I Puntatori

Prof. Salvatore Venticinque
Prof. Pietro Ferrara

Puntatori

- L’operatore di indirizzo &
- Indirizzi, puntatori
- Aritmetica dei puntatori
- L’operatore di dereferenziazione *

Operatore di indirizzo &

L'**operatore unario** di **indirizzo** **&** restituisce l'indirizzo della locazione di memoria dell'**operando**

Es.:

&a ammesso

&(a+1) non ammesso

&a = b non ammesso

L'indirizzo di memoria di una variabile non può essere modificato in un'istruzione, ma solo usato come riferimento in quanto è predeterminato e non modificabile.

Il puntatore come tipo

Il puntatore è un tipo di variabile il cui valore è un indirizzo

Es:

int* pointer;

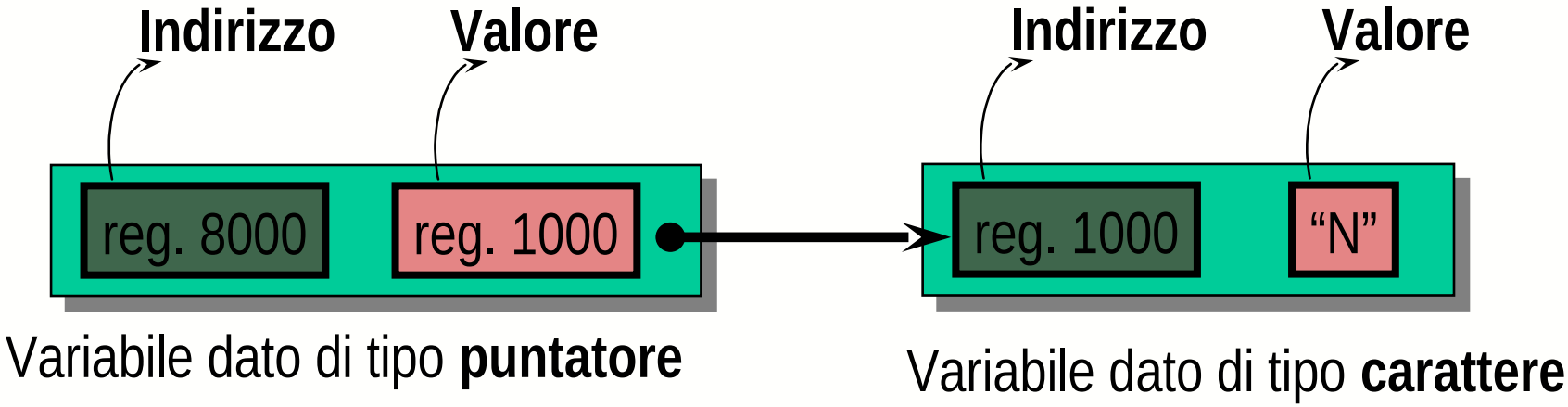
dichiara la variabile **pointer**, **puntatore** *ad una qualunque variabile di tipo* **int**

Un dato **puntatore** può puntare solo a un determinato **tipo** di variabili, quello specificato nella dichiarazione

Esistono puntatori per ogni tipo di variabile puntata

Puntatori

Una variabile di **tipo puntatore** é designata a contenere l'indirizzo di memoria di un'altra variabile (detta **variabile puntata**), la quale a sua volta può essere di qualunque **tipo**, anche non **nativo** (persino un altro **puntatore**!).



Assegnazione di valore a un puntatore

NON si possono assegnare **valori** a un **puntatore**, salvo che in questi tre casi:

1. a un **puntatore** é assegnato il valore **NULL** (non punta a “niente”)
2. a un **puntatore** è assegnato l’**indirizzo** di una variabile esistente, restituito dall’operatore **&**

(Es. **int a;** **int*** **p**; **p=&a;**)

Che cosa è :

Es.: **double** pointer;**

Come lo inizializziamo?

