Programmazione e Algoritmi 1

Introduzione

prof. Gianluca Amato

Corso di Laurea in Economia e Informatica per l'Impresa
a.a. 2023/24

26 settembre 2023

Obiettivi

Obiettivi di queste slide:

- Presentare i concetti base di hardware e software.
- Presentare i due termini che compaiono nel nome del corso
  - Programmazione
  - Algoritmi

Parti sul libro di testo corrispondenti:

- sezioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.7
- argomenti avanzati 1.1

Contenuti

Hardware e Software

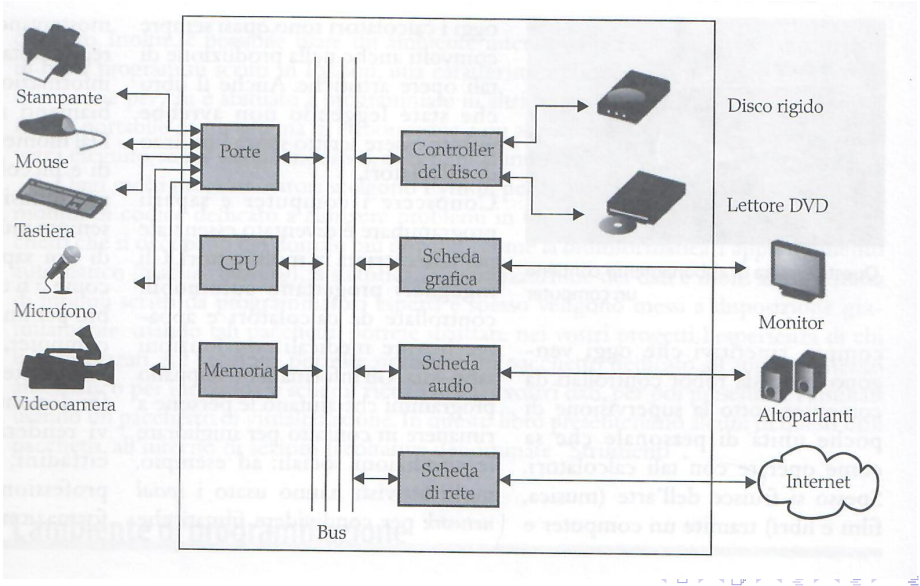
Hardware elementi fisici che compongono un sistema di elaborazione

- tastiera
- monitor
- memoria centrale
- ...

Software elementi intangibili che compongono un sistema di elaborazione

- programmi (e sinonimi, come applicazioni, app, ...)
- dati

Hardware

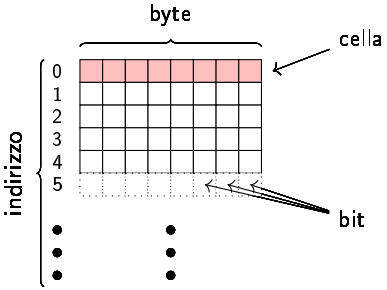

Stampante
Mouse
Tastiera
Microfono
Videocamera
Porte
CPU
Memoria
Bus
Controller del disco
Scheda grafica
Scheda audio
Scheda di rete
Disco rigido
Lettore DVD
Monitor
Altoparlanti
Internet

Memoria

Usata per memorizzare sia i programmi che i dati.

- Memoria centrale o principale
  - RAM (Random Access Memory)
    - lettura e scrittura
    - volatile (si cancella quando manca l'alimentazione)
    - contiene programmi e dati in corso di elaborazione
  - ROM (Read Only Memory) e varianti
    - sola lettura (quantomeno nell'uso ordinario)
    - non volatile (il contenuto permane anche in assenza di alimentazione)
    - contiene programmi necessari per l'avvio del computer
- Memoria di massa o secondaria
  - tipicamente lettura e scrittura
  - non volatile
  - più capiente ma molto più lenta della memoria centrale
  - contiene programmi e dati che non sono in uso attivo

Organizzazione della memoria



- la memoria è divisa in celle
- ogni cella ha un indirizzo numerico
- ogni cella contiene una sequenza di 8 bit chiamata byte
- bit è l'acronimo di "binary digit" e indica un cifra binaria: 0 / 1
- un byte è un gruppo di 8 bit
  - rappresenta un numero tra 0 e 255;
  - è la quantità di memoria necessaria per memorizzare un carattere.
- se un byte non è sufficiente per memorizzare qualcosa, si possono usare più celle consecutive

Misurare quantità di memoria

Si usa "B" per indicare il singolo byte con tutti i consueti prefissi.

prefisso	nome	valore	valore alternativo
K	kilo	$10^3 = 1000$	$2^{10} = 1024$
M	mega	$10^6 = 1$ milione	$2^{20} = 1024 \cdot 1\text{K} = 1.048.576$
G	giga	$10^9 = 1$ miliardo	$2^{30} = 1024 \cdot 1\text{M}$
T	tera	$10^{12} = 1000$ miliardi	$2^{40} = 1024 \cdot 1\text{G}$

Attenzione!

