Istruzioni Iterative del Linguaggio C/C++

Istruzioni di iterazione

- Le istruzioni di iterazione forniscono strutture di controllo che permettono di *ripetere* una certa istruzione *durante il verificarsi di una certa condizione*.
- Per il Teorema di Jacopini-Böhm, *una* struttura di controllo iterativa è sufficiente (insieme al blocco e a un'istruzione di scelta) per calcolare ogni funzione computabile.
- Tuttavia, per migliorare l'espressività del linguaggio, vengono rese disponibili vari tipi di istruzioni iterative:
  - **for (; ;)**
  - **while ( )**
  - **do … while ( )**

Motivare “iterazioni” con un problema

- **Dato un numero naturale *N*, stampare i primi *N* numeri naturali**

Rappresentazione dati

- La variabile ***N*** rappresenta il numero naturale *N* dato
- La variabile ***i*** rappresenta un ausilio per “scorrere” tutti i valori naturali da 1 fino a *N*

Algoritmo e Programma

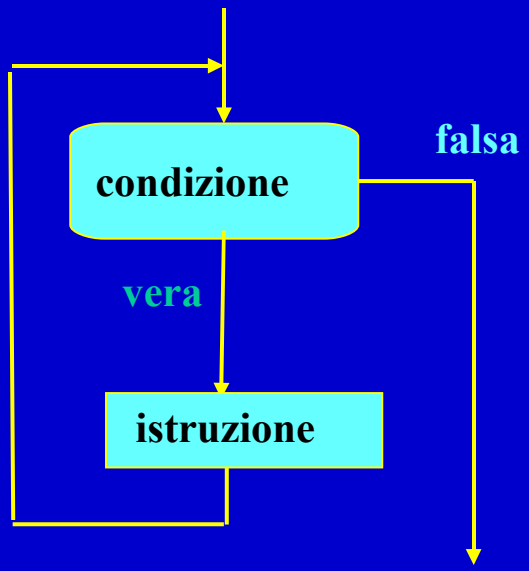
- Inizialmente, ***i*** vale 1
- Finché ***i<=N***, ripetere:
  - stampare il valore attuale di ***i***
  - incrementare di 1 il valore attuale di ***i***

```
main ()
 {
   int i = 1, N;
   cin>>N;
      finché resta vero che (i<=N),
      ripetere il blocco { cout<<i<<endl; i++; }
 }
```

Istruzione iterativa “while”

<*istruzione-while*> ::=

while (*condizione*) < istruzione>



- <istruzione> viene ripetuta per tutto il tempo in cui l’espressione *condizione* rimane vera
- **Se *condizione* è già inizialmente falsa, il ciclo non viene eseguito neppure una volta.**
- In generale, non è noto a priori *quante volte* <istruzione> verrà eseguita

Osservazioni

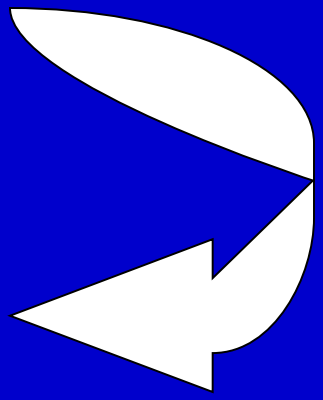
- Direttamente o indirettamente, **<istruzione> deve modificare prima o poi la *condizione***, altrimenti si ha un *ciclo infinito*

- Per questo motivo, **molto spesso <istruzione> è in realtà un blocco,** che contiene tra le altre una ***istruzione di modifica*** di qualche variabile che compare nella *condizione*

Esempio (precedente)

```
main ()
 {
   int i = 1, N;
   cin>>N;
       finché resta vero che (i<=N),
       ripetere il blocco { cout<<i<<endl; i++; }
 }
```

```
main ()
 {
   int i = 1, N;
   cin>>N;
       while (i<=N)  { cout<<i<<endl;  i++;  }
  }
```



Istruzione di modifica della condizione del while

Problema più complesso

- **Dato un numero naturale *N*, calcolare la corrispondente somma dei primi *N* numeri naturali**