Deferenziazione

L'**operatore unario** di **dereferenziazione** * di un **puntatore** restituisce il valore della variabile puntata dall'**operando**:

- utilizzato a destra dell'assegnazione, esegue un'operazione di **estrazione**

Es.: **a = *p;** assegna ad **a** il valore della variabile puntata da **p**

- utilizzato a sinistra dell'assegnazione, esegue un'operazione di **inserimento**

Es.: ***p = a;** assegna il valore di **a** alla variabile puntata da **p**

Deferenziazione

l'operazione di **deref.** é inversa a quella di **indirizzo**.

Se assegniamo a un **puntatore p** l'**indirizzo** di una variabile **a**,

p = &a;

allora

***p == a**

cioè la **deref.** di **p** coincide con **a**

L’operatore di dereferenziazione *

ATTENZIONE: non é detto il contrario !!!

se si assegna alla **deref.** di **p** il valore di **a**,

***p = a ;**

ciò non comporta automaticamente che in **p** si ritrovi l’**indirizzo** di **a**, ma semplicemente che il valore della variabile puntata da **p** coinciderà con **a**

Esempi

- int a=4
- int *p=null;
- printf(“%d\n”, a);
- printf(“%x\n”,p);
- p=&a;
- printf(“%x\n”,p);
- printf(“%x\n”,&a);
- printf(“%x\n”,&p)
- printf(“%d\n”,*p);

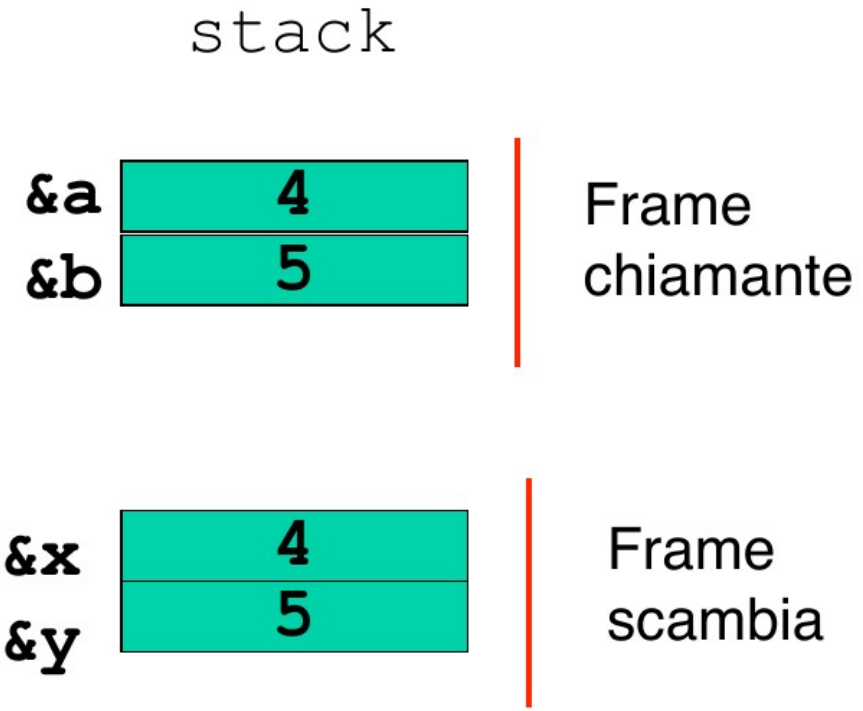
Passaggio parametri per indirizzo

Esempio sbagliato per lo scambio dei parametri:

```
void scambia (int x, int y){
    int tmp;
    tmp = x;
    x = y;
   y = tmp;
}
```

