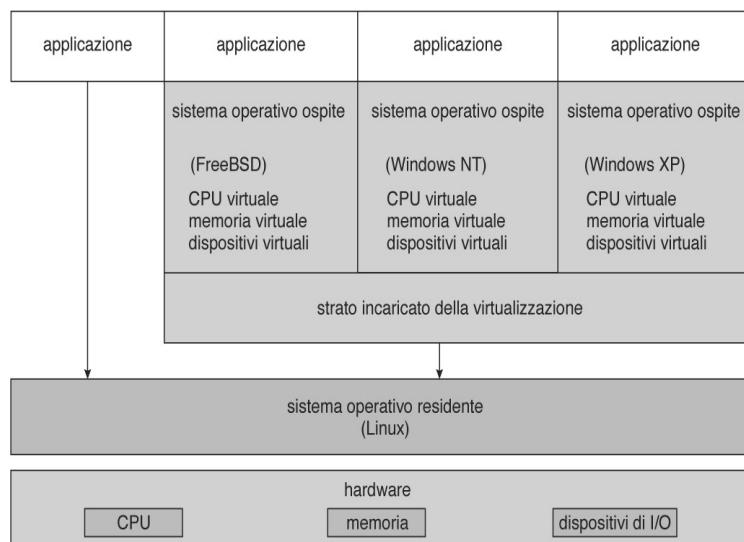
Architettura VMWare (1/2)

- Lo strato di virtualizzazione funziona in modalità utente
- Trasforma HW in macchine virtuali che ospitano SO
- Il disco virtuale è in realtà un file
- Si possono così creare snapshot

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

49

Architettura VMWare (2/2)

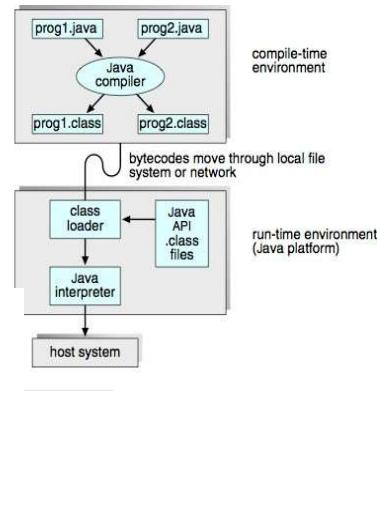


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

50

La Java Virtual Machine (JVM)

- I programmi Java compilati sono bytecode indipendenti dall'architettura ed eseguiti da una Java Virtual Machine (JVM)
- La JVM è un calcolatore astratto su un sistema ospitante vero



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

51

Struttura client/server (1/3)

- I processi usano i servizi messi a disposizione dal kernel per comunicare
- Un processo utente (processo client) richiede un servizio (ad es. lettura di un file) ad un processo di SO (processo server)
- Client e server operano in modalità utente
- I processi server realizzano le politiche di gestione delle risorse
- Il kernel include solo i dati che descrivono un processo e realizza i meccanismi di comunicazione tra processi

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

52

Struttura client/server (2/3)

- Vantaggi
 - Modularità: suddivisione della funzionalità del SO in moduli
 - Portabilità: separazione tra politiche e meccanismi di comunicazione
 - Le politiche determinano che cosa sarà fatto
 - I meccanismi determinano come fare qualcosa
 - La separazione tra politica e meccanismo permette la massima flessibilità se le decisioni della politica sono da cambiare in seguito
- Svantaggi
 - Perdita di efficienza: comunicazione sistemi client-server

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

53

Struttura client/server (3/3)

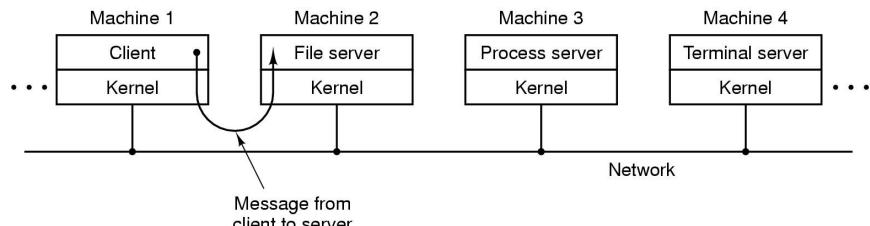
- Windows NT 3.0 adottava un modello ispirato al client/server
- Struttura di SO studiata in ambito accademico (MACH, Minix)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

