Strutture di Controllo in Matlab e Algebra di Boole

Informatica, AA 2020 / 2021

Francesco Trovò

https://trovo.faculty.polimi.it/

francesco1.trovo@polimi.it

Esempio

Scrivere un programma che determina se un numero inserito dall'utente è un intero positivo (il comando **`floor(n)`** restituisce la parte intera di **`n`**)

```
x = input('inserisci x: ');
flag = 1; % questa variabile registra se x va bene

% x non va bene quando una di queste condizioni si verifica
if x ~= floor(x) || x < 0
    flag = 0;
end

if flag == 1
    fprintf('\n %d intero positivo\n', x);
else
    fprintf('\n %d NON intero positivo\n', x);
end
```

Questa condizione è equivalente alla precedente grazie alle leggi di de Morgan

`~(A && B) = ~A || ~B`

Esempio

Scrivere un programma che determina il massimo tra tre numeri inseriti da tastiera

Soluzione 1: if Annidati

```
a = input('inserire numero :');
b = input('inserire numero :');
c = input('inserire numero :');

if (a > b)
    if(a > c)
        max = a;
    else
        max = c;
    end
else
    if (b > c)
        max = b;
    else
        max = c;
    end
end

fprintf('max(%d,%d,%d) = %d\n', a,b,c,massimo);
```

Osservazioni:

1. Il numero di indentazioni è n, pari a quanti numeri occorre controllare
2. Le parentesi negli if non sono necessarie

Soluzione 2: Condizioni composte

```
a = input('inserire numero :');
b = input('inserire numero :');
c = input('inserire numero :');

if(a>=b) && (a>=c)
    massimo = a;
end

if(b>=a) && (b>=c)
    massimo = b;
end

if(c>=a) && (c>=b)
    massimo = c;
end


fprintf('max(%d,%d,%d) = %d\n', a,b,c,massimo);
```

Osservazioni:

1. Condizioni composte si allungano quando si aggiungono numeri da controllare
2. Il numero di condizioni da valutare per n numeri è n
3. If usati in sequenza
4. E' necessario mettere $\geq$ altrimenti non gestisce correttamente il caso in cui due o più numeri sono uguali

Soluzione 3: if in sequenza

```
a = input('inserire numero :');
b = input('inserire numero :');
c = input('inserire numero :');

massimo = a;
if(massimo < b)
    massimo = b;
end

if(massimo < c)
    massimo = c;
end
```

Osservazioni:

1. Questa è una sequenza di confronti semplici
2. Non ricorda niente questa soluzione?

```
fprintf('max(%d,%d,%d) = %d\n', a,b,c,massimo);
```

Algoritmo per trovare il miglior prodotto al supermercato

Esempio

Scrivere un programma che richiede all'utente di scegliere un numero da 1 a 6, simula il lancio di un dato e quindi comunica se l'utente ha indovinato la puntata

Per generare numeri casuali:

- **`rand()`** genera un numero qualunque tra 0 ed 1 (tutti i numeri generati sono equiprobabili)
- **`randi(6)`** genera un intero qualunque tra 1 e 6 (tutti i numeri generati sono equiprobabili)

Esempio

```
x = input('scegli il nr 1-6 ');

if x ~= floor(x) || x <= 0 || x > 6
    fprintf('\ninserire un numero 1-6\n')
else
    % lancia il dado d
    d = randi(6);

    if(x == d)
        flag = true;
    else
        flag = false;
    end

    if flag
        fprintf('\nCOMPLIMENTI hai detto %d ed è uscito %d', x, d);
    else
        fprintf('\nPECCATO hai detto %d ed è uscito %d', x, d);
    end
end
```

Esempio

Scrivere un programma che, inserito un intero positivo, determina se corrisponde ad un anno bisestile

Un anno è bisestile se è multiplo di 4 ma non di 100 oppure se è multiplo di 400

```
n = input(['inserire anno ']);
div_4 = (mod(n , 4) == 0);
div_100 = (mod(n , 100) == 0);
div_400 = (mod(n , 400) == 0);
```

Osservazione:

Le variabili **div_4, div_100, div_400, bisestile** sono dei logicals e contengono il risultato di un'operazione logica (true/false)

```
bisestile = ((div_4) && ~(div_100)) || (div_400);
if bisestile
    fprintf('%d è bisestile\n', n);
else
    fprintf('%d non è bisestile\n', n);
end
```

Homework

Scrivere un programma che richiede di inserire la lunghezza di tre lati e determina se questi corrispondono ad i lati di un triangolo

La condizione è che ciascun lato deve essere minore della somma degli altri due e maggiore della loro differenza

In caso in cui i lati identifichino un triangolo il programma determina se tale triangolo è:

- Equilatero
- Isoscele
- Scaleno
- Rettangolo

Algebra di Boole

Operazioni Logiche

Non solo operazioni aritmetiche

- Nei linguaggi di programmazione occorre spesso valutare delle condizioni logiche (nelle expression dei costrutti condizionale e iterativo)
- **Espressione booleana**: espressione con valore **vero (1) o falso (0)**, determinata durante l'esecuzione del programma
- Nei linguaggi di programmazione le espressioni booleane si ottengono spesso mediante **operatori relazionali**

  (ad esempio, in Matlab `==, ~=, >, <, >=, <=`)

  Es: `(a > 7) , (b % 2 == 0), (x <= w)`

- Si possono considerare espressioni booleane anche frasi in linguaggio naturale, quali

  «Michele è biondo», «Giovanni studia molto»

  che possono essere vere o false (1/0)

Espressioni Booleane Composte

Le **espressioni booleane composte** espressioni con valore 0/1 ottenute concatenando **espressioni booleane** con **operatori logici**

Gli **operatori logici** sono:

NOT : ~

AND : **&&**

OR : **||**

Es: **(a > 7) && (b == 0)**

« (Michele è biondo) e (Michele ha 4 anni)»

« (Giovanni mangia la pasta) o (Giovanni mangia il riso)»

Operatori Logici

- **Operatori** che si applicano a **espressioni booleane** per costruire **condizioni composte:**
  - `~` : negazione (NOT),
  - `&&` : congiunzione (AND)
  - `||` : disgiunzione (OR),

- Nel seguito indichiamo le espressioni booleane con lettere

Es: `(a > 9)` `&&` `(w %5 == 0)`

$A \in \{0,1\}$ $B \in \{0,1\}$

- In generale le **espressioni booleane** A, B sono espressioni che possono essere **vere o false**

Es A = «Giovanni è più grande di Michele»

B = «Michele è biondo»

Tabelle di Verità

- Rappresenta tutti i possibili modi di valutare un' espressione booleana composta
- Una riga per ogni possibile assegnamento di valori logici alle variabili:
  - n variabili logiche (espressioni booleane) $\rightarrow 2^n$ possibili assegnamenti, quindi 2^n righe
- Una colonna per ogni espressione che compone l'espressione data (inclusa la formula stessa)

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti

- Il NOT è un operatore **unario**, che prende in ingresso **una** sola espressione.

