

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
- Un'istruzione C è espressa dalle seguenti produzioni:
`<istruzione> ::= <istruzione-semplice>`
`<istruzione> ::= <istruzione-di-controllo>`
`<istruzione-semplice> ::= <espressione> ;`

1

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*/
```

2

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)

3

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 di esecuzione di un programma viene vista come un comando ottenuto tramite **istruzioni elementari**, mediante alcune regole di composizione (**strutture di controllo**)

4

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*”)

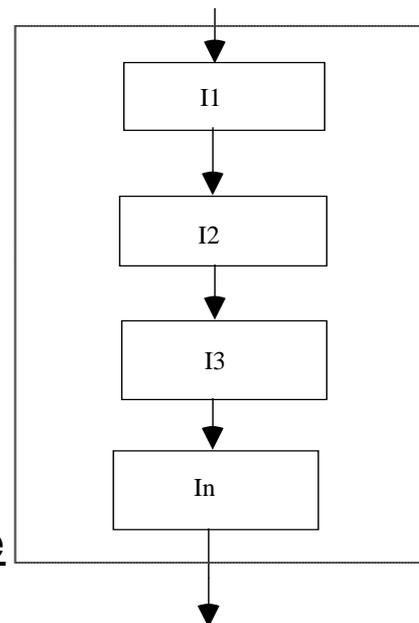
Bohm e Jacopini (1966): sono sufficienti per definire tutte le funzioni computabili

5

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)



6

ESEMPIO di BLOCCO

```
/* programma che letti due numeri a
   terminale ne stampi 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 */
```

7

REGOLE DI VISIBILITÀ

Esistono delle **regole di visibilità** per gli identificatori (nomi di variabili, di funzioni, costanti) che definiscono in **quali parti** del programma tali identificatori possono essere usati

In un programma esistono diversi **ambienti**:

- area globale
- **il main**
- ogni singola funzione
- **ogni blocco**

8

REGOLE DI VISIBILITÀ

- Un identificatore **NON** è visibile **prima** della sua dichiarazione
- Un identificatore definito in un ambiente è visibile in **tutti gli ambienti in esso contenuti**
- Se in un ambiente sono visibili **due definizioni** dello **stesso identificatore**, la definizione valida è quella dell'ambiente **più vicino** al punto di utilizzo
- In **ambienti diversi** si può definire lo stesso identificatore per denotare due oggetti diversi
- In ciascun ambiente un identificatore può essere definito una sola volta

9

REGOLE DI VISIBILITÀ

- Un identificatore non è visibile prima della sua dichiarazione

SCORRETTO

```
main(){  
int x = y*2;  
int y = 5;  
...}
```

CORRETTO

```
main(){  
int y = 5;  
int x = y*2;  
...}
```

10

REGOLE DI VISIBILITÀ

- *Se in un ambiente sono visibili due dichiarazioni dello stesso identificatore, la dichiarazione valida è quella dell'ambiente più vicino al punto di utilizzo*
- *In ambienti diversi si può dichiarare lo stesso identificatore per denotare due oggetti diversi*

```
main(){  
    float x = 3.5;  
    {int y, x = 5;  
      y = x; /* y vale 5 */}  
    ...}
```

11

REGOLE DI VISIBILITÀ

- *In ciascun ambiente un identificatore può essere dichiarato una sola volta*

```
main(){  
    float x = 3.5;  
    char x;  SCORRETTO  
    ...}
```

12

REGOLE DI VISIBILITÀ

- Un identificatore dichiarato in un ambiente è visibile in tutti gli ambienti in esso contenuti

SCORRETTO

```
main(){
  int x;
  {
    int y = 5;
  }
  x = y;
  ...}
```

CORRETTO

```
main(){
  int x;
  {
    int y = 5;
    x = y;
  }
  ...}
```

13

ESEMPIO di BLOCCO

```
#include <stdio.h>
main()
{ /* INIZIO BLOCCO1 */
  int X;
  printf("Inserisci il numero X");
  scanf("%d",&X);
  { /* INIZIO BLOCCO2 */
    int Y;
    printf("Inserisci il numero Y");
    scanf("%d",&Y);
    printf("%d",X+Y);} /* FINE BLOCCO2 */
} /* FINE BLOCCO1 */
```

14

ESEMPIO di BLOCCO

