

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

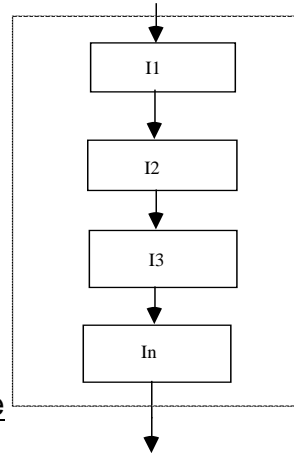
Concetti chiave:

- **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>  
void main()  
{ /* INIZIO BLOCCO */  
  int X,Y;  
  printf("Inserisci due numeri ");  
  scanf("%d%d",&X,&Y);  
  printf("%d",X+Y);  
} /* FINE BLOCCO */
```

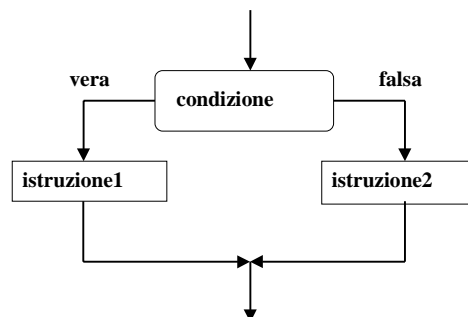
ISTRUZIONI CONDIZIONALI

```
<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

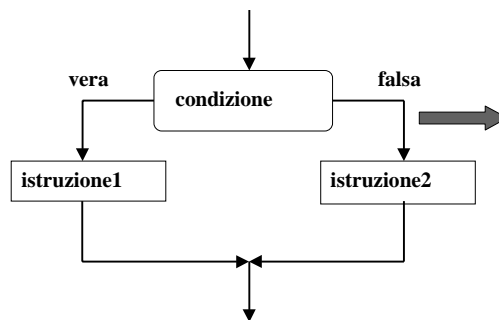
```
<scelta> ::= if (<cond>) <istruzione1>  
    [ else <istruzione2> ]
```



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>
void 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*

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

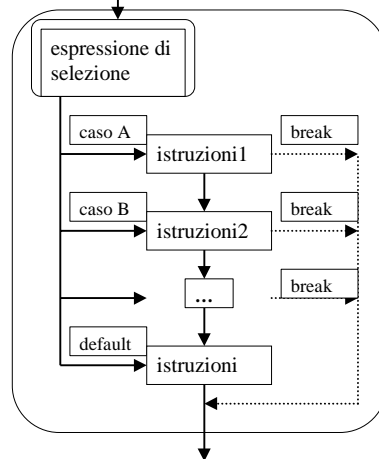
Regola semantica:
l'else è sempre associato
all'if più interno

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

Se vogliamo cambiare questa
semantica, dobbiamo inserire un
blocco

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> ]  
}
```

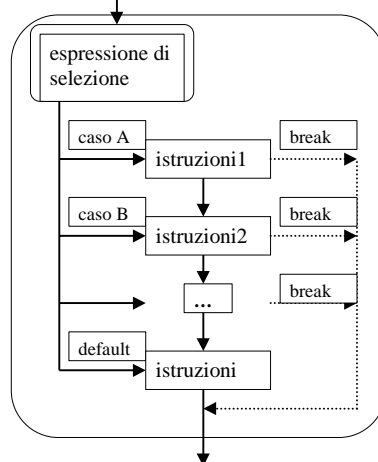
Sequenze, non occorre il blocco

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*: imbroccato 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;
}
```

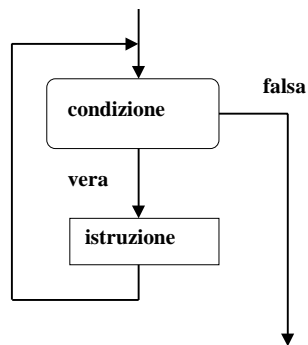
ISTRUZIONE DI ITERAZIONE

```
<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

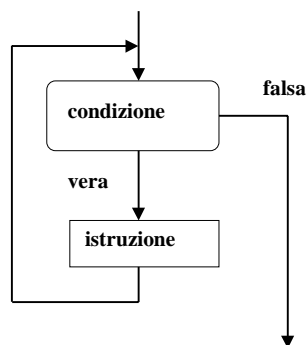
```
<while> ::=  
  while(<condizione>) <istruzione>
```



- 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>
void main() /* Media di n voti*/
{ int    voto,N,i;
  float  media, sum;

  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>
void 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

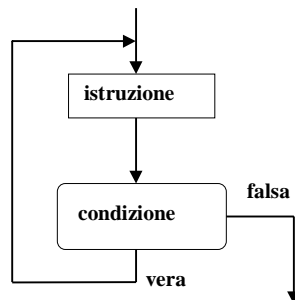
```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
void main()
{
    int F, N, I;
    F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
    I=0; /* inizializzazione del contatore*/
    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>
void main()
{
    int F, N, I;
    F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
    I=0; /* inizializzazione del contatore*/
    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**

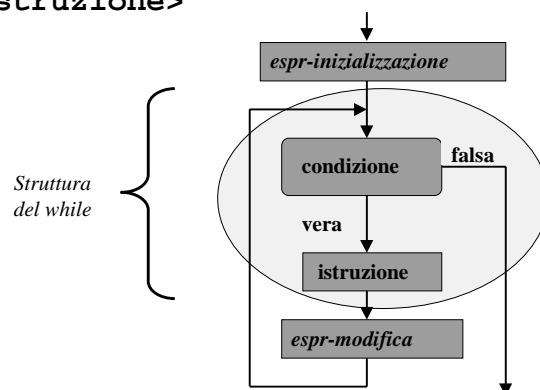
```
/* In questo caso: n > 0 */
somma = 0; j = 1;
do
    { somma = somma + j; j++; }
while (j <= n);
```

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 e' noto il numero di volte in cui dovra' essere eseguito il ciclo.

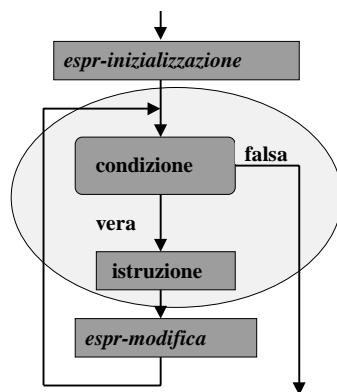
ISTRUZIONE for

```
<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 iterazione*, per decidere se proseguire (come in un while). Se manca si assume *vera!*

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

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

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

RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE


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

  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

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */
#include <stdio.h>

void main()
{
  int    N, F, i;

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

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

RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE

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

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

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

ESEMPIO

Dati tre valori $a \leq b \leq c$ che rappresentano le lunghezze di tre segmenti, valutare se possono essere i tre lati di un triangolo, e se si 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

*I lati a,b,c dovrebbero essere letti
in input dall'utente.*

Modificare il programma in tal senso

```
void 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:

$$X = Q * Y + R, \text{ con } R \geq 0$$

- 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 ($R \geq Y$)

 incrementare il quoziente Q

 decrementare R di una quantità Y

Codifica

```
void 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.