



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

# Traduzione

Corso zero F-N AA 2022/23

Corso di Laurea Triennale in Informatica

---

Fabrizio Messina

[fabrizio.messina@unict.it](mailto:fabrizio.messina@unict.it)

Dipartimento di Matematica e Informatica

Un algoritmo va codificato mediante un opportuno **linguaggio di programmazione**.

Un linguaggio di programmazione rappresenta **una specifica di un insieme di istruzioni che possono essere usate per codificare programmi** e quindi per produrre dati in output.

- 1945: linguaggi macchina.
- 1950: linguaggi assembly.
- Dopo il 1950, linguaggi di **alto livello**:
  - **Astrazione**
  - **Semplificazione**
  - **Similarità con il ragionamento umano.**

## Esempio E4.1: Assembly vs linguaggio di alto livello

Un programma C che fa..nulla!

```
1  /* test.c */  
2  int main(){  
3      return 0;  
4  }
```

Si provi a generare codice assembly del codice mostrato prima con il seg. comando su piattaforma Linux (produrrà il file test.s)

```
$ gcc -S test.c
```

## Esempio E4.1: Assembly vs linguaggio di alto livello

Contenuto (parziale) del file test.s (generato al passo precedente)

```
.cfi_startproc
pushq    %rbp
.cfi_def_cfa_offset 16
.cfi_offset 6, -16
movq      %rsp, %rbp
.cfi_def_cfa_register 6
movl     $1, %eax
popq     %rbp
.cfi_def_cfa 7, 8
ret
.cfi_endproc
```

Un paradigma di programmazione rappresenta la **filosofia** con cui si scrivono i programmi.

Un **linguaggio si basa generalmente su un paradigma di programmazione**. Esso caratterizza:

- la **metodologia** con cui si scrivono i programmi (ES: strutture di controllo oppure procedure)
- il concetto di **computazione** (ES: istruzioni o funzioni matematiche)

**Programmazione funzionale:** Il flusso di esecuzione è una serie di valutazioni di **funzioni matematiche** (assenza di “side effect”!)

**Programmazione logica:** Descrivere la **struttura logica** del problema anziché il modo per risolverlo (logica del primo ordine).

**Programmazione imperativa:** Sequenza di **istruzioni** da “impartire” al calcolatore (ES: assegnazioni).

**Programmazione strutturata:** Si basa sul teorema di Bohm-Jacopini, quindi sui **tre costrutti** sequenza, selezione, iterazione (...e istruzione GOTO, come sarà detto in seguito) .

**Programmazione procedurale:** Insieme di **blocchi di codice sorgente** ben delimitati identificati da nome ed eventuali argomenti (funzioni/procedure).

**Programmazione modulare:** paradigma basato sulla modularità, ovvero strutturare un programma in **moduli ben separati con interfaccia ben definita**.

**Programmazione orientata agli oggetti.** Include aspetti di programmazione imperativa, strutturata, procedurale e modulare.



## Programmazione imperativa

Insieme di istruzioni di natura **imperativa**

Esempio: “Leggi A”; “Stampa B”; “assegna il valore 5 alla variabile X”

Programmazione procedurale, strutturata, modulare, orientata agli oggetti usano istruzioni imperative

## Programmazione strutturata

Il Teorema di **Bohm-Jacopini** costituisce la **base della programmazione strutturata**.

Strutture di controllo per **condizione** (if-then-else).

Struttura di controllo per **iterazioni** (while).

**Sequenza** di istruzioni.

Anche istruzione **GOTO** (assente/deprecata nei moderni linguaggi procedurali, a partire dal C!!).

## Programmazione procedurale

Insieme di **procedure** o funzioni.

Ogni funzione contiene i) istruzioni di tipo imperativo e ii) costrutti della programmazione strutturata.

I GOTO sono **deprecati**

**Side-effects!** Il passaggio di parametri alle funzioni potrebbe avvenire per indirizzo quindi la funzione potrebbe modificare aree di memoria esterne ad esso.

## Programmazione modulare

Tecnica di **design** del software.

Programma suddiviso in **moduli**.

Ogni modulo è ben **separato e indipendente** dall'altro.

Ogni modulo è dotato di **un'interfaccia ben definita**.

La programmazione OOP (Object Oriented Programming) è  
: il *modulo è una sorta di "antenato" della classe*.

## Programmazione OOP

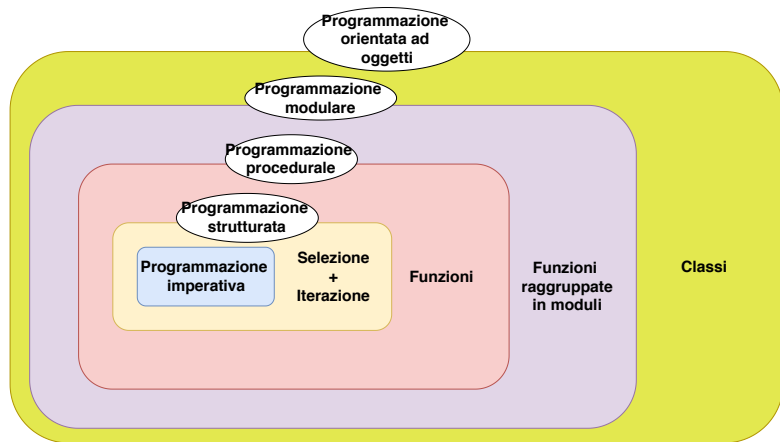
OOP is Object-Oriented Programming.

Introdotta per migliorare **efficienza** del processo di **produzione** e **mantenimento** del software.

