# Introduzione alla programmazione

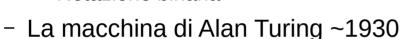
- Informatique: information automatique
  - Trattamento automatico dell'informazione
- Computer Science
  - Studio dei computer e come usarli per risolvere problemi in maniera corretta ed efficiente

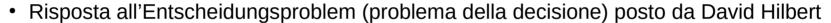
Emanuele Galli – www.linkedin.com/in/egalli/

### Le basi dell'informatica

#### Matematica

- L'algebra di George Boole ~1850
  - Notazione binaria





- Linguaggi di programmazione Turing-completi
- Ingegneria
  - La macchina di John von Neumann ~1940
    - Descrizione dell'architettura tuttora usata nei computer: Input, Output, CPU, Memoria principale (RAM), Memoria di massa (HD, SSD, CD, ...)

## Algebra Booleana

- Due valori
  - false (0)
  - true (1)
- Tre operazioni fondamentali
  - AND (congiunzione)
  - OR (disgiunzione inclusiva)
  - NOT (negazione)

Α	В	AND	OR
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

Α	NOT
0	1
1	0

# Computer

- Processa informazioni
- Accetta input
- Genera output
- Programmabile
- Non è limitato a uno specifico tipo di problemi

### Hardware – Software

#### Hardware

- Componenti elettroniche usate nel computer
- Disco fisso, mouse, ...

#### Software

- Programma
  - · Algoritmo scritto usando un linguaggio di programmazione
  - · Codice utilizzabile dall'hardware
- Processo
  - Programma in esecuzione
- Word processor, editor, browser, ...

#### Firmware

- Programma integrato in componenti elettroniche del computer (ROM, EEPROM, Flash)
  - UEFI / BIOS: avvio del computer
  - · Avvio componenti e interfaccia con il computer

## Sistema Operativo

- Insieme di programmi di base
  - Rende disponibile le risorse del computer
    - All'utente finale mediante interfacce
      - CLI (Command Line Interface) / GUI (Graphic User Interface)
    - · Agli applicativi
  - Facilità d'uso vs efficienza
- Gestione delle risorse:
  - Sono presentate per mezzo di astrazioni
    - File System
  - Ne controlla e coordina l'uso da parte dei programmi
- Semplifica la gestione del computer, lo sviluppo e l'uso dei programmi

### Internet

- Estensione di Arpanet
- Rete di comunicazione basata su TCP/IP
  - TCP vs UDP
- Nodi identificati da indirizzo IP
  - DNS: Domain Name System
- Servizi (Telnel, FTP, ...) in ascolto su una porta
- HTTP → World Wide Web

# Problem solving

- Definizione delle specifiche del problema
  - Es: calcolo della radice quadrata.
- Analisi del problema
  - Quali input sono attesi? Che output va generato?
  - Eliminazione delle possibili ambiguità
- Progettazione di un algoritmo che lo risolva



- con un particolare linguaggio di programmazione
- Esecuzione del programma con un dato input → output (GIGO)



## Algoritmo

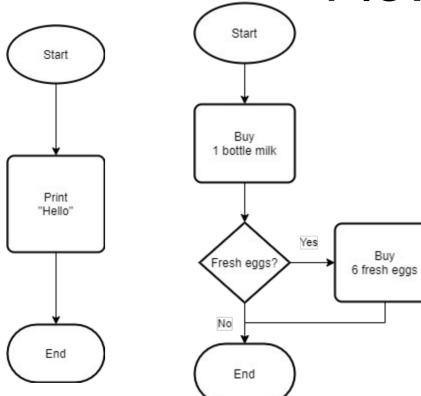
- Sequenza di istruzioni che garantisce di dare il risultato di un certo problema
  - Ordinata, esecuzione sequenziale (con ripetizioni)
  - Operazioni ben definite ed effettivamente eseguibili
  - Completabile in tempo finito
- Definito in linguaggio umano ma artificiale
  - Non deve contenere ambiguità
  - Deve essere traducibile in un linguaggio comprensibile dalla macchina

### Flow chart vs Pseudo codice

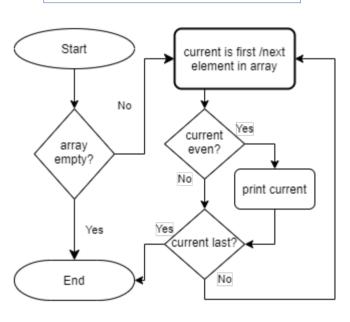
Diagrammi a blocchi – flow chart

- L'algoritmo viene rappresentato con un grafo orientato dove i nodi sono le istruzioni
- Nell'implementazione più basica:
  - Inizio e fine con ellissi
  - Rettangoli per le operazioni sequenziali (o blocchi)
  - Esagoni o rombi per condizioni
- Un tool: draw.io https://www.diagrams.net/
  - https://github.com/jgraph/drawio-desktop/releases/
- Pseudo codice
  - L'algoritmo viene descritto usando l'approssimazione un linguaggio ad alto livello, si trascurano i dettagli, ci si focalizza sulla logica da implementare

