Array

Andrea Marin

Università Ca' Foscari Venezia
Laurea in Informatica
Corso di Programmazione

a.a. 2014/2015

Motivazioni

- Problema: Acquisire da standard input 100 valori `int` e ristamparli in ordine crescente
- Problema: Acquisire da standard input una sequenza di caratteri che termini con *invio* e ristamparla sostituendo le lettere minuscole con le lettere maiuscole
- Quante variabili servono per risolvere questi problemi?

Array

Definizione (Array in C)

Un array è una variabile che fa riferimento a più elementi dello stesso tipo; ogni elemento dell'array è esso stesso una variabile e può essere richiamata mediante un indice; la dimensione dell'array deve essere specificata al momento della dichiarazione e deve essere una costante.

Ulteriori indicazioni

- Ad esempio un array di `int` è un insieme indicizzato di interi
- Le locazioni di memoria che sono associate ad un array sono contigue
- Dichiarazione di un array in C:
  `tipo nome_array[dimensione]`
  Dove:
  - `tipo`: è il tipo di dato delle celle dell'array
  - `nome`: è l'identificatore associato all'array
  - `dimensione`: è una costante che definisce la dimensione dell'array

Esempi di dichiarazione ed inizializzazione

Esempi di dichiarazione:

- `int array[100];`
- `double mio_vettore[50];`

Inizializzazione di array:

- Come le variabili, anche gli array possono essere inizializzati
- Esempio:

```
int vect[] = { 4, 2, 10, 22, 112, 96};
```

- Attenzione quello quello che precede non è un assegnamento ma una inizializzazione contestuale alla dichiazione
- `vect` non è un left-value (non può comparire a sinistra di un assegnamento)

Accesso agli elementi di un array

- Ad ogni elemento di un array è associato un indice
- In un array di N elementi, gli indici vanno da 0 a $N-1$
- Per individuare un elemento di un array si usa la notazione:

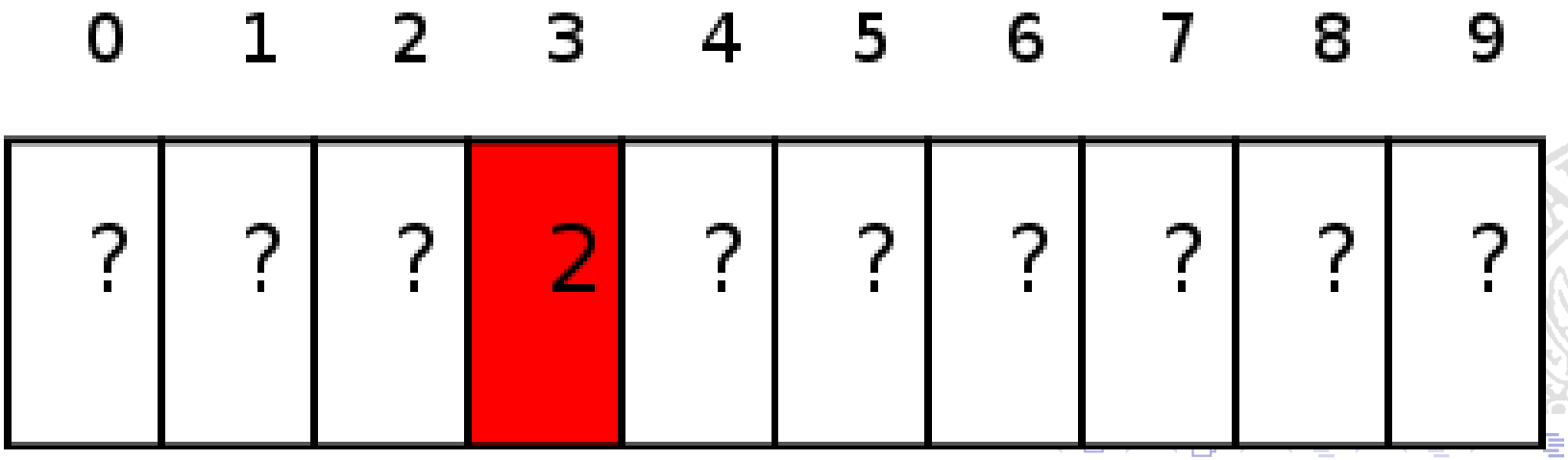
  `nome_array[indice]`

  Dove:
  - `nome_array`: è l'identificatore associato all'array
  - `indice`: è una espressione di tipo `int` che identifica una posizione valida (tra 0 e $N-1$) nell'array
- Nota: C non effettua controlli run-time sulla validità dell'indice

