

# Corso di Fondamenti di Informatica



## Lezione 7

**Nicola Capuano**

Dipartimento di Scienze Aziendali, Management  
& Innovation Systems

[ncapuano@unisa.it](mailto:ncapuano@unisa.it)

## Programma del Corso

### **Modulo 1 - Tecnologie dell'informazione e della comunicazione**

- Introduzione alle ICT
- Rappresentazione Digitale dell'Informazione
- Rappresentazione Digitale dei Dati Multimediali
- Architettura Hardware di un Computer
- Software e Sistemi Operativi
- Reti di computer

# Architettura Hardware di un Computer

## Parte 2: Memorie Secondarie

### Bibliografia

- Par 4.1: Memorizzazione dei dati
- Par 4.2: I supporti di memorizzazione
- Par 4.3: I dischi fissi
- Par 4.4: I dischi ottici
- Par 4.5: Aumentare la capacità
- Par 4.6: Il backup
- Approfondimenti su queste slide



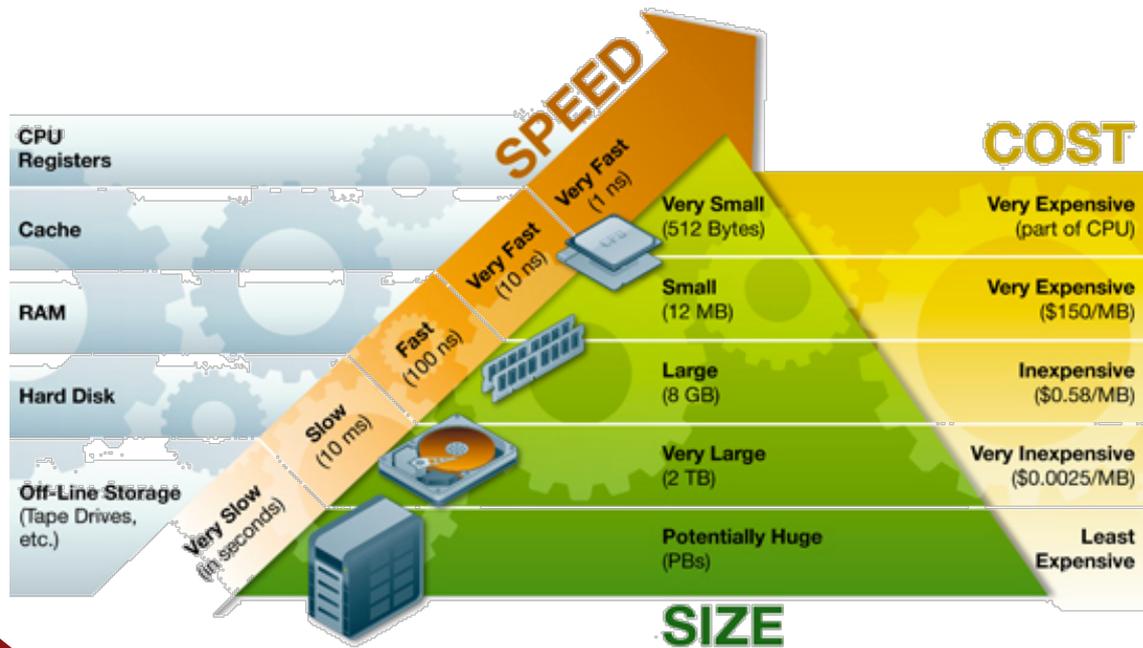
## Gerarchia della Memoria

Il computer utilizza **diversi tipi di memoria**

- **Registri**: contengono le **istruzioni che la CPU sta eseguendo** in un determinato istante ed i relativi **dati**
- **Cache**: contiene i **dati e istruzioni usati più frequentemente** o vicini a quelli appena utilizzati
- **Memoria centrale (RAM)**: contiene le **istruzioni dei programmi attivi** sul computer ed i relativi dati
- **Memorie secondarie**: contengono **programmi non attualmente attivi e dati non attualmente utilizzati**

Scendendo nella **gerarchia** i supporti diventano **più lenti, meno costosi e con capacità maggiore**

# Gerarchia della Memoria



# Dispositivi e Supporti

Le memorie secondarie si compongono di **due elementi**

- Il **dispositivo di memorizzazione** ha la funzione di leggere e scrivere dati sul supporto
- **Leggere** significa copiare dati **dal supporto alla memoria centrale**
- **Scrivere** significa copiare dati **dalla memoria centrale al supporto**
- Il **supporto di memorizzazione** è il componente fisico su cui vengono immagazzinati i dati



# Rimovibilità

Il **supporto di memorizzazione** può essere:

- **Integrato nel dispositivo**  
(hard disk, SSD)
- **Rimovibile**  
(CD, DVD, Memory card, floppy, ecc.)

