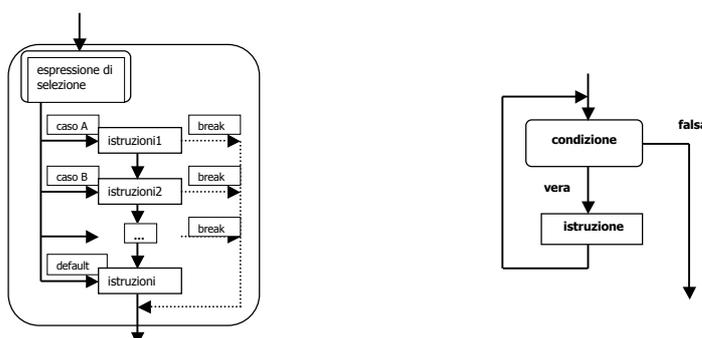


Il linguaggio C

La programmazione strutturata



Fondamenti di Informatica L- A

Programmazione strutturata

(Dijkstra, 1969)

La programmazione strutturata nasce come proposta per regolamentare e standardizzare le metodologie di programmazione.

Obiettivo:

rendere più facile la lettura dei programmi (e quindi la loro modifica e manutenzione).

Idea di base:

Ogni programma viene visto come un comando (complesso, o *strutturato*) ottenuto componendo altri comandi mediante alcune regole di composizione (**strutture di controllo**).

Strutture di controllo:

- **concatenazione** (o composizione, blocco);
- **alternativa** (o istruzione condizionale)
- **ripetizione** (o iterazione)

Si può dimostrare (*teorema Böhm-Jacopini*) che queste strutture sono sufficienti per esprimere qualunque algoritmo.

Fondamenti di Informatica L- A

Programmazione Strutturata

Ogni programma viene visto come un comando (complesso, o *strutturato*) ottenuto componendo altri comandi **soltanto mediante le 3 strutture di controllo**: concatenazione, alternativa e ripetizione.

NB: Altre strutture non possono essere utilizzate
→ abolizione dei *salti incondizionati (goto)* nel flusso di controllo.

Programmazione Strutturata

Vantaggi:

- leggibilità dei programmi
- supporto a metodologia di progetto **top-down**: soluzione di problemi complessi attraverso scomposizione in sotto-problemi, a loro volta scomponibili in sotto problemi, etc. La soluzione si ottiene componendo le soluzioni dei sottoproblemi attraverso **concatenazione, alternativa e ripetizione**.
- supporto a metodologia **bottom-up**: la soluzione di problemi avviene aggregando componenti già disponibili mediante **concatenazione, alternativa e ripetizione** (programmazione **per componenti**).
- facilità di **verifica e manutenzione**

Teorema di Böhm e Jacopini

1 3

Th: le strutture di **concatenazione**, **alternativa** e **ripetizione** costituiscono un **insieme completo** in grado di esprimere tutte le funzioni calcolabili.

Ne consegue che:

1. Un linguaggio composto dalle istruzioni:
 - lettura, scrittura (scanf, printf) } istruzioni semplici
 - assegnamento }
 - istruzione di concatenazione (o composta) : {...}
 - istruzione alternativa (o condizionale): **if...else...**
 - istruzione di ripetizione (o iterazione): **while...**

e' **un linguaggio completo** (cioe', in grado di esprimere tutte le funzioni calcolabili).

2. L'uso di queste sole strutture di controllo non limita il potere espressivo.

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzioni strutturate in C

3

Il C e' un linguaggio strutturato.

3 Categorie di istruzioni strutturate:

- istruzione **composta**: (o blocco) { }
- istruzioni **alternative**: **if**, **switch**
- istruzioni **ripetitive (o iterative)**: **while**, **do**, **for**

NB: ogni istruzione strutturata e' sintatticamente equivalente a una singola istruzione (strutturata).

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzione composta { }

L'istruzione composta (o blocco) serve per aggregare una sequenza di istruzioni **in un'unica istruzione strutturata**.