Esempio

```
int a[10];

a[3] = 2;
```



Left-value e Right-value

- Esempio: `vett[2+i]`
- L'elemento individuato mediante l'indice identifica una cella di memoria pertanto...
  - Se compare in un'espressione s'intende il valore contenuto in quella cella
    - `vett[i+2] = vett[0] + 5;`
  - Se compare a sinistra di un assegnamento, denota la locazione di memoria in cui scrivere
    - `vett[i+2] = 12;`

Conseguenze

- L'operatore di assegnamento = non effettua una copia elemento per elemento degli array
- L'operatore di confronto == non effettua un confronto elemento per elemento degli array
- L'acquisizione di un array va fatta elemento per elemento

Una questione di eleganza

- La dimensione di un array deve essere una costante intera positiva
  - `double miovet[100];`
- La leggibilità del codice viene molto migliorata dall'introduzione di costanti
  - Per introdurre una costante in C si può usare la direttiva *#define*
    - `#define DIM 100`
    - Si noti che manca il ; finale
- Definzione di array:
  - `int mio_array[DIM];`
- Il compilatore rimpiazzerà ogni occorrenza di DIM con il valore 100
- Usare le maiuscole per le costanti
- Reminder: per noi il buono stile è obbligatorio

Pattern: scorrimento completo di un array

- Dal momento che le dimensioni dell'array sono note, per scorrere un array interamente il ciclo preferenziale è il `for`
- Data la seguente dichiarazione
  - `int vect[DIM];`
- Per scorrere ciascun elemento dell'array:

```
int i; /*indice per lo scorrimento*/

for (i=0; i < DIM; i = i+1) {    /*i scorre da 0 a DIM-1*/
      Operazione sull'elemento i-mo dell'array
}
```

Stampa tutti gli elementi di un array

```
#include<stdio.h>

#define DIM 10

double vett[] = {1.4, 5.2, 2.0, 5.1, 10.9,
                 1.1, 0.1, 33.33, -12.2, 1.12};
int i;  /*Indice di scorrimento*/
int main(){

    for (i=0; i < DIM; i = i+1) {
        printf(``In posizione %d si trova
          il valore %f'', i, vett[i]);
    }
    return 0;
}
```

Remark

- L'indice è sempre una espressione di tipo `unsigned int` (intero senza segno)
- Il tipo della variabile indicizzata mediante `vett[i]` si desume dalla dichiarazione del vettore
- Nell'esempio precedente...
  - `i` è una espressione e ha tipo int
  - `vett[i]` è una variabile e ha tipo float
- Domanda per il pubblico da casa: qual è la differenza tra espressione e variable?
  - Quando una variabile è una espressione?

Esempio: sommare tutti gli elementi di un array

```
#include<stdio.h>

#define DIM 10

double vett[] = {1.4, 5.2, 2.0, 5.1, 10.9,
                 1.1, 0.1, 33.33, -12.2, 1.12};
int i;  /*Indice di scorrimento*/
double somma; /*Accumulatore*/
int main(){
    somma = 0.0; /*inizializzazione acc.*/
    for (i=0; i < DIM; i = i+1) {
        somma = somma + vett[i];
    }
    printf(``La somma vale %f \n'', somma);
    return 0;
}
```

Cosa stampa? /1

```
#include<stdio.h>

#define DIM 10

int vett[] = {6, 4, 5, 2, 13,
              -11, -7, 44, -12, 0};
int i;  /*Indice di scorrimento*/

int main(){
    for (i=0; i < DIM; i = i+1) {
        if (i%2 == 0)
            printf(''%d'', vett[i]);
    }
    return 0;
}
```

- Riscrivere l'esempio senza usare il condizionale all'interno del ciclo

Cosa stampa? /2

```
#include<stdio.h>

#define DIM 10

int vett[] = {6, 4, 5, 2, 13,
              -11, -7, 44, -12, 0};
int i;  /*Indice di scorrimento*/

int main(){
    for (i=0; i < DIM; i = i+1) {
        if (vett[i]%2 == 0)
            printf(``%d'', vett[i]);
    }
    return 0;
}
```

Riempire un array di 1000 interi con numeri casuali tra 0 e 99

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

#define DIM 1000

int miovett[DIM];
int i;
int main() {
    randomize(); /*inizializza il generatore*/
    for (i=0; i < DIM; i++)
        miovett[i] = random(100);

    ...
    return 0;
}
```

Proprietà universale

- Esempi:
  - controllare se un array di interi contiene solo multipli di 3
  - controllare se un array è ordinato
    - Perchè è una proprietà universale?
- Il metodo è sempre lo stesso: si assume che la proprietà sia soddisfatta e si cerca un controesempio
  - Se se ne trova almeno uno allora la proprietà è falsa (e il ciclo può essere interrotto)
  - Se si scorre l'array senza trovare alcun controesempio allora la proprietà è vera

Dire se un array è ordinato in modo crescente in senso lato

