ISTRUZIONI

- Le *istruzioni* esprimono *azioni* che, una volta eseguite, comportano una *modifica permanente dello stato interno* del programma o del mondo circostante.
- Le *strutture di controllo* permettono di aggregare istruzioni semplici in istruzioni più complesse.

ISTRUZIONI

- Un'istruzione C è espressa dalle seguenti produzioni:

```
<istruzione> ::=  <istruzione-semplice>
<istruzione> ::=  <istruzione-di-controllo>
<istruzione-semplice> ::= <espressione> ;
```

ISTRUZIONI SEMPLICI

- Qualsiasi *espressione* seguita da un punto e virgola è una *istruzione semplice.*
- Esempi

```
x = 0; y = 1;/* due istruzioni */
x = 0, y = 1;/* una istruzione */
k++;
3;                /* non fa nulla */
;                 /* istruz. vuota*/
```

ISTRUZIONI DI CONTROLLO

- Una istruzione di controllo può essere:
  - una istruzione *composta* (blocco)
  - una istruzione *condizionale* (selezione)
  - una istruzione di *iterazione* (ciclo)
- Le istruzioni di controllo sono alla base della programmazione strutturata (Dijkstra, 1969).

PROGRAMMAZIONE STRUTTURATA

- **Obiettivo:** rendere più facile la lettura dei programmi (e quindi la loro modifica e manutenzione).
- Abolizione di salti incondizionati (**go to**) nel flusso di controllo.
- La parte esecutiva di un programma viene vista un comando (complesso) ottenuto da **istruzioni elementari**, mediante alcune regole di composizione (**strutture di controllo**).

STRUTTURE DI CONTROLLO

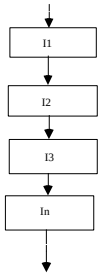
Concetti chiave:

- **concatenazione o composizione BLOCCO**
- **istruzione condizionale SELEZIONE**
  - ramifica il flusso di controllo in base al valore vero o falso di una espressione ("*condizione di scelta*")
- **ripetizione o iterazione CICLO**
  - esegue ripetutamente un'istruzione finché rimane vera una espressione ("*condizione di iterazione"*)

BLOCCO

<blocco> ::= {
[<dichiarazioni e definizioni>]
{ <istruzione> }
}

- Il campo di visibilità dei simboli del blocco è ristretto al blocco stesso
- dopo un blocco non occorre il punto e virgola (esso *termina* le istruzioni semplici, non *separa* istruzioni)



ESEMPIO di BLOCCO

```
/* programma che letti due numeri a
  terminale ne stampa la somma*/
#include <stdio.h>
main()
{/* INIZIO BLOCCO */
int X,Y;
  printf("Inserisci due numeri ");
  scanf("%d%d",&X,&Y);
  printf("%d",X+Y);
} /* FINE BLOCCO */
```

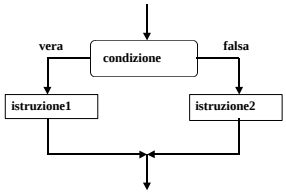
ISTRUZIONI CONDIZIONALI

```
<selezione> ::=
        <scelta> | <scelta-multipla>
```

- la seconda *non è essenziale,* ma migliora l'espressività.
- l'espressione condizionale ternaria (.. ? … : …) fornisce *già* un mezzo per fare scelte, ma è *poco leggibile* in situazioni di medio/alta complessità. L'istruzione di scelta fornisce un altro modo per esprimere alternative.

ISTRUZIONE DI SCELTA SEMPLICE

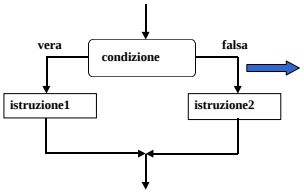
```
<scelta> ::=  if (<cond>) <istruzione1>
            [ else <istruzione2> ]
```



La condizione viene valutata al momento dell'esecuzione dell'if.

