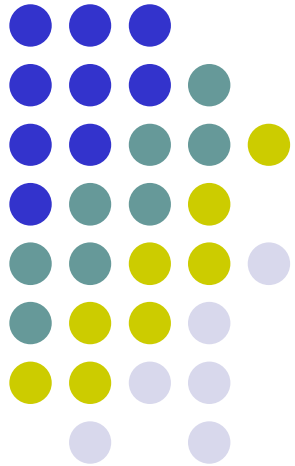
Laboratorio di Calcolatori 1

Corso di Laurea in Fisica

A.A. 2006/2007



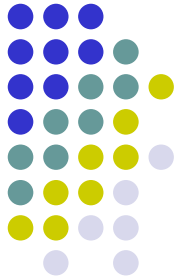
Dott.Davide Di Ruscio

Dipartimento di Informatica

Università degli Studi di L'Aquila

Lezione del 17/01/07

Sommario (II parte)



Il Linguaggio C

- Caratteristiche generali
- Un linguaggio C semplificato ed esempi di semplici programmi
- Struttura di un programma C
- Direttive del pre-processore
- Parte dichiarativa:
  - tipi
  - definizioni di tipi
  - definizioni di variabili
- Parte esecutiva
  - istruzione di assegnamento
  - istruzioni (funzioni) di input-output
  - istruzioni di selezione
  - istruzioni iterative
- Vettori mono e multidimensionali
- Funzioni e procedure
- File
- Allocazione dinamica di memoria
- Suddivisione dei programmi in piu' file e compilazione separata
- Algoritmi elementari
  - ricerca sequenziale e binaria
  - ordinamento di un vettore: per selezione, per inserimento, per fusione e a bolle
- Aspetti avanzati di programmazione
  - ricorsione
  - strutture dati dinamiche

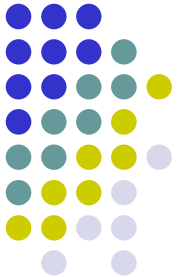
RIFERIMENTI

Ceri, Mandrioli, Sbattella

Informatica arte e mestiere

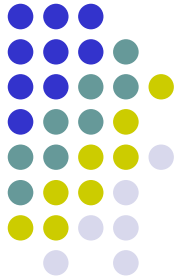
McGraw-Hill

Nota



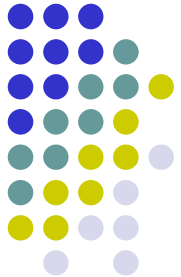
Questi lucidi sono tratti dal materiale distribuito dalla McGraw-Hill e basati su del materiale fornito dal Prof. Flammini Michele

