INFORMATICA GENERALE II

Ingegneria delle Telecomunicazioni
Università di Trento
A.A. 2003/2004
II Bimestre

Marco Roveri

roveri@irst.itc.it

Array e Puntatori

Array statici

- Gli array la cui dimensione viene definita all'interno del programma come una costante vengono detti *array statici*.
- Molte volte non è possibile determinare a priori la dimensione di array, in quanto non si sa quanti elementi è necessario gestire.
- In C++ è possibile dichiarare degli array la cui dimensione viene determinata solo all'atto dell'esecuzione del programma. Questo genere di array vengono detti *array dinamici*.

Array Statici

- Gli array statici sono quelli la cui *dimensione* (numero di elementi) viene specificata nel codice, e una volta compilati, la loro dimensione non cambia.
- Si dichiarano in due modi:
  - Specificando la dimensione:

    ```
    int a[10]; // array di 10 elementi
    ```

  - Specificando gli elementi iniziali costanti:

    ```
    double b[] = {0.4, 2.20, -4.0, 1.11};
    // array di 4 elementi primo elemento 0.4 …
    ```

Array Statici

- Un array può essere pensato come un insieme di variabili dello stesso tipo.
- Ogni variabile di un vettore è identificata univocamente dal *nome* dell'array e da un *numero intero positivo.*
- Esempio:

```
int a[10];
```

  – Crea un insieme di variabili a[0], a[1], …, a[9]

Array Statici

- Ognuna delle variabili di un array è caratterizzata da un indirizzo, un numero di byte occupati e un tipo.
  - il tipo è lo stesso per tutte le variabili di uno stesso vettore, e quindi anche lo spazio occupato da ognuna di esse.
  - L'indirizzo associato è invece differente.

Array statici

- Esempio:

```
int main () {
  int a[10];
  for(int i = 0; i < 9; i++)
     cout << "Ind. a[" << i << "] = " << &(a[i]);
     cout << " occupa " << sizeof(a[i]) << " byte\n";
 }
```

Array statici

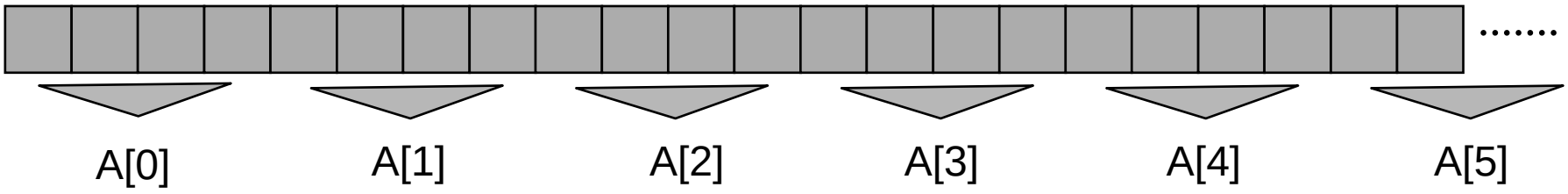
- Il seguente frammento contiene un errore tipico:

```
int A[10];
for (int j = 0; j <= 10; j++)
    A[i] = 10;
```

- Se eseguito può generare un core-dump: infatti A[10] non esiste.

Array Statici

- Se eseguiamo programma precedente risulta evidente che le aree di memoria delle variabili sono consecutive.



- Indirizzo, numero di byte occupati, numero di elementi di un array statico si possono trovare usando le solite primitive & e sizeof.

Array Statici

- Esempio (da aggiungere all'esempio precedente):

```
cout << "Ind. a = " << &a;
cout << " dimensione di a = " << sizeof(a);
cout  << " numero elementi = " << sizeof(a)/sizeof(int);
cout  << endl;
```

- Notare che &a e &(a[0]) coincidono.

Array Allocati Dinamicamente

- Quando non si conosce a priori la dimensione massima dell'array si ricorre ad una dichiarazione dinamica.
- Esistono due modi per dichiarare un array dinamico:
  - int x = 10; int A[x];
  - int x = 10; int *A; A = new int[x];

Array Allocati Dinamicamente

```
int main () {
    int dim;
    // int * A;                    // modo 2
    cout << “Inserire dimensione: “ ; cin >> dim;
    int A[dim];                    // modo 1
    // A = new int [dim];   // modo 2
    cout << "Ind. A = " << &A;
    cout << " dimensione di a = " << sizeof(A);
    cout << " numero elementi = " << sizeof(A)/sizeof(int) << endl;
    for(int i = 0; i < 9; i++)
       cout << “Ind. A[“ << i << “] = “ << &(A[i]);
       cout << “ occupa “ << sizeof(A[i]) << “ byte\n”;
   }
```