54

Modello client/server nei sistemi distribuiti

- Più calcolatori tra loro collegati, ciascuno con una propria copia del kernel ed un certo numero di processi client e/o server
- I processi client richiedono servizi inviando le richieste tramite il kernel



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

55

Moderni SO per personal computer

- Architettura a micro-kernel
 - SO semplice, detto (micro-)kernel
- Multi-threading
 - Suddivisione di uno stesso processo in flussi paralleli (vedremo più avanti nel corso)
- Multi-processing simmetrico
 - Più processori che condividono memoria e dispositivi di I/O, comunicano tramite bus, possono effettuare le stesse operazioni
- SO distribuiti
 - Sistemi multi-computer

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

56

4. Principali funzioni dei sistemi operativi trattate nel corso di laboratorio

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

57

Il sistema operativo: funzioni principali

- La gestione dell'unità centrale (processore e memoria)
- La gestione dell'input/output
- La gestione dei programmi applicativi
- La gestione dei file (file system)
- La gestione dell'interfaccia con l'utente
 - interprete dei comandi o shell
- La gestione della sicurezza
 - controllo accesso alle risorse

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

58

Il gestore dei processi (1/2)

- E' il modulo che si occupa di controllare la sincronizzazione, interruzione e riattivazione dei programmi in esecuzione cui viene assegnato un processore
- La gestione dei processi viene compiuta in vari modi, in funzione del tipo di utilizzo cui il sistema è rivolto

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

59

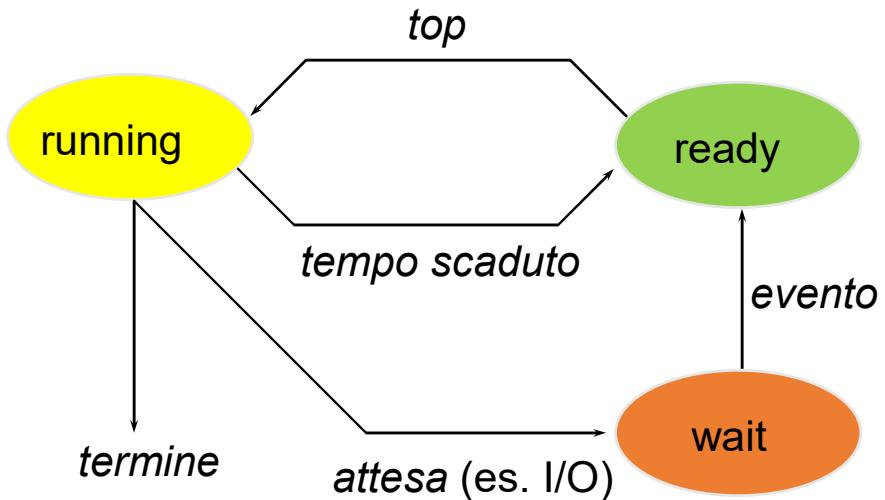
Il gestore dei processi (2/2)

- Il programma che si occupa della distribuzione del tempo di CPU tra i vari processi attivi, decidendone l'avvicendamento, è comunemente chiamato Scheduler.
- Nel caso di elaboratori multi-processore si occupa anche di gestire la cooperazione tra le varie CPU presenti nel sistema

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

60

Schedulazione



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

61

Politiche di Scheduling

- Preemptive
 - la CPU in uso da parte di un processo può essere tolta e passata a un altro in un qualsiasi momento
- Non Preemptive
 - una volta che un processo ha ottenuto l'uso della CPU non può essere interrotto fino a che lui stesso non la rilascia

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

62

Sistemi Mono-Tasking (1/2)

- I SO che gestiscono l'esecuzione di un solo programma per volta sono catalogati come mono-tasking;
- Non è possibile sospendere l'esecuzione di un programma per assegnare la CPU a un altro
- Sono storicamente i primi SO (es MS-DOS).

