

Introduzione, Input/Output & Data Structures

Basato su [Competitive Programmer's Handbook](#), [Dispense del prof. Bugatti](#) e [Halim's Competitive Programming 3](#)

Diteci qualcosa di voi

<https://tinyurl.com/pda2425>

Obiettivi

Gli obiettivi delle competizioni di programmazione sono

- Pensare a soluzioni efficienti per un problema
- Pensare velocemente a soluzioni
- Scrivere velocemente le soluzioni

È un gioco molto equo: più vi esercitate, migliori sarete in queste tre competenze. Trovate tanti esercizi a <https://training.olinfo.it/>

Prerequisiti

Per motivi vari, il corso è tenuto in C++. Un linguaggio a basso livello vi permette di pensare meglio a strutture dati, gestione memoria ed efficienza di esecuzione.

È supposto voi sappiate:

- tipi di dato base: int, char, array, boolean
- condizioni: if, else, switch
- cicli: for, while, do_while
- operazioni booleane: and, or, not, xor, nand

No ingegneria del software

Per motivi pratici e mancanza di tempo, userete tattiche sconsigliate se mai lavorerete a codice che necessita di essere mantenuto.

- variabili globali
- poche funzioni o modularità
- abbreviazioni di costrutti comuni
- scelta accurata delle librerie

Template base

```
#include <bits/stdc++.h> // tutte le librerie di C/C++, filtrate poi dal compilatore
using namespace std;

int N, K; // variabili input globali
int main() {
    ios::sync_with_stdio(0); // input/output più veloce
    cin.tie(0); // input/output più veloce

    freopen("input.txt", "r", stdin); // sovrascrivi il flusso di input da file
    freopen("output.txt", "w", stdout); // sovrascrivi il flusso di output su file

    cin >> N >> K; // salta spazi e "a capo" (newlines) fino a prossimo valore
    cout << N + K << "\n"; // "\n" è più veloce di endl (flush)
}
```

Int & Floats

- int: da -2^{31} a $2^{31} - 1$, circa da $-2 * 10^9$ a $2 * 10^9$
- long long: da -2^{63} a $2^{63} - 1$, circa da $-2 * 10^{18}$ a $2 * 10^{18}$
 - potete accorciarlo se scrivere in cima `typedef long long ll;`
 - `long long x = 3` --> `ll x = 3`
- float & double: numeri decimali, ma attenti ad errori di arrotondamento
 - `if(a == b)` --> `if(abs(a-b) < 1e-9)`

Modules

Il modulo `%` è l'operazione che ritorna il resto di una divisione

`13 / 5 = 2` con resto di 3 --> `13 % 5 = 3`

- `(a + b) % m = (a % m + b % m) % m`
- `(a * b) % m = (a % m * b % m) % m`
- `(a - b) % m = (a % m - b % m) % m`
 - se minore di zero, aggiungete `m`

Macros

Potete abbreviare il vostro codice con le direttive `typedef` (per definire o accorciare un datatype), oppure abbreviare codice con le macro `#define`. Il compilatore lo scambierà con il codice originale.

```
#define PB push_back
#define FOR(i, n) for (int i = 0; i < n; i++)
typedef vector<int> vi;
int N = 10;
vi v; // vector<int> v
int main()
{
    FOR(i, N) { v.PB(i); } // for (int i = 0; i < N; i++) { v.push_back(i); }
    FOR(j, N) { cout << v[j]; } // for (int j = 0; j < N; j++) { cout << v[j]; }
}
```

Variabili globali

Per essere efficienti, salvare l'input globalmente vi permette di accederlo da tutto il codice. Salvarlo in un gigantesco array è comodo. Altri vantaggi sono che, ad esempio, un array globale viene inizializzato con tutti gli elementi a zero, mentre dentro il `main` no.

```
#DEFINE MAXN 1'000'000 // un milione
int N; // dimensione input
int a[MAXN]; // array lungo MAXN tutto di zeri
int main() {
    cin >> N;
    FOR(i, N) { cin >> a[i]; }
    FOR(i, N) { /* il tuo codice */ }
}
```