- **`~A`** è l'opposto di **`A`**

negazione (NOT)	
`A`	**`~A`**
0	1
1	0

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti

- L'operatore AND è **binario**, prende in ingresso **due** espressioni.

- **`A && B`** è vero se e solo se sia **`A`** che **`B`** sono vere.

congiunzione (AND)		
A	**B**	**A && B**
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti

- L'operatore OR è **binario**, prende in ingresso **due** espressioni.

- `A || B` è vero se almeno una delle due è vera.

- **NB:** non è un OR esclusivo, come spesso accade nella lingua parlata

disgiunzione (OR)		
A	B	A || B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Aritmetica Operatori Logici

- Ordine degli Operatori Logici in assenza di parentesi (elementi a priorità maggiore in alto):

1. negazione (NOT) ~
2. operatori di relazione **<**, **>**, **<=**, **>=**
3. uguaglianza **==**, disuguaglianza **~=**,
4. congiunzione (AND) **&&**
5. disgiunzione (OR) **||**

Esempio:

- `x > 0 || y == 3 && ~(z > 2)`
- `(x > 0) || ((y == 3) && ~(z > 2))`

Aritmetica degli Operatori Logici

- Gli operatori `&&` e `||` sono commutativi
  - `(a && b) == (b && a)`
  - `(a || b) == (b || a)`
- Le doppie negazioni si elidono: `~~a == a`

Tabelle di Verità

- Rappresenta tutti i possibili modi di valutare un' espressione booleana composta
- Una riga per ogni possibile assegnamento di valori logici alle variabili:
  - n variabili logiche (espressioni booleane) $\rightarrow 2^n$ possibili assegnamenti, quindi 2^n righe
- Una colonna per ogni espressione che compone l'espressione data (inclusa la formula stessa)

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

A	B	C	~B	A && ~B	A && ~B || C
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

A	B	C	~B	A && ~B	A && ~B || C
0	0	0	1		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	1	0		
1	0	0	1		
1	0	1	1		
1	1	0	0		
1	1	1	0		

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

A	B	C	~B	A && ~B	A && ~B || C
0	0	0	1	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	
1	0	0	1	1	
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	
1	1	1	0	0	

Esempio Tabella di Verità

- `A && ~B || C`

A	B	C	~B	A && ~B	A && ~B || C
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

Altro Esempio di Tabella di Verità

- `A && (~B || C)`

Altro Esempio di Tabella di Verità

- `A && (~B || C)`

A	B	C	~B	~B || C	A && (~B||C)
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Operatori Logici: Leggi di de Morgan

- Leggi di De Morgan: illustrano come distribuire la negazione rispetto a `||` e `&&`
  1. `~(a && b) == ~a || ~b`
  2. `~(a || b) == ~a && ~b`

- Es: `~((a >= 5) && (a <= 10))` -> [De Morgan]
  `~(a >= 5)||~(a <= 10)` -> [proprietà >= e <=]
  `~~(a < 5)|| ~~(a > 10)` -> [doppia negazione]
  `((a < 5) || (a > 10))`

Esempio

- Dimostrare che le seguenti espressioni sono equivalenti
  - `A || C && ~B`
  - `~((B || ~C) && ~A)`

- Due possibili soluzioni:
  - Applicando le leggi di De Morgan cerco di passare da una all'altra
  - Calcolo entrambe le tabella di verità e mostro che coincidono

Esempio

- Dimostrare che le seguenti espressioni sono equivalenti
  - `A || C && ~B`
  - `~((B || ~C) && ~A)`

- `~((B || ~C) && ~A)`
- `(~(B || ~C) || ~~A)`
- `~(B || ~C) || A`
- `(~B && C) || A`
- `A || (~B && C)`
- `A || (C && ~B)`
- `A || C && ~B`

Operatori Logici: Forma Generale

- Operatori binari: **AND** (&&, oppure &, oppure and), **OR** (||, oppure |, oppure or), **XOR** (xor):

```
a OP1 b        per la notazione simbolica
OP(a, b)       per la notazione testuale
```

- Operatori unari: NOT (~):

```
OP2 a
```

- `a, b` possono essere variabili, costanti, espressioni da valutare, scalari o vettori (dimensioni compatibili)
- Valori numerici di `a, b` vengono interpretati come logici:
  - 0 come falso
  - tutti i numeri diversi da 0 come vero

Differenza tra `&&` e `&` (e tra `||` e `|`)

`&&` è l'operatore short-circuit per logicals scalari

- Quando calcola **`a && b`** non valuta **`b`** se **`a`** è falso

`||` è l'operatore short-circuit per logicals scalari

- Quando calcola **`a || b`** non valuta **`b`** se **`a`** è vero

`&&` può essere conveniente. Si pensi di dover valutare se la seguente espressione è vera:
«ho meno di 15 anni» **`&`** «I giochi olimpici invernali del 1924 si sono tenuti in Francia»

Usare **`&&`** invece di **`&`** permette di evitare di andare a cercare su Wikipedia …

Nota: **`&`** e `|` si applicano anche a vettori di logicals (vedremo poi)

Matlab: Costrutto Condizionale

Istruzioni composta: `if`, `switch`

Costrutto Condizionale: `if`, la sintassi

- Il costrutto condizionale permette di eseguire istruzioni a seconda del valore di un'espressione booleana
- **`if, else, end`** keywords
- **`expression`** espressione booleana (vale 0 o 1)
- **`statement`** sequenza di istruzioni da eseguire (corpo).
- **NB**: il corpo è delimitato da **`end`**
- **NB:** indentatura irrilevante

```
if(expression)
      statement
end
```

```
if(expression1)
      statement1
else
      statement0
end
```

Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione

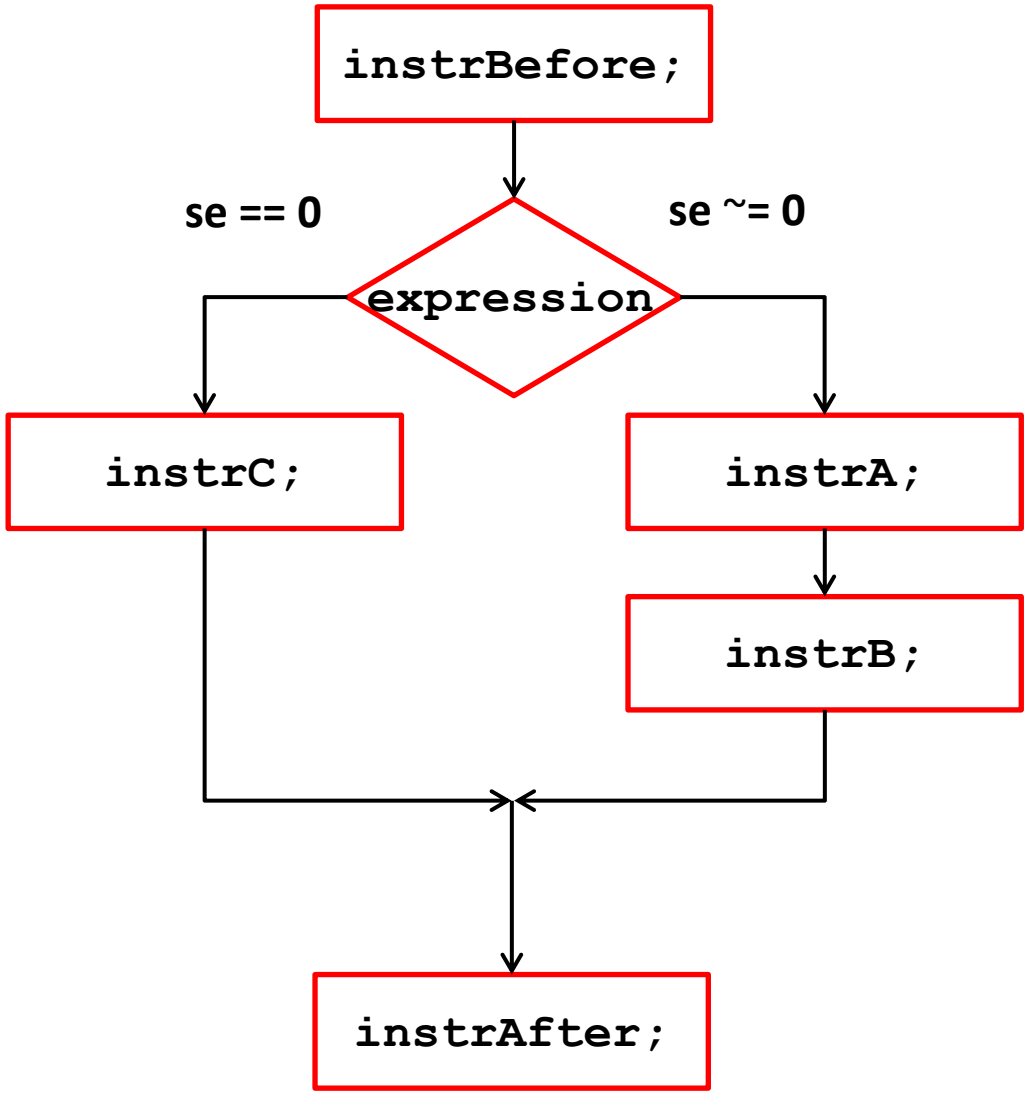
1. Terminata **`instrBefore`**, valuto **`expression`**,
2. Se **`expression`** è vera (**`!=0`**), allora eseguo **`statement1`**, altrimenti eseguo **`statement0`**. (se è presente **`else`**)
3. Terminato lo statement dell'**`if`** , procedi con **`instrAfter`**, la prima istruzione fuori dall'**`if`**

- **N.B.** **`else`** è opzionale
- **N.B** **`if (expression)`** **non** richiede il **`;`** perché l'istruzione non termina dopo **`)`**

```
instrBefore;
if(expression)
      statement1;
else
      statement0;
end
instrAfter;
```

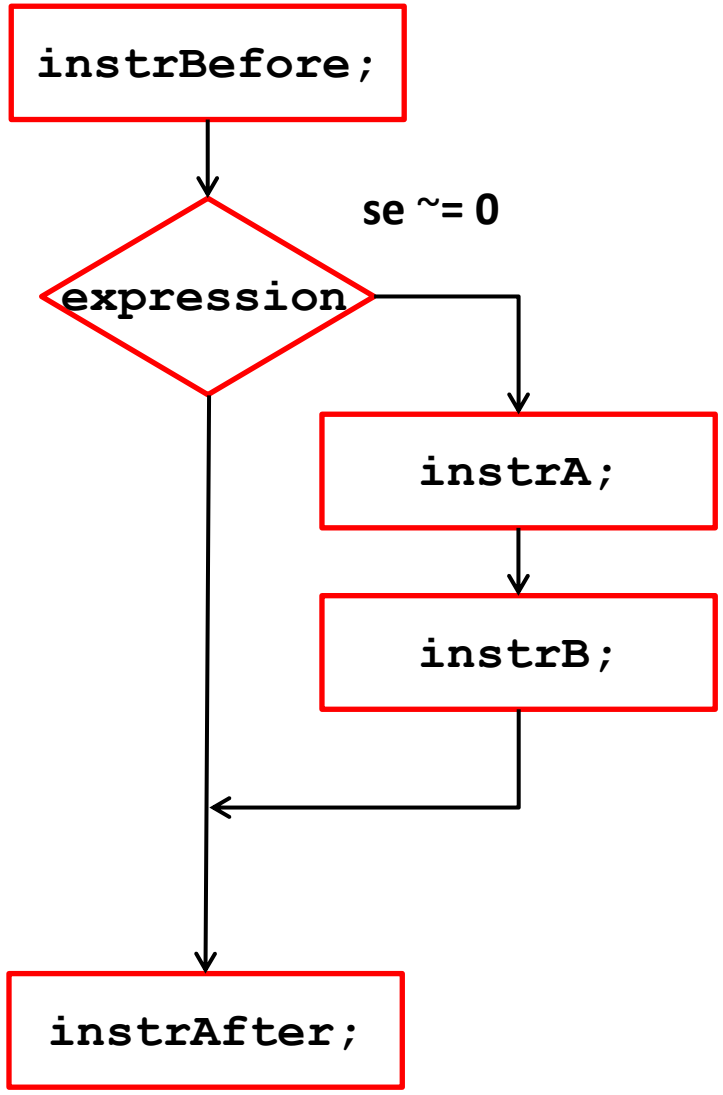
Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione

```
instrBefore;
if(expression)          instrA;
      instrB;
else
      instrC;
end
instrAfter;
```



Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione

```
instrBefore;
if(expression)
      instrA;
      instrB;
end
instrAfter;
```



Esempio

```
%N.B: incolonnamento codice irrilevante!
if (mod(x,7) == 0)
    fprintf('%d multiplo di 7\n' , x);
else
    fprintf('%d non multiplo di 7\n' , x);
end
```

Esempio

```
%N.B: incolonnamento codice irrilevante!
if (mod(x,7) == 0)
    fprintf('%d multiplo di 7\n' , x);
else
    fprintf('%d non multiplo di 7\n' , x);
end
% posso fare senza else?
```

Esempio

```
%N.B: incolonnamento codice irrilevante!
if (mod(x,7) == 0)
    fprintf('%d multiplo di 7\n' , x);
else
    fprintf('%d non multiplo di 7\n' , x);
end
%senza else.
fprintf('%d ' , x);
if (mod(x, 7) ~= 0)
    fprintf('non ');
end
fprintf(' multiplo di 7\n');
```

`if` Annidati

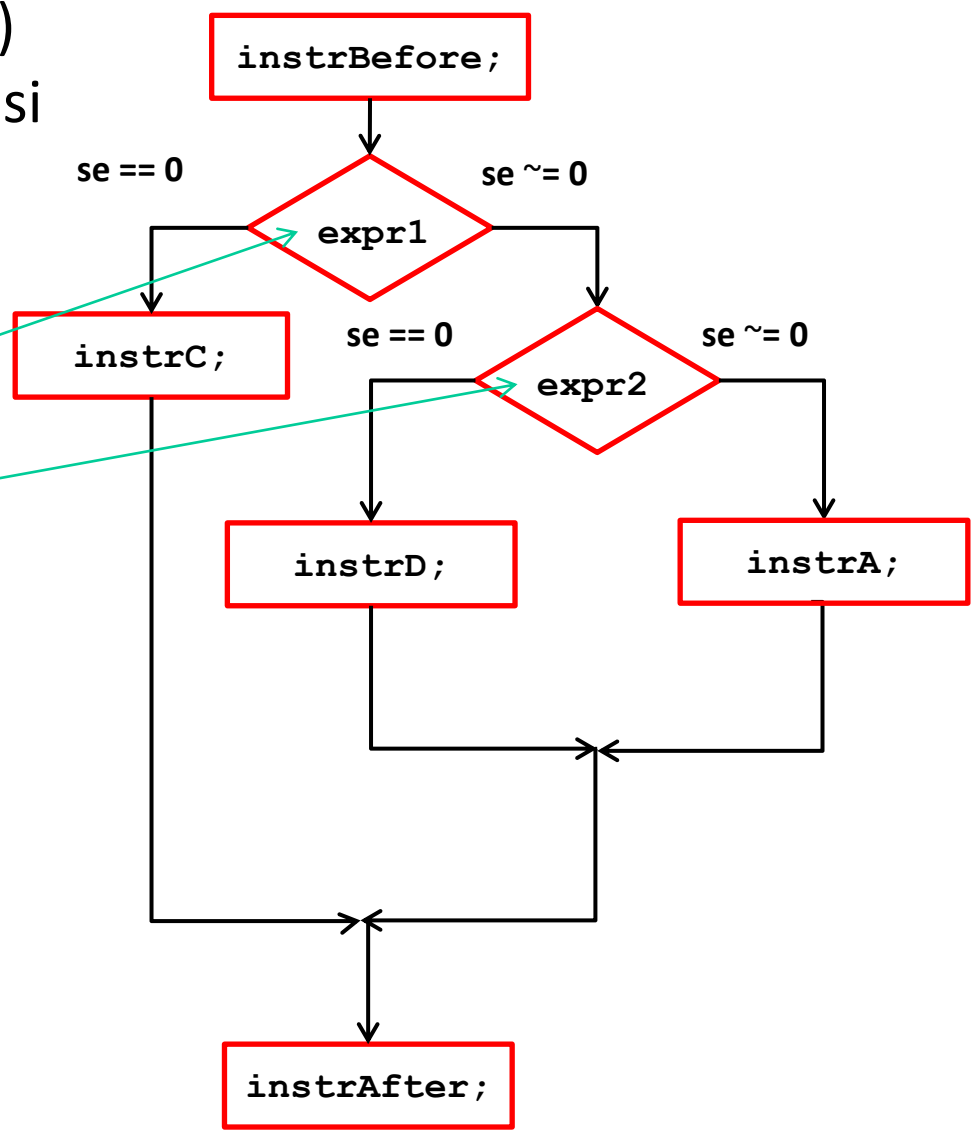
Il corpo di un `if` (cioè uno **`statement`**) può a sua volta contenere costrutti `if:` si realizzano quindi istruzioni condizionali **annidate**

```
instrBefore;
if(expr1)
 if(expr2)
     instrA;
  else
     instrD;
  end
else
 instrC;
end
instrAfter;
```

`if` Annidati

Il corpo di un **`if`** (cioè uno **`statement`**) può a sua volta contenere costrutti **`if:`** si realizzano quindi istruzioni condizionali **annidate**

```
instrBefore;
if(expr1)
 if(expr2)
     instrA;
  else
     instrD;
  end
else
 instrC;
end
instrAfter;
```



`if` Annidati

Le istruzioni condizionali possono essere annidate, inserendo un ulteriore **`if`** all'interno di **`statement1`** o **`statement0`**

```
if(mod(x,7) ==0)
    fprintf('%d è multiplo di 7', x);
else
    if(mod(x,5) == 0)
        fprintf('%d NON è mutiplo di 7 ma di 5', x);
    else
        fprintf('%d NON è multiplo di 7 e nemmeno di 5', x);
    end
end
```

`if` Annidati

È possibile sostituire if annidati con sequenze di `if` con condizioni composte

```
x = input('inserire x: ');

if(mod(x,7) ==0)
    fprintf('%d è multiplo di 7', x);
end

if(mod(x,7) ~=0) && (mod(x,5) ==0)
        fprintf('%d NON è multiplo di 7 ma di 5', x);
end

if(mod(x,7) ~=0) && (mod(x,5) ~=0)
        fprintf('%d NON è multiplo di 7 e nemmeno di 5', x);
end
```

