Fondamenti di Informatica
Ingegneria Clinica
Lezione 13/01/2011

Raffaele Nicolussi

FUB - Fondazione Ugo Bordoni

Via del Policlinico, 147 – 00161 Roma

Puntatori e array

- Stretto legame tra puntatori e array

➲ Il nome di un array è un puntatore

  - Il nome dell’array è il puntatore al primo elemento dell’array
  - Il nome dell’array coincide con l’indirizzo del primo elemento
    - Se ar è un array di n elementi,

ar coincide con &ar[0]

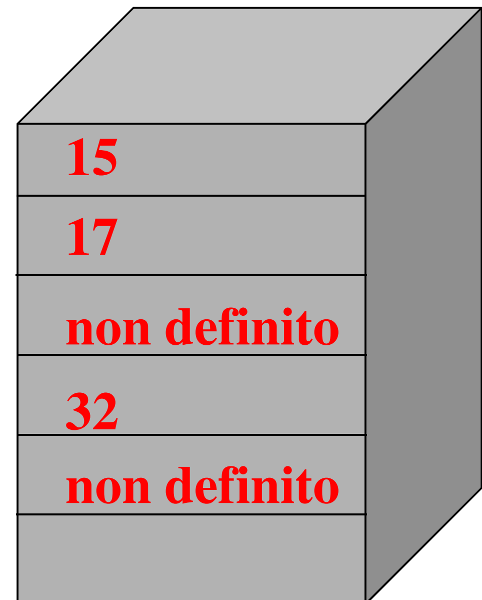
- Quando viene inizializzato un array (per esempio di 10 elementi), sono allocati 10 blocchi di memoria CONSECUTIVI dove memorizzare i valori degli elementi

➲ il nome fa riferimento alla base dell’array, ossia alla prima cella di quell’array che è il suo primo elemento

```
int ar[5];
ar[0] = 15;
ar[1] = 17;
ar[3] = ar[0] + ar[1];
```

4 byte

ar[0]	1000	15
ar[1]	1004	17
ar[2]	1008	non definito
ar[3]	100C	32
ar[4]	1010	non definito
	1014	



- ar è &ar[0]

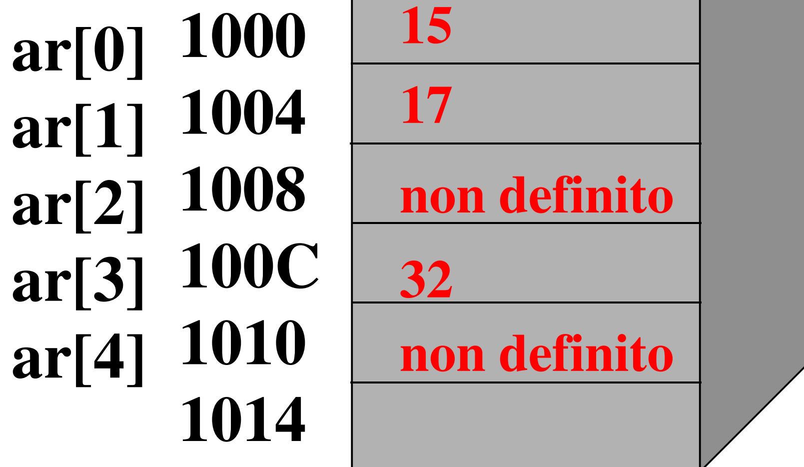
Il nome di un array che non è seguito da un indice né dalle parentesi viene interpretato come il puntatore all'elemento iniziale dell'array.

- Se il nome è un puntatore, allora possiamo estrarre il primo elemento usando l'operatore di indirezione *, ossia `*ar` dovrebbe tornare il valore di `ar[0]`.

```
int main(void) {
   int x[10] =
      {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
   printf("Indirizzo di x[0]:%p\n",
           &x[0]);
   printf("Indirizzo x: %p\n", x);
   printf("Valore di x[0]: %d\n",
           x[0]);
   printf("Valore di x[0]: %d\n",
      *x);
   return 0;
}
```

val_ind.c

Indirizzo di x[0]: 0x0065FDD0
Indirizzo di x: 0x0065FDD0
Valore di x[0]: 0
Valore di x[0]: 0



- è possibile accedere agli elementi di un array in due modi
  - nome dell'array con relativo indice
  - utilizzo del nome e puntatori

```
int *p;
p = &ar[0];   (oppure p = ar;)
```

