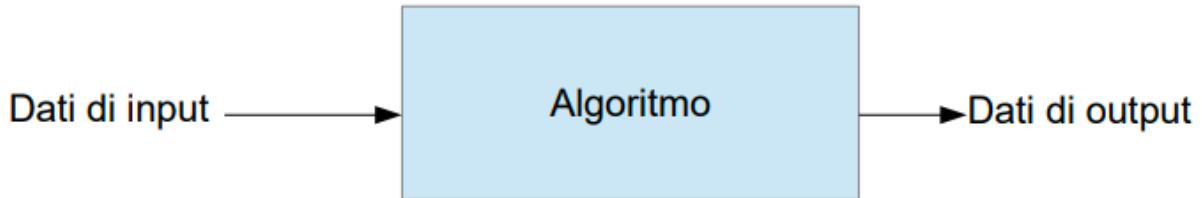


# 1 - Algoritmi e Programmi

## Algoritmo

Un algoritmo è una sequenza di azioni che un esecutore deve compiere per giungere alla soluzione di un qualsiasi problema computazionale, prende in input dei dati e li trasforma per produrre dei dati in output.

Di solito viene rappresentato in una scatola di questo tipo:



L'algoritmo e i dati sono strettamente legati, poichè le operazioni che esegue un algoritmo è condizionato dai dati che riceve

## Algoritmi e problemi

**Il problema computazionale e l'algoritmo** son due concetti distinti:

- Il **problema computazionale** specifica il risultato che si vuole ottenere, ovvero la relazione che lega i dati di input con i dati di output
- L'**algoritmo** definisce la serie di passi da eseguire per risolvere un problema

Un problema deve essere sempre definito;

Le definizioni di un problema devono essere complete, definire tutti i casi e soprattutto non essere **ambigua**.

Un possibile esempio è quello del minimo:

Il minimo di un insieme A è l'elemento di A che è minore o uguale ad ogni elemento di A, definito matematicamente in:

$$\min(A) = a \in A \Leftrightarrow \forall b \in A : a \leq b$$

La soluzione per questo problema è il confronto di ogni elemento con tutti gli altri, quello minore di tutti è il minimo

## Descrizione di algoritmi

La descrizione di un algoritmo è composta da azioni elementari

- L'effetto di un'azione su un dato è certo, unico e ripetibile (non dipende da fattori casuali)

- Le azioni devono essere comprensibili e non ambigue

## Valutazioni di algoritmi

Ogni algoritmo deve essere valutato in modo che produca il risultato atteso (correttezza), la correttezza di un algoritmo richiede una dimostrazione matematica, in genere **per induzione**

Un algoritmo poi deve essere **efficiente**, sia in termini di spazio (velocità) e spazio (occupazione di memoria)

Oltre a queste principali ci sono altre proprietà importanti

- Robustezza e sicurezza (gestione dei casi limite)
- Semplicità (possibilità di lettura semplificata e di espansione)
- Modularità
- Espandibilità
- Manutenibilità

## Progettare un algoritmo

Per poter progettare un algoritmo bisogna:

- **Saper comprendere ed identificare un problema** (nel caso ci sia una soluzione robusta già presente saperla riutilizzare)
- **Saper utilizzare le principali tecniche algoritmiche**

## Ciclo di sviluppo del Software

In uno sviluppo del software avvengono diverse operazioni:

- **Studio di fattibilità**: valutare costi e benefici del sistema da costruire
- **Raccolta e analisi dei requisiti**: definire il problema e specificare l'ambiente di sviluppo (sia software che hardware) per creare un **documento di analisi**
- **Progettazione**: individuare la soluzione del problema, andando a creare **il codice**
- **Verifica**: analisi del programma e della sua documentazione tramite prove di correttezza sintattiche e logiche (con test empirici o prove formali, di solito difficili da realizzare in sistemi complessi)
- **Manutenzione**: controllare che il programma durante l'esecuzione produca i risultati attesi e aggiornarlo ove necessario