Di solito si usa la colonna "valore", che è quella standard del sistema internazionale. Ma in certi contesti, ad esempio per misurare la dimensione della memoria centrale, si preferisce usare il valore alternativo, basato sulle potenze di 2.

Esempio

Una chiavetta USB da 64 GB può contenere 64 miliardi di byte.
Un PC con 64 GB di RAM ha $64 \cdot 2^{30}$ byte = 68.719.476.736 byte.

Software

Software di sistema gestisce il computer e ne consentono l'utilizzo

- sistema operativo
  - Windows / Linux / MacOS
  - Android / iOS
  - software di sistema della PlayStation
  - ...
- driver di una periferica
- ...

Software applicativo svolge una funzione specifica

- elaborazione testi (LibreOffice Writer, Microsoft Word, ...)
- videogiochi
- ...

Contenuti

Programmi e linguaggi di programmazione

I "programmi" costituiscono la parte principale del software.

Definizione (Programma)

Una sequenza finita di istruzioni scritte in un linguaggio che la macchina comprende ed è in grado di eseguire.

Definizione (Programmazione)

L'attività di scrivere programmi per computer.

Per scrivere i programmi non si usa l'italiano, l'inglese o altri linguaggi naturali, ma linguaggi particolari chiamati linguaggi di programmazione.

Il linguaggio macchina

Il computer capisce un solo linguaggio: il linguaggio macchina (LM)

Vantaggi

- è possibile sfruttare tutte le potenzialità dell'hardware.

Svantaggi

- estremamente complesso;
- ogni istruzione è codificata con un certo numero di byte (difficile da ricordare);
- cambia completamente da un famiglia di CPU all'altra
  - Intel/AMD a 64 bit
  - ARM (CPU usata per gli smartphone o i nuovi Mac)
  - ....
- il programma è strettamente legato per il sistema operativo per cui è scritto: un programma in LM per Linux non funziona su Windows o Mac, neanche se la CPU è la stessa.

Un programma in LM

Esempio (Programma in linguaggio macchina)

Questo programma visualizza la scritta "Hello, world!" sullo schermo e poi termina. Funziona su PC con Linux e CPU Intel/AMD a 64 bit.

```
48 c7 c0 01 00 00 00 48 c7 c7 01 00 00 00 48 c7
c6 00 00 00 00 48 c7 c2 0f 00 00 00 0f 05 48 c7
c0 3c 00 00 00 48 c7 c7 00 00 00 00 0f 05 48 65
6c 6c 6f 2c 20 77 6f 72 6c 64 21 0a
```

Il linguaggio assembly

```
.text
  .global _start
_start:
  mov $1, %rax
  mov $1, %rdi
  mov $msg, %rsi
  mov $len, %rdx
  syscall
  mov $60, %rax
  mov $0, %rdi
  syscall
.data
  msg:
    .string "Hello, world!\n"
msgend:
  .equ len, msgend - msg
```

Il linguaggio macchina non è fatto per gli esseri umani, e nessuno (oggi) lo usa direttamente.

In qualche occasione si usa il linguaggio assembly:

- ogni istruzione assembly corrisponde a una istruzione in linguaggio macchina;
- più facile da ricordare rispetto allinguaggio macchina.

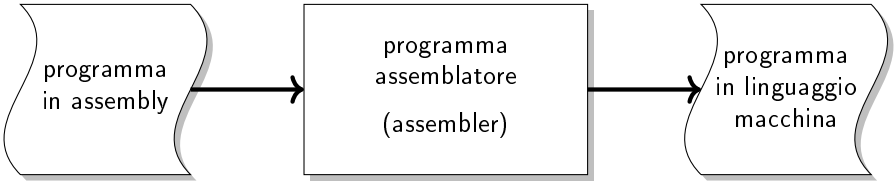
Linguaggio macchina e assembly

```
1                   .text
2                     .global _start
3                   _start:
4  0000 48C7C001      mov $1, %rax
4       000000
5  0007 48C7C701      mov $1, %rdi
5       000000
6  000e 48C7C600      mov $msg, %rsi
6       000000
7  0015 48C7C20F      mov $len, %rdx
7       000000
8  001c 0F05          syscall
8
9  001e 48C7C03C      mov $60, %rax
9       000000
10 0025 48C7C700      mov $0, %rdi
10      000000
11 002c 0F05          syscall
12                  .data
13                    msg:
14 0000 48656C6C        .string "Hello, world!\n"
14      6F2C2077
14      6F726C64
14      210A00
```

istruzione in assembly

istruzione in lingiaggio macchina

Dal linguaggio assembly al linguaggio macchina



Linguaggi ad alto livello

Sia il linguaggio macchina che l'assembly si considerano linguaggi a basso livello. Normalmente si programma con linguaggi ad alto livello:

- più semplici da comprendere per un essere umano;
- non dipendono dalla CPU utilizzata;
- non dipendono (almeno per le cose semplici) dal sistema operativo;
- non sono eseguibili direttamente dalla CPU.