Il linguaggio C



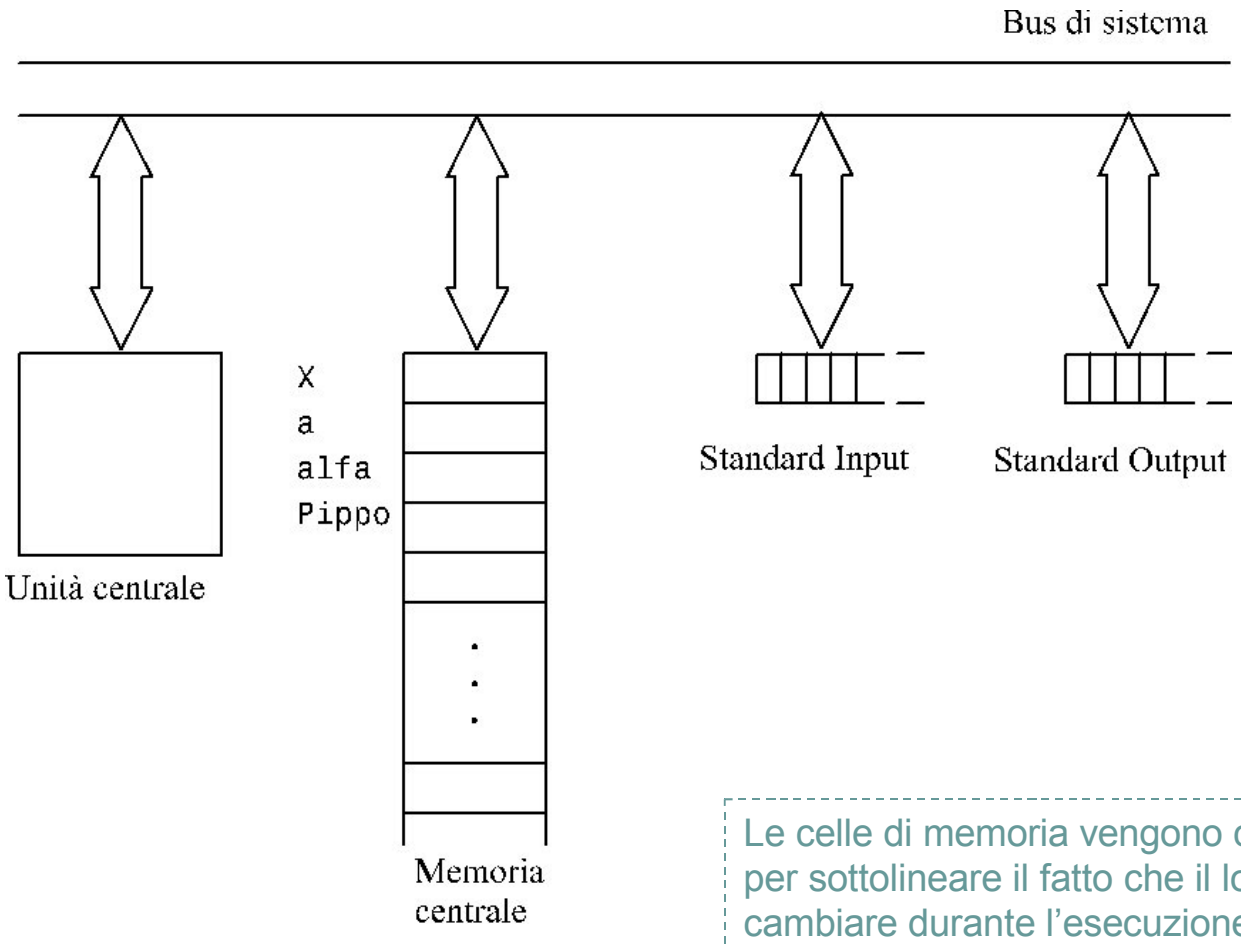
Caratteristiche generali

- Progettato da Dennis Ritchie nel 1972
- Sviluppato a partire dai linguaggi BCPL e B a cui aggiunge principalmente il concetto di tipo
- C è strettamente correlato con Unix che è stato scritto quasi completamente nel linguaggio C
- Il C si può collocare in una posizione intermedia fra un linguaggio a basso livello (assembler) ed uno ad alto livello.
- Possiede i principali costrutti di controllo propri di un linguaggio ad alto livello.



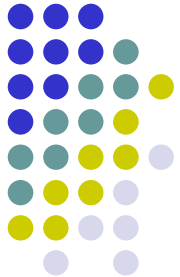
- Vedremo ora un linguaggio C semplificato ed alcuni semplici programmi
- Vedremo innanzitutto una macchina astratta su cui si appoggia l'esecuzione dei programmi
- Procederemo quindi con alcuni esempi di programmazione
- Per ogni esempio, tranne per i più semplici, mostreremo
  - l'idea risolutiva di base
  - lo pseudo-codice del programma, ossia una versione del programma in un formato discorsivo intermedio
  - il programma finale nel linguaggio C semplificato

La macchina astratta del C semplificato



Le celle di memoria vengono chiamate anche **variabili** per sottolineare il fatto che il loro contenuto può cambiare durante l'esecuzione del programma

I primi, semplici, programmi in "quasi" C

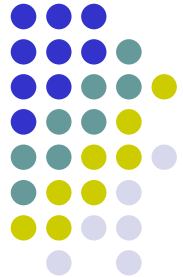


```
/*Programma NumeroMaggiore – prima versione */
main()
{
 scanf(x);
 scanf(y);
 if (x >  y) z = x; else z = y;
 printf(z);
}
```

- Le variabili, le istruzioni e altri elementi del programma sono indicati tramite **identificatori simbolici** definiti dal programmatore
- Un identificatore simbolico è definito come una successione di lettere e cifre, in cui al primo posto vi è una lettera
- Alcuni identificatori sono **predefiniti** e **riservati** in quanto associati a priori a qualche elemento del linguaggio e pertanto non possono essere usati dal programmatore con significati differenti da quello predefinito

```
/*Programma NumeroMaggiore –
                seconda versione */
main()
{
 scanf(x);
 scanf(y);
 if (x >  y) printf(x); else printf(y);
}
```

Struttura *sintattica* di un programma C

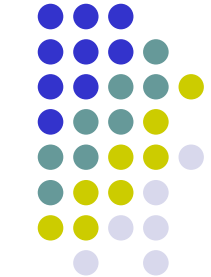


- Un programma C è composto da:
  - un'intestazione seguita da
  - una sequenza di istruzioni racchiusa tra i simboli **{** e **}**.

- L'**intestazione** è costituita *dall'identificatore* predefinito main seguito da una coppia di parentesi ( ) (per il momento vuote)

- Le **istruzioni** sono *frasi* del linguaggio di programmazione; ognuna di esse termina con il simbolo ';'.

