

Laboratorio di Informatica

Hardware e Software

Calcolatore

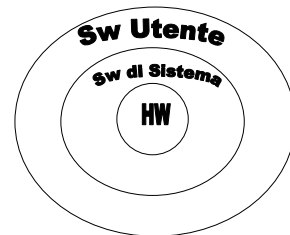
- Informatica: Scienza della **representazione** e dell'**elaborazione automatica** dell'**informazione**
- Calcolatore: Sistema elettronico programmabile al fine di svolgere diverse funzioni
 - Nota: la caratteristica fondamentale che lo contraddistingue da altri sistemi elettronici è la **programmabilità**

Distinzione hardware/software

HARDWARE equipaggiamento *fisico* del computer, costituito da componenti meccanici, elettrici, ed elettronici che fanno svolgere al calcolatore un insieme di funzioni generiche

SOFTWARE equipaggiamento *logico* del computer, costituito da programmi che utilizzano i componenti dell'hardware integrandoli al fine di svolgere compiti specifici

L'architettura generale



HARDWARE

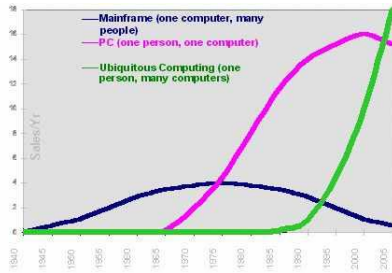
La legge di Moore

(Gordon Moore, co-fondatore di Intel, 1965): Il numero di transistor inseribili in un circuito integrato **raddoppia** ogni 18 mesi



(Fonte: <http://www.intel.com/research/silicon/mooreslaw.htm>)

Integrazione tra artefatti



(Fonte: Home page di Mark Weiser <http://www.ubiq.com/weiser>)

Classificazione di computer

- In base a
 - Numero di utenti che vi possono accedere “contemporaneamente”
 - Capacità di memoria
 - Velocità di elaborazione
 - Affidabilità
 - Costo

Classi di computer

- **Mainframe**
 - Grande capacità di memoria e di elaborazione
 - Accessibili da centinaia di utenti “contemporaneamente”
 - Utenti: grandi imprese, enti pubblici
- **Minicomputer**
 - Elevata capacità di elaborazione
 - Accessibili da decine di utenti “contemporaneamente”
 - Utenti: medie e grandi imprese

Classi di computer (2)

- **Workstation**
 - Elevata capacità di elaborazione
 - Accessibili da pochi utenti “contemporaneamente”
 - Utenti: piccole imprese, laboratori di ricerca
- **Personal computer**
 - Buona capacità di elaborazione
 - Accessibile da un solo utente alla volta
 - Automazione di ufficio, uso personale

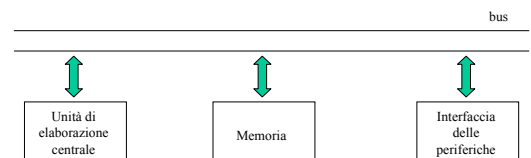
Classi di computer (3)

- **Supercalcolatori**
 - Grande capacità di elaborazione
 - Elaborazione scientifica, modelli matematici
 - in via di estinzione per elevato rapporto costo/prestazioni
- **Sistemi multiprocessore.**
 - Grande capacità di elaborazione
 - Elaborazione scientifica, modelli matematici
 - Rapporto costo/prestazioni inferiore rispetto ai supercalcolatori

Macchina di von Newmann

E' costituita da

- **processore** (*Central Processing Unit, CPU*)
- **memoria centrale** (*RAM*)
- **periferiche** (*memoria di massa, schermo, tastiera,..*)
- interconnesse tramite il **bus**



Unità di misura

- Lo **spazio** si misura in
 - **bit** (unità di memorizzazione fondamentale che può assumere solo gli stati 0 e 1)
 - **byte** (insieme di otto bit)
 - Il **tempo** si misura in **secondi**
 - La **frequenza** si misura in **Hertz**
- Li abbrevieremo con b, B, s e Hz.

