Lezione 4

Programmazione strutturata
Istruzioni condizionali

Programmazione strutturata

Problema 1/2

- Supponiamo di dover svolgere il seguente esercizio, utilizzando solo le istruzioni apprese finora
- Scrivere un programma che legge un numero intero da standard input (*cin*, *stdin*) che rappresenta il voto preso in Programmazione I e, se il voto è superiore a 27, stampa

  Programmazione I è veramente uno dei migliori corsi di Informatica!!

  Altrimenti stampa:

  Quel def ... di docente di quel noioso ...

Problema 2/2

- E' praticamente impossibile
- Come mai?

Risposta e nuova domanda

- Perché, siccome le istruzioni sono eseguite l'una dopo l'altra, ogni volta che si fa partire il programma si eseguono sempre le stesse istruzioni
- Noi invece vorremmo che in un caso si stampasse qualcosa, e nell'altro caso qualcos'altro
  - Ossia che in un caso si eseguisse una certa istruzione, e nell'altro caso un'altra
- Supponendo di poter aggiungere nuove istruzioni a quelle che conosciamo, come potremmo riuscire a raggiungere questo scopo?

Risposta e nuova domanda

- Una soluzione sarebbe la seguente
  - All'interno del programma inseriamo sia le istruzioni da eseguire in un caso che le istruzioni da eseguire nell'altro caso
  - Dopo l'istruzione di lettura del valore da stdin
    - inseriamo un controllo, in cui valutiamo quale dei due casi sia vero
    - e **saltiamo** al pezzo di codice relativo a quel caso

Salto: goto, jump, ...

- Il salto è la prima tecnica adottata, storicamente, per eseguire passi diversi a seconda dei dati passati in ingresso
  - In generale, a seconda del valore di qualche condizione
- I tipici nomi delle istruzioni di salto sono:
  - **`goto`** nei linguaggi ad alto livello
  - **`jump`** nel linguaggio macchina

Salti e cicli

- Le istruzioni di salto permettono anche di ripetere più volte l'esecuzione di un dato pezzo di codice
  - Un pezzo di codice che si ripete più volte viene tipicamente chiamato *ciclo*
  - Per realizzarlo si può utilizzare una istruzione di salto per saltare all'indietro
    - saltare cioè all'inizio del ciclo quando lo si vuole ripetere, e proseguire invece dall'istruzione successiva alla fine del ciclo quando si vuole smettere

Problemi salto

- Stiamo quindi per studiare le istruzioni di salto?
- No
- Come mai?

Logica a spaghetti 1/2

- Perché, se si realizza la logica di un programma mediante salti avanti ed indietro, il programma stesso tende a diventare molto difficile da capire
- A meno che il programmatore non applichi delle regole rigide nell'utilizzo delle istruzioni di salto,
  - si tende alla cosiddetta **logica a spaghetti**

Logica a spaghetti 2/2

- La sequenza di esecuzione delle istruzioni tende cioè a diventare un groviglio

Roberto Gianferrari 16/7/2011

Quali regole?

- Quali sono le regole rigide a cui abbiamo accennato?
- Sono delle regole che fanno sì che l'ordine di esecuzione delle istruzioni coincida con l'ordine che si può ottenere utilizzando solo i costrutti della cosiddetta programmazione strutturata

Programmazione strutturata

- Si parla di **programmazione strutturata** [Dijkstra, 1969] se si utilizzano solo i seguenti costrutti per determinare l'ordine di esecuzione delle istruzioni (detto anche flusso di controllo):
  - **concatenazione** e **composizione**
    - conosciamo già la concatenazione, mentre la composizione permette di 'trattare' una sequenza di istruzioni come se fosse una sola istruzione
  - **selezione** (**istruzione condizionale**)
    - fa proseguire il flusso di controllo tra due possibili rami in base al valore vero o falso di una espressione detta *condizione di scelta*
  - **iterazione**
    - permette all'esecuzione ripetuta di un'istruzione o di una sequenza di istruzioni finché permane vera una espressione detta "condizione di iterazione"

Scopo e possibili limiti

- Rendere i programmi più leggibili e facili da mantenere
- Perdiamo qualcosa se utilizziamo solo i costrutti della programmazione strutturata nei nostri programmi?
- Ossia, rischiamo di non essere in grado di codificare qualche algoritmo?
- Ci vuole un pizzico di teoria ...

