Семестр 2. Лекция 3. Исключения.

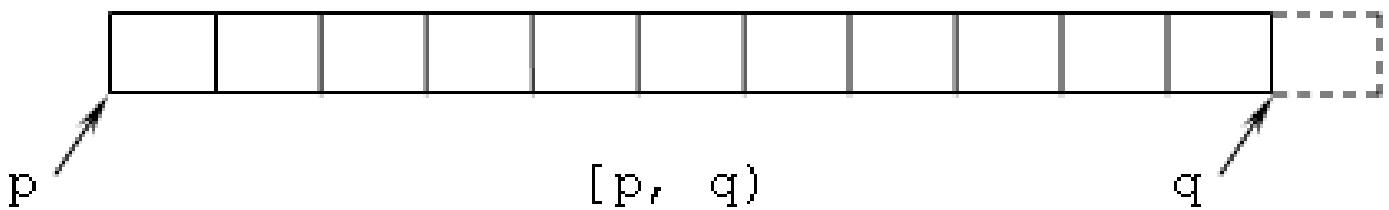
Евгений Линский

24 Марта 2017

Итераторы

"Вспомнить все"

- Итераторы предназначены для перебора элементов контейнеров
  - *std::vector<int>::iterator*
  - *std::list<double>::iterator*
- Их универсальность позволяет писать код, не зависящий от типа контейнера (например, алгоритмы в STL)
- Итераторы имеют семантику и синтаксис указателей:
  - Поддерживают операции ++, *, ->
  - Последовательность задается двумя итераторами



Функторы

Функторы — это классы, объекты которых похожи на функцию, в них перегружен оператор ().

```
struct sum_sq {
    int operator()(int a, int b) const {
        return a * a + b * b;
    }
};

sum_sq f;
int res = f(3, 4);
```

Функторы

Похоже по синтаксису на функции, но это все-таки класс ("внутри" можно хранить данные).

```
struct cmp {
    int value;
    cmp(int v) : value(v) {}

    bool operator ()(int a) const {
        return a < value;
    }
};

cmp f(2);
bool b = f(13);
```

Если функтор возвращает bool, то его называют предикатом.

Функторы

Еще пример.

```
struct accum {
    int acc;
    accum() : acc(0) {}

    void operator ()(int a) {
        acc += a;
    }
};

accum f;
f(13);
f(16);
cout << f.acc; // 29
```

Алгоритмы

- В STL более 100 алгоритмов.
- Мы рассмотрим только некоторые примеры.
  - Микро-алгоритмы
  - Алгоритмы, не модифицирующие последовательности
  - Алгоритмы типа find
  - Модифицирующие алгоритмы

Микро-алгоритмы

- swap(T &a, T &b)
- iter_swap(It p, It q) Меняет местами значения элементов, на которые указывают итераторы.
- max(const T &a,const T &b)
- min(const T &a,const T &b)

Пример использования предиката

- У *max* и *min* алгоритмов есть версии с тремя параметрами.
- Третий параметр принимает бинарный предикат, задающий упорядоченность объектов.

```
struct Person {
    int age;
    string name;
    string city;
    Person(...) {...}
};
struct by_city {
    bool operator()(const Person& p1,
        const Person& p2) const {
            return p1.city < p2.city;
    }
};
Person p1(30, "V", "Msc");  Person p1(15, "K", "Spb");
by_city f;
std::max<Person, by_city> (p1, p2, f);
std::max(p1, p2, by_city());
```

Немодифицирующие алгоритмы

- size_t count(It p, It q, const T &x) Возвращает, сколько раз элемент со значением x входит в последовательность, заданную итераторами p и q.
- size_t count_if(It p, It q, Pr pred) Возвращает, сколько раз предикат pred возвращает значение true.

```
vector<int> v;
v.push_back(...);
vector<int>::iterator p = v.begin();
vector<int>::iterator q = v.end();
count_if(p, q, divides_by(8)); //how many
```

