

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



- La macchina di Alan **Turing** ~1930

- Risposta all'Entscheidungsproblem (problema della decisione) posto da David Hilbert
 - 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)

A	B	AND	OR
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	1

A	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 tra macchine basata su TCP/IP (TCP vs UDP)
- La si può pensare come un grafo
 - I nodi sono periferiche identificate da indirizzo IP
 - DNS: Domain Name System
 - Gli archi sono le connessioni
- Servizi in ascolto su una porta usano protocolli a più alto livello
 - **HTTP** → World Wide Web
 - IMAP, Telnet, FTP, ...

Problem solving

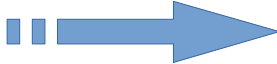
- Definizione delle **specifiche** del problema
 - Es: calcolo della radice quadrata.
- **Analisi** del problema
 - Quali input sono attesi? Che output va generato?
 - Eliminazione delle possibili ambiguità
- Progettazione di un **algoritmo** che lo risolva
- Implementazione della soluzione
 - con un particolare linguaggio di programmazione
- Esecuzione del programma con un dato input → output (GIGO)



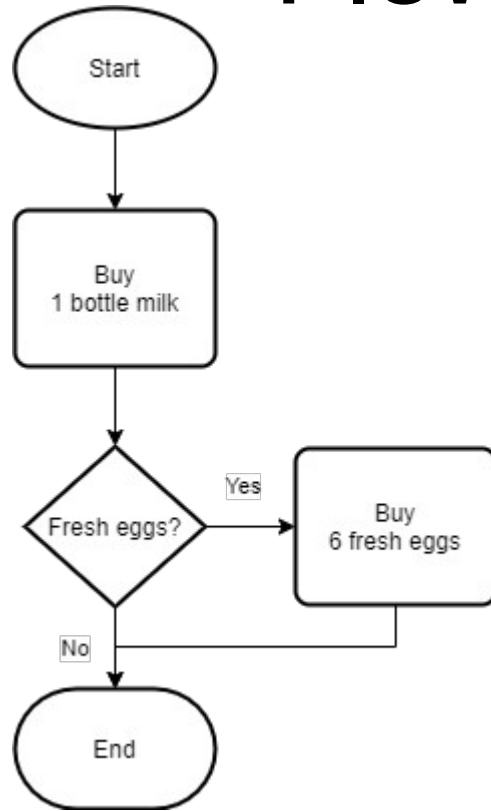
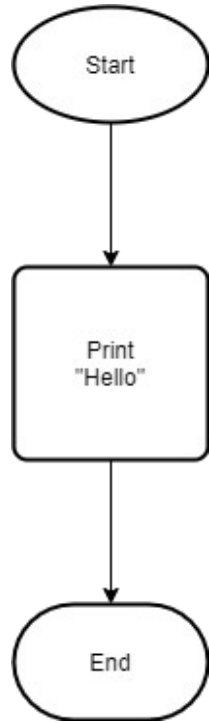
Algoritmo

- 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 (e ragionevole)
- Definito in linguaggio umano ma **artificiale**
 - Non deve contenere ambiguità
 - Deve essere traducibile in un linguaggio comprensibile dalla macchina

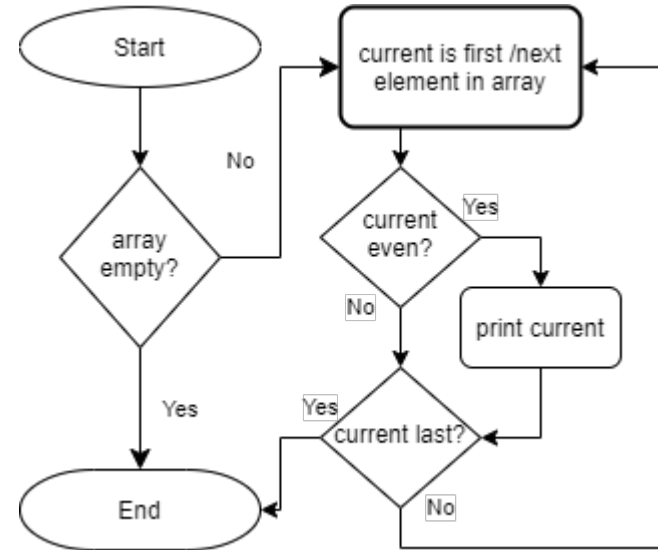
Flow chart vs Pseudo codice

- 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 il 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 indice
 - 0 (C/C++, Java, Python, ...)
 - 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