Macchina di Turing

- Macchina dotata di
  - una testina
  - un nastro costituito da un numero di celle adiacenti concettualmente infinito
- La testina può: spostarsi da una cella all'altra, leggere/scrivere la cella su cui si trova
- http://www.google.com/doodles/alan-turings-100th-birthday
  - Se siete curiosi cercatevi le istruzioni su quale è lo scopo del *doodle* e su come programmare la macchina di turing per cercare di raggiungere lo scopo

Tesi di Church-Turing

- Ogni algoritmo può essere eseguito (calcolato) da una **Macchina di Turing**
- Questa tesi è indimostrabile, o perlomeno mai dimostrata, ma è ormai universalmente accettata

Teorema di Jacopini-Boem

- Assumendo che la tesi di Church-Turing sia vera, tale teorema afferma che ogni algoritmo può essere tradotto in un programma scritto con un linguaggio caratterizzato solo da
  - Tipo di dato: Naturali con l'operazione di somma (+)
  - Istruzioni: assegnamento
    istruzione composta
    istruzione condizionale
    istruzione di iterazione
- Quindi con la programmazione strutturata si può esprimere qualsiasi algoritmo

Costrutti

- In questa prima presentazione vedremo
  - la selezione
    - ossia le istruzioni condizionali
  - la composizione
    - ossia le istruzioni composte

Istruzioni condizionali

Istruzioni condizionali

- In C/C++ disponiamo di due tipi di istruzioni condizionali:
  - Istruzione di SCELTA SEMPLICE o ALTERNATIVA
  - Istruzione di SCELTA MULTIPLA
    Non è essenziale, ma migliora l'espressività del linguaggio

Scelta semplice

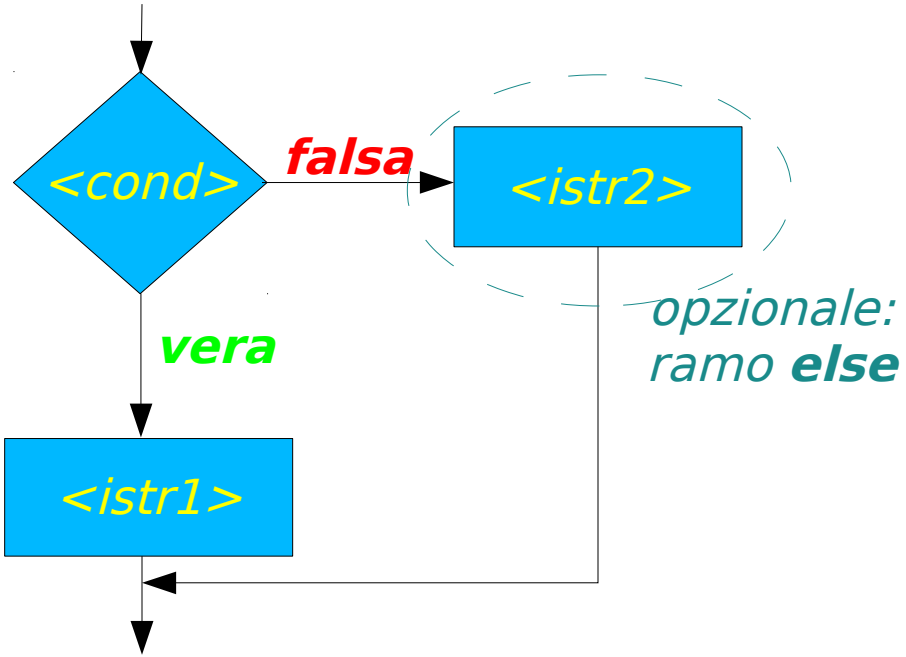
- Consente di scegliere fra due istruzioni alternative in base al verificarsi di una data *condizione*

<istruzione-di-scelta> ::=
if (*<condizione>*)
<istruzione1>
[**else**
<istruzione2>]

- *<condizione>* è un'espressione logica che viene valutata al momento dell'esecuzione dell'istruzione **if**

Diagramma di flusso

if (*<condizione>*)
        <istruzione1>
[**else**
        <istruzione2> *]*



- Se *<condizione>* risulta vera
  si esegue *<istruzione1>*, altrimenti si esegue *<istruzione2>*
- In entrambi i casi l'esecuzione continua poi con l'istruzione che segue l'istruzione **if**.
- NOTA
  Se *<condizione>* è falsa e la parte **else** (opzionale) è omessa, si passa subito all'istruzione che segue l'istruzione **if**

Esempio

```
int a=3, n=-6, b=0;
if (n <= 0)
     a = b + 5;
```

- Alla fine dell'esecuzione
  - a == ?
  - b == ?
  - n == ?