I **supporti** possono essere:

- **On-line** se immediatamente disponibili al computer
- **Off-line** se momentaneamente archiviati

**Memoria on line**

Persona che legge un libro



Nastro inserito nell'unità



CD-ROM inserito nell'unità



**Memoria off line**

Libri sugli scaffali



Libreria di nastri



Collezione di CD

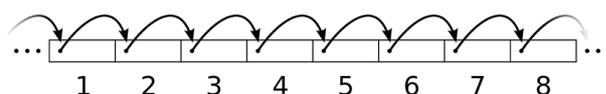


# Modalità di Accesso

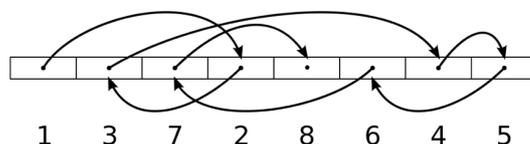
L'**accesso ai dati** memorizzati può essere di **due tipi**

- **Accesso diretto**: è possibile ottenere ogni elemento in tempo (quasi) costante, **indipendentemente dalla sua posizione**
- **Accesso sequenziale**: l'accesso ad un elemento richiede più o meno tempo **a seconda della sua posizione**

Accesso sequenziale



Accesso casuale



# Tipi di Supporto

I supporti di memoria possono essere di tre **tipologie** diverse

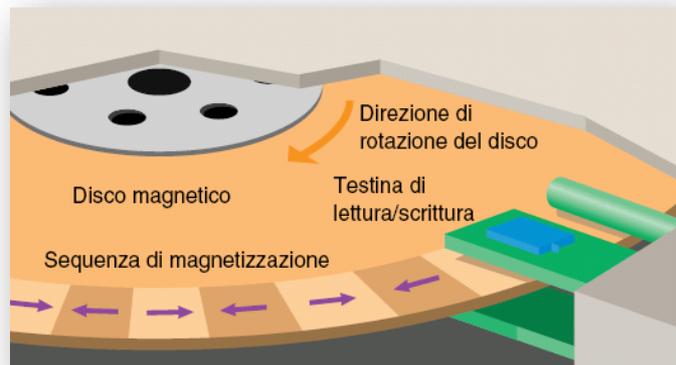
- **Magnetici**: utilizzano dei impulsi elettrici per **cambiare e la polarità di particelle magnetiche** distribuite su un supporto
- **Ottici**: utilizzano un laser per **incidere la superficie** di un supporto creando sottili **scanalature**
- **Allo stato solido**: utilizzano chip simili a quelli della **memoria centrale** ma in grado di **registrare in modo permanente**



# Memorie Magnetiche

La superficie di una memoria magnetica contiene **particelle magnetiche** disposte una accanto all'altra

- Ogni particella può essere **allineata in due possibili versi** corrispondenti alle **cifre binarie 0 e 1**
- **Scrittura**: mentre il disco gira **una testina emette impulsi elettrici** che invertono la **polarità delle particelle**
- **Lettura**: le particelle magnetizzate **inducono nella testina una corrente elettrica** che viene **trasmessa al computer** come successione di 0 e 1



# Hard Disk

È la memoria secondaria **più diffusa**

- Può essere **interno** o **esterno** al computer
- È costituito da una scatola sigillata contenente **uno o più piatti di alluminio o vetro-ceramica**
- Ogni piatto è rivestito, su entrambi i lati, di un **sottile strato di materiale magnetico**
- Le **dimensioni** più comuni dei piatti sono **2,5"** e **3,5"**
- I piatti sono in **rotazione continua**
- Per ogni piatto ci sono **due testine di lettura/scrittura**



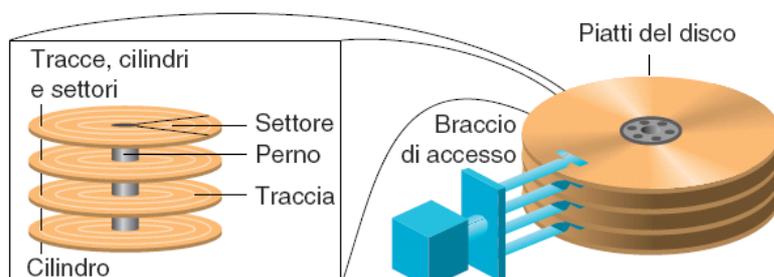
# Hard Disk

I dati sono **registrati in cerchi concentrici** detti **tracce**

- Ogni **traccia** è **divisa in settori**
- L'insieme delle **tracce sulla stessa verticale** è detta **cilindro**
- i dati di un **cilindro** vengono **acceduti contemporaneamente**

**Tutti i settori hanno la stessa capacità**

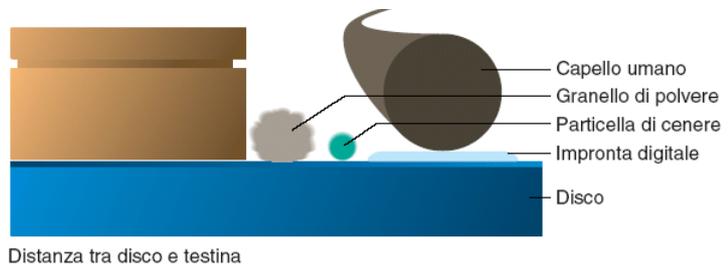
- Nei dischi più moderni le tracce più esterne presentano **un numero maggiore di settori**