Multipli



T	Tera	2^{40}	1099511627776
G	Giga	2^{30}	1073741824
M	Mega	2^{20}	1048576
K	Kilo	2^{10}	1024

CPU

- Il processore è l'unità di elaborazione centrale (CPU: **central processing unit**) del computer.
- La sua potenza si misura nel numero di istruzioni che può eseguire in un secondo (**frequenza di clock**)
- Oggi le CPU sono costituite da circuiti che contengono milioni di microscopici interruttori acceso/spento (i transistor) collegati tra loro da sottilissimi fili.
- I circuiti vengono "stampati" su una sottile lamina di silicio. Il chip che corrisponde a una CPU ha una superficie dell'ordine dei mm².
- Pertanto oggi si parla di **microprocessore** costituito da circuiti **integrati** (VLSI, Very Large scale Integration): milioni di elementi tra loro collegati contenuti in una superficie quasi microscopica.

CPU: linguaggio macchina

- Il processore è in grado di riconoscere (e di eseguire) solo programmi scritti in un proprio linguaggio (**linguaggio macchina**)
- Ogni modello di processore (Intel Pentium, Motorola G4, ...) ha un proprio linguaggio macchina diverso dagli altri processori

CPU: componenti

- Unità di controllo (**UC**): coordina le attività svolte all'interno del processore
- **Registri**: piccole unità di memoria (interna, volatile) estremamente veloci
- Unità aritmetico-logica (**ALU**): insieme di circuiti per svolgere operazioni aritmetiche
- **Clock**: orologio di sistema per sincronizzare l'esecuzione delle operazioni

CPU: Clock

- In corrispondenza di ogni istruzione espressa nel linguaggio macchina il processore svolge una serie di operazioni elementari
- Il numero di operazioni elementari svolte per ogni istruzione dipende dal tipo di processore (tra le 7 e le 10)

CPU: Clock

- Il tempo impiegato dal processore per eseguire un'operazione elementare è detto durata del **ciclo di clock**
- Il numero di operazioni elementari svolte dal processore in un'unità di tempo (cioè il numero di cicli di clock al secondo) è detto **frequenza di clock**

CPU: Clock

- Quindi
$$\text{frequenza di clock} = \frac{1}{\text{durata di un ciclo di clock}}$$
- È un indicatore della “velocità” del processore nell'eseguire i programmi
- Oggi si misura in **Ghz** (gigahertz)
1 Ghz \cong 1 miliardo di cicli al secondo

CPU: Clock

- Dati due processori con lo stesso linguaggio macchina sarà più veloce quello con frequenza di clock maggiore
- Non è possibile fare un confronto tra processori con linguaggi macchina diversi

Il bus

Il bus è il canale fisico che mette in comunicazione le varie componenti del calcolatore.

- E' composto da un insieme di fili.
- In ogni istante, su ogni filo, viaggia un bit.
- Se il bus è formato da n fili, può trasferire n bit contemporaneamente
- Pertanto l'ampiezza del bus influenza la velocità del computer

Estensione della macchina di von Neumann

Introduzione di **gerarchie di memoria** caratterizzate da prestazioni e costi via via crescenti

Memorie: proprietà

- **velocità**
 - **di accesso** (tempo impiegato dal processore per accedere ad uno specificato indirizzo)
 - **di trasferimento** (quantità di dati trasferita in una unità di tempo). È anche chiamata **larghezza di banda**, e si misura in bit/sec, byte/sec, ecc.

Memorie: proprietà

- **capienza** (quantità di byte che può contenere)
- **costo** (misurato in euro per byte)
- **modalità di accesso**, cioè la possibilità di:
 - reperire le informazioni memorizzate (**accesso in lettura**)
 - modificare le informazioni memorizzate (**accesso in scrittura**)

Memorie: proprietà

- **volatilità**, cioè la possibilità di mantenere il proprio contenuto anche in mancanza di alimentazione elettrica:
 - Le memorie **volatili** perdono il contenuto in assenza di alimentazione elettrica
 - Le memorie **permanenti** lo mantengono (non in eterno, ma per un tempo che dipende dal tipo di dispositivo: decenni o più)

Le memorie volatili

- Perdono il loro contenuto se non vengono alimentate elettricamente
- La memoria centrale, le cache e i registri del processore sono memorie volatili
- In particolare, la memoria centrale è indicata con il termine RAM (**Random Access Memory**) perché il tempo di accesso ad una cella di memoria scelta a caso è costante

I registri

- Sono la memoria interna del processore
- Il processore può operare direttamente su di essi (trasferisce il contenuto dalla/alla memoria, eseguire operazioni aritmetico/logiche, ...)
- Sono molto veloci ma anche molto costosi, quindi ce ne sono pochi