```
#include<stdio.h>

#define DIM 100

int vett[DIM];
int ordinato, i;

int main() {
    /*Riempi array*/
    ordinato = 1;  /*assumo proprieta soddisfatta*/
    i = 1; /*indice*/
    while (i < DIM && ordinato) {
       if (vett[i-1] > vett[i])
          ordinato = 0;
       i = i + 1;
    }

    if (ordinato)
       printf(``L'array e' ordinato'');
    else
       printf(``L'array non e' ordinato'');

    return 0;
 }
```

Variazioni sul tema...

- Perchè l'indice comincia da 1 e non da 0?
- L'algoritmo funziona anche con array di dimensione 1?
- Riscrivere l'algoritmo in modo da:
  - Non aggiungere variabili o cambiare nome
  - Dare la risposta senza effettuare un test sulla variabile `ordinato`

Proprietà esistenziale

- Dato un array di float dire se almeno un elemento è negativo
- Applicazione del pattern per verificare una proprietà esistenziale
- Ovviamente si può riformulare come proprietà universale
  - Dato un array dire se tutti gli elementi sono positivi o nulli
  - Se si fa questo passaggio va specificato come commento nel codice

Soluzione

```
#include<stdio.h>

#define DIM 100

float vett[DIM];
int i;
int almeno_uno_neg;

int main(){
   /*carica array*/

   /*proprieta assunta falsa*/
   almeno_uno_neg = 0;

   i = 0;
   while (!almeno_uno_neg && i < DIM) {
      if (vett[i] < 0)
         almeno_uno_neg = 1;
      i = i+1;
   }
   if (almeno_uno_neg)
      printf(``Presente almeno un elemento negativo'');
   else
      printf(``Nessun elemento negativo'');
   return 0;
}
```

Nuovo pattern: trovare max/min in un arrray

- Esempio: dato un array di float con almeno un elemento, determinare il valore massimo contenuto
- Idea risolutiva:
  - Assumo inizialmente che il primo elemento sia il massimo e ne salvo il valore in una variabile `max`
  - `max` conterrà il valore massimo dell'array contenuto nelle posizioni tra 0 e i incluse
    - Invariante del ciclo!
  - i scorre tra 1 e $DIM - 1$
- Al termine del ciclo la variabile `max` contiene il valore massimo dell'array tra le posizioni 0 e $DIM - 1$, cioè di tutto l'array

Soluzione

```
#include<stdio.h>

#define DIM 100

float vett[DIM];
int i;
float max;

int main() {
   /*carica array*/
   max = vett[0];

   for (i=1; i<DIM; i=i+1)
      if (vett[i] > max)
         max = vett[i];

   printf(``Il valore massimo e' %d \n'', max);

   return 0;
}
```

Variazioni

- Perchè l'array deve avere almeno un elemento?
- Perchè usare il ciclo `for`?
- Modificare il pattern in modo da restituire la posizione dell'elemento massimo dell'array

Array di array

- Oltre a poter definire array con elementi di tipo semplice (float, int, ...) C consente anche la definizione di array di array
- Questo consente di trattare array multidimensionali
- Esempio:
  - `double matrice[DIM][DIM];`
    - Definisce una matrice quadrata di dimensione $DIM \times DIM$
  - `int prova [][] = {{4, 4, 2}, {5, 7, 1}};`
    - Definisce una matrice 2×3
  - `char arraybig[DIM][DIM][DIM];`
    - Array tridimensionale

Convenzioni sugli array bidimensionali

- Sono presenti due dimensioni
- Il primo indice denota la riga della matrice
- Il secondo indice denota la colonna
  - Attenzione: diverso dal piano Cartesiano!

Stampare gli elementi di una matrice per riga

```
#include<stdio.h>
#define DIM1 50
#define DIM2 20

int r, c;

double matrice[DIM1][DIM2];
/*matrice con 50 righe e 20 colonne*/

int main() {
   /*inizializza matrice*/

   for (r = 0; r < DIM1; r = r+1)
      for (c = 0; c < DIM2; c = c+1)
         printf(``%d'', matrice[r][c]);

   return 0;
}
```

Esercizi

- Stampare gli elementi di una matrice in modo da andare a capo al termine di ogni riga
- Contare gli elementi di una matrice di double che sono positivi
- Dato un array di dimensione DIM e una matrice di dimensione DIMxDIM, sovrascrivere la diagonale della matrice in modo da copiarvi gli elementi del vettore. Mantenere l'ordine, cioè l'i-mo elemento della diagonale della matrice deve essere l'i-mo elemento dell'array
- Data una matrice di float DIM1xDIM2 e un array di float di dimensione DIM1, sommarare gli elementi delle righe della matrice e salvare il valore nel vettore. La posizione *i* del vettore deve contenere la somma degli elementi della riga *i* della matrice