Le principali istruzioni del quasi C



- Istruzione di assegnamento

```
x = 23;
w = 'a';
y = z;
r3 = (alfa*43–xgg)*(delta–32*ijj);
x = x+1;
```

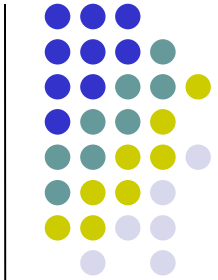
Identificatore '=' espressione

L'**espressione** può essere costituita da valori costanti, identificatori di variabili o una loro combinazione ottenuta mediante operatori aritmetici (+,-,*,/)

- Istruzioni di ingresso e uscita o I/O (scanf e printf)

```
scanf(x,y)
printf(y);
printf(x*y/z);
    temp=(x*y/z);
    printf(temp)
```

scanf e *printf* seguiti da una coppia di parentesi che racchiude l'identificatore di una variabile consentono, rispettivamente, di leggere e scrivere il valore di una variabile dallo Standard Input o sullo Standard Output



- Le istruzioni composte
  - Istruzione condizionale

Condizione

```
if(x == 0) z = 5; else y = z + w*y;
if(x == 0) {z = 5;} else {y = z + w*y;}
if ((x+y)*(z-2) > (23+v)) {z = x + 1; y = 13 + x;}
if ((x == y && z >3) || w != y) z = 5; else {y = z + w*y; x = z;}
```

Istruzioni scorrette:

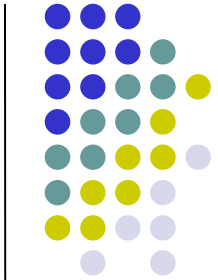
```
if (x == 0) else y = z; y = 34;
if (x == 0) a; else b + c;
```

Per **condizione** si intende un'espressione il cui valore può essere *vero* o *falso*. Essa è costruita mediante I normali operatori aritmetici, gli **operatori di relazione** (==,!=,<,>,<=,>=), e gli **operatori logici** (!,||, &&)

  - Istruzione iterativa o ciclica

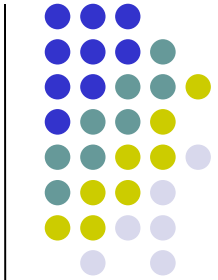
```
while (x >= 0) x = x – 1;
while (z != y) {y = z – x; x = x*3;}
```

Esempio 1



- Scrivere un programma in “quasi” C che legga numeri da input finché non viene inserito 0; appena viene inserito 0 il programma deve stampare 1.

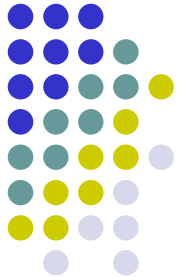
- Pseudocodice:
  - Leggi *dato*
  - Mentre *dato* è diverso da 0 leggi *dato*
  - Stampa 1



/*ProgrammaCercaIlPrimoZero */

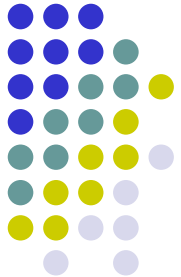
```
main()
{
 uno = 1;
 scanf (dato);
 while (dato !=0) scanf(dato);
 printf(uno);
}
```

Esempio 2

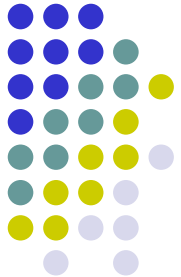


- Scrivere un programma in “quasi” C che legga numeri da input finché non viene inserito 0; appena viene inserito 0 il programma deve stampare la somma di tutti i numeri inseriti.

- Idea di risoluzione: manteniamo in una variabile *somma* la somma dei numeri inseriti fino al momento corrente



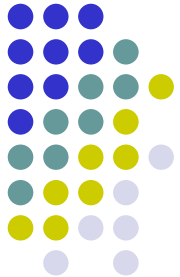
- Pseudocodice:
  - Inizializza *somma* a 0
  - Leggi *numero*
  - Mentre *numero* è diverso da 0 aggiungi *numero* a *somma* e leggi *numero* da input
  - Stampa *somma*



/*ProgrammaSommaSequenza */

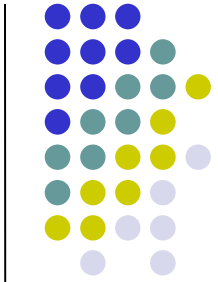
```
main()
{
 somma = 0;
 scanf(numero);
 while (numero != 0)
 {
     somma = somma + numero;
     scanf(numero);
 }
 printf(somma);
}
```

Esempio 3

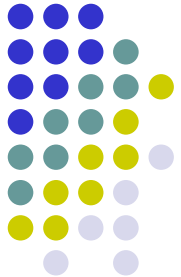


- Scrivere un programma in “quasi” C che legga numeri da input finché non viene inserito 0; appena viene inserito 0 il programma deve stampare il massimo di tutti i numeri inseriti.