Алгоритмы типа find

- find(It p, It q, const T &x) Возвращает итератор на первое вхождение элемента x в последовательность, заданную итераторами p и q.
- find_if(It p, It q, Pr pred) Возвращает итератор на первый элемент, для которого предикат pred вернул значение true.
- min_element(It p, It q)
- max_element(It p, It q)

Алгоритмы типа find

- equal(It p, It q, Itr i) Сравнивает две последовательности на эквивалентность. Вторая последовательность задается одним итератором, так как последовательности должны быть одинаковой длины. Если вторая короче, то undefined behaviour.
- pair <It, Itr> mismach(It p, It q, Itr i) Возвращает пару итераторов, указывающую на первое несовпадение последовательностей.
- F for_each(It p, It q, F func) Для каждого элемента последовательности применяет функтор func. Возвращает функтор func после его применения ко всем элементам.

```
accum a;
a = for_each(v.begin(), v.end(), a()); // Sum all
elements
```

Модифицирующее алгоритмы

- fill(It p, It q, const T &x) Заполняют последовательность значениями, равными значению x.
- generate(It p, It q, F gen) Заполняют последовательность значениями, сгенерированными функтором gen (например, генератором случайных чисел).
- copy(It p, It q, Itr out) Копирует в out
- reverse(It p, It q)
- sort(It p, It q)
- transform(It p, It q, Itr out, F func) К каждому элементу входящей последовательности применяет функтор func и записывает результат в последовательность, начинающуюся с итератора out.

Реализация алгоритмов

```
template<class InputIt, class OutputIt>
OutputIt copy(InputIt first, InputIt last,
     OutputIt d_first) {

     while (first != last) {
          *d_first++ = *first++;
     }
     return d_first;
}

vector<int> v;
list<int> l;
copy(v.begin(), v.end(), l.begin());
```

Реализация алгоритмов

```
template<class InputIt, class OutputIt,
             class UnaryPredicate>
OutputIt copy_if(InputIt first, InputIt last,
                 OutputIt d_first,
                 UnaryPredicate pred) {
    while (first != last) {
        if (pred(*first))
            *d_first++ = *first;
        first++;
    }
    return d_first;
}
copy(v.begin(), v.end(), l.begin(), divide_by(8));
```

value_type

Как записать тип pivot?

```
template<class It>
void q_sort(It p, It q) {
    ??? pivot = *p;
}
```

```
template <class T>
class vector {
    T *array;
    class iterator  {
        typedef T value_type;
    };
};
```

```
template<class It>
void q_sort(It p, It q) {
    It::value_type pivot = *p;
}
```

Есть еще iterator::pointer, iterator::reference, iterator::iterator_category

iterator_category

- Random access iterator (RA)
  Самый сильный итератор: поддерживает ++, –, арифметические операции типа +=.
- Bidirectional iterator (BiDi) Поддерживает только ++, - -. Это более слабый итератор.
- Forward iterator (Fwd) (обсудим в другой раз) Поддерживает только ++.

У std::vector и std::deque RA итераторы, у остальных контейнеров - BiDi.

iterator_category

```
template <class T>
class vector {
    T *array;
    class iterator  {
        typedef ra_tag iterator_category;
    };
};
```

```
template <class T>
class vector {
    Node *head;
    class iterator  {
        typedef bidi_tag iterator_category;
    };
};
```

distance и advance

- std::advance(it, n) Продвигает итератор на n позиций вперед (аналогично p += n для указателей).
  Для RA итераторов использует +=, для BiDi - ++.
- std::distance(it1, it2) Возвращает расстояние между итераторами.

Реализация advance

```
template <class Iterator>
Iterator advance(Iterator it, int amount)
{
  typedef Iterator::iterator_catgory tag;
  advance(it, amount, tag());
}
```

Реализация advance. RA и BiDi.

```
template <class RAIterator>
RAIterator advance(RAIterator it, int amount, ra_tag t) {
    return it + amount;
}

template <class BiDiIterator >
BiDiIterator advance(BiDi it, int amount, bidi_tag t)
{
  for (;amount; --amount) ++it;
  return it;
}
```