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 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 B = 8 bit
- Due scale di multipli del byte:
 - ▶ decimale: kB (10³), MB (10⁶), GB (10⁶), TB (10¹²), ...
 - ▶ binaria: KiB (2¹⁰), MiB (2²⁰), GiB (2³⁰), TiB (2⁴⁰), ...

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 : $\mathcal{B}^2 \to \mathcal{B}$

Algebra Booleana

- ▶ not (non): ¬

 - $\neg 0 = 1$
- ▶ and (et): ∧
 - $1 \land 1 = 1$
 - $1 \land 0 = 0$
 - $0 \wedge 1 = 0$
 - $ightharpoonup 0 \land 0 = 0$
- or (vel): v
 - $1 \lor 1 = 1$
 - $ightharpoonup 1 \lor 0 = 1$
 - $ightharpoonup 0 \lor 1 = 1$
 - $ightharpoonup 0 \lor 0 = 0$

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)
- ll massimo numero con n cifre decimali è $10^n 1$
- I numeri esistono indipendentemente dalla loro rappresentazione, è solo un modo di scriverli

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
 - \triangleright n cifre \Rightarrow n bit

- ▶ 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

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

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

Richiamiamo la notazione scientifica

$$1064.15 = 1.06415 \cdot 10^3$$

Generalizzabile in binario come

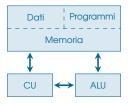
$$110.1011 = 1.101011 \cdot 2^2$$

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

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

- 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

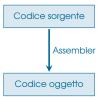


- Memoria unica per dati e programmi
- CU (Control Unit): assegna e gestisce risorse
- ALU (Arithmetic Logic Unit): compie operazioni
- ▶ ALU + CU = CPU (Central Processing Unit)

- ▶ 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

- 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

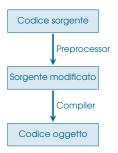


- ▶ Il codice sorgente è un file contenente testo
- Il codice oggetto è un file contenente istruzioni binarie
- Un programma detto assembler converte il codice sorgente in codice oggetto, eseguibile dalla CPU

Linguaggi di programmazione

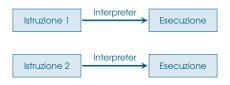
- Un linguaggio di programmazione è un linguaggio formale con il quale scrivere istruzioni
 - distinzione tra istruzioni valide/invalide
 - le istruzioni controllano la CPU
- Distinzione di livello
 - basso livello: 1-ad-1 con istruzioni della CPU
 - alto livello: linguaggi astratti
- Un paradigma di 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

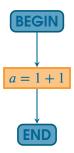
- Per rappresentare un algoritmo si utilizzano i flowcharts o diagrammi di flusso
- Un flowchart è costituito da
 - celle contenenti istruzioni.
 - frecce che guidano il flusso di controllo
- ▶ I flowcharts sono un linguaggio di programmazione
- Creare flowcharts aiuta nella stesura di un algoritmo



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



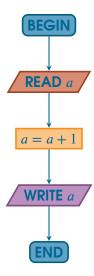
- Istruzione di processo
- Viene eseguita l'operazione indicata nella casella



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



- 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

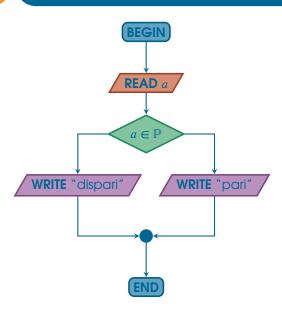




- Istruzione condizionale
- Il flusso del grafico cambia direzione a seconda che la condizione sia vera oppure falsa



- Connettore
- ▶ Permette di rincongiungere due rami separati



- 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

- 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



- 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