Valutare una condizione nell'else: `elseif`

- **`elseif`** permette di valutare un'ulteriore condizione nell ramo **`else`** senza dover annidare un secondo **`if`**
- Il corpo dell' **`elseif`** viene eseguito se **`expression1`** è falsa ed **`expression2`** è vera
- Se è falsa sia **`expression1`** che **`expression2`** allora eseguo **`statement0`**, il corpo dell' **`else`**

```
if(expression1)
      statement1
elseif(expression2)
      statement2
else
      statement0
end
```

Il Costrutto if in Generale

```
if espressione1
   istr_1a
   istr_1b
   ..........
elseif espressione2
   istr_2a
   istr_2b
   ..........
else
   istr_ka
   istr_kb
   ..........
end
```

Le **istr_1a** e **istr_1b** vengono eseguite solo se vale espressione 1

Le **istr_2a** e **istr_2b** vengono eseguite solo se non vale espressione1 ma vale espressione2

Le **istr_ka** e **istr_bka** vengono eseguite solo se non vale nessuna delle espressioni sopra indicate

elseif e **else** non sono obbligatori!

Esempio

Scrivere un programma che richiede di inserire la lunghezza di tre lati e determina se questi corrispondono ad i lati di un triangolo

- La condizione è che ciascun lato deve essere minore della somma degli altri due e maggiore della loro differenza.

In caso in cui i lati identifichino un triangolo il programma determina se tale triangolo è:

- Equilatero
- Isoscele
- Scaleno
- Rettangolo

```
close all
clear
clc

a = input('inserire il lato: ');
b = input('inserire il lato: ');
c = input('inserire il lato: ');

if (a > abs(b - c) && b > abs(a - c) && c > abs(a - b))

    if(a == b && b == c)
        fprintf(' %d %d %d TRIANG equilatero', a,b,c);
    elseif (a == b || b == c || a == c)
        fprintf(' %d %d %d TRIANG isoscele', a,b,c);
    else
        fprintf(' %d %d %d TRIANG scaleno', a,b,c);
    end

    if(a^2 == b^2 + c^2 || c^2 == b^2 + a^2 || b^2 == a^2 + c^2)
        fprintf(' %d %d %d TRIANG rettangolo', a,b,c);
    end

else
    fprintf(' %d %d %d no triangolo', a,b,c);
end
```

Il Costrutto switch

```
switch variabile %scalare o stringa
  case valore1
   istruzioni caso1
  case valore2
   istruzioni caso2
  ...
  otherwise
   istruzioni per i restanti casi
end
```

- L'istruzione condizionale switch consente una scrittura alternativa ad if/elseif/else
- Qualunque struttura switch può essere tradotta in un if/elseif/else equivalente

Note

- **`valore1`** etc… devono essere delle espressioni costanti e si confrontano con **`variabile`** per verificarne l'uguaglianza
- solamente un caso viene eseguito: quando **`variabile`** corrisponde ad uno specifico **`valore`** non si eseguono tutti gli statement in cascata, si esce dal ciclo
- è possibile confrontare vettori
  - Sebbene **`variabile`** venga confrontata con **`valore1`** non è richiesto che queste abbiano la stessa lunghezza
  - Il case viene eseguito se tutti gli elementi corrispondono

Esempio

Scrivere un programma che richiede all'utente due operandi (**a,b**) ed un carattere (**OP**) e, se **OP** corrisponde ad un operatore (**'+', '-', '*', '/', '^'**) calcola il risultato di **a OP b,** altrimenti solleva un messaggio di errore.

Nel caso di divisione per zero viene anche mandato un messaggio di errore

Soluzione

```
a = input('inserire primo operando: ');
b = input('inserire secondo operando: ');
OP = input('inserire operazione (+ - * / ^): ', 's');
switch OP
    case '+'
        res = a + b;
    case '-'
        res = a - b;
    case '*'
        res = a * b;
    case '/'
        if b == 0
            res = Inf;
            fprintf('\ndivisione per zero\n')
        else
            res = a / b;
        end
    otherwise
            fprintf('\nOPERATORE NON RICONOSCIUTO\n')
            res = [];
end
fprintf(' %d %c %d = %d\n', a, OP, b, res);
```

Matlab: Costrutti Iterativi

Istruzioni composte: **`while`**

Il costrutto **`for`** verrà presentato dopo gli array

Il Ciclo while

```
while expression
  statement
end
```

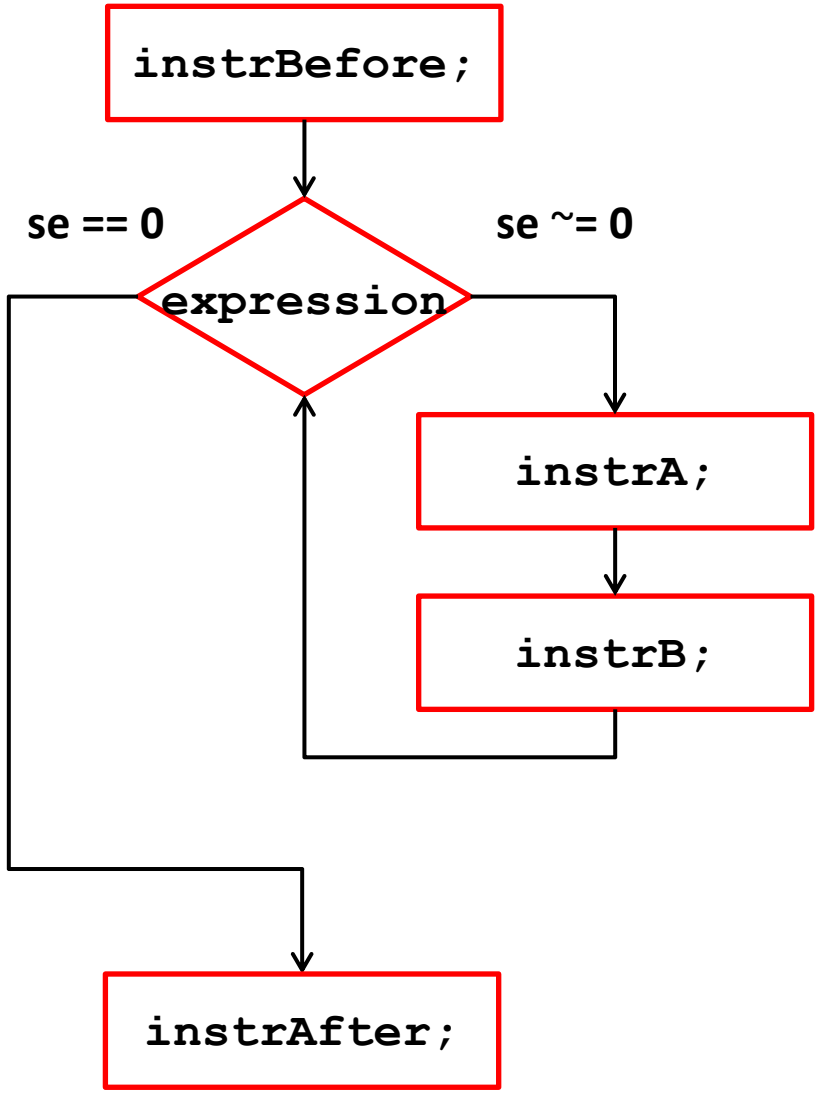
- **`expression`** assume valore **true** o **false**, può contenere con operatori relazionali (==, <, >, <=, >=, ~=)
- **`statement`** rappresenta il corpo del ciclo, la sequenza di istruzioni da iterare
- **`expression`** rappresenta la condizione di permanenza nel ciclo: finchè è vera si esegue **`statement`**
- **`expression`** deve essere inizializzata (avere un valore) prima dell'inizio del ciclo
- Il valore di espressione deve cambiare nelle ripetizioni

