Стандартная библиотека шаблонов

Контейнеры

Стандартная библиотека шаблонов (STL)

- Библиотека шаблонов является примером *обобщенного программирования*
- Содержит набор шаблонов (templates), представляющих *контейнеры, итераторы, функциональные объекты и алгоритмы*
- Реализует идеи шаблонов проектирования (patterns)
- Включена в стандарт C++ комитетом ISO/ANSI C++

Контейнеры

- Шаблоны классов для представления абстрактных структур данных
- Контейнеры представляют собой коллекции объектов
- Контейнеры в STL являются однородными, т.е. могут содержать только объекты одинакового типа

Итераторы

- Итераторы – объекты, используемые для обхода коллекции объектов
- Итератор должен поддерживать понятие текущей позиции в контейнере
- Итератор должен предоставлять такие базовые операции, как продвижение к следующей позиции и обращение к элементу в текущей позиции
- Итераторы широко используют перегрузку операций, чтобы сделать работу с ними аналогичной работе с указателями

Шаблон класса vector

- Коллекция однотипных объектов, к которым возможен произвольный доступ (аналог – массив)
- Объявлен в заголовочном файле <vector>

Пример использования

```
#include <vector>
using namespace std;
. . .
vector<int>  rating(5);
int n;
cin>>n;
vector<double> score(n);
vector<int> number;
```

```
// работа по аналогии с массивом
int i;
for (i=0; i<5; ++i) rating [ i ] = i;
for (i=0; i<n; ++i) cin>>score [ i ] ;
```

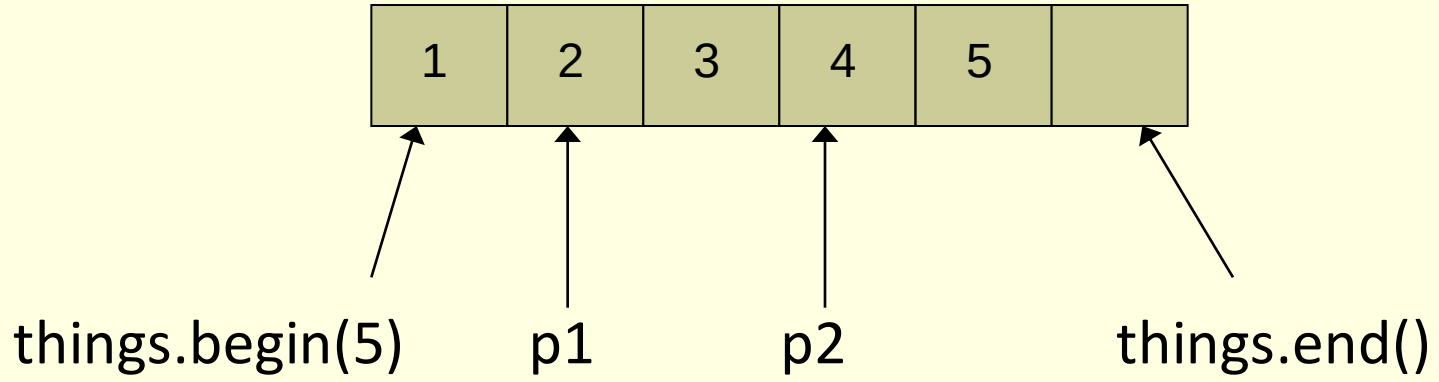
```
// методы контейнеров
int a;
for (i=0; i<5; ++i) {
    cin>>a;
    number.push_back(a);
}
cout<<number.size();
cout<<number.front()<<“ “<<number.back()<<endl;
number.pop_back();
vector <int> newarr(rating);
newarr.swap(rating);
newarr.clear();
cout<<newarr.empty()<<endl;
```

Примеры использования итераторов

```
vector<double>:: iterator pd;
pd = score.begin();
*pd = 22.3;
++pd;
for (pd = score.begin(); pd!=score.end(); ++pd)
  cout<< *pd<< “ “;
```

Позиции итераторов и диапазоны

vector<int> things(5);



Диапазон [things.begin() , things.end())

Диапазон [p1, p2)

Методы, работающие с указателями и диапазонами

a.erase(pt)	удаление элемента по указателю pt
a.erase(p1, p2)	удаление диапазона [p1, p2)

```
score.erase(score.begin(), score.begin()+2);
```

Методы, работающие с диапазонами

a.insert(p,t) вставка значения t перед указателем p

a.insert (pt, p1,p2) вставка диапазона [p1, p2) из другого вектора перед итератором pt

```
vector<int> old;
vector<int> new;
old.insert(old.begin(),3); old.insert(old.end(),5);
new.insert(new.begin(), old.begin(), old.end());
new.insert(new.end(), old.begin()+1, old.end()-1);
```