Esempio (Programma "Hello, world!" in Python)

```
print("Hello, world!")
```

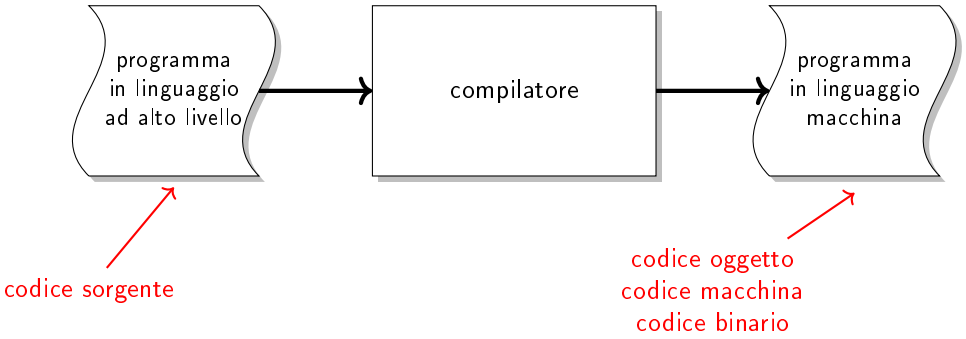
Come si fa a far eseguire un programma scritto in linguaggio ad alto livello?

- compilatore
- interprete
- soluzione ibrida

Compilatore

Legge il programma in linguaggio ad alto livello e lo traduce in linguaggio macchina tutto in una volta. Una volta tradotto il compilatore non serve più.

Esempi di linguaggi tipicamente compilati: C, C++, Rust



Interprete

Legge il programma una istruzione alla volta, e la esegue immediatamente, senza tradurla esplicitamente in linguaggio macchina.

Esempi di linguaggi tipicamente interpretati: R, Python

Vantaggi (rispetto al compilatore)

- utilizzo più immediato
  - non devo compilare un programma prima di doverlo eseguire;
  - posso eseguire anche una parte di programma o anche una singola istruzione;
- più facile da implementare.

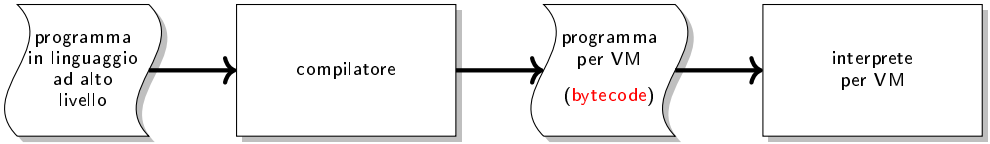
Svantaggi (rispetto al compilatore)

- esecuzione molto più lenta.

Soluzione ibrida

Il programma viene compilato per una CPU virtuale, che non esiste in realtà, chiamata macchina virtuale (VM). Un interprete esegue la versione "compilata".

Esempi di linguaggi che usano **esplicitamente** questa soluzione: Java, C#



La maggior parte dei linguaggi interpretati usa in realtà la soluzione ibrida anche se non lo esplicitano:

- esecuzione più efficiente di un interprete puro;
- non si perde di immediatezza: la compilazione in bytecode avviene quando necessario, ed è (quasi) completamente trasparente al programmatore.

Python

- Python nasce negli anni '90 grazie a Guido van Rossum.
- Ci sono varie implementazioni di Python: la più comune, CPython, è un interprete che usa la metodologia ibrida.
- Nasce originariamente come linguaggio di scripting: un linguaggio per automatizzare procedure ripetitive nella gestione di un computer, quali creazione utenti, installazione programmi, backup, etc...
- Si è diffuso successivamente in altri ambiti:
  - ambito didattico;
  - applicazioni web;
  - data science e intelligenza artificiale.
- Caratteristiche del linguaggio:
  - sintassi più semplice della maggior parte degli altri linguaggi di programmazione come C, Java, etc...;
  - focalizzato sul ridurre i tempi di sviluppo del programma piuttosto che sulle prestazioni;
  - tipizzazione dinamica;
  - orientato agli oggetti.