- Calcolare il valore: $S = 1 + 2 + \ldots + N$

Rappresentazione dati

- La variabile ***N*** rappresenta il numero naturale *N* dato
- La variabile ***somma*** rappresenta la somma calcolata
- La variabile ***i*** rappresenta un ausilio per "scorrere" tutti i valori naturali da 1 fino a *N*

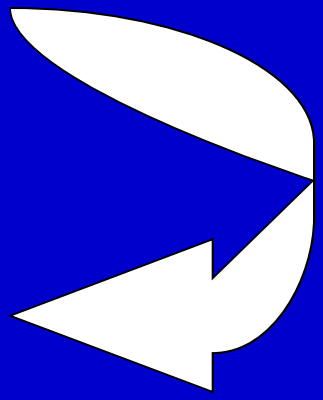
Algoritmo e Programma

- Inizialmente, ***somma*** vale 0, ***i*** vale 1
- Finché ***i<=N***, ripetere:
  - aggiungere a ***somma*** il valore attuale di ***i***
  - incrementare di 1 il valore attuale di ***i***

```
main ()
 {
   int i = 1, somma = 0, N;
   cin>>N;
      finché resta vero che (i<=N),
      ripetere il blocco { somma = somma+i; i++; }
 }
```

Ultimo passo

```
main ()
 {
   int i = 1, somma = 0, N;
   cin>>N;
       finché resta vero che (i<=N),
       ripetere il blocco { somma = somma+i; i++; }
 }
```



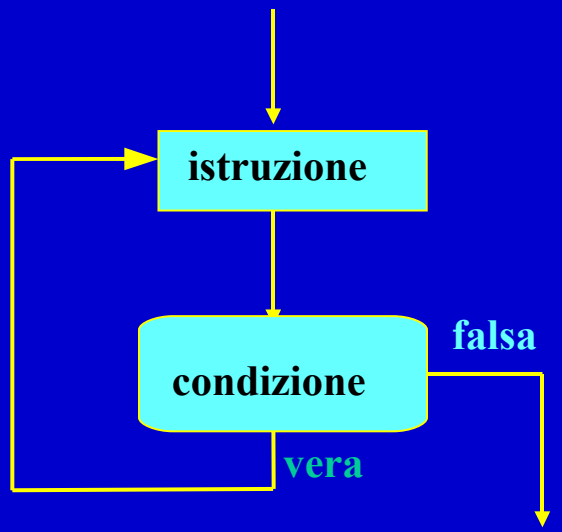
```
main ()
 {
   int i = 1, somma = 0, N;
   cin>>N;
       while (i<=N)  { somma = somma+i;  i++;  }
  }
```

Istruzione di modifica della condizione del while

Istruzione iterativa “do…while”

<*istruzione-do-while*> ::=

do < istruzione> **while (*condizione*)**



- È una “variazione sul tema” dell’istruzione “while”
- A differenza del “while”, la *condizione* è controllata ***dopo*** aver eseguito <istruzione>
  Quindi il ciclo *viene sempre eseguito almeno una volta*

Osservazioni

- Analogamente al “while”, per evitare il ciclo infinito, <**istruzione**> **deve modificare prima o poi la *condizione***
- Si noti che, come nel caso del “while”, si esce dal ciclo quando la condizione è falsa
- **È adatta** a quei casi in cui, per valutare *condizione*, è necessario aver già eseguito <istruzione>
  (esempio tipico: ***Controllo valori di input***)
- **Non è adatta** a quei casi in cui il ciclo può non dover essere *mai eseguito*.

Controllo dei valori in input

Esempio 1: *n deve essere positivo*

```
do
    cin>>n;
while (n<=0);
```

Esempio 2: *n deve essere compreso fra 3 e 15 (inclusi)*

```
do
    cin>>n;
while ((n<3) || (n>15));
```

Esempio 3: *n deve essere negativo o compreso fra 3 e 15*

```
do
    cin>>n;
while ((n>=0) && ((n<3) || (n>15)));
```

