Стандартная библиотека STL: ассоциативные контейнеры

Александр Смаль

Академический университет
20 февраля 2014
Санкт-Петербург

STL: введение

- STL = Standard Template Library
- STL описан в стандарте C++, но не упоминается там явно.
- Авторы: Александр Степанов, Дэвид Муссер и Менг Ли для HP, а потом для SGI.
- Основан на разработках для языка Ада.
- Основные составляющие:
  - контейнеры (хранение объектов в памяти),
  - итераторы (доступ к элементам контейнера),
  - алгоритм (для работы с последовательностями),
  - адаптеры (обёртки над контейнерами)
  - функциональные объекты, функторы (обобщение функций).
  - потоки ввода/вывода.
- Всё определено в пространстве имён `std`.

Общие сведения о контейнерах

Контейнеры библиотеки STL можно разделить на четыре категории:

- последовательные,
- **ассоциативные**,
- контейнеры-адаптеры,
- псевдоконтейнеры.

Требования к хранимым объектам:

1. copy-constuctable
2. assignable
3. “стандартная семантика”

Итераторы — объекты для доступа к элементам контейнера с синтаксисом указателей.

Общие члены контейнеров

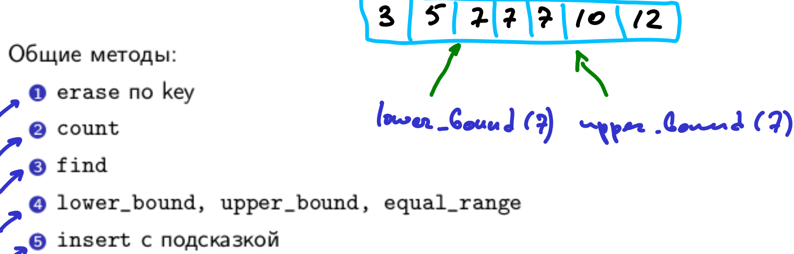
Типы (typedef-ы или вложенные класс):

1. `C::value_type`
2. `C::reference`
3. `C::const_reference`
4. `C::pointer`
5. `C::iterator`
6. `C::const_iterator`
7. `C::size_type`

Методы:

1. Конструктор по умолчанию, конструктор копирования, оператор присваивания, деструктор.
2. `begin()`, `end()`
3. Операторы сравнения: `==`, `!=`, `>`, `>=`, `<`, `<=`.
4. `size()`, `empty()`.
5. `swap(obj2)`
6. `clear`.

Ассоциативные контейнеры



Общие методы:

1. erase по key
2. count
3. find
4. lower_bound, upper_bound, equal_range
5. insert с подсказкой

set, multiset

```
#include <set>

std::set<int> primes;
primes.insert(2);
primes.insert(3);
primes.insert(5);
...
if (primes.find(173) != primes.end())
    std::cout << 173 << " is prime\n";

for(std::set<int>::iterator it  = primes.begin();
                            it != primes.end(); ++it)
    std::cout << *it << '\n';
// ---------------------------------
std::multiset<int> ms;
ms.insert(1);
ms.insert(2);
ms.insert(2); // ms.size() == 3
std::cout << ms.count(2) << '\n';
```

Хранит пару ключ-значение (std::pair).

std::pair

```
template<class F, class S>
struct pair {
    ... // constructors
    F  first;
    S  second;
};
template<class F, class S>
pair<F, S> make_pair(F const& f, S const& s);
```

```
template<class Key, class T, ...>
class map {
...
typedef pair<const Key, T> value_type;
} ;
```

Особые методы:

1. operator[]

map, multimap

```
#include <map>

std::map<string,int> phonebook;
phonebook.insert(std::make_pair("Mary", 2128506));
phonebook.insert(std::make_pair("Alex", 9286385));
phonebook.insert(std::make_pair("Bob",  2128506));
...
std::map<string,int>::iterator it = phonebook.find("John");
if ( it != phonebook.end())
    std::cout << "Jonh's p/n is " << it->second << "\n";

for(it = phonebook.begin(); it != phonebook.end(); ++it)
    std::cout << it->first << ": " << it->second << "\n";
// ------------------------------
std::multmap<string, int> pb;
pb.insert(std::make_pair("Mary", 2128506));
pb.insert(std::make_pair("Mary", 2128507));
pb.insert(std::make_pair("Mary", 1112223)); //ms.size()==3
std::cout << pb.count("Mary") << '\n';
```

pair<char const*, int>

const_

map::operator[]

```
std::map<string, int> phonebook;
phonebook.insert(std::make_pair("Mary", 2128506));
...
phonebook.insert(std::make_pair("Mary", 2128507)); // fail

std::pair<std::map<string, int>::iterator, bool> res =
    phonebook.insert("Mary", 2128507); //res.second==false

std::map<string, int>::iterator it =
    phonebook.find("Mary");
if (it != phonebook.end() )
    it->second = 2128507;
else
    phonebook.insert(std::make_pair("Mary", 2128507));

// analogous
phonebook["Mary"] = 2128507;

// problem
for(it = phonebook.begin(); it != phonebook.end(); ++it)
    std::cout << it->first << ": " << phonebook[it->first]
```

it → second

Ограничения map::operator[]

1. Работает только с неконстантным map.
2. Требует наличие конструктора по умолчанию у T.

```
T & operator[](Key const& k)
{
    iterator i = find(k);
    if (i == end())
        i = insert(value_type(k, T())).first;

    return i->second;
}
```

3. Работает за $O(\log n)$. $\Rightarrow$ Не стоит работать с map как с массивом!

Удаление из set и map

Неправильный вариант

```
std::map<string, int> m;
std::map<string, int>::iterator it = m.begin();
for( ; it != m.end(); ++it)
    if (it->second == 0)
        m.erase(it);
```

Непереносимый вариант

```
for( ; it != m.end(); )
    if (it->second == 0)
        it = m.erase(it);
    else
        ++it;
```

Правильный вариант вариант

```
for( ; it != m.end(); )
    if (it->second == 0)
        m.erase(it++);
    else
        ++it;
```

Использование собственного компаратора

```
struct Person {
    string name;
    string surname;
};
bool operator<(Person const& a, Person const& b)
{
    return a.name < b.name ||
           (a.name == b.name && a.surname < b.surname);
}

std::set<Person> s1; // unique by name+surname

struct PersonComp {
    bool operator<(Person const& a, Person const& b) const
    {
        return a.surname < b.surname;
    }
};

std::set<Person, PersonComp> s2; // unique by surnames
```

Требования к компаратору

Компаратор должен задавать отношение строгого порядка $\prec$.

$$\neg(x \prec y) \wedge \neg(y \prec x) \Rightarrow x \doteq y$$

$\neg(x \leq y) \wedge \neg(y \leq x) \Rightarrow \ldots$

false

insert с подсказкой

```
std::map<K, V> m;

K k = ...;
V v = ...;

std::map<K, V>::iterator i = m.find(k); // returns m.end()

std::map<K, V>::iterator hint = m.lower_bound(k);
if (hint != m.end() && !(k < hint->first))
    // gotcha!
else
    // use hint
    m.insert(hint, std::make_pair(k, v));
```