# Hard Disk

Le **testine** dell'hard disk si spostano in modo **solidale**

- Distano **pochi nanometri** (miliardesimi di metro) dal disco per **umentare la densità di registrazione**
- Non vengono mai a **contatto diretto con il disco**
  - Sono tenute **sollevate dall'aria mossa dalla rotazione dei dischi**
  - Un disco può ruotare ad una velocità **superiore ai 250 Km/h**
- Una piccola particella di polvere può far entrare in **contatto testina e disco** causando un **danno irreparabile (crash della testina)**
- Per evitare tali incidenti, un Hard Disk è racchiuso in un **contenitore sigillato**



# Velocità

Il **tempo di accesso** è il tempo impiegato per il **reperimento dei dati su un hard disk** ed è composto da:

- **Tempo di posizionamento**: tempo impiegato per **posizionare la testina sulla traccia** che contiene i dati
- **Latenza**: tempo necessario affinché i **dati da leggere scorrano sotto la testina**
  - Dipende dalla **velocità di rotazione dell'hard disk** che si esprime in **Giri al Minuto (rpm)**: e.g. **4.200, 5.400, 7.200, 10.000, 15.000**

La **velocità di trasferimento** è la massima quantità di dati trasferita in un secondo tra disco e RAM

- Dipende dalla **capacità dell'interfaccia** utilizzata (USB, SATA, PATA, ecc.) ed è **misurata in MBps** (Megabytes al secondo)
  - **35 MB/s (USB 2)**, **400 MB/s (USB 3)**, **600 MB/s (SATA 3)**

# RAID

## Redundant Array of Independent Disks

- È un **insieme di hard disk** collegati tra di loro che vengono visti dall'utente **come unità singola**

### Consentono di:

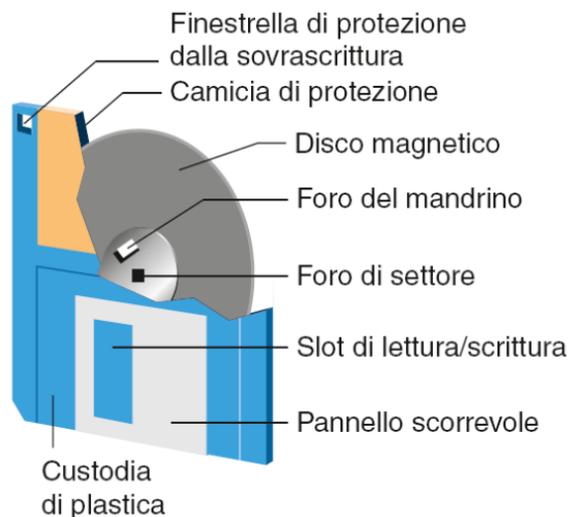
- **Suddividere i dati** in più parti memorizzando le varie parti **su dischi diversi (striping)**
  - Maggiore velocità grazie al parallelismo
- **Replicare gli stessi dati** su dischi diversi (**mirroring**) per prevenire malfunzionamenti
  - In caso di **rottura** di un disco **non avvengono perdite di dati**



# Floppy Disk

È composto da un **disco magnetico** coperto da una **protezione in plastica**

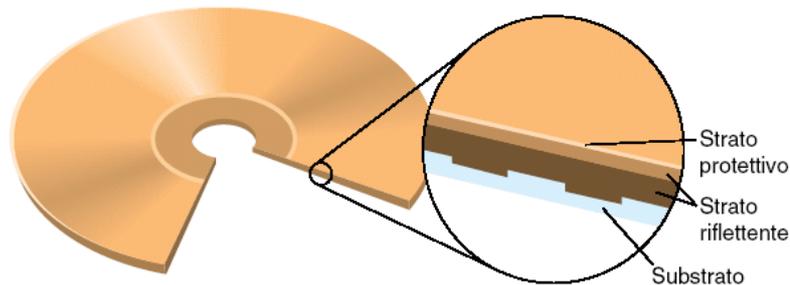
- Ha un **funzionamento analogo** all'hard disk ma il **dispositivo (lettore)** ed il **supporto (floppy)** non sono integrati
- Capacità variabile **da 100 Kb a 1,44 MB**
- **Ormai in disuso**



# Memorie Ottiche

Sono composte da **materiale riflettente** ricoperto da uno **strato protettivo**

- I **dati** sono registrati sulla superficie lungo un'unica **traccia a forma di spirale** sotto forma di **bump** (solchi) e **land** (parti lisce)
- **Esempi:** CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD, BlueRay



