Introduzione al C

Parte 3

Puntatori, array e stringhe

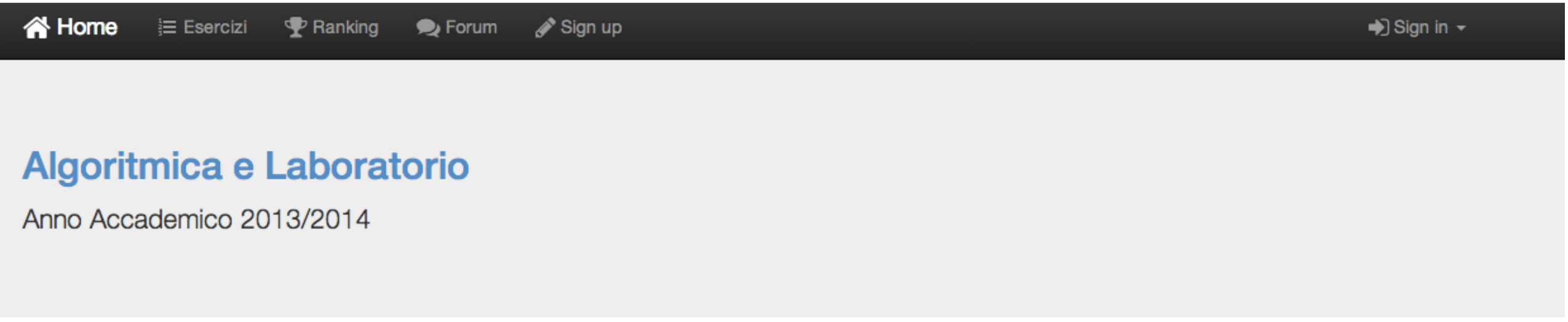
Rossano Venturini

rossano.venturini@unipi.it

Pagina web del corso

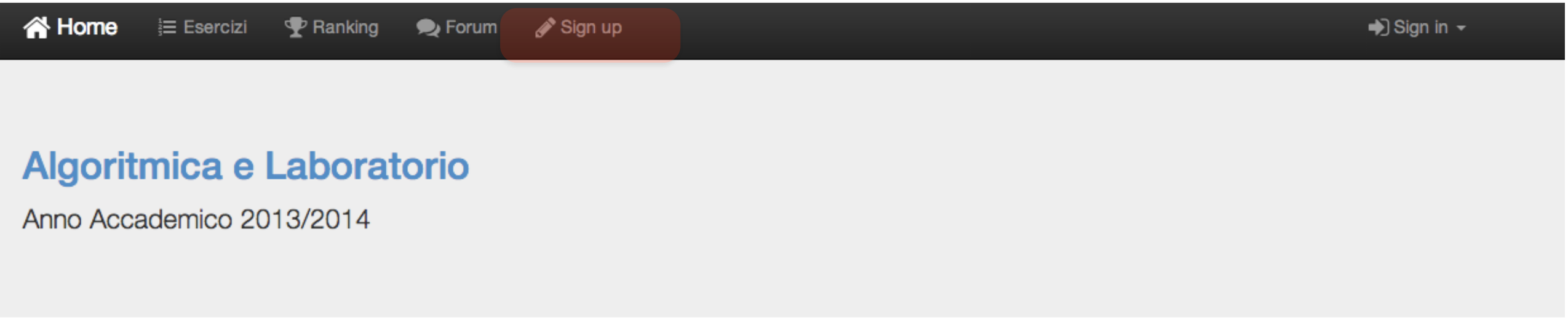
http://didawiki.cli.di.unipi.it/doku.php/informatica/all-b/start