4 byte

```
int *p;
p = &ar[0];
p = ar;
```

p	ar[0]	1000
p+1	ar[1]	1004
p+2	ar[2]	1008
p+3	ar[3]	100C
p+4	ar[4]	1010
		1014

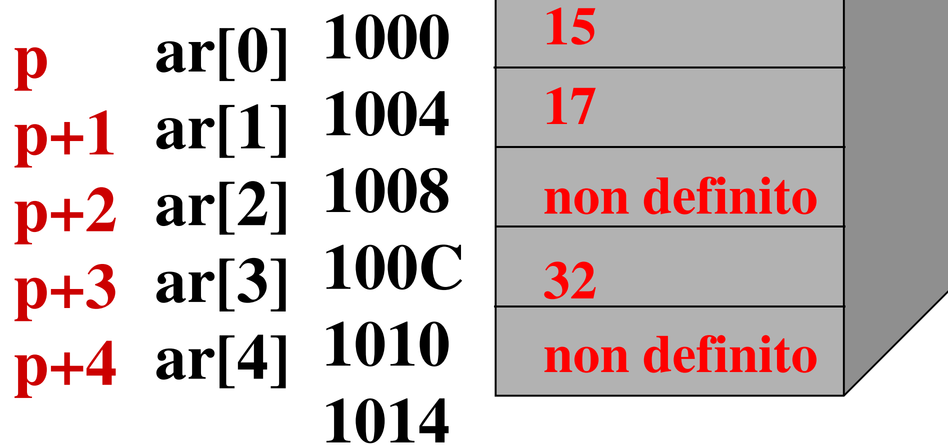
*p da’ il valore di ar[0], ossia 15

*(p +3) corrisponde a ar[3]

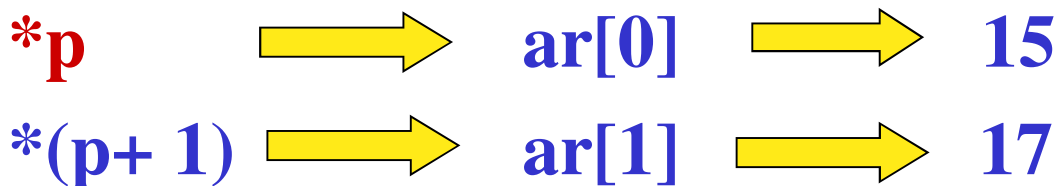
° identificano la stessa locazione di memoria

***(p +e) coincide con ar[e]**

Fino a quando p non viene modificato ar e p identificano la stessa locazione di memoria



***p e ar[0] identificano lo stesso valore**



*** p da' il valore di ar[0], ossia 15 (operatore di indirezione)**

- **(p+n) è il puntatore all’ennesimo elemento dell’array**
- **n è l’offset rispetto al puntatore iniziale**

  ar => &ar[0]

  p = &ar[0];

  p => ar;

  ***(p +e) = ar[e]**

  ar[n] equivale a *(ar + n)

- **Un nome di array è, per il compilatore C, il puntatore all’elemento iniziale dell’array e quindi gli indici vengono interpretati come spostamenti dalla posizione dell’indirizzo base (offset)**

***(p + n) notazione con puntatore e offset**

- **Le variabili puntatori e i nomi degli array possono essere utilizzati indifferentemente per accedere agli elementi di un array.**

***(p + n)**	***notazione con puntatore e offset***
p[1]	***notazione con puntatore e indice***
ar[2]	***notazione con nome e indice***

- **I nomi degli array non possono essere modificati**
  - **non sono variabili, ma riferimenti a indirizzi delle variabili di array**
- **Un array non può apparire a sinistra di un assegnamento a meno che sia associato ad un indice o a ***

```
float ar[5], *p;
```

p = ar;	Corretta. Equivale a p = &ar[0]
ar = p;	Errata. Non è possibile fare assegnamenti ad un indirizzo di array *
&p = ar;	Errata. Non è possibile fare assegnamenti ad un indirizzo di puntatore
ar++;	Errata. Non è possibile incrementare un indirizzo di array
ar[1] = *(p+e);	Corretta. ar[1] è una variabile
p++;	Corretta. È possibile incrementare una variabile di puntatore

Quando viene dichiarato un array, viene riservato spazio contiguo in memoria per contenere tutti gli elementi dell'array

```
int a[100], i , *p, sum =0;
```

&a[0]--> 300, &a[1]--> 304, …

(indirizzi degli elementi)

Sommare in sum tutti gli elementi dell'array

```
for (p = a;  p < &a[100]; p++)
        sum  += *p;
```

```
for (i = 0;  i < 100; i++)
        sum  += *(a + i);
```

```
p =a;
for (i = 0;  i < 100; i++)
        sum  += p[i];
```

```
for (i = 0;  i < 100; i++)
        sum  += ar[i];
```