UML

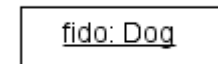
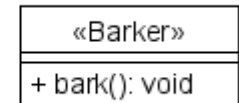
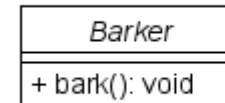
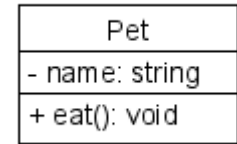
- Unified Modeling Language @ Rational ~ metà 1990
 - Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson
- Standard OMG dal 1997, ISO dal 2005
- Riferito alla programmazione Object Oriented
 - ma indipendente dal linguaggio di implementazione
- Non completamente formale, basato su diagrammi
- Usato per identificare in un sistema
 - le entità che lo compongono, loro caratteristiche e relazioni

Diagrammi

- Modellano il sistema secondo diversi punti di vista
 - Strutturali: caratteristiche statiche del sistema
 - Comportamentali: interazioni tra componenti nel sistema
 - Architetture: descrizione della struttura del sistema
- Class, Interface, Object
- Use Case: comportamento del sistema in uno specifico caso
- State: cambiamento dello stato di un oggetto nel corso della sua vita
- Sequence: interazione tra gli oggetti
- Activity: sequenza di attività all'interno di un Use Case
- Tra gli altri
 - Communication: cooperazione tra elementi per obiettivo comune
 - Component: struttura di sistemi complessi
 - Deployment: configurazione del sistema a runtime

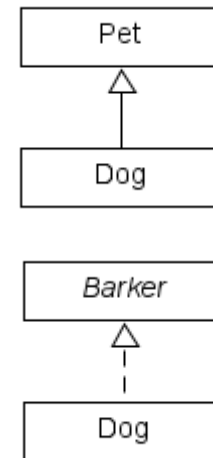
Class

- Una classe è rappresentata da un rettangolo
 - Normalmente diviso in tre parti (+ 1)
 - **Nome**, può essere prefissato dal nome del package (separatore ::)
 - **Proprietà**, visibilità, nome: tipo = inizializzazione
 - **Metodi**, visibilità, nome(parametri): return type
 - Note aggiuntive
- Un modo per indicare la visibilità dei membri di classe
 - **+** pubblico, **~** package, **#** protetto, **-** privato
- Hanno una rappresentazione simile a quella della classe
 - **Interfaccia**, nome in corsivo (oppure <<InterfaceName>>)
 - Nota: anche i metodi astratti nelle classi sono resi in corsivo
 - **Oggetto**, nomi sottolineati



Gerarchie

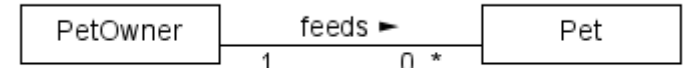
- Indicate con frecce da figlia a madre
- **Generalizzazione**
 - Ereditarietà, “is a”
 - Freccia linea intera con triangolo a punta vuota
- **Realizzazione**
 - Implementazione di interfaccia
 - Freccia tratteggiata con triangolo a punta vuota



Associazioni

- **Associazione** generica tra classi

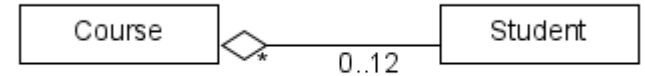
- Una riga connette le classi
- È possibile indicare come note
 - la molteplicità (1..*) e il comportamento di un oggetto nell'associazione



- Oggetti di una classe che **posseggono** oggetti di un'altra classe

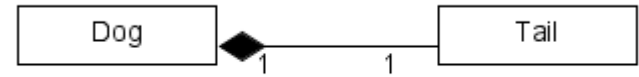
- **Aggregazione**

- Gli aggregati possono esistere indipendentemente
- Freccia con diamante vuoto



- **Composizione**

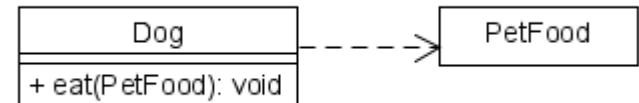
- Dipendenza dall'esistenza del proprietario
- Freccia con diamante pieno