Обобщенные функции for_each()

```
MyFunc(MyType x);
vector<MyType> v;
vector<MyType>::iterator p;
for (p=v.begin(); p!= v.end(); ++p)
   MyFunc(*p);
. . .
for_each (v.begin(), v.end(), MyFunc);
```

MyFunc не должна изменять значения элементов контейнера

Обобщенные функции, переставляющие элементы

random_shuffle(a.begin(), a.end());

sort(a.begin(), a.end());

для такой сортировки требуется, чтобы для элементов, составляющих коллекцию была определена операция operator <()

sort(a.begin(), a.end(), WorseThan);

при сортировка используется функция-предикат WorseThan

```
struct student {
  string name;
  double r;
};
bool Rating (const student& s1,
                        const student& s2)
{  if (s1.r < s2.r) return true;
          else return false;
}
vector<student> sp;
sort (sp.begin(), sp.end(), Rating);
```

Дополнительно перегруженные операции

==

!=

<

>

<=

>=

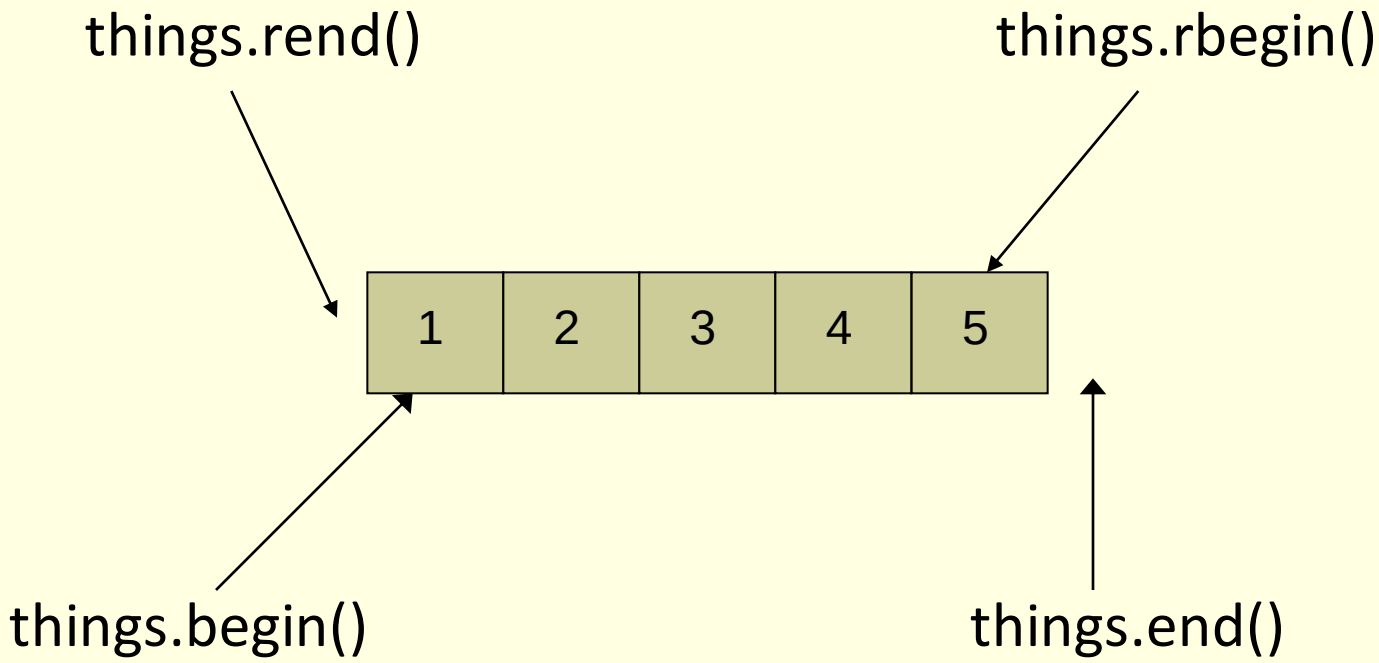
- Вектор – это контейнер, который является последовательным, т.е. организует хранение элементов в линейном порядке
- Вектор поддерживает итераторы произвольного доступа
- Операции вставки и удаления в конце вектора выполняются за постоянное время
- Операции вставки и удаления внутри вектора имеют линейную сложность
- Управление памятью выполняется автоматически