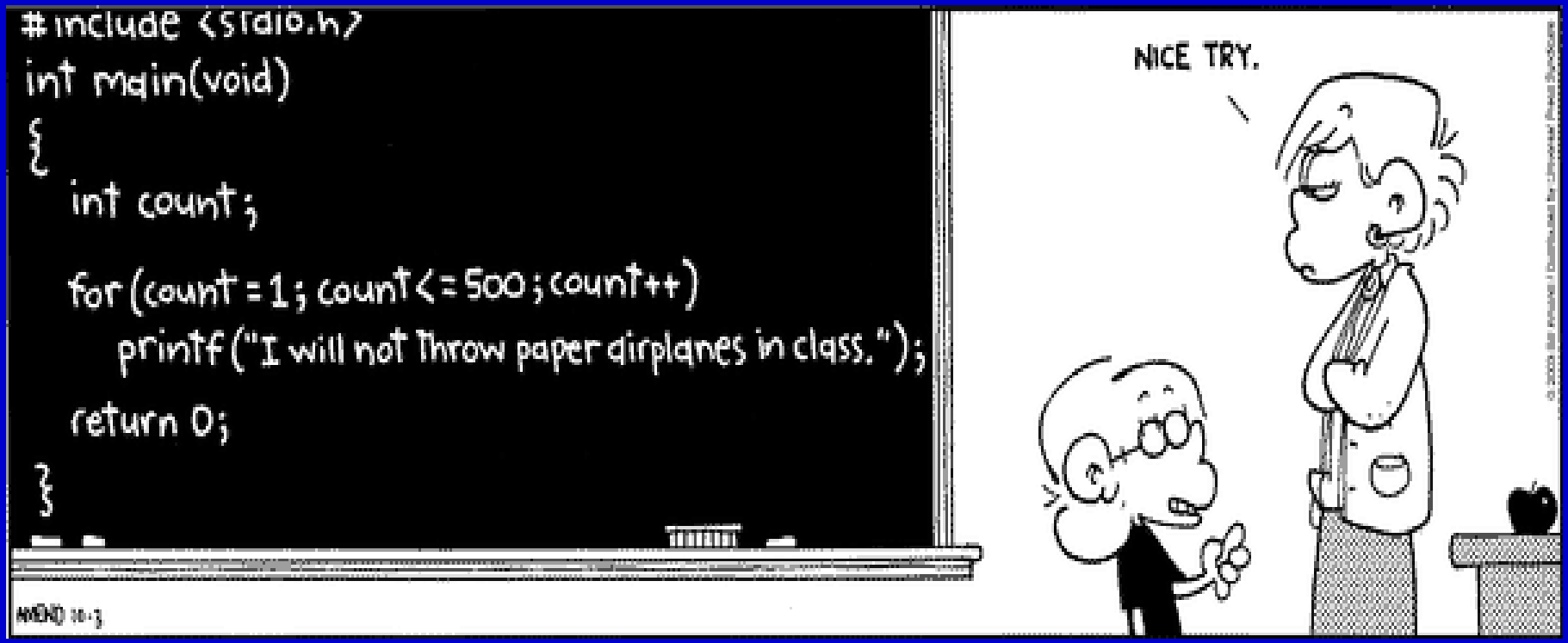
Istruzione iterativa “for” 1/2

- **Non è l’istruzione per implementare cicli “definiti” come in altri linguaggi**
  - **Es: “ripeti per *i* che va da 1 a N”**
- **È una evoluzione dell’istruzione *while***, rispetto a cui mira ad eliminare alcune frequenti sorgenti di errore:
  - mancanza delle necessarie ***inizializzazioni delle variabili***
  - mancanza dell’***istruzione di modifica della condizione del ciclo***
    → **rischi di cicli infiniti**

Istruzione iterativa “for” 2/2

- Per questo, **l’istruzione *for* comprende esplicitamente:**
  - **una *inizializzazione* che può essere una *definizione* (solo C++) o una *espressione***
  - **una *condizione* che deve essere vera ad ogni iterazione**
  - **una *espressione di modifica* del ciclo**

Istruzione iterativa “for” (esempio pratico)

