
Dispositivi di memorizzazione

Corso di Calcolatori Elettronici I

Dipartimento di Informatica e Sistemistica
Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Necessità della memoria di massa

- La memoria RAM
 - » è costosa, relativamente **limitata** in dimensione: non può contenere contemporaneamente tutti i programmi e i documenti dell'utente
 - » è una **memoria volatile**, cioè tutti i dati in essa caricati vengono persi allo spegnimento del computer
- Necessità di disporre di supporti che consentano di memorizzare **grandi** quantità di dati e programmi in modo **permanente** (una volta spento il computer i dati non vengono persi)
- Tali supporti sono le **memorie di massa** (dette anche ausiliarie, esterne o secondarie)



Componenti di una memoria di massa

- Le Memorie di Massa presentano due elementi distinti:
 - » Il **dispositivo di lettura/scrittura**
 - » Il **supporto di memorizzazione** vero e proprio, ad esempio il disco negli Hard Disk e nei Compact Disk (CD)
- Le operazioni di lettura scrittura implicano un'interazione con la memoria RAM:
 - » **Scrivere** significa copiare dati dalla RAM al supporto
 - » **Leggere** significa copiare dati dal supporto alla RAM
- Nell'architettura di von Neumann, si considera la memoria di massa alla stregua di un dispositivo d'ingresso (input) e/o di uscita (output).



Classi di dispositivi

- Tipi di memorie di massa:
 - » *dispositivi magnetici* (nastri o dischi): l'informazione è presente in memoria come stato di magnetizzazione, che può essere positivo o negativo
 - » *dispositivi magneto-ottici*: dati registrati in forma magnetica, ma l'operazione di registrazione e lettura avviene previo riscaldamento di un fascio laser
 - » *dispositivi ottici* (CD ROM, DVD): l'informazione è presente in memoria come stato di polarizzazione del materiale
 - » *memorie allo stato solido* (o *memorie flash*): realizzate con tecnologie allo stato solido ed impiegate per dispositivi di piccole dimensioni

- I vari dispositivi possono essere classificati ulteriormente in base al metodo di accesso consentito:
 - » ad **accesso sequenziale** (es.: nastri magnetici): si accede ai dati secondo una sequenza ordinata predeterminata, per cercare un dato è necessario accedere a tutti quelli che lo precedono sul dispositivo
 - » ad **accesso diretto** (es.: dischi magnetici o ottici): i dati sono acceduti senza scorrerli sequenzialmente; possibile grazie all'indirizzamento di porzioni (blocchi) del dispositivo, in maniera simile a quello che succede nelle RAM



La memoria magnetica

- Il supporto di memorizzazione è ricoperto di materiale magnetico la cui superficie presenta tante particelle magnetiche, una accanto all'altra, allineate in uno dei possibili versi (il tipo di allineamento corrisponde al valore del bit da memorizzare)
- Scrittura dei dati
 - » mentre il disco gira una testina di lettura/scrittura emette piccoli impulsi elettrici che hanno l'effetto di polarizzare magneticamente le particelle che incontrano sulla superficie del disco
- Lettura dei dati
 - » avviene il processo inverso: le particelle magnetizzate inducono nella testina una corrente elettrica che viene trasmessa come una successione di 0 e di 1



Memorie a nastro

- Le più classiche memorie ad accesso sequenziale
- Il supporto magnetico è costituito da una striscia di materia plastica ricoperta da uno strato di materiale magnetico
- Il nastro è arrotolato su supporti circolari o in cassette
- La maggioranza dei nastri è di tipo *append only*, cioè la modifica dei dati può avvenire solo aggiungendo queste modifiche alla fine, senza poter intervenire nella parte già memorizzata



Memorie a nastro

- I dati sono suddivisi in blocchi (*record*), composti da:
 - » testata (*header*)
 - » dati veri e propri
 - » coda (*trailer*)
 - » spazi fra i record (*inter-record gap*)
- I *tape marker* sono record speciali che indicano la fine di un file
- Limitazioni:
 - » tempo non indifferente per il caricamento del supporto a causa di operazioni di aggiustamento meccanico ed elettronico
 - » nelle operazioni di trasferimento dati, se il flusso di trasferimento è interrotto, la necessità di fermarsi, ricollocarsi e riprendere il trasferimento peggiora di due ordini di grandezza la velocità di trasferimento