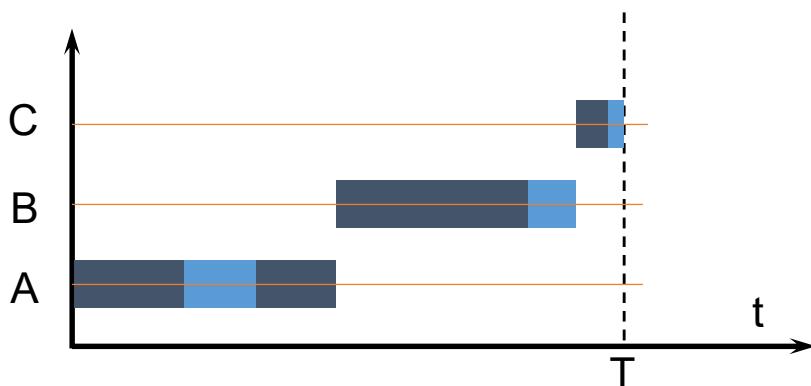
RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

63

Sistemi Mono-Tasking (2/2)

■ Tempo di utilizzo della CPU

■ Tempo di attesa di eventi esterni



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

64

Sistemi Multi-Tasking (1/2)

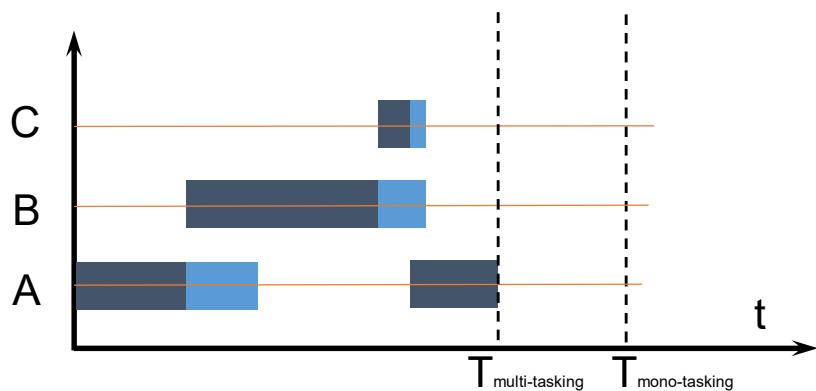
- I SO che permettono l'esecuzione contemporanea di più programmi sono definiti multi-tasking (Windows-NT , Linux);
- Un programma può essere interrotto e la CPU passata a un altro programma

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

65

Sistemi Multi-Tasking (2/2)

- Tempo di utilizzo della CPU
- Tempo di attesa di eventi esterni



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

66

Sistemi Time-Sharing (1/3)

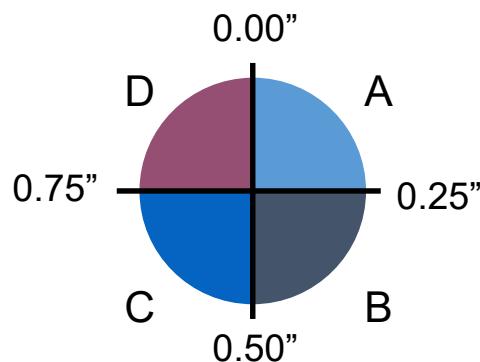
- Un'evoluzione dei sistemi multi-tasking sono i sistemi time sharing
- Ogni programma in esecuzione viene eseguito ciclicamente per piccoli quanti di tempo
- Se la velocità del processore è sufficientemente elevata si ha l'impressione di un'evoluzione parallela dei processi

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

67

Sistemi Time-Sharing (2/3)

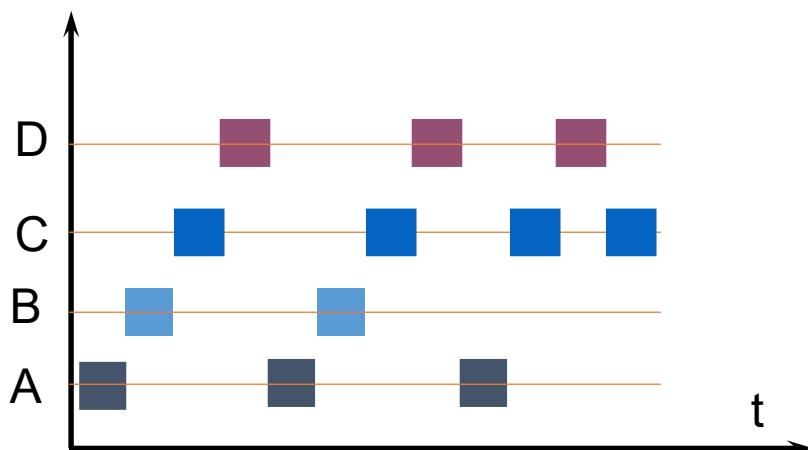
- Ipotesi: 1 MIPS, 4 processi, 0.25 s/utente
 - 0.25 MIPS/utente
 - $T_{ELA} = 4 \times T_{CPU}$