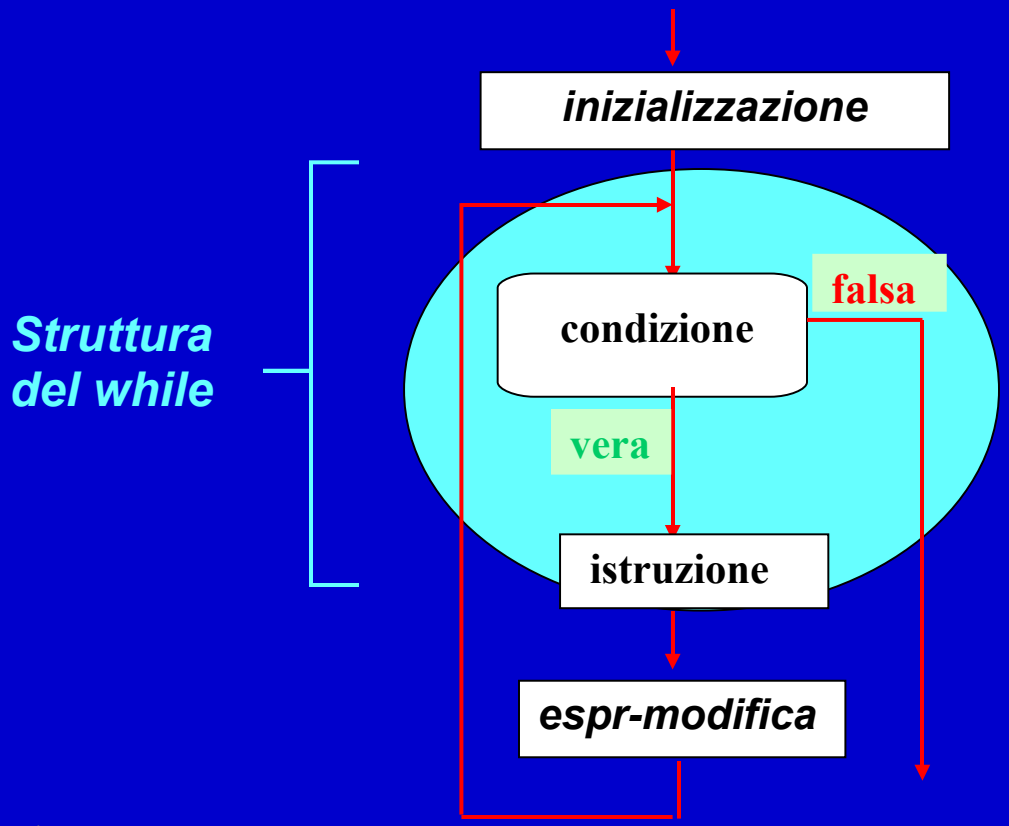


Istruzione iterativa “for” (sintassi)

<istruzione-for> ::=

for (*definizione* | *espr-inizializz.* **;** *condizione* **;** *espr-modifica* **)**

<istruzione>;



Esempio precedente

```
main ()
 {
   int i, N;
   cin>>N;
       finché resta vero che (i<=N),
       ripetere il blocco { cout<<i<<endl; i++; }
 }
```

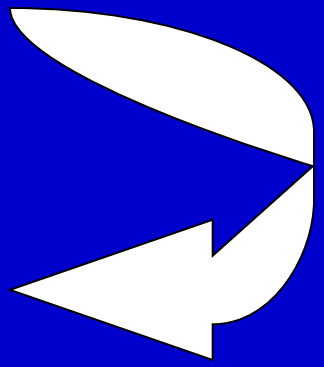
- Implementare mediante ciclo for

Soluzione

```
main ()
 {
   int i, N;
   cin>>N;
      finché resta vero che (i<=N),
      ripetere il blocco { cout<<i<<endl; i++; }
 }
```

```
main ()
 {
   int i, somma = 0, N;
   cin>>N;
      for (i=1 ; i<=N; i++) cout<<i<<endl;
  }
```

Espressione di inizializzazione del ciclo



Espressione di modifica della condizione del for

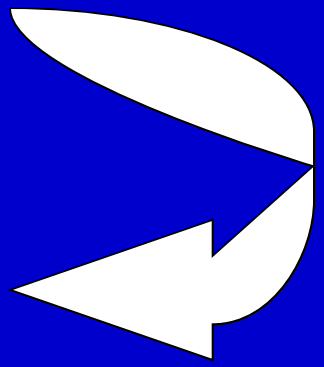
Oppure, solo in C++

```
main ()
 {
   int N;
   cin>>N;
   for (int i=1 ; i<=N; i++)
       cout<<i<<endl;
  }
```