```
#include <stdio.h>
main()
{ /* INIZIO BLOCCO1 */
int X;
    printf("Inserisci il numero X");
    scanf("%d",&X);
    { /* INIZIO BLOCCO2 */
        int Y;
        printf("Inserisci il numero Y");
        scanf("%d",&Y);} /* FINE BLOCCO2 */
    printf("%d",X+Y);} /* FINE BLOCCO1 */
```

NO: Le regole di visibilità non sono rispettate

15

ISTRUZIONI CONDIZIONALI

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

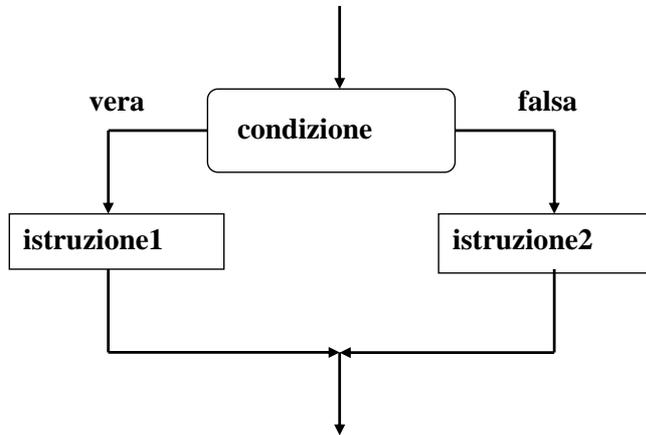
la seconda *non* è essenziale, ma migliora l'espressività

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

16

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 **if**

La condizione viene valutata al momento dell'esecuzione di **if**

17

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;
```

18

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);
}
```

19

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:
else è sempre associato
a if più interno

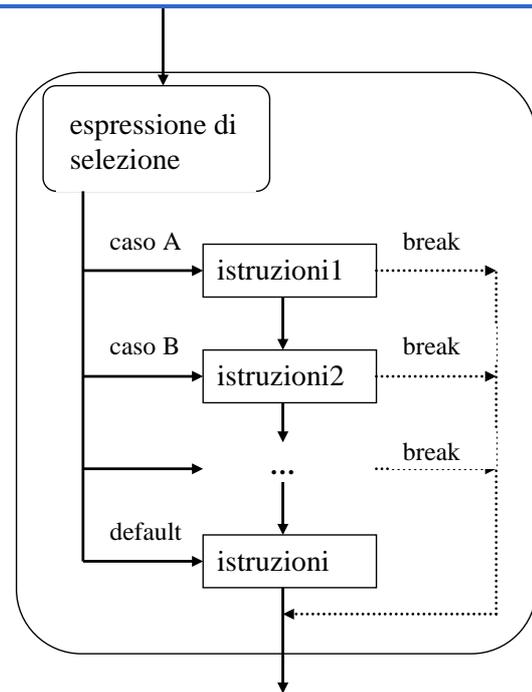
```
if (n > 0)
    { if (a>b) n = a; }
else n = b; /* riferito a if(n>0) */
```

Se vogliamo cambiare questa
semantica, dobbiamo inserire un
blocco

20

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,...)



21

ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

```
<scelta-multipla> ::=  
switch (selettore) {  
  case <label1>:  
  {case <labeli>:} <istruzioni> [break;]  
  case <labelj>:  
  {case <labeln>:} <istruzioni> [break;]  
  ...  
  [ default : <istruzioni> ]  
}
```

Sequenze, non occorre il blocco

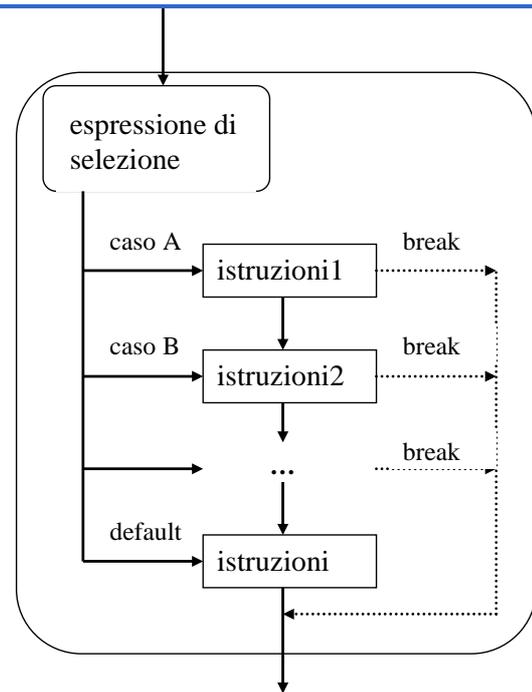
Se nessuna etichetta corrisponde, si prosegue con il ramo **default** se esiste, altrimenti non si fa niente

Il valore di *selettore* viene confrontato con le etichette (costanti dello stesso tipo del selettore): *l'esecuzione prosegue dal ramo corrispondente (se esiste)*

22

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



23

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;
}
```

