Programmare in C++

A.S. 2015/2016

Alessandro Saltini

Liceo Scientifico Statale "A. Tassoni"

L'informatica

- L'informatica non è
  - saper usare un computer
  - saper costruire/riparare un computer
  - usare programmi scritti da altri

- L'informatica è
  - una branca della matematica
  - lo studio dell'informazione
  - lo studio degli algoritmi
  - lo studio dei linguaggi di programmazione

L'informazione

- L'informazione si misura in bit (binary digit)
- 1 bit è la quantità di informazione necessaria a determinare una quantità che può essere 0 o 1
- Il byte è un multiplo del bit: $1\,\mathrm{B} = 8\,\mathrm{bit}$
- Due scale di multipli del byte:
  - decimale: kB (10^3), MB (10^6), GB (10^9), TB (10^{12}), …
  - binaria: KiB (2^{10}), MiB (2^{20}), GiB (2^{30}), TiB (2^{40}), …

Algebra Booleana

- L'algebra Booleana è l'algebra dei bit
- È un modello della logica classica: 1 = vero, 0 = falso
- Insieme di base $\mathcal{B} = \{ 0, 1 \}$
- Tre operazioni fondamentali:
  - not (non): $\neg : \mathcal{B} \to \mathcal{B}$
  - and (et): $\wedge : \mathcal{B}^2 \to \mathcal{B}$
  - or (vel): $\vee : \mathcal{B}^2 \to \mathcal{B}$

Algebra Booleana

- not (non): $\neg$
  - $\neg 1 = 0$
  - $\neg 0 = 1$
- and (et): $\wedge$
  - $1 \wedge 1 = 1$
  - $1 \wedge 0 = 0$
  - $0 \wedge 1 = 0$
  - $0 \wedge 1 = 0$
- or (vel): $\vee$
  - $1 \vee 1 = 1$
  - $1 \vee 0 = 1$
  - $0 \vee 1 = 1$
  - $0 \vee 1 = 0$

Algebra Booleana

- Combinando queste tre operazioni si possono ottenere tutte le altre operazioni possibili
- In realtà basta una sola operazione, meno intuitiva:
  - nand (↑)
  - nor (↓)
- Esistono circuiti elettrici che realizzano materialmente queste operazioni logiche
  - segnale "alto" = 1
  - segnale "basso" = 0
- Sono l'elemento di base dei computer

Rappresentazione decimale

- Un numero in rappresentazione decimale è espresso come combinazione di potenze di 10

$$1064 = 1 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$$

- I coefficienti sono compresi tra 0 e 9 (minori di 10)
- Il massimo numero con n cifre decimali è $10^n - 1$
- I numeri esistono indipendentemente dalla loro rappresentazione, è solo un modo di scriverli

Rappresentazione binaria

- La rappresentazione binaria utilizza le potenze di 2

$$10110 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

- I coefficienti sono soltanto 0 e 1 (minori di 2)
- Il massimo numero con n cifre binarie è $2^n - 1$
- Ogni cifra è rappresentabile da un bit
  - n cifre $\Rightarrow$ n bit

Rappresentazione binaria

- I computer memorizzano i numeri in binario
- Le operazioni tra essi vengono svolte da appositi circuiti, basati sulle operazioni Booleane
- Ogni operazione richiede un certo tempo
- Limiti di memoria/tempo impediscono di operare con numeri arbitrariamente grandi

Rappresentazione binaria

- I numeri negativi devono memorizzare anche il segno
- Costo di $1\,\mathrm{bit}$ aggiuntivo
  - $s = 0 \Rightarrow +$
  - $s = 1 \Rightarrow -$
- Spesso si ricorre a rappresentazioni alternative
  - rimozione di ambiguità tra $+0$ e -0
  - facilità di calcolo
  - occupano comunque $1\,\mathrm{bit}$ in più

Rappresentazione binaria

- La parte frazionaria è problematica da rappresentare

$$1.1011 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$$

- Non tutti i numeri con rappresentazione decimale finità hanno rappresentazione binaria finita

- Non possiamo memorizzare infinite cifre
  - Impossibile rappresentare i numeri irrazionali
  - Non tutti i numeri razionali sono rappresentabili

