



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Programmazione Sistemi Multicore

Ripasso del linguaggio di programmazione C

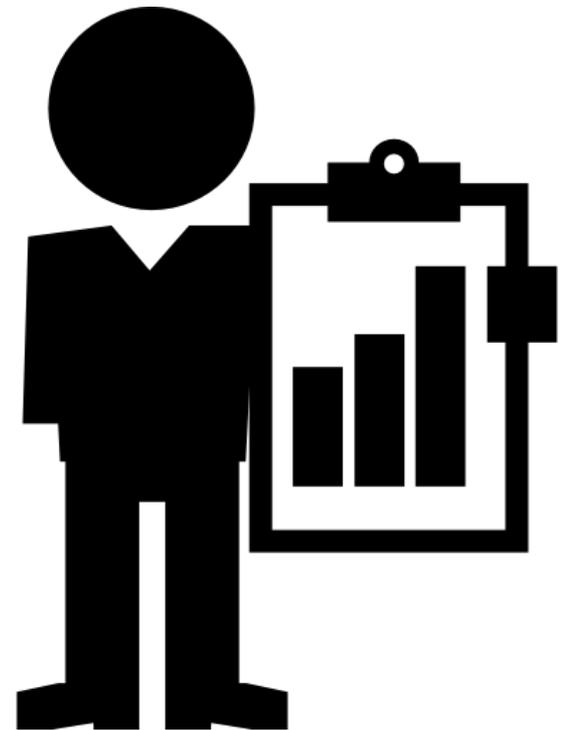
Christian Cardia & Gabriele Saturni

cardia@di.uniroma1.it – saturni@di.uniroma1.it

Dip. Informatica, st. 317 – via Salaria 113, Roma

Argomenti trattati

- **Allocazione Dinamica**
- **Struct**
- **Typedef**
- **Union**
- **Liste**



Allocazione dinamica



Come è organizzata la memoria in C:

STACK

Parte statica della memoria.
Utilizzata per l'esecuzione delle funzioni.

HEAP

Parte dinamica della memoria.
La dimensione degli elementi può variare durante l'esecuzione



Allocazione dinamica

- Il C supporta l'allocazione dinamica della memoria attraverso l'uso delle funzioni definite nella libreria *stdlib.h*
- Le principali funzioni sono:

void* malloc(int size)	riserva un buffer di <u>size</u> bytes e ne ritorna l'indirizzo
void* realloc(void* ptr, int size)	realloca la memoria puntata da ptr alla dimensione size bytes, o realloca la memoria
void* calloc(int numElements, int size)	riserva un buffer di (<u>size</u> x <u>numElements</u>) bytes, gli assegna una valore di default e ne ritorna l'indirizzo
void free(void* ptr)	libera la memoria (riservata da malloc o realloc) puntata dal puntatore ptr

Allocazione dinamica

sizeof



- Per determinare la quantità di bytes necessaria da allocare si utilizza l'operatore ***sizeof***
 - *sizeof(<tipo>)* → ritorna il numero di bytes di *tipo*

- Esempio:

sizeof(char) → ritorna 1;

sizeof(int) → ritorna 4

oppure

int a;

sizeof(a) → ritorna 4

Quanto spazio occorre per memorizzare 5 interi?

sizeof(int) x 5

Allocazione dinamica – Esempio 1



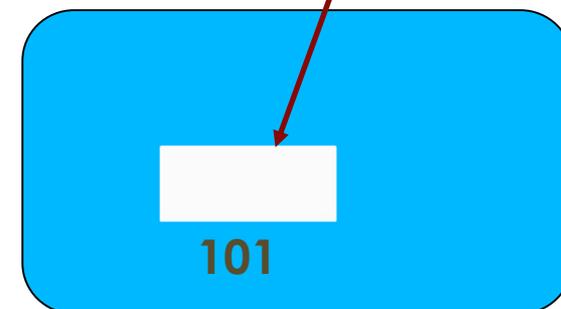
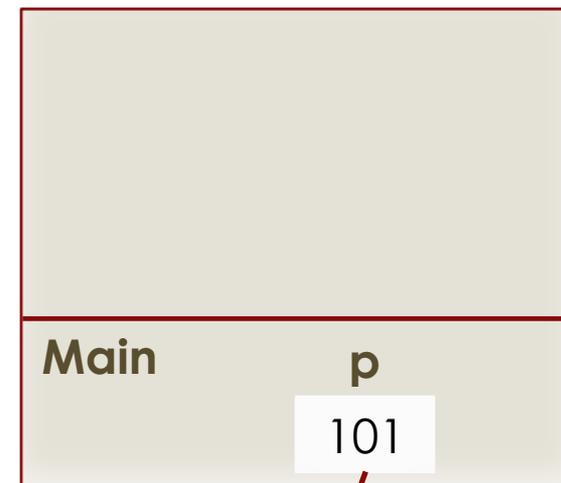
```
1  #include <stdio.h>
2  #include<stdlib.h>
3
4  void funzionel(int *ptr);
5
6  ▼ int main(){
7
8      int *p = malloc(sizeof(int));
9  ▼  if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzionel(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 ▼ void funzionel(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

Allocazione dinamica – Esempio 1



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int *ptr);
5
6 int main(){
7     int *p = malloc(sizeof(int));
8     if(p == NULL){
9         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
10        return 0;
11    }
12
13    *p = 30;
14
15    printf("1 - p= %d \n",*p);
16
17    funzione1(p);
18
19    printf("2 - p= %d \n",*p);
20
21    return 0;
22 }
23
24
25 void funzione1(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

STACK



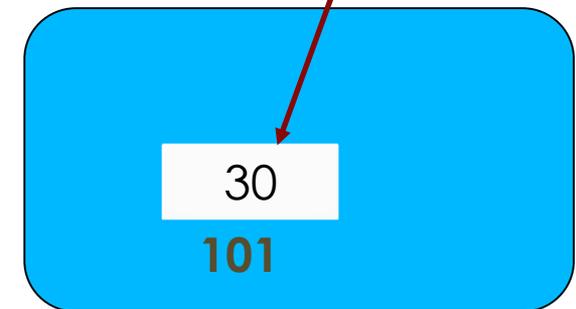
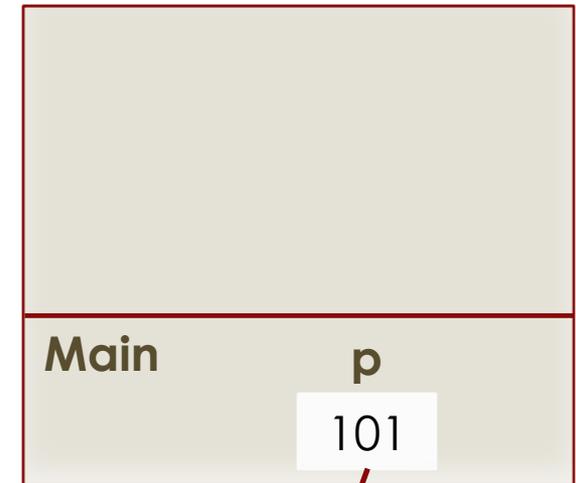
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 1



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int *ptr);
5
6 int main(){
7
8     int *p = malloc(sizeof(int));
9     if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzione1(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 void funzione1(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

STACK



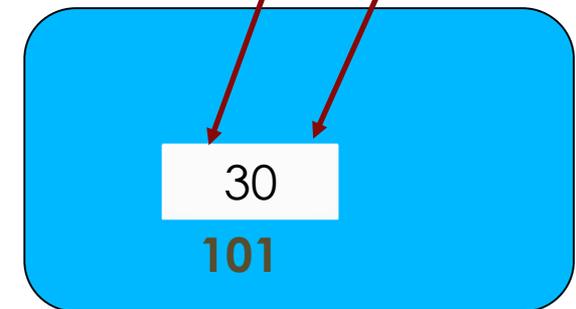
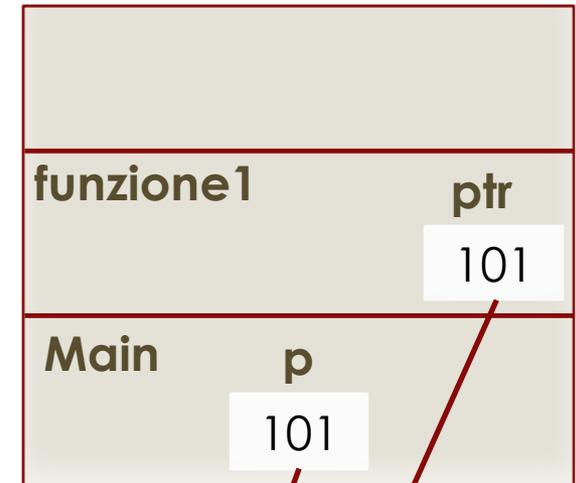
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 1



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int *ptr);
5
6 int main(){
7
8     int *p = malloc(sizeof(int));
9     if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzione1(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 void funzione1(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

STACK



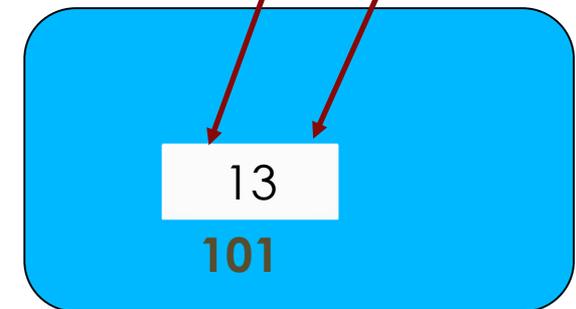
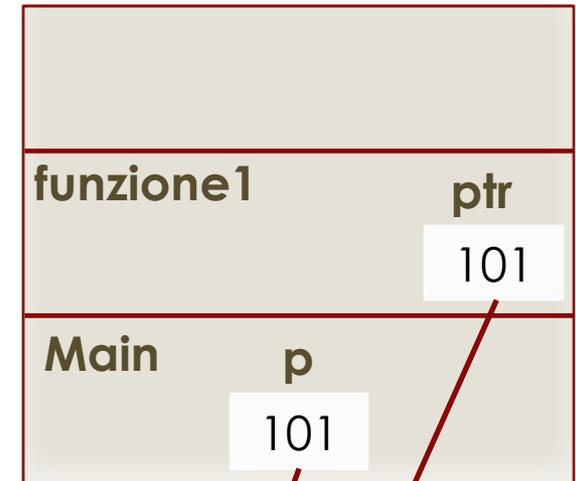
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 1



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int *ptr);
5
6 int main(){
7
8     int *p = malloc(sizeof(int));
9     if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzione1(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 void funzione1(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

STACK



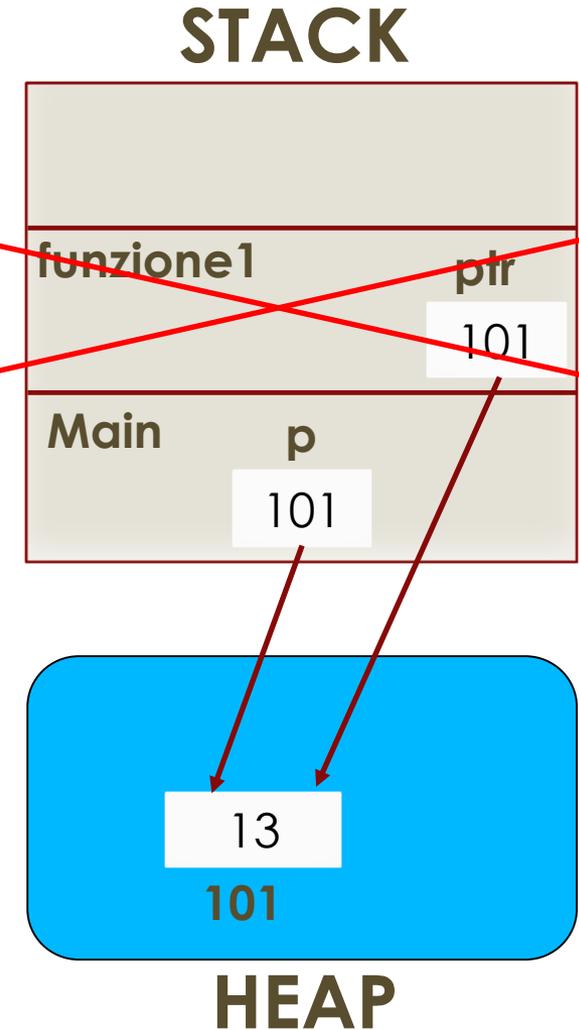
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 1