24

ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

Alternativa possibile:

```
switch (mese)
{
case 2:
    if (bisestile) giorni = 29;
    else giorni = 28;
    break;

case 4: case 6: case 9: case 11:
    giorni = 30; break;

default: giorni = 31;
}
```

25

ISTRUZIONE DI ITERAZIONE

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

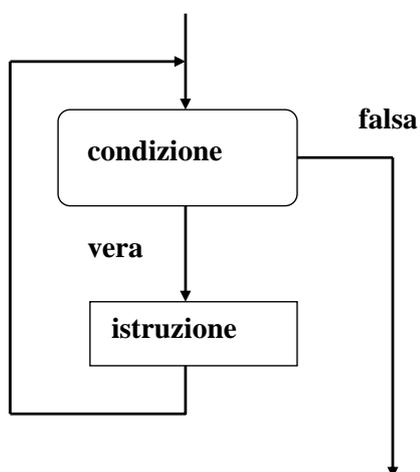
Le istruzioni di iterazione:

- 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

26

ISTRUZIONE while

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

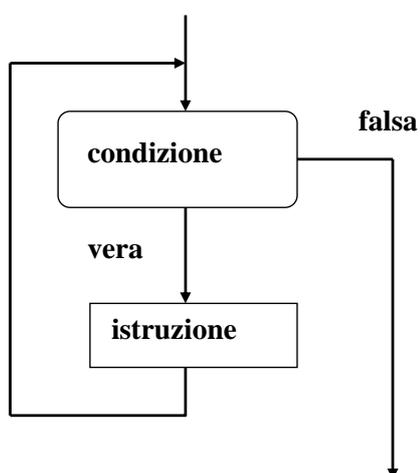


- L'istruzione viene ripetuta *per tutto il tempo in cui la condizione rimane vera*
- Se la condizione è falsa, l'iterazione non viene eseguita *neppure una volta*
- In generale, **NON** è noto **quante volte** l'istruzione sarà ripetuta

27

ISTRUZIONE while

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



Prima o poi, *direttamente o indirettamente*, l'istruzione deve modificare la condizione: altrimenti, **CICLO INFINITO**



Quasi sempre *istruzione* è un blocco, in cui si modifica qualche variabile che compare nella condizione

28

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=(float)sum/N; /* ipotesi: N>0 */
  printf("Risultato: %f",media);}
```

29

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);    // ipotesi X>0
  Z=0;
  while (X!=0)
    { /* corpo ciclo while */
      Z=Z+Y;
      X=X-1;
    }
  printf("%d",Z);
}
```

30

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

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

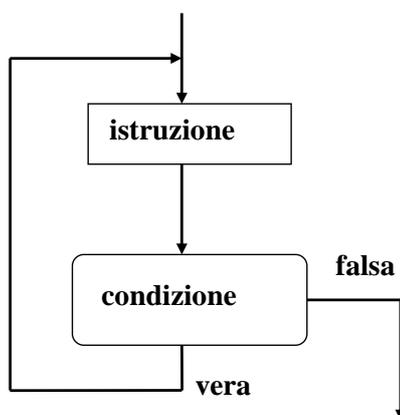
#include <stdio.h>
main()
{ int F, N, I;
  F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
  I=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);

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

31

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**

32

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=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);
  do
    {F = I*F;
     I = I+1;
    }
  while (I <= N);
  printf("Il fattoriale è %d", F);
}
```

33

ESERCIZIO

Leggi da input caratteri fino al carattere
punto (*valore sentinella*)