Stringhe

In C++ possiamo salvare le stringhe come `string` anziché `char[]`, con più funzioni disponibili.

```
string s;  
string s2 = "Hello";  
int main() {  
    cin >> s; // si ferma al primo spazio o al primo "a capo" (newline \n)  
    getline(cin, s); // si ferma al primo \n  
    // immaginiamo di inserire "World is beautiful" in s  
    cout << s2 + s; // "HelloWorld is beautiful"  
    cout << "lunghezza: " << s.size(); // 18 // va bene anche s.length();  
    cout << s[0] << s[s.size() - 1]; // 'W' + 'l'  
    cout << s.substr(9, 6); // (index iniziale, lunghezza) --> "beauti"  
}
```

Vectors

Array dinamici la cui lunghezza può variare. Possiamo aggiungere e togliere elementi a piacere in $O(1)$ ammortizzato.

```
vector<int> v;  
v.push_back(3); // inserisci in fondo --> [3]  
v.push_back(2); // inserisci in fondo --> [3, 2]  
v.push_back(5); // inserisci in fondo --> [3, 2, 5]  
  
cout << v[1]; // 2  
cout << v.size(); // 3  
  
cout << v.back(); // ultimo elemento --> 5  
v.pop_back(); // rimuove l'ultimo elemento. ma non lo ritorna --> [3, 2]  
cout << v.back(); // ultimo elemento --> 2
```

Vectors

```
vector<int> v2 = {1, 2, 3, 4, 5}; // inizializzato con questi valori  
vector<int> v3(10); // size = 10, tutti i valori = 0  
vector<int> v3(20, 5); // size = 20, tutti i valori = 5
```

Per iterare

```
for (int i = 0; i < v.size(); i++) { // loop standard  
    int a = v[i];  
    cout << a << "\n";  
}  
for (auto a : v) { // loop automatico  
    cout << a << "\n";  
}
```

Set

Un `set` memorizza elementi unici in ordine crescente. È utile per evitare duplicati e avere gli elementi ordinati automaticamente.

```
set<int> s;  
s.insert(3); // {3}  
s.insert(1); // {1, 3}  
s.insert(4); // {1, 3, 4}  
s.erase(3); // {1, 4}  
if (s.find(4) != s.end()) { cout << "4 trovato\n"; } // find() ritorna l'iterator  
else { cout << "4 non trovato\n"; }  
cout << s.count(4) << " " << s.count(3); // "1 0"  
cout << s.empty(); // false
```

Ordine dei Set

I `set` salvano gli elementi in modo ordinato. Per questo motivo, inserire e prendere costa $O(\log n)$ anzichè $O(1)$

```
for (auto it = s.begin(); it != s.end(); it++) {  
    // it è un puntatore ad un elemento del set  
    auto x = *it;  
    cout << x << "\n";  
}  
  
for (auto x : s) {  
    cout << x << "\n";  
}  
// solo se contiene 3, altrimenti abbiamo *s.end() che non esiste  
cout << *s.find(3);
```

Multiset

Un `multiset` tiene il conto di quante volte è stato inserito un elemento. Ha le stesse proprietà di un `set`

```
multiset<int> s;  
s.insert(5);  
s.insert(5);  
s.insert(5);  
cout << s.count(5) << "\n"; // 3  
  
s.erase(s.find(5)); // eliminare uno  
cout << s.count(5) << "\n"; // 2  
  
s.erase(5); // eliminare tutti  
cout << s.count(5) << "\n"; // 0
```


Map

Struttura **key-value**: data una chiave, ci viene ritornato il valore corrispondente. Un **array** è una **mappa** dove le chiavi sono numeri

```
map<string,int> m;
m["monkey"] = 4;
m["banana"] = 3;
m["harpsichord"] = 9;
cout << m["banana"] << "\n"; // 3
cout << m["aybabbtu"] << "\n"; // non esiste, viene creato con 0 e ritorna
if (m.count("aybabbtu")) { /* key exists */ }
for (auto x : m) {
    auto key = x.first; auto value = x.second;
    cout << key << " " << value << "\n";
}
```