```
1 #include <stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3
4 void funzione1(int *ptr);
5
6 ▼ int main(){
7
8     int *p = malloc(sizeof(int));
9     ▼ if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzione1(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 ▼ void funzione1(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

N.B. Termina
funzione 1. Il
controllo ritorna
alla funzione *main*



Allocazione dinamica – Esempio 1

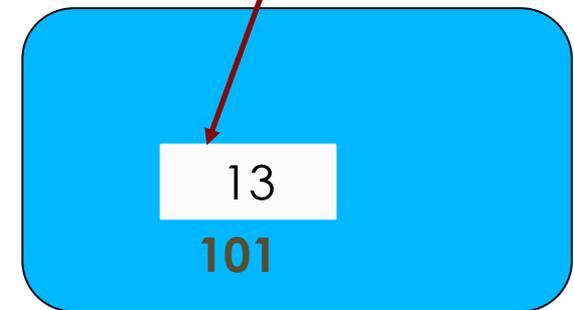


```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzionel(int *ptr);
5
6 int main(){
7
8     int *p = malloc(sizeof(int));
9     if(p == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
11         return 0;
12     }
13
14     *p = 30;
15
16     printf("1 - p= %d \n",*p);
17
18     funzionel(p);
19
20     printf("2 - p= %d \n",*p);
21
22     return 0;
23 }
24
25 void funzionel(int *ptr){
26     *ptr = 13;
27 }
```

Cosa stampa?



STACK



HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



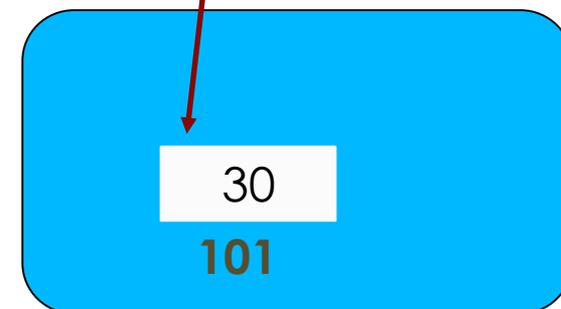
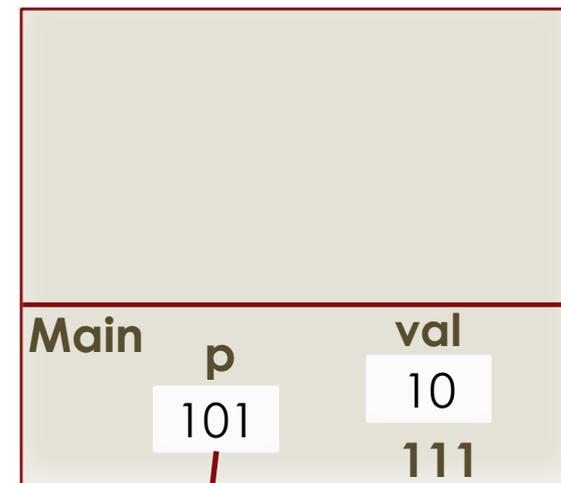
```
1  #include <stdio.h>
2  #include<stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  ▼ int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     ▼ if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 ▼ void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 ▼ void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



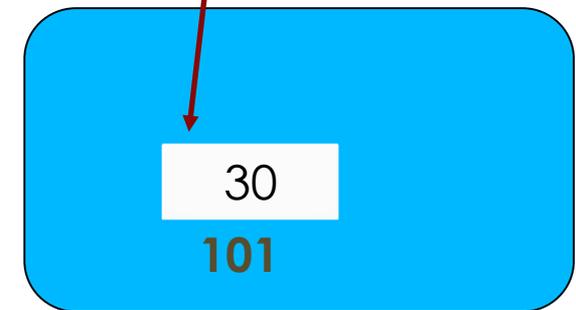
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include<stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



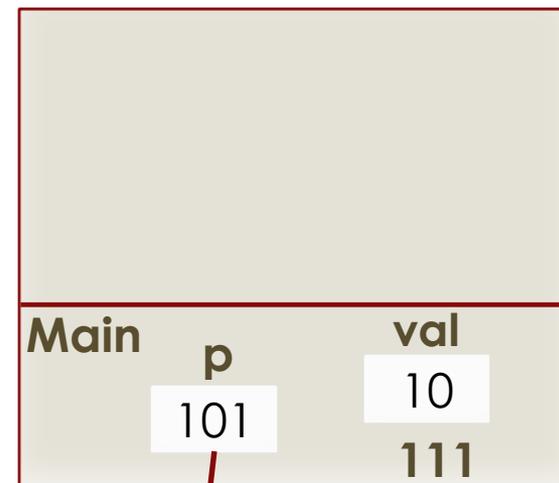
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2

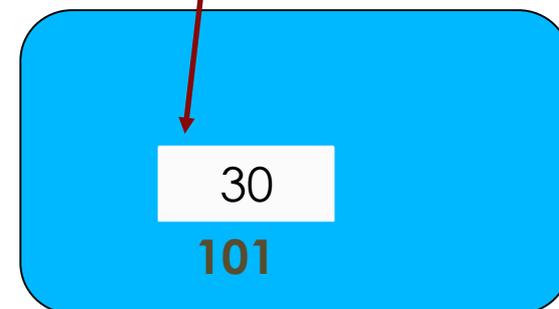


```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int a);
5 void funzione2(int *p);
6
7 int main(){
8
9     int val = 10;
10    int *p = malloc(sizeof(int));
11    if(p == NULL){
12        printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13        return 0;
14    }
15    *p = 30;
16
17    printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18    funzione1(val);
19    printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20    funzione2(&val);
21    printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22    funzione2(p);
23    printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25    return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



Cosa stampa?



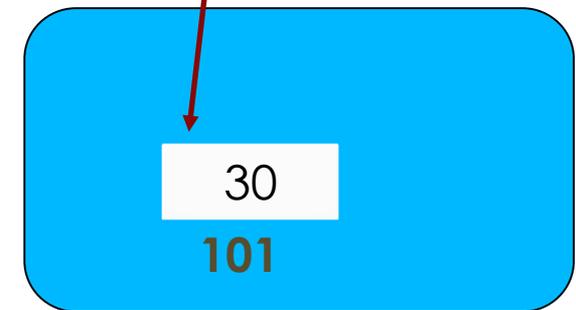
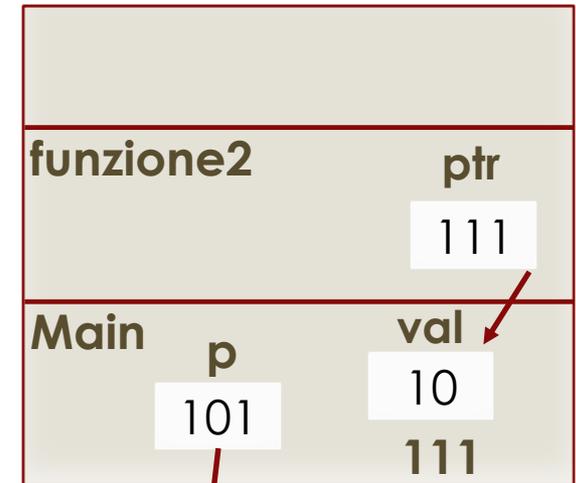
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n", val, *p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n", val, *p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n", val, *p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n", val, *p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



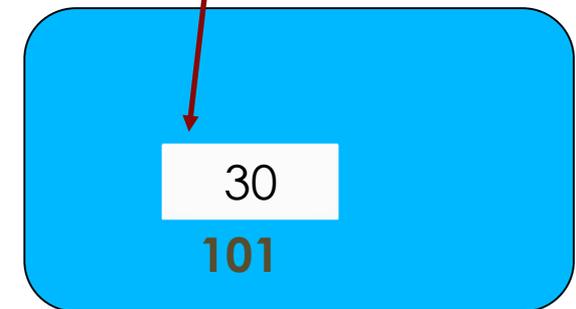
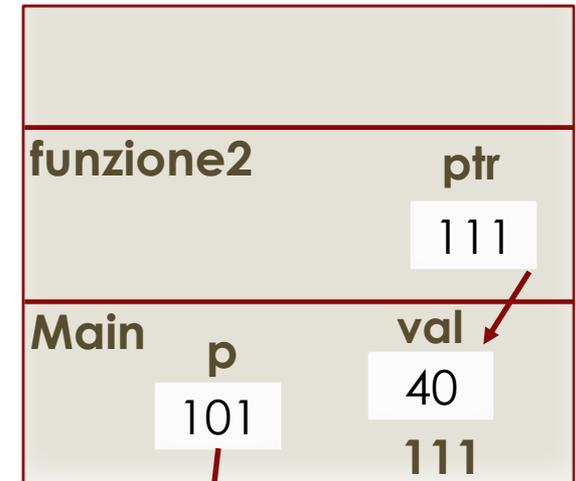
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



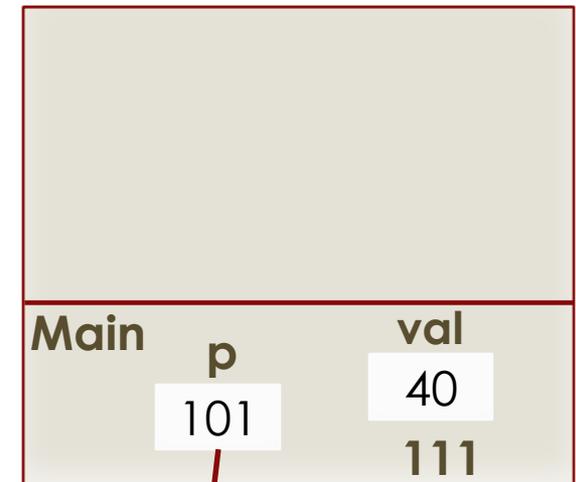
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2