Rappresentazione binaria

- Richiamiamo la notazione scientifica

$$1064.15 = 1.064\,15 \cdot 10^3$$

- Generalizzabile in binario come

$$110.1011 = 1.101011 \cdot 2^2$$

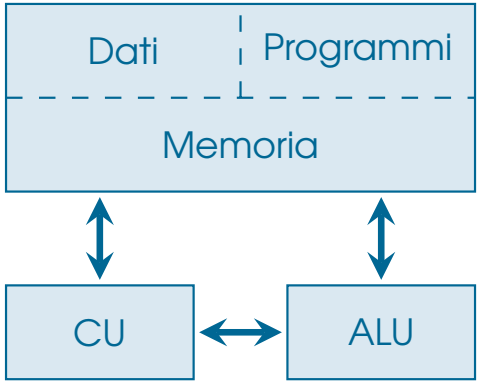
- La prima cifra della rappresentazione scientifica binaria è sempre 1, non serve memorizzarla

Rappresentazione binaria

$$110.1011 = 1.101011 \cdot 2^2$$

- La parte dopo la virgola è detta mantissa o significando, è un numero intero
- L'esponente di 2 è un numero intero
- Un numero frazionario viene rappresentato come coppia di numeri interi
  - bit del significando ⇒ precisione
  - bit dell'esponente ⇒ range

Architettura di von Neumann



- Memoria unica per dati e programmi
- CU (Control Unit): assegna e gestisce risorse
- ALU (Arithmetic Logic Unit): compie operazioni
- ALU + CU = CPU (Central Processing Unit)

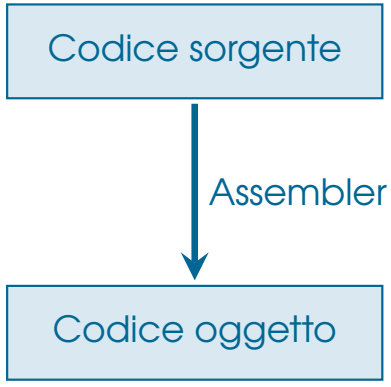
CPU

- La CPU esegue istruzioni semplici
- Istruzione tipo:
  - che operazione fare
  - indirizzi di memoria degli operandi
  - indirizzi di memoria dei risultati
- Le istruzioni sono codificate come numeri binari
- Le istruzioni eseguibili dipendono dal tipo di CPU

Assembly

- I linguaggi assembly hanno una corrispondenza 1-ad-1 con le istruzioni della macchina
- Le istruzioni vengono "tradotte" da numeri binari a parole comprensibili ad un essere umano
- Un programma in assembly è una lista di istruzioni che la CPU eseguirà nell'ordine in cui appaiono
- CPU diverse hanno linguaggi assembly diversi

Assembly

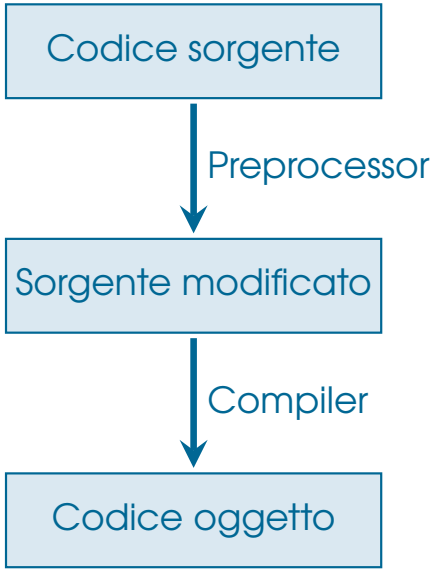


- Il codice sorgente è un file contenente testo
- Il codice oggetto è un file contenente istruzioni binarie
- Un programma detto assembler converte il codice sorgente in codice oggetto, eseguibile dalla CPU

Linguaggi di programmazione

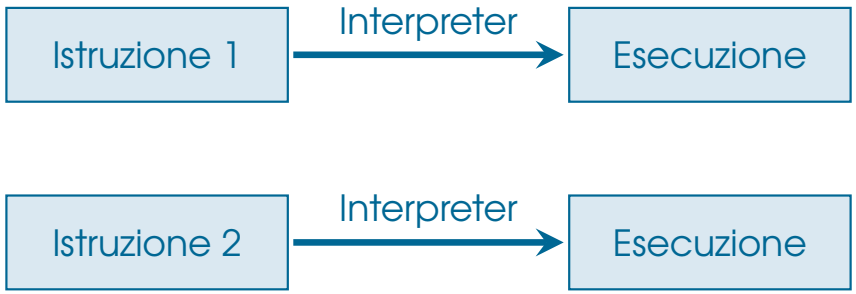
- Un linguaggio di programmazione è un linguaggio formale con il quale scrivere istruzioni
  - distinzione tra istruzioni valide/invalide
  - le istruzioni controllano la CPU
- Distinzione di livello
  - basso livello: 1-ad-1 con istruzioni della CPU
  - alto livello: linguaggi astratti
- Un paradigma di programmazione è uno stile secondo il quale viene scritto il codice sorgente
- Ciascun linguaggio accetta uno o più paradigmi