- Idea di risoluzione:
  - manteniamo in una variabile *max* il massimo dei numeri inseriti fino al momento corrente
  - domanda: come bisogna inizializzare *max*?
  - si pone *max* pari al primo numero letto



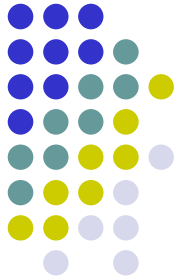
- Pseudocodice:
  - Leggi *numero*
  - Se *numero* è diverso da 0
    - poni *max* uguale a *numero*
    - leggi *numero*
    - mentre *numero* è diverso da 0
      - se *numero* è maggiore di *max* poni *max* uguale a *numero*
      - leggi *numero*
    - stampa *max*
  - Altrimenti stampa “sequenza vuota”



/*ProgrammaMaxSequenza */

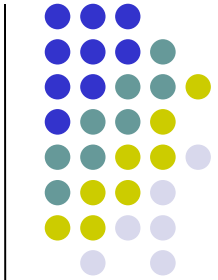
```
main()
{
 scanf(numero);
 if (numero != 0)
 {
      max = numero;
      scanf(numero);
      while (numero != 0)
      {
      if (numero > max) max = numero;
      scanf(numero);
      }
      printf(max);
 }
 else printf("Sequenza vuota");
}
```

Esempio 4

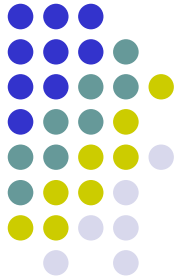


- Scrivere un programma in “quasi” C che stampa i numeri da 1 a n, dove il numero n è inserito in input.

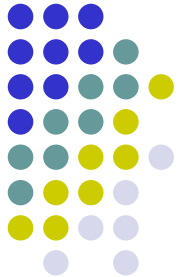
- Idea di risoluzione:
  - effettuiamo un ciclo tramite l’utilizzo di un contatore inizializzato a 1 e incrementato ogni volta di 1 fino a raggiungere n
  - in ogni iterazione del ciclo stampiamo il valore del contatore



- Pseudocodice:
  - Leggi *n*
  - Inizializza *i* ad 1
  - Mentre *i* è minore o uguale a *n* stampa i e incrementa *i* di 1



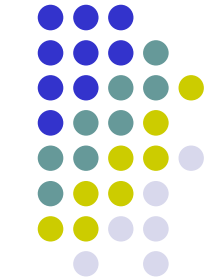
```
main()
{
 scanf(n);
 i=1;
 while (i<=n)
 {
    printf(i);
    i=i+1;
 }
}
```



- Vediamo ora una soluzione alternativa con l'istruzione ciclica **for**

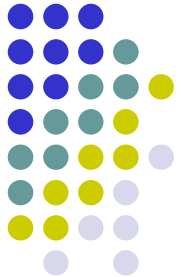
- Pseudocodice:

  - Leggi *n*
  - Per *i* che varia da *1* a *n* incrementando *i* di *1* ad ogni passo stampa *i*



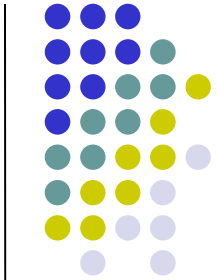
```
main()
{
 scanf(n);
 for (i=1; i<=n; i=i+1)
     printf(i);
}
```

Esempio 5

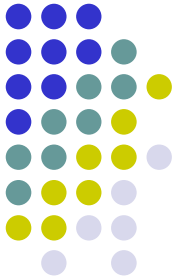


- Scrivere un programma in “quasi” C che stampa i numeri da n a 1, dove il numero n è inserito in input.

- Idea di risoluzione:
  - effettuiamo un ciclo tramite l’utilizzo di un contatore inizializzato a n e decrementato ogni volta di 1 fino a raggiungere 1
  - in ogni iterazione del ciclo stampiamo il valore del contatore



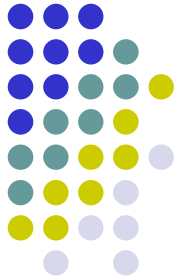
- Pseudocodice:
  - Leggi *n*
  - Per *i* che varia da *n* a *1* decrementando *i* di *1* ad ogni passo stampa *i*



```
main()
{
 scanf(n);
 for (i=n; i>=1; i=i-1)
    printf(i);
}
```

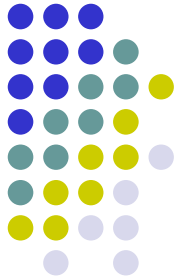
Esercizio: riscrivere il programma utilizzando l'istruzione **while** al posto di quella **for**

Esempio 6

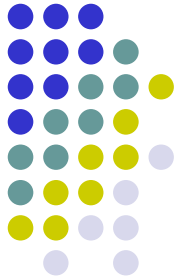


- Scrivere un programma in “quasi” C che lette in input le lunghezze dei tre lati di un triangolo verifica se il triangolo è valido e di che tipo di triangolo si tratta.

