

Il linguaggio C

Puntatori e dintorni

Puntatori : idea di base

- In C è possibile *conoscere e denotare* l'indirizzo della cella di memoria in cui è memorizzata una variabile (il *puntatore*)

- es :

```
int a = 50; /* una var intera */
```

```
int * b; /* una var puntatore a interi  
*/
```

```
...
```

```
b = &a;
```

```
/* assegna a b l'indirizzo della cella in  
cui è memorizzata a */
```

Puntatori : idea di base (2)

- In C è possibile *conoscere e denotare* l'indirizzo della cella di memoria in cui è memorizzata una variabile (il *puntatore*)

- es :

```
int a = 50;
```

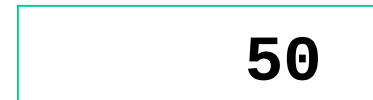
```
int *b;
```

```
...
```

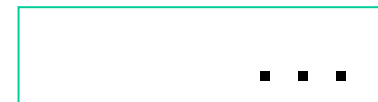
```
b = &a;
```

a è memorizzata nella cella 350

350



450



Puntatori : idea di base (3)

- **nometype ***

- è il tipo degli indirizzi delle variabili di tipo nometype

- es :

```
int a = 50;
```

```
int * b;
```

```
...
```

```
b = &a;
```

350 50

450 ...

b è memorizzata nella cella 450 (&b)

tipo dei puntatori a intero

Puntatori : idea di base (4)

- Operatore &

- denota l'indirizzo della cella di memoria in cui è memorizzata una variabile (il *puntatore*)

- es :

```
int a = 50;
```

```
int *b;
```

```
...
```

```
b = &a;
```

350 50

450 350

→ Dopo questo assegnamento in *b* è memorizzato l'indirizzo di *a*

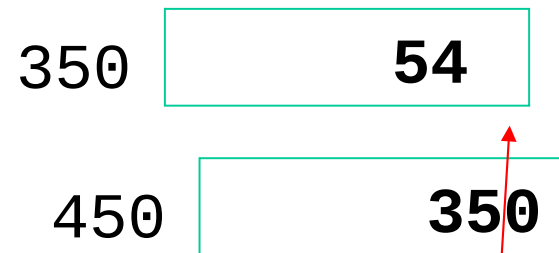
Puntatori : idea di base (5)

- Operatore di *dereferenziazione* ‘ * ’

- è possibile *conoscere e/o modificare* il contenuto di una variabile manipolando direttamente il suo puntatore

- es :

```
int a = 50;  
int *b = &a;
```



***b** = *b + 4;

Dopo questo assegnamento in *a* è memorizzato il valore 50 + 4

Denota la variabile a indirizzo *b*

Puntatori : idea di base (6)

- **NULL**

- costante predefinita (in **stdio.h**) che denota il puntatore nullo

- È possibile definire puntatori per tutti i tipi base e le strutture con (*)

- **double *a, *b; /* ripetere '*' */**

- **int *a, b, c[4], **d;**

- **struct studente * t1;**

- Segnaposto (%p)

- stampa il valore dell'indirizzo in notazione esadecimale

Aritmetica dei puntatori

- È possibile scrivere espressioni puntatore usando alcuni degli usuali operatori aritmetici (+, -, --, ++)

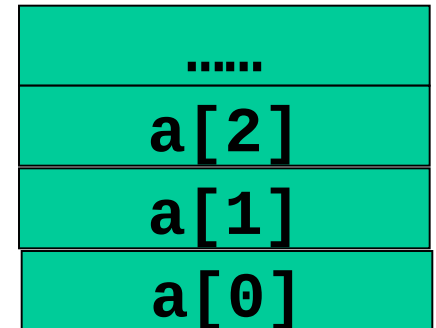
```
- int a[3], *p=&a[0];
```

IN+12

IN+8

IN+4

IN



p contiene l'indirizzo IN (es. IN=200)

Aritmetica dei puntatori (2)

- È possibile scrivere espressioni puntatore usando alcuni degli usuali operatori aritmetici

```
int a[3], *p=&a[0];
```

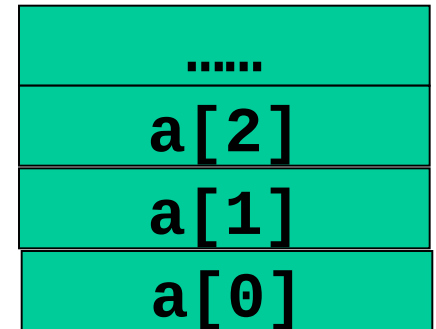
```
p = p+1;
```

IN+12

IN+8

IN+4

IN



p contiene l'indirizzo IN + 4

Aritmetica dei puntatori (3)