- Oggetti di una classe in **relazione debole** con oggetti di un'altra classe

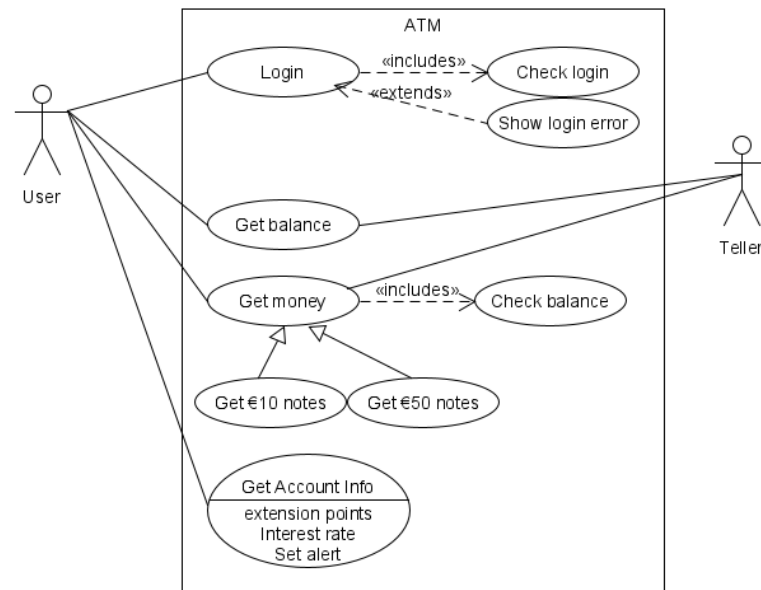
- **Dipendenza**

- Parametro o variabile locale di un metodo
- Freccia tratteggiata



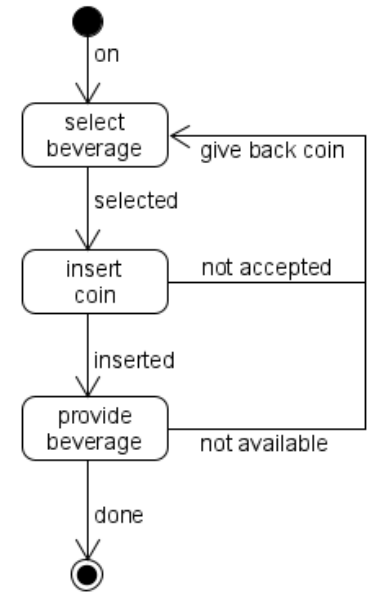
Use Case

- System: cosa si vuole ottenere (web app, componente software, ...)
- Actor: omettino stilizzato, interagisce col sistema
 - **Primary** Actor: inizia l'azione (a sinistra)
 - **Secondary** Actor: reagisce alle azioni del Primary Actor (a destra)
- Use Case: azione all'interno di System
 - Possibili **Extension Points** per UC complessi
- Relationship: linea tra Actor coinvolti e UC
 - **<<includes>>** su freccia tratteggiata
 - Base UC richiede un included UC
 - **<<extends>>** su freccia tratteggiata
 - Base UC può essere esteso in casi specifici
 - Generalization
 - Gerarchia di UC (o Actor)



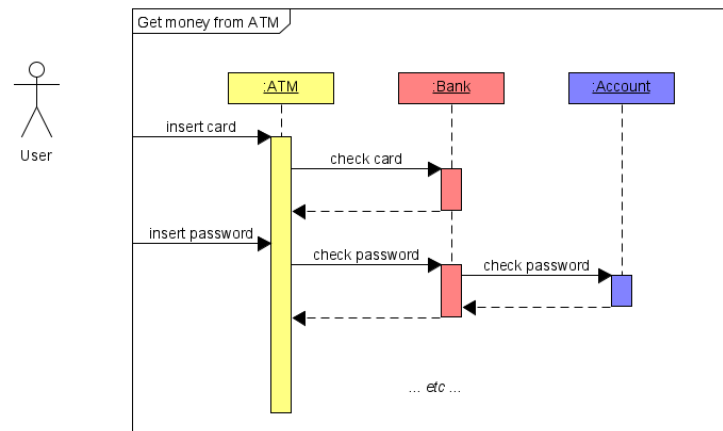
State (Machine)

- Comportamento di un oggetto in seguito a eventi
- Mostra le transizioni tra stati (freccia)
- Stati
 - Iniziale (pallino nero)
 - Intermedio (rettangolo)
 - Finale (pallino nero dentro un cerchio)