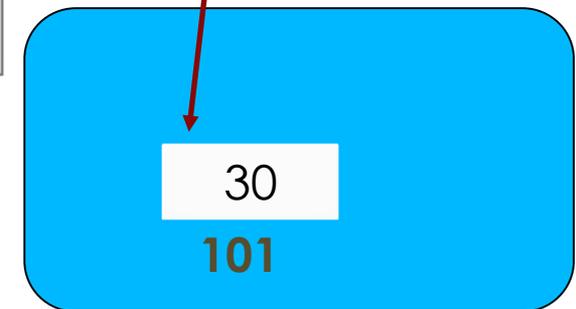


```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 void funzione1(int a);
5 void funzione2(int *p);
6
7 int main(){
8
9     int val = 10;
10    int *p = malloc(sizeof(int));
11    if(p == NULL){
12        printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13        return 0;
14    }
15    *p = 30;
16
17    printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18    funzione1(val);
19    printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20    funzione2(&val);
21    printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22    funzione2(p);
23    printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25    return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



Cosa stampa?



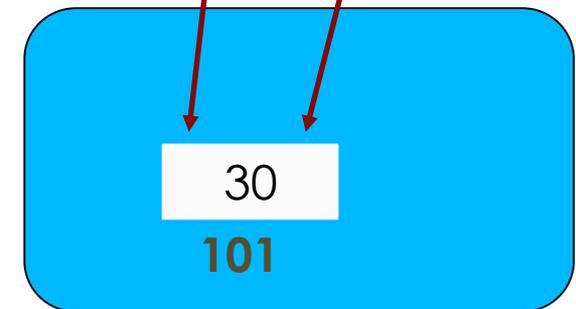
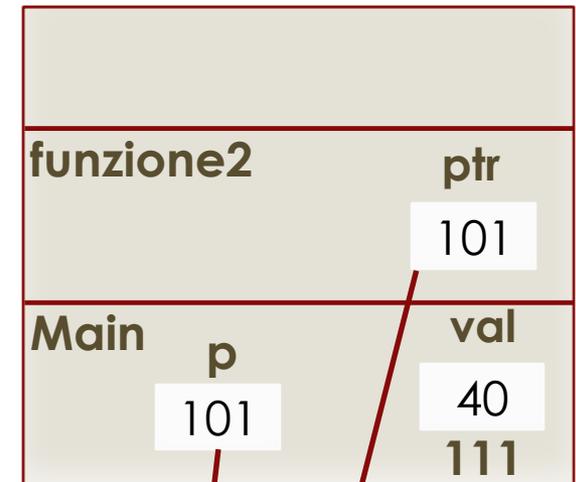
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



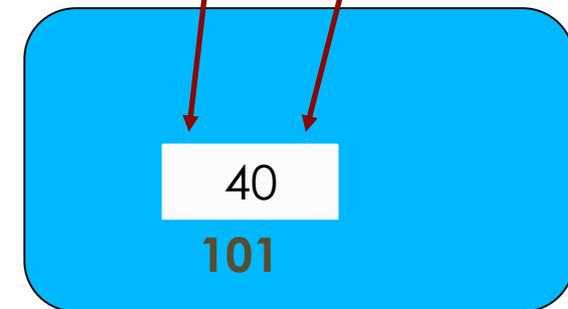
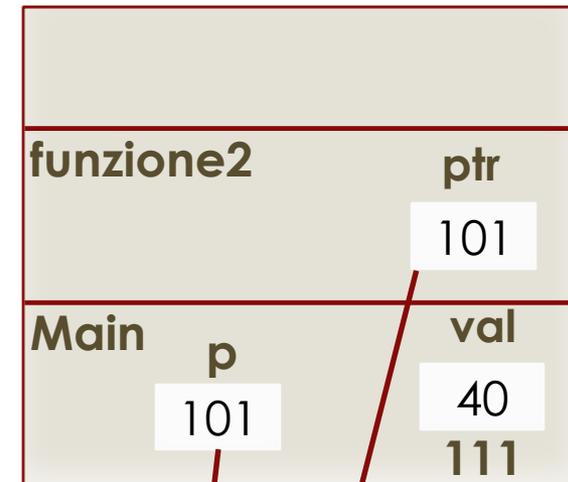
HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```

STACK



HEAP

Allocazione dinamica – Esempio 2

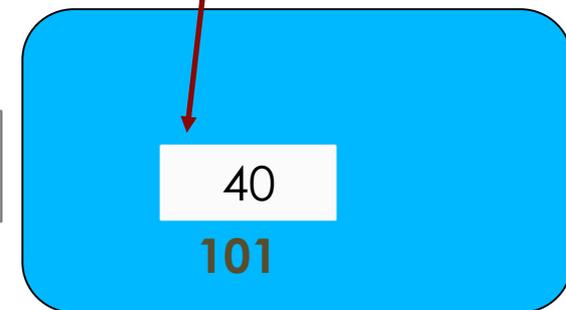
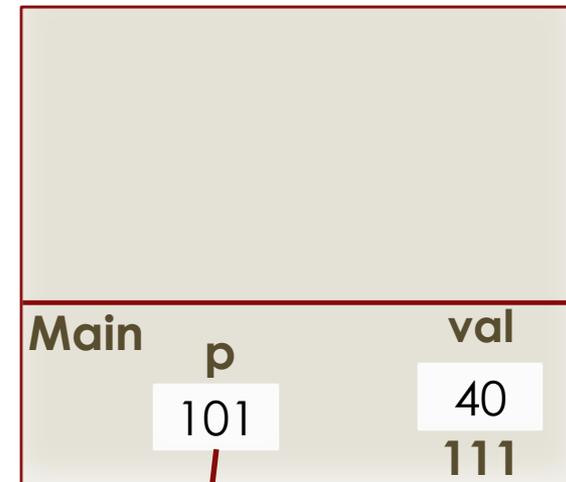


```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  void funzione1(int a);
5  void funzione2(int *p);
6
7  int main(){
8
9      int val = 10;
10     int *p = malloc(sizeof(int));
11     if(p == NULL){
12         printf("Non è possibile allocare spazio! \n");
13         return 0;
14     }
15     *p = 30;
16
17     printf("1 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
18     funzione1(val);
19     printf("2 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
20     funzione2(&val);
21     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
22     funzione2(p);
23     printf("3 - val= %d , p= %d \n",val,*p);
24
25     return 0;
26 }
27
28 void funzione1(int a){
29     a = 20;
30 }
31
32 void funzione2(int *ptr){
33     *ptr = 40;
34 }
```



Cosa stampa?

STACK



HEAP

Allocazione dinamica di più blocchi – Esempio 3

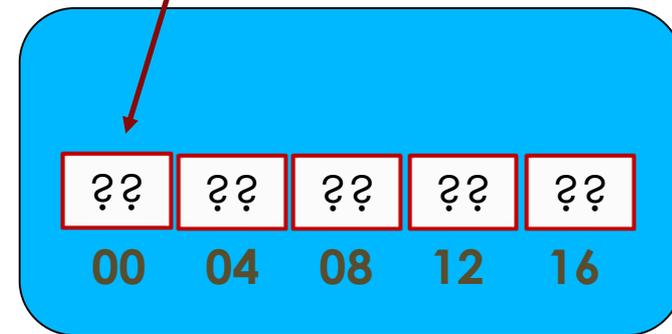
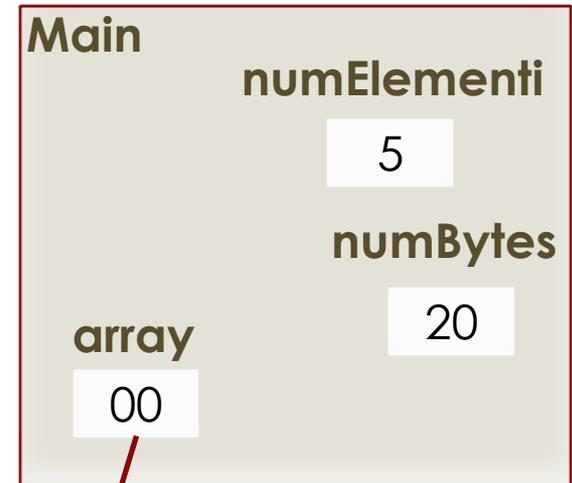


```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  ▼ int main(){
5
6      int numElementi = 5;
7      int *array;
8      array = (int *) malloc(sizeof(int) * numElementi);
9  ▼  if(array == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare la memoria! \n");
11         exit(1);
12     }
13     int numBytes = sizeof(int) * numElementi;
14     printf("\nBytes allocati: %d \n",numBytes);
15
16     int i=0;
17  ▼  for(i=0; i<numElementi; i++){
18         array[i] = i;
19     }
20
21     printf("1 - Elementi(utilizzando l'array)--> \n");
22
23  ▼  for(i=0; i<numElementi; i++){
24         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
25     }
26
27     printf("\n2 - Elementi(scorrendo un puntatore)--> \n");
28     int *p = array;
29  ▼  for(i=0; i<numElementi; i++){
30         printf("array[%d]: %d \n",i,*p);
31         p++;
32     }
33
34     free(array);
35     printf("Memoria liberata! \n");
36
37     return 0;
38 }
```



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main(){
5
6      int numElementi = 5;
7      int *array;
8      array = (int *) malloc(sizeof(int) * numElementi);
9      if(array == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare la memoria! \n");
11         exit(1);
12     }
13     int numBytes = sizeof(int) * numElementi;
14     printf("\nBytes allocati: %d \n",numBytes);
15
16     int i=0;
17     for(i=0; i<numElementi; i++){
18         array[i] = i;
19     }
20
21     printf("1 - Elementi(utilizzando l'array)--> \n");
22
23     for(i=0; i<numElementi; i++){
24         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
25     }
26
27     printf("\n2 - Elementi(scorrendo un puntatore)--> \n");
28     int *p = array;
29     for(i=0; i<numElementi; i++){
30         printf("array[%d]: %d \n",i,*p);
31         p++;
32     }
33
34     free(array);
35     printf("Memoria liberata! \n");
36
37     return 0;
38 }
```

STACK

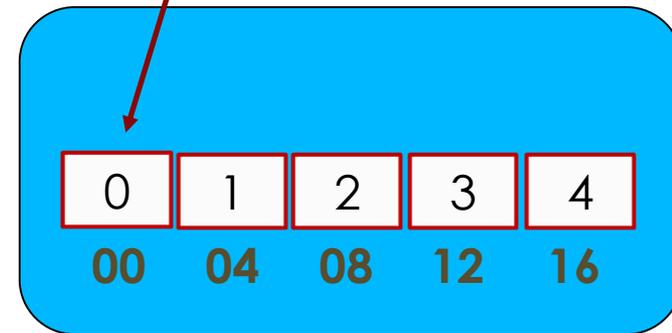
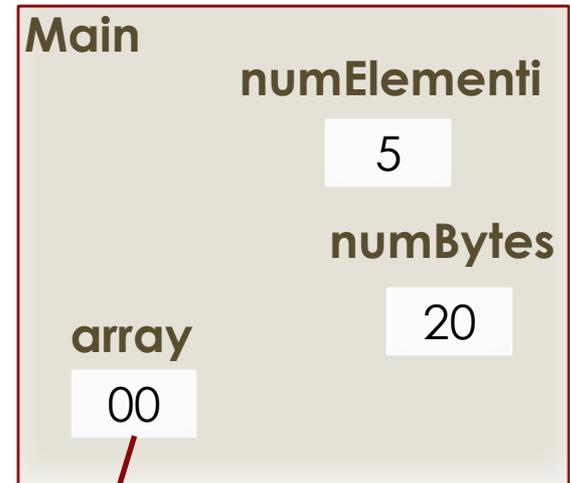