Le memorie cache

- Sono memorie ad accesso veloce utilizzate come “magazzino” a metà strada tra la memoria centrale e il processore e contengono informazioni che il sistema operativo di volta in volta ritiene più urgenti e utili (dati/programmi a cui si accede spesso)
- Quelle di I livello sono integrate nel processore, quelle di II livello risiedono su un chip a parte



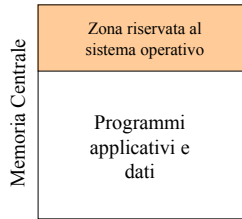
La memoria centrale

(random access memory, RAM)

- Memorizza i programmi in esecuzione e i dati su cui questi lavorano
- quando il computer è spento tutte le informazioni risiedono sul disco fisso, appena lo si accende tutte le informazioni necessarie al suo funzionamento vengono trasferite dal disco fisso alla memoria centrale

Le memorie RAM

- In particolare, il sistema operativo, che a computer spento risiede sul disco fisso, viene copiato nella memoria centrale, e lì ci rimarrà fino a quando verrà spento il computer.



Le memorie permanenti

- Le memorie permanenti si dividono in due classi:
 - Le memorie di sola lettura (ROM: **read only memory**), cioè dispositivi il cui contenuto, una volta immagazzinato, è inalterabile
 - Le memorie di lettura e scrittura, i cui contenuti possono essere letti e anche cambiati nel tempo

Memorie ROM

Memorie ROM (Read only memory):

- il contenuto viene immagazzinato dal costruttore ed è inalterabile
- Contiene informazioni utilizzate per eseguire particolari funzioni, come l'avvio del computer (**BIOS**)
- Ha bassi consumi energetici



Le memorie di massa

- Memorizzano grandi quantità di dati in modo permanente
- La sua potenza si misura nel numero di **bit** che contiene complessivamente
- Ad esempio 60 Gb memorizzano 268 435 456 caratteri (circa l'equivalente di 700 enciclopedie da dieci volumi).

Disco fisso (hard disk)

- Supporto di tipo magnetico con capienza di decine di GB, posizionato tipicamente all'interno del case
- Consiste di un insieme di dischi magnetici fissati su un perno rotante
- Le informazioni vengono memorizzate sui due lati di ciascun disco

Formattazione

- La divisione della superficie di un (hard o floppy) disk in tracce e settori è fondamentale per poter leggere e scrivere sul supporto
- L'operazione che realizza questa suddivisione su un supporto nuovo (vergine) o che cancella i contenuti di un supporto esistente viene detta **formattazione**

Disco fisso

- Se si fa un uso intensivo del disco può succedere che lo spazio disponibile sia ancora molto, ma molto frammentato
- In questi casi è bene utilizzare un programma di compattazione (o **deframmentazione**) della memoria che sposta i blocchi in modo da rendere contigui quelli liberi

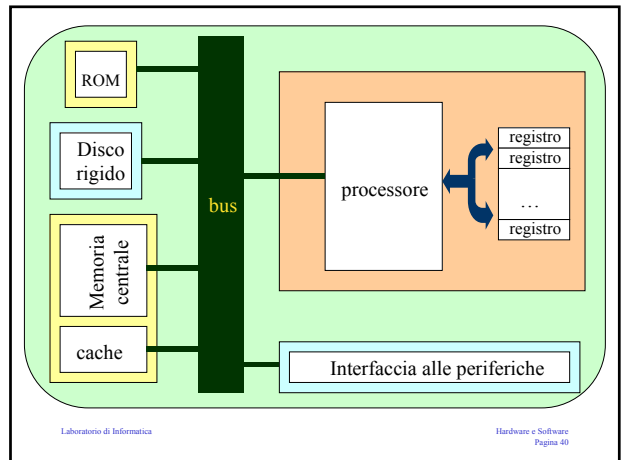
Supporti ottici

- (CD, DVD)
- Bassa velocità di accesso
- Basso costo
- Portabilità
- Alti consumi energetici



Masterizzazione

- Il procedimento di scrittura di informazioni su un CD viene detto **masterizzazione** (in inglese: *to burn*, bruciare!)
 - mono-sessione: il CD viene scritto una volta sola e finalizzato, non sarà possibile scrivere nuovamente anche se è rimasto dello spazio libero
 - multi-sessione: sarà possibile scrivere ancora se è rimasto spazio libero.



