一、栈的应用

栈是一种先进后出(FILO)的数据结构

1.1 栈的操作实现

1. 清空(clear):

```
// 栈的清空操作就是把栈顶top置为-1
void clear(){
    top=-1;
}
// 清空栈，由于没有直接用于清空栈的元素，所以使用while和pop组合
while(!st.size()) st.pop();
```

2. 获取栈内元素个数(size):

```
// 由于栈顶指针top始终指向栈顶元素，而下标是从0开始的，所以栈内元素要把top+1
int size(){
    return top+1;
}
```

3. 判空(empty):

```
// 由栈顶指针top判断的定义可知，仅当top==-1是为空，返回true，否则返回false
bool empty(){
    if(top==-1) return true; //栈空
    else return false;  //栈非空
}
```

4. 进栈(push):

```
// push(x)操作将元素x置于栈顶，由于top始终指向栈顶元素，所以需要把top+1然后再把x存入top位置
void push(int x){
    st[++top]=x;
}
```

5. 出栈(pop):

```
// pop()操作将栈顶元素出栈，而事实上可以将栈顶指针-1来实现这个效果
void pop(){
    top--;
}
```

6. 取栈顶元素(top):

```
// 由于栈顶指针top始终指向栈顶元素，所以st[top]就是栈顶元素
int top(){
    return st[top];
}
```

1.2 STL中stack的常见用法

栈，后进先出(FILO)

1. stack的定义：

```
// 定义一个stack需要添加头文件#include <stack>
stack<int> st;
```

2. stack容器内的元素访问：

```
// 只能通过top()函数来访问栈顶元素
st.top();
```

3. push()函数：

```
// push(x)将x入栈
st.push(1);
```

4. top()函数：

```
// top()函数获得栈顶元素
st.top();
```

5. pop()函数：

```
// 使用pop()函数弹出栈顶元素
st.pop();
```

6. empty()函数：

```
// empty()可以检测stack内是否为空，true为空，false为非空
if(st.enpty()==true)
```

7. size()函数：

```
// 通过size()函数来获得栈的元素个数
st.size();
```

1.3 使用队列实现栈

```
class MyStack {
public:
```

```
    /** Initialize your data structure here. */
    MyStack() {

    }

    /** Push element x onto stack. */
    void push(int x) {
        queue<int> tempQ;
        tempQ.push(x);
        while(!data.empty()) {
            tempQ.push(data.front());
            data.pop();
        }
        while(!tempQ.empty()){
            data.push(tempQ.front());
            tempQ.pop();
        }
    }

    /** Removes the element on top of the stack and returns that element. */
    int pop() {
        int ans = data.front();
        data.pop();
        return ans;
    }

    /** Get the top element. */
    int top() {
        return data.front();
    }

    /** Returns whether the stack is empty. */
    bool empty() {
        return data.empty();
    }
private:
    queue<int> data;
};
```

二、队列

队列是一种先进先出的数据结构，通常用一个队首元素front指向**队首元素的前一个位置**，而使用队尾指针来指向队尾元素。

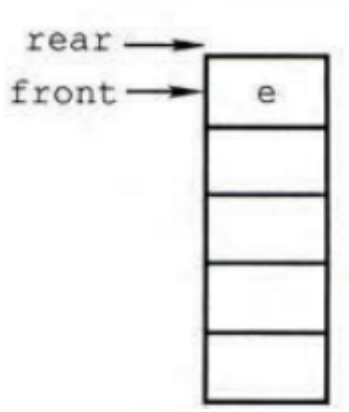
初始状态（队空条件）：$Q.front() == Q.rear() == 0$

进队操作：队不满时，先送值到队尾元素，再将队尾指针加1

出队操作：队不空时，先取队头元素值，再将队头指针加1

但 $Q.rear() == size$ 不能作为队满的条件。

如下图所示，$Q.rear() == size$ 满足前面的条件，但是显然，整个队列还有可以添加的其他元素的（未满）



2.1 队列的操作实现

1. 清空(clear):

```
// 使用数组来实现队列是，初始状态为front=-1，rear=-1
void clear(){
    front=rear=-1;
}
```

2. 获得队列中的元素个数(size):

```
// rear-front是队列内元素的个数
int size(){
    return rear-front;
}
```

3. 判空(empty):

```
// 若rear等于front，则队列为空
bool empty(){
    if(front==rear) return true;
    else return false;
}
```

