

Тема 2. Непрерывные схемы хранения данных

Стек, дек, очередь

Массив предоставляет непосредственный доступ к своим элементам в любой момент времени. Бывают ситуации, когда целесообразно ограничить доступ к элементам в зависимости от момента их появления. Исторически было сформулировано две дисциплины подобных ограничений доступа, которые получили названия

LIFO — Last In First Out — стек stack

FIFO — First In First Out — очередь queue

И далее к ним было добавлено понятие дек - double ended queue, очередь с двумя концами - как обобщение понятий стека или очереди.

Иллюстрации: стек, очередь, дек
вершина стека, голова и хвост очереди
дисциплина доступа

Мы будем сейчас строить так называемые непрерывные реализации данных схем хранения, когда элементы размещаются в некотором ограниченном массиве. Таким образом, эти контейнеры будут иметь ограничение по максимальному количеству элементов, хотя это ограничение можно легко снять за счет использования динамического массива, но с естественным увеличением трудоемкости при выделении памяти и копировании, присущей операциям с динамическим массивом.

Непрерывная реализация стека. Следуем сформулированным выше 5 пунктам, относящимся к контейнерным объектам.

Иллюстрация: Стек. Основы реализации и дисциплина доступа

У нас был класс MyException, он нам полностью подходит по функциональности. Параметрическая реализация стека.

```
template <class T>
class Stack
{
private:
    T *mem, *top;
    size_t maxsize;
public:
    Stack(size_t msize);
    Stack(const Stack<T> & st);
    ~Stack() { delete [] mem; }

    bool Push(const T & x);
    bool Pop(T & x);
    bool Del();

    T & Top();
    const T & Top() const;
```

```
    size_t Size() const { return top-mem+1; }
    size_t Maxsize() const { return maxsize; }
}

template <class T>
Stack<T>::Stack(size_t msize)
{
    try {
        maxsize = msize;
        mem = new T[maxsize];
        top = mem - 1;
    } catch (std::bad_alloc e) {
        throw new MyException(EC_MEMORY, "Stack: cannot allocate memory\n");
    }
}

template <class T>
Stack<T>::Stack(const Stack<T> & st)
{
    try {
        maxsize = st.maxsize;
        mem = new T[maxsize];
        size_t size = st.Size();
        for (size_t i=0; i<size; i++) { mem[i] = st.mem[i]; }
        top = mem + size - 1;
    } catch (std::bad_alloc e) {
        throw new MyException(EC_MEMORY, "Stack: cannot apply copy constructor\n");
    }
}

template <class T>
bool Stack<T>::Push(const T & x)
{
    if (Size() == maxsize) return false;
    *(++top) = x;
    return true;
}

template <class T>
bool Stack<T>::Pop(T & x)
{
    if (Size() == 0) return false;
    x = *top--;
    return true;
}
```

```
template <class T>
T & Stack<T>::Top()
{
    if (Size() == 0) throw new MyException(EC_ACCESS, "Stack::Top: empty stack\n");
    return *top;
}
```