La memoria: gerarchia

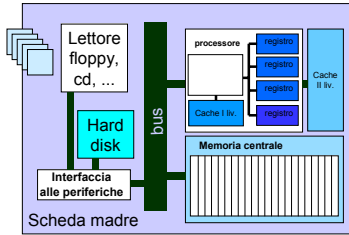
- Esiste una dipendenza inversa tra costo di realizzazione e velocità del dispositivo
- Per questo motivo la memoria di un computer è distribuita su dispositivi hw diversi, che nel loro insieme definiscono il sistema di memoria del computer, costituito quindi da una **gerarchia di memorie**
- Ai livelli più alti della gerarchia di memorie ci sono le memorie più veloci ma più costose
- Ai livelli più bassi ci sono quelle più economiche ma più lente

Uso della gerarchia

- Quando il processore ha bisogno di un dato, prima guarda se è presente nella memoria cache; se non lo trova lì lo va cercare nella memoria centrale un po' più lenta, se non c'è neanche lì, lo va a cercare sul disco fisso che ha tempi di accesso e trasferimento superiori

Gerarchia della memoria

- Registri
- Cache I livello
- Cache II livello
- Memoria centrale
- Hard disk
- Supporti magnetici e ottici



Periferiche

- dispositivo fisico (**device**)
- componente elettronica di controllo (**controller**)
 - Il controller è realizzato su un circuito stampato.
 - Riceve gli ordini dal processore e li impartisce al dispositivo fisico.
- componente software detta **device driver** che deve essere installata in memoria per il corretto funzionamento del dispositivo
- Il driver è il programma che gestisce la periferica
 - viene consegnato insieme alla periferica (di solito memorizzato su un CD-ROM) e deve essere installato in memoria.

SOFTWARE

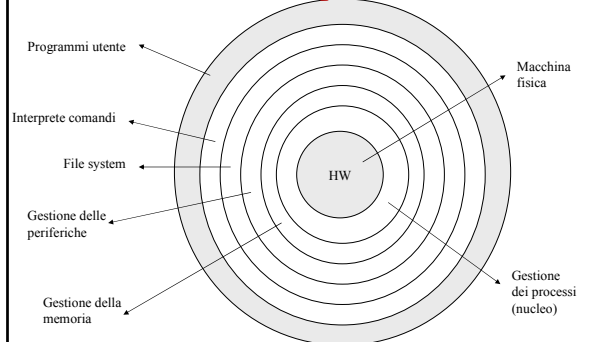
Sistema operativo

- I sistemi operativi per personal computer più diffusi sono
 - **Windows**, distribuito dalla Microsoft
 - **Linux**, disponibile gratuitamente (*freeware*)
 - **MacOs**, distribuito dalla Apple

Il sistema operativo

- Gli aggiornamenti di sistema operativo, o più in generale di sw, vengono chiamati
 - Patch nel mondo Unix
 - Service pack nel mondo Windows
- Gli aggiornamenti vengono in genere distribuiti attraverso CD o attraverso la rete

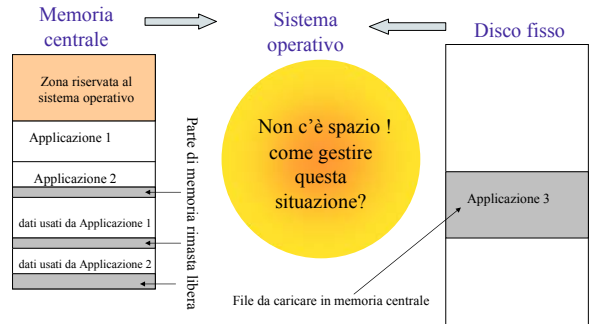
Sistema operativo



La memoria virtuale

- Le dimensioni della memoria centrale sono relativamente piccole, e spesso succede che i programmi applicativi o i file di dati abbiano dimensioni superiori allo spazio disponibile nella RAM.
- Situazioni di questo tipo si verificano soprattutto quando un utente richiede di lavorare con più di una applicazione "contemporaneamente".

La memoria virtuale



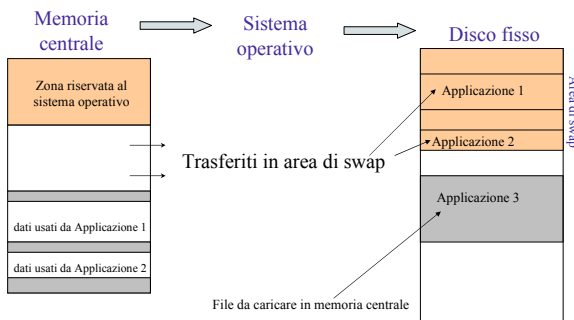
La memoria virtuale

- In questi casi il sistema operativo dovrebbe impedire l'apertura di nuovi programmi per mancanza di memoria.
- Una soluzione meno drastica consiste nel permettere al sistema operativo di utilizzare una zona del disco fisso come "espansione" della memoria centrale, e di usarla come deposito temporaneo di alcune informazioni contenute nella memoria centrale.