Linguaggi compilati



- Il codice sorgente viene scritto per intero
- Il preprocessor modifica al sorgente (facoltativo)
- Il compiler crea un file oggetto dal sorgente

Linguaggi interpretati



- Ciascuna istruzione viene compilata singolarmente
- Esecuzione di programm incompleti
- Molto più lenti dei linguaggi compilati

Paradigmi

- Programmazione imperativa
  - lista di comandi eseguiti in un certo ordine
- Programmazione dichiarativa
  - lista di relazioni tra enti
- Programmazione ad oggetti
  - lista di oggetti e di interazioni tra essi

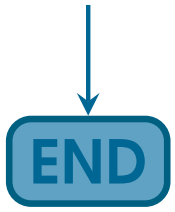
Programmazione imperativa

- Scrittura di un algoritmo per risolvere un problema
- Esempio: cambiare la batteria di un telecomando
  - aprire il vano batterie
  - rimuovere la vecchia batteria
  - gettare la vecchia batteria
  - inserire la nuova batteria
  - chiudere il vano batterie
- L'ordine delle istruzioni è determinante

Flowcharts

- Per rappresentare un algoritmo si utilizzano i flowcharts o diagrammi di flusso
- Un flowchart è costituito da
  - celle contenenti istruzioni
  - frecce che guidano il flusso di controllo
- I flowcharts sono un linguaggio di programmazione
- Creare flowcharts aiuta nella stesura di un algoritmo

Flowcharts

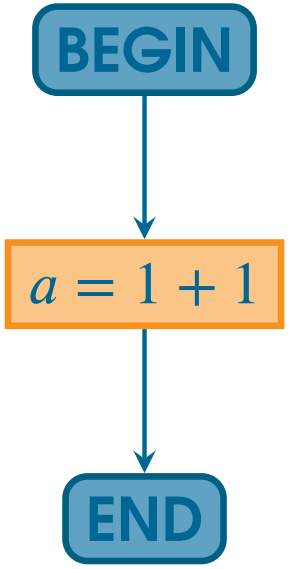


- Istruzioni di inizio e fine diagramma
- Uno ed un solo BEGIN per diagramma
- A volte ammessi più END in un singolo diagramma

Flowcharts

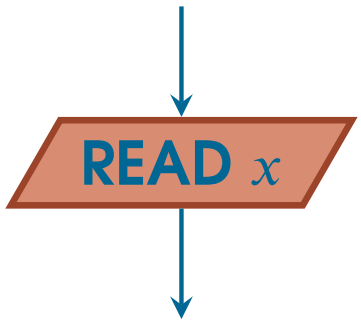
- Istruzione di processo
- Viene eseguita l'operazione indicata nella casella