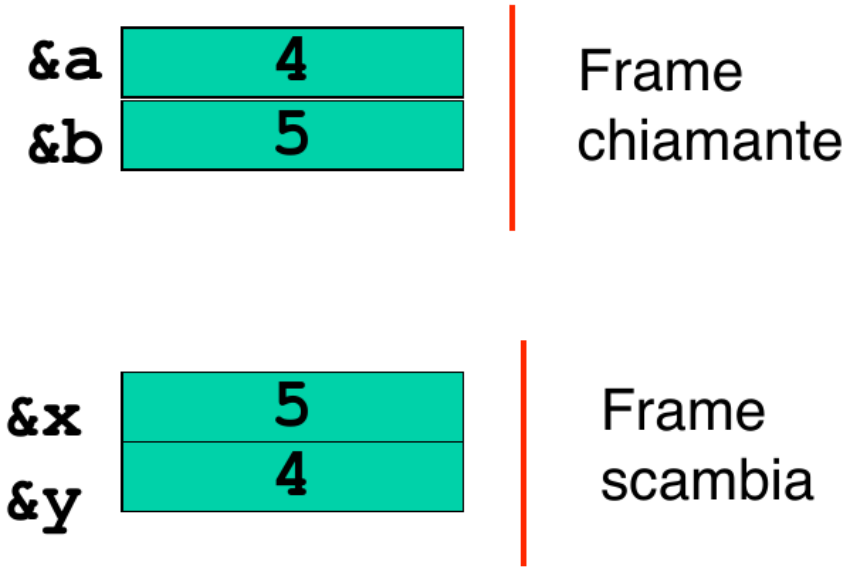
Passaggio valori

```
int a = 4, b = 5;
scambia(a,b);
```



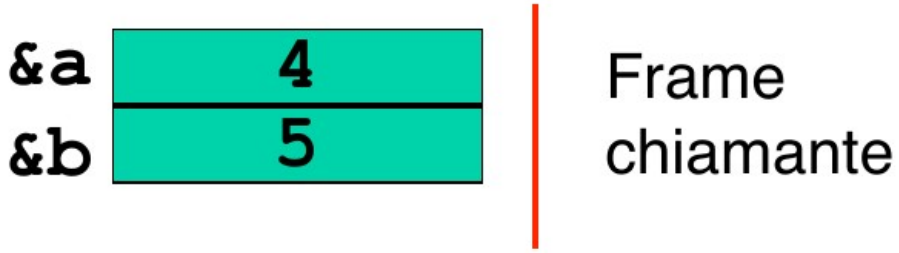
Scambio valori nella funzione

```
int a = 4, b = 5;
scambia(a,b);
```



Effetto della chiamata

```
int a = 4, b = 5;
scambia(a,b);
printf("%d,%d",a,b);
```



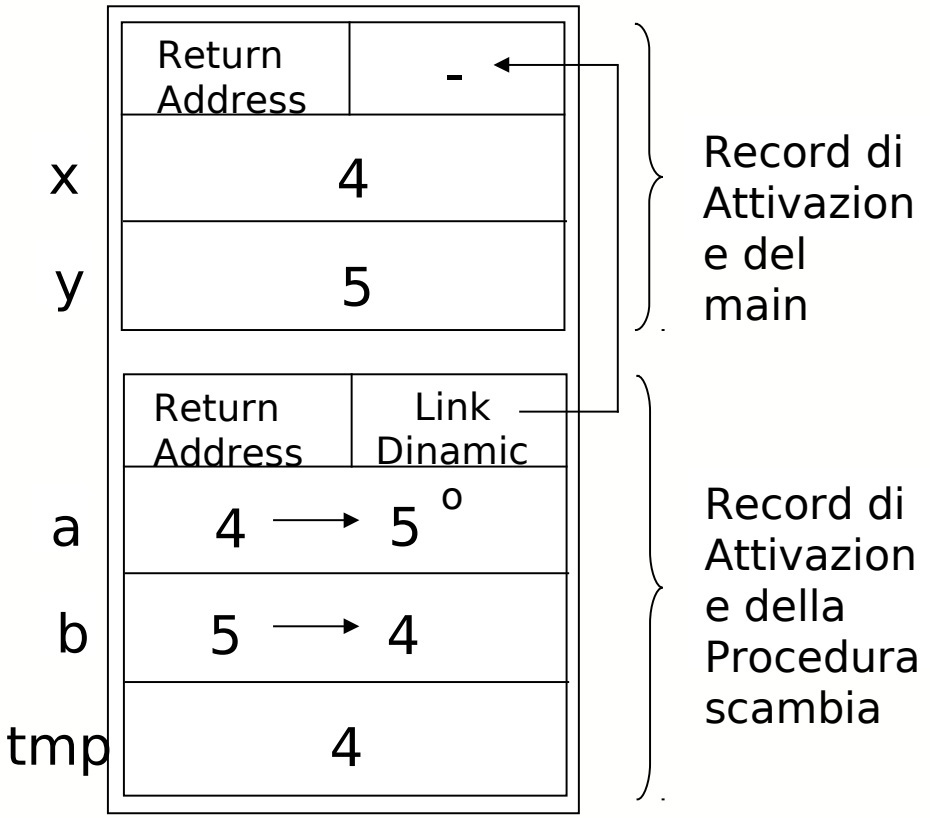
Ricapitolando

```
#include <stdio.h>

void scambia ( int , int );

main(){
   int x=4, y=5;

  scambia(x,y);
  printf("%d %d \n", x, y);
}
void scambia ( int a, int b){
   int tmp=a;
   a=b;
   b=tmp;
}
```