### Flow chart



#### Print even numbers in an array



#### Pseudo codice

print "Hello"

buy 1 bottle milk

if fresh eggs: buy 6 fresh eggs

// print even numbers in an array

for each element in array:
if current element is even:
print current element

# Linguaggi di programmazione

- Linguaggio macchina
  - È il linguaggio proprio di un dato computer
  - Ogni hardware può averne uno suo specifico
  - Istruzioni e dati sono espressi con sequenze di 0 e 1
  - Estremamente difficili per l'uso umano
- Linguaggi Assembly
  - Si usano abbreviazioni in inglese per le istruzioni macchina
  - Più comprensibile agli umani, incomprensibile alle macchine
  - Appositi programmi (assembler) li convertono in linguaggio macchina

## Linguaggi di alto livello

- Molto più comprensibili degli assembly
- Termini inglesi e notazioni matematiche
- Possono usare uno (o più) dei seguenti paradigmi:
  - imperativo: cosa deve fare la macchina (Von Neumann), un passo alla volta
    - programmazione strutturata → procedurale / orientata agli oggetti
  - dichiarativo: quale risultato si vuole ottenere
    - funzionale
- A seconda di come esegue il programma si parla di linguaggi
  - compilati: da codice sorgente a programma eseguibile via compilatore
  - interpretati: il codice sorgente viene eseguito dall'interprete

## Programmazione Strutturata

- Goto statement considered harmful, Edsger Dijkstra, 1968
- Teorema di Böhm-Jacopini, 1966
  - Ogni algoritmo può essere definito usando esclusivamente
    - Sequenze (blocchi) di istruzioni
    - Selezione tra alternative di esecuzione: si valuta una condizione, il risultato determina l'istruzione successiva
    - Cicli di esecuzione: si ripete un blocco di istruzioni finché non si verifica una certa condizione (attenzione ai loop infiniti!)
- Un linguaggio di programmazione è Turing completo se gestisce
  - Istruzioni "semplici" input, output, assegnamento, ...
  - Istruzioni definite da Böhm-Jacopini

## Programmazione Procedurale

- Il problema viene diviso in blocchi (procedure)
- Ogni procedura
  - Ha un compito ben definito
  - Agisce come se fosse un sottoprogramma (subroutine)
  - Può essere riutilizzata in diversi programmi
- Le procedure interagiscono tra loro
  - Passandosi dati (parametri, valore di ritorno)
  - Operando su dati condivisi

## Programmazione Orientata agli Oggetti

- Al centro sono i dati e la loro interazione
- Definizione della struttura degli oggetti (classe)
  - Dati (proprietà) e altri dettagli interni di un oggetto
    - Le proprietà determinano lo stato corrente dell'oggetto
  - Funzionalità accessibili esternamente (metodi)
    - I metodi richiamabili su un oggetto rappresentano i suo comportamento / interfaccia
- Un programma è un insieme di oggetti
  - che interagiscono tra loro per mezzo dei metodi
- È un paradigma che permette un naturale incapsulamento dei dati

## Programmazione Funzionale

- Uso di funzioni nel senso matematico del termine ("pure")
  - Non hanno uno stato e operano su valori immutabili e dunque sono facilmente componibili e thread-safe non avendo effetti collaterali
  - Il flusso di esecuzione è determinato dall'invocazione di funzioni a partire da collezione di dati
  - È comune l'uso di chiamate ricorsive
- Le funzioni sono valori a tutti gli effetti, si può
  - passarle come parametro
  - ottenerle come risultato dall'invocazione di una funzione
- Facilita lo sviluppo di applicazioni che prevedono l'esecuzione in parallelo

### Variabile

- Locazione di memoria associata a un nome, contiene un valore
- Costante: non può essere modificata dopo la sua inizializzazione
- Una singola locazione di memoria può essere associata a diverse variabili (alias)
- Supporto a tipi di variabili da linguaggi di:
  - "basso livello" → legati all'architettura della macchina
  - "alto livello" → tipi complessi