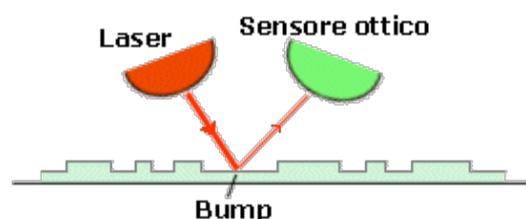
# Memorie Ottiche

## Scrittura

- Per rappresentare un **bit 1** viene **incisa sulla superficie una scanalatura (bump)** con un **laser**
- L'**assenza della scanalatura (land)** rappresenta il **bit 0**

## Lettura

- La lettura avviene attraverso un **laser e una lente**
- la quantità di **luce riflessa** è maggiore o minore a seconda se il raggio colpisce
  - una **zona scura (bump)** che viene **letta come 1**
  - una **zona chiara (land)** che viene **letta come 0**



# Memorie Ottiche

## 1<sup>a</sup> generazione (anni '80) **CD (Compact Disc)**

- Dati e programmi (da 650 a 800 MB)
- **Musica** (74 min)



## 2<sup>a</sup> generazione (anni '90) **DVD**

- Grandi quantità di dati (da 4,7 a 17 GB)
- **Video digitali** (fino a 240 minuti)



## 3<sup>a</sup> generazione (anni '00) **Blu-Ray Disk**

- Fino a **200 GB** di dati (40 volte un DVD da 4,7 GB)
- **Video digitali in alta definizione**



# Memorie Ottiche

## **Non riscrivibili** (CD-ROM, DVD-ROM, BD-ROM)

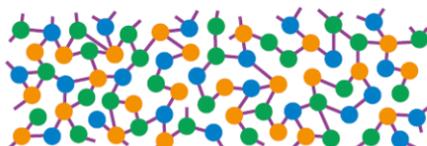
- Sono **incisi direttamente in fabbrica** e possono solo essere letti

## **Registrabili** (CD-R, DVD-R, DVD+R, BD-R)

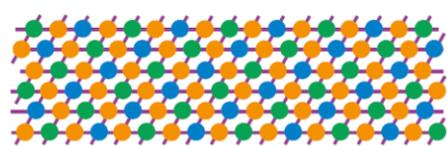
- Possono essere **incisi una sola volta** con un **masterizzatore** collegato ad un computer

## **Riscrivibili** (CD-RW, DVD-RW, BD-RE)

- Possono essere **registrati, cancellati e riutilizzati** con un **masterizzatore** collegato ad un computer
- Il materiale che li costituisce viene modificato da uno **stato cristallino** ad uno **stato amorfo**



Stato amorfo



Stato cristallino

# Velocità

## Tempo medio di accesso

Tempo impiegato per il **reperimento dei dati**

- **CD/DVD**: da 100 a 200 ms
- **Hard Disk**: da 4 a 10 ms

## Velocità di trasferimento

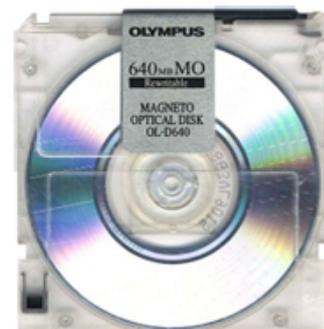
Massima **quantità di dati trasferita in un secondo** tra disco e RAM

- **CD**: da 0,146 MB/s (**1x**) a 7,6 MB/sec (**52x**)
- **DVD**: da 1,32 MB/sec (**1x**) a 21,13 MB/sec (**16x**)
- **Hard Disk**: 35 MB/s (**USB 2**), 400 MB/s (**USB 3**), 600 MB/s (**SATA 3**)

# Memorie Magneto-Ottiche

Sono **dischi** costituiti da un **materiale ferromagnetico** **protetto esternamente da un involucro di plastica**

- La **lettura** avviene come nelle memorie ottiche
- La **scrittura** avviene in maniera **combinata**
  - Il **laser** riscalda la **superficie del disco** fino al punto in cui la **polarizzazione delle particelle** può essere modificata
  - Una **testina magnetica** modifica la **polarizzazione delle particelle** a seconda dei dati da memorizzare
- Quando la **superficie si raffredda** è **impossibile modificare i dati**



# Memoria allo Stato Solido

È basata su **Memoria Flash**

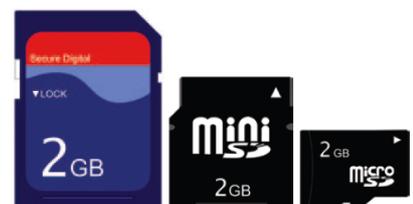
- Utilizza chip simili a quelli della RAM ma in grado di **registrare in modo permanente (non volatile)**
- È più lenta della RAM ma **più veloce della memoria magnetica**
- **Non ha parti meccaniche mobili** il che offre diversi vantaggi:
  - Rumorosità assente
  - Resistenza agli urti
  - Minori consumi
  - Minore produzione di calore
  - Tempi di accesso ridotti (tra 0.08ms e 0.16ms)



# Memoria allo Stato Solido

## Memory Card

- Sono memorie allo stato solido di **ridotte dimensioni**
- Necessitano di un apposito **lettore**
- **Esistono tanti formati** (il più diffuso è **Secure Digital - SD**)