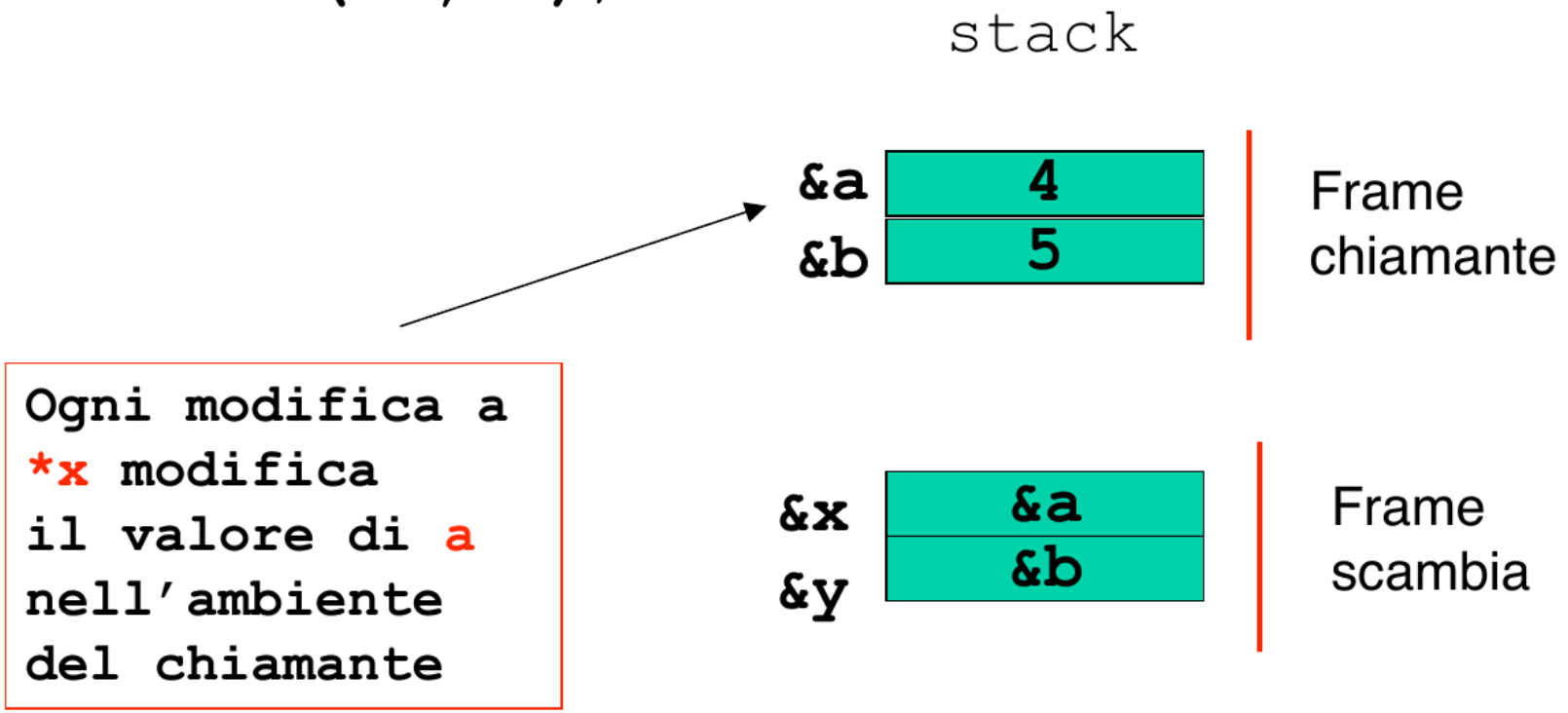
Versione corretta dello scambio

```
void scambia (int *x, int *y){
      int tmp;
      tmp = *x;
      *x = *y;
      *y = tmp;
}
```