- Idea di risoluzione:
  - Effettuiamo dei controlli sulle lunghezze dei lati per assicurarci che il triangolo sia valido e per individuare le sue proprietà (isoscele, equilatero, scaleno)



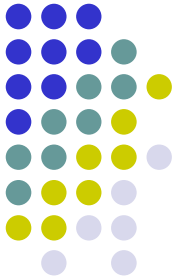
- Pseudocodice:
  - Leggi le lunghezze dei tre lati
  - Se nessun lato è maggiore della somma degli altri due
    - Se i tre lati sono uguali
      - stampa “Il triangolo è equilatero”
    - altrimenti
      - se due lati sono uguali
        - stampa “Il triangolo è isoscele”
      - altrimenti
        - stampa “Il triangolo è scaleno”
  - altrimenti
    - stampa “Il triangolo non è valido”



/*Programma per la valutazione di un triangolo */

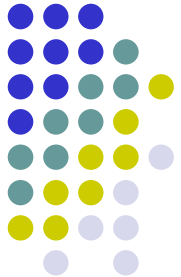
```
main()
{
                                        /*Lettura dei dati di ingresso */
scanf(X); scanf(Y); scanf(Z);
                      /* Verifica che i dati possano essere le lunghezze
                                              dei lati di un triangolo */
if ((X < Y + Z) && (Y < X + Z) &&     (Z < X + Y))
                             /*Distinzione tra i vari tipi di triangolo */
    if (X == Y && Y == Z)
    printf("I dati letti corrispondono a un triangolo equilatero");
    else
        if (X == Y || Y == Z || X == Z)
        printf("I dati letti corrispondono a un triangolo isoscele");
        else
        printf("I dati letti corrispondono a un triangolo scaleno");
else
    printf("I dati letti non corrispondono ad alcun triangolo");
}
```

Esempio 7

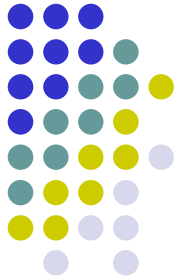


- Scrivere un programma in “quasi” C che calcoli il massimo di *n* numeri letti in input, dove il numero *n* è inserito in input.

- Idea di risoluzione:
  - manteniamo in una variabile *max* il massimo dei numeri inseriti fino al momento corrente

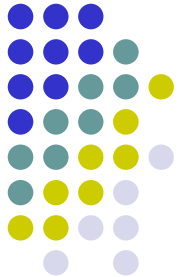


- Pseudocodice:
  - Leggi *n*
  - Se *n* è maggiore di 0
    - Leggi *dato*
    - Inizializza *max* a *dato*
    - Per *i* che varia da 2 ad *n* incrementando *i* di *1* ad ogni passo
      - Leggi *dato*
      - memorizza in *max* il massimo tra *max* e *dato*
    - Stampa *max*
  - Altrimenti stampa “Sequenza vuota”



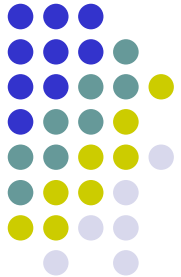
```
main()
{
 scanf(n);
 if (n > 0)
 {
      scanf(dato);
      max = dato;
      for (i=2; i<=n; i=i+1)
      {
          scanf(dato);
          if (dato>max) max=dato;
      }
 printf(max);
 }
 else printf("Sequenza vuota");
}
```

Esempio 8

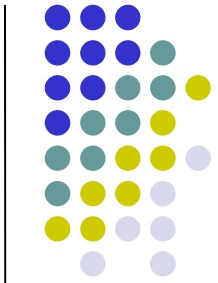


- Scrivere un programma in “quasi” C che legga in input un numero *n* e stampi il suo fattoriale.

- Idea di risoluzione:
  - Calcoliamo tramite un ciclo il prodotto dei numeri da 2 a n (se n è minore di 2 restituiamo 1)
  - Ciò viene ottenuto ponendo una variabile *f* inizialmente pari ad *1* e quindi moltiplicandola per tutti i numeri da 2 ad n

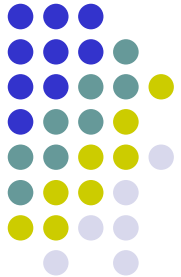


- Pseudocodice:
  - Leggi *n*
  - Inizializza *f* a *1*
  - Per *i* che varia da *2* ad *n* incrementando *i* di *1* ad ogni passo
    - moltiplica *f* per *i*, ossia poni *f* uguale al prodotto *f* * *i*
    - incrementa *i* di *1*
  - Stampa *f*



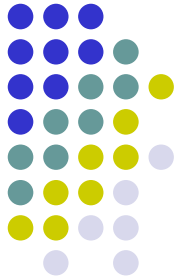
```
main()
{
 scanf(n);
 f=1;
 for (i=2; i<=n; i=i+1)
    f=f*i;
 printf (f);
}
```

Esempio 9

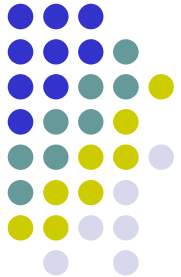


- Scrivere un programma in “quasi” C che legga in input due interi *a* e *b* e stampi il risultato della potenza a^b.

