



# 程序设计实习

郭炜 微博 <http://weibo.com/guoweiofpku>

<http://blog.sina.com.cn/u/3266490431>

刘家瑛 微博 <http://weibo.com/pkuliujiaying>



# 标准模板库STL

set和multiset

# 关联容器

## set, multiset, map, multimap

- 内部元素有序排列，新元素插入的位置取决于它的值，查找速度快。
- 除了各容器都有的函数外，还支持以下成员函数：

**find**: 查找等于某个值的元素( $x$ 小于 $y$ 和 $y$ 小于 $x$ 同时不成立即为相等)

**lower\_bound**: 查找某个下界

**upper\_bound**: 查找某个上界

**equal\_range**: 同时查找上界和下界

**count**: 计算等于某个值的元素个数( $x$ 小于 $y$ 和 $y$ 小于 $x$ 同时不成立即为相等)

**insert**: 用以插入一个元素或一个区间

## 预备知识： pair 模板

```
template<class _T1, class _T2>
struct pair
{
    typedef _T1 first_type;
    typedef _T2 second_type;
    _T1 first;
    _T2 second;
    pair(): first(), second() { }
    pair(const _T1& __a, const _T2& __b)
        : first(__a), second(__b) { }
    template<class _U1, class _U2>
    pair(const pair<_U1, _U2>& __p)
        : first(__p.first), second(__p.second) { }
};
```

map/multimap容器里放着的都是  
pair模版类的对象，且按first从小  
到大排序

第三个构造函数用法示例：

```
pair<int, int>
p(pair<double, double>(5.5, 4.6));
// p.first = 5, p.second = 4
```

# multiset

```
template<class Key, class Pred = less<Key>,
```

```
        class A = allocator<Key> >
```

```
class multiset { ..... };
```

- Pred类型的变量决定了multiset中的元素，“一个比另一个小”是怎么定义的。multiset运行过程中，比较两个元素x,y的大小的做法，就是生成一个Pred类型的变量，假定为op,若表达式op(x,y)返回值为true,则x比y小。  
Pred的缺省类型是less<Key>。

# multiset

```
template<class Key, class Pred = less<Key>,  
        class A = allocator<Key> >
```

```
class multiset { ..... };
```

- Pred类型的变量决定了multiset 中的元素，“一个比另一个小”是怎么定义的。multiset运行过程中，比较两个元素x,y的大小的做法，就是生成一个 Pred类型的变量，假定为 op,若表达式op(x,y) 返回值为true,则 x比y小。

Pred的缺省类型是 less<Key>。

- less 模板的定义：

```
template<class T>
```

```
struct less : public binary_function<T, T, bool>
```

```
{ bool operator()(const T& x, const T& y) { return x < y ; } const; };
```

//less模板是靠 < 来比较大小的

## multiset的成员函数

iterator **find**(const T & val);

在容器中查找值为val的元素，返回其迭代器。如果找不到，返回end()。

iterator **insert**(const T & val); 将val插入到容器中并返回其迭代器。

void **insert**( iterator first,iterator last); 将区间[first,last)插入容器。

int **count**(const T & val); 统计有多少个元素的值和val相等。

iterator **lower\_bound**(const T & val);

查找一个最大的位置 it,使得[begin(),it) 中所有的元素都比 val 小。

iterator **upper\_bound**(const T & val);

查找一个最小的位置 it,使得[it,end()) 中所有的元素都比 val 大。

## multiset的成员函数

`pair<iterator,iterator> equal_range(const T & val);`

同时求得lower\_bound和upper\_bound。

`iterator erase(iterator it);`

删除it指向的元素，返回其后面的元素的迭代器(Visual studio 2010上如此，但是在C++标准和Dev C++中，返回值不是这样)。



# multiset 的用法

```
#include <set>

using namespace std;

class A { };

int main() {
    multiset<A> a;
    a.insert( A()); //error
}
```

# multiset 的用法

```
#include <set>

using namespace std;

class A { };

int main() {
    multiset<A> a;
    a.insert( A()); //error
}
```

**multiset <A> a;**

就等价于

**multiset<A, less<A>> a;**

插入元素时，multiset会将插入元素和已有元素进行比较。由于less模板是用<进行比较的，所以，这都要求A的对象能用<比较，即适当重载了<



# multiset 的用法示例

```
#include <iostream>
#include <set> //使用multiset须包含此文件
using namespace std;

template <class T>
void Print(T first, T last)
{   for(;first != last ; ++first) cout << * first << " ";
    cout << endl;
}

class A   {
private:
    int n;
public:
    A(int n_ ) { n = n_; }
    friend bool operator< ( const A & a1, const A & a2 ) { return a1.n < a2.n; }
    friend ostream & operator<< ( ostream & o, const A & a2 ) { o << a2.n;    return o; }
    friend class MyLess;
};
```

```

struct MyLess {
    bool operator()( const A & a1, const A & a2)
    //按个位数比大小
    { return ( a1.n % 10 ) < (a2.n % 10); }
};

typedef multiset<A> MSET1; //MSET1用 "<"比较大小
typedef multiset<A,MyLess> MSET2; //MSET2用 MyLess::operator()比较大小

int main()
{
    const int SIZE = 6;
    A a[SIZE] = { 4,22,19,8,33,40 };
    MSET1 m1;
    m1.insert(a,a+SIZE);
    m1.insert(22);
    cout << "1) " << m1.count(22) << endl; //输出 1) 2
    cout << "2) "; Print(m1.begin(),m1.end()); //输出 2) 4 8 19 22 22 33 40
}