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

68

Sistemi Time-Sharing (3/3)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

69

Gestore della memoria (1/2)

- L'organizzazione e la gestione della memoria centrale è uno degli aspetti più critici nel disegno di un SO
- Il gestore della memoria è quel modulo del SO incaricato di assegnare la memoria ai vari task (per eseguire un task è necessario che il suo codice sia caricato in memoria)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

70

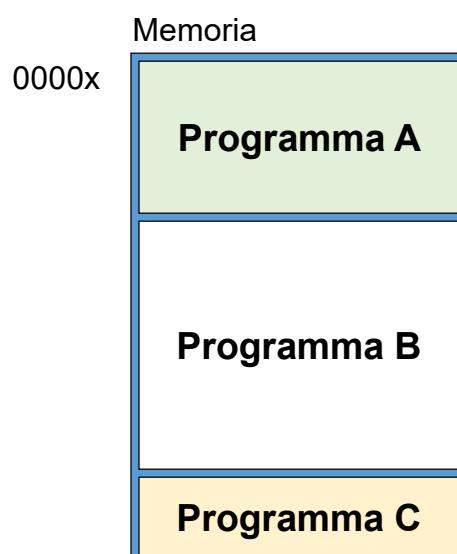
Gestore della memoria (2/2)

- La complessità del gestore della memoria dipende dal tipo di SO
- Nei sistemi multi-tasking più programmi contemporaneamente possono essere caricati in memoria
- Problema: come allocare lo spazio in maniera ottimale

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

71

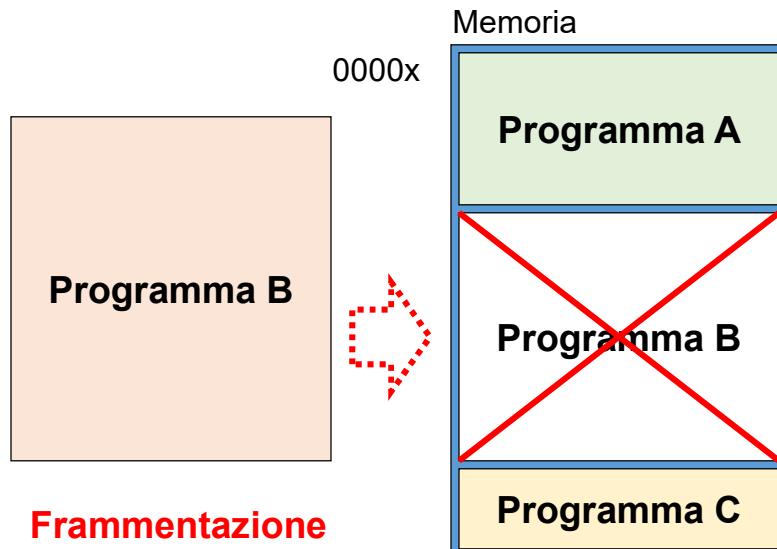
Allocazione lineare (1/2)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

72

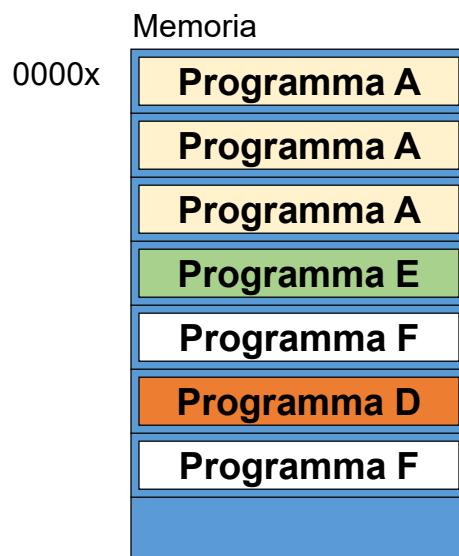
Allocazione lineare (2/2)