Iterators & Ranges

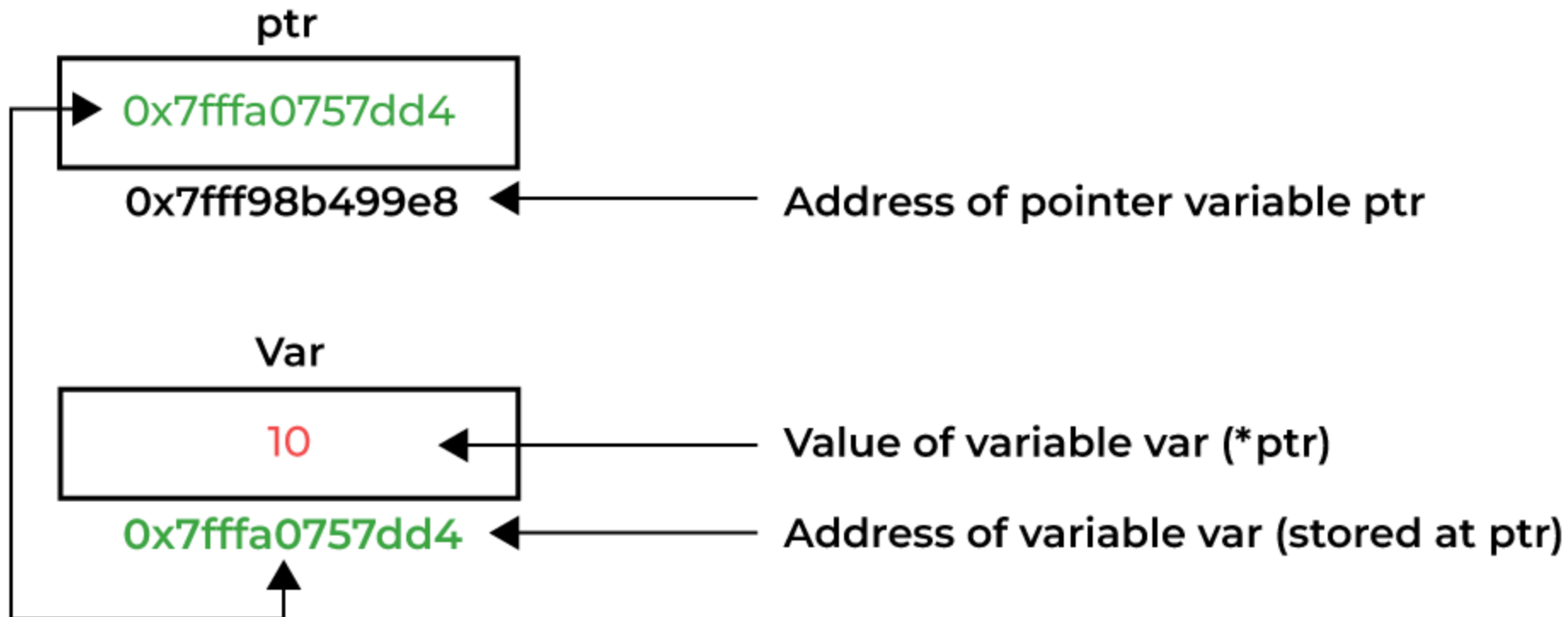
Cosa sono `v.begin()` o `s.end()`? Puntatori al primo e *dopo* l'ultimo elemento. Vuol dire che `*v.begin()` esiste, ma `*v.end()` no.

```
// alcune funzioni con gli iterator  
sort(v.begin(), v.end());  
reverse(v.begin(), v.end());  
random_shuffle(v.begin(), v.end());
```

```
// con gli array semplici, un puntatore e' la variabile + index  
// a[5] == *(a+5) == 5[a]  
sort(a, a+n);  
reverse(a, a+n);  
random_shuffle(a, a+n);
```

Pointers

Un puntatore è una variabile che contiene l'indirizzo di un'altra.



Bitset

Array di 0 o 1, ma dove ogni valore è salvato come singoloo bit. Più efficiente di un array di booleani, e possiamo usare operatori logici tra di loro

```
bitset<4> s; // [0000]
s[1] = 1; // [0100]
s[3] = 1; // [0101]
cout << s.count(); // conta gli 1, cioè qui 2

bitset<4> s2(string("0111")); // [1110], letto al contrario
cout << (a & b) << " " << (a | b); // 0100 1111
```

Esercizi assieme

- [Quasi-Isogram \(isogram\)](#).
- [Destroy the Village \(barbarian\)](#).

Feedback

tinyurl.com/pda2425x1