- Idea di risoluzione:
  - a^b è pari ad *a*a*…*a* *b* volte
  - Tramite un ciclo moltiplichiamo quindi una variabile *p* inizialmente posta ad *1* per *a b* volte.

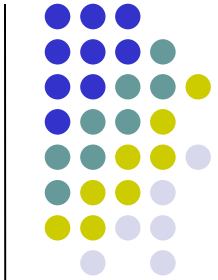


- Pseudocodice:
  - Leggi *a, b*
  - Inizializza *p* a 1
  - Mentre *b* è maggiore di 0
    - moltiplica *p* per *a*
    - decrementa *b* di *1*
  - Stampa *p*



```
main()
{
 scanf(a);
 scanf(b);
 p=1;
 while (b>0)
 {
    p=p*a;
    b=b-1;
 }
 printf (p);
}
```

Nota sull'istruzione if



```
if (C1) if (C2) S1; else S2;
```

significa:

```
if (C1)
        if (C2) S1;
else S2;
```

oppure

```
if (C1)
        if (C2) S1;
        else S2;
```

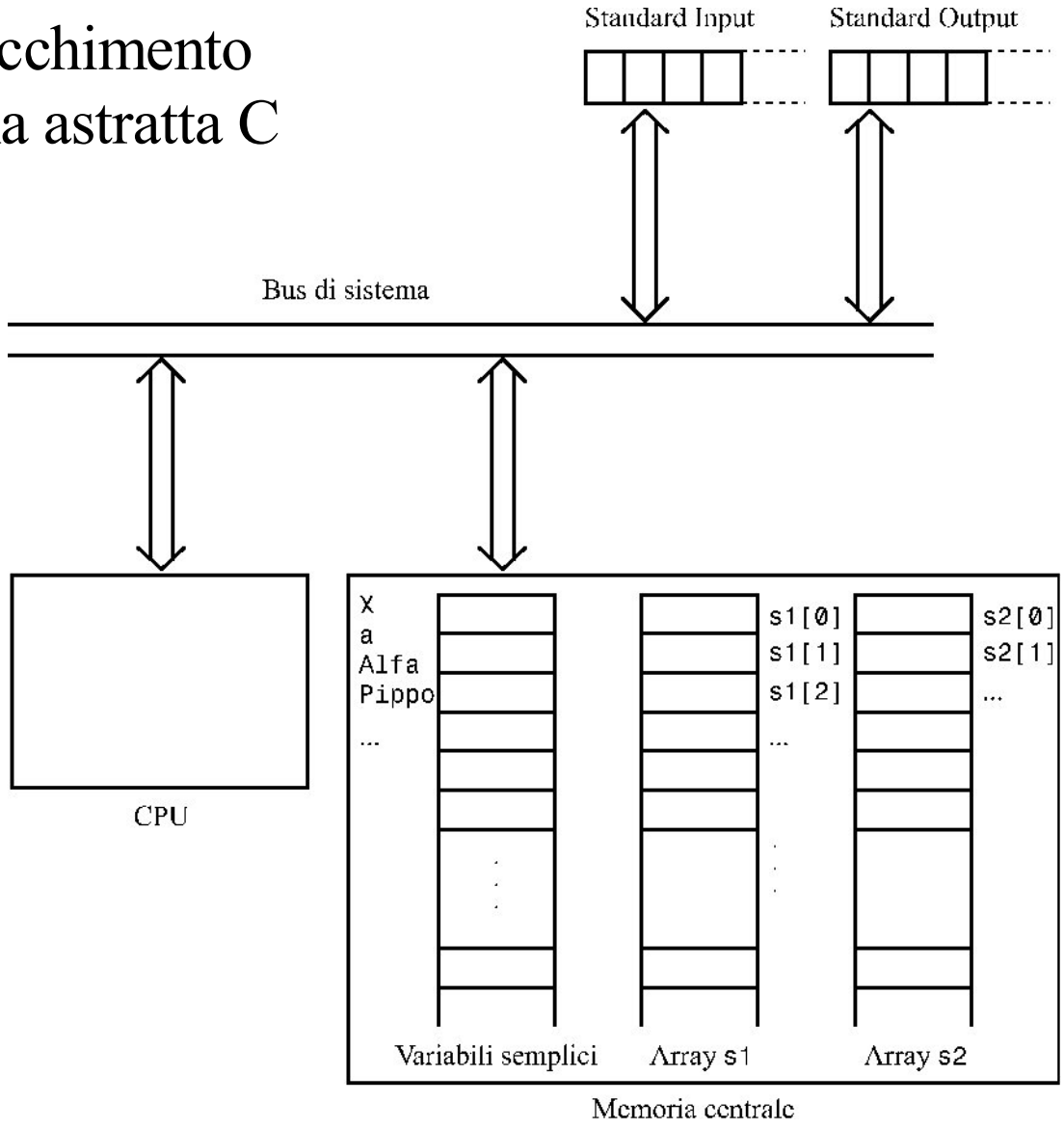
?