Esempio

```
int a=3, n=-6, b=0;
if (n > b)
     a = b + 5;
else
     n = b*5;
```

- Alla fine dell'esecuzione
  - a == ?
  - b == ?
  - n == ?

Esercizi

- Svolgere gli esercizi della terza esercitazione fino all'esercizio sulla divisione intera incluso

Problema

- E se vogliamo eseguire più di una istruzione in uno dei due rami o in entrambi?
- Esempio:

```
if (<condizione>)
        <varie istruzioni>
else
        <varie istruzioni>
```

Abbiamo bisogno delle *istruzioni composte* ...

Istruzioni composte

Istruzione composta

- Sequenza di istruzioni racchiuse tra parentesi graffe:

```
{
        <istruzione1>
        <istruzione2>
        ...
}
```

- Ovunque la sintassi preveda una istruzione si può inserire tanto una istruzione *semplice* (ossia non composta) che una istruzione *composta*
- Ai fini della sintassi e della semantica, una istruzione composta è trattata come una singola istruzione semplice
- L'esecuzione di una istruzione composta implica l'esecuzione ordinata di tutte le istruzioni della sequenza tra parentesi graffe

Completamento istruzioni di scelta semplice

Forma completa

- Identica a quella già vista:
  <istruzione-di-scelta> ::=
  `if` (*<condizione>*) *<istruzione-ramo-if>*
  [**`else`** *<istruzione-ramo-else>*]
- Sia l'istruzione del ramo **`if`** che quella del ramo **`else`** possono essere una qualsiasi istruzione semplice (istruzione espressione, istruzione condizionale, istruzione iterativa) o composta
- Le istruzioni alternative da eseguire sono spesso chiamate anche *corpo del ramo if* o *corpo del ramo else*

Esempio

```
if (n > 0)
     { /* inizio blocco */
          a = b + 5;
          c = x + a - b;
      } /* fine  blocco */
else
     n = b*5;
```

Esercizio

- Svolgere la terza esercitazione fino alla slide 48

Istruzioni di scelta annidate

- Come caso particolare, *<istruzione-ramo-if>* o *<istruzione-ramo-else>* potrebbero essere a loro volta un'istruzione di scelta
- Esempio:

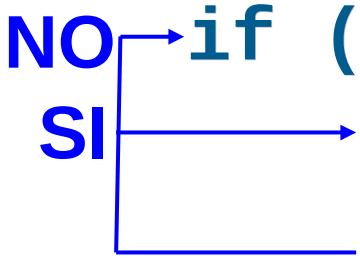
```
if (n > 0)
    if (a>b) n = a;
    else n = b*5;
```

- A quale **`if`** è associato il ramo **`else`**, il primo o il secondo?

Regola

- In base alla sintassi del linguaggio C/C++, un ramo **`else`** è sempre associato all'**`if`** più interno (vicino)
- Se questa non è l'associazione desiderata, occorre racchiudere l'**`if`** più interno in un blocco **`{ }`**
- Cerchiamo di capire meglio con degli esempi

Esempi 1/2




```
if (n > 0)
    if (a>b) n = a;
    else n = b*5; // associato all'if
                  // più interno
                  // (vicino)
```

Esempi 2/2

Per far sì che l'**else** si riferisca al primo **if:**

```
if (n > 0){
    if (a>b)
        n = a;
} else
    n = b*5;
```

Per maggiore leggibilità, si possono usare le parentesi anche nell'altro caso:

```
if (n > 0) {
    if (a>b) n = a;
    else n = b*5;
}
```

Esercizi

- Risolvere il problema alla slide 49 della terza esercitazione
- Svolgere gli esercizi per casa della terza esercitazione

Istruzioni di scelta multipla

Esercizio

- Scrivere un programma che legge un valore intero e, in base al valore letto, stampa uno dei seguenti messaggi

Valore letto	Messaggio
1	**Primo**
2	**Secondo**
3	**Terzo**
4	**Quarto**
5	**Quinto**

- Scrivere il programma in maniera tale da non eseguire mai codice inutilmente

Tentativo di soluzione

```
main()
{
     int n; cin>>n ;
     if (n == 1)
          cout<<"Primo"<<endl ;
     if (n == 2)
          cout<<"Secondo"<<endl ;
     if (n == 3)
          cout<<"Terzo"<<endl ;
     if (n == 4)
          cout<<"Quarto"<<endl ;
     if (n == 5)
          cout<<"Quinto"<<endl ;
}
```

Domanda

- La precedente soluzione rispetta fedelmente la traccia?