## Pen Drive

- **Non necessitano di un lettore** perché si collegano al computer mediante la **porta USB**



# Memoria allo Stato Solido

## Dischi a Stato Solido (SSD)

- Si installano all'interno del computer al posto dell'hard disk
- Possono memorizzare in maniera non volatile **grandi quantità di dati**, senza l'utilizzo di organi meccanici
- Il nome è improprio: all'interno dell'SSD **non c'è nessun disco**
- Sono **più costose** ma **più veloci** degli hard disk

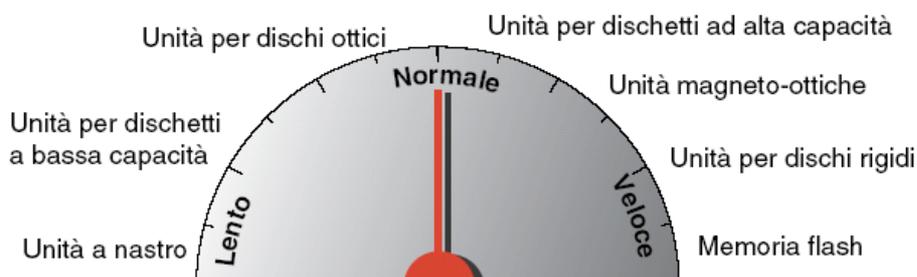


# Caratteristiche delle Memorie

## Velocità di accesso

- RAM » da 0.5 a 1 nanosecondo
- unità SSD » da 0.08 a 0.16 millisecondi
- dischi fissi » da 4 a 10 millisecondi
- dischi ottici » da 100 a 200 millisecondi

## Velocità di trasferimento



# Caratteristiche delle Memorie

## Capacità

- Hard Disk » alcuni Terabyte
- Unità SSD » 500 GB – 1 TB
- Disco ottico (Blue-Ray) » 50 – 100 GigaByte
- RAM » alcuni GigaByte

## Volatilità

- Memoria centrale » Volatile
- Memoria di massa » Non Volatile

## Costo

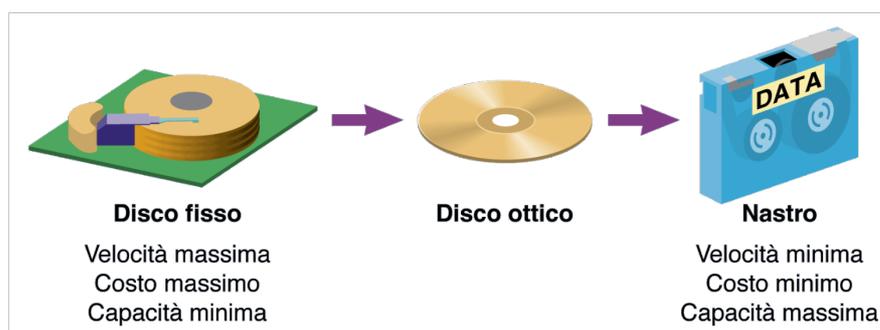
Mem. Ottica < Mem. Magnetica < SSD < RAM

# Caratteristiche delle Memorie

Per i dati di **uso frequente** conviene usare **dispositivi più veloci** (e più costosi)

Via via che i dati diventano **meno utilizzati**, essi vengono (automaticamente) spostati

- da supporti on-line veloci (e costosi)
- verso supporti off-line lenti (ed economici)



# Compressione

**Compressione del disco:** si comprime l'intera unità

- I **nuovi file** sono memorizzati direttamente in **formato compresso**
- I file sono **decompressi automaticamente** in fase di esecuzione

**Compressione di file:** si comprimono file specifici

- L'utente può creare un **archivio compresso** dove vengono memorizzati i file
- Se occorre utilizzarli bisogna **togliere i file dall'archivio**
- Compressione **fino al 50%** (immagini bitmap fino al 90% - se già in formato compresso non vengono ridotte)
- **Formati comuni:** ZIP, LZH, ARC, TAR, ecc.

# Backup

Durante il funzionamento di un computer possono verificarsi **incidenti** che portano alla **perdita dei dati**

- rotture meccaniche, virus, furti, incendi, ecc.

Il **backup** è una **copia di salvataggio dei file importanti su supporti esterni**

- Può essere **sistematico** o **sporadico**
- Il supporto di backup può essere **off-site** (lontano dal computer)
- Supporti ad **accesso diretto**: veloci, ma costosi
  - Hard Disk esterni, Dischi Ottici
- Supporti ad **accesso sequenziale**: lenti ma poco costosi
  - **Nastri e Cassette** sono ancora tra molto **utilizzate** per i backup

# Architettura Hardware di un Computer

## Parte 3: Dispositivi di Input/Output

### Bibliografia

- Par. 3.1: Dispositivi di I/O
- Par. 3.2: La Tastiera
- Par. 3.3 e 3.4: Input di Testo e Grafica
- Approfondimenti su queste slide



## Le Periferiche

Sono **dispositivi connessi al computer**, possono essere di **input**, di **output** o di **input/output**

**Dispositivi di input:** consentono di inserire i dati che il PC elaborerà, o per impartire comandi

- **Esempi:** Tastiera, Mouse, Touchpad, Scanner, Webcam, ecc.

