C++ STL 总结（上）

STL 是一个功能非常强大的容器库，有许多内置的数据结构与算法实现。也许你在学过了 queue、vector 以后，就再也不想手写队列了。以下的内容偏向于具体实现。

现安利一个「万能头文件」：`#include<bits/stdc++.h>`，这个头文件可以代替以下所有容器库的头文件。

1 变长数组：vector

头文件：`#include<vector>`

vector 本义为「向量」，可理解为可变长的数组，支持随机访问。

声明 vector 使用以下方法来声明。

```
#include<vector> //这是头文件
vector <int> a; //可变长int数组
vector <int> b[10]; //第一维长度固定为10，第二维长度可变的int数组
struct rec{...};
vector <rec> c; //自定义的结构体也可以用它来保存
```

获知大小与清空 我们假设 `vector <int> a`。（语句有分号代表独立成句，无分号代表一个数值）

`a.size()`	返回变长数组 a 的实际长度（元素个数）
`a.empty()`	返回变长数组 a 是否为空的指示，空返回 1，非空返回 0
`a.clear();`	清空变长数组 a

插入删除　我们假设 vector <int> a，用以下方法插入、删除元素。

a.push_back(x);	把元素 x 插入到变长数组 a 的末尾
a.pop_back();	删除变长数组 a 的最后一个元素
a.insert(it, x);	把元素 x 插入到迭代器 it 的前一个位置
a.insert(a.begin(), x);	把元素 x 插入到变长数组 a 的开头

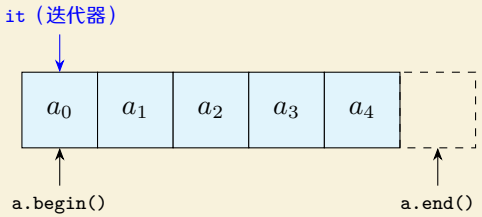
查找元素　vector 的吸引人的性质在于它能随机存取元素。

a[i]	随机访问 a 的第 i 个元素，下标从 0 开始
a.front()	访问 a 的第一个元素，即 a[0]
a.back()	访问 a 的最后一个元素，即 a[a.size()-1]

以下的语句输出整型变长数组 a 的所有元素：

```
for(int i=0; i<a.size(); i++)
   printf("%d\n", a[i]);
```

迭代器　遍历 vector 除了采用上面的代码，还可以采用「迭代器」来遍历。迭代器就像 STL 容器的「指针」。正如大一 C 语言程序设计课学的那样，使用 * 操作符来取指针指向的值。



*a.begin()	表示 a_0
*(--a.end())	表示 a_4
*a.end()	越界访问
*it	图中表示 a_0

图 1: vector 迭代器图解

迭代器使用这种方法声明：

```
vector<int>::iterator it; //声明整型变长数组的一个迭代器
vector<char>::iterator it1; //声明字符型变长数组的一个迭代器
```

`it = a.begin();`	让 it 指向变长数组 a 的第一个元素
`it++;` 或 `it--;`	让迭代器 it 向后（或向前）迭代
`*it`	取迭代器 it 所指向的值

以下的语句同样输出整型变长数组 a 的所有元素：

```
vector<int>::iterator it; //声明迭代器 it
for(it = a.begin(); it != a.end(); it++) //让 it 遍历整个变长数组 a
    printf("%d\n", *it);
```

实例 1 输出 2 至 100 的所有质数。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
bool isPrime(int x){ //判断 x 是否为质数，是则返回1，否则返回0
    for(int i=2; i*i<=x; i++)
        if(x%i==0)
            return 0;
    return 1;
}
int main(){
    vector <int> a; //声明变长数组a
    for(int i=2; i<=100; i++){
        if(isPrime(i))
            a.push_back(i); //如果i是质数则在a的末尾插入i
    }
    int n = a.size(); //数组大小
    cout<<"直接遍历法: "<<endl;
    for(int i=0; i<n; i++)
        cout<<a[i]<<',';
    cout<<endl<<"迭代器遍历法: "<<endl;
    for(vector<int>::iterator it = a.begin(); it != a.end(); it++)
        cout<<*it<<',';
    return 0;
}
```

实例 2 升序输出给定数字的所有因数，比如 12 的因数有 $\{1, 2, 3, 4, 6, 12\}$。