– con chiamata scambia(&a,&b)

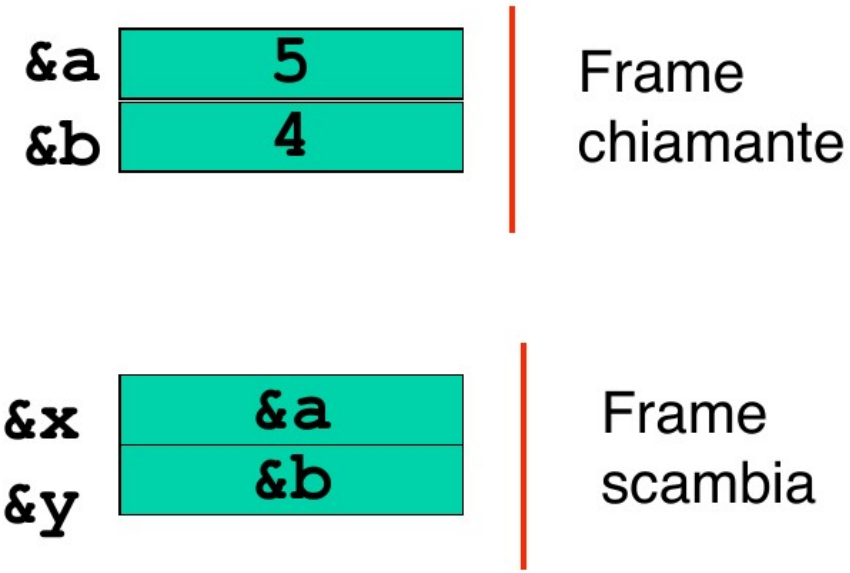
Passaggio valori

```
int a = 4, b = 5;
scambia(&a,&b);
```



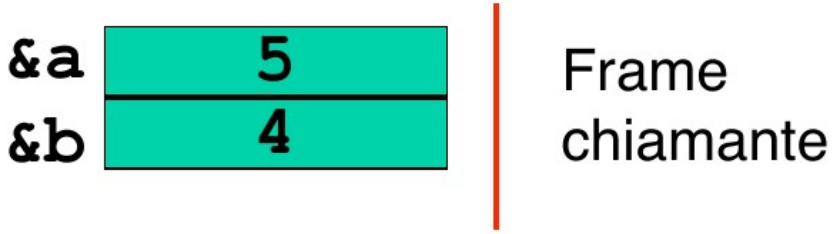
Scambio nella funzione

```
int a = 4, b = 5;
scambia(&a,&b);
```



Effetto dello scambio

```
int a = 4, b = 5;
scambia(&a,&b);
printf("%d,%d",a,b);
```