Esempio più complesso

```
main ()
 {
   int i, somma = 0, N;
   cin>>N;
      finché resta vero che (i<=N),
      ripetere il blocco { somma = somma+i; i++; }
 }
```

```
main ()
 {
   int i, somma = 0, N;
   cin>>N;
      for (i=1 ; i<=N; i++)  somma = somma+i;
  }
```



Espressione di inizializzazione del ciclo

Espressione di modifica della condizione del for

Oppure, solo in C++

```
main ()
 {
   int somma = 0, N;
   cin>>N;
   for (int i=1 ; i<=N; i++)
       somma = somma+i;
  }
```

for() e while() a confronto

```
main ()
    {
      int N = 6;
      int i = 1, somma = 0;
      while (i<=N)  { somma = somma+i;  i++;  }
     }
```

```
main ()
    {
      int N = 6;
      int somma = 0;
          for (int i=1; i<=N ; i++)   somma = somma+i;
     }
```

Osservazioni

- Per inizializzare (o modificare) più variabili si può usare una *definizione* o *espressione composta* (operatore ,)

```
for ([int] i=1, somma = 0 ; i<=N ; i++)
        somma = somma + i ;
```

- L'espressione di modifica della condizione appare in modo più evidente (la sua mancanza "si nota"!)

  L' <istruzione> che compare nel corpo del ciclo è *solo l'operazione vera e propria da ripetere*:

  - migliore leggibilità
  - (spesso non è più necessario un blocco)

- Le variabili definite nell'inizializzazione del for possono essere utilizzate solo nel corpo del for

Osservazioni

- Ognuna delle espressioni può essere omessa, ma il separatore ; deve rimanere

Se manca *condizione*, la si assume *sempre vera*

- Esempio: ciclo infinito

for (; ;) <istruzione>

Esercizio (*Specifica*)

- **Leggere da input due valori naturali, calcolarne il prodotto come sequenza di somme e stampare il risultato su video.**
- **Se ci riusciamo, dopo aver ovviamente definito l'algoritmo, proviamo a scrivere il programma solo carta e penna**

Esercizio (*Algoritmo "banale"*)

- **Idea**:
  - Dati i due numeri ***x*** e ***y***, sommare ***y*** a ***y***, ***x*** volte
- **Algoritmo**:
  - Leggo i valori da input
  - Utilizzo una variabile ausiliaria ***n***, inizializzata al valore di ***x***, che mi serve come contatore del numero di somme delle ***y***
  - Utilizzo anche una variabile ausiliaria ***P***, inizializzata a 0, che mi serve per memorizzare le somme parziali delle ***y***
  - Effettuo ***n*** somme di ***y***, mettendole in ***P***
  - Al termine, il risultato sarà contenuto in ***P***

Esercizio (*Rappresentazione informazioni*)

- Servono 2 variabili (*int*) per rappresentare i valori da moltiplicare: **x**, **y**
- Servono, poi, due variabili ausiliarie (*int*) per rappresentare l'indice delle somme e le somme parziali: **n**, **P**
- Possiamo usare le istruzioni while o for
  - Provare con entrambe

Esercizio (*Programma*)

```
#include <iostream>
main()
 {
  int x, y, n, P;

  cin>>x;
  cin>>y;
  P=0; n=x;
  while (n>0)
    { P=P+y;
      n--;
     }
   cout<<x<<" * "<<y<<" = "<<P<<endl;
 }
```