Sistema di autovalutazione



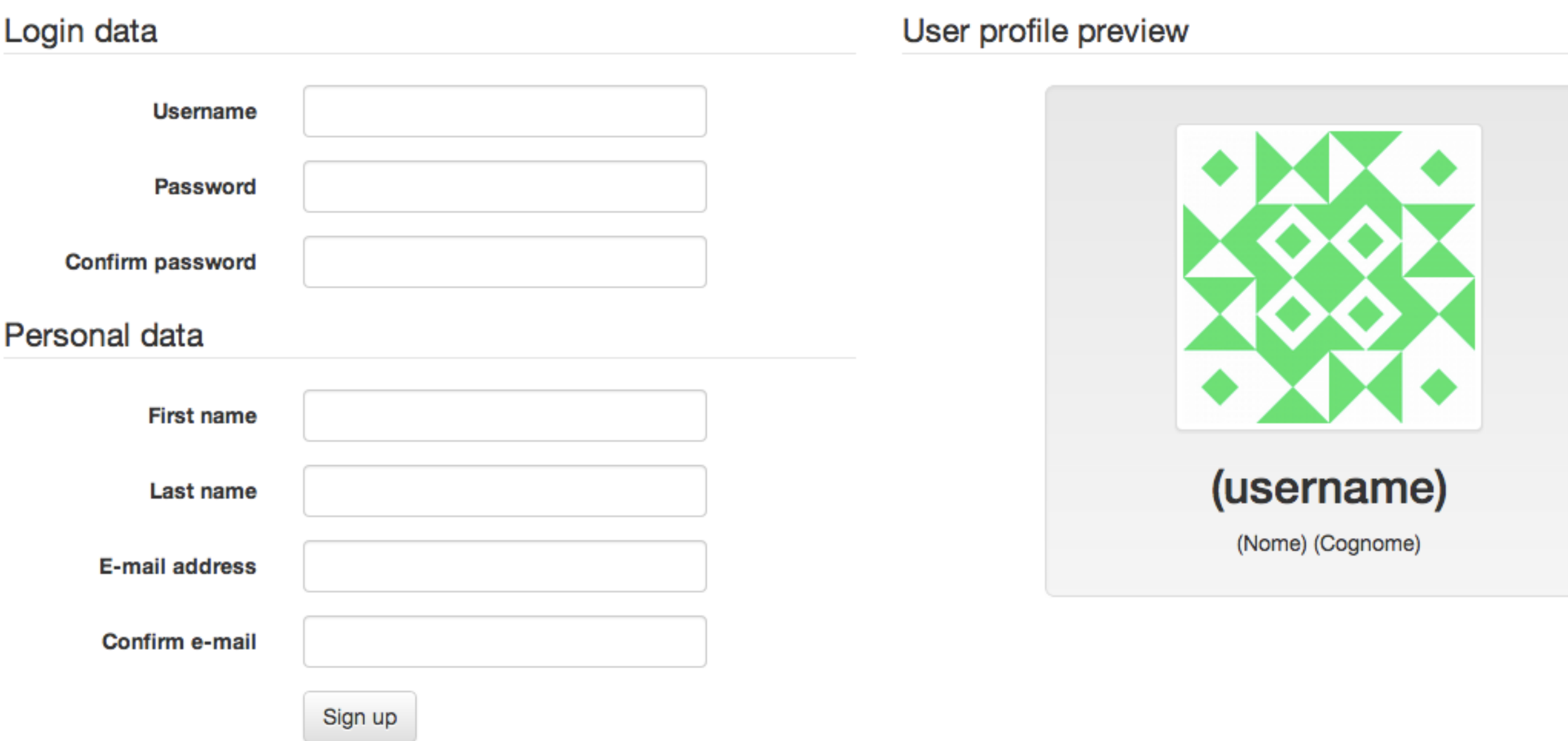
dijkstra.di.unipi.it/

Sistema di autovalutazione



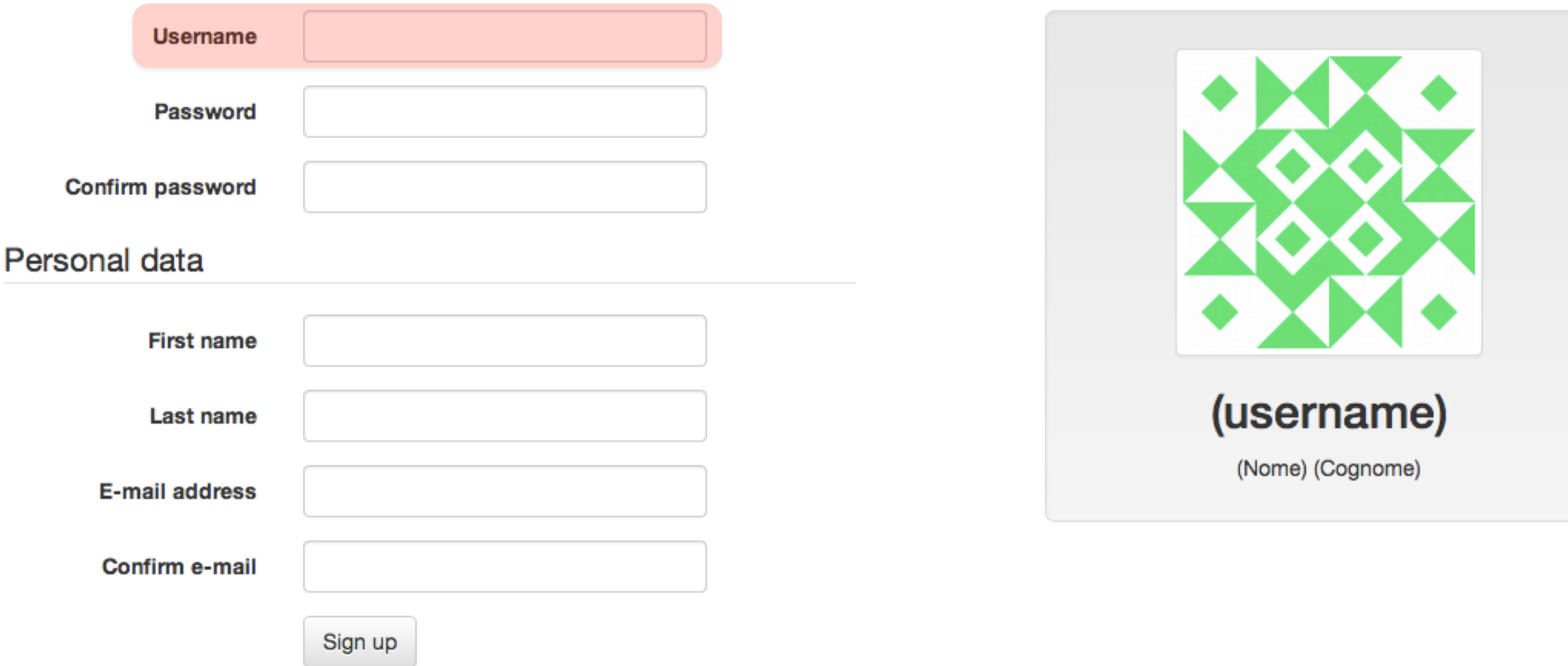
dijkstra.di.unipi.it/

Sistema di autovalutazione



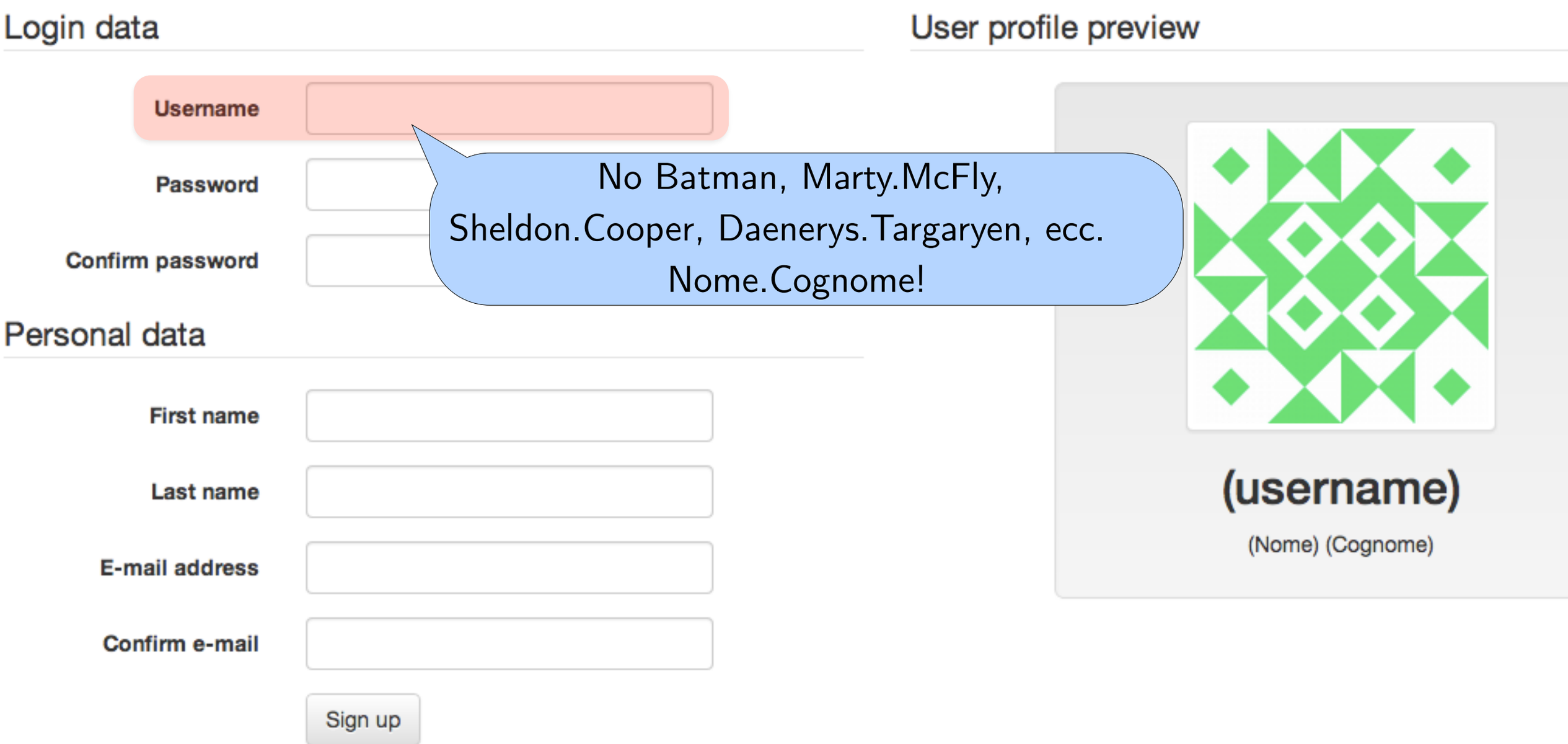
dijkstra.di.unipi.it/

Sistema di autovalutazione



dijkstra.di.unipi.it/

Sistema di autovalutazione



dijkstra.di.unipi.it/

Array e puntatori

```
int a[5];
```

Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
		0x104
		0x108
		0x112
		0x116
		0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
```

Memoria

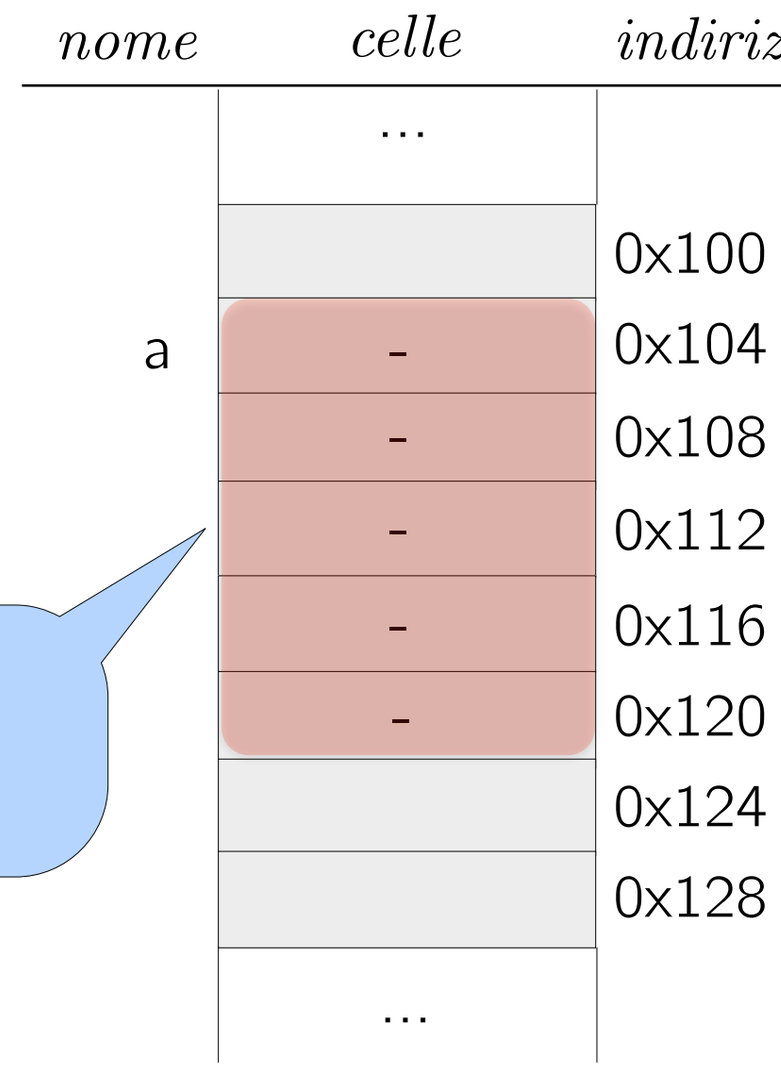
nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	-	0x104
	-	0x108
	-	0x112
	-	0x116
	-	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
```

Riservato per contentere
i 5 elementi di a

Memoria



Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
```

Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	-	0x104
	-	0x108
	-	0x112
	-	0x116
	-	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
```

Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	0	0x104
	0	0x108
	0	0x112
	0	0x116
	0	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
```

a è un puntatore **costante** al primo elemento dell'array.

Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	0	0x104
	0	0x108
	0	0x112
	0	0x116
	0	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.
```

a è un puntatore **costante** al primo elemento dell'array.

Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	0	0x104
	0	0x108
	0	0x112
	0	0x116
	0	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];
```

a è un puntatore **costante** al primo elemento dell'array.

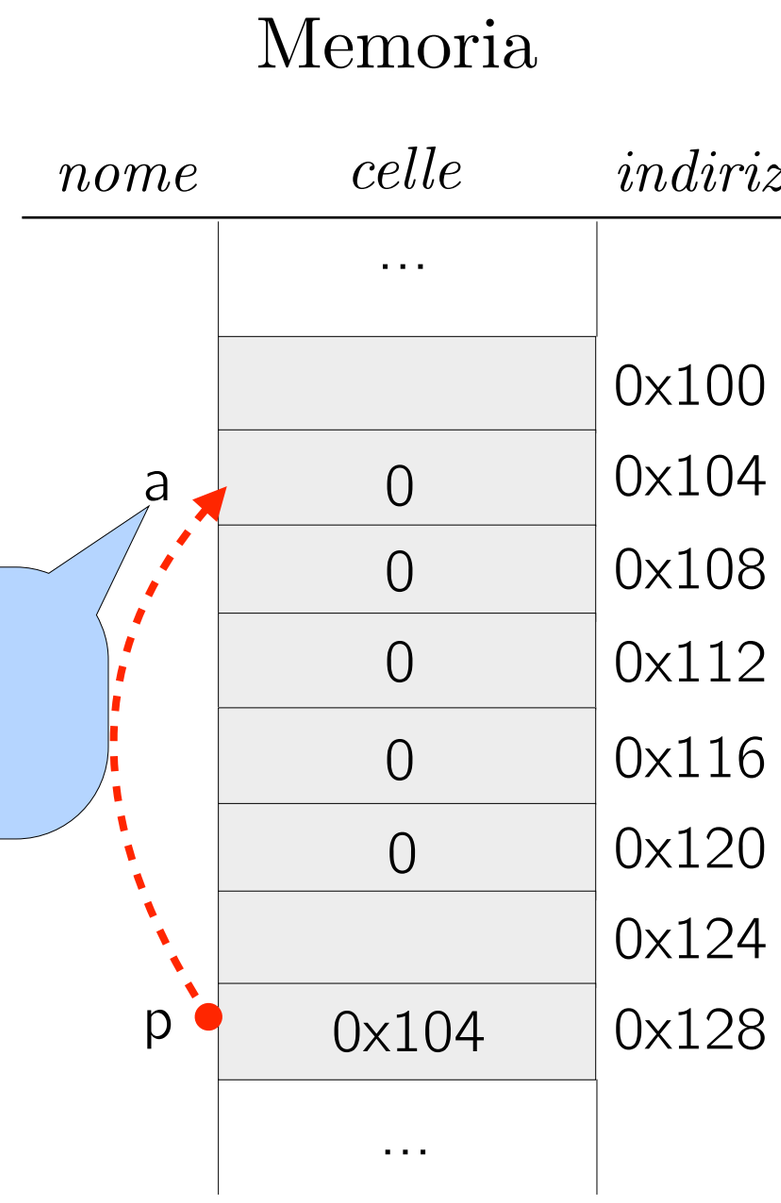
Memoria

nome	*celle*	*indirizzo*
	...	
		0x100
a	0	0x104
	0	0x108
	0	0x112
	0	0x116
	0	0x120
		0x124
		0x128
	...	

Array e puntatori

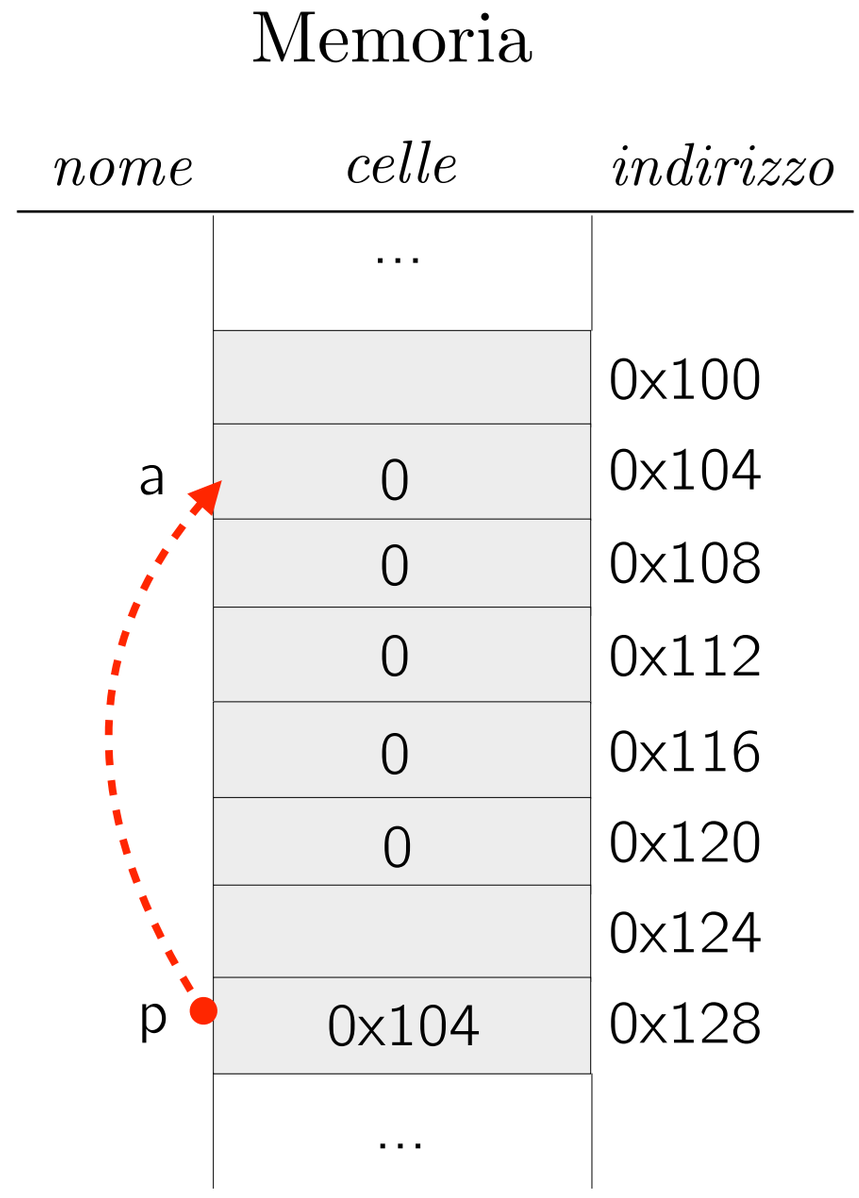
```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];
```

a è un puntatore **costante** al primo elemento dell'array.



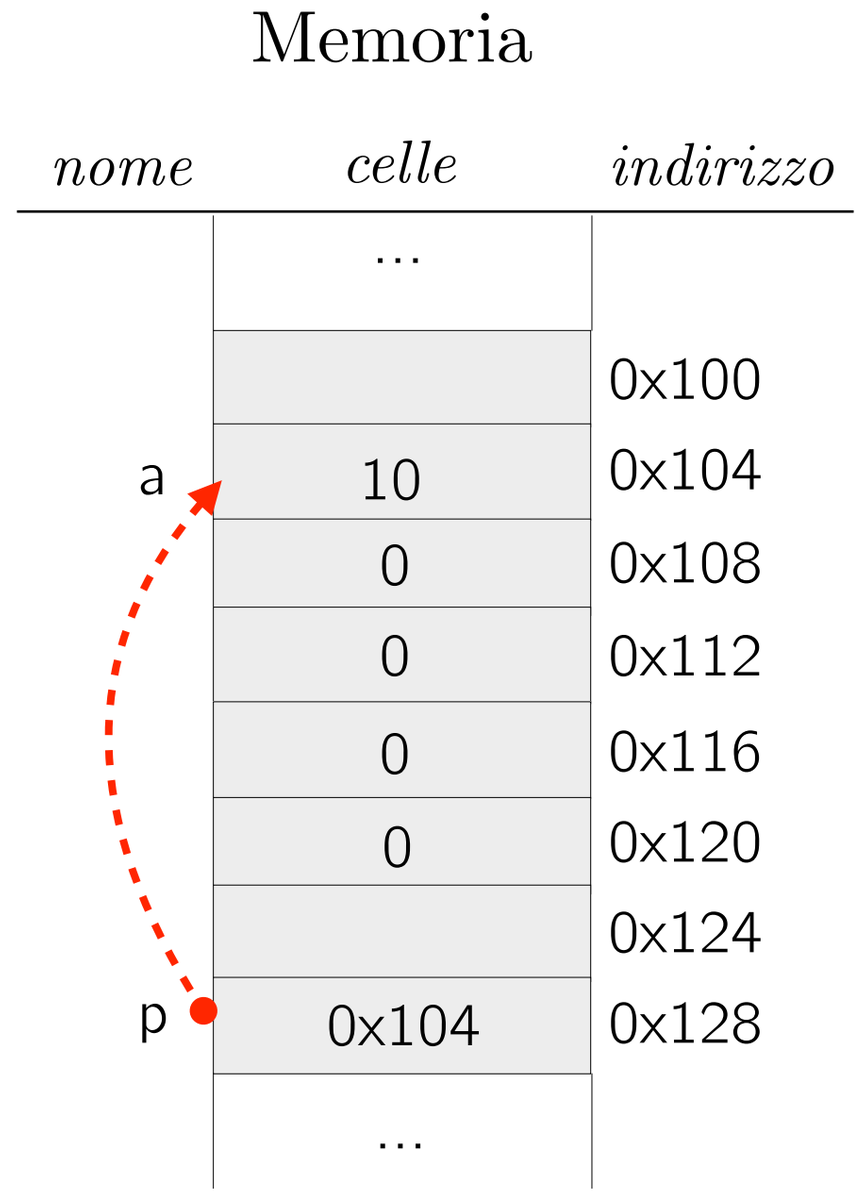
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;
```