4. 入队(push):

```
// 入队，由于指针rear指向队尾元素，因此把元素入队时，需要先把rear+1，在存放到rear指向的位置
void push(int x){
    q[++rear]=x;
}
```

5. 出队(pop):

```
// 直接把队首指针加1来实现出队效果
void pop(){
    front++;
}
```

6. 取队首元素(get_front):

```
// 由于队首指针front指向的队首元素的前一个元素，因此front+1才是队首元素的位置
int get_front(){
    return q[front+1];
}
```

7. 取队尾元素(get_rear):

```
// 由于队尾指针rear指向的队尾元素，因此直接访问rear是队尾元素的位置
int get_rear(){
    return q[rear];
}
```

2.2 STL中queue的常见用法

1. 判断队列是否为空

```
Q.empty()
```

2. 返回队列头部元素

```
Q.front()
```

3. 返回队列尾部元素

```
Q.back()
```

4. 弹出队列头部元素

```
Q.pop()
```

5. 将x添加至队列

```
Q.push(x)
```

6. 返回队列的存储元素的个数

```
Q.size()
```

2.3 使用栈实现队列

```cpp
class MyQueue {
public:
    /** Initialize your data structure here. */
    MyQueue() {

    }

    /** Push element x to the back of queue. */
    void push(int x) {
        stack<int> tempS;

        while(!data.empty()) {
            tempS.push(data.top());
            data.pop();
        }
        tempS.push(x);
        while(!tempS.empty()){
            data.push(tempS.top());
            tempS.pop();
        }
    }

    /** Removes the element from in front of queue and returns that element. */
    int pop() {
        int ans = data.top();
        data.pop();
        return ans;
    }

    /** Get the front element. */
    int peek() {
        return data.top();
    }

    /** Returns whether the queue is empty. */
    bool empty() {
        return data.empty();
    }
private:
    stack<int> data;
};
```

2.4 循环队列

如前面所讲，队列在判断队满的情况下力有不逮，所以就引出了循环队列。

将循环队列想象成一个环状的空间，即在逻辑上视为一个环。

初始时：$Q.front == Q.rear == 0$

队首指针进1：$Q.front = (Q.front + 1)\%MaxSize$

队尾指针进1：$Q.rear = (Q.rear + 1)\%MaxSize$

队列长度：$len = (Q.rear + MaxSize - Q.front)\%MaxSize$

为了区分队空还是队满的情况，有三种处理方式：

1. 牺牲一个单元来区分队空和队满，入队时少用一个队列单元，这是一种较为普遍的做法，约定以**"队头指针在队尾指针的下一位置作为队满的标志"**，如图下图e所示。

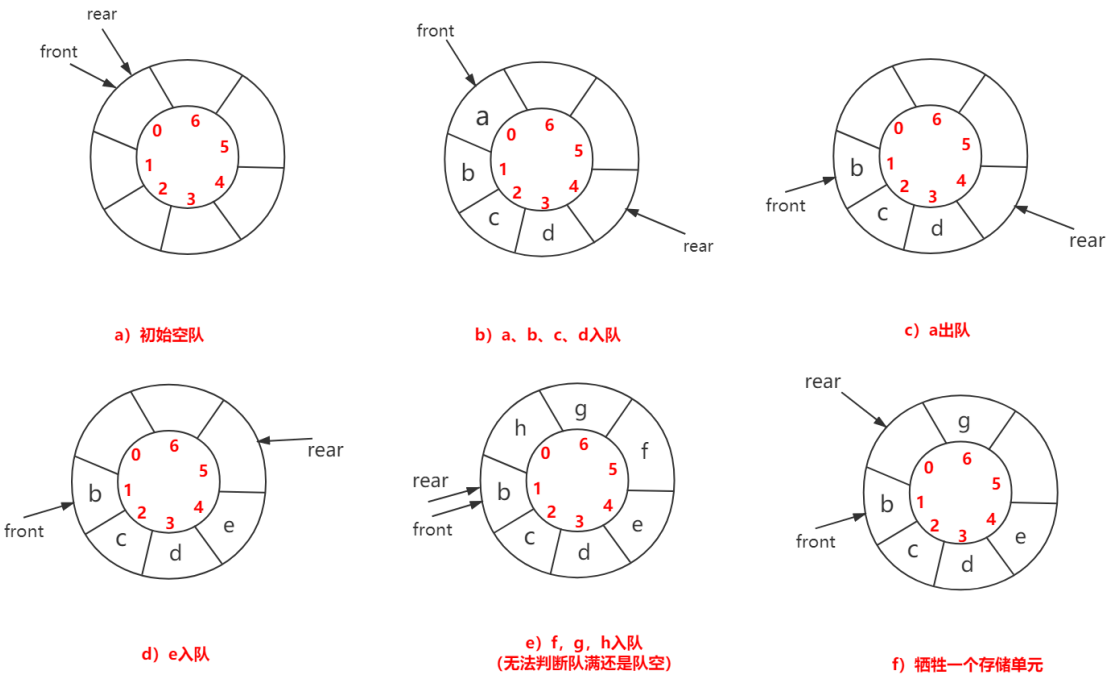
   队满条件：$(Q.rear + 1)\%MaxSize == Q.front$