**Dispositivi di output:** consentono di presentare all'esterno i risultati delle elaborazioni del PC

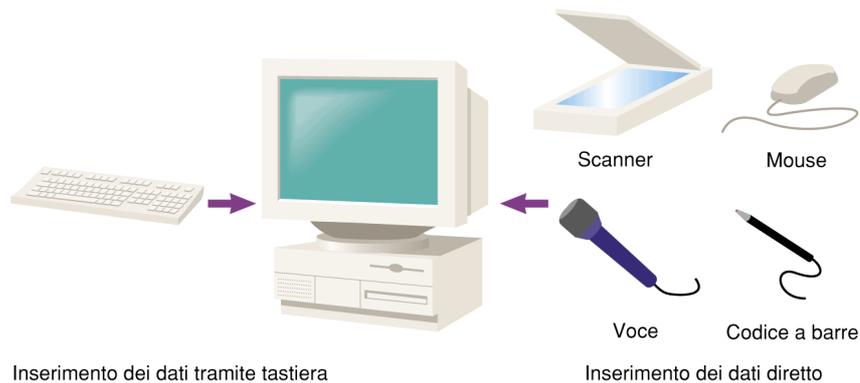
- **Esempi:** Monitor, Stampante, Plotter, Casse, Proiettore, ecc.

**Dispositivi di I/O:** svolgono entrambe le funzioni

- **Esempi:** Hard disk, USB Drive, Modem, Fax, ecc.

# Dispositivi di Input

- Dispositivi di **input manuale (tastiera)**: consentono l'inserimento manuale di dati testuali o numerici
- Dispositivi di **input diretto**: consentono l'inserimento automatico di dati senza passare dalla tastiera
- Dispositivi di **puntamento**: consentono di spostare un cursore sullo schermo, di eseguire comandi o manipolare dati già inseriti



# Tastiera

Può essere:

- **incorporata** nell'unità centrale del computer (come nei **notebook**)
- **una periferica esterna** (come nei computer **desktop**)
- **virtuale** ovvero comparire sullo schermo del dispositivo (come negli **smartphone e tablet**)

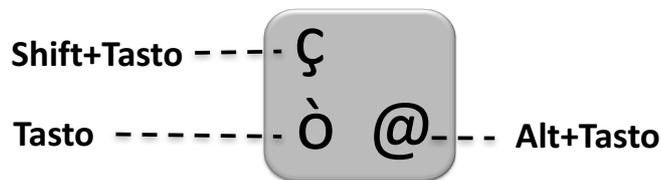


# Tastiera

Quando l'utente **preme un tasto**, al computer arriva il **codice ASCII** del relativo carattere

A tasto possono corrispondere a **più caratteri**

- Alcuni caratteri si ottengono attraverso la **pressione simultanea di un tasto modificatore Alt, Shift, Ctrl, Cmd**
- I **tasti funzione (F1-F12)** corrispondono a operazioni frequenti (ad esempio F1 spesso richiama HELP)



# Tastiera

## Disposizione dei tasti



- |                    |                     |                        |
|--------------------|---------------------|------------------------|
| Caratteri          | Tasti funzione      | Tasti blocco           |
| Tasti Windows      | Tastierino numerico | Tasto menu contestuale |
| Tasti modificatori | Tasti direzione     | Altri                  |

## Tastiera

Lo schema più comune per la **disposizione dei tasti** è il **QWERTY**

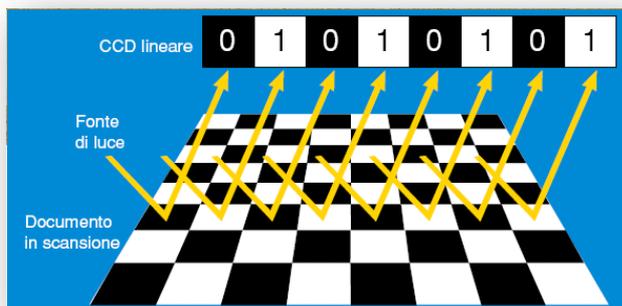
- Il nome deriva dalla **sequenza delle lettere dei primi sei tasti**
- Lo schema QWERTY fu inventato nel 1864 da un inventore statunitense di nome **Christopher Sholes**
- Nella tastiera QWERTY le **coppie di lettere maggiormente utilizzate sono separate**
- Ciò serviva per **evitare che i martelletti delle vecchie macchine per scrivere si incastrassero**



## Scanner

Consente di **digitalizzare** documenti analogici realizzati con strumenti tradizionali