ISTRUZIONE DI SCELTA SEMPLICE

```
<scelta> ::=  if (<cond>) <istruzione1>
            [ else <istruzione2> ]
```



La parte **else** è *opzionale*: se omessa, in caso di condizione falsa si passa subito all'istruzione che segue l'**if**.

ESEMPIO di ISTRUZIONE IF

- <istruzione1> e <istruzione2> sono ciascuna una *singola istruzione*
- Qualora occorra specificare più istruzioni, si deve quindi utilizzare un *blocco.*

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

ESEMPIO di ISTRUZIONE IF

```
/* determina il maggiore tra due numeri */

#include <stdio.h>
main()
{
  int primo,secondo;

  scanf("%d%d",&primo,&secondo);
  if (primo >secondo)
       printf("%d",primo);
  else printf("%d",secondo);
}
```

ISTRUZIONI IF ANNIDATE

- Come caso particolare, <istruzione1> o <istruzione2> potrebbero essere un altro if
- Occorre attenzione *ad associare le parti else (che sono opzionali) all' if corretto*

Regola semantica: l'**else** è sempre associato all'**if** più interno

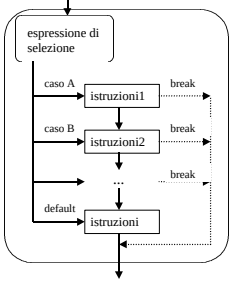
```
if (n > 0)
  if (a>b) n = a;
  else n = b; /* riferito a if(a>b) */
```

Se vogliamo cambiare questa semantica, dobbiamo inserire un blocco

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

ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

- Consente di scegliere fra *molte istruzioni (alternative o meno)* in base al valore di una *espressione di selezione*.
- L'espressione di selezione deve *denotare un valore numerabile* (intero, carattere,…).



ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

```
<scelta-multipla> ::=
 switch (selettore)  {
 case <etichetta1> : <istruzioni> [break;]
 case <etichetta2> : <istruzioni> [break;]
          …
 [ default : < istruzioni>]
 }
```

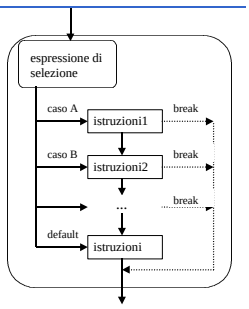
Sequenze, non occorre il blocco

Se nessuna etichetta corrisponde, si prosegue con il ramo **default** se esiste, altrimenti non si fa niente

- Il valore dell'espressione *selettore* viene confrontato con le etichette (costanti dello stesso tipo del selettore) dei vari casi: *l'esecuzione prosegue dal ramo corrispondente* (se esiste).

NOTA

I vari rami *non sono mutuamente esclusivi:* imboccato un ramo, si *eseguono anche tutti i rami successivi* a meno che non ci sia il comando **break** a *forzare esplicitamente* l'uscita.



ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

```
switch (mese)
{
case 1 : giorni = 31; break;
case 2: if (bisestile) giorni = 29;
        else giorni = 28;
        break;
case 3:  giorni = 31;  break;
case 4:  giorni = 30;  break;
...
case 12:  giorni = 31;
}
```

ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

• Alternativa

```
switch (mese)
{
case 2:
  if (bisestile) giorni = 29;
  else giorni = 28;
  break;
case 4:  giorni = 30;  break;
case 5:  giorni = 30;  break;
case 9:  giorni = 30;  break;
case 11:  giorni = 30;  break;
default:  giorni = 31;
}
```

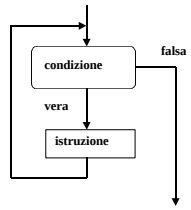
ISTRUZIONE DI ITERAZIONE

```
<iterazione> ::=
        <while> | <for> | <do-while>
```

- Le istruzioni di iterazione:
  - hanno *un solo punto di ingresso* e *un solo punto di uscita* nel flusso del programma
  - perciò possono essere interpretate *come una singola azione* in una computazione sequenziale.