## Qualità dei programmi

La fase di progettazione deve fornire un'analisi delle qualità che il programma deve possedere, si suddividono in:

- **Esterne:** caratteristiche evidenziabili dal solo funzionamento del programma durante la fase di esercizio, di solito visibili all'utente
- **Interne:** caratteristiche analizzabili e valutabili da esperti (sviluppatori in questo caso), attraverso uno studio delle scelte tecniche adottate

## Qualità esterne

- **Correttezza:** capacità di eseguire precisamente i compiti individuati durante l'analisi dei requisiti
- **Efficienza:** capacità di utilizzare in modo razionale ed economico le risorse di calcolo (in relazione all'obiettivo)
- **Robustezza:** capacità di funzionare in modo soddisfacente in condizioni limite o anomale rispetto a quelle previste in fase di analisi dei requisiti
- **Usabilità:** capacità di consentire un'interazione semplice, naturale ed efficace con l'utente finale

## Qualità interne

- **Riusabilità:** capacità di essere riutilizzato, in tutto o in parte, per applicazioni diverse rispetto a quella per la quale è stato prodotto
- **Modularità:** grado di organizzazione interna del programma (strutturazione delle singole parti, della funzionalità e del modo in cui cooperano per l'obiettivo generale)
- **Estensibilità:** capacità di adattarsi facilmente a modifiche nei requisiti
- **Portabilità e Compatibilità:** facilità di trasferire il software prodotto in ambiti diversi
- **Leggibilità:** Capacità del codice di essere autoesplicante
- **Bontà della documentazione:** completezza ed efficacia dei documenti annessi

## Principi di Progettazione

Nella progettazione un ruolo fondamentale è giocato dall'**astrazione** e le sue diverse tecniche come:

- Programmazione strutturata
- Modularizzazione
- **Astrazione dati**

## Astrazione (nei sistemi software)

L'**astrazione** non è altro che la descrizione di un sistema che pone enfasi su alcuni dettagli o proprietà eliminandone altri (temporaneamente o permanentemente).

Il processo di modellazione è analogo alla modellazione analitica in altri campi: si parte da osservazioni, si formulano ipotesi che spiegano le osservazioni e si usano queste ultime per costruire il modello, mentre le variabili o i parametri possono essere ricavati dagli assiomi o stimati dalle osservazioni.

I requisiti o le funzionalità del sistema giocano il ruolo di osservazioni che devono essere "spiegate", per questo il processo di astrazione prevede il decidere quali caratteristiche sono rilevanti e quale formalismo descrittivo andrebbe adottato

In programmazione ci riferiamo alla descrizione astratta fornita da un modello (parte più alta) come alla **specificità** e al livello più basso nella gerarchia di modelli come **realizzazione**.

Le astrazioni utilizzate per il software si concentrano su cosa viene calcolato piuttosto che su come viene condotto il procedimento di calcolo.

Il passo finale è la verifica del funzionamento corretto tramite costrutti.

## Astrarre per decomporre, rappresentare, generalizzare

Il processo di astrazione avviene sempre quando si **generalizza un concetto o un metodo**. Rendere generale un metodo solutivo messo a punto per un problema particolare **impone di comprendere l'essenza del metodo stesso**, prescindendo dalle peculiarità del caso specifico, in questo modo si tende ad individuare un modello unico che si adatti a situazioni diverse, magari attraverso l'impostazione corretta di parametri che permettano di utilizzare la soluzione generale al caso particolare.