- Un **fascio di luce** passa e si riflette su un foglio
- Un **sensore CCD (Charge-Coupled Device) lineare** legge l'intensità della luce riflessa in ogni singolo punto (**pixel**).
- Poiché **le zone scure riflettono meno luce di quelle chiare** il CCD assegna ad ogni punto un valore (0 oppure 1)



# Scanner

## Scanner a singola lettura

- i sensori del **CCD** sono **divisi in gruppi di tre**, ognuno con un filtro colorato per leggere i **colori fondamentali: verde, rosso e blu**
- **Ogni gruppo di tre sensori digitalizza un pixel** e lo codifica col modello RGB

## Scanner a tre letture

- per ogni pixel è presente un **unico sensore** a cui viene **cambiato il filtro ad ogni passaggio**
- È **più preciso** ma **più lento** di uno scanner ad una sola lettura



# Scanner

## Scanner piano

- Il **foglio rimane fermo** ma i sensori si spostano
- Costi più bassi ma peggiore precisione

## Scanner a tamburo

- Il **foglio scorre** e i sensori ottici restano fissi
- Costi più elevati ma migliore precisione

## Scanner con ripresa dall'alto

- Basato su fotocamere ad alta definizione
- Usati per **materiali delicati**
- Normalmente sono molto costosi



# Scanner

## Risoluzione

- Si misura in **dpi (dot per inch)** è il numero di **pixel letti per pollice**
- La **risoluzione ottica** è la **capacità effettiva dello scanner**, proporzionale al **numero di sensori**
  - Es: **400 sensori per 2,54 cm** corrispondono ad una risoluzione di **400 dpi**
- La **risoluzione massima** è la **capacità apparente dello scanner**, ottenuta **aggiungendo pixel intermedi all'immagine**
  - Il colore dei pixel aggiuntivi è ottenuto come **media dei pixel circostanti**

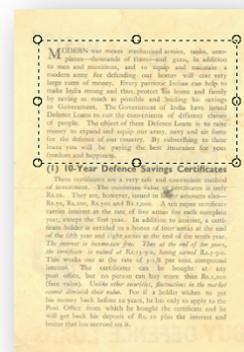
## Profondità di Colore

- È la **quantità di colori** che uno scanner riconosce
- Uno scanner a **24 bit** riconosce **16,7 milioni** di colori (modello RGB)

# Riconoscimento Ottico dei Caratteri

Uno scanner **digitalizza il documento in input** come se fosse un'**immagine bitmap**

- Il testo contenuto documento **non può essere riutilizzato** in un editor (e.g. Word Processor)
- Per poter estrarre il testo dall'immagine è necessario **rilevare i caratteri** contenuti nell'immagine e **codificarli in ASCII o Unicode**
- Per far ciò si utilizzano i **programmi OCR (Optical Character Recognition)**

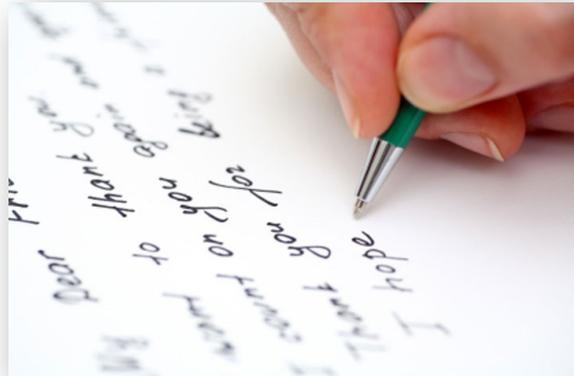


MODERN war means mechanised armies, tanks, aeroplanes-thousands of them-and guns, in addition to men and munitions, and to equip and maintain a modern army for defending our homes will cost very large sums of money. Every patriotic Indian can help to make India strong and thus protect His home and family by saving as much as possible and lending his savings to Government. The Government of India have issued Defence Loans to suit the convenience of different classes of people. The object of these Defence Loans is to raise money to expand and equip our army, navy and air force for the defence of our country. By subscribing to these loans you will be paying the best insurance for your freedom and happiness.

# Riconoscimento Ottico dei Caratteri

L'OCR è un campo di ricerca dell'Intelligenza Artificiale legato al **riconoscimento delle immagini**

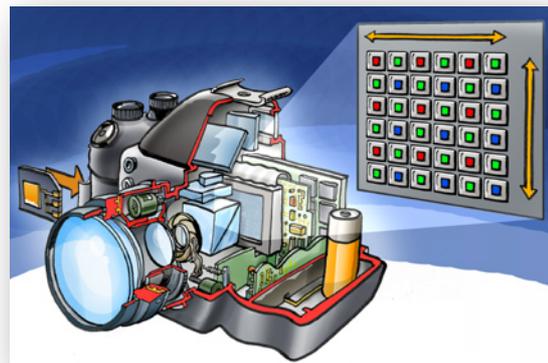
- I software OCR **non sono infallibili** e **possono confondere caratteri simili** (e.g. i maiuscola "l" e elle minuscola "l")
- Il **riconoscimento di un testo stampato** è considerato un **problema risolto**, con tassi di riconoscimento superiori al **99%**
- Il **riconoscimento della scrittura a mano libera** è un **problema ancora aperto** ed è tuttora oggetto di studi e ricerche