```
...
do
scanf("%c", &ch);
while (ch != '\.');
```

Oppure:

```
ch = '*';
while (ch != '\.')
scanf("%c", &ch);
```

34

ISTRUZIONE for

È una evoluzione dell'istruzione **while** che mira a eliminare alcune frequenti sorgenti di errore:

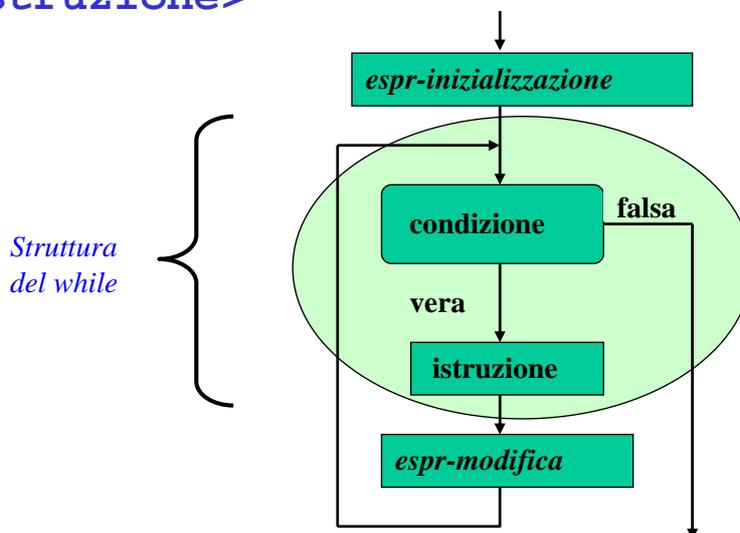
- mancanza delle *inizializzazioni delle variabili*
- mancanza della *fase di modifica del ciclo* (rischio di ciclo senza fine)

In genere si usa quando è noto quante volte il ciclo dovrà essere eseguito (contatore)

35

ISTRUZIONE for

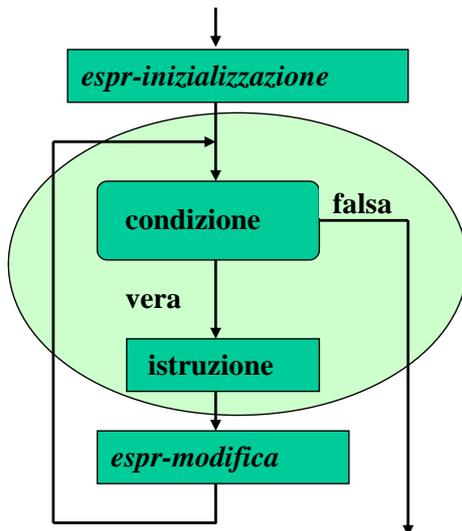
```
<for> ::=  
for (<espr-iniz>; <cond>; <espr-modifica> )  
<istruzione>
```



36

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

37

ISTRUZIONE for: equivalenza con while

```
for (e1; e2; e3)  
  <istruzione>
```

Equivalente a:

```
e1;  
while (e2)  
  {<istruzione>  
  e3;}
```

38

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=(float)sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

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

39

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=1; I <= N; I++)
    F=F*I;

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

40

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 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

41

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

42

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; }
    }
}
```

43

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

44

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

```
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

45

Altri Piccoli ESERCIZI (1)

Specifica: Si visualizzino i numeri interi da 1 a 10

```
#include <stdio.h>  
  
main() {  
    int counter = 1;  
    while (counter<=10) {  
        printf("%d\n", counter);  
        ++counter;  
    } }
```

Alternativa:

```
...  
int counter = 0;  
while (++counter<=10)  
    printf("%d\n", counter);  
...
```

Altri Piccoli ESERCIZI (2)

```
...  
for (i=1; ++i<=3; )  
    printf("%d",i);
```

Stampa
2 3

```
...  
for (i=1; i++<=3; )  
    printf("%d",i);
```

Stampa
2 3 4

```
...  
i=10;  
while (i--)  
    printf("%d",i);
```

Stampa
9 ... 1 0

```
...  
for (i=1; i<=3; ++i)  
for (i=1; i<=3; i++)
```

Sono equivalenti?