Risposta

- No
- Se, ad esempio, $n == 1$, dopo aver stampato **`Primo`**, si eseguono lo stesso altri quattro controlli inutili sul valore di *n*

Soluzione corretta

```
main()
{
     int n; cin>>n ;
     if (n == 1)
       cout<<"Primo"<<endl ;
     else if (n == 2)
            cout<<"Secondo"<<endl ;
          else if (n == 3)
                 cout<<"Terzo"<<endl ;
               else if (n == 4)
                      cout<<"Quarto"<<endl ;
                    else if (n == 5)
                           cout<<"Quinto"
                              <<endl ;
}
```

Commento

- Quanto è leggibile la precedente soluzione?
  - Molto poco
- Avremmo bisogno di un costrutto sintattico che ci permetta di eseguire solo l'istruzione giusta in base al valore della variabile
  - Senza la pesantezza sintattica in cui si incorre utilizzando l'istruzione condizionale

Istruzione di scelta multipla

- Consente di scegliere fra molti casi in base al valore di un'**espressione di selezione**

Sintassi e semantica 1/3

<istruzione-di-scelta-multipla> ::=

```
switch (<espressione di selezione>) {
        case <etichetta1> : <sequenza_istruzioni1> [ break;]
        case <etichetta2> : <sequenza_istruzioni2> [ break; ]
        …
        [ default : < sequenza_istruzioniN> ]
    }
```

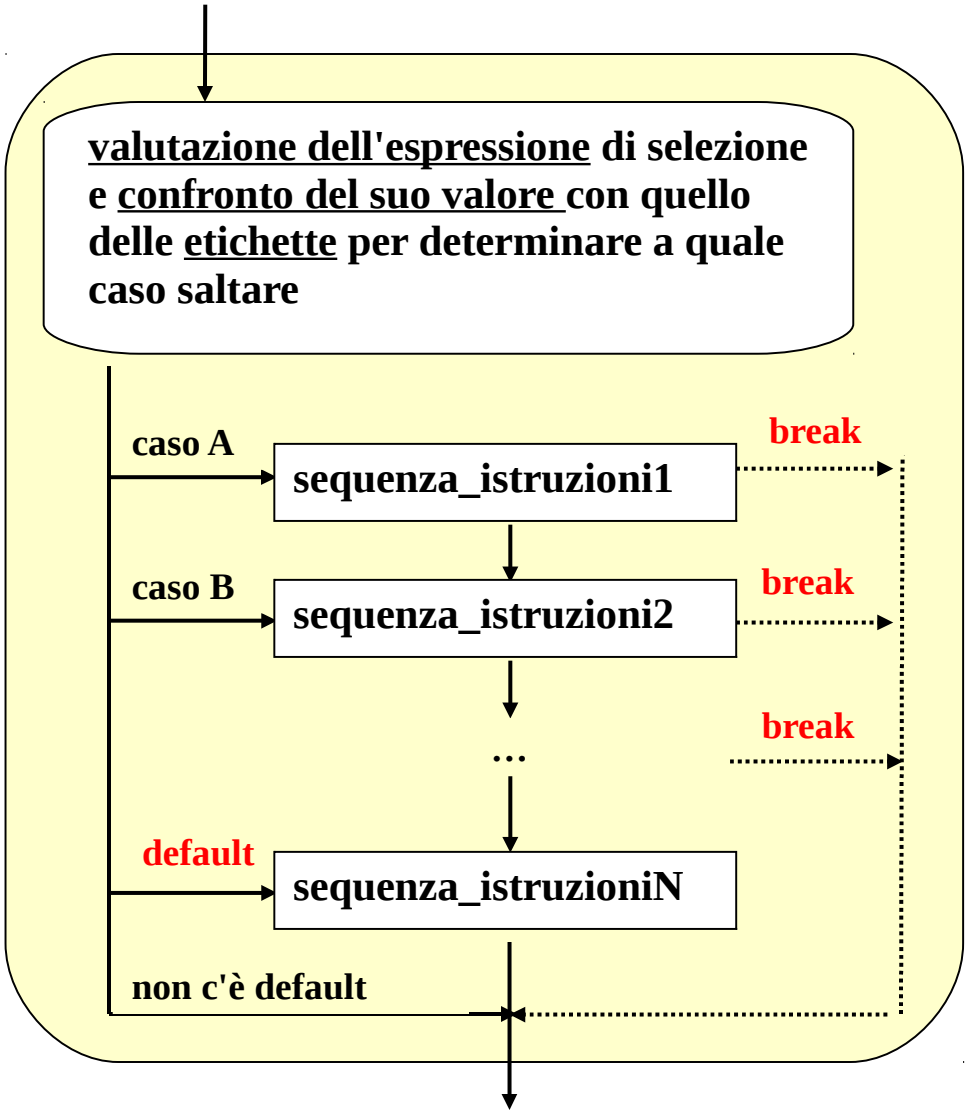
<espressione di selezione> è un'espressione che restituisce un valore **numerabile** (intero, carattere, enumerato, …), e viene valutata al momento dell'esecuzione dell'istruzione switch