Ricapitolando

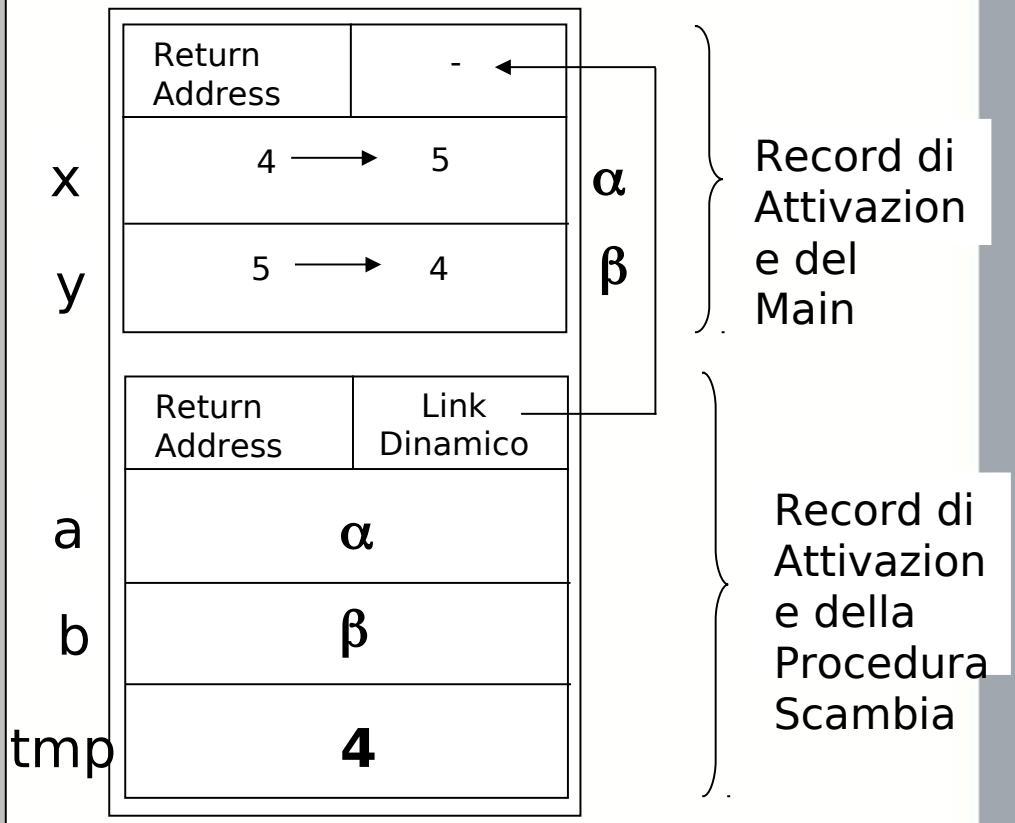
```
#include <stdio.h>

void scambia ( int *, int *);

main(){
  int x=4,y=5;

  scambia(&x,&y);
  printf("%d %d \n",x,y);
}

void scambia ( int *a, int *b) {
   int tmp=*a;
   *a=*b;
   *b=tmp;
}
```



Massimo e minimo vettore

```
void maxmin(int v[],int n, int * max,int* min)
{
   *max = v[0];
   *min = v[0];
   for(int i=1;i<n;i++)
   {
      if(*max<v[i]) *max=v[i];
      if(*min>v[i]) *min=v[i];
    }
}

int main()
{
   int v[] = {1,4,2,5,3,7,9,0};
   int n = 8; int a,b;
   maxmin(v,n,&a,&b);
   printf("max: %d, min: %d\n",a,b)
}
```

Operazioni sui puntatori

Assegnazione di valore (indirizzo) ad un puntatore

int* pi = &i p = q

Riferimento all'oggetto puntato *pi=3

Confronto tra puntatori (==, !=)

Operazioni sui puntatori

E’ possibile specificare che un dato puntatore non deve essere usato per modificare l’oggetto puntato attraverso la parola chiave `const`:

```
int i;
const int* p=&i;
```

Le istruzioni in cui si usa *p* per aggiornare *i* vengono segnalate come erronee

Operazioni sui puntatori

E' possibile specificare con la parola chiave `const` che un puntatore non deve essere modificato:

```
int i;
int* const p=&i;
```

Le istruzioni in cui si vuole modificare il *valore di p* vengono segnalate come erronee

Aritmetica dei puntatori

Il **valore** assunto da un **puntatore**

- **Può essere visto come** un numero **intero** che rappresenta, un **indirizzo** di memoria
- le operazioni di **somma** fra un **puntatore** e un **valore intero** (con risultato **puntatore**), oppure di **sottrazione** fra due **puntatori** (con risultato **intero**) *vengono eseguite tenendo conto del **tipo** della variabile puntata*

Es.: se si incrementa un **puntatore-**a-**float** di 3 unità, il suo valore viene incrementato di 12 byte.