Discende dalla programmazione procedurale, favorisce la **modularità**.

Oggetto del corso di programmazione I.

# Paradigmi di programmazione



I linguaggi di programmazione sono stati introdotti per **facilitare la scrittura dei programmi**.

Sono definiti da un insieme di regole formali, le regole grammaticali o **sintassi**.

La sintassi include la specifica di tutti i **simboli** da usare durante la scrittura di un programma.



Le regole di **sintassi** definiscono come si devono comporre i simboli e le parole per formare istruzioni corrette.

La **semantica** di un'istruzione definisce il significato della stessa.

La correttezza sintattica **non implica** la correttezza semantica del programma.



La seguente funzione C è sintatticamente corretta, ovvero il compilatore genera codice eseguibile.

```
1  int sum(int *a, short l){  
2      int sm;  
3      for(int i=0; i<l; i++)  
4          sm+=a[i];  
5      return sm;  
6  }
```

Tuttavia essa contiene un errore **logico**.

Programma composto di istruzioni in un linguaggio il più possibile simile a quello umano



TRADUZIONE



CODICE MACCHINA

## Linguaggio di alto livello

Linguaggio dotato di un alto grado di espressività.

```
tot = var1 + var2
```

## Linguaggio di basso livello

Linguaggio vicino al linguaggio macchina.

```
load ACC, var1  
add ACC, var2  
store tot, ACC
```

Grazie al concetto di traduzione:

- **evoluzione** dei linguaggi di programmazione verso sistemi simbolici più **espressivi**.
- molto più **agevole** scrivere programmi
- **indipendenza dalla piattaforma**: il programmatore scrive il programma senza preoccuparsi della piattaforma sottostante.

## Traduttori

Un traduttore **genera** codice in **linguaggio macchina** a partire da codice scritto in un linguaggio di alto livello.

## Tipi di traduttori

1. Interpreti
2. Compilatori

Un compilatore prende in input un codice sorgente e lo **traduce** in **codice oggetto**.

Programma P codificato in linguaggio di alto livello.



TRADUZIONE

Programma Q codificato in linguaggio macchina equivalente a P.



C++, Pascal, C, Cobol, Fortran sono linguaggi compilati



Il compilatore deve “supportare” una certa architettura.

Un interprete prende in input un codice sorgente, come il compilatore, ma:

## Operazioni di un interprete

- Viene **tradotta** la singola istruzione generando il corrispondente codice macchina.
- Si **esegue** il codice in linguaggio macchina e si passa alla istruzione successiva.

ES: Prolog, Lisp, VBasic. Java è un caso particolare. . .



## Compilatori: pro e contro

(+) **Performance** (esecuzione): codice sorgente viene tradotto preventivamente, non durante esecuzione.

(+) **Efficienza**: compilatore non occupa risorse (memoria) durante esecuzione programma.

(+) **Non invasivo**. Compilatore **non installato su macchine di produzione**, ma su macchine per sviluppo.

(-) Portabilità su architetture differenti:

- Compilatore eseguito su architettura X produrrà codice macchina *compliant* a X.
- Affinchè il compilatore produca **codice per architettura X differente da architettura target**, bisogna operare “cross-compilazione” (necessita una tool-chain...!).

## Interpreti: pro e contro

- (-) **Performance** (run-time): esecuzione programma più lenta rispetto ad esecuzione nativa.
- (-) **Efficienza**: interprete occupa risorse su macchina di produzione.
- (-) **Invasivo**. Interprete va installato su macchine di produzione.
- (+) **Portabilità**: il programmatore non deve preoccuparsi della architettura, interprete “nasconde” architettura della macchina.

## Esempio: JAVA

Java fu introdotto nel 1995 dalla Sun Microsystem, Inc. (successivamente acquisita da Oracle)

Il linguaggio Java è basato sul paradigma OOP (Object Oriented Programming).

Java fu concepito per produrre programmi **facilmente trasportabili** su architetture differenti.

Inizialmente concepito anche per essere eseguito su browser (Applet).

## Java: traduzione ed esecuzione

1. Il programmatore scrive il programma in linguaggio Java.



2. La compilazione produce un programma in **Java Byte-code**, simile al linguaggio macchina ma **indipendente** dalla architettura.



3. Il Bytecode viene eseguito mediante **interprete Java** sulle specifiche architetture.

## JVM (Java Virtual Machine)

Il Bytecode viene interpretato dalla **JVM (Java Virtual Machine)**, un programma che viene eseguito sulla macchina di produzione.

La JVM legge il Bytecode ed **esegue le computazioni corrispondenti** alla semantica delle istruzioni in Bytecode.

L'interpretazione del Bytecode comporta un **overhead rispetto all'esecuzione di codice macchina**, ovvero risorse aggiuntive.

## JIT (Just in Time Compiler)

Il compilatore Just-In-Time (JIT) fu concepito per **ridurre overhead** di JVM.

Un metodo eguito dalla JVM viene **compilato in codice macchina dal JIT**, in modo da poter essere eseguito in secondo momento senza interpretazione.

NB: Il compilatore **JIT fa uso di risorse** (memoria e cpu).

⇒ **Ottimizzazione**: un metodo non viene compilato la prima volta in cui viene caricato e interpretato dalla JVM, ma quando il **metodo stesso è stato eseguito un certo numero di volte**.

[1] → Capitolo 1 (in particolare 1.4)

---

[1] Paul J. Deitel and Harvey M. Deitel.

**C Fondamenti e tecniche di programmazione.**

Pearson, 2022.