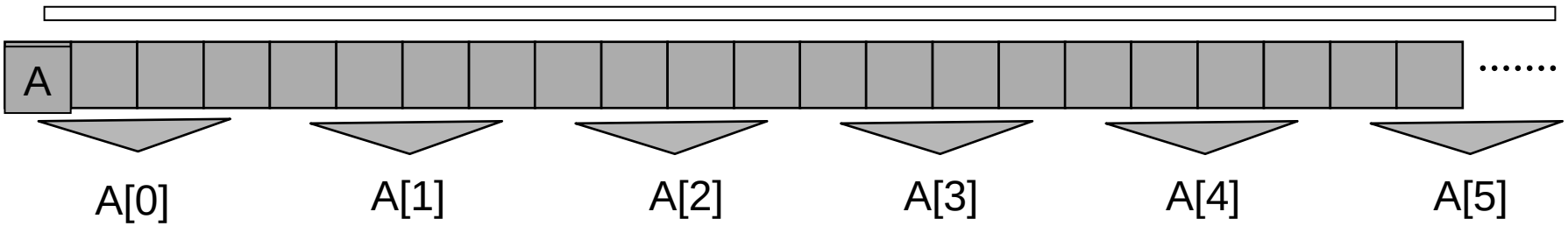
Array Allocati Dinamicamente

- L'ouptut prodotto dal programma precedente è differente a seconda che si usi il "modo 1" o il "modo 2".
  - In "modo 2":
    - L'indirizzo dell'array a non coincide con l'indirizzo di A[0].
    - Il numero di byte occupati dall'array A non coincide con il numero di byte occupati da ogni elemento moltiplicato per il numero di elementi.
    - Si può verificare che il numero di byte occupati da A non cambia al variare del numero di elementi.

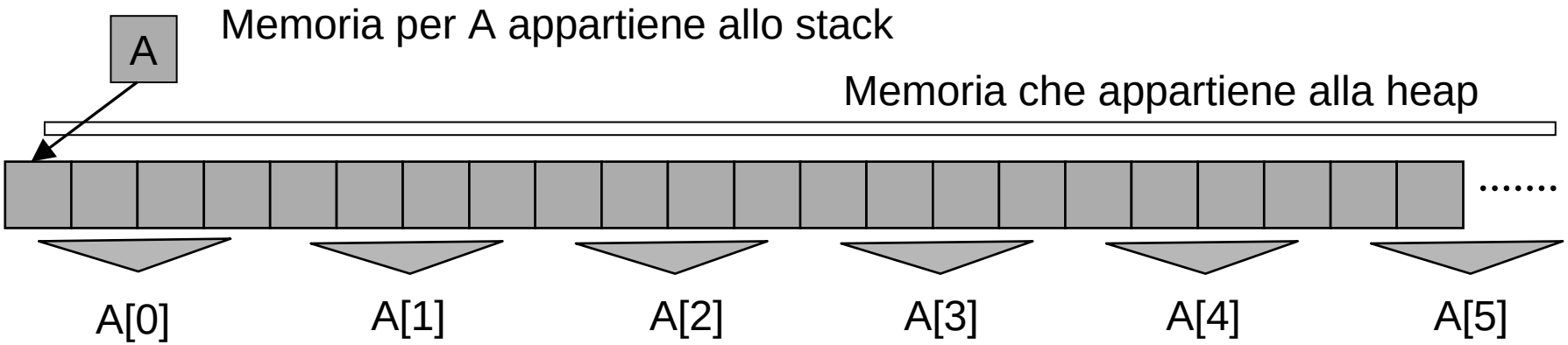
Array Allocati Dinamicamente

Statico (modo 1)

Tutta la memoria appartiene allo stack



Dinamico (modo 2)



Array Allocati Dinamicamente

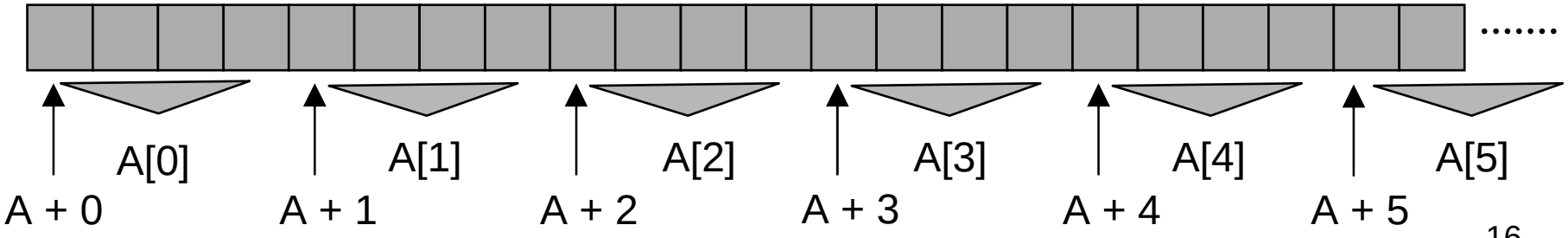
- Nell'esempio abbiamo visto che anche usando il "modo 2" possiamo accedere agli elementi dell'array con A[0], A[1], …
- In particolare valgono le seguenti regole:
  - se A è un puntatore a intero, allora A[0] è equivalente a *A. Questo significa che A[0] è come se fosse una variabile la cui zona di memoria associata è costituita dai byte a partire dall'indirizzo in A.
  - per A[1] vale una regola analoga. Dal punto di vista della programmazione ad alto livello, è equivalente a una variabile; la sua zona di memoria associata è quella subito sopra a A[0]. Similmente per A[2], A[3], …