Costrutto Iterativo: `while`, l'esecuzione

1. Terminata **`instrBefore`** viene valutata **`expression`**
2. Se **`expression`** è vera (o ~= 0) viene eseguito **`statement`**
3. Al termine, viene valutata nuovamente **`expression`** e la procedura continua finché **`expression`** è falsa (== 0)
4. Uscito dal ciclo, eseguo **`instrAfter`**

```
instrBefore;
while(expression)
        statement;
end
instrAfter;
```

Costrutto Iterativo: `while`, l'esecuzione




```
instrBefore;
while(expression)
      instrA;
      instrB;
end
instrAfter;
```

Esempio

```
% stampa i primi 100 numeri
```

Esempio

```
% stampa i primi 100 numeri
n = 100;
while(n > 0)
    n = n + 1;
    fprintf('%d, ', n);
end
```

Esempio

```
% stampa i primi 100 numeri pari
n = 100;
while(n > 0)
    n = n + 1;
    fprintf('%d, ', 2*n);
end
```

Manteniamo la variabile **n** come **contatore,** che tiene traccia del numero di iterazioni eseguite nel ciclo

Costrutto Iterativo: `while`, Avvertenze

Il corpo del **`while`** non viene mai eseguito quando **`expression`** risulta falsa al primo controllo

```
n = 100;
while(n < 0)
      fprintf('%d, ', 2*n);
end
```

Costrutto Iterativo: `while`, Avvertenze

Se **`expression`** è vera ed il corpo non ne modifica mai il valore, allora abbiamo un loop infinito (l'esecuzione del programma **non** termina)

```
n = 100;
while(n > 0)
      fprintf('%d, ', 2*n);
end
```

Costrutto Iterativo: `while`

```
% calcolare la somma di una sequenza di numeri
inseriti dall'utente (continuare fino a quando
l'utente inserisce 0)
```

Costrutto Iterativo: `while`

```
% calcolare la somma e la media di una sequenza di
numeri inseriti dall'utente (continuare fino a quando
l'utente inserisce 0)
```

Esempio

Calcoliamo gli interessi fino al raddoppio del capitale, si assuma un interesse annuo del 8%

Esempio

Calcoliamo gli interessi fino al raddoppio del capitale, si assuma un interesse annuo del 8%

```
value = 1000;
year = 0;
while value < 2000
    value = value * 1.08
    year = year + 1;
    fprintf('%g years: $%g\n', year,value)
end
```

Esempio

% il quadrato di N è uguale alla somma dei primi N numeri dispari, calcolare il quadrato di un nr inserito da utente (<100)

Esempio

```
% il quadrato di N è uguale alla somma dei primi N numeri dispari,
calcolare il quadrato di un nr inserito da utente (<100)
max = 100;
n = input('inserire un numero minore di 100 ');
if n < 100
    s  = 0;
    ii = 0;
    while(ii<n)
        s = s + 2 * ii + 1;
        ii = ii + 1;
    end
    fprintf('il quadrato di %d è %d', n, s);
else
    fprintf('errore, inserire numeri <= 100');
end
```

Non ci sarebbero problemi a prendere un valore maggiore di MAX

Costrutti Annidati…

Ovviamente anche il corpo del **`while`** può contenere altri costrutti (**`while`** / **`if`** o altri che vedremo poi)

Esempio di `while` contenente `if`

Richiedere all'utente di inserire un numero e, se questo corrisponde ad un anno bisestile, chiederne un altro. Il programma termina quando viene inserito un numero che non corrisponde ad un anno bisestile.
Al termine, il programma scrive quanti anni bisestili ha inserito l'utente

N.B: un anno è bisestile se

- È multiplo di 4 ma non di 100

Oppure

- È multiplo di 400

Soluzione

```
cnt = 0;
bis = 1;
while(bis)
    x = input('inserire anno: ');
    if (mod(x,4)==0) && (mod(x,100) ~= 0) ||
       (mod(x,400) ==0)
         cnt = cnt + 1;
    else
         fprintf('%d non è bisestile', x);
         bis = 0;
    end
end
fprintf('hai inserito %d anni bisestili', cnt);
```

Soluzione

```
cnt = 0;
bis = 1;
while(bis)
    x = input('inserire anno: ');
    if (mod(x,4)==0) && (mod(x,100) ~= 0) ||
       (mod(x,400) ==0)
         cnt = cnt + 1;
    else
         fprintf('%d non è bisestile', x);
         bis = 0;
    end
end
fprintf('hai inserito %d anni bisestili', cnt);
```

Nota che `cnt` tiene traccia di quante volte viene eseguito il ciclo. È una variabile contatore ma non modifica la condizione di permanenza che dipende solo dai valori inseriti dall'utente