- È possibile scrivere espressioni puntatore usando alcuni degli usuali operatori aritmetici

```
int a[3], *p=&a[0];
```

```
p = p+1;
```

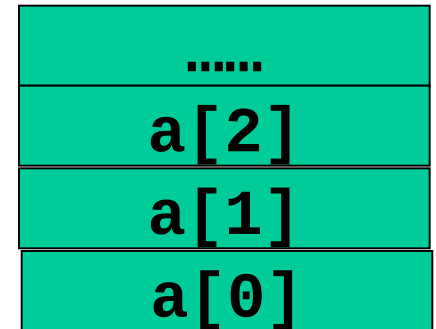
```
p--;
```

IN+12

IN+8

IN+4

IN

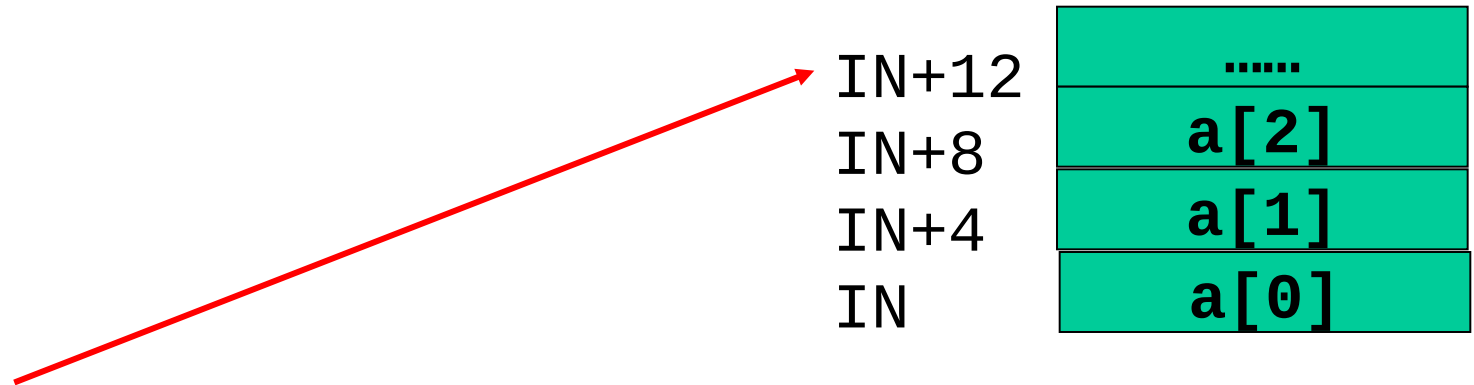


p contiene l'indirizzo IN

Aritmetica dei puntatori (4)

È possibile scrivere espressioni puntatore usando alcuni degli usuali operatori aritmetici (+, -, --, ++)

```
int a[3], *p=&a[0];  
p = p+1;  
p--;  
p+=3;
```



**p contiene l'indirizzo $IN + 12$
($\text{sizeof}(\text{int})=4\dots$)**

Aritmetica dei puntatori (5)

- È possibile scrivere espressioni puntatore usando alcuni degli usuali operatori aritmetici (+, -, --, ++)

```
int a[3], *p=&a[0], *q;
```

```
p = p+1;
```

```
p--;
```

```
q = p;
```

```
p+=3;
```

```
a[0] = p-q;
```

IN+12

IN+8

IN+4

IN

.....
a[2]
a[1]
a[0]

a[0] contiene 3, numero di int memorizzabili fra p e q

Puntatori e array....

- Il nome di un array, è il puntatore (costante) al primo elemento dell'array

```
int a[3], *p=&a[0], *q;
```

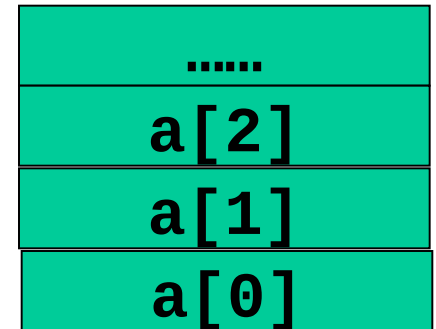
```
q = a;
```

IN+12

IN+8

IN+4

IN



q contiene l'indirizzo IN
a == IN

Puntatori e array.... (2)

- L'operatore [-] è una abbreviazione

```
int a[3], *p=&a[0], *q, tmp;  
/* i due stm che seguono sono  
equivalenti */
```

```
tmp = a[2];
```