Sintassi:

```
{
  <Dichiarazioni e Definizioni>
  <Sequenza di Istruzioni>
}
```

```
<sequenza-istruzioni> ::= <istruzione> {; <istruzione> }
```

Effetto:

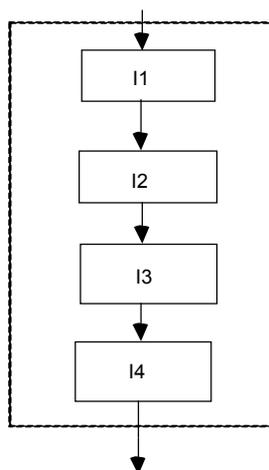
esecuzione delle istruzioni componenti nell'ordine testuale.

Istruzione Composta

Esempio:

```
{ I1;
  I2
  I3;
  I4;
}
```

e' equivalente a:



Istruzione Composta

Dichiarazioni e definizioni:

E' possibile inserire in un blocco definizioni di variabili; per tali variabili il campo di azione e' individuato dal blocco in cui sono definite (cioe', hanno **visibilita'** limitata al blocco).

Ad esempio:

```
main()
{
  int X;
  ...
  {
    int A; /* def. locale al blocco */
    A=100;
    printf("Valore di A: %d\n", A);
  }
  A=X; /* errore!! qui A non e` visibile*/
  ...
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzioni di alternativa: `if`

Sintassi:

```
if (<selettore>)
  <istruzione1>
[else
  <istruzione2>]
```

Sintassi:

- viene selezionata una e una sola tra le istruzioni componenti (<istruzione1> e <istruzione2>) in base al risultato di una condizione (<selettore>):
 - se il valore di <selettore> è vero (cioe', diverso da zero) viene eseguita <istruzione1>,
 - altrimenti (se il valore di <selettore> è falso) viene eseguita <istruzione2>.

Fondamenti di Informatica L- A

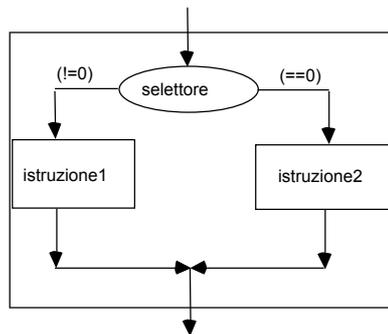
Istruzioni di alternativa: if

```

if (<selettore>
    <istruzione1>
else
    <istruzione2>

```

e' equivalente a



Istruzione if: esempio

```

#include <stdio.h>
main()
{ int A, B;
scanf("%d%d", &A, &B);
if (B==0)
    printf ("B vale zero!\n");
else
    printf("Quoziente: %d\n", A/B);
printf("Fine!\n");
}

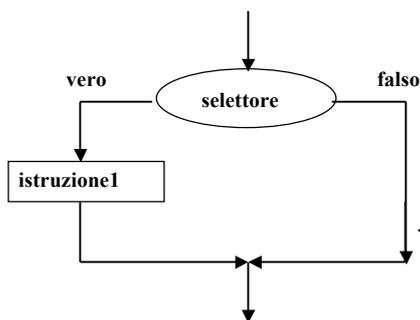
```

Indentazione:

- il rientro (*indent*) delle linee del testo del programma descrive l'annidamento delle varie istruzioni → si aumenta la leggibilità del programma (modifica più facile).

ISTRUZIONE if

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



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

```
if (<selettore>
    <istruzione1>;
```

Istruzione if: esempio

La parte else dell'istruzione if è opzionale:

```
#include <stdio.h>
main()
{ int A, B;
  scanf("%d%d", &A, &B);
  if (B!=0)
      printf("Quoziente:%d\n", A/B);
  printf("Fine!\n");
}
```

Istruzione if

- <istruzione1> e <istruzione2> sono ciascuna una **singola istruzione**
- Se in una alternativa occorre specificare **più istruzioni**, si deve quindi utilizzare un **blocco**:

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

Fondamenti di Informatica L- A

Esempio

```
/* 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);
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzioni if annidate

Come caso particolare, <istruzione1> o <istruzione2> potrebbero essere un altro if :

```
if (n > 0)
  if (a>b) n = a; /* if "annidato"*/
  else n = b; /* a quale if e` riferito? */
```

→ Attenzione ad associare le parti else (che sono opzionali) all' if corretto:

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

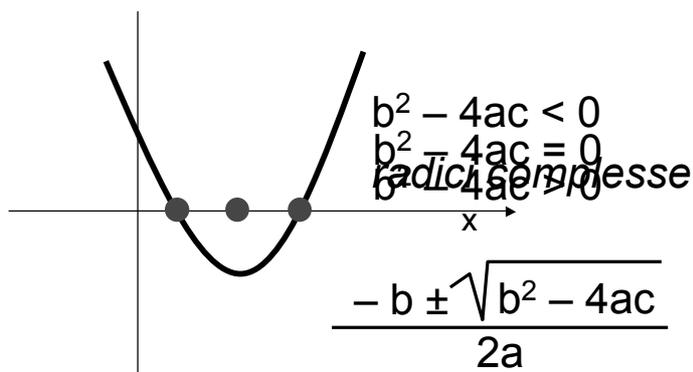
```
if (n > 0)
  if (a>b) n = a;
  else n = b; /* e` riferito a if (a>b) */
```

→ Per associare l'else all'if piu` esterno dobbiamo usare il blocco:

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

Equazioni di secondo grado...

$$ax^2 + bx + c = 0$$



Esempio (if): equazione di secondo grado

```
/* Programma che calcola le radici di un'equazione di
secondo grado: ax2+bx+c=0 */
#include <stdio.h>
#include <math.h> /*libreria standard matematica*/
main()
{
    float a,b,c; /*coefficienti e termine noto*/
    float d,x1,x2;

    scanf(      );
    if (      )
        printf("radici complesse");
    else
    {
             ; /*sqrt: funzione di libreria */
        printf("\nRadici reali: %f\t%f",x1,x2);
    }
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

ESERCIZIO

Dati tre valori a , b , 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: la somma di ogni coppia di lati deve essere maggiore del terzo lato.

Rappresentazione delle informazioni:

- la variabile booleana `triangolo` indica se i tre segmenti possono costruire un triangolo
- le variabili booleane `scaleno`, `isoscele` e `equil`, indicano il tipo di triangolo.

Fondamenti di Informatica L- A

ESERCIZIO

Specifica:

se $a+b>c$ and $a+c>b$ and $b+c>a$

 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 }

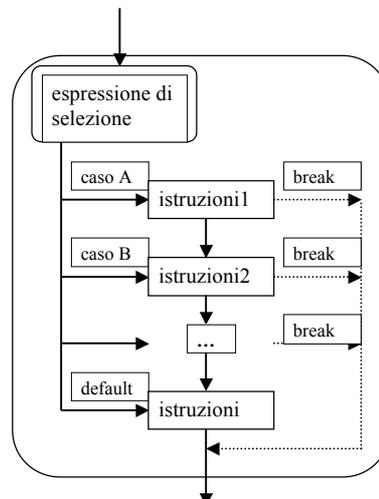
altrimenti

 triangolo = falso

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzione di scelta multipla: `switch`

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



Fondamenti di Informatica L- A

Istruzione di scelta multipla: `switch`

Sintassi:

```
switch (<selettore>
{
  case <costante1>: <blocco1>; [break;]
  case <costante2>: <blocco2>; [break;]
  ...
  case <costanteN>: <bloccoN>; [break;]
  [default: <bloccoDiDefault>;]
}
```

Dove:

- **<selettore>** e' un'espressione di tipo enumerabile (intero o char)
- **<costante1>**, **<costante2>** ecc. sono costanti dello stesso tipo del selettore (**etichette**)
- **<blocco1>**, **<blocco2>** , ecc. sono sequenze di istruzioni .

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzione di scelta multipla: `switch`

```
switch (<selettore>
{
  case <costante1>: <blocco1>; [break;]
  case <costante2>: <blocco2>; [break;]
  ...
  case <costanteN>: <bloccoN>; [break;]
  [default: <bloccoDiDefault>;]
}
```

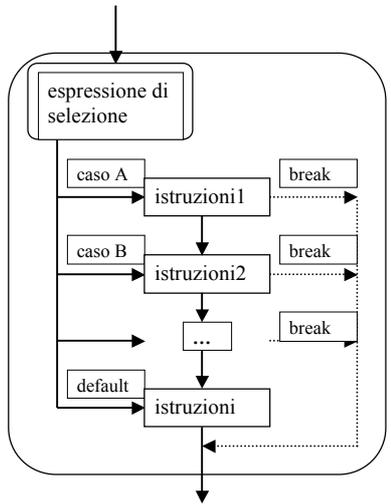
Significato:

- Il valore dell'espressione **<selettore>** viene confrontato con ogni etichetta (**<costante1>**, **<costante2>**, ecc.) nell'ordine testuale.
- Se l'espressione **<selettore>** restituisce un valore uguale ad una delle costanti indicate (per esempio **<costantei>**), si esegue il **<bloccoi>** e tutti i blocchi dei rami successivi.
- I blocchi **non sono** mutuamente esclusivi: possibilità di eseguire in sequenza più blocchi di istruzioni.

Fondamenti di Informatica L- A

switch

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.



Switch: esempio

Calcolo della durata di un mese: 12 rami mutuamente esclusivi