Реализация очереди на базе массива

Иллюстрация: схема хранения, голова и хвост
кольцевой буфер, пустое и полное состояние

```
template <class T>
class Queue
{
private:
    T *mem, *head, *tail;
    size_t size, maxsize;
    T * Next(T * p);
    T * Prev(T * p);
public:
    Queue(size_t msize);
    Queue(const Queue<T> & qe);
    ~Queue() { delete [] mem; }

    bool PushTail(const T & x);
    bool PopHead(T & x);
    bool DelHead();

    T & Head();
    const T & Head() const;

    size_t Size() const { return size; }
    size_t Maxsize() const { return maxsize; }
}
```

```
template <class T>
T * Queue<T>::Next(T * p)
{
    return (p - mem < maxsize - 1) ? p+1 : mem;
}
```

```
template <class T>
T * Queue<T>::Prev(T * p)
{
    return (p - mem > 0) ? p-1 : mem + maxsize - 1;
}
```

```
template <class T>
Queue<T>::Queue(size_t msize)
{
    try {
        maxsize = msize;
        mem = new T[maxsize];
        head = mem;
        tail = Next(head);
        size = 0;
    } catch (std::bad_alloc e) {
        throw new MyException(EC_MEMORY, "Queue:: constructor: memory allocation error\n");
    }
}

template <class T>
bool Queue<T>::PushTail(const T & x)
{
    if (size == maxsize) return false;
    tail = Prev(tail);
    *tail = x;
    size++;
    return true;
}

template <class T>
bool Queue<T>::PopHead(T & x)
{
    if (size == 0) return false;
    x = *head;
    head = Prev(head);
    size--;
    return true;
}

template <class T>
bool Queue<T>::DelHead()
{
    if (size == 0) return false;
    head = Prev(head);
    size--;
    return true;
}

template <class T>
T & Queue<T>::Head()
{
    if (size==0) throw new MyException(EC_ACCESS, "Queue::Head empty queue\n");
}
```

```
    return *head;
}

template <class T>
const T & Queue<T>::Head() const
{
    if (size==0) throw new MyException(EC_ACCESS, "Queue::Head  empty queue\n");
    return *head;
}
```

Дек — это симметричная “двусторонняя” очередь.

```
template <class T>
class Deq
{
private:
    T *mem, *head, *tail;
    size_t size, maxsize;
    T * Next(T * p);
    T * Prev(T * p);
public:
    Deq(size_t msize);
    Deq(const Stack<T> & dq);
    ~Deq() { delete [] mem; }

    bool PushTail(const T & x);
    bool PushHead(const T & x);
    bool PopHead(T & x);
    bool PopTail(T & x);
    bool DelHead();
    bool DelTail();

    T & Head();
    const T & Head() const;
    T & Tail();
    const T & Tail() const;

    size_t Size() const { return top - mem + 1; }
    size_t Maxsize() const { return maxsize; }
}
```

Использование очевидным образом

```
Stack<int> a(100);
Stack<double> b(200);
Queue<const char*> s(1024);
a.Push(123);
b.Push(3.14);
```

```
const char *str = "some string";
s.Push(str);

Queue<Stack<int> > abc(10); // не работает !!!
                           нужно конструктор без параметров
                           и оператор присваивания

Stack();
Stack(msize = 0);

const Stack<T> & operator= (const Stack<T> & st);
```

Реализация оператора присваивания для стека — нужно уничтожить старое содержимое и создать копию другого объекта.

```
template <class T>
const Stack<T> & Stack<T>::operator= (const Stack<T> & st)
{
    try {
        delete [] mem;
        maxsize = st.maxsize;
        mem = new T[maxsize];
        size_t size = st.Size();
        for (size_t i=0; i<size; i++) { mem[i] = st.mem[i]; }
        top = mem + size - 1;
        return *this;
    } catch (std::bad_alloc e) {
        throw new MyException(EC_MEMORY, "Stack: cannot apply operator=\n");
    }
}
```

Использование:

```
Queue<Stack<int> > abc(10);
Stack<int> a1(10);
Stack<int> a2(10);
Stack<int> a3(10);
Stack<int> a4(10);

a1.Push(123);
a1.Push(234);
a2.Push(1123);
a2.Push(2234);
a3.Push(555);

abc.PushTail(a1);
abc.PushTail(a2);
abc.PushTail(a3);
```

```
abc.Head().Push(555);
```

Можно ли стек передать параметром в функцию или вернуть как значение?

Можно, но нужен конструктор копирования! Он практически повторяет оператор присваивания, только не нужно уничтожать предыдущее содержимое так как его нет (конструктор его как раз и должен создать).

Но при такой передаче класса как параметр или возвращаемое значение происходит копирование. Для простых объектов это легко, а для сложных может быть трудоемко. Поэтому всегда лучше передавать класс как (константную) ссылку, а возвращать тоже, если он простой или иначе сделать очень неудобно.

В более поздних версиях C++ появилось понятие перемещения (move), что позволяет в некоторых случаях существенно ускорить работу, исключив излишние копирования при реализации операций с объектом. Но об этом будет отдельный разговор.