Aritmetica dei Puntatori

- In C++, è possibile effettuare delle semplici operazioni arimetiche sui puntatori, e fra puntatori e interi.
- Il caso più semplice è quello in cui si somma un intero a un puntatore: e.g. A + 3
  - Il risultato non è però quello che ci si potrebbe aspettare a prima vista.
  - Il risultato ***non*** coincide con il valore di A a cui sommo 3. L'indirizzo che si otterrebbe sarebbe poco significativo. Sarebbe l'indirizzo del terzo byte del primo intero della zona puntata da A (assumendo che A sia un array di interi).
  - Il risultato coincide con l'indirizzo del terzo elemento della sequenza puntata da A. Il suo valore numerico si ottiene sommando ad a il numero di byte occupati dall'intero, moltiplicato per 3.

Aritmetica dei Puntatori

- Regola generale:
  - un puntatore a un tipo è l'indirizzo iniziale di una zona di memoria in cui sono memorizzati uno o più valori di quel tipo.
  - A+i è l'indirizzo iniziale dell'i-esimo valore della sequenza puntata da A.
  - &A[i] e A + i sono equivalenti.



Aritmetica dei Puntatori

- Le espressioni &p[i] e p+i sono dunque equivalenti come lo sono anche le espressioni p[i] e *(p+i).
- Dati due puntatori dello stesso tipo p1 e p2 che puntano entrambi ad elementi di uno stesso array, |p2-p1| denota il numero di elementi compresi tra p1 e p2.

Aritmetica dei Puntatori

- Esempio:

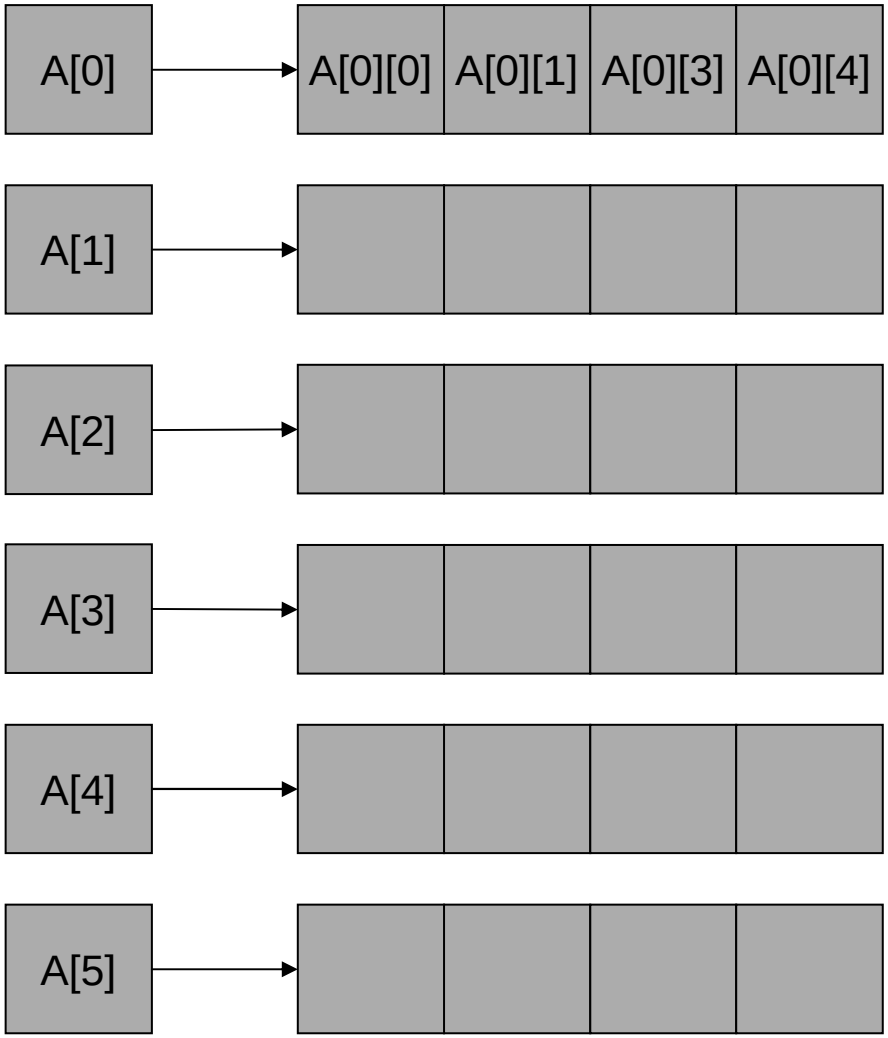
```
int main () {
  int x[10]; int *p;
  for(int i = 0; i < 10; i++) x[i] = 0;
  p = x;              // indirizo  primo elem.
  *(p + 3) = 4;   // equivale a x[3]=4
  p = &x[5];
  p += 4;           // avanza di 4
 *p = 7;            // equivale a x[9]=7
  for(int i = 0; i < 10; i++)
     cout << "x[" << i << "] = " << x[i] << endl;
}
```