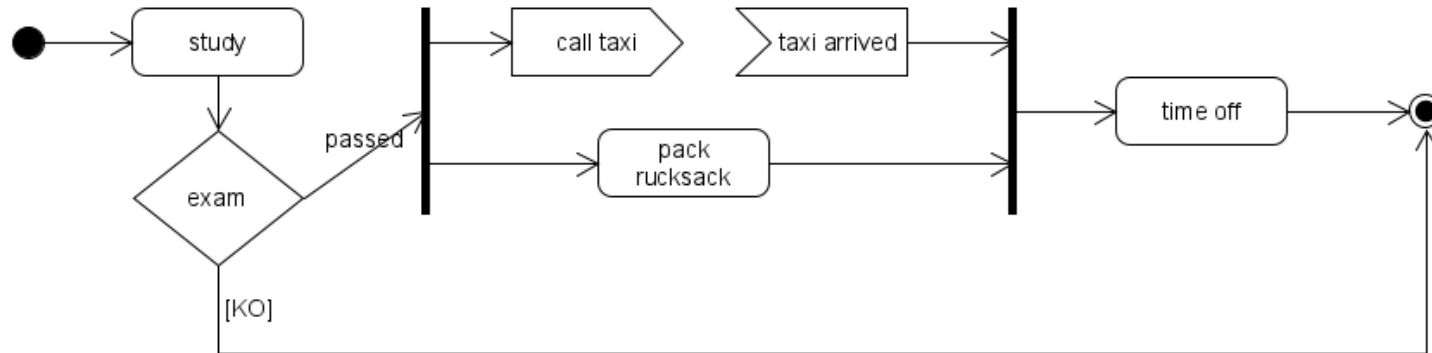
Sequence

- Interazione tra classi / oggetti nell'ordine in cui avvengono
 - Sequenza di eventi
- Actor
 - Interagisce col sistema
- Message e return message
- Activation box
 - tempo necessario per un task



Activity

- Flow chart più rigorizzato, state diagram più dettagliato
 - Fork-join per multithreading indicato con una barra
 - Box specifici per send/receive di messaggi asincroni

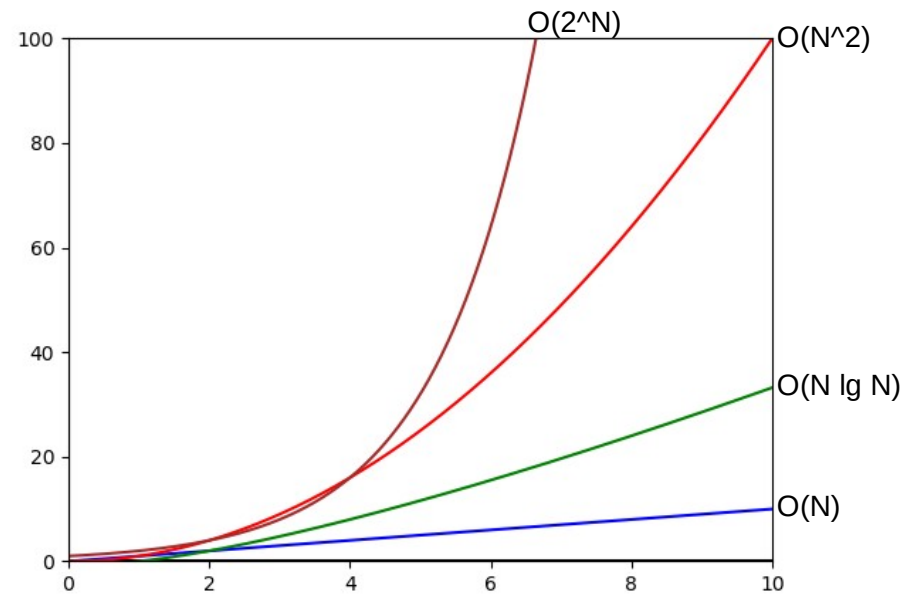
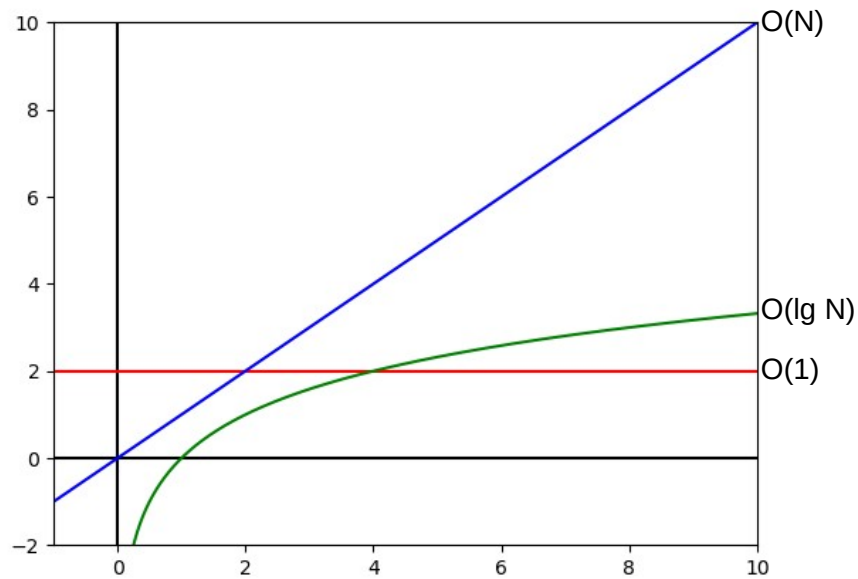