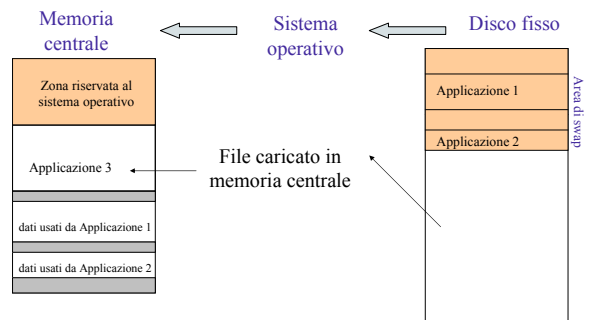
La memoria virtuale

- La parte di disco fisso dedicata a questa funzione di *memoria virtuale* è detta *area di swap*, e non è accessibile da parte dell'utente.
- Il sistema operativo sceglie quali parti della memoria centrale scaricare temporaneamente nell'area di swap e quali parti dell'area di swap riportare in memoria centrale

La memoria virtuale



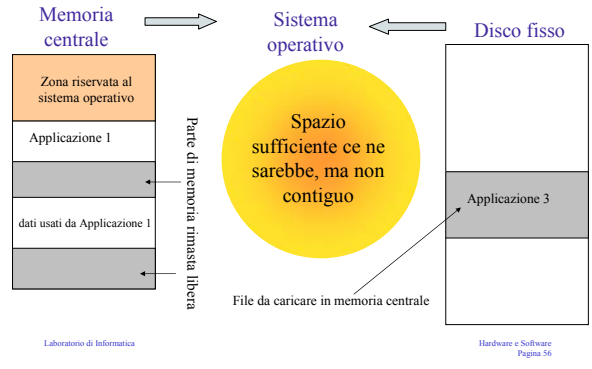
La memoria virtuale



La memoria virtuale

- I problemi non sono completamente risolti se si cerca spazio contiguo nella memoria centrale.
- Ecco un caso tipico non risolto applicando semplicemente lo swapping:

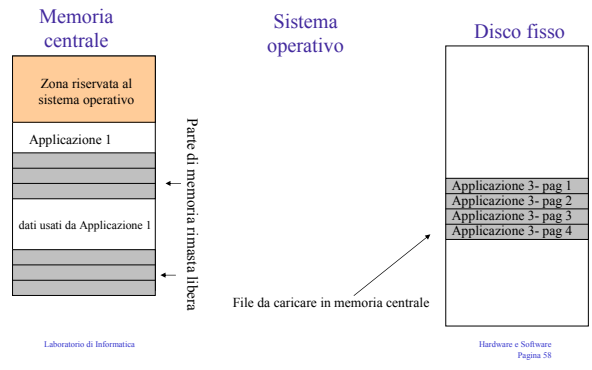
La memoria virtuale



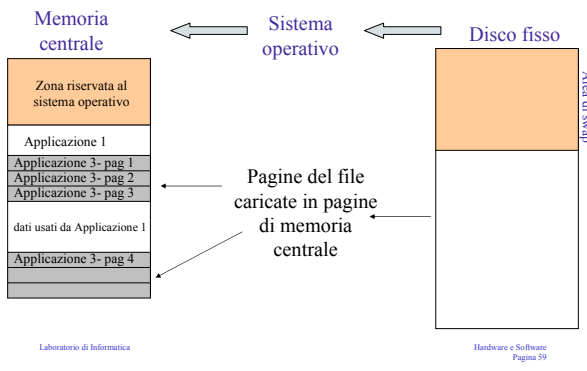
La memoria virtuale

- La soluzione consiste nel gestire i file a pagine, permettendo il trasferimento di alcune pagine dalla e nella memoria centrale al posto dei file interi.

La memoria virtuale



La memoria virtuale



La memoria virtuale

- La combinazione di paginazione e swapping permette un utilizzo ottimizzato della memoria centrale.
- Il sistema operativo di volta in volta decide quali pagine scaricare dalla memoria centrale all'area di swap e quali portare dall'area di swap in memoria centrale.