Contenuti

Algoritmo

Definizione (Algoritmo)

Una sequenza finita di istruzioni che, se eseguite correttamente, risolvono un problema. L'algoritmo deve essere:

- non ambiguo (esecutori diversi devono ottenere lo stesso risultato);
- eseguibile (può essere eseguito da un essere umano o da una macchina);
- terminante (l'esecuzione deve terminare).

Alcune di queste caratteristiche dipendono dal contesto in cui l'algoritmo viene eseguito: ovviamente un essere umano è in grado di svolgere delle operazioni che una macchina non può fare, e viceversa.

Un algoritmo per un essere umano

Problema
Vuoi bere del succo d'arancia. C'è un bicchiero pulito in credenza e una bottiglia di succo d'arancia nel frigorifero.

Algoritmo

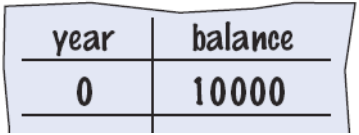
- prendi un bicchiere pulito dalla credenza;
- apri il frigorifero;
- prendi la bottiglia di succo d'arancia;
- apri la bottiglia di succo d'arancia;
- versa il succo d'arancia nel bicchiere;
- chiudi la bottiglia di succo d'arancia;
- metti la bottiglia nel frigorifero;
- chiudi il frigorifero;
- bevi il succo d'arancia.

Un altro esempio di algoritmo

Problema
Avete € 10000 in banca, ad un tasso di interesse del 5% annuo. Dopo quanti anni il vostro capitale sarà raddoppiato?

Algoritmo

- disegna una tabella con due colonne (anno e capitale);
- riempi la prima riga della tabella con anno=0 e capitale=10 000;



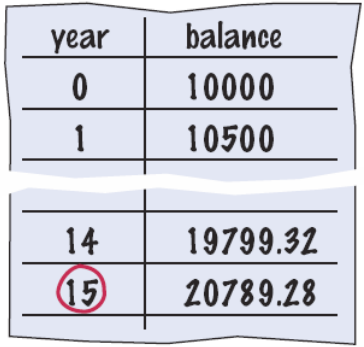
Un altro esempio di algoritmo

Problema

Avete € 10 000 in banca, ad un tasso di interesse del 5% annuo. Dopo quanti anni il vostro capitale sarà raddoppiato?

Algoritmo

- disegna una tabella con due colonne (anno e capitale);
- riempi la prima riga della tabella con anno=0 e capitale=10 000;
- finché il capitale non ha raggiunto il valore di 20 000, ripeti i seguenti passi:
  - aggiungi una nuova riga con il valore di anno incrementato di 1;
  - metti come valore per il capitale il valore precedente moltiplicato per 1.05;
- quando il capitale ha raggiunto il valore 20 000, il valore dell'anno è il risultato cercato.



year	balance
0	10000
1	10500
14	19799.32
15	20789.28

Algoritmi e pseudocodice

Nella slide di prima abbiamo descritto l'algoritmo in italiano. Alternative più comuni sono:

- linguaggio di programmazione:
  in tal caso si dice anche che il programma implementa l'algoritmo
- un linguaggio a metà tra il linguaggio naturale e un linguaggio di programmazione:
  in tal caso si parla di pseudocodice

Esempio (Pseudocodice)

poni anno = 0
poni capitale = 10 000
finché il capitale è inferiore a 20 000
    aumenta di 1 il valore dell'anno
    moltiplica il capitale per 1.05
restituisce il valore dell'anno come risultato

Esempio (Python)

```
anno = 0
capitale = 10000
while capitale < 20000:
    anno = anno + 1
    capitale = capitale * 1.05
return anno
```

Algoritmi e Programmi (1)

Ricordiamo le definizioni di programme e algoritmo.

Definizione (Programma)

Una sequenza finita di istruzioni scritte in un linguaggio che la macchina comprende ed è in grado di eseguire.

Definizione (Algoritmo)

Una sequenza finita di istruzioni che, se eseguite correttamente, risolvono un problema. L'algoritmo deve essere: . . . *omissis* . . .

Algoritmo e programma sembrano concetti molto simili, ma ci sono importanti differenze:

- un programma è scritto obbligatoriamente in un linguaggio di programmazione, un algoritmo invece può anche essere scritto in linguaggio naturale;
- un algoritmo è focalizzato alla risoluzione di un problema specifico.

Algoritmi e Programmi (2)

In generale, un programma complesso può implementare molti algoritmi per risolvere problematiche diverse.

- Un word processor come LibreOffice Writer implementa algoritmi per
  - impaginare i documenti
  - visualizzatore il testo sullo schermo con la formattazione corretta
  - correttore ortografico
  - ...
- Un videogioco implementa algoritmi per
  - intelligenza artificiale dei personaggi non giocanti;
  - gestione della fisica del gioco;
  - generazione della grafica 3D;
  - ...