Complessità degli algoritmi

- 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 $O(n^2)$ – Polinomiale $O(n^c)$
 - Esponenziale $O(c^n)$
 - 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
 - $O(n^2)$: algoritmi naive
 - $O(n \log n)$: dimostrato ottimale
 - per algoritmi a thread singolo basati su confronto
 - $O(n)$: casi (o uso di tecniche) particolari

Sorting $O(n^2)$

- 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

- Come gestire la complessità di un progetto?
 - 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



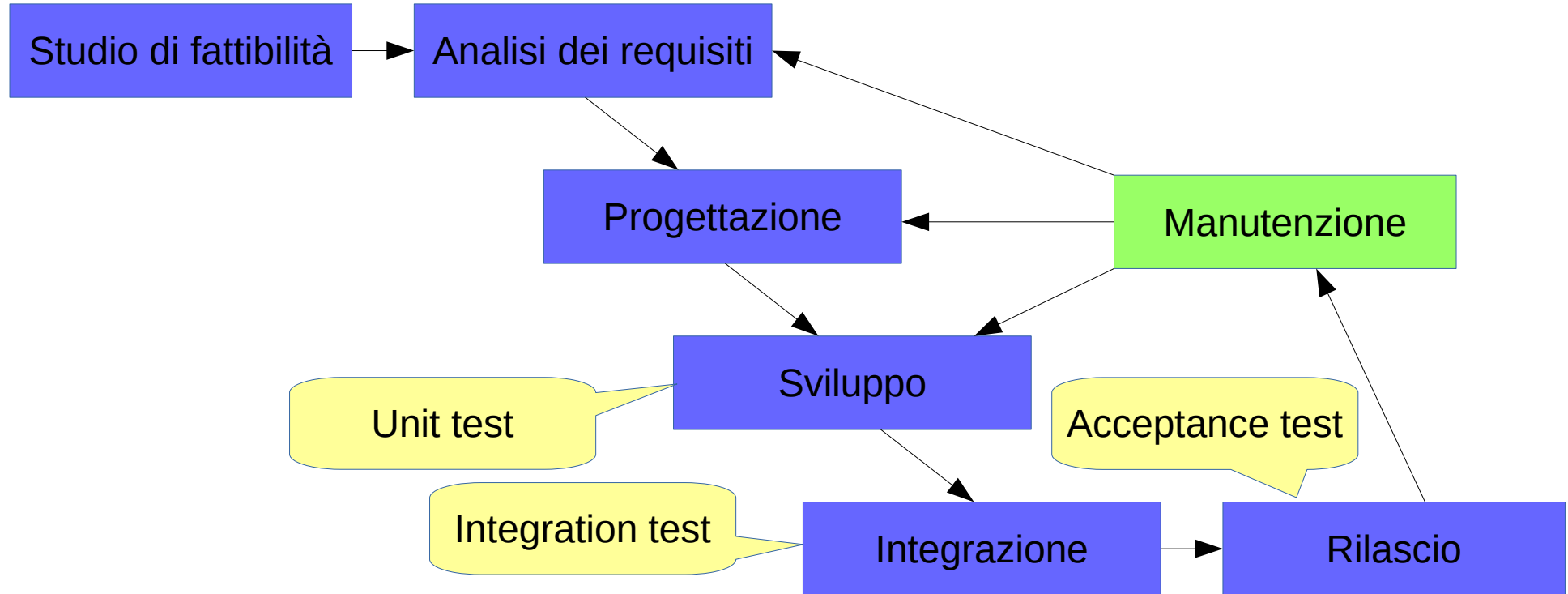
Unit Test