Convenzione: il primo ramo **else** viene attribuito all'ultimo **if**. Altrimenti, scriviamo esplicitamente

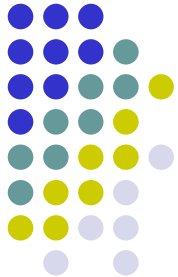
```
if (C1) {if (C2) S1;} else S2;
```

Le variabili strutturate

- Un primo arricchimento della macchina astratta C

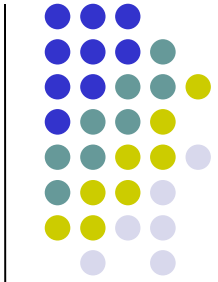


I vettori (array) (1/2)



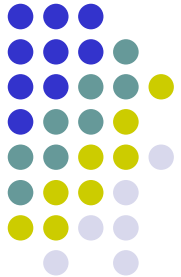
- Per array si intende una sequenza di celle di memoria consecutive ed omogenee, cioè contenenti tutte dati tra loro uniformi
- Un array viene identificato come qualsiasi altra variabile
- Però anche i suoi elementi sono variabili
- Ad ognuna di queste sequenze viene dato un unico nome o identificatore
- La singola cella di una sequenza viene identificata mediante il nome della sequenza e un indice

I vettori (array) (2/2)



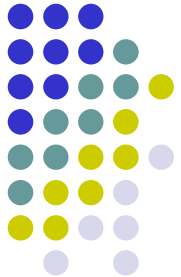
- Esempi:
  - scanf(s[2]);
  - a[3] = s[1] + x;
  - if (a[4] > s[1] + 3) s[2] = a[2] + a[1];
  - x = a[i];
  - a[i] = a[i+1];
    a[i*x] = s[a[j+1]–3]*(y – a[y]);
- In C il primo elemento di ogni array è sempre lo 0-esimo

Esempio 10



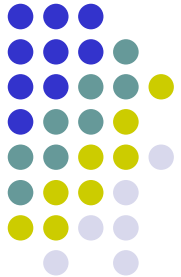
- Scriviamo un programma in “quasi” C che legga in input una sequenza di caratteri terminante con ‘%’ e stampi la sequenza in ordine inverso rispetto all’ordine di inserimento

- Idea di risoluzione:
  - Memorizziamo i valori della sequenza immessa in un array fino all’inserimento di ‘%’. Stampiamo gli elementi dell’array a partire dall’ultimo fino ad arrivare al primo.



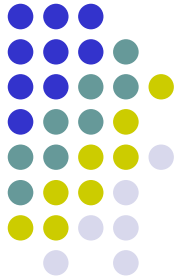
- Pseudocodice:
  - Inizializza *i* a 0
  - Leggi *x*
  - Mentre *x* è diverso da ‘%’
    - Memorizza ***x*** in posizione *i* nell’array *sequenza*
    - incrementa *i* di *1*
    - Leggi *x*
  - Decrementa *i*
  - Mentre *i* è maggiore o uguale a 0
    - Stampa il contenuto della posizione *i* dell’array *sequenza*
    - Decrementa *i* di 1.

/* Programma InvertiSequenza */



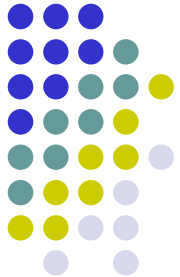
```
main()
{
   i = 0;
   scanf(x);
   while (x != '%')
   {
      sequenza[i] = x;
      i = i + 1;
      scanf(x);
   }
   i=i-1;
   while (i >= 0)
   {
      printf(sequenza[i]);
      i = i - 1;
   }
}
```

Esempio 11

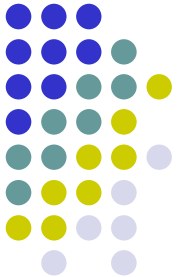


- Scrivere un programma in “quasi” C che determini l’indice del minimo elemento di un vettore di *n* numeri letto in input.

- Idea di risoluzione:
  - Scandendo in sequenza le componenti a partire dalla prima, manteniamo in una variabile *imin* l’indice dell’elemento minimo finora letto.