```
#include<bits/stdc++.h>
```

```cpp
using namespace std;
int main(){
    vector <int> a; //声明变长数组a
    int x;
    scanf("%d",&x);
    for(int i=1; i*i <= x; i++){
        if(x%i == 0){ // i 能整除 x
            a.push_back(i);
            if(i*i !=x) //平方数只插入一次，非平方数要插入i和x/i
                a.push_back(x/i);
        }
    }
    sort(a.begin(), a.end()); //对a进行排序（后面提到）
    for(int i=0; i < a.size(); i++)
        printf("%d␣",a[i]);
    return 0;
}
```

2 栈：stack

头文件：#include<stack>

栈是一种先进先出的数据结构。使用下面的方法声明一个栈：

```cpp
stack<int> s; //整数值栈
stack<char> s1; //字符值栈
```

假设有 stack<int> s; 即 s 是一个整型栈。

s.size()	返回栈 s 的大小
s.empty()	返回栈 s 是否为空的指示，空返回 1，非空返回 0
s.push(x);	元素 x 入栈
s.pop();	出栈
s.top()	返回栈顶元素

提醒：在使用 s.pop(); 和 s.top() 时，要记得 对栈是否为空作出检查 。如果对空栈做如此操作，那么编译时不会提醒，但是运行时会出错！

实例 后缀表达式的计算。输入一个后缀表达式，输出对应值，如输入中缀表达式 $((1-2)\times 3-1)\div 4$ 对应的后缀表达式 `12-3*1-4/`，输出 -1。简单起见，程序规定所有数字都是一位数且必能整除。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
int main(){
    stack<int> s;
    char a[100];
    scanf("%s", a);
    for(int i=0; i<strlen(a); i++){
        if(a[i]>='0' && a[i]<='9') //字符串a的第i位为数字
            s.push(a[i]-'0');
        else{ //字符串a的第i位为符号
            int b[2]; //b[0]和b[1]是两个操作数
            for(int j=0; j<=1; j++){
                if(!s.empty()){ //对空栈作检查，防止运行时错误
                    b[j] = s.top(); //取栈顶元素并退栈
                    s.pop();
                }
                else{
                    printf("表达式有误");
                    return 0;
                }
            }
            switch(a[i]){ //后取的元素在前，先取的元素在后，计算结果入栈
                case '+': s.push(b[1] + b[0]); break;
                case '-': s.push(b[1] - b[0]); break;
                case '*': s.push(b[1] * b[0]); break;
                case '/': s.push(b[1] / b[0]); break;
                default: printf("符号有误");
            }
        }
    }
    //正常情况下栈中必定只剩下一个元素
    if(!s.empty()) {
        printf("%d", s.top());
        return 0;
    }
    else
```

```
37        printf("表达式有误");
38    }
```

3 队列 queue 与优先队列 priority_queue

头文件：#include<queue>

queue 就是我们熟知的循环队列。priority_queue 是优先队列，可以理解为一个大根堆，每次取队头得到的元素总是队内所有元素里最大的。

声明：

```
queue <int> q; //整型队列
struct rec{...}; queue <rec> q; //结构体队列
priority_queue <int> q; //整型优先队列（大根堆）
priority_queue <pair<int,int> > q; //存放二元组的优先队列
```

操作 假设有 queue<int> q; 建立整型队列 q，还有 priority_queue<int> p; 建立优先队列（大根堆）p。

队列 queue		优先队列 priority_queue	
q.size()	返回队列元素个数	p.size()	返回优先队列元素个数
q.empty()	返回队列是否为空	p.empty()	返回优先队列是否为空
q.push(x);	x 从队尾入队	p.push(x);	x 插入堆
q.pop();	从队头出队	p.pop();	删除堆顶元素
q.front()	返回队头元素	p.top()	返回堆顶元素（最大值）
q.back()	返回队尾元素		

二元组 pair<ElemType1, ElemType2> 是 C++ 内置的有序二元组类型，比如我们可以用 pair<int,int> 代表一组坐标 (x, y)。~~用二元组可以少建一个结构体 (bushi~~

二元组的声明：

```
pair<int,int> p; //声明整数—整数二元组p
pair<char,int> p1;
pair<pair<int,int>,int> p2;
vector < pair<int,int> > v; //声明存放整数—整数二元组的变长数组v
stack < pair<int,int> > s;
```