La memoria virtuale

- L'utente può accorgersi di una *page fault* (cioè del fatto che la pagina richiesta non è presente nella memoria centrale) durante l'utilizzo di una applicazione, perché percepisce un ritardo tra un comando inviato al computer e la risposta
- Ciò è dovuto al fatto che l'algoritmo di gestione della memoria è abbastanza complesso (oltre al tempo necessario per realizzare lo spostamento fisico delle pagine).

La memoria virtuale

Infatti il sistema operativo deve:

- scegliere quali pagine trasferire in base all'uso che l'utente ne sta facendo
- mantenere aggiornate le tabelle che tengono traccia della corrispondenza tra indirizzi logici (cioè la sequenza di pagine di un dato file) e indirizzi fisici (cioè la loro posizione nella memoria fisica)

Il file system

- Componente del SO che provvede alla gestione delle informazioni residenti su disco
- Fornisce le seguenti funzioni
 - Memorizzazione
 - Aggiornamento
 - Cancellazione

Il file system

- Le informazioni memorizzate su disco sono oggetti chiamati *file di dati* (o anche *documenti*)
- Ogni file è caratterizzato dal nome, dalla posizione all'interno del file system e da altre informazioni; per esempio in alcuni tipi di file system gli utenti possono specificare i seguenti permessi di accesso
 - Read (r)
 - Write (w)
 - Execute (e)e differenziarli a seconda dell'utente

Il file system

- Il contenuto di un file è definito dall'utente proprietario del file
- Le informazioni contenute in un file creato con una determinata applicazione vengono memorizzate secondo un particolare formato
- Ciascuna applicazione è in grado di riconoscere e operare su file di formato fissato
- Al fine di rendere esplicito il formato di un file si utilizzano alcune convenzioni nella composizione del nome del file

Il file system

- Il nome di un file è generalmente costituito da due componenti separate da un punto

nome.suffisso

- nome è scelto dall'utente, solitamente in modo da evocare il contenuto del file
- suffisso è automaticamente aggiunto dall'applicazione che usa/genera il file e ne indica il formato, per esempio .doc, .xls, .txt, .c, .ps, .pdf, ecc.

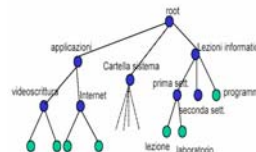
Il file system

- I file sono contenuti in file detti **cartelle/directory**
- Le cartelle sono organizzate in una struttura gerarchica (ad albero in cui i file sono le foglie)
- Il livello più alto della gerarchia è occupato dall'unità disco su cui risiedono le cartelle (radice)



Il file system

- Il file system ha dunque una struttura gerarchica (in particolare ad albero) nella quale:
 - i file di dati sono le estremità (le foglie)
 - esiste un'unica directory cui tutta la struttura fa capo (la radice)



Il file system

- Ogni file all'interno del file system è individuato in base alla sua posizione nell'albero, cioè al cammino (**pathname** o **path**) che si deve percorrere per raggiungerlo partendo dalla radice
- Per esempio il file che contiene il programma del corso di Informatica è individuato dal seguente cammino:

root→Lezioni informatica→programma

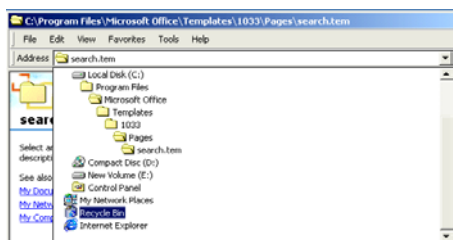
Il file system

- Ogni sistema operativo prevede una sintassi per la scrittura dei cammini
 - Windows
 - la radice della struttura gerarchica è il **desktop**
 - i nodi di pathname sono separati da \
 - ogni disco è individuato da una lettera
 - Linux
 - la radice della struttura gerarchica è la directory **root** indicata con /
 - i nodi di pathname sono separati da /
 - ogni disco è nascosto nel file system
- Ogni sistema operativo visualizza in modo diverso i contenuti del file system

Il file system

Gerarchia di directory

pathname



Il file system

La struttura fisica del file system è gestita dal sistema operativo, che, su richiesta di memorizzazione di un file su disco, di volta in volta deve:

- Trovare spazio sufficiente (non necessariamente contiguo) per memorizzare il file
- Attivare il trasferimento dei dati
- Aggiornare delle tabelle opportune per essere in grado di recuperare il file nella sua interezza quando verrà nuovamente richiesto dall'utente.