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
  int *ptr;
  int arrayInts[10] =
           {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
  ptr = arrayInts;
           /* ptr= &arrayInts[0]; */
  printf(”Il puntatore sta puntando
           al primo");
  printf(" elemento dell’array, che
           e’ %d.\n", *ptr);
  printf(”Incrementiamolo …\n");
  ptr++;
  printf(”Ora dovrebbe puntare
      all’elemento successivo,");
  printf(”che e’ %d.\n", *ptr);
```

punt_array.c

```
  printf("Ora supponiamo di
    puntare al terzo e quarto:
           %d%d.\n",
           *(ptr+1),*(ptr+2));
  ptr+=2;
  printf(″Ora saltiamo i
           prossimi 4 e puntare
           all′ottavo: %d.\n",
            *(ptr+=4));
  ptr--;
  printf(″Ho mancato il numero
           %d?!\n", *(ptr++));
  printf(″Prima dell′ottavo
             e poi ..... %d.\n",
           *ptr);
 return 0;
}
```

Output:

Il puntatore sta puntando al primo elemento dell'array, che e' **1**.

Incrementiamolo …

Ora dovrebbe puntare

all'elemento successivo, che e' **2**.

Ora supponiamo di puntare al terzo e quarto: **3 4**.

Ora saltiamo i prossimi 4 e puntare all'ottavo: **8**.

Ho mancato il numero **7**?!

Prima dell'ottavo e poi ..... **8**.

Passare i vettori alle funzioni

- Piuttosto che passare valori singoli ad una funzione, può essere comodo memorizzarli in un vettore e poi passarli alla funzione stessa

- Il vettore può essere usato come parametro d’ingresso per le funzioni

- Nella chiamata si usa il nome dell’array
  - chiamo_funzione(<nome_array>);

- Nella definizione e nel prototipo vanno specificati il tipo, il nome e le parentesi quadre

  <tipo> chiamo_funzione

  (< tipo> <nome_array>[ ])

  - NON IL NUMERO DI ELEMENTI

- **dichiarazione array:**

  int temp_oraria [24];
- **prototipo/definizione:**

  int cambia_array(int [ ]);

  int cambia_array(int b[ ]) { … }
- **chiamata:**

  int ris = cambia_array (temp_oraria);

Il numero di elementi dell’array non è noto alle funzioni chiamate:

- **o usiamo un identificatore di costante**
- **o passiamo la dimensione**

- **dichiarazione array:**

  int temp_oraria [24];
- **prototipo/definizione:**

  int cambia_array(int [ ], int);

  int cambia_array(int b[ ], int n) {…}
- **chiamata:**

  cambia_array (temp_oraria, 24);

- **La lista dei parametri di una funzione deve specificare in modo esplicito che l'argomento è un array**

intestazione : cambia_array(int b[ ], int size)

- **La funzione cambia_array ha come argomenti un vettore di interi b e una variabile intera size**
  - **Non si mettono le dimensioni del vettore all'interno delle parentesi quadrate nell'intestazione (tanto verrebbero ignorate)**
  - **Le parentesi sono obbligatorie**
- **Quando la funzione sarà chiamata lavorerà direttamente sul vettore corrispondente nella funzione chiamante**

prototipo: cambia_array (int [], int)
chiamata: cambia_array(b, 24)

```
#include <stdio.h>
int addNumbers(int []);
int main(void) {
  int array[5];
  int i;
  printf("Enter 5 integers
  separated by spaces: ");
  for(i=0 ; i<5 ; i++)
    scanf("%d", &array[i]);
  printf("\nTheir sum is: %d\n",
          addNumbers(array));
  return 0;
}
int addNumbers(int fiveNumbers[])
  {
  int sum = 0;
  int i;
  for(i=0 ; i<5 ; i++)
    sum+=fiveNumbers[i];
  return sum;
}
```

somma_array.c

```
int addNumbers(int fiveNumbers[]);
int main(void) {
  …. .
              addNumbers(array));
…. .
}
int addNumbers(int
  fiveNumbers[]) { ..}
```

- La dimensione dell’array è lasciata in bianco sia nel prototipo che nella definzione

Passare i vettori alle funzioni

- **Un vettore viene passato ad una funzione attraverso il suo nome (senza parentesi quadrate)**
  - **Il nome è un puntatore**
  - **Quindi viene passato un indirizzo!**

- **Stiamo implementando una chiamata per riferimento in cui le modifiche sui parametri formali si ripercuotono sui parametri attuali perché lavoriamo sulle stesse locazioni di memoria**
  - **In questo modo si evita di fare una copia dell'array (costoso in termini di spazio e tempo) (cosa che accadrebbe con la chiamata per valore)**
- **Attenzione: La funzione chiamata può modificare i valori degli elementi**

- **I vettori sono passati tramite una chiamata per riferimento simulata, ma i singoli elementi sono passati per valore**
  - Per passare un singolo elemento si usa **il suo nome con l'indice relativo**