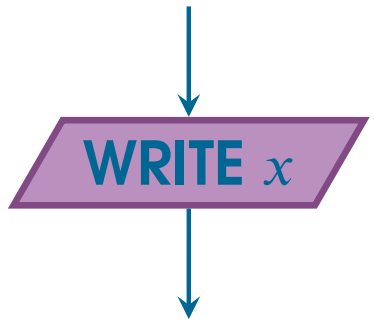
Flowcharts



- Il programma calcola 1+1
- Il risultato viene messo nella variabile a

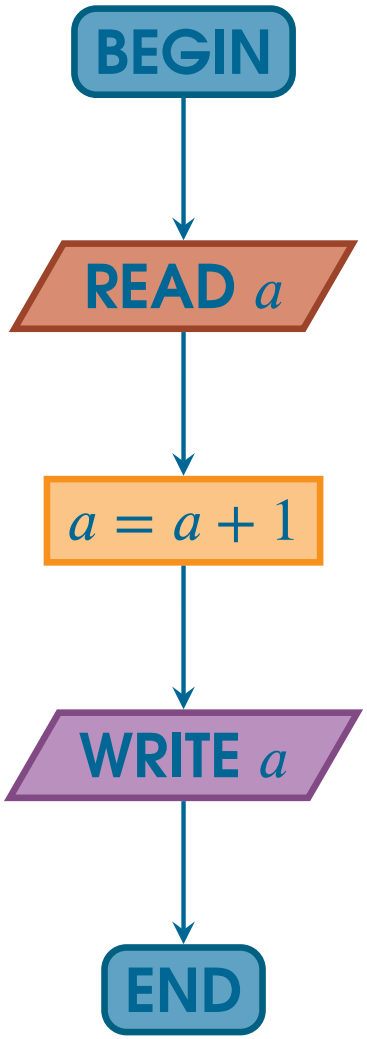
Flowcharts



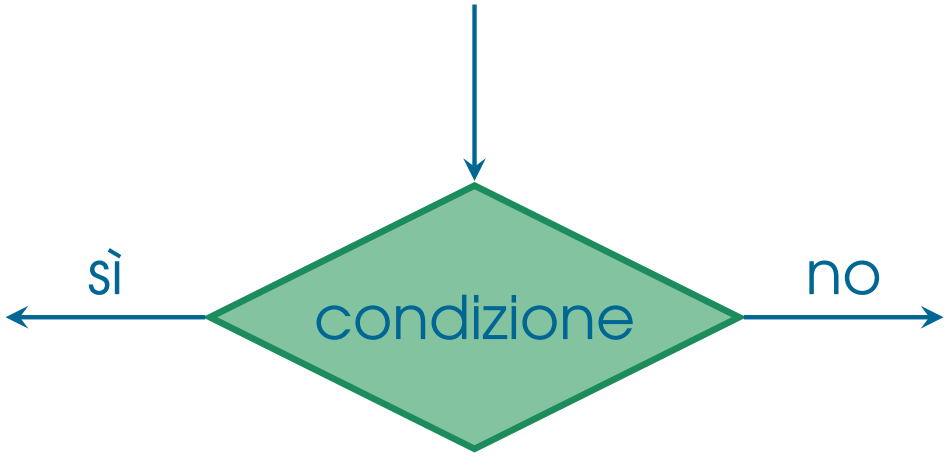


- Istruzioni di lettura/scrittura
- Lettura: un valore inserito dall'utente viene memorizzato nella variabile x
- Scrittura: il valore corrente della variabile x viene comunicato all'utente

Flowcharts

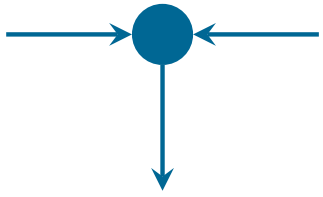


Flowcharts



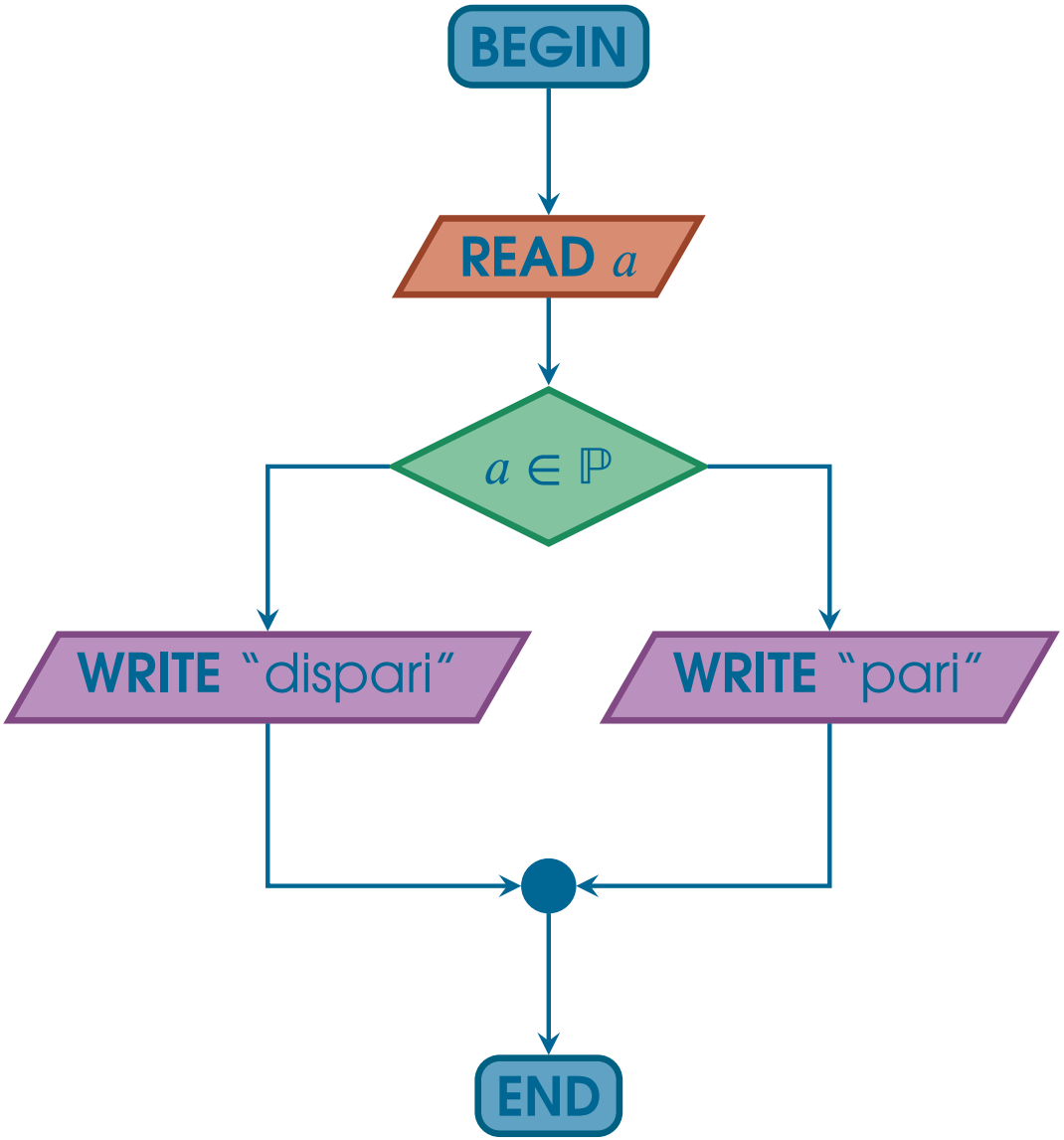
- Istruzione condizionale
- Il flusso del grafico cambia direzione a seconda che la condizione sia vera oppure falsa