Memorie a dischi

- Vantaggio di consentire l'accesso diretto ai dati senza necessità di scorrerli sequenzialmente
- Tecniche di memorizzazione:
 - » magnetica
 - ◆ memorizzazione su materiale magnetico
 - ◆ maggiore velocità di lettura-scrittura
 - ◆ poco sicura relativamente al mantenimento dei dati (la vicinanza a fonti magnetiche, può provocare la cancellazione dei dati)
 - » magneto-ottica
 - ◆ memorizzazione su materiale magnetico riscaldato da laser
 - ◆ una volta raffreddato, il disco non è più sensibile ai campi magnetici → maggiore sicurezza relativamente al mantenimento dei dati
 - » ottica
 - ◆ memorizzazione e lettura mediante fascio laser
 - ◆ capacità e prestazioni più ridotte rispetto ai dischi magnetici ripagate dalla rimovibilità del supporto



Dischi magnetici

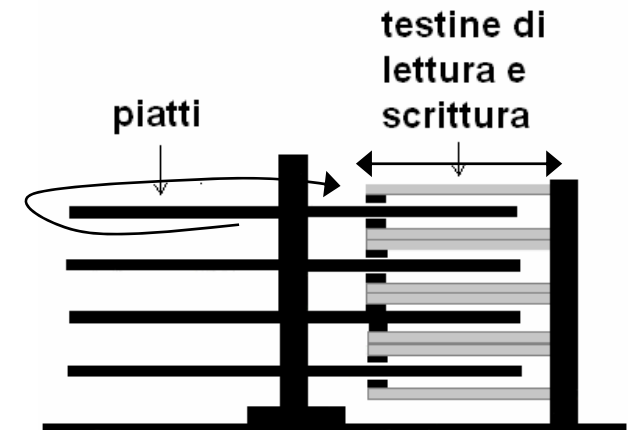
➤ Modelli di unità

» **disco rigido** (*hard disk*)

- ◆ fissati stabilmente all'apparecchiatura, hanno velocità e capacità di memorizzazione maggiori

» **dischetto** (*floppy disk*)

- ◆ avevano il vantaggio di essere rimovibili, ma sono ormai stati sostituiti da CD-ROM e penne digitali

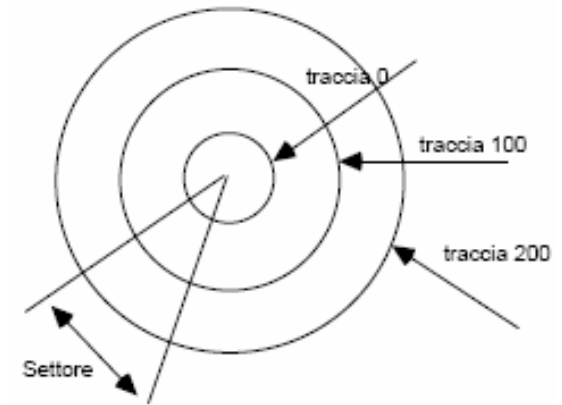


➤ Componenti

- » uno o più **piatti** di materiale metallico, plastico o vetroso ricoperti su entrambe le facce da materiale magnetico
- » **testine mobili** (una per ogni faccia dei piatti) *radialmente* per consentire le operazioni di registrazione e riletture

Dischi magnetici: organizzazione dei dati

- I dati sono registrati sulla superficie dei piatti serialmente in cerchi concentrici, chiamati **tracce**
- L'insieme di tutte le tracce poste sulla stessa verticale si chiama **cilindro**
- Ogni traccia è suddivisa in **record fisici** o **settori**
 - » un settore contiene in genere 512 byte
 - » una traccia contiene una decina di settori
- La tecnica di registrazione dei settori è la stessa vista per i nastri magnetici (header, dati utili, trailer, inter-sector gap)
- Il processo di suddivisione del disco in tracce e settori è detto **formattazione**
 - » un disco nuovo non è suddiviso in tracce e settori perché diversi sistemi operativi possono richiedere il loro tipo particolare di suddivisione