```

//m1元素: 4 8 19 22 22 33 40

MSET1::iterator pp = m1.find(19);

if( pp != m1.end() ) //条件为真说明找到

cout << "found" << endl;

//本行会被执行, 输出 found

cout << "3) "; cout << \* m1.lower\_bound(22) << ","

<< \* m1.upper\_bound(22) << endl;

//输出 3) 22,33

pp = m1.erase(m1.lower\_bound(22),m1.upper\_bound(22));

//pp指向被删元素的下一个元素

cout << "4) "; Print(m1.begin(),m1.end()); //输出 4) 4 8 19 33 40

cout << "5) "; cout << \* pp << endl; //输出 5) 33

MSET2 m2; // m2里的元素按n的个位数从小到大排

m2.insert(a,a+SIZE);

cout << "6) "; Print(m2.begin(),m2.end()); //输出 6) 40 22 33 4 8 19

return 0;

}

//m1元素: 4 8 19 22 22 33 40

MSET1::iterator pp = m1.find(19);

if( pp != m1.end() ) //条件为真说明找到

cout << "found" << endl;

//本行会被执行, 输出 found

cout << "3) "; cout << \* m1.lower\_bound(22) << ","

<<\* m1.upper\_bound(22)<< endl;

//输出 3) 22,33

pp = m1.erase(m1.lower\_bound(22),m1.upper\_bound(22));

//pp指向被删元素的下一个元素

cout << "4) "; Print(m1.begin(),m1.end()); //输出 4) 4 8 19 33 40

cout << "5) "; cout << \* pp << endl; //输出 5) 33

MSET2 m2; // m2里的元素按n的个位数从小到大排

m2.insert(a,a+SIZE);

cout << "6) "; Print(m2.begin(),m2.end()); //输出 6) 40 22 33 4 8 19

return 0;

iterator lower\_bound(const T & val);

查找一个最大的位置 it,使得[begin(),it) 中所有的元素都比 val 小。

输出：

1) 2

2) 4 8 19 22 22 33 40

3) 22,33

4) 4 8 19 33 40

5) 33

6) 40 22 33 4 8 19

# set

```
template<class Key, class Pred = less<Key>,  
        class A = allocator<Key> >  
    class set { ... }
```

插入set中已有的元素时，忽略插入。



# set用法示例

```
#include <iostream>
#include <set>
using namespace std;
int main() {
```

```
    typedef set<int>::iterator IT;
```

```
    int a[5] = { 3,4,6,1,2 };
```

```
    set<int> st(a,a+5); // st里是 1 2 3 4 6
```

```
    pair< IT,bool> result;
```

```
    result = st.insert(5); // st变成 1 2 3 4 5 6
```

```
    if( result.second ) //插入成功则输出被插入元素
```

```
        cout << * result.first << " inserted" << endl; //输出: 5 inserted
```

```
    if( st.insert(5).second ) cout << * result.first << endl;
```

```
    else
```

```
        cout << * result.first << " already exists" << endl; //输出: 5 already exists
```

```
    pair<IT,IT> bounds = st.equal_range(4);
```

```
    cout << * bounds.first << "," << * bounds.second ; //输出: 4,5
```

```
    return 0;
```

```
}
```

输出结果:  
5 inserted  
5 already exists  
4,5

# In-Video Quiz

1. 以下哪个对象定义语句是错的？

A) `pair<int,int> a(3.4,5.5);`

B) `pair<string,int> b;`

C) `pair<string,int> k(pair<char*,double> ("this",4.5));`

D) `pair<string,int> x(pair<double,int> b(3.4,100));`

2. 要让下面一段程序能够编译通过，需要重载哪个运算符？

```
class A { };
```

```
multiset<A,greater<A> > b;
```

```
b.insert(A());
```

A) `==` B) `=` C) `>` D) `<`

# In-Video Quiz

1. 以下哪个对象定义语句是错的？

A) `pair<int,int> a(3.4,5.5);`

B) `pair<string,int> b;`

C) `pair<string,int> k(pair<char*,double> ("this",4.5));`

D) `pair<string,int> x(pair<double,int> b(3.4,100));`

2. 要让下面一段程序能够编译通过，需要重载哪个运算符？

```
class A { };
```

```
multiset<A,greater<A> > b;
```

```
b.insert(A());
```

A) `==` B) `=` C) `>` D) `<`

# In-Video Quiz

3. 下面程序片段输出结果是：

```
int a[] = { 2,3,4,5,7,3};
```

```
multiset<int> mp(a,a+6);
```

```
cout << * mp.lower_bound(4);
```

A)2 B)3 C)4 D)5

4. `set<double>` 类的`equal_range`成员函数的返回值类型是：

A)void

B)pair<set<double>::iterator, set<double>::iterator>

C)pair<int,int>

D)pair<set<double>::iterator,bool>