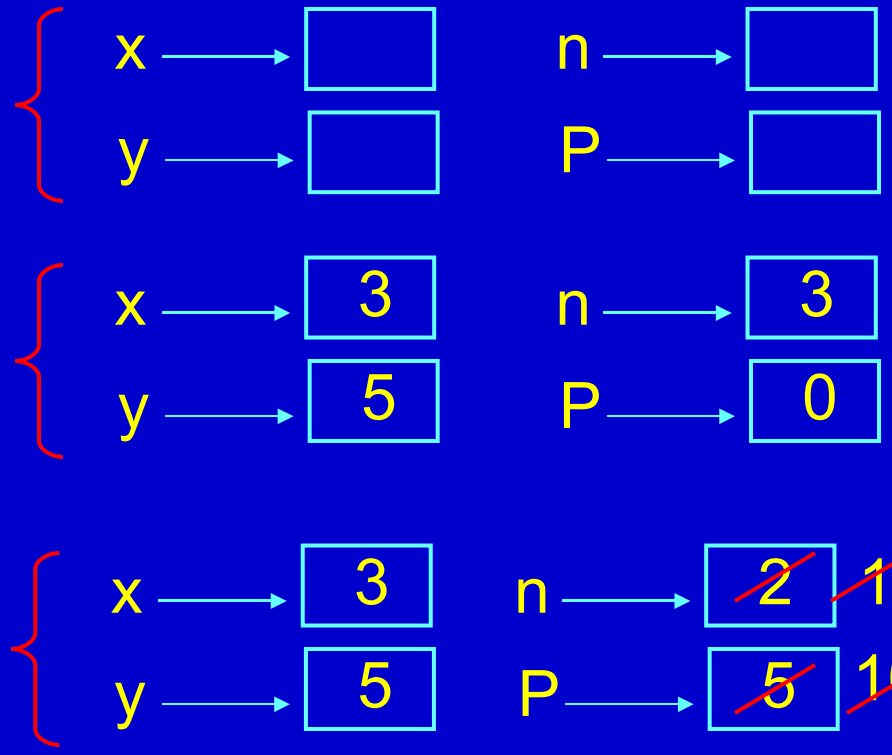


```
P=0;
for (n=x; n>0; n--)
        P=P+y;
```

Esercizio (*verifica per un caso*)

```
main()
 {
  int x, y, n, P;

  cin>>x;
  cin>>y;
  P=0; n=x;
  while (n>0)
    { P=P+y;
      n--;
     }
   cout<<x<<“ * “<<y<<” =
    “<<P<<endl;
 }
```



Output: 3 * 5 = 15

Esercizio (*Algoritmo "intelligente"*)

- **Idea!!**:
  - Se i due numeri sono molto distanti fra di loro, …
  - Quindi, dati i due numeri ***x*** e ***y***, conviene controllare chi è il maggiore, e sommare il maggiore tante volte quante sono indicate dal minore

- **Algoritmo**:
  - Leggo i valori da input
  - Calcolo il maggiore tra ***x*** e ***y***
  - Utilizzo una variabile ausiliaria ***n***, inizializzata al valore del minore, che mi serve come contatore della somme del maggiore
  - Utilizzo anche una variabile ausiliaria ***P***, inizializzata a 0, che mi serve per memorizzare le somme parziali
  - Effettuo ***n*** somme del numero maggiore, mettendole in ***P***
  - Al termine, il risultato sarà contenuto in ***P***

Esercizio

- **Scrivere un programma che legga un numero intero non negativo in ingresso e lo divida progressivamente per 10, finché non si riduce al valore 0. Il programma stampa il numero iniziale ed il risultato intermedio di ogni divisione**
- **Esempi:**

  Immettere un numero intero non negativo: 145

  145 14 1

  Immettere un numero intero non negativo: 0

  0

Tentativo 1/2

```
#include <iostream>

main ()
{
  int i ;
  cout<<Immettere un numero intero non negativo: " ;

  cin>>i ;
  …
    cout<<i<"\t" ;
    i /= 10 ;
  …
  cout<<endl ;
}
```

Tentativo 2/2

```
#include <iostream>

main ()
{
  int i ;
  cout<<Immettere un numero intero non negativo: " ;

  cin>>i ;
  while ( i > 0) {
    cout<<i<"\t" ;
    i /= 10 ;
  }
  cout<<endl ;
}
```

Cosa viene stampato se si legge 0 dallo stdin?