   队空条件仍：$Q.front == Q.rear$

   队列中元素的个数：$(Q.rear - Q.front + MaxSize)\%MaxSize$

2. 类型中增设表示元素个数的数据成员。这样，队空的条件为 $Q.size == 0$；队满的条件为 $Q.size == MaxSize$；这两种情况都有 $Q.front == Q.rear$ 。

3. 类型中增设 tag 数据成员，以区分是队满还是队空。$tag == 0$ 时，若因删除导致 $Q.front == Q.rear$，则为队空；$tag == 1$ 时，若因插入导致 $Q.front == Q.rear$ ，则为队满。



1. 初始化

```
void InitQueue(SqQueue &Q){
    Q.rear=Q.front=0;   // 初始化队首、队尾指针
}
```

2. 判队空

```
bool isEmpty(SqQueue &Q){
    if(Q.rear==Q.front) return true;    // 队空条件
    else return false;
}
```

3. 入队

```
bool EnQueue(SqQueue &Q,ElemType x){
    if ((Q.rear+1)%MaxSize==Q.front) return false;  // 队满
    Q.data[Q.rear]=x;
    Q.rear= (Q.rear+1)%MaxSize;     // 队尾指针加 1 取模
    return true;
}
```

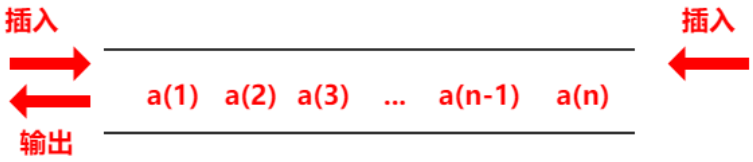
4. 出队

```
bool DeQueue(SqQueue sQ,ElemType x){
    if(Q.rear==Q.front) return false;      //队空，报错
    x=Q.data[Q.front];
    Q.front=(Q.front+1)%MaxSize;    //队头指针加 1 取模
    return true;
}
```

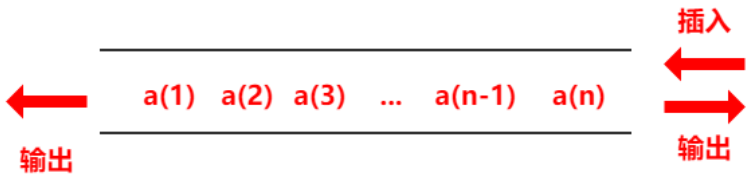
2.5 双端队列

双端队列是指允许两端都可以进行入队和出队操作的队列，

输出受限的双端队列：允许在一端进行插入和删除，但在另一端只允许插入的双端队列称为输出受限的双端队列，如下图



输入受限的双端队列：允许在一端进行插入和删除，但在另一端只允许删除的双端队列称为输入受限的双端队列，如下图



三、STL容器中的queue和priority queue的实现方式

```cpp
priority_queue<int> big_heap;//默认构造是最大堆
priority_queue<int, vector<int>, greate<int> > small_heap; //最小堆构造方法
priority_queue<int, vector<int>, less<int> > big_heap2;//最大堆构造方法

big_heap.empty()    // 判断堆是否为空
big_heap.pop()      // 弹出堆顶元素（最大值）
big_heap.push(x)    // 将元素x添加至二叉堆
big_heap.top()      // 返回堆顶元素（最大值）
big_heap.size()     // 返回堆中元素个数
```