## Array

- Struttura dati comune a molti linguaggi di programmazione
- Basata sul concetto matematico di vettore, nel senso di matrice monodimensionale
- Collezione di elementi (dello stesso tipo) identificati da un indice
  - Il primo elemento ha in alcuni linguaggi indice 0 (C/C++, Java, Python), in altri 1 (MATLAB, R, Julia), altre opzioni sono disponibili
- Gli elementi sono allocati in un blocco contiguo di memoria, il che permette accesso diretto via indice ai suoi elementi

### Funzione / Procedura / Metodo

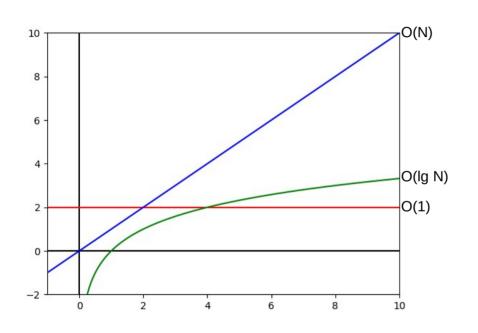
- Blocco di codice identificato da
  - Un nome
  - Una lista di parametri (input)
  - Il tipo del valore ritornato (output)
- In alcuni linguaggi si usa il termine 'procedura' per indicare una funzione che non ritorna un risultato
- Si può 'invocare' (o 'chiamare') una funzione da altre parti del codice passandogli appositi valori come parametri
- In OOP, le *funzioni* sono "libere", i *metodi* appartengono a classi / oggetti

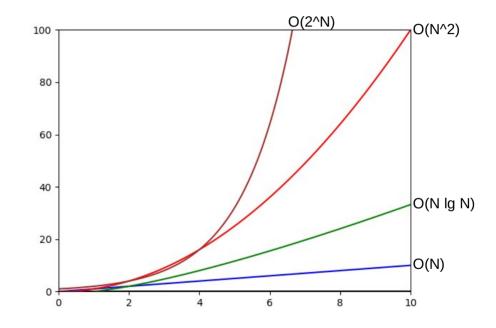
# Complessità degli algoritmi

- Caso migliore, peggiore, medio in tempo e spazio
- "O grande", limite superiore della funzione asintotica
  - Costante O(1)
  - Logaritmica O(log n)
  - Lineare O(n)
  - Linearitmico O(n log n)
  - Quadratica O(n²) Polinomiale O(n°)
  - Esponenziale O(c<sup>n</sup>)
  - Fattoriale O(n!)



# Complessità degli algoritmi





## Algoritmi di ordinamento

- Applicazione di una relazione d'ordine a una sequenza
  - Naturale → crescente (alfabetico, numerico)
- Utile per migliorare
  - l'efficienza di altri algoritmi
  - La leggibilità (per gli umani) dei dati
- Complessità temporale
  - O(n²): algoritmi naive
  - O(n log n): dimostrato ottimale per algoritmi basati su confronto
  - O(n): casi (o uso di tecniche) particolari

# Sorting O(n<sup>2</sup>)

#### Bubble sort

 Confronta ogni coppia di elementi adiacenti, se non sono in ordine, li si scambia. Termina quando non si trovano elementi fuori ordine

#### Selection sort

- Per ogni posizione si seleziona il valore minimo alla sua destra e lo porta lì

#### Insertion sort

 Ogni elemento viene confrontato agli elementi alla sua sinistra, parzialmente ordinati, fino a trovare il suo posto

• ...

# Sorting O(n lg n)

- Merge sort (John Von Neumann ~ 1945)
  - Se ci sono meno di due elementi, la sequenza è ordinata
  - Dividi la sequenza in due parti (circa) uguali
    - Applica ricorsivamente l'algoritmo alle due parti
    - Combina le due sottosequenze mantenendo l'ordine
- Quick sort (Tony Hoare ~ 1960)
  - Se ci sono meno di due elementi, la sequenza è ordinata
  - Partiziona la sequenza: a sinistra gli elementi minori di un elemento scelto a caso
  - Applica ricorsivamente l'algoritmo alle due parti

• ...