假设有 pair<int,int> p，即建立整数—整数二元组 p。以下是相关操作：

p = make_pair(1,2);	把 p 的值指定为 $(1,2)$
p.first	返回 p 的第一元，注意不是p.first()
p.second	返回 p 的第二元

二元组与优先队列的关系：优先队列内置了堆排序方法。存放二元组的优先队列中，默认用第一元排序，第一元相同再用第二元排序。

小根堆 优先队列默认为大根堆，如要定义小根堆，可使用如下方法声明：

```
priority_queue<int, vector<int>, greater<int> > p; //小根堆
priority_queue<int> p; //对比大根堆
```

实例 1 向小根堆插入若干整数，并依次输出。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
int main(){
    int a[5]={3,1,4,2,5};
    priority_queue<int, vector<int>, greater<int> > p; //p是小根堆
    for(int i=0; i<5; i++)
        p.push(a[i]);
    while(p.size()){
        cout<< p.top() <<endl;
        p.pop();
    }
    return 0;
}
```

实例 2 向存储二元组坐标的大根堆插入坐标：$(1,2),(3,5),(2,-1),(4,5),(4,2)$，依次弹出堆顶并输出之。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
int main(){
    pair<int,int> p[5] = {make_pair(1,2), make_pair(3,5), make_pair(2,-1),
        make_pair(4,5), make_pair(4,2)};
    priority_queue<pair<int,int> > q; //定义优先队列q，存储二元组坐标
```

```
    for(int i=0; i<5; i++)
        q.push(p[i]);
    for(int i=0; i<5; i++){
        pair<int,int> x = q.top(); //取q的堆顶x，并弹出之
        q.pop();
        printf("(%d,␣%d)\n", x.first, x.second); //输出点x的横、纵坐标
    }
    return 0;
}
```

4 排序

头文件：#include<algorithm>

可以使用 sort 函数对数组排序。如果没什么特别的需求，那么一行代码就可以搞定了。sort 函数的格式为 sort(头指针,尾指针,可选的排序函数);，比如对 int 数组 $\{a_n\}$（下标从 1 到 n）升序排序可以用 sort(a+1, a+1+n); 来实现。此外，字符串排序按字典序排列。

以下列出了多种排序函数的写法：

```
int a[1001],n;
sort(a+1, a+1+n); //升序排序
sort(a+1, a+1+n, greater<int>()); //降序排序

bool cmp(int x,int y) { return a>b; }
sort(a+1, a+1+n, cmp); //自定义函数降序排序

vector <int> a;
sort(a.begin(), a.end()); //对变长数组a排序
```

结构体也可以排序，此时需要自定义函数，详见下面的「实例 2」。

实例 1 对若干个字符串进行降序排序。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
bool cmp(char *x, char *y){ //排序函数：如果字符串x>y则返回1，即降序排列
    if(strcmp(x,y) > 0) return 1;
    else return 0;
}
```

```
int main(){
    vector <char*> v;
    v.push_back("ab"); v.push_back("apple"); v.push_back("zip");
    v.push_back("zoo"); v.push_back("abc");
    sort(v.begin(), v.end(), cmp); //对存字符指针的变长数组v排序
    for(int i=0; i<v.size(); i++)
        cout<<v[i]<<endl;
    return 0;
}
```

实例 2 对结构体进行排序。比如定义学生结构体，先按成绩从大到小排序，成绩相同的再按序号从小到大排序。

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
struct rec{ //定义学生结构体
    int id, score;
}student[101];
bool compare(rec x, rec y){ //定义排序规则
    if(x.score != y.score)
        return x.score > y.score; //先按成绩降序排序
    else
        return x.id < y.id; //成绩相同的再按序号升序排序
}

int main(){
    int n = 5;
    int scoreList[5] = {80,90,90,95,90};
    for(int i=1; i<=n; i++){ //对学生信息赋值
        student[i].id = i;
        student[i].score = scoreList[i-1];
    }
    sort(student+1, student+1+5, compare); //调用排序函数
    for(int i=1; i<=n; i++)
        printf("student␣%d:␣score:␣%d\n", student[i].id, student[i].score);
    return 0;
}
```