Flowcharts



- Connettore
- Permette di rincongiungere due rami separati

Flowcharts



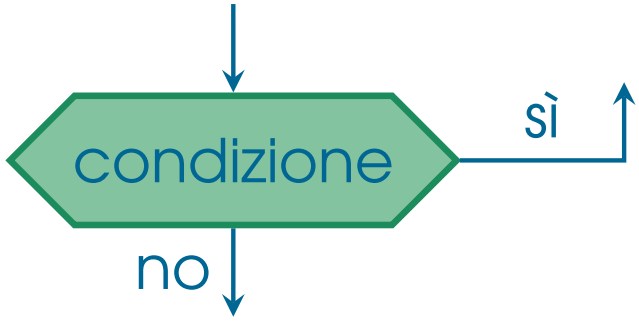
Flowcharts

- Le regole elencate danno origine alla programmazione imperativa in senso lato
- Le frecce possono "risalire" il diagramma
  - istruzioni goto: ritorno ad un punto precedente
- Questo rende più difficile:
  - studio formale del programma
  - apportare modifiche al codice
  - comprensione del programma da parte di terzi

Flowcharts

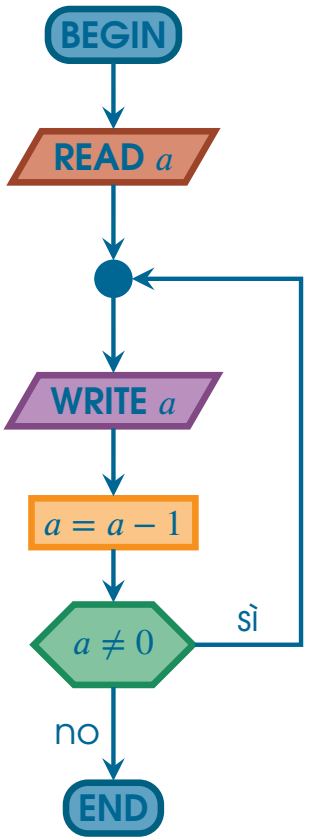
- La programmazione strutturata vieta i goto
- Le frecce non possono risalire il diagramma
- Viene aggiunto un nuovo simbolo
- Teorema di Böhm-Jacopini
  - equivalenza tra imperativa e strutturata

Flowcharts



- Istruzione di loop
- Concettualmente identica all'istruzione condizionale, ma uno (ed uno solo) dei due flussi può risalire
- Permette di ripetere una serie di istruzioni

Flowcharts



Flowcharts