## Ingegneria del software

- Approccio sistematico alla creazione del software
  - Struttura, documentazione, milestones, comunicazione e interazione tra partecipanti
- Analisi dei requisiti
  - Formalizzazione dell'idea di partenza, analisi costi e usabilità del prodotto atteso
- Progettazione
  - Struttura complessiva del codice, definizione architetturale
  - Progetto di dettaglio, più vicino alla codifica ma usando pseudo codice o flow chart
- Sviluppo
  - Scrittura effettiva del codice, e verifica del suo funzionamento via unit test
- Manutenzione
  - Modifica dei requisiti esistenti, bug fixing

### **Unit Test**

- Verificano la correttezza di una singola "unità" di codice
  - Mostrano che i requisiti sono rispettati
- Verifica
  - Casi base (positivi e negativi)
  - Casi limite
- Ci si aspetta che siano
  - Ripetibili: non ci devono essere variazioni nei risultati
  - Semplici: facile comprensione ed esecuzione
- E che offrano una elevata copertura del codice

### Ciclo di vita del software

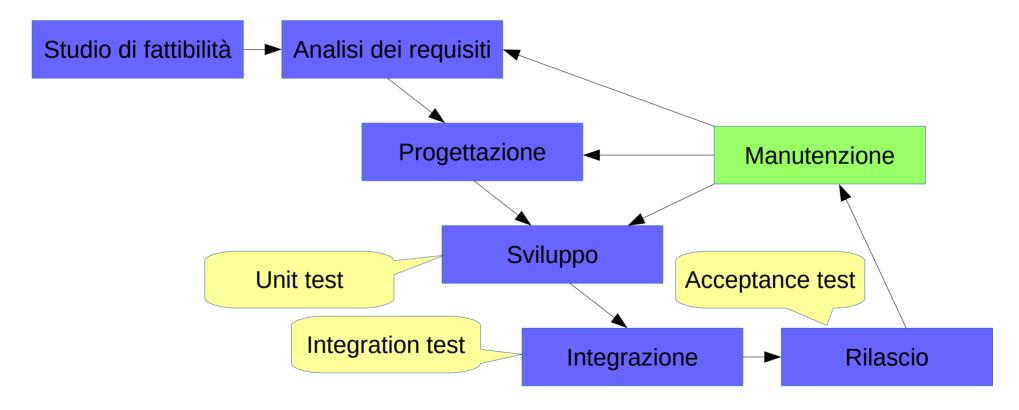
#### Come gestire la complessità di un progetto?

- Divide et impera
- Struttura
- Documentazione
- Milestones
- Comunicazione e interazione tra partecipanti

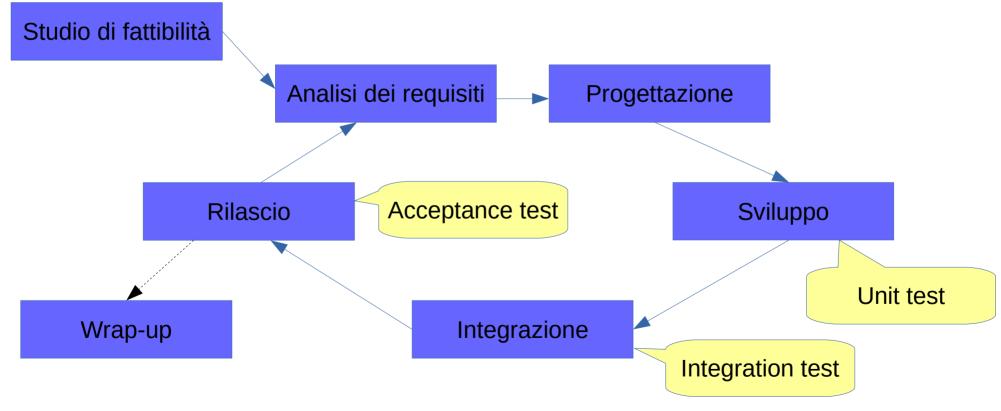
### Ciclo di vita del software

- Programmazione
  - sviluppo, review, condivisione del code base, merge
- Build
  - Integrazione del code base
- Test
- Packaging
  - Gestione degli artefatti, preparazione del rilascio
- Rilascio
  - Gestione dei cambiamenti, approvazione, automazione del rilascio
- Configurazione
- Monitoring
  - Valutazione delle performance e qualità del prodotto

## Modello a cascata (waterfall)



## Modello agile



EG64-2005

## Software Developer

- Front End Developer
  - Pagine web, interazione con l'utente
    - HTML (struttura), CSS (stile), JavaScript (interattività)
      - Standard gestiti dal W3C: https://www.w3.org/standards/webdesign/
      - MDN Mozilla Developer Network: https://developer.mozilla.org/it/docs/Web
    - Framework: Angular, React, Vue, Bootstrap, ...
    - User Experience (UX)
- Back End Developer
  - Logica applicativa, persistenza
    - Java, C/C++, Python, JavaScript, SQL, ...
      - JavaEE, Spring, Node, DBMS, ...
- Full Stack Developer
  - Front End + Back End, DevOps (CI / CD), ...