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

73

Paginazione



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

74

Memoria Virtuale (1/2)

- Spesso la memoria non è sufficiente per contenere completamente tutto il codice dei vari task
- Si può simulare una memoria più grande tenendo nella memoria di sistema (RAM) solo le parti di codice e dei dati che servono in quel momento

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

75

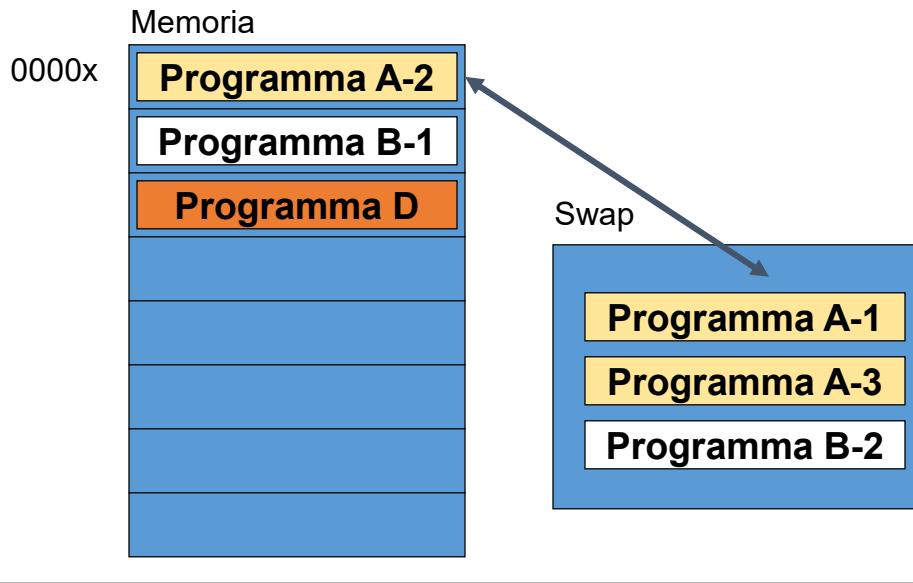
Memoria Virtuale (2/2)

- Si usa il concetto di memoria virtuale
- I dati dei programmi non in esecuzione possono essere tolti dalla memoria centrale e parcheggiati su disco nella cosiddetta area di swap
- I moderni processori posseggono meccanismi hardware per facilitare la gestione della memoria virtuale

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

76

Memoria Virtuale



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

77

Gestore del File System

- Il gestore del file system è quel modulo del sistema operativo incaricato di gestire le informazioni memorizzate sui dispositivi di memoria di massa
- Il gestore del file system deve garantire la correttezza e la coerenza delle informazioni
- Nei sistemi multi-utente, deve mettere a disposizione dei meccanismi di protezione in modo tale da consentire agli utenti di proteggere i propri dati dall'accesso da parte di altri utenti non autorizzati

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

78

Gestore del File System

- Le funzioni tipiche che deve svolgere sono
 - Fornire un meccanismo per l'identificazione dei Files
 - Fornire opportuni metodi per accedere ai dati
 - Rendere trasparente la struttura fisica del supporto di memorizzazione
 - Implementare meccanismi di protezione dei dati