- Вектор является обратимым контейнером, что позволяет использовать с ним обратный итератор

```
vector<int> :: reverse_iterator rp;
vector<int> a;
rp=a.rbegin();
        //возвращает то же значение,
        //что и end() для обычного итератора
rp = a.rend();
```

Позиции итераторов

vector<int> things(5);



Пример

```
vector <int> v(n);

vector <int> ::  iterator pb;
for(pb=v.begin();  pb!=v.end(); ++pb)
   cout<<*pb<<" ";

vector <int> :: reverse_iterator rb;
for(rb=v.rbegin();  rb!=v.rend(); ++rb)
   cout<<*rb<<" "
```

Пример

```
pb=v.begin();
while(  pb!=v.end()  && *pb!=0) ++pb;

rb=v.rbegin();
while (  rb!=v.rend() && *rb!=0) ++rb;
```

Пример

```
vector <int>::iterator p;
//for (p=pb; p<rb ; ++p)                    ошибка
//      cout<<*p<<endl;

for (p=pb; p<rb.base(); ++p)
        cout<<*p<<“  “;
```

Пример

Чтобы исключить нули

```
++rb;
for (p=pb+1; p<rb.base(); ++p)
        cout<<*p<<endl;
```

Типы контейнеров

- Стандартные
  - Последовательные (deque, list, vector)
  - Ассоциативные (map, multimap, set)
- Адаптеры (priority_queue, queue, stack)
- Псевдоконтейнеры (bitset, string, valarray, vector<bool>)

deque

- #include <deque>
- Двусторонняя очередь
- Подобно вектору поддерживает произвольный доступ к элементам
- Вставка и удаление возможны и в конце, и в начале очереди с постоянной сложностью

list

- #include <list>
- Двусвязный список
- Обеспечивает вставку и удаление элементов в любом месте за постоянное время
- Не поддерживает произвольный доступ к элементам по индексу

Пример

```
list<int> l1(3,2); // 2 2 2
l1.push_back(10);  // 2 2 2 10
l1.push_front(5);  // 5 2 2 2 10
list<int> ::iterator pl;
pl=l1.begin();
++pl;
l1.insert(pl,0);    // 5 0 2 2 2 10
ostream_iterator<int,char> out(cout," ");
copy(l1.begin(),l1.end(),out);
```

Дополнительные методы

- remove (val)
- sort ( ) сложность n log n
- merge (other)
- unique ()
- splice (pos, other)

Пример

```
l1.remove(2);     // 5 0 10

int arr[5]={ 4,3,7,9,1};
l1.insert(l1.begin(),arr, arr+5);
//4 3 7 9 1 5 0 10
l1.sort();
// 0 1 3 4 5 7 9 10
```

Пример

```
list<int> l2;
int a2[10]={2,2,5,6,5,5,1,7,7,7};
l2.insert(l2.begin(),a2,a2+10);
// 2 2 5 6 5 5 1 7 7 7
l2.unique();
// 2 5 6 5 1 7
l2.sort();
// 1 2 5 5 6 7
l1.merge(l2);
// 0 1 1 2 3 4 5 5 5 6 7 7 9 10
```

Адаптеры

- Устанавливают интерфейс типичный для определенных структур данных

queue

- Реализует интерфейс очереди
- Обычно реализуется через закрытое наследование от deque
- Не позволяет выполнять произвольный доступ к элементам, перемещаться по очереди
- Возможно добавление в конец очереди, удаление из начала очереди, определить размер очереди и проверить очередь на пустоту

Операции

- bool empty()
- size_type size()
- T& front()
- T& back()
- void push(const T&)
- void pop()

Пример

```
queue<int> q;
q.push (42);
q.push (101);
q.push (69);
while (!q.empty ())
 {
   cout << q.front () << endl;
   q.pop ();
 } // 42 101 69
```

priority_queue

- Набор операций совпадает с queue
- Наибольший элемент сдвигается в начало очереди
- Реализуется как вектор

Пример

```
priority_queue<int> q;

  q.push (42);
  q.push (101);
  q.push (69);
  while (!q.empty ())
  {
    cout << q.top() << endl;
    q.pop ();
  } // 101 69 42
```

stack

- Основан на классе вектор
- Интерфейс стека поддерживает операции
  - bool empty()
  - size_type size()
  - T& top()
  - void push(const T&)
  - void pop()

Пример

```
stack<int> q;

  q.push (42);
  q.push (101);
  q.push (69);
  while (!q.empty ())
  {
    cout << q.top() << endl;
    q.pop ();
  } // 69 101 42
```