Esempio di `while` annidati

Scrivere un programma che stampa la tabella pitagorica

TABELLINE

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Come stampo la tabellina del 7?

```
tab = 7;

ii = 0;
while(ii <=10)
      fprintf('%3d ', tab * ii);
      ii = ii + 1;
end
fprintf('\n');
```

La variabile `ii` conta quante volte viene eseguito il ciclo e stampa la tabellina del 7

Soluzione

```
tab = 0;
MAX = 10;
while(tab <= MAX)
    ii = 0;
    while(ii <= MAX)
        fprintf('%3d ', tab * ii);
        ii = ii + 1;
    end
    fprintf('\n');
    tab = tab +1;
end
```

Soluzione

```
tab = 0;
MAX = 10;
while(tab <= MAX)
    ii = 0;
    while(ii <= MAX)
        fprintf('%3d ', tab * ii);
        ii = ii + 1;
    end
    fprintf('\n');
    tab = tab +1;
end
```

Basta iterare tutte le istruzioni precedenti incrementando `tab` per avere la stampa delle tabelline
Se si modifica `MAX` si ottengono più tabelline e più lunghe

Esercizi (TODO)

- Scrivere un programma che richiede all'utente una sequenza di caratteri minuscoli e ne stampa il corrispettivo maiuscolo (fino a quando l'utente non inserisce #)
- Scrivere un programma che richieda all'utente di inserire due interi e ne calcola il massimo comune divisore.
  - **Modificarlo per provare meno divisori del minimo tra gli input, utilizzando variabili di flag.**
- **Modificare esercizio tabelline per stampare solo la parte triangolare alta.**

Teorema di Boehm-Jacopini

- istruzioni **`if`** e **`while`** (e la possibilità di eseguire istruzioni in sequenza) sono equivalenti a istruzioni che la macchina di Von Neumann che può manipolare registro Contatore di Programma

  istruzioni **`if`** e **`while`** sono complete:

  ➡ bastano per codificare qualsiasi algoritmo

- Per praticità e convenienza si usano però molte altre strutture di controllo

Esercizi TODO:

Preparare un programma C per giocare a
Carta / Sasso / Forbice, richiedendo all'utente di inserire I caratteri 'c', 's', 'f',
controllando anche che il carattere inserito sia ammissibile.

`break` e `continue`

- L'istruzione **`break`** termina l'esecuzione di un costrutto iterativo
- L'istruzione **`continue`** all'interno di un costrutto iterativo passa direttamente all'iterazione seguente, interrompendo quella corrente.

Cosa fa?

```
ii = 0;
while(ii < 10)
    x = input('\ninserire x:');
    if(x < 0)
        break;
    end
    fprintf('%d', x);
    ii = ii + 1
end
```

Cosa fa?

```
ii = 0;
while(ii < 10)
    x = input('\ninserire x:');
    if(x < 0)
        break;
    end
    fprintf('%d', x);
    ii = ii + 1
end
```

Richiede fino a 10 numeri e ne stampa il valore inserito. Le acquisizioni terminano anticipatamente se viene inserito un valore negativo.

Cosa fa?

```
ii = 0;
while(ii < 10)
    x = input('\ninserire x:');
    if(x < 0)
        continue;
    end
    fprintf('%d', x);
    ii = ii + 1
end
```

Cosa fa?

```
ii = 0;
while(ii < 10)
    x = input('\ninserire x:');
    if(x < 0)
        continue;
    end
    fprintf('%d', x);
    ii = ii + 1;
end
```

Richiede fino a 10 numeri e ne stampa il valore inserito. Le acquisizioni **non** terminano se viene inserito un valore negativo, però non viene stampato il valore inserito (il **`continue`** fa saltare alla successiva esecuzione)

Alternative a `break` e `continue`

- Utilizzo di cicli con variabili **flag (o sentinella)** per terminare anticipatamente l'esecuzione del ciclo
- Una variabile che assume un valore 0 / 1 a seconda che si verifichino o meno alcune condizioni durante l'esecuzione

Esempio: Alternativa e break e continue

Scrivere un ciclo che richiede una serie di valori interi e li associa alla variabile intera **a** e stampa a schermo

- non più di N numeri inseriti
- saltando i valori negativi inseriti (vengono calcolati per raggiungere N)
- interrompendo l'elaborazione al primo valore nullo incontrato

Esempi con continue e break

```
ii = 0;
while(ii < N)
    n = input('immetti un intero>0 ');
    ii = ii + 1;
    if (n < 0)
        continue;
    end
    if (n == 0)
        break;
    end
    fprintf('%d', n);
    % elabora i positivi
end
```

MOLTO IMPORTANTE: come farne a meno

```
ii = 0;
flag = 1; % diventa 0 quando inserisco un
negativo
while(ii < N) && flag
    n = input('immetti un intero>0 ');
    ii = ii + 1;
    if (n == 0)
        flag = 0;
    elseif(n > 0)
        fprintf('%d',n);
        % elabora i positivi
    end
end
```

Importanza delle variabili di flag

Scrivere un ciclo con che richiede una serie di valori interi e li associa alla variabile intera `a` e stampa a schermo

- non più di 10 richieste
- saltando i valori negativi inseriti
- interrompendo l'elaborazione al primo valore nullo incontrato
- **Al termine, stampare un messaggio qualora fossero stati inseriti 10 numeri positivi**

MOLTO IMPORTANTE: come farne a meno

```
ii = 0;
flag = 1; % diventa 0 quando inserisco un
negativo
while(ii < N) && flag
    n = input('immetti un intero>0 ');
    ii = ii + 1;
    if (n == 0)
        flag = 0;
    elseif(n > 0)
        fprintf('%d',n);
        % elabora i positivi
    end
end
if flag == 1
    fprintf('tutti i numeri sono non nulli')
end
```

MOLTO IMPORTANTE: come farne a meno

```
ii = 0;
flag = 1; % diventa 0 quando inserisco un
negativo
while(ii < N) && flag
    n = input('immetti un intero>0 ');
    ii = ii + 1;
    if (n == 0)
        flag = 0;
    elseif(n > 0)
        fprintf('%d',n);
        % elabora i positivi
    end
end
if flag == 1
    fprintf('tutti i numeri sono non nulli')
end
```

se flag è rimasto uno vuol dire che nel ciclo sopra non è mai stato inserito un valore nullo, altrimenti sarebbe diventato 0