## Astrazione sui dati e sulle funzioni

Tali astrazioni portano immediatamente a due tipi di astrazioni fondamentali:

- **L'astrazione sui dati**, che consente di far riferimento a strutture algebrico-matematiche, caratterizzate da valori e da operazioni su tali valori, prescindendo quindi i costrutti specifici di un linguaggio e concentrando solo sulle proprietà **logiche e matematiche** delle strutture dati
- **L'astrazione sulle funzioni**, che consente di concentrare l'attenzione su **cosa** fa una particolare operazione piuttosto che sul **come** è fatta.  
**Esempio:** il richiamo di un operatore (o funzione), quando questa si richiama è già astratta di suo (non interessandoci di come funziona)

## Tecniche di Progettazione

Le tecniche di progettazione si suddividono in diverse categorie, ciascuna con obiettivi specifici nel processo di sviluppo del software:

- Le **tecniche di specifica** consentono di esprimere gli elementi essenziali dello schema concettuale mediante formalismi grafici oppure attraverso un linguaggio basato sulla logica e sull'algebra per descrivere gli aspetti concettuali dei tipi astratti di dato.
- Le **tecniche di programmazione** riguardano i metodi per la strutturazione e per la stesura dei programmi (come la programmazione ad oggetti, gli schemi iterativi e ricorsivi etc.)
- La **modularizzazione** consente di razionalizzare lo sviluppo del software costruendo programmi costituiti da parti indipendenti e interagenti, in modo da facilitare la

manutenzione e l'evoluzione nel tempo

- Le **tecniche di progettazione di algoritmi e strutture dati** riguardano la definizione degli algoritmi e l'individuazione delle strutture dati più appropriate per un determinato problema
- Esistono tecniche di progettazione per specifiche classi di applicazioni, che sono specificatamente definite per applicazioni particolari.

## Classificazione dei Linguaggi di Programmazione

I linguaggi di programmazione possono essere classificati secondo diversi paradigmi, ciascuno dei quali riflette una diversa filosofia di approccio alla risoluzione dei problemi:

- I **linguaggi imperativi** sono caratterizzati dal fatto che un programma corrisponde alla specifica di un insieme di istruzioni che corrispondono a precisi comandi impartiti ad una macchina che li esegue ripetutivamente.
- Nei **linguaggi di programmazione funzionale** un programma corrisponde alla specifica di una funzione che, in base a un insieme di dati in ingresso, calcola il risultato secondo una legge specificabile in modo matematico. Questo paradigma si basa sul concetto matematico di funzione e sull'applicazione di funzioni.
- I **linguaggi di programmazione logica** vedono un programma come la specifica di una relazione che sussiste tra un insieme di dati, e la specifica è costruita mediante un sistema formale basato sulla logica matematica.
- Nei **linguaggi di programmazione orientata agli oggetti**, un programma corrisponde alla specifica di un insieme di oggetti che rappresentano gli elementi della situazione in gioco in un certo problema.  
Ciascun oggetto è specificato in termini di una struttura interna e di un insieme di operazioni tramite le quali si ottiene il comportamento voluto per risolvere il problema.

## Modularizzazione

(Def. in [Tecniche di Progettazione](#))

Tra i diversi tipi di modularizzazione, grande importanza ha la modularizzazione per **tipo astratto**, in cui vengono sviluppati moduli che realizzano tipi astratti di dati significativi per l'applicazione specifica (come una banca o una biblioteca)

Un **modulo** è un'unità di programma con una struttura interna definita per uno scopo e che offre all'esterno un insieme prefissato di servizi utilizzabili da altri moduli;  
un modulo è caratterizzato dalla sua struttura interna (insieme di tipi, variabili e funzioni), dall'insieme di servizi che esporta, dalle modalità con cui tali servizi possono essere utilizzati (l'interfaccia) e dall'insieme di servizi che importa da altri moduli per svolgere le proprie funzioni.

La qualità della modularizzazione migliora:

- All'aumentare della **coesione** del modulo, cioè quando il modulo incapsula caratteristiche omogenee sufficientemente indipendenti dagli altri moduli
- Con l'uso dell'**information hiding**, per cui i dettagli interni del modulo non devono essere rilevanti per chi lo usa
- Quando l'**accoppiamento tra moduli è basso**, evitando dipendenze non necessarie come l'uso diffuso di variabili globali
- Con l'**interfacciamento esplicito** che suggerisce di rappresentare tutti i dati scambiati tra sottoprogrammi tramite parametri.