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

79

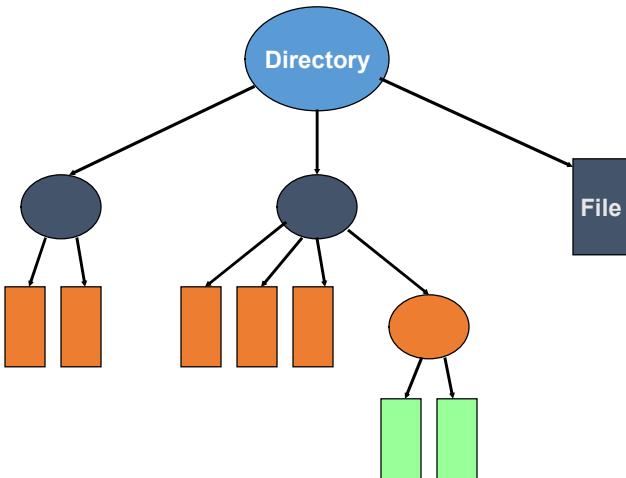
Organizzazione dei file

- Quasi tutti i sistemi operativi utilizzano un'organizzazione gerarchica del File System
- L'elemento utilizzato per raggruppare più file insieme è la directory
- L'insieme gerarchico delle directory e dei file può essere rappresentato attraverso un grafo delle directory

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

80

Grafo delle directory



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

81

Gestore dei dispositivi di I/O

- Il gestore dei dispositivi di I/O è quel modulo del SO incaricato di assegnare i dispositivi ai task che ne fanno richiesta e di controllare i dispositivi stessi
- Da esso dipende la qualità e il tipo di periferiche riconosciute dal sistema
- Il controllo dei dispositivi di I/O avviene attraverso speciali programmi detti Device Driver
- I device driver sono spesso realizzati dai produttori dei dispositivi stessi che ne conoscono le caratteristiche fisiche in maniera approfondita

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

82

Interfaccia utente (1/2)

- Tutti i Sistemi Operativi implementano dei meccanismi per rendere agevole l'utilizzo del sistema da parte degli utente
- L'insieme di questi meccanismi di accesso al computer prende il nome di Interfaccia Utente

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

83

Interfaccia utente (2/2)

- Interfaccia testuale
 - Interpretazione dei comandi (shell)
 - Esempio MS-DOS
- Interfaccia grafica (a finestre)
 - L'output dei vari programmi viene visualizzato in maniera grafica all'interno di finestre
 - L'utilizzo di disegni rende più intuitivo l'uso del calcolatore;
 - Esempio WINDOWS

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

84

Sicurezza

- Controllo dei agli accessi
- Permessi di accesso e utilizzo dei file
- Cifratura dei dati
- Backup
- RAID
- Etc..

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

85

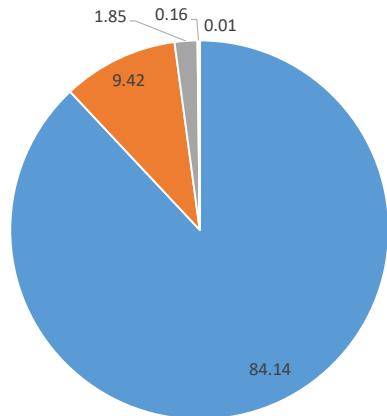
5. Sistemi operativi maggiormente diffusi

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

86

Diffusione dei sistemi operativi desktop

Utilizzo (%) a Febbraio 2020



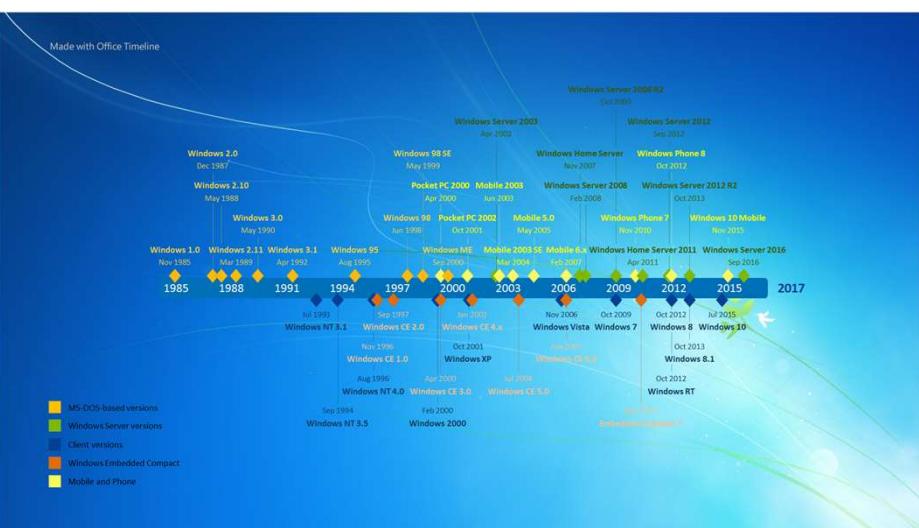
■ Windows ■ Mac OS ■ Linux ■ Sconosciuto ■ BSD