Aritmetica dei puntatori

Se l'espressione *p* rappresenta l'indirizzo di un oggetto di tipo T, allora l'espressione *p+1* rappresenta l'indirizzo di un oggetto di tipo T allocato *consecutivamente* in memoria.

In generale: se *i* è un intero, se p rappresenta l'indirizzo `addr` di *T* che occupa *n* locazioni di memoria, allora l'espressione `p+i` ha valore `addr+ n`$\times$`i`

Aritmetica dei puntatori

Le regole dell'**aritmetica** dei **puntatori** assicurano che il risultato sia sempre corretto, qualsiasi sia la lunghezza in byte della variabile puntata.

Es.: se **p** punta a un **elemento** di un **array**, **p++** punterà all'elemento successivo, qualunque sia il **tipo** (anche non **nativo**) dell'array

Attenzione!

la dichiarazione di un **puntatore** comporta allocazione di memoria per la **variabile puntatore**, ma non per la **variabile puntata**.

Es.: **int* lista;**

alloca memoria per **lista** ma non per la variabile puntata da **lista**

Array e puntatori

Il ***nome di un array*** è in realtà un **puntatore costante** all'indirizzo di partenza dell'array stesso, per cui **non può essere modificato** nelle operazioni di aritmetica dei puntatori.

I puntatori possono essere utilizzati in tutte le operazioni di indicizzazione di un array

Array e puntatori

La dichiarazione di un **array:**

- allocazione di memoria di una **variabile puntatore** (il **nome** dell'**array**),
- Allocazione dell'**area puntata**, di lunghezza predefinita

*il **puntatore** é dichiarato **const*** e inizializzato con l'**indirizzo** dell'**area puntata** (cioè del primo elemento dell'**array**)

Es.: **int lista[5];**

- alloca memoria per il **puntatore costante lista**;
- alloca memoria per **5** valori di tipo **int**;
- inizializza **lista** con **&lista[0]**

Array e puntatori (1)

Il **nome** di un **array è il puntatore** al primo **elemento** dell'array

Ogni altro elemento é accessibile:

- tramite la **deref.** del **puntatore-array** incrementato di una quantità pari all'**indice/offset** dell'**elemento**
- tramite le parentesi quadre

A[i] e ***(A+i)**

conducono ad identico risultato.

Array e puntatori (2)

Se A[N] è un array di indirizzo ind,

A[i] il suo elemento i-esimo (i intero),

l’indirizzo di A[i] sarà dato dall’espressione *(ind+i)

Array di puntatori

I puntatori, come qualsiasi altra variabile, possono essere raggruppati in array e dichiarati come:

Es.: **int* A[10] ;**

dichiara un array di 10 puntatori a int

Come il nome di un array equivale a un puntatore, così un array di puntatori equivale a un puntatore a puntatore (con in più l'allocazione della memoria puntata, come nel caso di array generico)

Array di Stringhe

Il caso più frequente di array di puntatori é quello dell'array di stringhe, che consente anche l'inizializzazione (atipicamente) delle stringhe che costituiscono l'array

Es.: **char* colori[3] = {''Blu'', ''Rosso'', ''Verde''} ;**

- Le stringhe possono essere di differente lunghezza;
- in memoria sono allocate consecutivamente;
- sono riservati tanti bytes quant'è la rispettiva lunghezza (terminatore compreso).

Array di puntatori

`suit [4]` indica un array di 4 elementi

```
char* suit[4] = {“Heart”,
  “Diamond”, “Clubs”,
  “Spades”}
```

- Ogni elemento dell’array è un puntatore ad un **`char`**, l’array contiene in realtà soltanto i puntatori al primo carattere di ogni stringa.