HEAP



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main(){
5
6      int numElementi = 5;
7      int *array;
8      array = (int *) malloc(sizeof(int) * numElementi);
9      if(array == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare la memoria! \n");
11         exit(1);
12     }
13     int numBytes = sizeof(int) * numElementi;
14     printf("\nBytes allocati: %d \n",numBytes);
15
16     int i=0;
17     for(i=0; i<numElementi; i++){
18         array[i] = i;
19     }
20
21     printf("1 - Elementi(utilizzando l'array)--> \n");
22
23     for(i=0; i<numElementi; i++){
24         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
25     }
26
27     printf("\n2 - Elementi(scorrendo un puntatore)--> \n");
28     int *p = array;
29     for(i=0; i<numElementi; i++){
30         printf("array[%d]: %d \n",i,*p);
31         p++;
32     }
33
34     free(array);
35     printf("Memoria liberata! \n");
36
37     return 0;
38 }
```

STACK

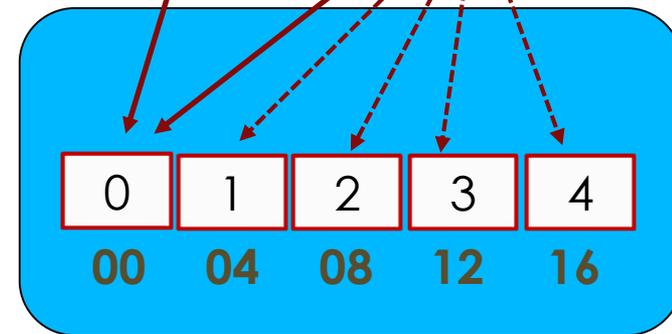
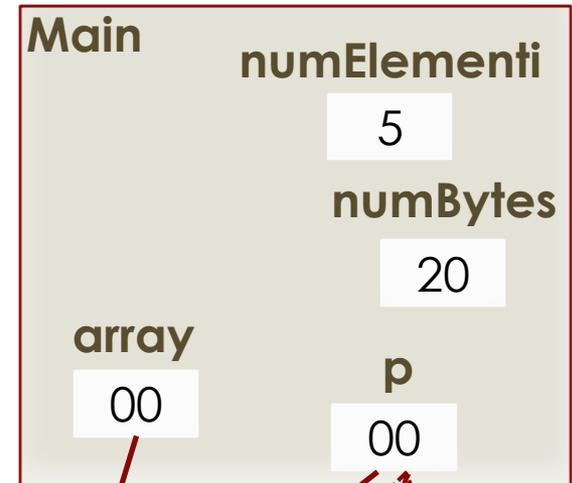


HEAP



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int main(){
5
6     int numElementi = 5;
7     int *array;
8     array = (int *) malloc(sizeof(int) * numElementi);
9     if(array == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare la memoria! \n");
11         exit(1);
12     }
13     int numBytes = sizeof(int) * numElementi;
14     printf("\nBytes allocati: %d \n",numBytes);
15
16     int i=0;
17     for(i=0; i<numElementi; i++){
18         array[i] = i;
19     }
20
21     printf("1 - Elementi(utilizzando l'array)--> \n");
22
23     for(i=0; i<numElementi; i++){
24         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
25     }
26
27     printf("\n2 - Elementi(scorrendo un puntatore)--> \n");
28     int *p = array;
29     for(i=0; i<numElementi; i++){
30         printf("array[%d]: %d \n",i,*p);
31         p++;
32     }
33
34     free(array);
35     printf("Memoria liberata! \n");
36
37     return 0;
38 }
```

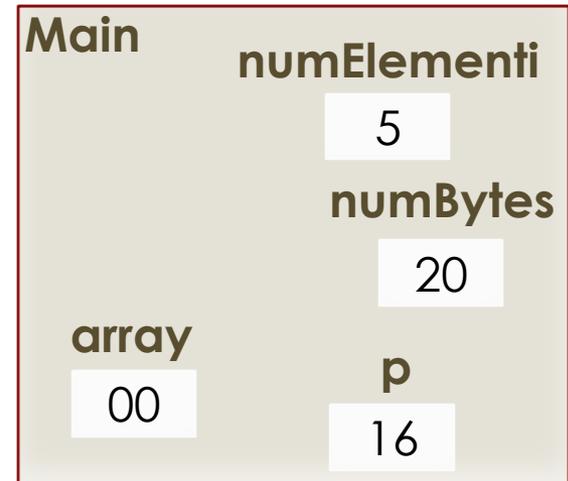
STACK



HEAP



STACK



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main(){
5
6      int numElementi = 5;
7      int *array;
8      array = (int *) malloc(sizeof(int) * numElementi);
9      if(array == NULL){
10         printf("Non è possibile allocare la memoria! \n");
11         exit(1);
12     }
13     int numBytes = sizeof(int) * numElementi;
14     printf("\nBytes allocati: %d \n",numBytes);
15
16     int i=0;
17     for(i=0; i<numElementi; i++){
18         array[i] = i;
19     }
20
21     printf("1 - Elementi(utilizzando l'array)--> \n");
22
23     for(i=0; i<numElementi; i++){
24         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
25     }
26
27     printf("\n2 - Elementi(scorrendo un puntatore)--> \n");
28     int *p = array;
29     for(i=0; i<numElementi; i++){
30         printf("array[%d]: %d \n",i,*p);
31         p++;
32     }
33
34     free(array);
35     printf("Memoria liberata! \n");
36
37     return 0;
38 }
```



HEAP

La funzione *realloc*



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int main(){
5
6     int *array;
7     int numElementi = 0;
8
9     while(1){
10         int input = 0;
11         printf("Inserire un numero intero (0 per terminare): \n");
12         scanf("%d",&input);
13         if (input==0){
14             break;
15         }
16         numElementi++;
17         array = realloc(array,(sizeof(int)*numElementi) );
18         if(array==NULL){
19             printf("ATTENZIONE: non è possibile allocare altra memoria! \n");
20             exit(1);
21         }
22         array[numElementi-1] = input;
23     }
24
25     printf("Ora stampiamo gli elementi inseriti--> \n");
26     int i=0;
27     for(i=0;i<numElementi;i++){
28         printf("array[%d]: %d \n",i,array[i]);
29     }
30
31     free(array);
32     printf("Memoria liberata! FINE PROGRAMMA\n");
33
34     return 0;
35 }
```



Esercizio 1

- Si scriva un programma che legge in input una serie di numeri interi (finché l'utente non inserisce l'intero 0) che vengono inseriti in un array in modo dinamico
- Il programma deve poi stampare la somma di tutti gli interi

Esercizio 1 - Soluzione



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  ▼ int main(){
5
6     int *array;
7     int numElementi=0;
8
9     ▼ while(1){
10        printf("Inserire un intero (0 per continuare): \n");
11        int a=0;
12        scanf("%d",&a);
13        ▼ if(a==0){
14            break;
15        }
16        array = realloc(array, (numElementi+1)*(sizeof(int)) );
17        ▼ if(array==NULL){
18            exit(1);
19        }
20        numElementi++;
21        array[numElementi-1] = a;
22        printf("\n");
23    }
24
25    int i;
26    int somma = 0;
27    ▼ for(i=0;i<numElementi;i++){
28        somma += array[i];
29    }
30
31    printf("La somma è: %d \n",somma);
32
33    free(array);
34    printf("Memoria liberata. FINE PROGRAMMA\n");
35
36    return 0;
37 }
```



Esercizio 2

- Si scriva un programma che legge in input una serie di numeri interi (finché l'utente non inserisce l'intero 0) che vengono inseriti in un array in modo dinamico
- Il programma deve poi stampare il minore e il maggiore

Esercizio 2 - Soluzione



```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  int main(){
5      int *array;
6      int numElementi=0;
7      while(1){
8          printf("Inserire un intero (0 per continuare): \n");
9          int a=0;
10         scanf("%d",&a);
11         if(a==0){
12             if(numElementi==0){
13                 printf("Non è stato inserito nessun elemento!\n");
14                 return 0;
15             }
16             break;
17         }
18         array = realloc(array, (numElementi+1)*(sizeof(int)) );
19         if(array==NULL){
20             printf("Non è possibile allocare spazio!\n");
21             exit(1);
22         }
23         numElementi++;
24         array[numElementi-1] = a;
25         printf("\n");
26     }
27     int i;
28     int minimo = array[0];
29     int massimo = array[0];
30     for(i=0;i<numElementi;i++){
31         if(array[i]<minimo)
32             minimo = array[i];
33         if(array[i]>massimo)
34             massimo = array[i];
35     }
36     printf("Il minimo è: %d, il massimo è: %d \n",minimo,massimo);
37
38     free(array);
39     printf("Memoria liberata. FINE PROGRAMMA\n");
40
41     return 0;
42 }
```

Tipi di dati strutturati

struct



- Permette di creare tipi di dati strutturati
- L'obiettivo è quello di creare una struttura che contiene più variabili di differente tipo
- Per definirla è opportuno utilizzare la parola chiave **struct** seguita dal nome che identifica la struttura stessa (il nome che la identifica è opzionale)



Struct - dichiarazione

```
struct <nome_tipo> {  
  <tipo_campo_1> <nome_campo_1>;  
  <tipo_campo_2> <nome_campo_2>;  
  ....  
  ....  
  <tipo_campo_n> <nome_campo_n>;  
} <nome_var_1>, ..., <nome_var_2>;
```

- Viene definito un nuovo tipo

struct <nome_tipo>
contenente le
variabili definite al
suo interno.



Dichiarazione, inizializzazione e accesso ai campi

- Dichiarazione di un'istanza di tipo *nome_tipo*

`struct <nome_tipo> <nome_variabile>;`

- Accesso agli elementi
- (utilizzare operatore ".")

`<nome_variabile>.<nome_campo>`

- Dichiarazione e inizializzazione (come per gli array)

`struct <nome_tipo> <nome_variabile> = {<valore_campo_1>, ..., <valore_campo_n> };`



struct – un esempio

```
3 struct Articolo {
4     int codice;
5     float prezzo;
6 };
7
8 int main(){
9     //dichiarazione e inizializzazione
10    struct Articolo art1 = { 467, 12.5};
11
12    //dichiarazione
13    struct Articolo art2;
14    //accesso ai campi in scrittura
15    art2.codice = 189;
16    art2.prezzo = 34.99;
17
18    //accesso ai campi in lettura
19    printf("art1 - codice: %d, prezzo: %0.2f \n", art1.codice, art1.prezzo);
20    printf("art2 - codice: %d, prezzo: %0.2f \n", art2.codice, art2.prezzo);
```

Struct e puntatori

- È possibile dichiarare un puntatore ad una *struct*:

```
struct <nome_tipo> *<nome_puntatore>;
```

- Assegnare al puntatore una struttura creata:

```
<nome_puntatore> = &<nome_variabile>;
```

- Indirizzo in memoria della struttura <nome_variabile>

```
<nome_puntatore> -> <nome_variabile>
```

- Operatore per accedere ai campi del puntatore



Esempio 1/2

```
3 struct Articolo {
4     int codice;
5     float prezzo;
6 };
7 int main(){
8     struct Articolo art = { 1234, 12.99 };
9     printf("codice:%d,prezzo:%0.2f \n"
10    ,art.codice,art.prezzo);
11
12     struct Articolo *p;
13     p = &art;
14     p->codice = 567;
15     p->prezzo = 3.99;
16
17     printf("codice:%d,prezzo:%0.2f \n"
18    ,art.codice,art.prezzo);
```



Esempio 2/2

```
3 struct Articolo {  
4     int codice;  
5     float prezzo;  
6 };  
7 int main(){  
8     struct Articolo art = { 1234, 12.99 };  
9     printf("codice:%d,prezzo:%0.2f \n"  
10    ,art.codice,art.prezzo);
```

art (Articolo)

- codice=1234
- prezzo=12.99

```
12 struct Articolo *p;  
13 p = &art;  
14 p->codice = 567;  
15 p->prezzo = 3.99;  
16  
17 printf("codice:%d,prezzo:%0.2f \n"  
18    ,art.codice,art.prezzo);
```

p → art (Articolo)

- codice=567
- prezzo=3.99

Un altro esempio

- È possibile creare direttamente una variabile di tipo `Articolo` e di nome `art2`

```
3 struct Articolo {
4     int codice;
5     float prezzo;
6 }art2;
7
8 int main(){
9
10     struct Articolo art = { 1234, 12.99, "articolo" };
11     printf("art - codice:%d,prezzo:%0.2f \n",
12           art.codice,art.prezzo);
13
14     art2.codice = 6789;
15     art2.prezzo = 2.99;
16     printf("art2 - codice:%d,prezzo:%0.2f \n",
17           art2.codice,art2.prezzo);
```

- Creo e inizializzo un'altra `struct` di tipo `Articolo` e di nome `art`

- Inizializzo gli elementi di `art2` (creato all'inizio)



Esercizio 3

- Si dichiara una struttura di nome *Automobile* che contiene i seguenti campi: *prezzo*, *modello*, *cilindrata*, *colore*.
- Il programma deve permettere all'utente di salvare tre tipi di macchine differenti (quindi deve poter inserire in input tutti i campi delle tre rispettive macchine)
- Infine, si stampino tutti i campi delle tre macchine

Soluzione esercizio 3 (1/2)

```
3 struct Automobile{
4     float prezzo;
5     char modello[20];
6     int cilindrata;
7     char colore[20];
8 }auto1,auto2,auto3;
9
10 int main(){
11     printf("Auto1-\nPrezzo: ");
12     scanf("%f",&auto1.prezzo);
13     printf("\nModello: ");
14     scanf("%s",&auto1.modello);
15     printf("\nCilindrata: ");
16     scanf("%d",&auto1.cilindrata);
17     printf("\nColore: ");
18     scanf("%s",&auto1.colore);
19     printf("\n\n");//-----
20     printf("Auto2-\nPrezzo: ");
21     scanf("%f",&auto2.prezzo);
22     printf("\nModello: ");
23     scanf("%s",&auto2.modello);
24     printf("\nCilindrata: ");
25     scanf("%d",&auto2.cilindrata);
26     printf("\nColore: ");
27     scanf("%s",&auto2.colore);
28     printf("\n\n");//-----
```

- Dichiarazione delle tre strutture *auto1*, *auto2*, *auto3* di tipo *Automobile*

- Inserimento input della struttura *auto1*

- Inserimento input della struttura *auto2*

Soluzione esercizio 3 (2/2)

```
29 printf("\nAuto3-\nPrezzo: ");
30 scanf("%f",&auto3.prezzo);
31 printf("\nModello: ");
32 scanf("%s",&auto3.modello);
33 printf("\nCilindrata: ");
34 scanf("%d",&auto3.cilindrata);
35 printf("\nColore: ");
36 scanf("%s",&auto3.colore);
```

- Inserimento input della struttura *auto3*

```
37
38 printf("\n\nAuto inserite:\n");
39 printf("Auto1- Prezzo: %f, Modello: %s, Cilindrata: %d, Colore: %s",
40 auto1.prezzo,auto1.modello,auto1.cilindrata,auto1.colore);
41 printf("\nAuto2- Prezzo: %f, Modello: %s, Cilindrata: %d, Colore: %s",
42 auto2.prezzo,auto2.modello,auto2.cilindrata,auto2.colore);
43 printf("\nAuto3- Prezzo: %f, Modello: %s, Cilindrata: %d, Colore: %s",
44 auto3.prezzo,auto3.modello,auto3.cilindrata,auto3.colore);
45
```

- Stampa dei campi delle tre strutture Automobile

Typedef



- Permette di fornire a un tipo un nuovo nome
- Può essere utilizzato per fornire un nome alla nostra struttura e quindi definire un nuovo tipo di dato con quel nome
- In questo modo si evita l'uso della parola chiave **struct**
- La sintassi è quella per dichiarare una variabile ma preceduta dalla parola chiave **typedef**

typedef <tipo> <nome>;

Esempio con **struct**:

```
2 □ typedef struct Libri{
3     int numPagine;
4     char titolo[50];
5     float prezzo;
6 }libro;
7
8 □ int main(){
9
10     libro libro1 = {354, "Fondamenti di programmazione",42.50};
```

- Ora *libro* è diventato un tipo (in particolare una struttura di tipo *Libri*)

- Quindi è possibile dichiarare una variabile di tipo *libro* (*libro* è diventato un tipo di dato)



Esercizio 4

- Si scriva un programma che dichiari una struttura di nome Libro con due campi: *titolo* e *prezzo*
- Si dichiari una funzione che prende in input due libri e ritorna 0 se hanno gli stessi valori nei due rispettivi campi, 1 altrimenti
- N.B. i valori dei campi delle strutture devono essere inseriti in input dall'utente

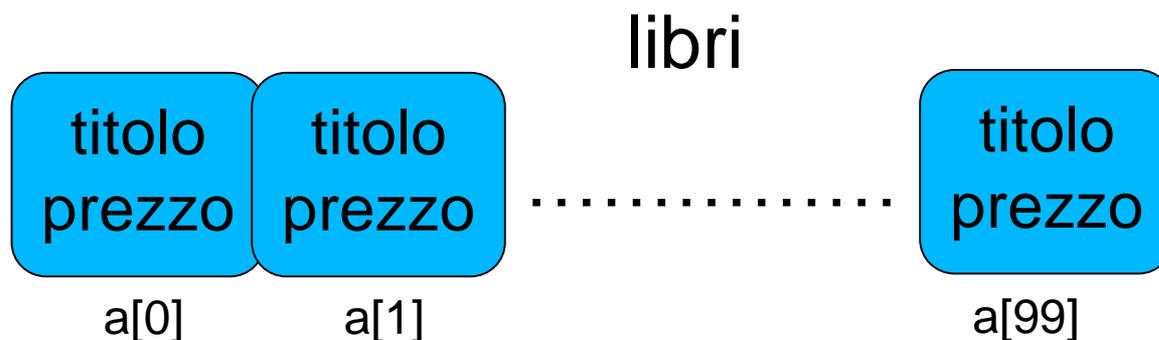
Soluzione esercizio 4



```
3 typedef struct Libro{
4     char titolo[50];
5     float prezzo;
6 }Libro;
7 int controlloLibri(Libro l1, Libro l2);
8 int main(){
9     Libro libro1,libro2;
10    printf("Libro1-->");
11    printf("\ntitolo: ");
12    scanf("%s",&libro1.titolo);
13    printf("\nprezzo: ");
14    scanf("%f",&libro1.prezzo);
15    printf("Libro2-->");
16    printf("\ntitolo: ");
17    scanf("%s",&libro2.titolo);
18    printf("\nprezzo: ");
19    scanf("%f",&libro2.prezzo);
20    if(controlloLibri(libro1,libro2)==0) printf("I libri sono uguali!");
21    else printf("I libri sono diversi!");
22    return 0;
23 }
24 int controlloLibri(Libro l1, Libro l2){
25     if ( (l1.prezzo==l2.prezzo) && (strcmp(l1.titolo,l2.titolo)==0) ){
26         return 0;
27     }
28     return 1;
29 }
```

Array di struct

- Come per i tipi di dato primitivi, è possibile dichiarare array di **struct**
- In merito all'esercizio precedente, possiamo dichiarare un Array di Libri nel seguente modo:
- *Libro libri[100];*
- Con questa istruzione abbiamo dichiarato un array di 100 elementi, ognuno dei quali è una struttura di tipo Libro

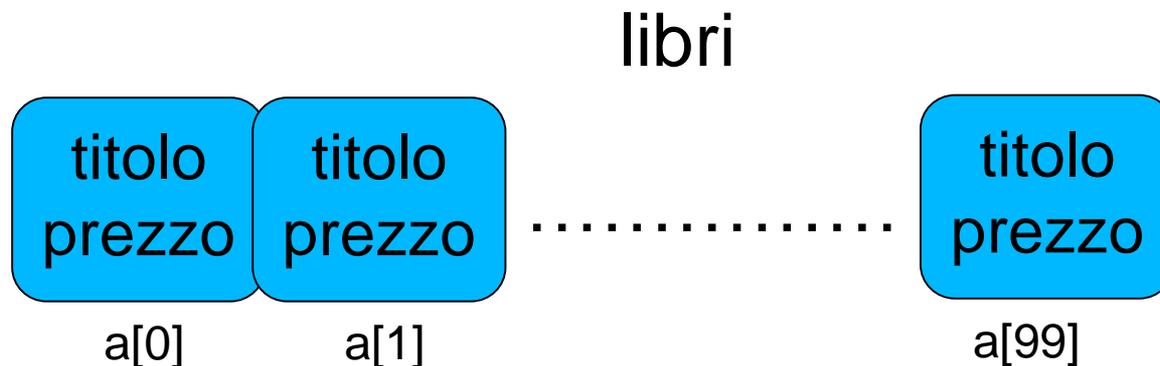


- L'accesso è lo stesso come con gli array di tipi primitivi



Array di struct – accedere ai campi

- Accedere ai campi della struttura alla posizione i , tale che $0 \leq i < 100$
- `libri[i].prezzo = 12.54;`
- `printf ("%f" , libri[i].prezzo);`



Union

- Tipo di dato speciale che permette di salvare differenti tipi di dato **nella stessa locazione di memoria**
- È possibile definire un tipo **union** con molti membri, ma in ogni istante un solo membro può contenere un valore
- È un metodo per permettere un efficiente utilizzo della stessa zona di memoria
- La memoria occupata è grande abbastanza da contenere il più grande membro definito nella **union**
- Definizione:

```
union <tag> {  
  <tipo_1> <nome_1>;  
  ...  
  <tipo_n> <nome_n>;  
} <una o più variabili union>;
```

N.B. Il modo di accedere ai membri è uguale a quello delle **struct**

Union – un esempio

```
3 union Dato {  
4     int i;  
5     char c;  
6 } dato;  
7  
8 int main(){  
9     printf( "Memoria occupata: %d\n", sizeof(dato) );  
10    return 0;  
11 }
```



Che cosa stampa la
funzione *printf* ?

Union – un esempio



- Viene allocato spazio per contenere la variabile più grande
- un int occupa 4 bytes, un char solo 1 byte, quindi...
- La union *dato* occuperà 4 bytes

```
3 union Dato {  
4     int i;  
5     char c;  
6 } dato;  
7  
8 int main(){  
9     printf( "Memoria occupata: %d\n", sizeof(dato) );  
10    return 0;  
11 }
```

Union – un altro esempio

```
4 union Dato {  
5     int i;  
6     float f;  
7     char str[20];  
8 };  
9  
10 int main( ) {  
11  
12     union Dato dato;  
13  
14     dato.i = 34;  
15     dato.f = 12.37;  
16     strcpy( dato.str, "Programmazione C");  
17  
18     printf( "dato.i : %d\n", dato.i);  
19     printf( "dato.f : %f\n", dato.f);  
20     printf( "dato.str : %s\n", dato.str);
```



Che cosa stampano
le tre funzioni *printf* ?

Union: un altro esempio

```
4 union Dato {  
5     int i;  
6     float f;  
7     char str[20];  
8 };
```

Condividono la stessa zona di memoria di 20 bytes (20 bytes in quanto è la dimensione del tipo più grande, ovvero str)

```
10 int main( ) {  
11  
12     union Dato dato;  
13  
14     dato.i = 34;  
15     dato.f = 12.37;  
16     strcpy( dato.str, "Programmazione C");  
17  
18     printf( "dato.i : %d\n", dato.i);  
19     printf( "dato.f : %f\n", dato.f);  
20     printf( "dato.str : %s\n", dato.str);
```

L'assegnazione dell'ultima, esclude le altre (condividono lo stesso spazio in memoria)

```
dato.i : 1735357008  
dato.f : 1130754282837771100000000.000000  
dato.str : Programmazione C
```



Esercizio 5

- Si scriva un programma che dichiari una struttura di nome *Persona* con i seguenti campi: *nome*, *cognome*, *eta*, *dataNascita*
- N.B. *dataNascita* deve essere un'altra struttura composta dai campi *giorno*, *mese* e *anno*.
- Si crei un Array di cinque posizioni di tipo *Persona*
- Permettere all'utente di inserire in input i dati di tutte le persone
- Infine stampare tutti i dati inseriti

Esercizio 5 – Soluzione (1/2)



```
5 typedef struct Data {
6     int giorno;
7     int mese;
8     int anno;
9 }data;
10
11 typedef struct Persona{
12     char nome[20];
13     char cognome[20];
14     int eta;
15     data dataNascita;
16 }persona;
17
18 int main(){
19     persona persone[5];
20     int i=0;
21     for(i=0;i<5;i++){
22         printf("\nPersona %d",i+1);
23         printf("\nNome: ");
24         scanf("%s",&persone[i].nome);
25         printf("\nCognome: ");
26         scanf("%s",&persone[i].cognome);
27         printf("\nEta: ");
28         scanf("%s",&persone[i].eta);
29         printf("\nData nascita (gg/mm/aa): ");
30         scanf("%d/%d/%d",
31             &persone[i].dataNascita.giorno,&persone[i].dataNascita.mese,&persone[i].dataNascita.anno);
32     }
33     printf("\n\nLista Persone: \n");
34     for(i=0;i<5;i++){
35         printf("\nPersona %d",i+1);
36         printf("\nNome: %s, Cognome: %s, Eta: %d, Data Nascita: %d/%d/%d",
37             persone[i].nome,persone[i].cognome,persone[i].eta,
38             persone[i].dataNascita.giorno,persone[i].dataNascita.mese,persone[i].dataNascita.anno);
39     }
```

Esercizio 5 – Soluzione (2/2)



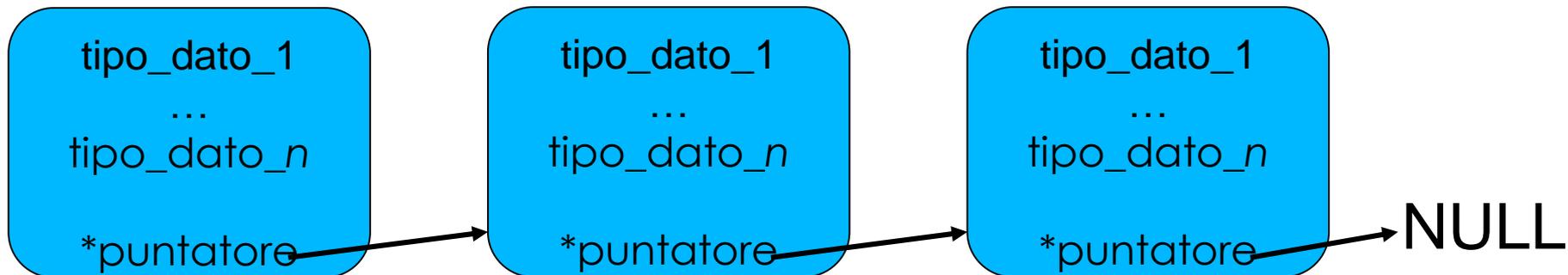
```
5 typedef struct Data {
6     int giorno;
7     int mese;
8     int anno;
9 }data;
10
11 typedef struct Persona{
12     char nome[20];
13     char cognome[20];
14     int eta;
15     data dataNascita;
16 }persona;
17
18 int main(){
19     persona persone[5];
20     int i=0;
21     for(i=0;i<5;i++){
22         printf("\nPersona %d",i+1);
23         printf("\nNome: ");
24         scanf("%s",&persone[i].nome);
25         printf("\nCognome: ");
26         scanf("%s",&persone[i].cognome);
27         printf("\nEta: ");
28         scanf("%s",&persone[i].eta);
29         printf("\nData nascita (gg/mm/aa): ");
30         scanf("%d/%d/%d",
31             &persone[i].dataNascita.giorno,&persone[i].dataNascita.mese,&persone[i].dataNascita.anno);
32     }
33     printf("\n\nLista Persone: \n");
34     for(i=0;i<5;i++){
35         printf("\nPersona %d",i+1);
36         printf("\nNome: %s, Cognome: %s, Eta: %d, Data Nascita: %d/%d/%d",
37             persone[i].nome,persone[i].cognome,persone[i].eta,
38             persone[i].dataNascita.giorno,persone[i].dataNascita.mese,persone[i].dataNascita.anno);
39     }
```

Dichiarazione delle due strutture.
N.B. La struttura *data* viene usata dalla struttura *persona* per dichiarare una data di nascita.

Liste



- Una lista è una collezione di dati omogenei
- A differenza degli array, occupa in memoria una posizione qualsiasi
- La dimensione non è nota a priori e può cambiare
- Ogni elemento della lista può contenere uno o più campi e **deve necessariamente contenere un puntatore al prossimo elemento**



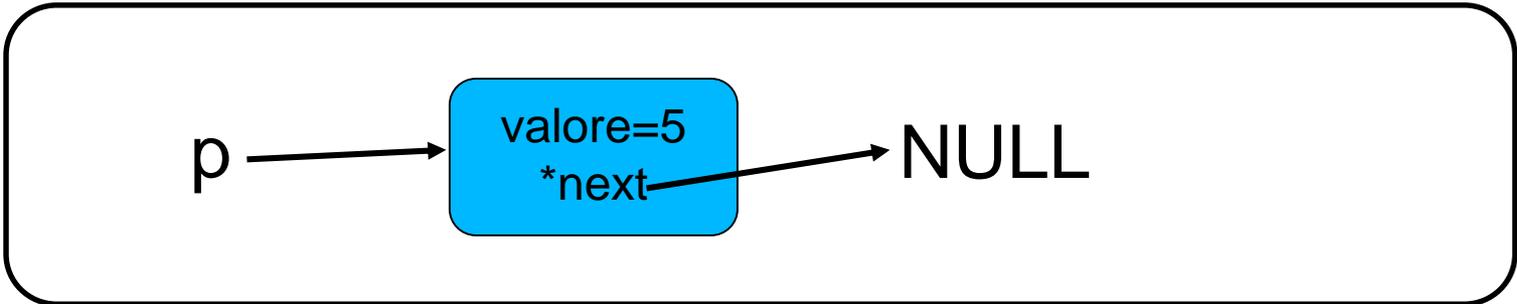
- L'ultimo elemento ha un puntatore a **NULL**, per indicare la fine della lista
- **È fondamentale avere un puntatore al primo elemento della lista che non deve mai essere perso!**

Liste - creazione

```
5 struct Elemento {  
6     int valore;  
7     struct Elemento *next;  
8 };  
9  
10 int main(){  
11     struct Elemento *p = (struct Elemento*) malloc(sizeof(struct Elemento));  
12     p->valore = 5;  
13     p->next = NULL;
```

Allocazione dinamica di un nuovo Elemento

Operatore per accedere ai campi di una struct, tramite un puntatore



Liste – aggiungere un elemento



Allocato spazio per una struttura di tipo Elemento

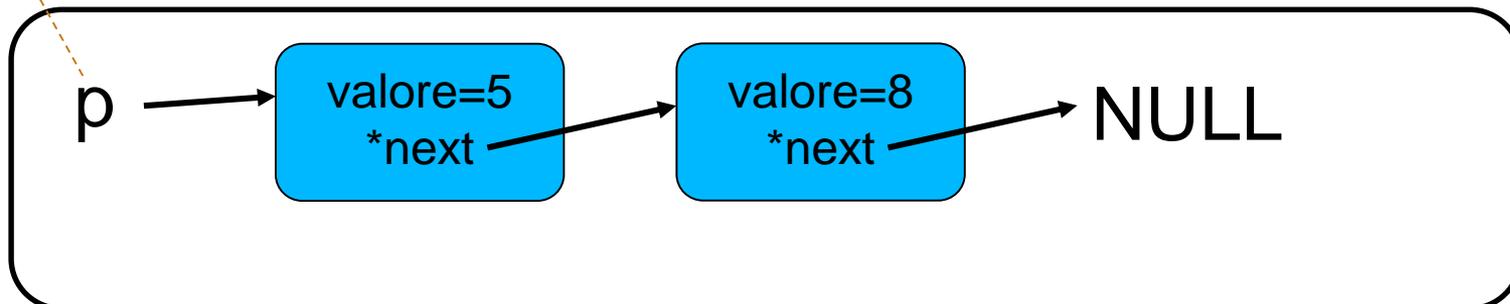
**next* punta al prossimo elemento