```
dichiarazione:    int temp_oraria [24];
chiamata: cambia_valore (temp_oraria[3]);
```

- **I valori in questo caso non sono modificati perché passati per valore**
  - **Per cambiarli devono essere passati per indirizzo**

```
cambia_valore (&temp_oraria[3]);
```

Esercizio :: DNA

- L'informazione genetica del DNA, é codificata nella sequenza di basi (adenina, guanina, citosina e timina) che lo formano.
- Per convenzione, sequenze di DNA sono rappresentate come liste di lettere 'A','G','C', 'T'.
- Vogliamo analizza sequenze di questo tipo, di lunghezza fissata DIM, che rappresentiamo come array di caratteri 'A','G','C', 'T'

Inizializzare l'array nel main

A[]={'A' ,'G', 'T', 'A', 'C', 'A', 'T', 'G', 'T', 'A'}

int DIM = ***10***

DNA

1. Scrivere un programma che stampa quante volte ciascun carattere è presente
2. Scrivere un programma che, dato un array di caratteri ‘A’,’G’,’C’, ‘T’, elimina dall’array *la prima occorrenza di ‘A’, e stampa l’array* risultante.
3. Scrivere un programma che, dato un array di caratteri ‘A’,’G’,’C’, ‘T’, elimina dall’array *tutte le occorrenze di ‘A’, e stampa l’array* risultante.
4. Trasformare i programmi in funzioni

DNA

- **Da pensare**: cosa significa eliminare dall'array?
- **Attenzione**: non vogliamo lasciare "vuoti"...
- **Sugg**: la dimensione dell'array é fissa, ma possiamo tener conto, in una variabile dedicata, del numero di elementi significativi (la lunghezza che ci interessa), oppure del livello di riempimento (ultimo indice significativo).

- **Algoritmo semplice:**

1. *creo un secondo array di appoggio, B*
2. *scorro il primo e copio nel secondo solo gli elementi che mi interessano*
   - *Attenzione: avrò bisogno di un* ***indice_array1*** *e* ***indice_array2***
     - ***indice_array1 :: scorre A***
     - ***indice_array2 :: scorre B***
3. *Stampo l'array ottenuto*

DNA

- Algoritmo in versione **tosta**:

1. Fino a che non è finito A (ciclo su indice **i**)
2. A[**i**] va eliminato? (if)
   1. **SI**
      a. **sposta** tutto il resto dell'array **A** (da **i+1** fino a **DIM-1**) copiandolo nelle posizioni da **i** a **DIM-2**
      b. **DIM--;**
   2. **NO**
      1. non fare nulla (**if** senza **else**)

3. **sposta** ::
   1. for (k=i; k<DIM-1; k++)
      A[K] = A[K+1]

Chiamata per indirizzo

- È possibile simulare la chiamata per indirizzo in cui i valori dei parametri attuali seguano le (eventuali) modifiche dei parametri formali
  - L'indirizzo dei parametri formali e quello dei parametri attuali è lo stesso

  - per effettuare una chiamata per indirizzo in una funzione si usano
    - i puntatori
    - l'operatore di indirezione (*)

Chiamata per indirizzo: funz. chiamante

- Quando la funzione viene chiamata, devono essere passati come parametri gli indirizzi delle variabili
  - il passaggio degli indirizzi potrà essere ottenuto applicando l'operatore di indirizzo & alla variabile che deve essere modificata
  - sono passate le "celle" fisiche dove i valori sono memorizzati

&a a= 2

&b b = 3

```
int a; int b;
a = 2; b = 3;
ordina (&a, &b)
```

Chiamata per indirizzo

- Nella definizione della funzione chiamata deve essere usato l'operatore di deferimento per le variabili passate per indirizzo
  - Operatore di deferimento nel corpo della funzione

Pa

Pb

*Pa = 6

*Pb = 7

```
void ordina
 (int *Pa, int *Pb)
   {
     …… .
      *Pa = 6 ;
      *Pb= 7;  …. .  }
```

```
int a; int b;
a = 2; b = 3;
ordina (&a, &b)
```

&a 6

&b 7

```
void ordina(int *Pa, inf *Pb)
  { ......
    *Pa=6;
    *Pb=7;
 ......}
```

```c
#include <stdio.h>
void ordina (int *, int *);

int main (void)
{ int a, b;
  printf("Introduci due interi da
          ordinare \n");
  scanf("%d  %d", &a, &b);
  ordina (&a, &b);
  printf("Numeri ordinati %d
  %d\n", a, b);
  return 0;    }

void ordina (int *p, int *q)
{ int aux;
  if (*p > *q)
     {     aux = *p;
           *p = *q;
           *q = aux;   } }
```

ordina_ind.c