- 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

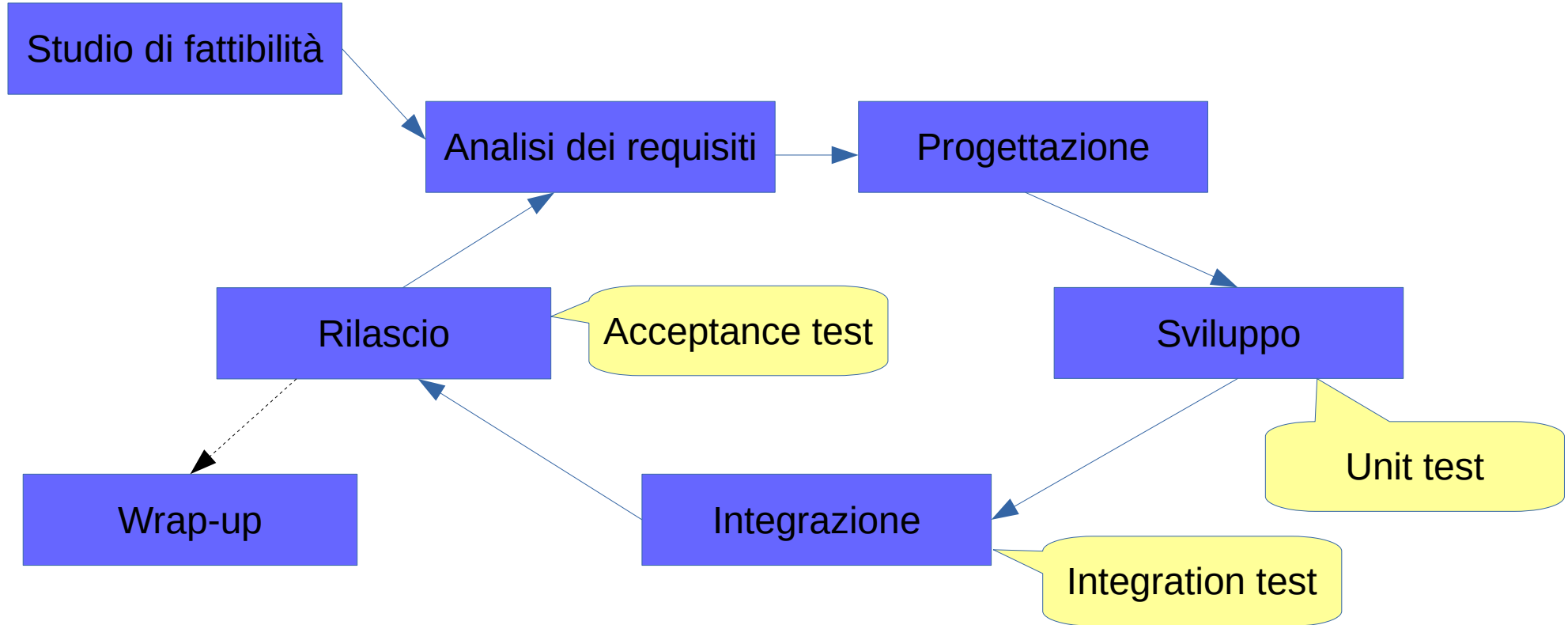
Ciclo di vita del software

- 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



Software Developer

- Front End Developer
 - Pagine web, interazione con l'utente
 - HTML (struttura), CSS (stile), JavaScript (interattività)
 - Framework: Angular, React, Vue, Bootstrap, ...
 - User Experience (UX)
- Back End Developer
 - Logica applicativa, persistenza
 - Java, C/C++, Python, JavaScript, SQL, ...
 - JavaEE, Spring, Node.js, DBMS, ...
- Full Stack Developer
 - Front End + Back End, DevOps (CI / CD), ...