Fonte: [Market Share](#)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

87

Windows (1/4)

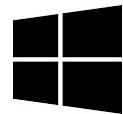


RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

88

Windows (2/4)

- Versioni principali
 - Windows 95
 - Windows 98
 - Windows NT
 - Windows XP
 - Windows Vista
 - Windows 7
 - Windows 8
 - Windows 8.1
 - Windows 10



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

Windows (3/4)

- Serie di sistemi operativi prodotti da Microsoft
- SO più diffuso in ambito consumer
- Orientati all'interfaccia grafica
 - User-friendly
- Nasce come GUI per MS-DOS

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

Windows (4/4)

- Vantaggi
 - Compatibilità dell'hardware
 - Software integrato nel SO
 - Facilità di utilizzo
 - Supporto per il software (es. giochi)
- Svantaggi
 - Sistema commerciale (costoso)
 - Non orientato alla sicurezza
 - Non orientato all'affidabilità

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

91

UNIX (1/3)

- Creato da Ken Thompson e Dennis Ritchie nel 1969
- Sviluppato nel 1970 nei Bell Labs
 - Multi-tasking
 - Multi-user
- Portabile
 - Implementato in C



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

92

UNIX (2/3)

- Modulare
 - Programmi con poche funzionalità possono essere combinati
- Supporto alla memoria virtuale
- Vasta diffusione
 - Alla base di molti SO attuali
- Commerciale

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

93

UNIX (3/3)

- Vantaggi
 - Portatile su molte diverse architetture
 - Gestione efficiente della memoria virtuale
 - Orientato alla sicurezza
 - Orientato all'affidabilità
- Svantaggi
 - Non progettato per l'utente consumer (poco user-friendly)
 - Non orientato all'interfaccia grafica (necessità di conoscere comandi)
 - Richiede conoscenza della struttura del SO

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

94

BSD

- **Berkeley Software Distribution**
- Sistema operativo derivato da UNIX
- Rilasciato dalla University of California, Berkeley, nel 1977
- Permetteva di usare liberamente il software e di modificarlo
- Le modifiche potevano essere rese proprietarie
 - SunOS



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

95

Linux (1/4)

- Derivato da UNIX
- Gratis e open source
- Utilizzabile sia per sistemi personali che server
- Portatile su molte diverse architetture
- Diverse distribuzioni a seconda delle esigenze
 - Ubuntu
 - Fedora
 - OpenSUSE
 - RedHat
 - ...



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

96

Linux (2/4)

- Vantaggi
 - Gratis
 - Open source
 - Disponibilità di software gratuito
 - Alte prestazioni
 - Poca necessità di riavvii
 - Orientato alla sicurezza
 - Multi-tasking

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

97

Linux (3/4)

- Svantaggi
 - Poco user-friendly
 - Meno orientato all'interfaccia grafica rispetto a Windows
 - Minore supporto software (es. giochi)
 - Non esiste una versione «standard»

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

98

Linux (4/4)

- Alcune distribuzioni sono più “popolari”
 - Arch Linux
 - Debian
 - Ubuntu
 - Fedora
 - RedHat
 - Mandriva
 - Gentoo
 - OpenSUSE
 - Slackware

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

99

Solaris

- Derivato da UNIX
- Sviluppato da Sun Microsystems
- Vantaggi
 - Alte prestazioni
 - Orientato alla sicurezza
 - Multi-tasking
- Svantaggi
 - Poco orientato all’interfaccia grafica (poco user-friendly)
 - Non completamente open source



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

100

Mac OS (1/4)

- Derivato da UNIX
- Sviluppato e mantenuto da Apple
- Principale concorrente di Windows
- Integrazione tra hardware e software



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

101

Mac OS (2/4)

- Versioni recenti
 - Cheetah (OS X 10.0)
 - ...
 - Lion (OS X 10.7)
 - ...
 - Mavericks (OS X 10.9)
 - Yosemite (OS X 10.10)
 - ...
 - Mojave (OS X 10.14)
 - Catalina (OS X 10.15)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