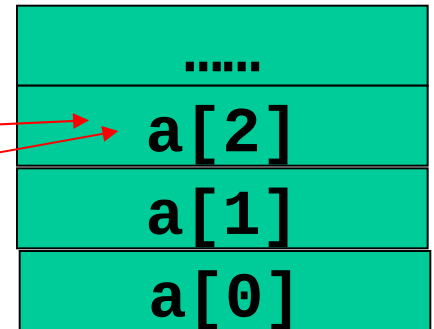
```
tmp = *(a+2);
```

a+3

a+2

a+1

a



Puntatori e array.... (3)

- L'operatore `[-]` è una abbreviazione e può essere usato con una qualsiasi variabile puntatore

```
int a[3], *p=a, *q, tmp;
```

```
tmp = a[2];
```

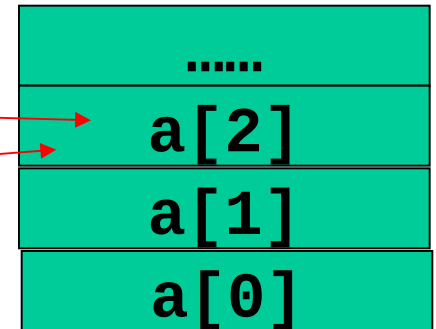
```
tmp = p[2];
```

a+3

a+2

a+1

a



Puntatori e array.... (4)

- I seguenti frammenti di codice sono equivalenti :

```
int a[N], *p=a, *q, i;
int sum = 0;
/* versione 1 */
for(i=0; i<N; i++)
    sum+= a[i];
/* versione 2 */
for(i=0; i<N; i++)
    sum+= *(a+i);
```


Puntatori e array.... (5)

- I seguenti frammenti di codice sono equivalenti (segue) :

```
int a[N], *p=&a[0], *q, i;  
int sum = 0;  
/* versione 3 */  
for(i=0; i<N; i++)  
    sum+= p[i];  
/* versione 4 */  
for(p=a; p<(a+N); p++)  
    sum+= *p;
```

Stringhe

- Una riflessione sulle stringhe in C
 - le stringhe sono array di caratteri terminate dal carattere nullo '`\0`', ad esempio
`char a[5]="ciao";`
dichiara una stringa notate che la lunghezza dell'array deve comprendere anche l'invisibile terminatore.
 - La libreria **`string.h`** mette a disposizione varie funzioni per lavorare sulle stringhe
 - La funzione **`strlen()`** da la lunghezza di una stringa in caratteri, escludendo il terminatore
`strlen(a)=strlen("ciao")=4`

Stringhe (2)

- Altre funzioni interessanti:
 - **strcpy(char* s, char* p)** che copia la stringa **p** nella stringa **s**
 - **strcmp(char* s, char* p)** che confronta lessicograficamente **p** ed **s**
 - **strcat(char* s, char* p)** che concatena **p** ed **s** (modifica **s**)
 - **strstr(char* s, char* p)** che cerca la prima occorrenza della stringa **p** in **s** e restituisce il puntatore a tale occorrenza

Stringhe (3)

- Se non gestite bene le stringhe sono pericolose e generano errori difficili da rilevare e catastrofici
 - Le funzioni di libreria si aspettano sempre di lavorare con stringhe correttamente terminate dal carattere nullo '`\0`',
 - Es: implementazione di `strcpy` da K&R

```
void strcpy (char*s, char*t){
    while ( ( *s++ = *t++ ) != '\0' );
}
```

Stringhe (4)

```
void strcpy (char*s, char*t){  
    while ( ( *s++ = *t++ ) != '\0' );  
}
```

- Se la stringa non è terminata (o se s non ha abbastanza spazio) si continuano ad incrementare i puntatori andando avanti a leggere (e scrivere!) valori in memoria (*buffer overrun*)
- Si può sovrascrivere e danneggiare lo spazio di memoria di altre variabili, i frame sullo stack o la tabella di allocazione dello heap
- Si può raggiungere memoria non allocata ricevendo segnali di violazione di Segmento con conseguente terminazione del processo in esecuzione

Stringhe (5)

- **Morale :**

- Assicuratevi sempre che le stringhe siano terminate e che ci sia abbastanza spazio nei buffer
- Se non siete sicuri usate funzioni che non permettano l'overrun, perchè è possibile dire quanto è grande il buffer
- Es: **strncpy(char* s, char*p, size_t n)** in cui il terzo parametro serve per dire quanto è lungo il buffer
 - In questo caso dopo la copia bisogna controllare che il risultato contenga effettivamente il terminatore perchè la fine del buffer può essere stata raggiunta prima
- Usate **valgrind** se avete dubbi sul comportamento del vostro programma (segnala scritture e letture fuori dai buffer)