Possibile soluzione

```
#include <iostream>

main ()
{
  int i ;
  cout<<Immettere un numero intero non negativo: " ;

  cin>>i ;
  do {
    cout<<i<"\t" ;
    i /= 10 ;
  } while (i > 0) ;
  cout<<endl ;
}
```

Esercizio: stampa numero al contrario

- Scrivere un programma che legga un numero intero non negativo in ingresso e lo stampi al contrario
- Esempi:

  Immettere un numero intero non negativo: 164

  461

  Immettere un numero intero non negativo: 0

  0

Suggerimenti

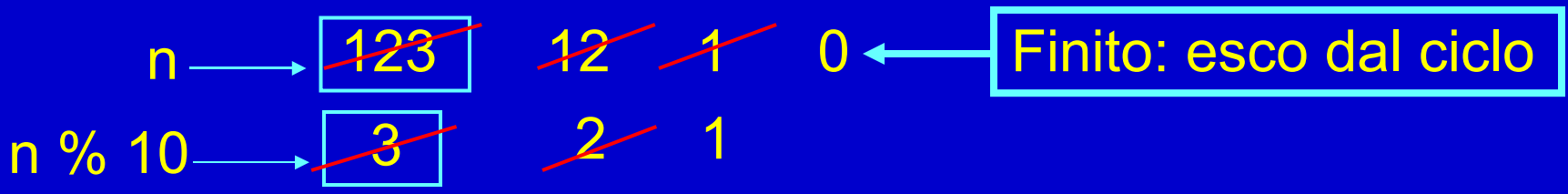
- Supponiamo di contare l'*ordine* delle cifre di un numero a partire da destra e dall'indice zero
- Nel precedente esercizio
  - Che proprietà ha la cifra di ordine *0* del numero contenuto nella variabile *i* dopo *d* divisioni ?
- Forse è la cifra di ordine *d* del numero iniziale?
- Con quale operatore si 'cattura' la cifra di ordine 0 di un numero *n* in base 10?

Algoritmo 1/2

- Leggo il valore *n* da input (es: 123)
- Stampo la cifra di ordine 0, che mi è data da *n % 10 (= 123 %10 = 3)*
- Divido *n* per *10* (dopodiché n = 123 / 10 = 12)
  - *NOTA: se n contiene solo una cifra, ossia n < 10, allora, n / 10 == 0, e viceversa*

Algoritmo 2/2

1. Finché n > 0
   a) *Stampo n % 10*
   b) *Divido n per 10, ossia n = n / 10*



Possibile soluzione

```
#include <iostream>

main()
{
  int n;

  cout<<"Inserire un numero intero non negativo : " ;
  cin>>n ;

  do
  {
   cout<<n % 10;
   n /= 10;
  }  while (n>0);

}
```

Istruzioni “break” e “continue”

- Istruzioni senza argomenti che modificano il normale percorso dei cicli e dell'istruzione switch
- Il “**break**” provoca l’immediata uscita da un blocco o ciclo
  - L’istruzione eseguita dopo il “break” è quella successiva all’istruzione composta in cui compare il “break”
  - L’utilizzo del “break” è già stato visto insieme all’istruzione “switch … case”
  - All’interno di cicli, serve soprattutto per interrompere l’esecuzione in caso di errori o di condizioni irregolari
- Il “**continue**” si può utilizzare solo nel corpo di un ciclo: fa saltare l’esecuzione delle istruzioni del blocco successive (*come se fosse un salto alla parentesi* ***}*** *che chiude il blocco*), quindi causa la nuova valutazione dell’espressione condizionale e l'eventuale inizio della prossima iterazione

Esempio “break”

```
#include <iostream>
main()
 {
  int x, y, n, P;

  cin>>x>>y;
  P=0; n=x;
  while (n>0)
    { P=P+y;
      if (P>250000) break;
      n--;
     }
  cout<<x<<” * “<<y<<” = “<<P<<endl;
 }
```

Esempio “continue”

```
#include <iostream>
main()
 {
  int x, y, n, P, min_k=3, max_k=12;
  cin>>x>>y;
  P=0; n=x;
  while (n>0)
    { P=P+y;
      if ( (P>min_k) && (P<max_k) ) continue;
      n--;
    }
   cout<<x<<” * “<<y<<” = “<<P<<endl;
 }
```

Il programma non risolve alcun problema concreto.
Tuttavia, per esercizio, calcolare cosa viene stampato per x←3 e y←2