ISTRUZIONE `while`

```
<while> ::=
    while(<condizione>) <istruzione>
```



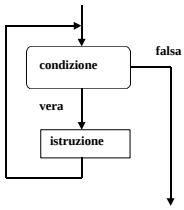
• L'istruzione viene ripetuta *per tutto il tempo in cui la condizione rimane vera.*

• Se la condizione è falsa, l'iterazione non viene eseguita *neppure una volta.*

• In generale, *non è noto* ***quante volte*** l'istruzione sarà ripetuta.

ISTRUZIONE `while`

```
<while> ::=
    while(<condizione>) <istruzione>
```



Prima o poi, *direttamente o indirettamente*, l'istruzione deve *modificare la condizione*: altrimenti, l'iterazione durerà *per sempre! CICLO INFINITO*

Perciò, quasi sempre *istruzione è un blocco*, al cui interno si *modifica qualche variabile che compare nella condizione.*

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
#include <stdio.h>
main() /* Media di n voti*/
{ int    sum,voto,N,i;
  float  media;

  printf("Quanti sono i voti ?");
  scanf("%d",&N);
  sum = 0;
  i = 1;
  while (i <= N)
   { printf("Dammi il voto n.%d:",i);
     scanf("%d",&voto);
     sum=sum+voto;
     i=i+1;
   }
  media=sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* moltiplicazione come sequenza di somme */
#include <stdio.h>
main()
{
  int  X,Y,Z;

  printf("Dammi i fattori:");
  scanf("%d%d",&X,&Y);
  Z=0;
  while (X!=0)
        {  /* corpo ciclo while */
                   Z=Z+Y;
                   X=X-1;
        }
  printf("%d",Z);
}
```

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

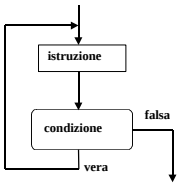
```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
main()
{  int F, N, I;
   F=1;  /* inizializzazione del fattoriale*/
   I=0;  /* inizializzazione del fattoriale*/
   printf("Dammi N:");
   scanf("%d",&N);

   while (I < N)
   {F = (I+1)*F;
    I = I+1;
   }
  printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

ISTRUZIONE do..while

```
<do-while> ::=
  do <istruzione>  while(<condizione>);
```



È una variante della precedente: la condizione viene verificata *dopo* aver eseguito l'istruzione.

Se la condizione è falsa, l'iterazione **viene comunque eseguita *almeno una volta***.

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
main()
{  int F, N, I;
   F=1;  /* inizializzazione del fattoriale*/
   I=0;  /* inizializzazione del fattoriale*/
   printf("Dammi N:");
   scanf("%d",&N);
   do
   {F = (I+1)*F;
    I = I+1;
   }
   while (I < N)
   printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

ESEMPIO

- Nell'istruzione **while**, la condizione di ripetizione viene verificata **all'inizio di ogni ciclo**

```
...
somma=0; j=1;
while (j <= n)
  { somma = somma + j;  j++; }
```

- Nell'istruzione do la condizione di ripetizione viene verificata **alla fine di ogni ciclo**

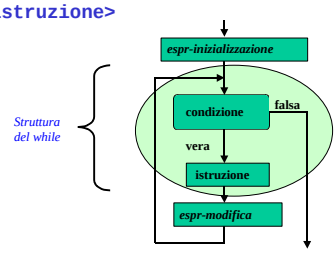
```
/* In questo caso: n > 0  */
somma = 0; j = 1;
do
  { somma = somma + j;  j++; }
while (j <= n);
```

ISTRUZIONE for

- È una evoluzione dell'istruzione **while** che mira a eliminare alcune frequenti sorgenti di errore:
  - mancanza delle *inizializzazioni delle variabili*
  - mancanza della *fase di modifica del ciclo* (rischio di ciclo senza fine)
- In genere si usa quando è noto il numero di volte in cui dovrà essere eseguito il ciclo.