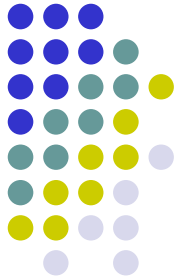


- Pseudocodice:
  - Leggi *n*
  - Se *n* è maggiore di 0
    - Per *i* che varia da 0 ad *n-1*
      - leggi l'elemento di indice *i* del vettore
    - Inizializza i*min* a *0*
    - Per *i* che varia da 1 ad *n-1* incrementando *i* di *1* ad ogni passo
      - Se l'elemento di indice *i* *è* minore di quello di indice *imin* poni *imin* uguale a *i*
    - Stampa *imin*
  - Altrimenti stampa "Vettore vuoto"



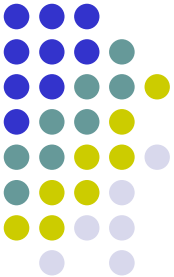
```
main()
{
 scanf(n);
 if (n > 0)
 {
     for (i=0; i<n; i=i+1)
         scanf(a[i]);
     imin = 0;
     for (i=1; i<n; i=i+1)
         if (a[i]<a[imin]) imin=i;
 printf(imin);
 }
 else printf("Vettore vuoto");
}
```

Il “vero” linguaggio C



- Che cosa manca per poter “far girare i programmi”?
- Primi esempi … “che girano”
- La (nuova) struttura di un programma C
- La parte dichiarativa
- L’ I/O

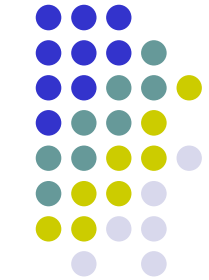
Primi esempi… “che girano” (1)



```
                                /* PrimoProgrammaC */

#include <stdio.h>

main()
{
   printf("Questo è il mio primo programma in C\n");

}
```

N.B.: niente dichiarazioni!

Primi esempi… “che girano” (2)



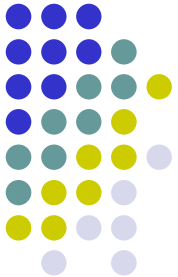
```
                                    /* Programma SommaDueInteri */
#include <stdio.h>

main()
{
    int  a, b, somma;

    printf (“Inserisci i due addendi: ”);
    scanf("%d%d", &a, &b);
    somma = a + b;
    printf("La somma di a+b è:\n%d \nArrivederci!\n",
    somma);
}
```

- Se vengono inseriti i dati 3 e 5, l’effetto dell’esecuzione del programma sullo Standard Output è il seguente:

  La somma di a+b è:
  8
  Arrivederci!

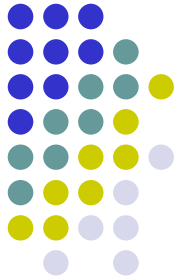
- Se fossero stati omessi i primi due simboli \n nella stringa di controllo?

Primi esempi… “che girano” (3)



```
                /* Programma SommaSequenza */
#include <stdio.h>
main()
{
    int  numero, somma;

    somma = 0;
    scanf("%d", &numero);
    while (numero != 0)
    {
        somma = somma + numero;
        scanf("%d", &numero);
    }
    printf("La somma dei numeri digitati è: %d\n", somma);
}
```

Struttura di un programma C

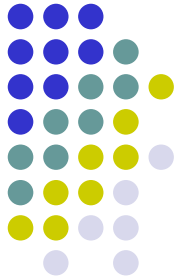


[Direttive preprocessore]

[Parte dichiarativa globale]

```
main ()
{
    [Parte dichiarativa locale]

    [Parte esecutiva]

}
```

In particolare …

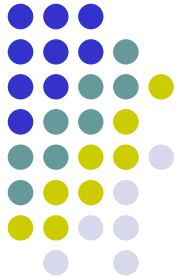


- Un programma C deve contenere, nell'ordine:
  - Una parte contenente **direttive** per il compilatore. Per il momento trascuriamo questa parte.
  - Una **parte dichiarativa globale.**
  - L'identificatore predefinito `main` seguito dalle parentesi `()`
  - Due parti, racchiuse dalle parentesi **`{}`**:
    - la **parte dichiarativa locale**;
    - la **parte esecutiva**.

- Le parti dichiarative elencano tutti gli elementi che fanno parte del programma, con le loro principali caratteristiche. Per il momento considereremo solo quella locale.

- La parte esecutiva consiste in una successione di istruzioni come già descritto in pseudo-C.

La parte dichiarativa



- Tutto ciò che viene usato va dichiarato. In prima istanza:
  - Dichiarazione delle costanti
  - Dichiarazione delle variabili

- Perché questa fatica … inutile?
  - Aiuta la **diagnostica** (ovvero *segnalazione di errori*):

    x = alfa;

    al*b*a = alfa + 1;
  - Senza dichiarazione, alba è una nuova variabile!

- Principio importante:
  meglio un po' più di fatica nello scrivere un programma che nel leggerlo e capirlo!