```
p->next = (struct Elemento*) malloc(sizeof(struct Elemento));  
p->next->valore = 8;  
p->next->next = NULL;
```

Viene impostato il campo *valore* del secondo elemento a 8

Il campo *next* del secondo elemento viene impostato a NULL (*fine della lista*)

Non viene MAI modificato.
Punta al primo elemento della lista!!



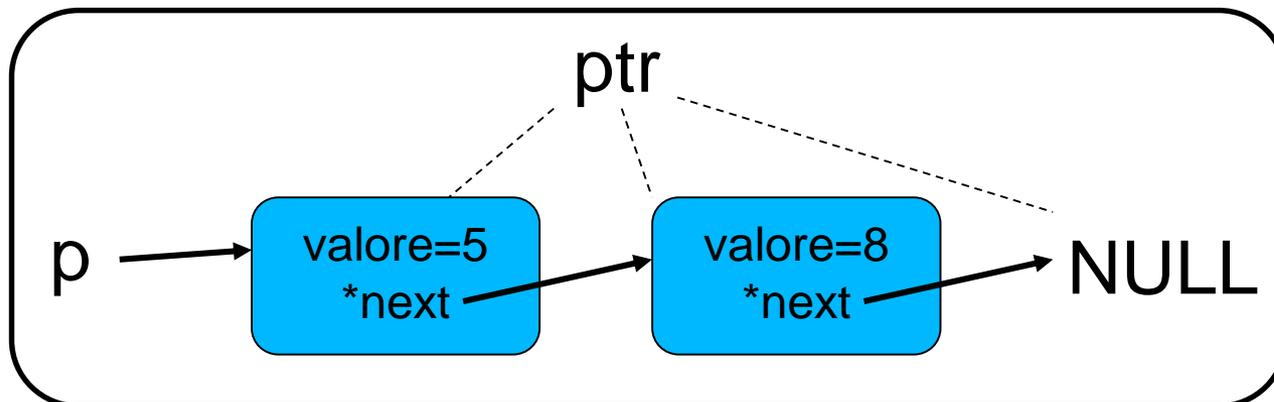
Liste – stampare gli elementi



```
19 | struct Elemento *ptr = p;  
20 |  
21 | while(ptr!=NULL){  
22 |     printf("-->%d", ptr->valore);  
23 |     ptr = ptr->next;  
24 | }
```

Output: -->5-->8

- Si dichiara un nuovo puntatore Elemento che punta al primo elemento della lista
- Poi si fa scorrere *ptr* e stampare tutti gli elementi
- **Non modificare il puntatore al primo elemento della lista!**



Liste – creazione e stampa

```
5 struct Elemento {
6     int valore;
7     struct Elemento *next;
8 };
9
10 struct Elemento *creaLista();
11 void stampaLista(struct Elemento *puntatore);
12
13 int main(){
14     struct Elemento *primoElemento;
15     primoElemento = creaLista();
16     stampaLista(primoElemento);
17 }
18
19
20
21
```

- Dichiarazione di una *struct* Elemento
- Prototipi di due funzioni
- *Main* che richiama le due funzioni per creare e stampare una lista

Liste – creazione e stampa



Funzione che crea una lista e ritorna un puntatore al primo elemento

```
32 struct Elemento *creaLista(){
33
34     struct Elemento *puntatoreInizio, *puntatore;
35     int i, numElementi;
36     printf("Inserire numero elementi: ");
37     scanf("%d",&numElementi);
38
39     if(numElementi==0) puntatoreInizio == NULL;
40     else {
41         puntatoreInizio = (struct Elemento*) malloc(sizeof(struct Elemento));
42         if(puntatoreInizio==NULL){
43             printf("\nNon è possibile allocare spazio! Lista vuota...");
44             return puntatoreInizio;
45         }
46         printf("Inserisci il primo valore: ");
47         scanf("%d",&puntatoreInizio->valore);
48         puntatore = puntatoreInizio;
49     }
50
51     for (i=2;i<=numElementi;i++){
52         puntatore->next = (struct Elemento *)malloc(sizeof(struct Elemento));
53         if (puntatore->next == NULL){
54             printf("\nNon è possibile allocare altra memoria...");
55             return puntatoreInizio;
56         }
57         puntatore = puntatore->next;
58         printf("\nInserisci elemento %d:",i);
59         scanf("%d",&puntatore->valore);
60     }
61     puntatore->next = NULL;
62     return puntatoreInizio;
63 }
```

Liste – creazione e stampa



```
23 void stampaLista(struct Elemento *puntatore){
24     printf("\n\nListaElementi-->");
25     while(puntatore != NULL){
26         printf("%d-->", puntatore->valore);
27         puntatore = puntatore->next;
28     }
29     printf("NULL\n");
30 }
```



Esercizio 6

- Si scriva un programma che permette all'utente di inserire delle Automobili (l'utente ne può inserire quante ne preferisce)
- Ogni auto deve contenere i campi *prezzo* e *modello*
- Alla fine il programma deve stampare tutte le auto inserite dall'utente

Esercizio 6 - Soluzione (1/3)



```
3 struct Automobile{
4     char modello[20];
5     float prezzo;
6     struct Automobile *next;
7 };
8
9 struct Automobile *creaLista();
10 void stampaLista(struct Automobile *p);
11
12 int main(){
13     printf("Inizio programma....\n");
14     struct Automobile *p;
15     p = creaLista();
16     stampaLista(p);
17
18     return 0;
19 }
```

Dichiarazione della **struct** Automobile (rappresenta un singolo elemento della lista)

Prototipi delle funzioni per creare e leggere una lista

Assegno al puntatore *p* la lista creata e ritornata dalla funzione

Esercizio 6 - Soluzione (2/3)



```
21 struct Automobile *crealista(){
22     struct Automobile *inizioLista =
23     (struct Automobile *)malloc(sizeof(struct Automobile));
24     if(inizioLista == NULL){
25         printf("Non è possibile creare la lista...\n");
26         return NULL;
27     }
28     printf("Auto 1:\nModello: ");
29     scanf("%s",&inizioLista->modello);
30     printf("\nPrezzo: ");
31     scanf("%f",&inizioLista->prezzo);
32     inizioLista->next = NULL;
33
34     struct Automobile *ptr;
35     ptr = inizioLista;
36
37     int scelta = 0, numAuto = 1;
38     while(1){
39         printf("\nDigita 0 per inserire un'altra auto: ");
40         scanf("%d",&scelta);
41         if(scelta!=0)break;
42
43         ptr->next = (struct Automobile *)malloc(sizeof(struct Automobile));
44         if(ptr->next == NULL){
45             printf("\nNon è possibile allocare altro spazio...\n");
46             return NULL;
47         }
48
49         printf("\nAuto %d:\nModello: ",++numAuto);
50         scanf("%s",&ptr->next->modello);
51         printf("\nPrezzo: ");
52         scanf("%f",&ptr->next->prezzo);
53         ptr = ptr->next;
54         ptr->next = NULL;
55
56     }
57
58     return inizioLista;
```

Creazione del primo elemento della lista

Creo un nuovo puntatore per scorrere la lista ed inserire nuovi elementi.
*N.B. il puntatore **inizioLista** non viene mai modificato per non perdere il riferimento all'inizio della lista!*

Il campo *next* dell'ultimo elemento deve essere impostato sempre a *NULL* per definire la fine della lista...

Ritorno il puntatore al primo elemento della lista

Esercizio 6 - Soluzione (3/3)



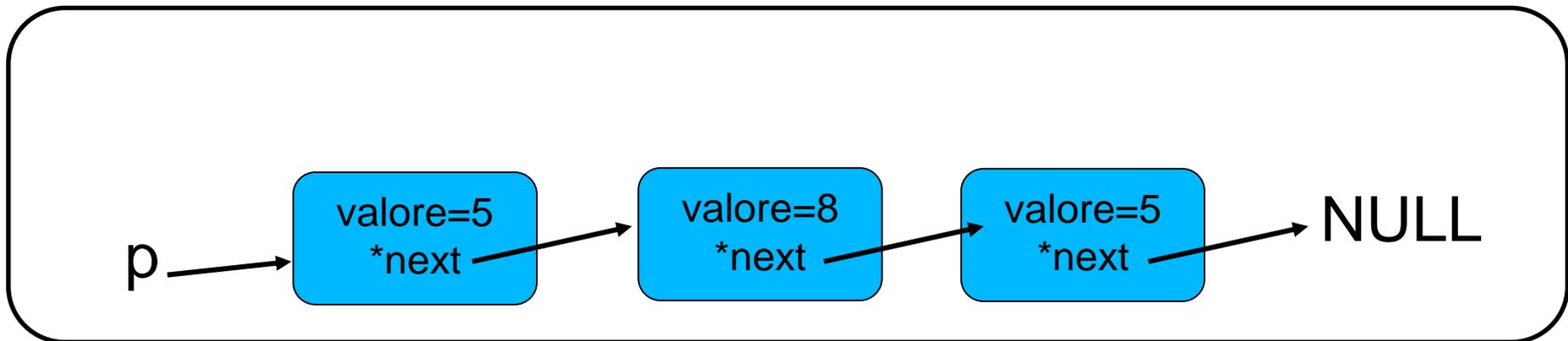
```
63 void stampaLista(struct Automobile *p){
64     printf("\nStampa delle auto...\n");
65     if (p == NULL){
66         printf("Lista vuota...\n");
67         return;
68     }
69     int numAuto = 1;
70     while(p!=NULL){
71         printf("\nAuto %d:\nModello: %s, Prezzo: %.2f",
72             numAuto++, p->modello, p->prezzo);
73         p = p->next;
74     }
75 }
76 }
```

Scorro la lista fino a che $p \neq NULL$

Liste - Eliminare un elemento



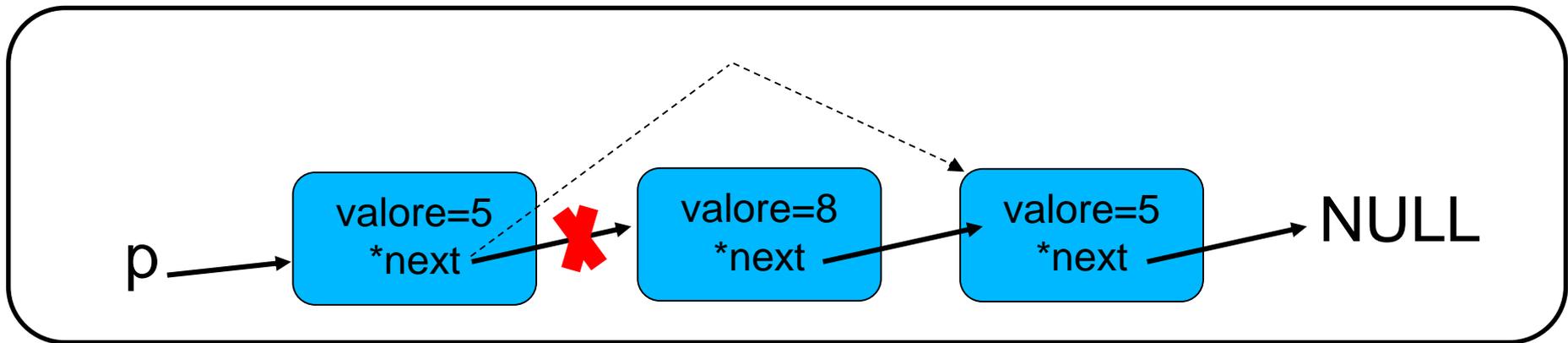
- Sia data una lista di tre **struct** contenenti ognuna, un campo intero *valore* e un *puntatore* al prossimo elemento.
- Il puntatore *p* punta al primo elemento della lista
- Come eliminare il secondo elemento?



Liste - Eliminare un elemento



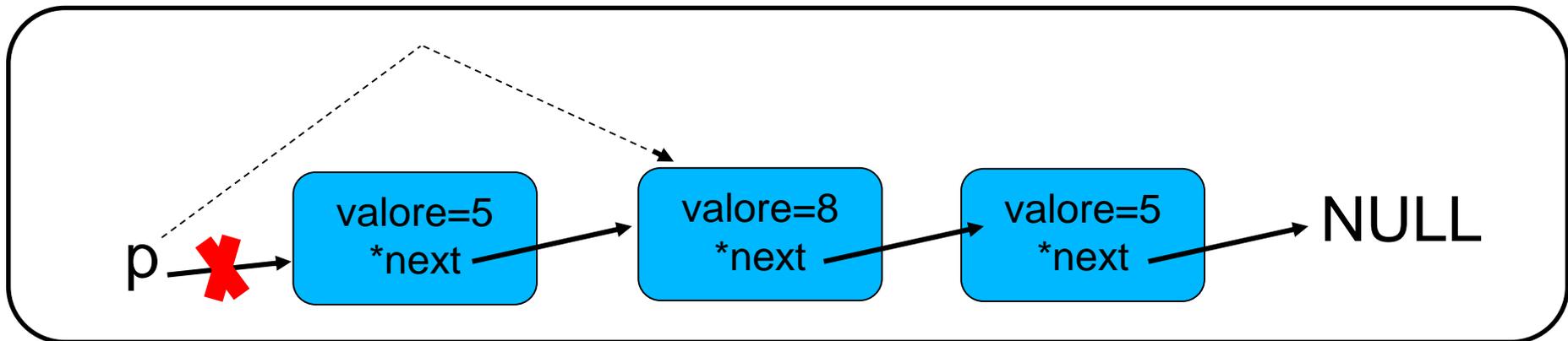
$p \rightarrow next = p \rightarrow next \rightarrow next;$



Liste - Eliminare un elemento



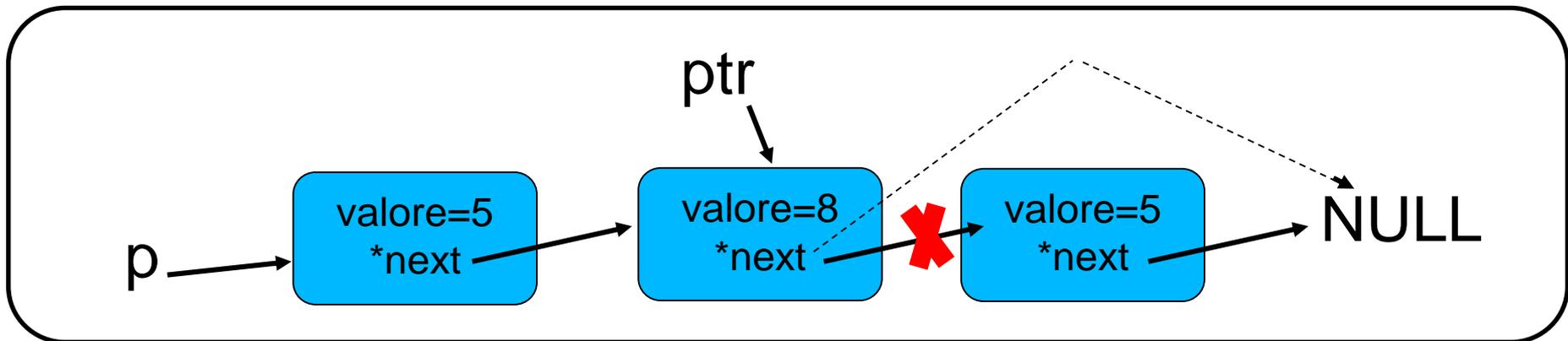
- Si vuole eliminare il primo elemento della lista
- Modificare il puntatore al primo elemento con la seguente istruzione:
- $p = p \rightarrow next;$



Liste - Eliminare un elemento



- Si vuole eliminare l'ultimo elemento della lista
- Dichiarare un secondo puntatore *ptr* che punta al primo elemento
- Scorrere la lista con *ptr* fino al penultimo elemento
- Usare la seguente istruzione:
ptr -> next = NULL;





Esercizio 7

- Si scriva un programma che crea una lista di 20 elementi, ognuno composto da un solo campo intero di nome *valore*
- Ogni elemento della lista deve impostare il valore alla rispettiva posizione nella lista
- *Es. il primo elemento deve avere valore 1, il secondo deve avere valore 2 ecc...*
- Si dichiarino le seguenti funzioni:

```
struct Elemento *creaLista();
```

```
struct Elemento *eliminaPrimo(struct Elemento *p);
```

```
void eliminaDecimo(struct Elemento *p);
```

```
void eliminaUltimo(struct Elemento *p);
```

```
void stampaLista(struct Elemento *p);
```

- Il programma, una volta creata la lista con la relativa funzione, usa le funzioni dichiarate rispettivamente per eliminare il primo, il decimo e l'ultimo elemento. Ogni volta che elimina un elemento (richiamando la funzione corretta), deve richiamare la funzione *stampaLista* per stampare l'intera lista modificata.



Esercizio 7 - Soluzione (1/3)

```
3 typedef struct Elemento{
4     int valore;
5     struct Elemento *next;
6 };
7
8 struct Elemento *creaLista();
9 struct Elemento *eliminaPrimo(struct Elemento *p);
10 void eliminaDecimo(struct Elemento *p);
11 void eliminaUltimo(struct Elemento *p);
12 void stampaLista(struct Elemento *p);
13
14 int main(){
15
16     struct Elemento *p = creaLista();
17     printf("Stampo la lista originale: \n");
18     stampaLista(p);
19     p = eliminaPrimo(p);
20     printf("\nStampo la lista senza il primo elemento: \n");
21     stampaLista(p);
22     eliminaDecimo(p);
23     printf("\nStampo la lista senza il primo e il decimo elemento: \n");
24     stampaLista(p);
25     eliminaUltimo(p);
26     printf("\nStampo la lista senza il primo, il decimo e l'ultimo elemento: \n");
27     stampaLista(p);
28 }
```

Creazione della **struct** (elemento della lista)

Prototipi delle funzioni

Chiamate alle rispettive funzioni...



Esercizio 7 - Soluzione (2/3)

```
32 struct Elemento *creaLista(){
33     struct Elemento *ptr, *ptr2;
34     ptr = (struct Elemento *)malloc(sizeof(struct Elemento));
35     if(ptr==NULL){
36         printf("Non è possibile creare la lista...\n");
37         return NULL;
38     }
39     ptr->valore = 1;
40     ptr2 = ptr;
41     int i = 0;
42     for (i=1;i<20;i++){
43         ptr2->next = (struct Elemento *)malloc(sizeof(struct Elemento));
44         if(ptr2->next == NULL){
45             printf("Non è possibile aggiungere elementi alla lista...\n");
46             return NULL;
47         }
48         ptr2 = ptr2->next;
49         ptr2->valore = i + 1;
50         ptr2->next = NULL;
51     }
52     return ptr;
53 }
54
55
56
57 struct Elemento *eliminaPrimo(struct Elemento *p){
58     if(p==NULL){
59         printf("\neliminaPrimo--> Lista vuota...\n");
60         return NULL;
61     }
62     p = p->next;
63     return p;
64 }
```

Crea la lista e
ritorna il puntatore
al primo elemento

Elimina il primo
elemento e ritorna il
puntatore al "nuovo"
primo elemento



Esercizio 7 - Soluzione (3/3)

```
66 void eliminaDecimo(struct Elemento *p){
67     if(p==NULL){
68         printf("\neliminaDecimo--> Lista vuota...\n");
69         return NULL;
70     }
71
72     while(p->next->valore != 10){
73         p=p->next;
74     }
75
76     p->next = p->next->next;
77
78 }
79
80 void eliminaUltimo(struct Elemento *p){
81     if(p==NULL){
82         printf("\neliminaUltimo--> Lista vuota...\n");
83         return NULL;
84     }
85
86     while(p->next->next != NULL){
87         p=p->next;
88     }
89
90     p->next = NULL;
91 }
92
93 void stampaLista(struct Elemento *p){
94     while (p!=NULL){
95         printf("-->%d",p->valore);
96         p = p->next;
97     }
98 }
99
100 }
```

Elimina il decimo
elemento della lista

Elimina l'ultimo
elemento della lista

Stampa la lista
puntata dal
puntatore *p



Esercizio 8

- Si scriva un programma che definisce due funzioni:
- *char * leggiStringa()* –legge una stringa in input memorizzandola dinamicamente e ritorna un puntatore a questa stringa
- *void sostituisciNumeri(char *p)* – prende come parametro un puntatore ad una stringa e sostituisce tutti i numeri con il carattere * (asterisco)
- Infine si dichiara la funzione *main* che per prima cosa chiama la funzione *leggiStringa()*, stampa la stringa inserita in input, chiama la funzione *sostituisciNumeri* ed infine stampa la stringa modificata

Per fare l'esercizio si utilizzi l'allocazione dinamica.

N.B. ricordarsi che le stringhe devono terminare sempre con il carattere terminatore stringa, ovvero '\0'



Esercizio 8 – Soluzione (1/2)

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3
4  char *leggiStringa();
5  void sostituisciNumeri(char *p);
6
7  ▼ int main() {
8
9      char *stringa = leggiStringa();
10
11  ▼  if(stringa == NULL){
12      printf("Impossibile allocare la memoria! \n");
13      return 1;
14  }
15
16  printf("Stringa input: %s \n",stringa);
17
18  sostituisciNumeri(stringa);
19
20  printf("Stringa senza numeri: %s \n",stringa);
21
22  return 0;
23 }
```

Esercizio 8 – Soluzione (2/2)



```
25 ▼ char *leggiStringa(){
26
27     char c,*stringa;
28     stringa = malloc(sizeof(char));
29
30 ▼     if (stringa == NULL){
31         return stringa;
32     }
33
34     scanf("%c",&c);
35     int i;
36 ▼     for(i=0;c!='\n';i++) {
37         stringa[i]=c;
38 ▼         if(!(stringa=realloc(stringa,(i+2)*sizeof(char)))) {
39             printf("Errore nell'allocazione della memoria");
40             return stringa;
41         }
42         scanf("%c",&c);
43     }
44
45     stringa[i]='\0';
46
47     return stringa;
48 }
49
50
51 ▼ void sostituisciNumeri(char *p){
52     int i = 0;
53 ▼     while(p[i] != '\0'){
54 ▼         if( (p[i]<='9') && (p[i]>='0') ){
55             p[i] = '*';
56         }
57         i++;
58     }
59
60     return;
61 }
```