# Fotocamera Digitale

Invece di usare la pellicola, **cattura le immagini** tramite **dispositivi fotosensibili (CCD)**

- Memorizza le immagini **già in formato digitale** così da poterle trasferire su computer tramite **collegamento diretto**
- La risoluzione è espressa in **megapixel**: milioni di pixel totali utilizzati per codificare l'immagine (altezza x larghezza)
  - **Esempio**: una risoluzione di **3.872 x 2.592** corrisponde a circa **10 megapixel**
- Per digitalizzare una **fotografia analogica**, una diapositiva si usa invece lo **scanner**



# Videocamera Digitale

Cattura **sequenze di immagini** tramite dispositivi **fotosensibili (CCD)**

- Memorizza i **video in formato digitale** così da poterli trasferire su computer tramite **collegamento diretto**
- Include **tracce audio** tipicamente 2 catturate con un **microfono**
- Le **risoluzioni** più comuni sono **720 x 576 (SD)**, **1280x720 (HD)** o **1920x1080 (Full HD)**
- Per digitalizzare un **video analogico** (e.g. VHS) è necessario che il computer sia dotato di **scheda di acquisizione video**



# Webcam

È una **videocamera digitale** di piccole dimensioni

- Il nome deriva dalla contrazione delle parole **Web Camera**
- Può essere **integrata nel monitor del computer**
- È specializzata per la **trasmissione continua di immagini dal vivo (streaming)**
- Infatti **non ha meccanismi di memorizzazione**
- Può essere impiegata per realizzare **videoconferenze**



# Microfono

È un **trasduttore elettro-meccanico** capace di **convertire le onde di pressione sonora in segnali elettrici**

- Può essere **analogico** o **digitale**
- Un microfono **analogico** non provvede direttamente alla **digitalizzazione del suono**
  - Il suono arriva alla scheda audio sotto forma di **onde analogiche**
  - **La scheda audio provvede alla conversione in digitale**
- Un microfono **digitale** converte direttamente il suono in digitale
- Spesso è **integrato** in computer, videocamere, smartphone, ecc.



# Riconoscimento Vocale

I suoni catturati da un microfono sono codificati come **audio digitale**

- Le parole che fanno eventualmente parte del suono non **possono essere direttamente riutilizzate**
- Per poter **estrarre il testo da un audio digitale** è necessario ricorrere a programmi di **Riconoscimento Vocale**

## Utilizzi principali:

- **Dettatura**: l'utente inserisce del testo parlando anziché scrivendo con la tastiera
- **Interface vocali**: l'utente impartisce comandi tramite la voce (SIRI, CORTANA)



# Riconoscimento Vocale

Per **analizzare il parlato** si utilizzano due modelli usati in combinazione

## Modello Acustico

- Confronta il parlato dell'utente con **migliaia di campioni vocali**
- Seleziona il **miglior corrispondente acustico** di una parola, accompagnato da una lista di alternative

## Modello Linguistico

- Determina la parola più probabile in base ad **analisi statistiche e di contesto**
- Riesce a risolvere **casi di omofonia** (parole che hanno lo stesso suono e.g. anno ed hanno),

# Letture di Codici a Barre

Un **codice a barre** è un codice di identificazione costituito da un **insieme di elementi grafici a contrasto elevato**

- Generalmente formato da **barre e spazi di diverso spessore**
- Letto per mezzo di un **sensore a scansione** che restituisce l'informazione in esso contenuta



Codice 128

# Letture di Codici a Barre

Utilizza una **tecnologia simile a quella dello scanner**

- Una **barra di LED** illumina il codice e **un sensore CCD** cattura l'immagine
- L'informazione viene **decodificata, ricodificata in binario ed inviata al computer**

Utilizzo nelle **casse dei supermercati**

- Il lettore invia il codice del prodotto al computer
- Il computer restituisce il **prezzo** e la **descrizione** ottenuti interrogando un **database**
- Il computer **aggiorna il magazzino**



# Letture di Codici a Barre

Esistono diversi **tipi di codici a barre**

## Farmacode

(settore farmaceutico)



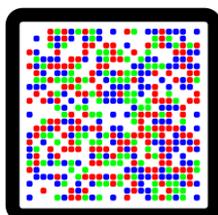
## EAN

(prodotti consumer)



## QR code

(vari utilizzi)



**Crontosign**  
(settore bancario)

# Bibliografia

- Par. 3.1: Dispositivi di I/O
- Par. 3.2: La Tastiera
- Par. 3.3 e 3.4: Input di Testo e Grafica
- Par 4.1: Memorizzazione dei dati
- Par 4.2: I supporti di memorizzazione
- Par 4.3: I dischi fissi
- Par 4.4: I dischi ottici
- Par 4.5: Aumentare la capacità
- Par 4.6: Il backup
- Approfondimenti su queste slide