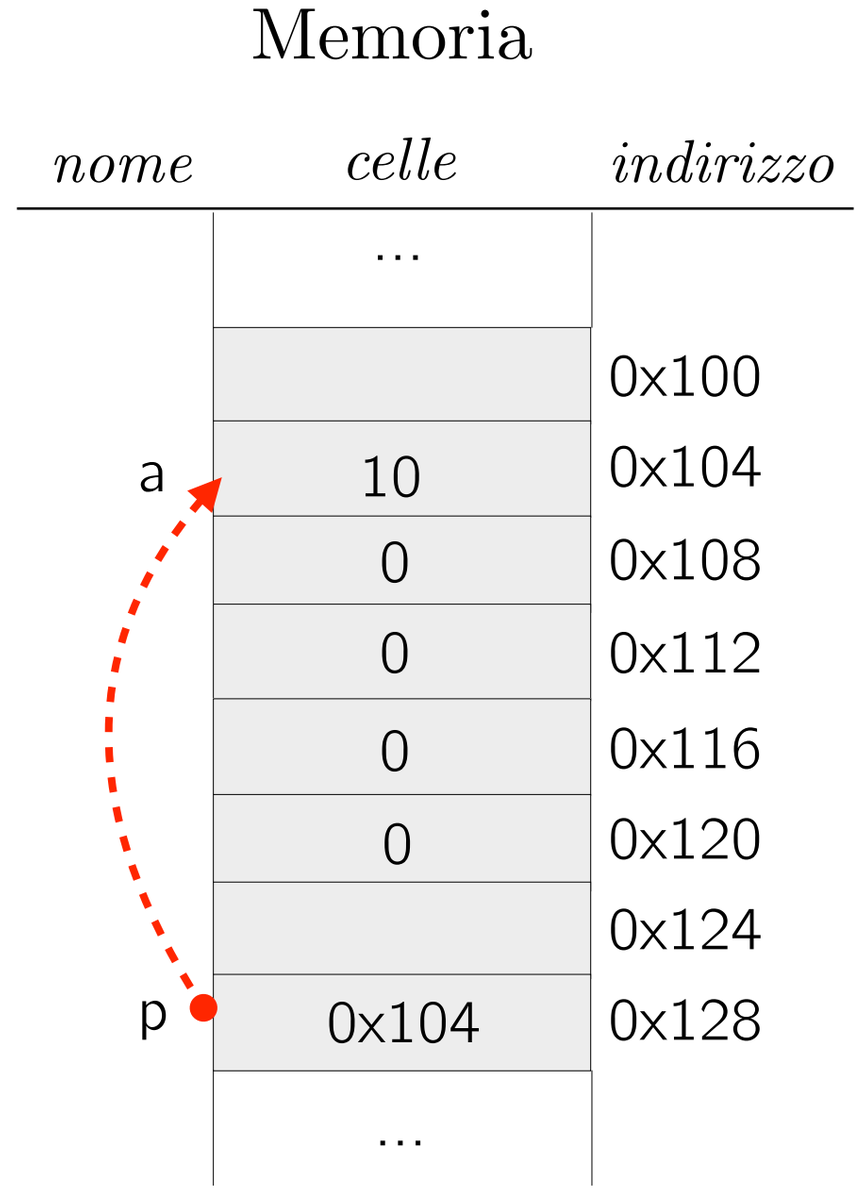
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;
```



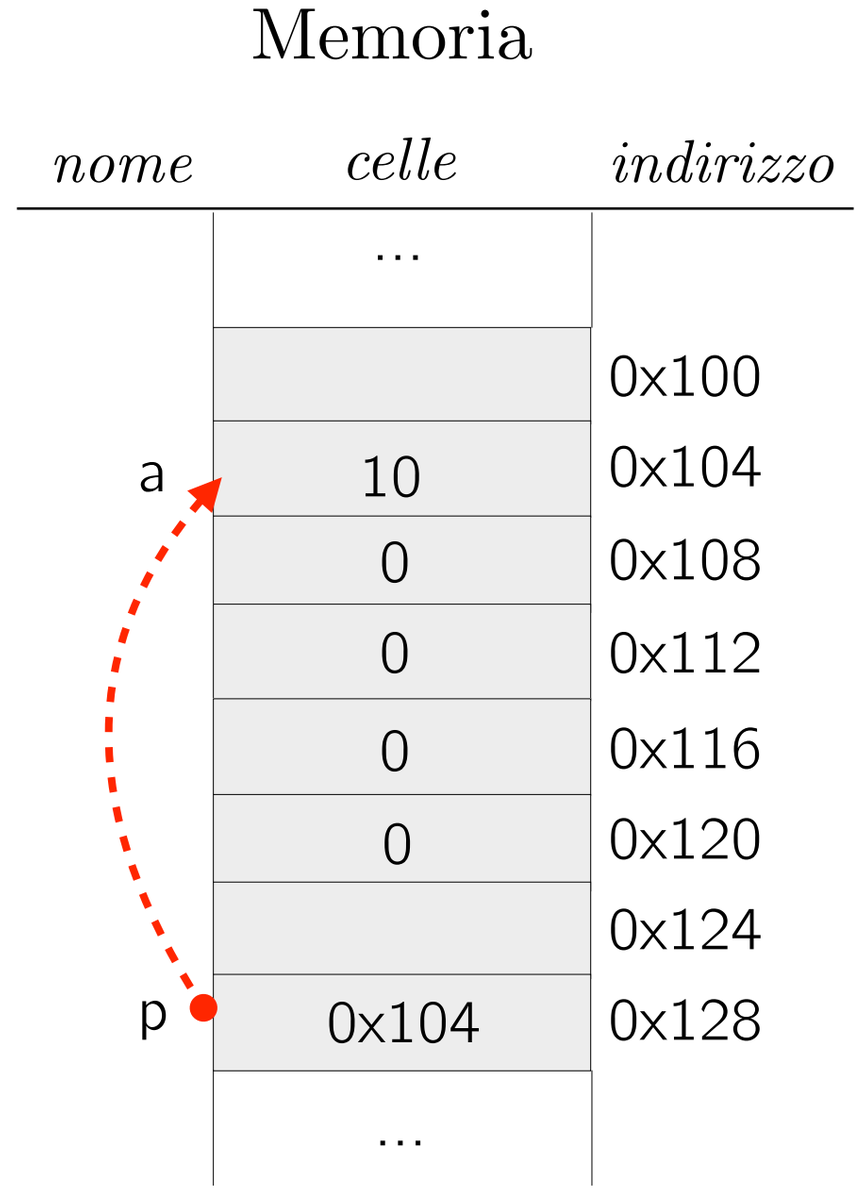
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;
```



Array e puntatori

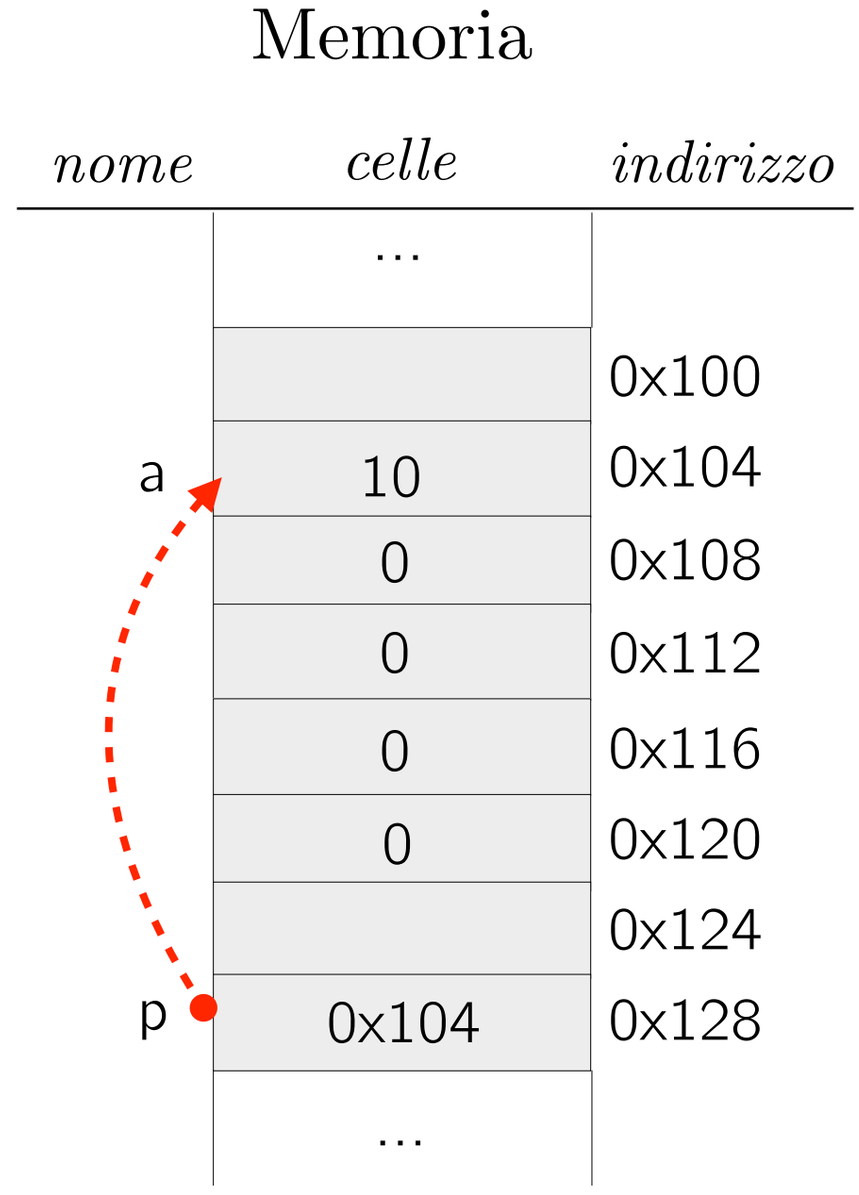
```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;
```



Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];
*p = 10;
p[0] = 10;    3 forme equivalenti!
a[0] = 10;

p+1;
```

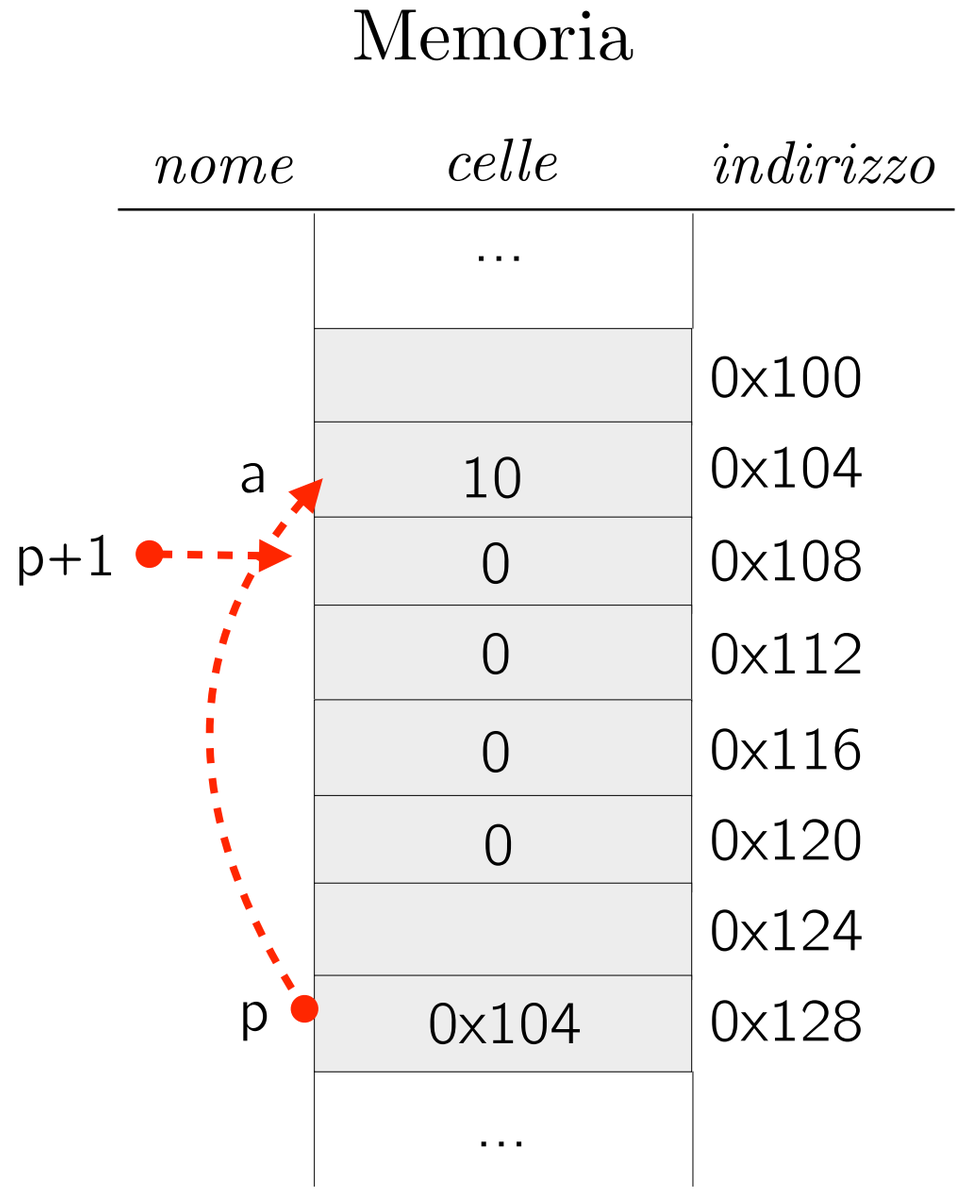
Ora p punta una cella in avanti



Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;
```