```
int mese;
...
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 5: giorni =31; break;
  case 6: giorni = 30; break;
  case 7: giorni =31; break;
  case 8: giorni =31; break;
  case 9: giorni =30; break;
  case 10: giorni =31; break;
  case 11: giorni =31; break;
  case 12: giorni = 31;
}

```

Esempio switch

Oppure, soluzione piu` sintetica mediante il ramo **default**:

```
switch (mese)
{
  case 2:
    if (bisestile) giorni = 29;
    else giorni = 28;
    break;
  case 4:  giorni = 30;  break;
  case 6:  giorni = 30;  break;
  case 9:  giorni = 30;  break;
  case 11: giorni = 30;  break;
  default: giorni = 31;
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Esempio switch

Oppure:

```
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;
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Istruzioni 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 istruzione*.

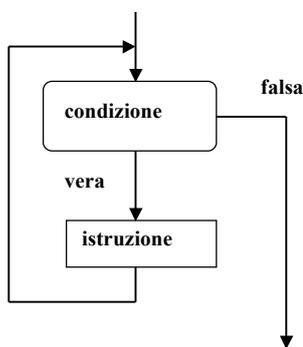
Istruzione while

Sintassi:

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

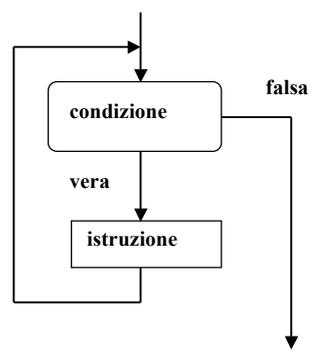
Significato:

- Se la condizione è **vera**, viene eseguita l'istruzione; successivamente si torna a valutare la condizione.
- Se la condizione è **falsa**, si passa ad eseguire l'istruzione successiva a while.



ISTRUZIONE 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 :

```

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

  printf("Quanti sono i voti ?");
  scanf("%d", &N);           input
  sum = 0;
  i = 1;                     inizializzazione
  while (condizione)
  {
    ciclo
  }

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

```

ESEMPIO :

```
/* 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 ( condizione )
      ciclo
  printf("%d",Z);
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

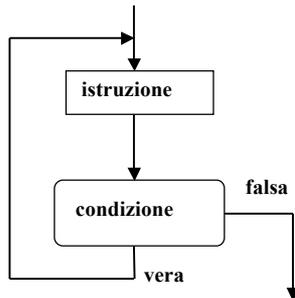
```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */
#include <stdio.h>
main()
{ int F, N, I;
  F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
  I=0; /* inizializzazione del contatore*/
  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);

  while ( condizione )
  {
      ciclo
  }
  printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

ISTRUZIONE do..while

```
do <istruzione> while(<condizione>);
```



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

Anche se la condizione è
falsa, l'istruzione **viene
comunque eseguita almeno
una volta**.

Fondamenti di Informatica L- A

Esempio:

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

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

Fondamenti di Informatica L- A

while e do

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