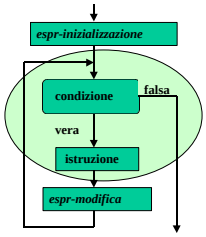
ISTRUZIONE for

```
<for> ::=
 for( <espr-iniz>;<cond>;<espr-modifica>)
 <istruzione>
```



ISTRUZIONE for

```
<for> ::=
 for(<espr-iniz>;<cond>;<espr-modifica>)
 <istruzione>
```



Espressione di inizializzazione: **<espr-iniz>**
valutata *una e una sola volta* *prima* di iniziare l'iterazione.

Condizione: **<cond>**
valutata *a ogni interazione*, per decidere se proseguire (come in un while). Se manca si assume *vera*!

Espressione di modifica: **<espr-modifica>**
valutata *a ogni interazione*, *dopo* aver eseguito l'istruzione.

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
#include <stdio.h>
main() /* Media di n voti*/
{ int    sum,voto,N,i;
  float  media;

  printf("Quanti sono i voti ?");
  scanf("%d",&N);
  sum = 0;
  for(i = 1; i <= N;i++)
   { printf("Dammi il voto n.%d:",i);
     scanf("%d",&voto);
     sum=sum+voto;
   }
  media=sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

Nota: non serve l'inizializzazione del contatore **i** *e l'incremento di* **i** *nel ciclo*

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */
#include <stdio.h>
#include <math.h>
main()
{
  int     N, F, I;

  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);
  F=1;          /*inizializzazione del fattoriale*/
  for (I=2,I <= N, I++)
    F=F*I;

  printf("%s%d","Fattoriale: ",F);
}
```

ESEMPIO

Dati tre valori $a \le b \le c$ che rappresentano le lunghezze di tre segmenti, valutare se possono essere i tre lati di un triangolo, e se sì deciderne il tipo (scaleno, isoscele, equilatero).

Vincolo: deve essere $c < (a+b)$

- Rappresentazione delle informazioni:
  - la variabile booleana **triangolo** indica se i tre segmenti possono costituire un triangolo
  - le variabili booleane **scaleno**, **isoscele** e **equil** indicano il tipo di triangolo.

ESEMPIO

Specifica:

se *a+b*>c
  triangolo = vero
  se a=b=c { equil=isoscele=vero
             scaleno=falso }
  altrimenti
    se a=b o b=c o a=c { isoscele=vero;
                         equil=scaleno=falso }
    altrimenti
      { scaleno=vero;
        equil=isoscele=falso }
altrimenti
      triangolo = falso

ESEMPIO

```
main (){
  float a=1.5, b=3.0, c=4.0;
  int triangolo, scaleno, isoscele, equil;
  triangolo = (a+b>c);
  if (triangolo) {
  if (a==b && b==c)
    { equil=isoscele=1; scaleno=0; }
  else if (a==b || b==c || a==c)
    { isoscele=1; scaleno=equil=0;}
  else
    { scaleno=1; isoscele=equil=0;}
 }
}
```

ESEMPIO

- Dati due valori positivi *X* e *Y*, calcolarne la divisione intera X/Y come sequenza di sottrazioni, ottenendo quoziente e resto.

Invariante di ciclo:

X = Q * Y + R, con R ≥ 0

- inizialmente, Q=0, R=X *(R>Y)*
- a ogni passo, Q'=Q+1, R'=R-Y *(R>Y)*
- alla fine, $X = Q^{(n)} * Y + R^{(n)}$ *(0<R<Y)*
  che è la definizione di divisione intera.

ESEMPIO

Specifica:

sia *Q* il quoziente, inizialmente pari a 0
sia *R* il resto, inizialmente pari a *X*
while (*R* ≥ *Y*)
  incrementare il quoziente *Q*
  decrementare *R* di una quantità *Y*

Codifica

```
main(){
  int x = 20, y = 3, q, r;
  for (q=0, r=x;  r>=y;  q++, r=r-y);
}
```

Idem per l'espressione di modifica

Notare l'uso di una espressione concatenata per concatenare due assegnamenti e inizializzare così due variabili.