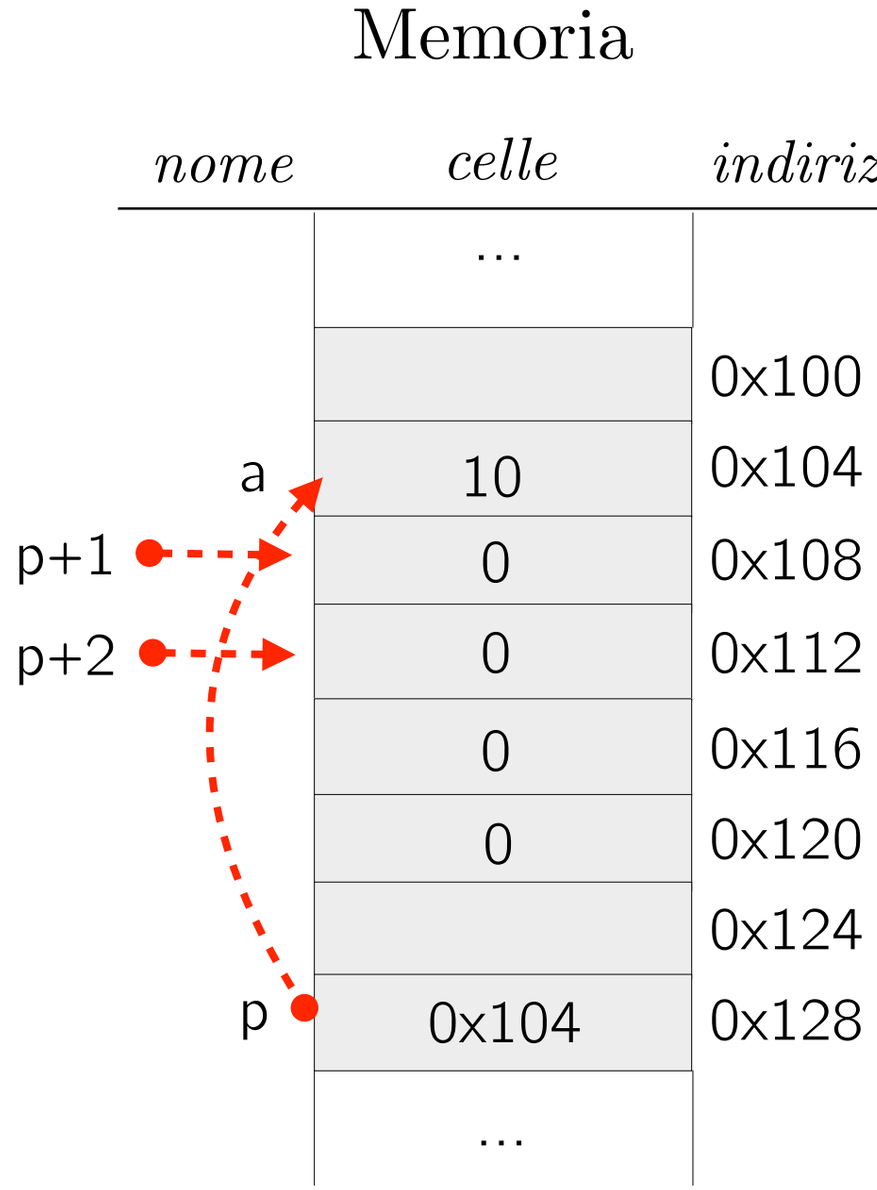
Ora p punta una cella in avanti



Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;
```

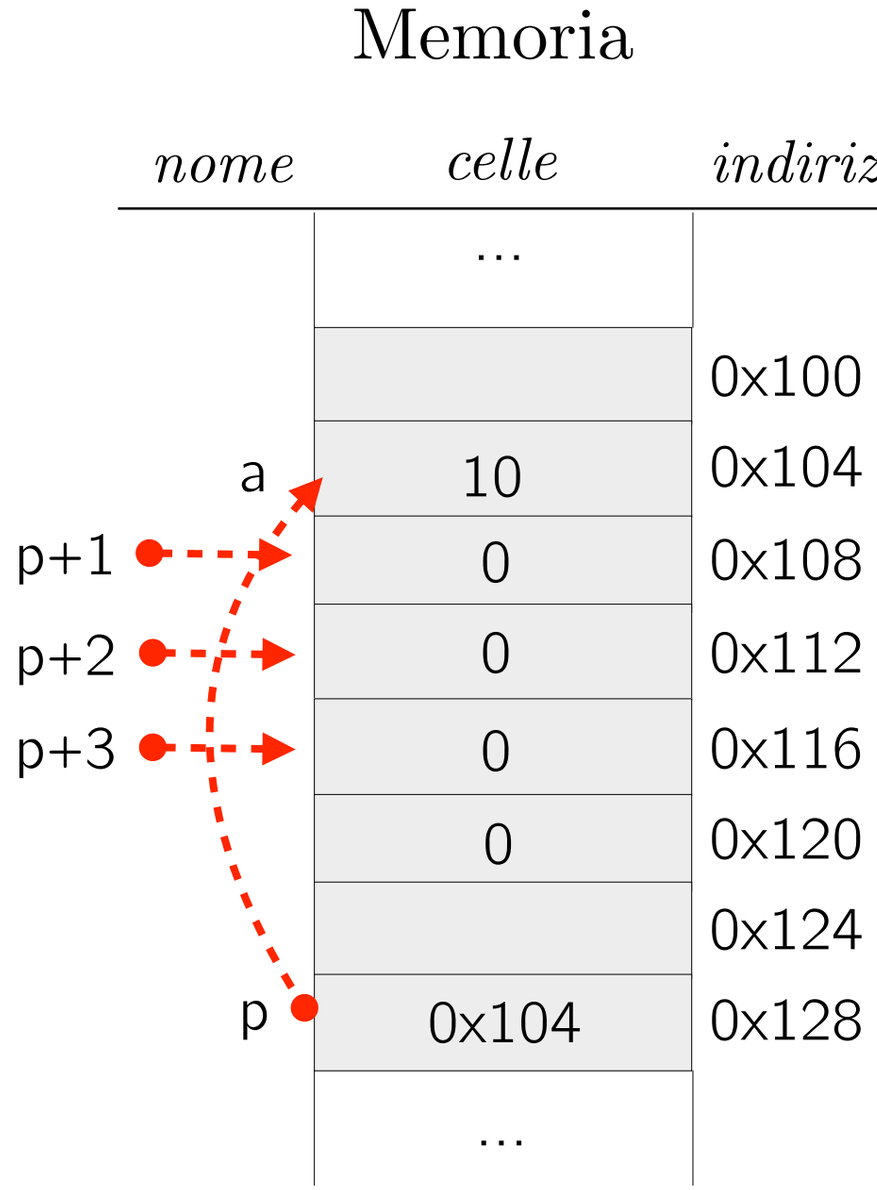
Ora p punta una cella in avanti



Array e puntatori

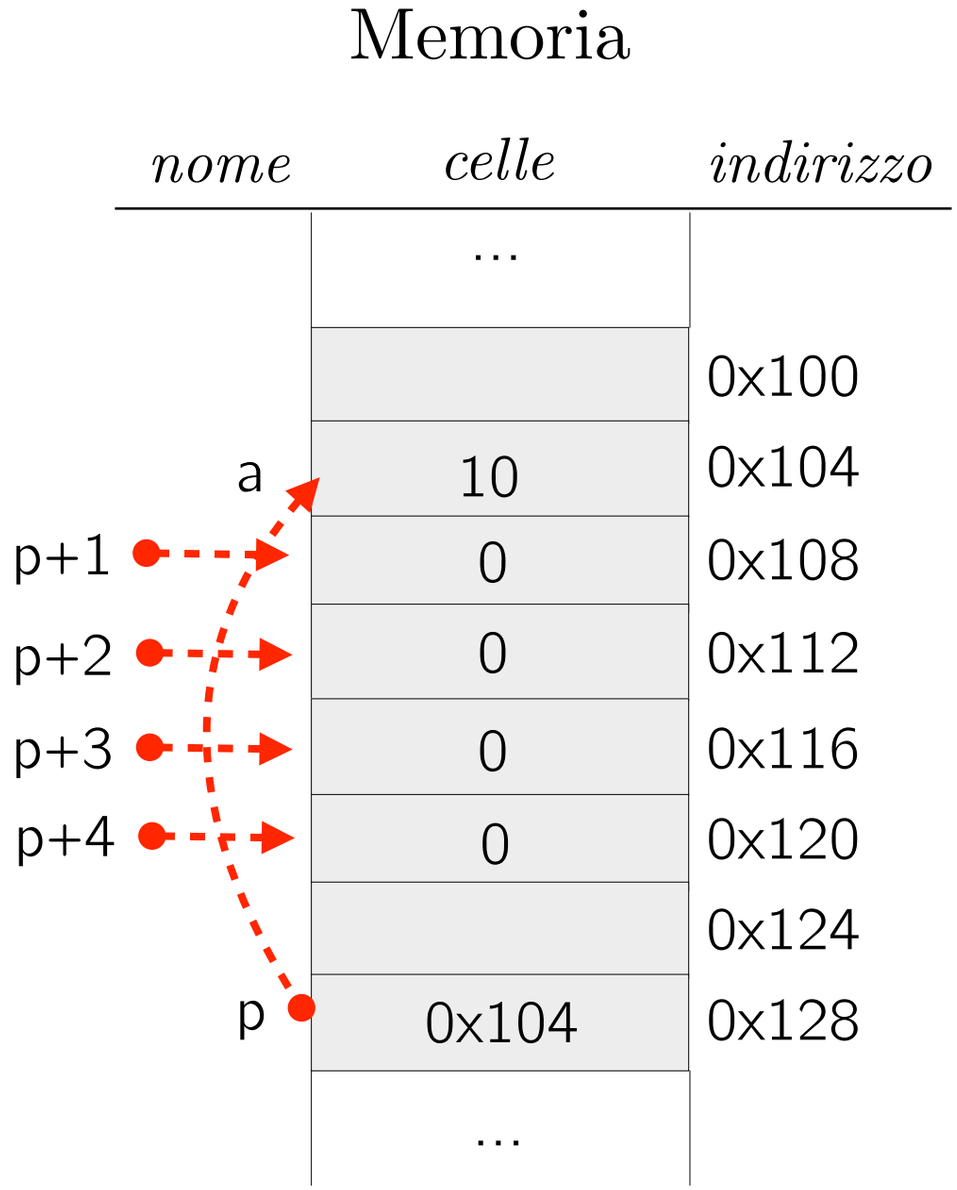
```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;
```

Ora p punta una cella in avanti



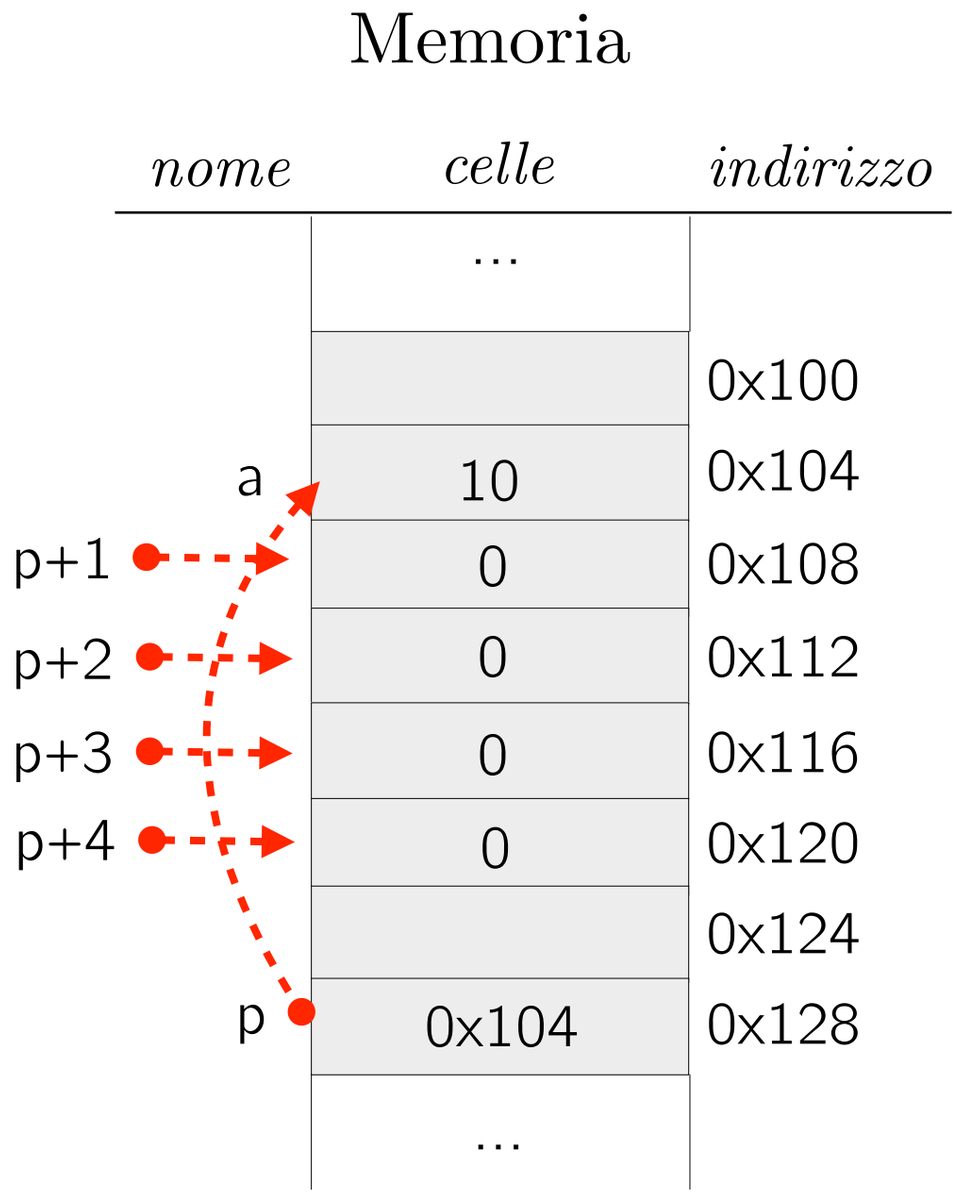
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;
```



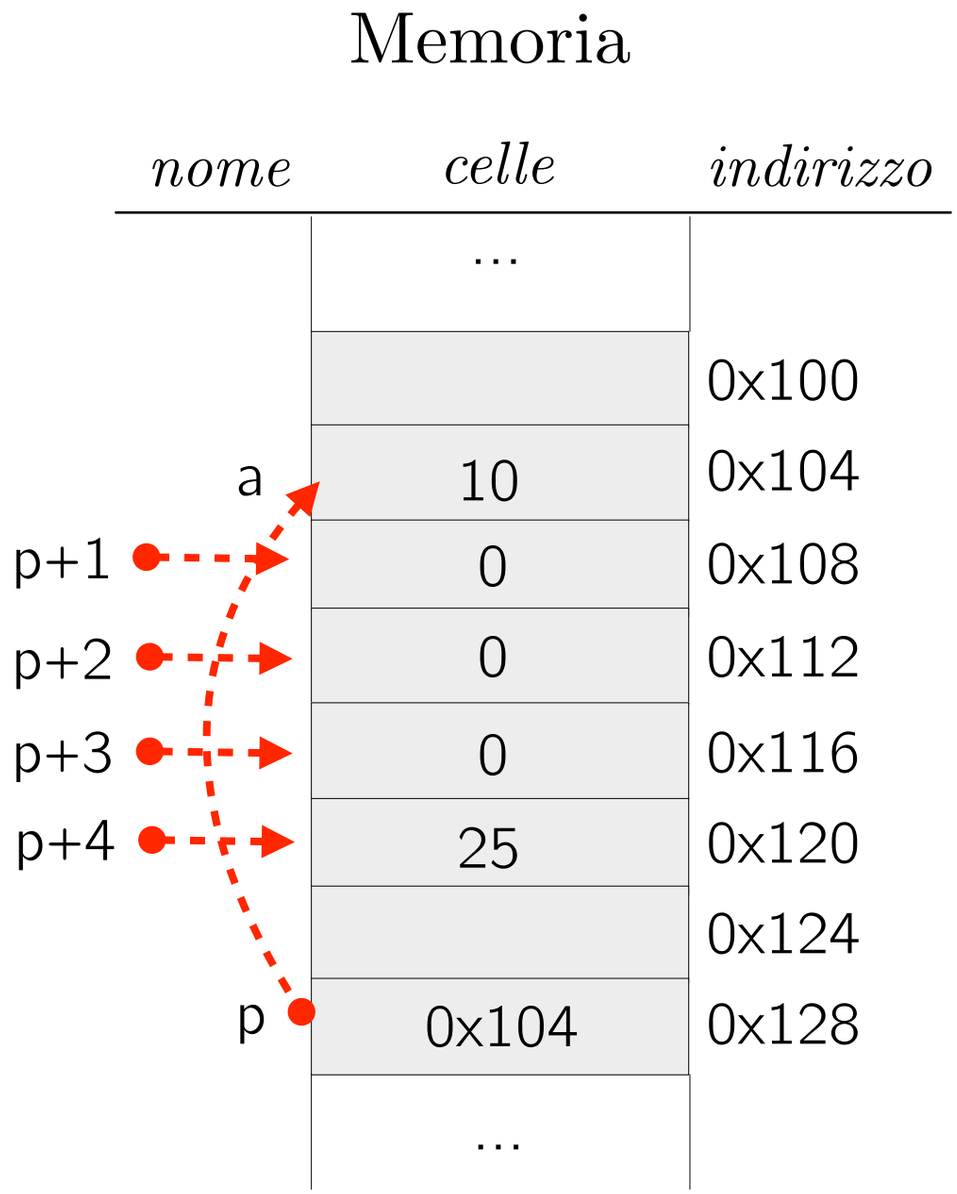
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;