Le etichette *<etichetta1>*, *<etichetta2>*, … devono essere delle costanti dello stesso tipo dell'espressione di selezione

Sintassi e semantica 2/3

- Definiamo ***corpo dell'istruzione switch***, la parte del costrutto compresa tra le parentesi graffe
- Il valore dell'espressione di selezione viene confrontato con le **costanti** che etichettano i vari casi
  - L’esecuzione salta al ramo dell’etichetta corrispondente, se esiste
- Vedi diagramma di flusso nella prossima slide (la spiegazione continua poi nella slide ancora successiva)

Diagramma di flusso



Sintassi e semantica 3/3

- Dopo il salto al ramo di una delle etichette
  - L'esecuzione prosegue poi **sequenzialmente** fino alla fine del corpo dell'istruzione **`switch`**
    - **A meno che non si incontri un'istruzione `break`**, nel qual caso si esce dal corpo dello **`switch`**: ossia l'esecuzione prosegue dall'istruzione successiva all'istruzione **`switch`**
- Se nessuna etichetta corrisponde al valore dell'espressione, si salta al ramo **`default`** (se specificato)
  - Se tale ramo non esiste, l'esecuzione prosegue con l'istruzione successiva all'istruzione **`switch`**

Esempio/esercizio

```
int a = 2, n ;
cin>>n; // considerare separatamente i casi in cui
        // l'utente immette 1, 2, 3, 4, oppure 0
switch (n){
      case 1:
            cout<<”Ramo A”<<endl;
            break;
      case 2:
            cout<<”Ramo B”<<endl;
            a = a*a;
            break;
      case 3:
            cout<<”Ramo C”<<endl;
            a = a*a*a;
            break;
      default:
            a=1;
}
cout<<a<<endl; // cosa viene stampato ?
```

Osservazioni

- *<sequenza_istruzioni>* denota una sequenza di istruzioni, quindi non è necessaria un'istruzione composta
  - L'idea è che **si salta** all'inizio di uno dei rami
- In accordo al punto precedente, i vari rami non sono mutuamente esclusivi: una volta saltato all'inizio di un ramo, l'esecuzione prosegue in generale con le istruzioni dei rami successivi fino alla fine del corpo dello **`switch`**
- Per avere rami mutuamente esclusivi occorre forzare esplicitamente l'uscita mediante l'istruzione **`break`**

Esempio/esercizio

```
int a = 2, n, b = 1;
cin>>n; // considerare separatamente i casi in cui
        // l'utente immette 0, 1, 2, 3
switch (2 - n) {
      case 0:
            b *= a;
      case 1:
            b *= a;
      case 2:
            break;
      default:
            cout<<”Valore non valido per n\n” ;
}
cout<<b<<endl; // cosa viene stampato ?
```

Esercizio

- Svolgere l'esercizio *primo_menu.cc* della quarta esercitazione
- Non dimenticare di inserire, dove necessaria, l'istruzione **`break;`**

Esercizio

- Svolgere gli esercizi *menu_multiplo.cc* e *calcolatrice.cc* della quarta esercitazione

Pro e contro scelta multipla

- L'istruzione **`switch`** garantisce maggiore leggibilità rispetto all'**`if`** quando c'è da scegliere tra più di due alternative
- Altrimenti è ovviamente un costrutto più ingombrante
- Ulteriori limitazioni dell'istruzione **`switch`**:
  - è utilizzabile solo con espressioni ed etichette di tipo numerabile (intero, carattere, enumerato, ...)
  - non è utilizzabile con numeri reali (**`float`**, **`double`**) o con tipi strutturati (stringhe, vettori, strutture...)

Esercizi

- Terminare la quarta esercitazione