```
int  
somma=0; j=1;          inizializzazione  
while ( j <= n )      condizione  
{ somma = somma + j; j++; } modifica
```

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

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

Fondamenti di Informatica L- A

ISTRUZIONE for

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

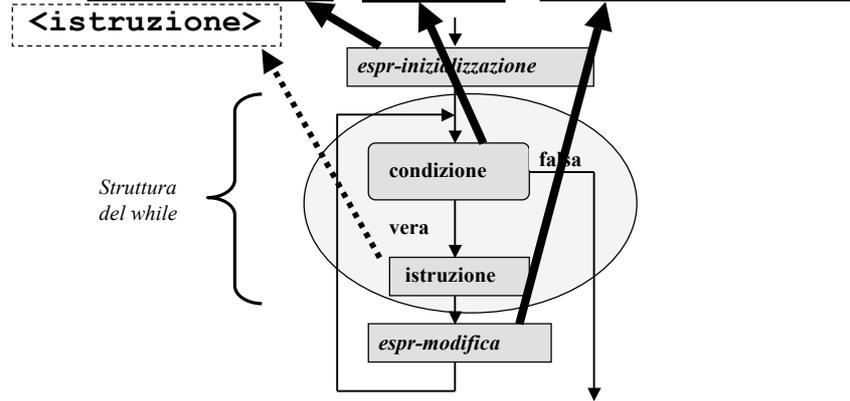
- mancanza delle *inizializzazioni delle variabili*
- mancanza della *fase di modifica del ciclo* (rischio di ciclo senza fine)
- In genere si usa quando e' noto il numero di volte in cui dovrà essere eseguito il ciclo.

Fondamenti di Informatica L- A

ISTRUZIONE for

Sintassi:

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



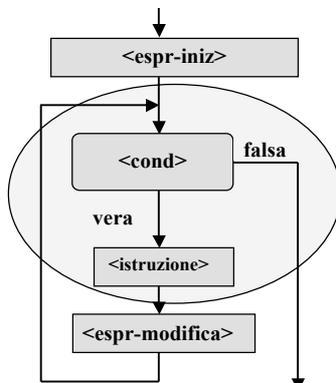
ISTRUZIONE for

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

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

Controllo: <cond>
valutata all'inizio di ogni interazione,
per decidere se proseguire (come in un
while). Se manca si assume vera!

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



Esempio: for

```
#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(    init   ; cond   ;   modif   )
  {
      ciclo
  }
  media=sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

```
sum = 0;    i = 1;
while (i <= N) {
    printf("Dammi il voto");
    scanf("%d",&voto);
    sum=sum+voto;
    i=i++;
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Esempio for: fattoriale

```
/* 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 (   init   ; cond   ;   modif   )
  {
      ciclo
  }
  printf("%s%d", "Fattoriale: ",F);
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Fattoriale con il 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)  
  {I = I+1;  
   F = I*F;  
  }  
  printf("Il fattoriale e' %d", F);  
}
```

Fondamenti di Informatica L- A



Cicli Annidati

Riprendiamo l'istruzione ripetitiva **while**:

```
while (<espressione>) <istruzione>;
```

- <istruzione> puo` essere una qualunque singola istruzione (semplice o strutturata): eventualmente anche una istruzione while →

cicli *annidati*

Fondamenti di Informatica L- A

Cicli annidati: esempio

Si legga un numero naturale $N > 0$. Scrivere un programma che stampi una volta il numero 1, due volte il numero 2, ..., N volte il numero N.

- Dominio di ingresso (0,1,2,...,N)
- Dominio di uscita ((), (1), (1,2,2),(1,2,2,3,3,3)...

Fondamenti di Informatica L- A

Soluzione:

```
#include <stdio.h>
main()
{
    int    N,I,J;
    printf("\dammi N:");
    scanf("%d",&N);
    I=1;
    while ( I <= N )
    {
        while ( J <= I )
        {
            printf("%d",I);
            if ( J < I ) printf(" ");
            J++;
        }
        printf("\n");
        I++;
    }
}
```

Fondamenti di Informatica L- A

Operatore condizionale

Operatore condizionale:

`<condizione> ? <parteVera> : <parteFalsa>`

restituisce il valore di <parteVera> o di <parte Falsa>, in base al seguente criterio:

- la <parteVera> viene valutata solo se la <condizione> è verificata (valore diverso da 0)
- la <parteFalsa> viene valutata solo se la <condizione> non è verificata (valore uguale a zero)

Esempio: `ris=a>b? a:b;`

equivale a:

```
if (a>b)
    ris=a;
else
    ris=b;
```

Istruzioni per il trasferimento del controllo:

break e continue

Istruzione break:

L'istruzione `break` provoca l'uscita immediata dal ciclo (o da un'istruzione `switch`) in cui è racchiusa.

Esempio:

```
for (F=1, i=1; ; i++)/* manca il controllo */
    if (i>N) break;
    else F=F*i;
```