*(p+4)= 25;
```



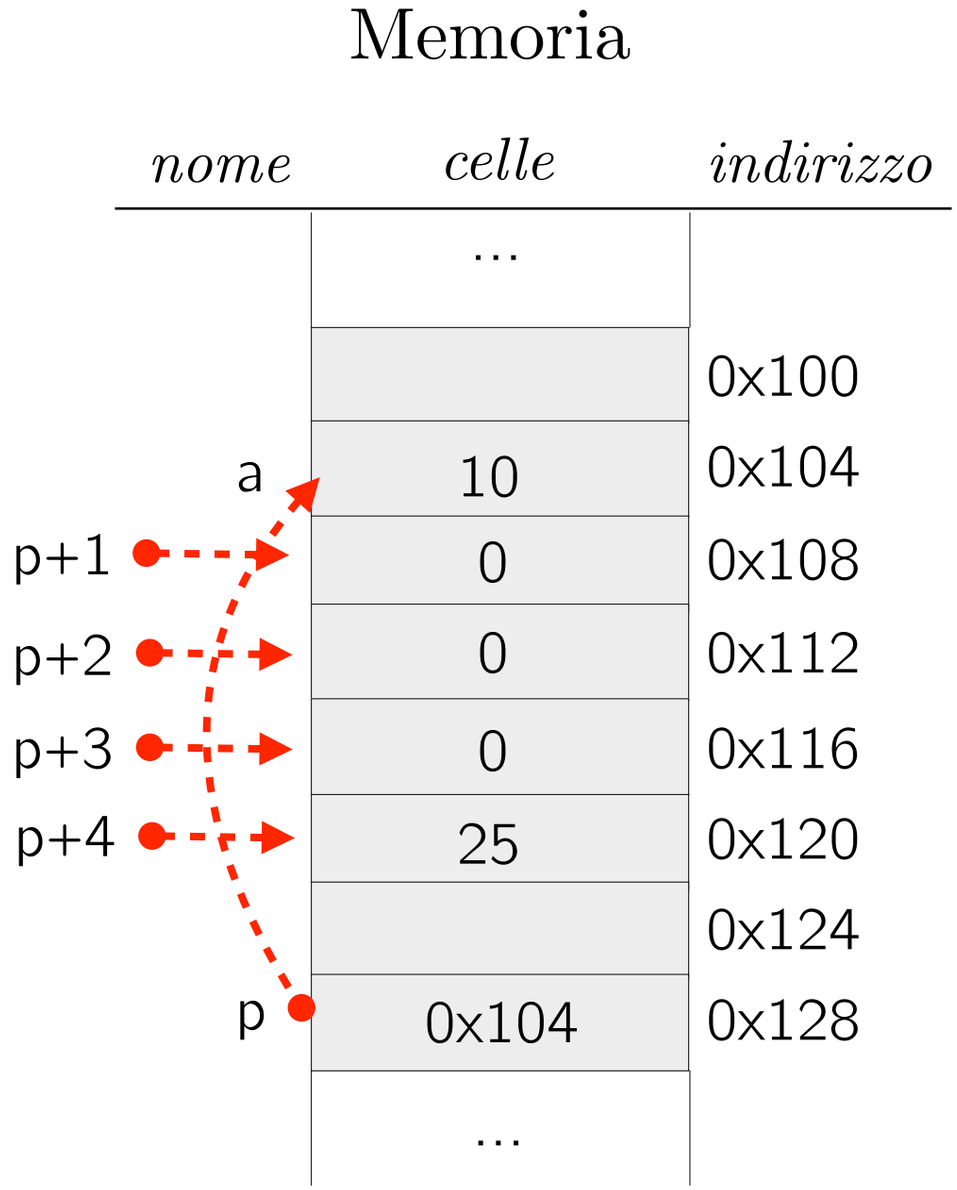
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;

*(p+4)= 25;
```



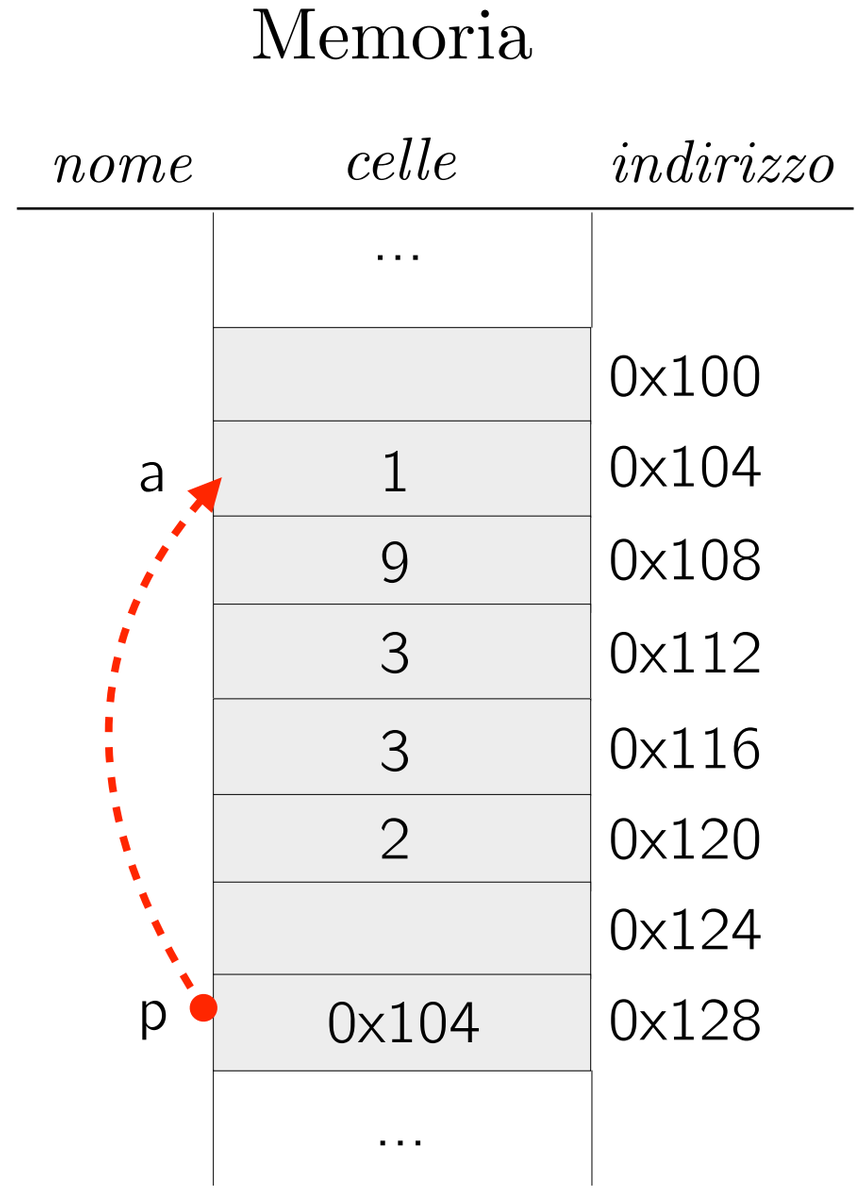
Array e puntatori

```
int a[5];
for ( i = 0; i < 5; i++) {
    a[i] = 0;
}
a = &x;   NO! a non può essere modificato.

int *p = a;      oppure int *p = &a[0];

*p = 10;

p[0] = 10;    3 forme equivalenti!

a[0] = 10;

p+1;

*(p+4)= 25;

p[4] = 25;    3 forme equivalenti!

a[4] = 25;
```



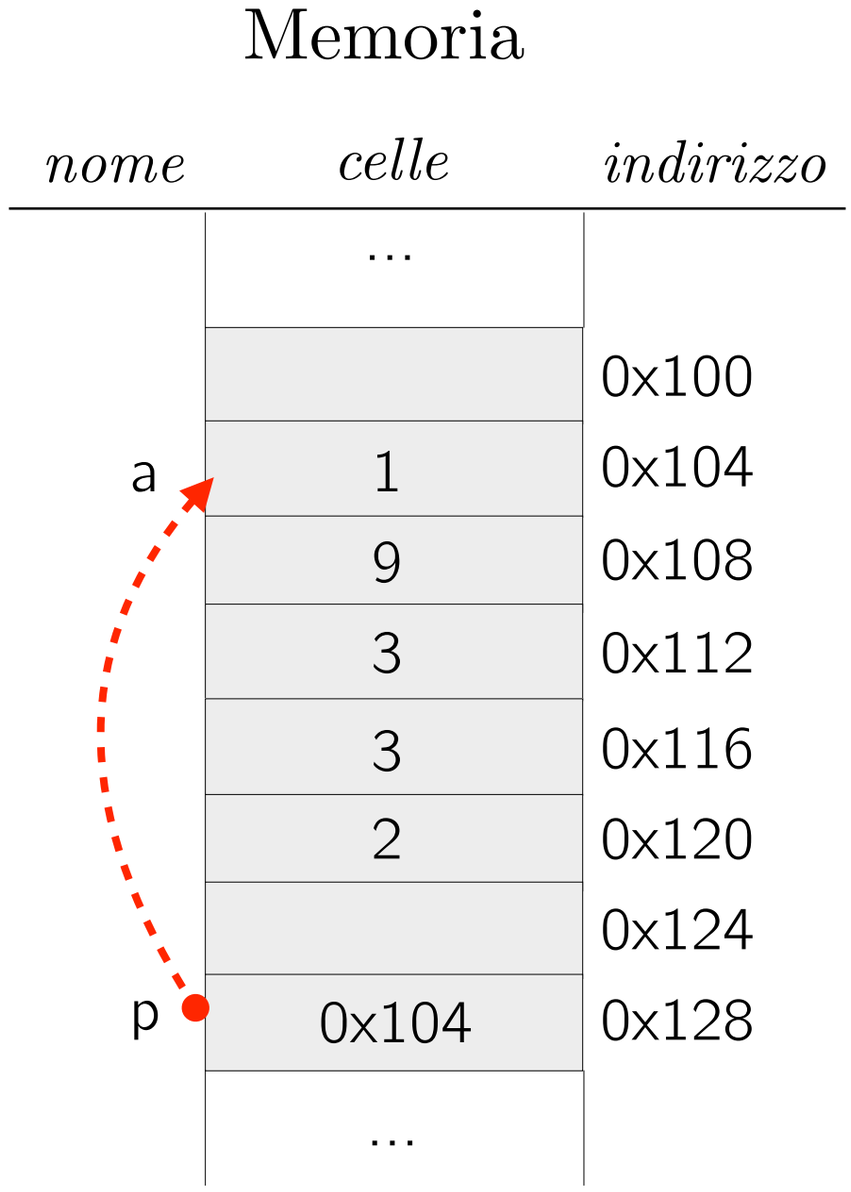
Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;
```



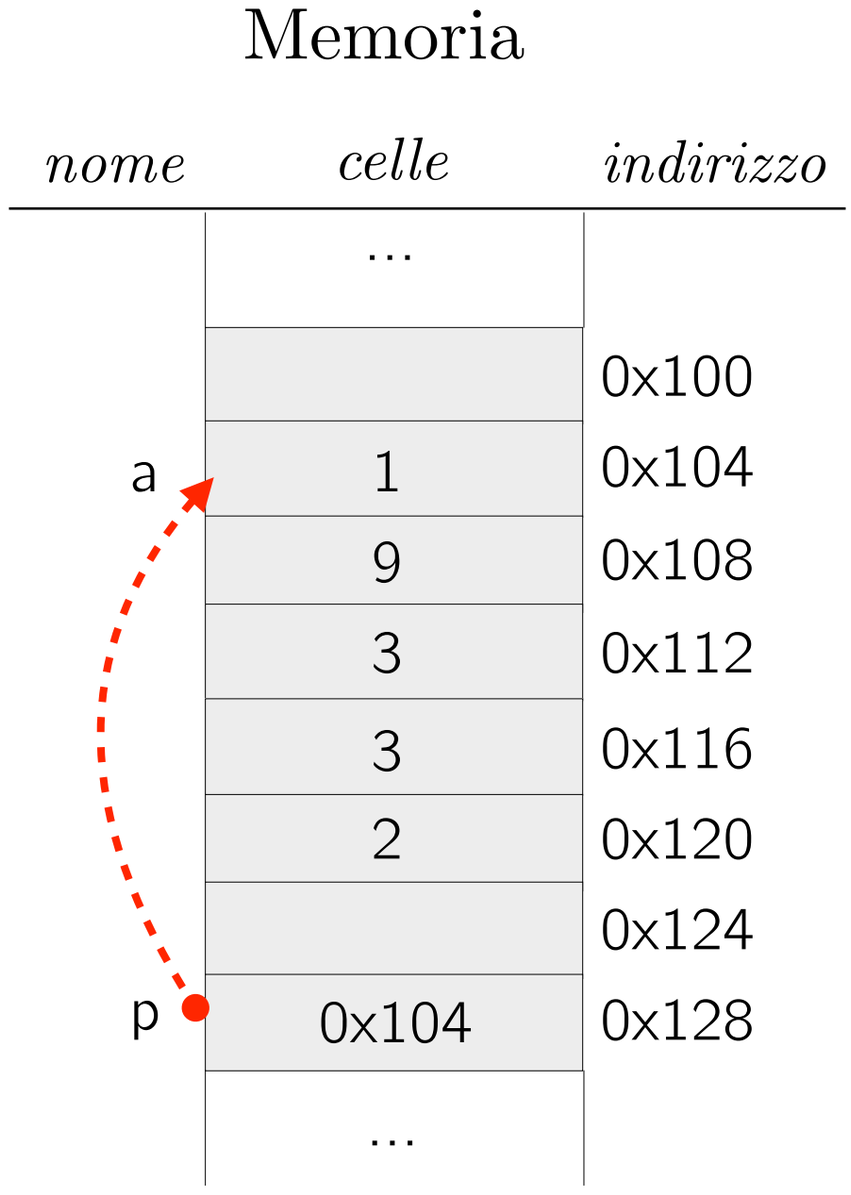
Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}
```