Dischi magnetici: accesso dei dati

- L'indirizzo di un settore è dato dalla tripla:
 - » numero cilindro
 - » numero superficie, detto anche numero di traccia
 - » numero settore
- Il tempo di accesso ad un settore si compone dunque di tre componenti...
 - » tempo di ricerca del cilindro (**tempo di seek**, valore medio TS)
 - » tempo di posizionamento sul settore (**tempo di latenza**, valore medio TL)
 - » tempo di selezione della superficie, trascurabile rispetto agli altri
- Il tempo medio di accesso al settore è dunque $TA = TS + TL$, al quale va aggiunto
 - » il tempo di trasferimento del blocco $TT = B/V$, dove B è il numero di byte del blocco e V è il *data transfer rate*, espresso in Mbyte/sec
- Il miglioramento delle prestazioni dei dischi è legato alla densità di registrazione sostenibile:
 - » **densità lineare di registrazione** (bit per pollice, *bpi*), al suo aumentare aumenta la velocità di trasmissione
 - » **densità radiale di registrazione** (tracce per pollice, *tpi*), al suo aumentare aumenterà la capacità del disco



Dischi magnetici: qualche esempio

- Floppy disk (sono ancora utilizzati quelli da 3.5")
 - » capacità: 1.4 MB
 - » struttura: unica superficie a doppia faccia
 - » velocità di rotazione: 300 rpm
 - » tempo di accesso: 500 ms
 - » stanno venendo sostituiti dai CD-ROM per distribuire software e dalle penne digitali per trasferire dati fra sistemi

- Hard disk
 - » capacità: 40 – 300 GB e oltre...
 - » velocità di rotazione: 5200 - 7400 rpm
 - » tempo di seek: 7 – 12 ms
 - » anche rimovibili...

- Array di dischi
 - » schiera di dischi opportunamente organizzati
 - » es.: RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks)
 - ◆ array di dischi visti dal sistema centrale come unico volume dati
 - ◆ ridondanza fra i dati per migliorare il tempo di accesso o l'affidabilità
 - ◆ file distribuiti per migliorare i tempi di accesso



Dischi ottici

- Struttura paragonabile a quella dei vecchi dischi musicali di vinile, infatti i dati sono ordinati lungo un'unica traccia a forma di spirale
- Storia dei dischi ottici
 - » 1982, **CD audio**
 - » 1985, **CD-ROM** (Compact-Disk Read Only Memory) e **CD-WORM** (WORM: Write Once Read Many)
 - » 1996, **CD-RW** (RD: Read Write), cioè CD riscrivibili più volte
 - » 1997, **DVD video** e **DVD-ROM** (DVD: Digital Versatile Disk)
 - » 2000, **DVD-RW**



Dischi ottici: principi di funzionamento

- La memorizzazione avviene alterando o meno la superficie tramite la luce prodotta da un raggio laser
- Scrittura dei dati binari
 - » sulla superficie del disco vengono incisi dei buchi (o scanalature) detti **pit**, che rappresentano il bit 1, l'assenza di scanalatura (detta intersolco) rappresenta il bit 0
- Lettura dei dati binari
 - » il raggio laser in lettura colpisce la superficie del disco, che riflette più o meno la luce a seconda che il raggio colpisca un intersolco o una scanalatura
 - » un dispositivo, il rilevatore fotoelettrico, misura i diversi gradi di rifrazione della luce, che vengono poi trasformati in bit



Dischi ottici: qualche esempio

➤ CD

- » capacità: 650 – 800 MB
- » tempi di accesso: 50 – 150 ms
- » velocità di trasferimento: fino a 52x150 kB/s (quest'ultima è il transfer rate della porta parallela)
 - ◆ tempi di scrittura maggiori di quelli di lettura, quelli di riscrittura ancora maggiori

➤ DVD

- » capacità: fino a 17 GB (26 volte quella di un CD)
- » Tempi di accesso: ~100 ms
- » velocità di trasferimento: fino a 8x1250kB/s, molto maggiore di quella dei CD
- » i DVD non possono essere letti dai lettori CD ma richiedono unità apposite, mentre è possibile il contrario



Memorie allo stato solido

- Sono memorie rese non volatili attraverso tecnologie EPROM oppure mediante batterie di alimentazione e dischi di backup
- Simili alla RAM statica ma più lente
- Più veloci dei dischi magnetici (non hanno parti mobili come la testina)
- Facilmente deteriorabili a causa delle modalità di scrittura