MOLTO IMPORTANTE: come farne a meno

```
ii = 0;
flag = 1; % diventa 0 quando inserisco un
negativo
while(ii < N) && flag
    n = input('immetti un intero>0 ');
    ii = ii + 1;
    if (n == 0)
        flag = 0;
    elseif(n > 0)
        fprintf('%d',n);
        % elabora i positivi
    end
end
if flag == 1
    fprintf('tutti i numeri sono non nulli')
end
```

Se avessi usato il break al posto della variabile di flag non avrei potuto determinare così facilmente se il ciclo sopra si fosse interrotto per via del break o se fosse terminato normalmente

Esercizio

```
% Scrivere un programma che determina se un numero n
inserito da utente è primo
```

Esercizio

```
% Scrivere un programma che richiede un intero all'utente un
intero M e stampa i primi M numeri primi
```

TODO

% Scrivere un programma che simula il lancio di un dado 10.000 volte e si mostri il numero di occorrenze di 1, 2, .. ,6 per fare vedere che il dado non è truccato

%hint: si usi randi(6 --oppure floor e rand(1)-- per generare il lancio di un dado e quindi lo switch case e diverse variabili contatori per conteggiare quante volte esce ogni numero

Note

Confronto e Assegnamento

- L'operatore di confronto **==** non va confuso con l'operatore di assegnamento **=**
- Le loro sintassi sono simili

```
nomeVariabile == Espressione;

nomeVariabile = Espressione;
```

in entrambi i casi **Espressione** è una variabile/una costante/un valore fissato o un'espressione che coinvolge gli elementi sopra.

- Il risultato del confronto
  nomeVariabile == Espressione è **1**
  se **nomeVariabile** ed **Espressione** coincidono.

Errori Frequenti

Confondere l'assegnamento con il confronto

```
a = 10;
if(a = 7)
    fprintf('Vero');
else
    fprintf('Falso');
end
```

```
if(a = 7)
   |
```

Error: The expression to the left of the equals sign is not a valid target for an assignment.

Il risultato di un assegnamento è un logical

```
b = '2';
a = b == '0';
fprintf('%d' , a);
```

- In questo esempio **a** è una variabile di tipo logicals
- Associa ad **a** il valore **1** se **b** è **0**, **1** altrimenti.
- Viene letto

```
a = (b =='0');
```

- Se **b = '2';** Stampa 0
- Se **b = '0';** Stampa 1
- Se **b = 0;** Stampa 0

Scripts

Vantaggi/Svantaggi

- Uno script può
  - essere ri-eseguito
  - essere facilmente modificato
  - essere facilmente inviato

- Uno script NON
  - accetta variabili di input
  - genera variabili di output

- Uno script opera sulle variabili del workspace, che può essere arricchito introducendone di nuove durante l'esecuzione dello script stesso

Commenti

- Il simbolo di commento può essere messo in qualsiasi punto della linea.
- MATLAB ignorerà tutto quello che viene scritto alla destra del simbolo `%` .
- Per esempio:

```
>> % This is a comment.
>> x = 2+3 % So is this.
x =
     5
```

Come Creare uno Script

- Può essere creato utilizzando un qualsiasi editor di testo
  - Ricordarsi di salvare il file come “solo testo” e di dare l’estensione .m
  - Il file di **script** deve essere **presente nella directory corrente** o il **folder** contenente lo script deve **comparire nel path** di Matlab

Nomi degli Script

- Il nome del file deve **iniziare con una lettera** e può contenere cifre e il carattere underscore, fino a 31 caratteri
- Non dare lo stesso nome al file di script e a una variabile
- Non chiamare uno script con lo stesso nome di un comando o funzione MATLAB.
- Per verificare se esiste già qualcosa che ha un certo nome si può utilizzare la funzione exist.

Strutturare e Documentare uno Script

1. Sezione dei commenti:
   - Il nome del programma e le parole chiave, nella prima riga
   - La data di creazione e i nomi degli autori nella seconda riga
   - La definizione dei nomi delle variabili per ogni variabile di input e di output
   - Il nome di ogni funzione creata dall'utente che viene usata nel programma
   - Il comando help visualizza tutta la sezione dei commenti all'inizio dello script
2. Sezione di Input: inserimento dei dati in input e/o uso di funzioni di input
3. Sezione di calcolo
4. Sezione di output: uso di funzioni per visualizzare i risultati del programma

Dati su cui Opera Uno Script

- Gli script non accettano argomenti d'entrata e d'uscita
- Usano
  - variabili già presenti nel workspace
  - variabili acquisite da tastiera o file
  - nuove variabili introdotte nello script

- Le variabili interne allo script diventano variabili del workspace
  - Permangono dopo l'esecuzione dello script

Sezione di Calcolo

- Calcoli matematici
- Assegnamenti
- Strutture di controllo
  - Condizioni
  - Cicli
- Comandi per la costruzione di grafici
- Chiamate a funzioni

Comandi in Matlab

Esempio di alcuni comandi (analizzeremo quelli più importanti)

- Il prompt accetta i comandi del sistema operativo (DOS, UNIX…)
  - Esempio: in ambiente dos, dir mostra il contenuto della directory corrente
- help richiama la guida in linea
- diary può essere utilizzato per salvare la sessione di lavoro
- who, whos e workspace mostrano l'elenco delle variabili definite
- save permette di salvare in un file le variabili definite. Load le ricarica
- clear cancella tutte le variabili
- close chiude tutte le figure

Stampa dei Risultati (2)

- **`disp`** vs. **`fprintf`**
  - **`disp`** è in grado di stampare anche valori complessi
    - x=2*(1-2*i)^3;
    - str=[‘disp: x = ‘ num2str(x)];
    - disp(str);

      disp: x = -22+4i

  - **`fprintf`** ne stampa solo la parte reale
    - fprintf(‘fprintf: x = %8.4f\n’, x);

      fprintf: x = -22.0000

&& vs & e || vs |

- **&&** (||) **funziona con gli scalari** e valuta prima l'operando più a sinistra. Se questo è sufficiente per decidere il valore di verità dell'espressione non va oltre
  - a && b: se a è falso non valuta b
  - a || b: se a è vero non valuta b
- **&** (|) **funziona con scalari e vettori** e valuta **tutti** gli operandi prima di valutare l'espressione complessiva
- Esempio: a/b>10
  - se b è 0 non voglio eseguire la divisione
  - (b~=0)&&(a/b>10) è la soluzione corretta: && controlla prima b~=0 e se questo è falso non valuta il secondo termine. Invece (b~=0)&(a/b>10) potrerebbe ad una divisione per 0 quando b == 0