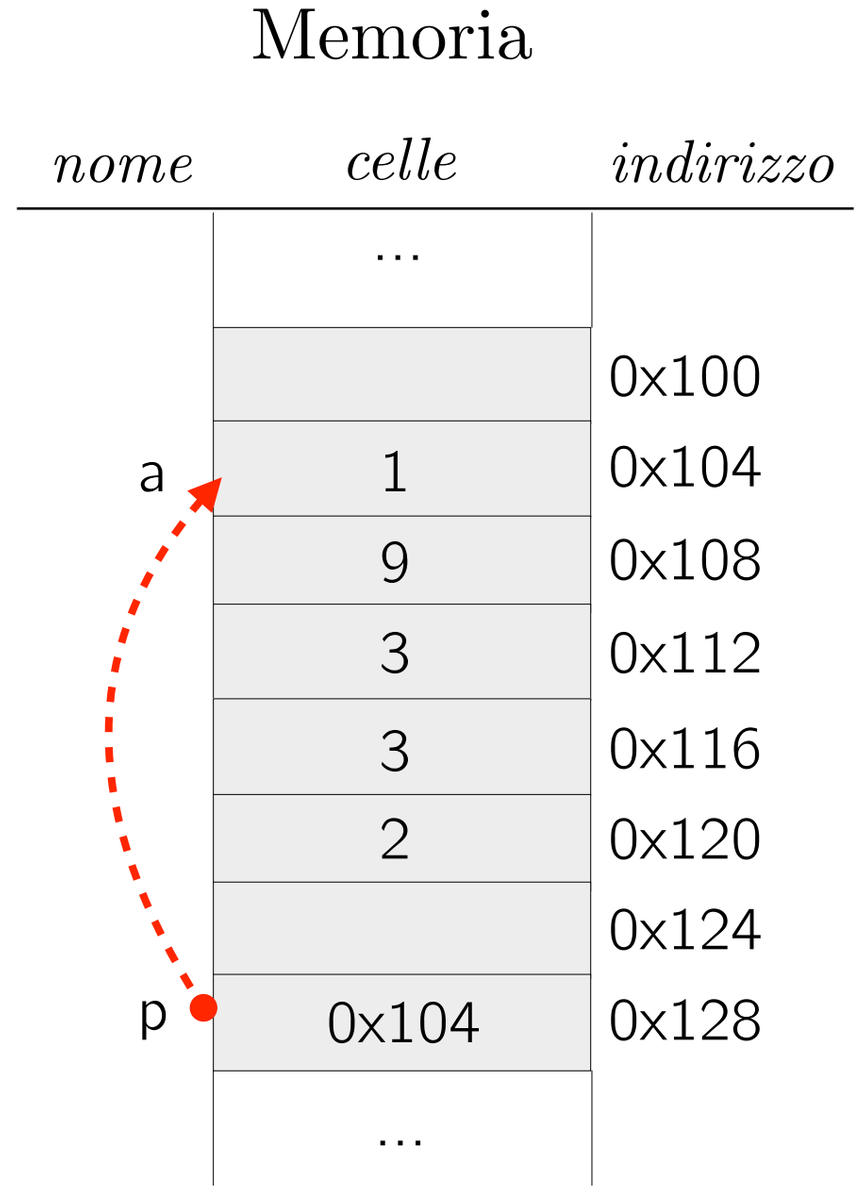
Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(a+i);
}
```



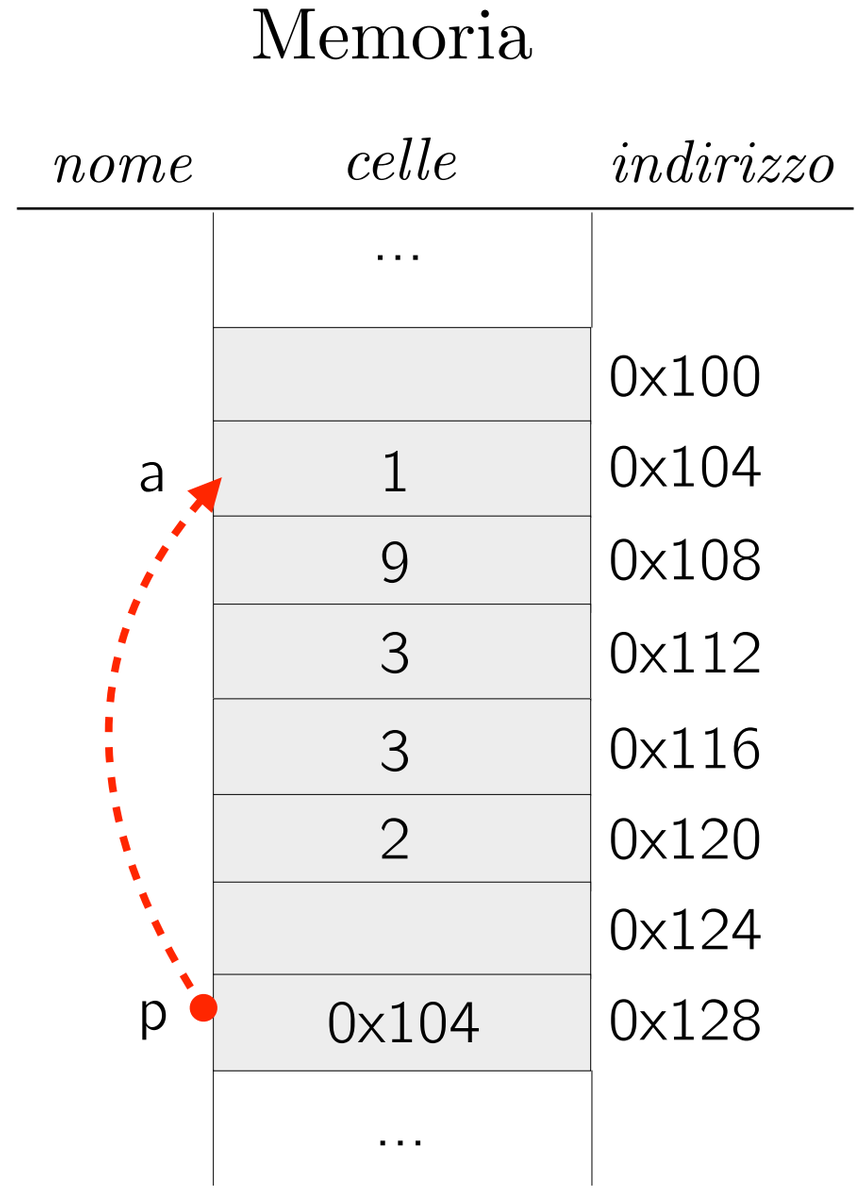
Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(a+i);
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += p[i];
}
```



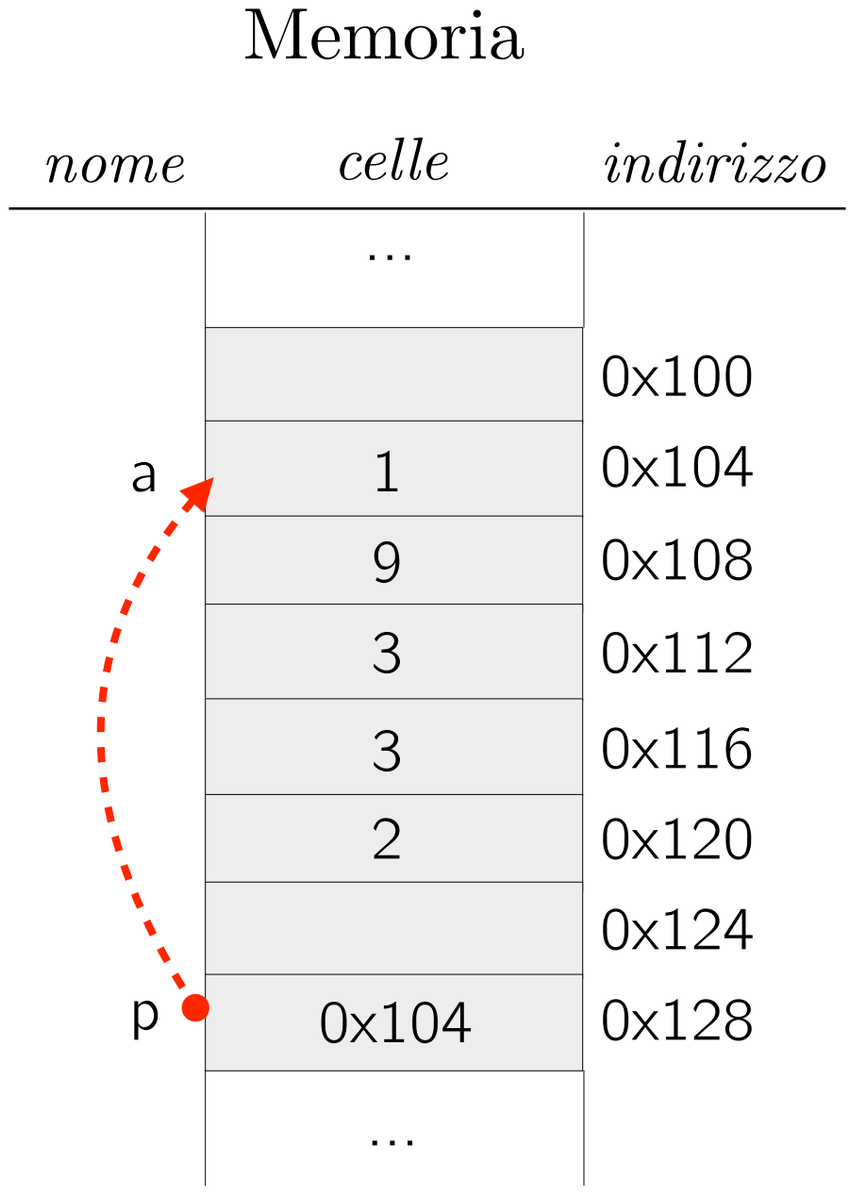
Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(a+i);
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += p[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(p+i);
}
```



Cinque frammenti equivalenti

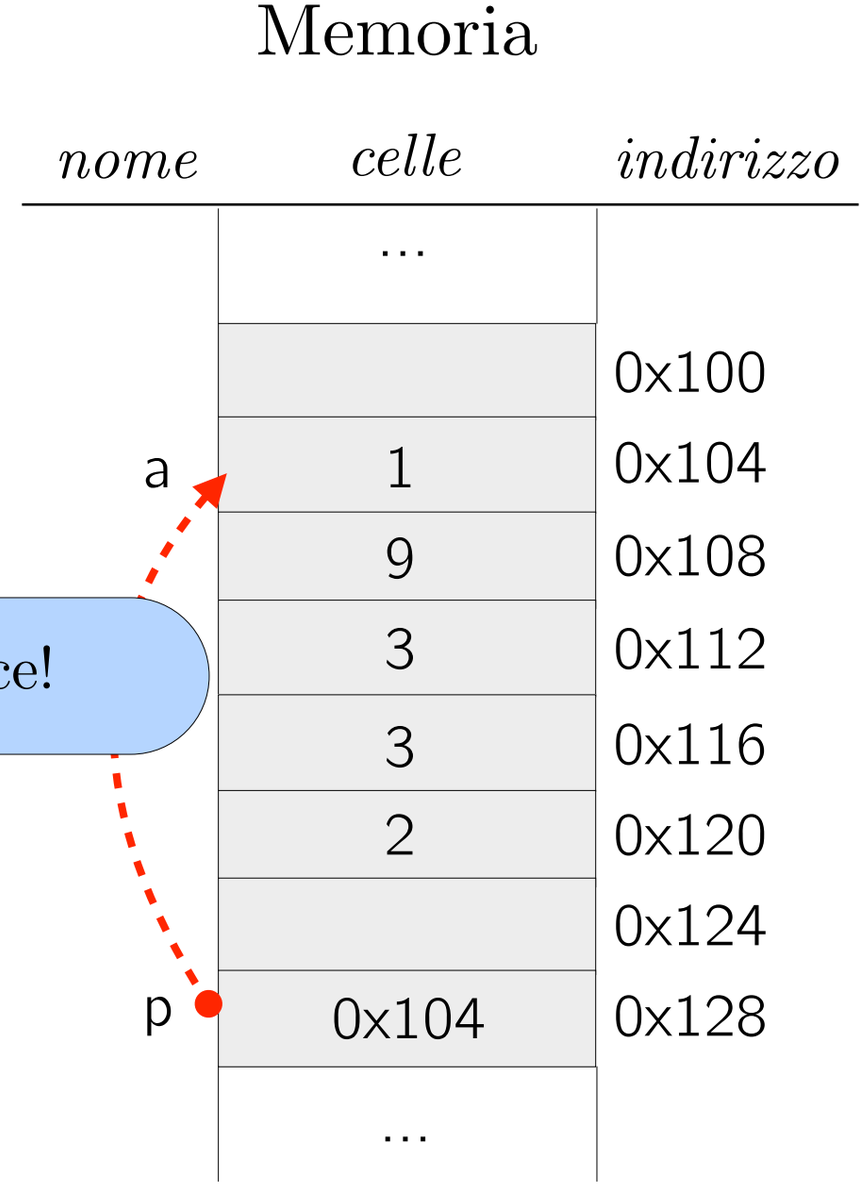
```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(a+i);
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += p[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(p+i);
}

for ( p = a; p < a + 5; p++) {
    sum += *p;
}
```



Cinque frammenti equivalenti

```
int a[5] = { 1, 9, 3, 3, 2 };
int i, sum = 0;
int *p = a;

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += a[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(a+i);
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += p[i];
}

for ( i = 0; i < 5; i++) {
    sum += *(p+i);
}

for ( p = a; p < a + 5; p++) {
    sum += *p;
}
```

Provateli nel vostro codice!



Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Ciò che viene passato (e copiato) è il puntatore al primo elemento.

Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Ciò che viene passato (e copiato) è il puntatore al primo elemento.

Esempio

```
int inizializza(int a[], int len) {
    int i;
    for( i = 0; i < len; i++ )
        a[i] = 0;
}

int main() {
    int a[5];
    inizializza(a, 5);
    /* da qui tutti gli elementi di a sono a 0 */
    ...
```

Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Ciò che viene passato (e copiato) è il puntatore al primo elemento.

Esempio

