Utilizzo della memoria *heap* in C++

Liceo G.B. Brocchi
Classi seconde Scientifico – opzione scienze applicate
Bassano del Grappa, Maggio 2023
Prof. Giovanni Mazzocchin

La scomodità di `malloc`, `calloc`, `realloc` e `free`

- Le funzioni della libreria standard C `malloc`, `calloc`, `realloc` e `free` permettono di gestire la memoria heap
- Avete sicuramente notato che la loro interfaccia non è particolarmente comoda per il programmatore
- Il C++ mette a disposizione 2 operatori integrati nel linguaggio che permettono di fare sostanzialmente la stessa cosa, ma con un interfaccia più semplice:
  - **`new`**
  - **`delete`**
- New e delete sono operatori integrati nel linguaggio C++, quindi non serve includere niente di particolare

L'operatore new

```
int *q = new int; //allocates 1 int on the free store
```

```
double *alloc_double_array(unsigned int n, int val) {
  double *array = new double[n];
  //allocated an array of n doubles on the free store
  for (int i = 0; i < n; i++) {
    array[i] = val;
  }
  return array;
}
```

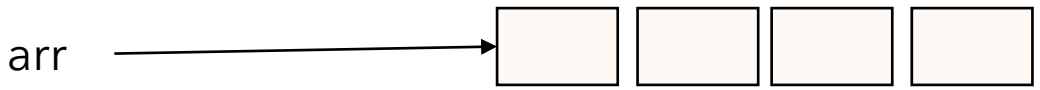
Ovviamente, sotto il tappeto, molto probabilmente, ci sono malloc e calloc. Ma l'interfaccia è più chiara e tipizzata. All'operatore new potete chiedere direttamente di allocare un certo numero di elementi del tipo che volete.

L'operatore new

```
int *q = new int; //memory could be uninitialized
```

sizeof(int) celle sull'heap

```
double *arr = new double[4];
```



4 * sizeof(double) celle sull'heap

Attenti ai tipi

```
type_errs.cpp: In function ‘int main()’:
type_errs.cpp:11:31: error: cannot convert
‘double*’ to ‘char*’ in initialization
   11 |    char *p1 = new double(3.1415);
      |
```

```
#include <iostream>
#include <cstdio>
using namespace std;

int main() {
  //correct typing
  double *p = new double(3.1415);
  printf("%6.4f\n", *p);

  //wrong typing: the compiler doesn't allow that
  char *p1 = new double(3.1415);
}
```

Ma se proprio volessi fare conversioni strane…

```
#include <iostream>
#include <cstdio>
using namespace std;

int main() {
  //correct typing
  double *p = new double(3.1415);
  printf("%6.4f\n", *p);

  //wrong typing: the compiler doesn't allow that
  char *p1 = new double(3.1415);
}
```

```
type_errs.cpp: In function ‘int main()’:
type_errs.cpp:11:31: error: cannot convert
‘double*’ to ‘char*’ in initialization
   11 |   char *p1 = new double(3.1415);
      |
```

Ma se proprio volessi fare conversioni strane…

Con un typecast sto dicendo al compilatore: voglio assolutamente fare questa conversione, quindi non disturbarmi

```
//right typing
float *f_ptr = new float(3.1415);

//forcing the conversion with a typecast, written in C style
void *v_ptr1 = (void*) f_ptr;

//forcing the conversion with a typecast, written in C++ style
void *v_ptr2 = static_cast<void*>(f_ptr);
```

Ma se proprio volessi fare conversioni strane…

Con un typecast sto dicendo al compilatore: voglio assolutamente fare questa conversione, quindi non disturbarmi

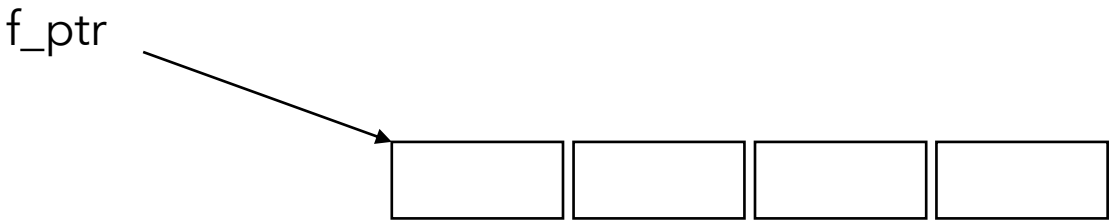
```
//right typing
float *f_ptr = new float(3.1415);

//forcing the conversion with a typecast, written in C style
void *v_ptr1 = (void*) f_ptr;

//forcing the conversion with a typecast, written in C++ style
void *v_ptr2 = static_cast<void*>(f_ptr);
```

Ma se proprio volessi fare conversioni strane…

Grazie al casting da float* a void*, posso accedere ai singoli byte utilizzati per rappresentare 3.1415 sulla macchina. Sul mio computer, sizeof(float) è 4 byte



Ma se proprio volessi fare conversioni strane…

```
printf("%p\t%p\n", f_ptr, f_ptr + 1);
printf("%p\t%p\n", v_ptr1, v_ptr1 + 1);
printf("%p\t%p\n", v_ptr2, v_ptr2 + 1);
printf("%6.4f\n", *f_ptr);
printf("0x%02x\t0x%02x\t0x%02x\t0x%02x\n", *(char*)v_ptr1, *(char*)(v_ptr1 + 1),
    *(char*)(v_ptr1 + 2), *(char*)(v_ptr1 + 3));
printf("0x%02x\t0x%02x\t0x%02x\t0x%02x\n", *(char*)(v_ptr2), *(char*)(v_ptr2 + 1),
    *(char*)(v_ptr2 + 2), *(char*)(v_ptr2 + 3));
```

```
0x557886df3eb0  0x557886df3eb4
0x557886df3eb0  0x557886df3eb1
0x557886df3eb0  0x557886df3eb1
3.1415
0x56    0x0e    0x49    0x40
0x56    0x0e    0x49    0x40
```

L'operatore `delete`

```
delete p; /*frees the memory for an object pointed to by p,
            allocated with the new operator
          */
delete[] p1; /*frees the memory for an array of objects of type T
               allocated by new T[]
             */
```

L'operatore delete

```
int *f(int val) {
  int *p = new int(val); //allocates one int object with value val
  return p;
}

int main() {
  int *p = f(14);
  cout << "value of int object on the heap is: " << *p << endl;
  delete p;
}
```

La memoria viene gestita correttamente? Cosa viene stampato su stdout?

L'operatore delete

```
int *f_dangling(int val) {
  int var = val;
  int *p = &var;
  return p; //returns pointer to local object ("dangling pointer")
}
int main() {
  int *p_dangling = f_dangling(14);
  cout << "content of memory pointed to by dangling pointer: " << *p_dangling << endl;
  delete p_dangling;
}
```

Qui ci sono 2 errori di programmazione molto gravi e pericolosi. Quali sono?

L'operatore delete

```
int *f(int val) {
  int *p = new int(val); //allocates one int object with value val
  return p;
}

int main() {
  int *p = f(14);
  cout << "value of int value on the heap is: " << *p << endl;
  delete[] p;
}
```

Dov'è l'errore?