102

Mac OS (3/4)

- Vantaggi
 - Orientato all'interfaccia grafica
 - User-friendly
 - Alte prestazioni (integrazione HW-SW)
(es. Gestione della batteria)
 - Più stabile di Windows (meno configurazioni possibili)
 - Meno vulnerabile di Windows
(anche perché meno diffuso)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

103

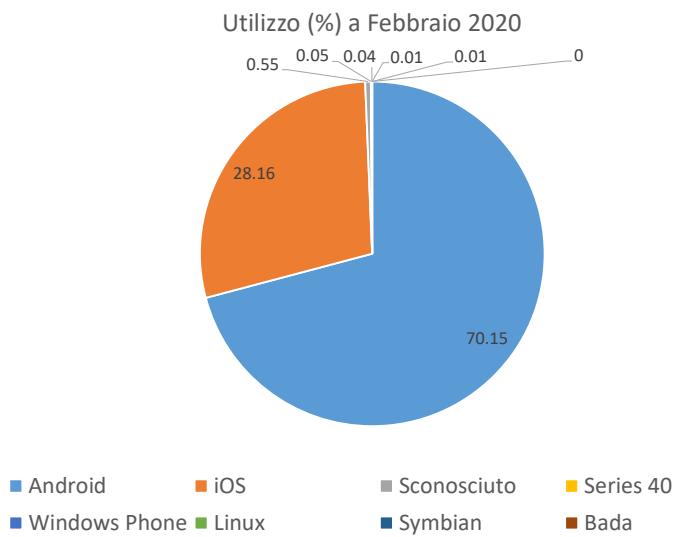
Mac OS (4/4)

- Svantaggi
 - Costoso
 - Più difficile trovare supporto
 - Minori possibilità a livello di hardware
 - Meno configurabile rispetto a Windows

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

104

Diffusione dei sistemi operativi mobili



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

105

Android OS (1/2)

- Sviluppato da Google
- SO mobile più diffuso
- Diverse varianti
 - Smartphone
 - Tablet
 - Smart TV
 - ...
- Orientato alla personalizzazione



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

106

Android OS (2/2)

- Vantaggi
 - Gratis, open source
 - Altamente configurabile
 - Disponibilità di numerose applicazioni
 - Elevato supporto hardware
- Svantaggi
 - Versioni del SO non sempre aggiornabili
 - Restrizioni utente (permessi di root non sempre disponibile)

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

107

iOS (1/2)

- Sviluppato da Apple
- Secondo SO mobile più diffuso
- Sistema commerciale
- Integrato nei dispositivi mobile Apple (iPhone, iPads)
- Orientato alla semplicità



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

108

iOS (2/2)

- Vantaggi
 - User friendly
 - Aggiornamenti disponibili su (quasi) tutti i dispositivi
 - Integrazione all'interno dell'ecosistema Apple
 - Ampia disponibilità di applicazioni
- Svantaggi
 - Poco configurabile
 - Costoso (solo attraverso acquisto smartphone Apple)
 - Applicazioni mediamente più costose rispetto ad Android

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

109

Windows Phone (1/2)

- Sviluppato da Microsoft
- Spesso abbinato a telefoni Nokia
- Basato (parzialmente) sull'interfaccia delle versioni recenti di Windows
- Sviluppo interrotto nel 2017
 - Sempre maggiore interesse verso Android e iOS



Windows Phone

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

110

Windows Phone (2/2)

- **Vantaggi**
 - Interfaccia user friendly
 - Alte prestazioni
 - Sicuro
- **Svantaggi**
 - Poca disponibilità di applicazioni, in confronto ad Android e iOS
 - Raramente abbinato a dispositivi di alto livello
 - Meno aggiornamenti rispetto ad Android e iOS

RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

111

In sintesi

1. Tipologie di sistemi di elaborazione
2. Il sistema operativo
3. Struttura dei sistemi operativi
4. Principali funzioni dei sistemi operativi trattate nel corso di laboratorio
5. Sistemi operativi maggiormente diffusi



RUGGERO DONIDA LABATI – LABORATORIO DI SISTEMI OPERATIVI – LEZIONE 1 – CONCETTI PRELIMINARI

112