```
int inizializza(int a[], int len) {
    int i;
    for( i = 0; i < len; i++ )
        a[i] = 0;
}

int main() {
    int a[5];
    inizializza(a, 5);
    /* da qui tutti gli elementi di a sono a 0 */
    ...
```

Passare sempre anche la lunghezza.

Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Ciò che viene passato (e copiato) è il puntatore al primo elemento.

Altro Esempio

```
int inizializza(int a[], int len) {
    int i;
    for( i = 0; i < len; i++ )
        a[i] = 0;
}

int main() {
    int a[5];
    inizializza(a+1, 4);
    /* da qui tutti gli elementi di a (escluso il primo) sono a 0 */
    ...
```

Passaggio di array a funzioni

Gli array sono sempre passati per riferimento.

Ciò che viene passato (e copiato) è il puntatore al primo elemento.

Altro Esempio

```
int inizializza(int a[], int len) {
    int i;
    for( i = 0; i < len; i++ )
        a[i] = 0;
}

int main() {
    int a[5];
    inizializza(a+1, 4);
    /* da qui tutti gli elementi di a (escluso il primo) sono a 0 */
    ...
```

Sottoarray che inizia dalla seconda posizione di a.

Stringhe (1)

Stringhe (1)

Una stringa è una sequenza di caratteri, ad esempio una parola o un testo.

Stringhe (1)

Una stringa è una sequenza di caratteri, ad esempio una parola o un testo.

In C non è previsto un tipo per le stringhe.

Stringhe (1)

Una stringa è una sequenza di caratteri, ad esempio una parola o un testo.

In C non è previsto un tipo per le stringhe.

Una stringa è vista come un array di caratteri che, per convenzione, termina con il carattere speciale '`\0`'.

Stringhe (1)

Una stringa è una sequenza di caratteri, ad esempio una parola o un testo.

In C non è previsto un tipo per le stringhe.

Una stringa è vista come un array di caratteri che, per convenzione, termina con il carattere speciale '\0'.

Quindi si usa

```
char s[N+1];
```

per memorizzare una stringa di N caratteri.

Stringhe (2)

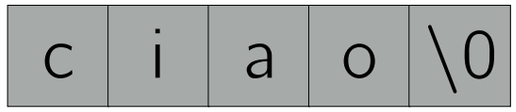
Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

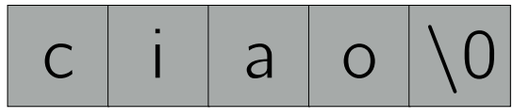
Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.

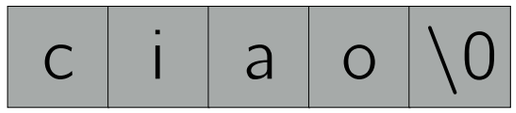


Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

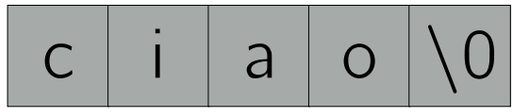
Esempio

```
int main () {
    char *s = “ciao”;
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

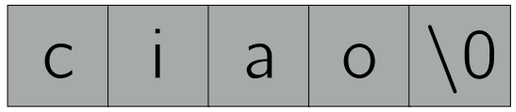
Esempio

```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

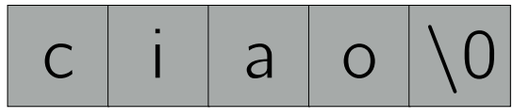
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
```

```
ciao
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

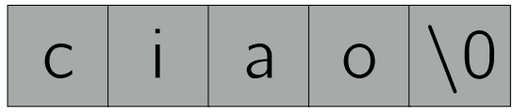
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
```

```
ciao
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

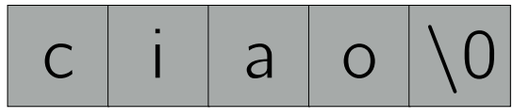
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
```

```
ciao
iao
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

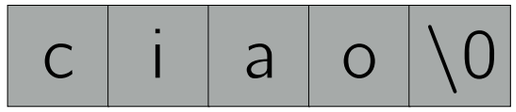
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
    printf(“%c\n”, *s);
```

```
ciao
iao
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

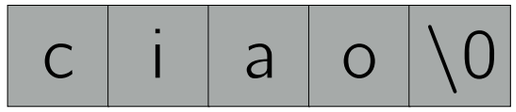
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
    printf(“%c\n”, *s);
```

```
ciao
iao
c
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

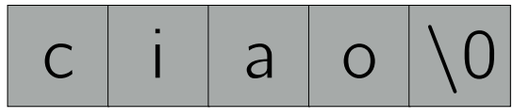
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
    printf(“%c\n”, *s);
    printf(“%c\n”, *(s+1));
    return 0;
}
```

```
ciao
iao
c
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

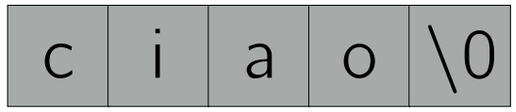
```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
    printf(“%c\n”, *s);
    printf(“%c\n”, *(s+1));
    return 0;
}
```

```
ciao
iao
c
i
```

Stringhe (2)

Le costanti stringa sono specificate tra virgolette.

Ad esempio, “ciao” è un array di 5 caratteri.



Una costante stringa viene trattata come il puntatore al suo primo carattere.

Esempio

```
int main () {
    char *s = “ciao”;
    printf(“%s\n”, s);
    printf(“%s\n”, s+1);
    printf(“%c\n”, *s);
    printf(“%c\n”, *(s+1));
    return 0;
}
```

```
ciao
iao
c
i
```

La libreria string.h contiene utili funzioni per gestire le stringhe

Stringhe (3)

Esempio

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    int i = 0;
    while(s[i]) { // s[i] != '\0'
        printf("%c", s[i++]);
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (3)

Esempio

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    int i = 0;
    while(s[i]) { // s[i] != '\0'
        printf("%c", s[i++]);
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (3)

Esempio

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    int i = 0;
    while(s[i]) { // s[i] != '\0'
        printf("%c", s[i++]);
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Senza & perché?

Stringhe (3)

Esempio

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    int i = 0;
    while(s[i]){ // s[i] != '\0'
        printf("%c", s[i++]);
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (3)

Esempio

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    int i = 0;
    while(s[i]) { // s[i] != '\0'
        printf("%c", s[i++]);
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    while(*s) {
        printf("%c", *s++);  // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    while(*s) {
        printf("%c", *s++); // è s ad essere incrementato
    }
}


int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    while(*s) {
        printf("%c", *s++); // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

s dove punta ora?

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>

void my_printf(char *s) {
    while(*s) {
        printf("%c", *s++); // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

s dove punta ora?

Ancora all'inizio della stringa.
my_printf modifica una copia di s!

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    s[0] = 'a';
    while(*s) {
        printf("%c", *s++);  // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    s[0] = 'a';
    while(*s) {
        printf("%c", *s++);  // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

s è cambiato?

Stringhe (4)

Esempio: versione alternativa

```
#include <stdio.h>


void my_printf(char *s) {
    s[0] = 'a';
    while(*s) {
        printf("%c", *s++);  // è s ad essere incrementato
    }
}

int main () {
    char s[101]; // stringhe fino a 100 caratteri
    scanf("%s", s);
    my_printf(s);
    return 0;
}
```

s è cambiato?

La stringa puntata da s è cambiata?

Valgrind

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int x;
    if ( x >= 0 ) {
        printf("positivo");
    } else {
        printf("negativo");
    }
}
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int x;
    if ( x >= 0 ) {
        printf("positivo");
    } else {
        printf("negativo");
    }
}
```

```
$ gcc -g -o prog prog.c
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int x;
    if ( x >= 0 ) {
        printf("positivo");
    } else {
        printf("negativo");
    }
}
```

```
$ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int x;
    if ( x >= 0 ) {
        printf("positivo");
    } else {
        printf("negativo");
    }
}
```

```
$ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
...
==1426==
==1426== Conditional jump or move depends on uninitialised value(s)
==1426==    at 0x100000F36: main (prog.c:4)
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int x;
    if ( x >= 0 ) {
        printf("positivo");
    } else {
        printf("negativo");
    }
}
```

```
$ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
...
==1426==
==1426== Conditional jump or move depends on uninitialised value(s)
==1426==    at 0x100000F36: main (prog.c:4)
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
      int a[10], i;
      for( i = 0; i < 100; i++ )
            a[i] = 0;
}
```

```
 $ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
      int a[10], i;
      for( i = 0; i < 100; i++ )
            a[i] = 0;
}
```

```
 $ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
      int a[10], i;
      for( i = 0; i < 100; i++ )
            a[i] = 0;
}
```

```
 $ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
...
==1487== Invalid write of size 4
==1487==    at 0x100000F35: main (prog.c:5)
==1487==  Address 0x104803000 is not stack'd, malloc'd or
(recently) free'd
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
      int a[10], i;
      for( i = 0; i < 100; i++ )
            printf("%d", a[i]);
}
```

```
 $ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
...
==1487== Invalid write of size 4
==1487==    at 0x100000F35: main (prog.c:5)
==1487==  Address 0x104803000 is not stack'd, malloc'd or
(recently) free'd
```

Valgrind

Strumento **molto** utile per dare la "caccia" ai bug, specialmente per problemi legati alla gestione della memoria. Si può installare su qualunque distribuzione Linux o Mac OS X (più o meno).

```
int main () {
    int a[10], i;
    for( i = 0; i < 100; i++ )
        printf("%d", a[i]);
}
```

```
$ gcc -g -o prog prog.c
$ valgrind ./prog
...
==1519== Invalid read of size 4
==1519==    at 0x100000F1C: main (prog.c:5)
==1519==  Address 0x104803000 is not stack'd, malloc'd or
(recently) free'd
```

Introduzione al C

Parte 4

Allocazione dinamica della memoria

Rossano Venturini

rossano.venturini@unipi.it

Pagina web del corso

http://didawiki.cli.di.unipi.it/doku.php/informatica/all-b/start

Allocazione dinamica della memoria

Allocazione dinamica della memoria

In C la memoria può essere gestita in modo dinamico, attraverso l'allocazione e deallocazione di blocchi di memoria.

Allocazione dinamica della memoria

In C la memoria può essere gestita in modo dinamico, attraverso l'allocazione e deallocazione di blocchi di memoria.

A cosa serve?

Allocazione dinamica della memoria

In C la memoria può essere gestita in modo dinamico, attraverso l'allocazione e deallocazione di blocchi di memoria.

A cosa serve?

- Ad allocare array la cui dimensione non è nota a tempo di compilazione ma decisa tempo di esecuzione;

Allocazione dinamica della memoria

In C la memoria può essere gestita in modo dinamico, attraverso l'allocazione e deallocazione di blocchi di memoria.

A cosa serve?

- Ad allocare array la cui dimensione non è nota a tempo di compilazione ma decisa tempo di esecuzione;
- Per gestire strutture dati che crescono e decrescono durante l'esecuzione del programma (ad esempio liste o alberi);

Allocazione dinamica della memoria

In C la memoria può essere gestita in modo dinamico, attraverso l'allocazione e deallocazione di blocchi di memoria.

A cosa serve?

- Ad allocare array la cui dimensione non è nota a tempo di compilazione ma decisa tempo di esecuzione;

- Per gestire strutture dati che crescono e decrescono durante l'esecuzione del programma (ad esempio liste o alberi);

- Per avere maggiore flessibilità sulla durata della memoria allocata. Altrimenti la memoria verrebbe deallocata automaticamente all'uscita del blocco (es. funzione) nella quale è stata allocata.

Due esempi

Esempio

```
int main() {
    int n;
    scanf("%d", %n);
    int a[n]; // NO! Questo non si può fare in ANSI C
    ...
```

Due esempi

Esempio

```
int main() {
    int n;
    scanf("%d", %n);
    int a[n]; // NO! Questo non si può fare in ANSI C
    ...
```

Esempio

```
int *crea_array(int n) {
    int a[n]; // NO! Questo non si può fare in ANSI C
    int i;
    for( i = 0; i < n; i++) a[i] = 0;

    return a; // NO! Lo spazio allocato per a viene deallocato all'uscita
}
```

Allocazione dinamica della memoria

Allocazione dinamica della memoria

- I blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata *heap*;

Allocazione dinamica della memoria

- I blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata *heap*;
- La memoria allocata è accessibile attraverso l'uso di *puntatori;*

Allocazione dinamica della memoria

- I blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata *heap*;
- La memoria allocata è accessibile attraverso l'uso di *puntatori;*
- Lo spazio allocato dinamicamente NON viene deallocato all'uscita delle funzioni;

Allocazione dinamica della memoria

- I blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata *heap*;
- La memoria allocata è accessibile attraverso l'uso di *puntatori;*
- Lo spazio allocato dinamicamente NON viene deallocato all'uscita delle funzioni;
- La memoria che non serve più va deallocata in modo da renderla nuovamente disponibile.

Allocazione dinamica della memoria

- I blocchi sono allocati tipicamente in una parte della memoria chiamata *heap*;
- La memoria allocata è accessibile attraverso l'uso di *puntatori;*
- Lo spazio allocato dinamicamente NON viene deallocato all'uscita delle funzioni;
  - La memoria che non serve più va deallocata in modo da renderla nuovamente disponibile.

Come?

Si utilizzano due funzioni della libreria standard (stdlib.h) per allocare (funzione malloc) e deallocare (funzione free) quando necessario.

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

```
void * malloc(size_t size_in_byte)
```

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

- size_in_byte specifica la dimensione in byte del blocco di memoria che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in stdlib.h, generalmente un unsigned int.

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

- size_in_byte specifica la dimensione in byte del blocco di memoria che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in stdlib.h, generalmente un unsigned int.
- la chiamata restituisce un void * (da convertire al tipo desiderato), puntatore alla prima cella della memoria appena allocata. se non è possibile allocare memoria, la chiamata restituisce NULL.

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

- size_in_byte specifica la dimensione in byte del blocco di memoria che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in stdlib.h, generalmente un unsigned int.
- la chiamata restituisce un void * (da convertire al tipo desiderato), puntatore alla prima cella della memoria appena allocata. se non è possibile allocare memoria, la chiamata restituisce NULL.

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
```

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

- size_in_byte specifica la dimensione in byte del blocco di memoria che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in stdlib.h, generalmente un unsigned int.
- la chiamata restituisce un void * (da convertire al tipo desiderato), puntatore alla prima cella della memoria appena allocata. se non è [illegible] la chiamata restituisce NULL.

Conversione dal tipo void * al tipo int *

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
```

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

- size_in_byte specifica la dimensione in byte del blocco di memoria che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in stdlib.h, generalmente un unsigned int.
- la chiamata restituisce un void * (da convertire al tipo desiderato), puntatore alla prima cella della memoria appena allocata. se non è [illegible] L.