Array multidimensionali

- È possibile dichiarare array i cui elementi sono a loro volta degli array, generando degli array multidimensionali (matrici).
- Sintassi:

  tipo id[dim1][dim2]…[dimn];
  tipo id[dim1][dim2]…[dimn]={lista_valori};
  tipo id[][dim2]…[dimn]={lista_valori};
- Quindi in C++ un array multidimensionale dim1 x dim2 x … x dimn può essere pensato come un array di dim1 array multidimensionali dim2 x … x dimn.

Array multidimensionali



Funzioni con parametri di tipo array

- Una funzione può avere un argomento formale del tipo “array di T” che corrisponde ad un puntatore ad oggetti di tipo T
- Il corrispondente parametro attuale è costituito dal nome di un array di oggetti di tipo T che equivale all’indirizzo del suo primo elemento
- Quando viene passato un array ad una funzione, non vengono copiati i suoi elementi nel corrispondente parametro attuale ma viene ricopiato solo l’indirizzo del primo elemento

Funzioni con parametri di tipo array

- Esempio:

```
// funzione che somma i primi n elementi di un array.
int somma(int v[], int n) {
   int i, s=0;
   for (i=0; i<n; i++) s += v[i];
   return s;
 }
```

- Nella dichiarazione di un parametro formale di tipo array (monodimensionale) si può omettere la specifica della dimensione per poter operare su array di dimensioni diverse.

Esempio di passaggio di array

```
int main() {
  int a[100], n;
  cout<<"Quanti numeri (max 100)?";
  cin >> n; if ((n>100)|| (n ≤ 0)) return;
  for (int i=0; i<n; i++) {
    cout << endl << i+1 << ": ";
    cin >> a[i];
  };
  cout << "La media vale "
       << somma(a,n)/n << endl;
}
```

Passaggio array multimemsionali

- Dato che nelle chiamate di funzioni viene passato solo l'indirizzo alla prima locazione dell'array, un parametro array può essere specificato usando indifferentemente la notazione degli array o dei puntatori
- Le seguenti scritture sono equivalenti:
  int f(int arr[dim1][dim2]…[dimN]);
  int f(int arr[][dim2]…[dimN]);
  int f(const int *arr[dim2]…[dimN]);

Funzione che restituisce un array

- Una funzione non può restituire direttamente un array ma può restituire un puntatore al primo elemento dell'array
- Un errore tipico che si commette in tale situazione è la restituzione di un puntatore ad una variabile locale che viene rimossa dalla memoria al terminare della funzione:

```
int *times(int a[10], int k) {
  int b[10];
  for (int i=0; i<10; i++)
     b[i]=a[i]*k;
  return b; // errore b è locale!
}
```

Funzione che restituisce un array

```
// eleva al quadrato e somma indice
int * compute(int i[], int n) {
  int * r = new int [n];
  for(int j = 0; j < n; j++)
     r[j] = i[j] * i[j] + j;
  return r;
}
```

// La routine chiamante diventa responsabile
// della deallocazione dell'area di memoria occupata
// da r.

Esercizi

- Come mai nel programma “compute” precedente possiamo restituire “r”?
- Riscrivere la funzione “somma” usando solo l’aritmetica dei puntatori.
- Scrivere una funzione che memorizza in un array il risultato del fattoriale dei primi N numeri, e lo ritorni: A[i] = i!
- Scrivere un programma che stampa indirizzi di un array X (i.e. &X, &(X[0]), &(X[1]), …), chiami una funzione print(X, N) che a sua volta stampa le stesse informazioni e discuterne gli output prodotti.