Conversione dal tipo al tipo int *

sizeof(int) restituisce il numero di byte occupati da un int

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
```

Allocazione della memoria: malloc

Definita nella libreria stdlib.h che deve quindi essere inclusa.

void * malloc(size_t size_in_byte)

dove

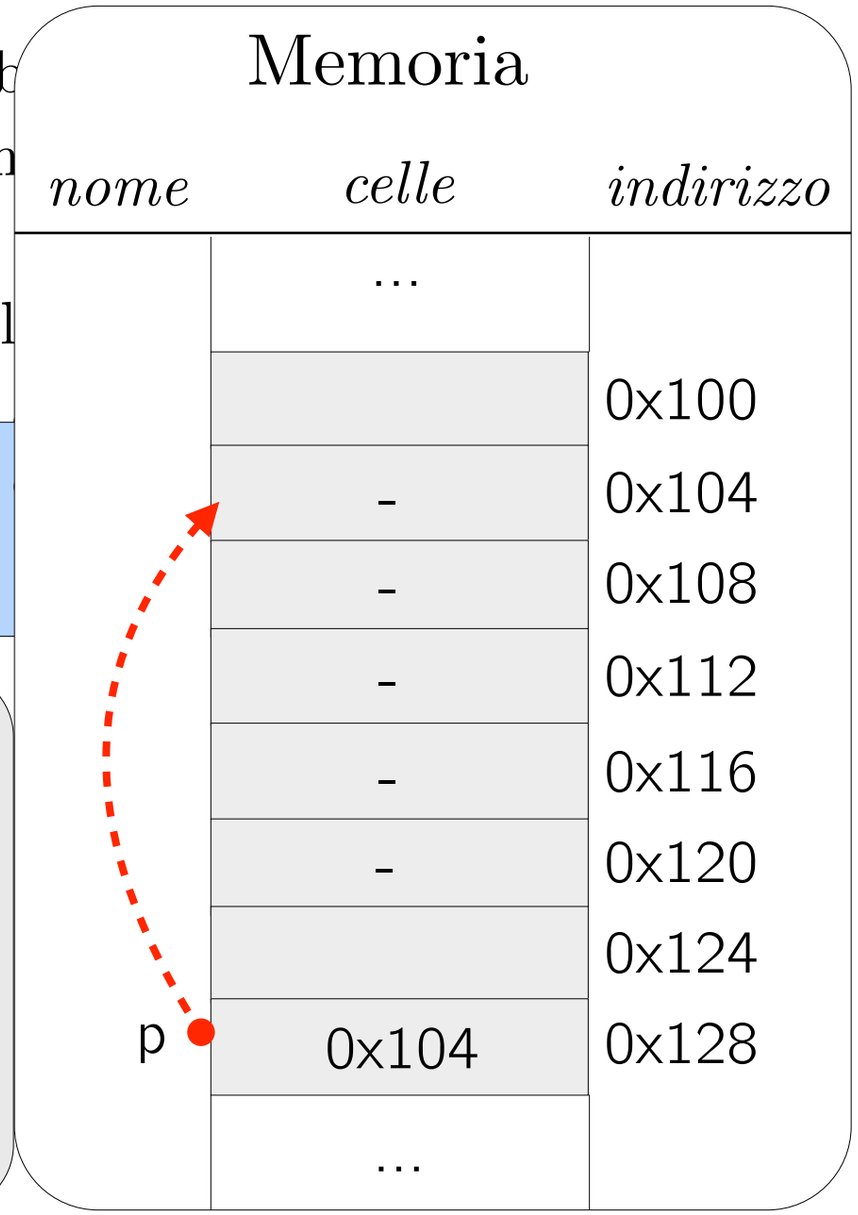
- size_in_byte specifica la dimensione in byte del b
  che vogliamo allocare. size_t è un tipo definito in
  generalmente un unsigned int.
- la chiamata restituisce un void * (da convertire al
  puntatore alla prima cella della memoria appena

Conversione dal tip
al tipo int *

sizeof(int) restituisce il numero
byte occupati da un int

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
```



Allocazione della memoria: malloc

Esempio

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

int main () {
    int i, n, *p;
    scanf("%d", &n);

    p = (int *) malloc(n * sizeof(int));

if(p == NULL) {  // controllo il buon esito della allocazione
    printf("Allocazione fallita\n");
    return 1;
}

for( i = 0; i < n; i++) {
    scanf("%d", p+i);
    }
...
```

Allocazione della memoria: malloc

Esempio

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

int main () {
    int i, n, *p;
    scanf("%d", &n);

    p = (int *) malloc(n * sizeof(int));

if(p == NULL) {  // controllo il buon esito della allocazione
    printf("Allocazione fallita\n");
    return
}

for( i = 0; i < n; i++) {
    scanf("%d", p+i);
    }
...
```

Attenzione: non si può accedere fuori dallo spazio allocato, ad esempio p[n].

Allocazione della memoria: malloc

Esempio

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

int main () {
    int i, n, *p;
    scanf("%d", &n);

    p = (int *) malloc(n * sizeof(int));

    if(p == NULL) {  // controllo il buon esito della allocazione
        printf("Allocazione fallita\n");
        return
}

for( i = 0; i < n; i++) {
    scanf("%d", p+i);
    }
...
```

Attenzione: non si può accedere fuori dallo spazio allocato, ad esempio p[n].

Esistono altre due funzioni, calloc e realloc, per allocare memoria. man calloc; man realloc per info

Deallocazione della memoria: free

Quando un blocco di memoria non serve più è importante deallocarlo e renderlo nuovamente disponibile utilizzando la funzione

Deallocazione della memoria: free

Quando un blocco di memoria non serve più è importante deallocarlo e renderlo nuovamente disponibile utilizzando la funzione

```
void free(void * p)
```

dove p è l'indirizzo di memoria restituito dalla malloc.

Deallocazione della memoria: free

Quando un blocco di memoria non serve più è importante deallocarlo e renderlo nuovamente disponibile utilizzando la funzione

```
void free(void * p)
```

dove p è l'indirizzo di memoria restituito dalla malloc.

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));
free(p);

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));
free(s);

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
free(f);
```

Deallocazione della memoria: free

Quando un blocco di memoria non serve più è importante deallocarlo e renderlo nuovamente disponibile utilizzando la funzione

```
void free(void * p)
```

dove p è l'indirizzo di memoria restituito dalla malloc.

Esempio

```
int *p = (int *) malloc( 5 * sizeof(int));
free(p);

char *s = (char *) malloc( 5 * sizeof(char));
free(s);

float *f = (float *) malloc( 5 * sizeof(float));
free(f);
```

La memoria è sempre deallocata al termine del programma.

Esercizio 1

FindVal

Esercizio

Scrivere una funzione

```
int* FindVal(int a[], int len, int val)
```

che, dato un array *a* e la sua lunghezza *len*, cerchi il valore *val* all'interno di *a* e restituisca un puntatore alla cella che lo contiene, o la costante predefinita `NULL` se *val* non è contenuto in *a*.

Scrivere poi un programma che legga da input un array di 10 interi e un intero val e stampi `trovato` se l'intero val si trova nell'array, `non trovato` altrimenti.

L'input è formato da dieci righe contenenti gli elementi dell'array, seguite dall'intero val da cercare.
L'unica riga dell'output contiene la stringa

```
trovato
```

se l'intero val si trova nell'array,

```
non trovato
```

altrimenti.

Esercizio 2

Contatore

Esercizio

Scrivere una programma che data una sequenza di interi tenga traccia delle frequenze degli interi compresi tra 0 e 9 (estremi inclusi). La sequenza termina quando viene letto il valore -1. Il programma deve stampare in output le frequenze dei valori compresi tra 0 e 9.

Le frequenze saranno mantenute in un array di contatori di lunghezza 10 che sarà inizializzato a 0.

Implementare queste due funzioni:

- `void reset(int array[], int len)`: inizializza l'array dei contatori a 0;
- `void add(int array[], int len, int val)`: incrementa il contatore `array[val]` se `val` è tra 0 e `len`-1.

L'input è formato da una sequenza di interi terminata dall'intero -1.
L'output è costituito dalle frequenze (una per riga) degli interi tra 0 e 10 nella sequenza letta in input.

Esercizio 3

My strlen

Esercizio

Scrivere una funzione

```
int my_strlen(char *s)
```

che restituisce il numero di caratteri della stringa *s*.

Scrivere un programma che provi questa funzione leggendo una stringa da tastiera. Si può assumere che la stringa in input contenga non più di 1000 caratteri.

L'input è costituito da una stringa di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri.
L'unica riga dell'output contiene la lunghezza della stringa.

Esempio

Input	Output
`ciao!`	`5`

Esercizio 4 Anagramma

Esercizio

Scrivere la funzione

`int anagramma(unsigned char *s1, unsigned char *s2)`

che restituisca 1 se le stringhe puntate da $s1$ e $s2$ sono una l'anagramma dell'altro e 0 altrimenti.
Esempio: `anagramma(''pizza'', ''pazzi'') == 1`

Strivere quindi un programma che legga da input due stringhe $s1$ e $s2$ e utilizzi questa funzione per stabilire se una è l'anagramma dell'altra. Nota: utilizzare il tipo `unsigned char *` per le stringhe.

Hint. Data una stringa S, costruire un array $aS[256]$ tale che $aS[i]$ memorizzi il numero di occorrenze del carattere i in S. Come sono gli array aS e aZ di due stringhe S e Z che sono una l'anagramma dell'altra?

L'input è formato da due stringhe $s1$ e $s2$.
L'output è 1 se $s1$ è l'anagramma di $s2$, 0 altrimenti.

Esempi

Input	Output
`aeiou` `uoaei`	`1`

Esercizio 5

My strcat 1

Esercizio

Allocare solo lo spazio necessario!

Implementare la funzione

```
char* my_strcat1(char *s1, char *s2)
```

che restituisce un puntatore alla *nuova* stringa ottenuta concatenando le stringhe puntate da s1 e s2.

Scrivere un programma che legga due stringhe da tastiera e stampi la stringa ottenuta concatenandole. Si può assumere che le stringhe in input contengano non più di 1000 caratteri.

Notare che il comportamento di `my_strcat1()` è diverso da quello della funzione `strcat()` presente nella libreria **string**.

L'input è formato da due stringhe di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri.
L'unica riga dell'output contiene la stringa ottenuta concatenando nell'ordine le due stringhe inserite.

Esercizio 6

My strcat 2

Esercizio

Modificare il codice del precedente esercizio “My Strcat 1” che restituisce una nuova stringa ottenuta concatenando due stringhe passate input.
Questa volta il programma prende in input:

- la lunghezza della prima stringa (e alloca esattamente quanto necessario, ricordarsi il terminatore);
- la prima stringa;
- la lunghezza della seconda stringa;
- la seconda stringa.

L’input è formato, nell’ordine, da: la lunghezza della prima stringa, la prima stringa, la lunghezza della seconda stringa, la seconda stringa.
L’unica riga dell’output contiene la stringa ottenuta concatenando nell’ordine le due stringhe inserite.

Esercizio 7

My strcat

Esercizio

Implementare la funzione

```
char* my_strcat(char *s1, char *s2)
```

che aggiunge la stringa $s2$ al termine di $s1$, sovrascrivendo il terminatore `'\0'` al termine di $s1$ ed aggiungendolo al termine della nuova stringa presente in $s1$ dopo la concatenazione. La funzione restituisce un puntatore ad $s1$.

Si noti che, a differenza dei due esercizi precedenti ("My strcat 1" e "My strcat 2"), in questo caso nessuna nuova stringa viene creata. La funzione assume che in $s1$ vi sia spazio sufficiente per contenere $s2$ (è compito del chiamante assicurarsi che ciò sia vero). Tale comportamento di `my_strcat()` è uguale a quello della funzione `strcat()` presente nella libreria **string**.

Scrivere poi un programma che legga due stringhe da tastiera e stampi la stringa ottenuta concatenandole tramite `my_strcat()`. Si può assumere che le stringhe in input contengano non più di 1000 caratteri.

L'input è formato da due stringhe di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri.
L'unica riga dell'output contiene la stringa ottenuta concatenando nell'ordine le due stringhe inserite.

Esercizio 8

My strcmp

Esercizio

Scrivere una funzione

`int my_strcmp(char* s1, char* s2)`

che confronti lessicograficamente $s1$ e $s2$. Il valore restituito è: < 0 se $s1 < s2$; 0 se $s1 == s2$; > 0 se $s1 > s2$.
Si noti che il comportamento di `my_strcmp()` è uguale a quello della funzione `strcmp()` presente nella libreria **string**.

Scrivere poi un programma che legga due stringhe da tastiera e stampi `-1`, `0` o `+1` se la prima stringa è rispettivamente minore, uguale o maggiore della seconda. Si può assumere che le stringhe in input contengano non più di 1000 caratteri.

L'input è formato da due stringhe di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri.
L'unica riga dell'output contiene `-1`, `0` o `+1` se la prima stringa è rispettivamente minore, uguale o maggiore della seconda.

Esercizio 9

My strcpy

Esercizio

Scrivere una funzione

`char* my_strcpy(char* dest, char* src)`

che copi *src* in *dest* (incluso il terminatore `'\0'`) e restituisca un puntatore a *dest*. La funzione assume che in *dest* vi sia spazio sufficiente per contenere *src* (è compito del chiamante assicurarsi che ciò sia vero).
Si noti che il comportamento di `my_strcpy()` è uguale a quello della funzione `strcpy()` presente nella libreria **`string`**.

Scrivere poi un programma che: legga una stringa da tastiera (di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri); allochi spazio sufficiente per una seconda stringa destinata a contenere la prima; copi la prima stringa nella seconda; stampi la seconda stringa.

L'input è formato da una sola riga contenente una stringa di lunghezza non maggiore di 1000 caratteri.
L'unica riga dell'output contiene la stampa della seconda stringa.

Esercizio 10 Moltiplicazione di stringhe

Esercizio

Si scriva una funzione

`char* product(char *str, int k)`

che data una stringa *str* e un intero *k* restituisca una stringa ottenuta concatenando *k* volte la stringa *str*.

Si scriva un programma che legga in input:

- una stringa (assumendo che la stringa sia non più lunga di 1000 caratteri);
- un intero, che indica quante volte ripetere la stringa.

e infine stampi l'output di `product()`.

L'input è costituito, nell'ordine, da: una stringa di lunghezza non superiore a 1000 caratteri; un intero k che indica quante volte ripetere la stringa inserita.
L'unica riga dell'output è formata da una stringa contenente k concatenazioni della stringa data in input.