Занятие 16.12.17

Основные пункты

- Вычислительная сложность
- Базовые структуры данных и их использование в C++

Вычислительная сложность

- Нужно как-то сравнивать ресурсы, которые будут потрачены тем или иным алгоритмом
- Они включают:
  - Время процессора
  - Занимаемая память

Вычислительная сложность

- Вариант #1 – точный подсчет, например, отдельных команд процессора
- Проблемы:
  - Команды занимают разное время
  - У разных процессоров разные наборы команд
  - Громоздкость выражений и сложность подсчета

Вычислительная сложность

- Как правило, достаточно сравнивать поведение алгоритмов в целом
- Вариант #2 – сравнивать общий вид зависимости использованного времени/памяти от входных данных

«O» большое

- Для таких оценок используется нотация «O» большое.
- Формально:

$$f(n) = O\big(g(n)\big)$$

тогда и только тогда, когда

$$\exists M: |f(n)| \leq M|g(n)| \quad \forall n$$

«O» большое

- Объяснение на примерах:
- мы говорим, что алгоритм имеет сложность O(n) операций, если с ростом размера входных данных затрачиваемое время/ресурсы растут линейно

«O» большое

- O(n):
  n = 10, операций 10
  n = 20, операций 20
- Но так же под O(n) подходит:
  n = 1, операций 103
  n = 2, операций 206
  n = 1000, операций 112 910

  главное – что в целом растет линейно

«O» большое

- Мы говорим, что алгоритм имеет сложность O(n^2) операций, если с ростом размера входных данных затрачиваемое время/ресурсы растут квадратично.

  n = 10, операций около 100
  n = 20, операций около 400

«O» большое

- Часто можно увидеть:
  - O(1)
  - O(log n)
  - O(sqrt n)
  - O(n)
  - O(n * log n)
  - O(n ^ 2)
  - O(2 ^ n)

«O» большое

Что такое n? Примеры:

- Определение простоты числа n: n – само число
- Сортировка массива: n – размер массива
- Работа со строкой: n – размер строки

Базовые структуры данных

- Массив
- Вектор
- Множество
- Стек
- Очередь
- Словарь

Массив

- Последовательность элементов фиксированного размера.
- Операции:
  - Получить элемент по индексу: O(1) времени
  - Записать элемент по индексу: O(1) времени

Массив в C++

```
int arr[100];
arr[0] = 123; // записали элемент
cout << arr[0]; // получили элемент
```

```
int *arr = new int[100];
arr[0] = 123;

delete[] arr;
```

STL

- STL (Standard Template Library) – набор алгоритмов, контейнеров и вспомогательных функций в языке C++.
- Контейнеры – объекты для хранения данных. В виде них в C++ уже реализованы все базовые стуктуры.
- Далее – общий обзор основных из этих стуктур.

Вектор

- Массив имеет фиксированный размер, что не всегда удобно в практических ситуациях.
- Операции:
  - Получить элемент по индексу: O(1) времени
  - Записать элемент по индексу: O(1)
  - Получить текущий размер вектора: O(1)
  - Добавить элемент в конец вектора: O(1)*

Вектор в C++

```
#include <vector>

vector<int> tmp;
tmp.push_back(1);
tmp.push_back(2);
tmp.push_back(3);
cout << tmp [0] << tmp[1] << tmp[2]; // 1 2 3
```

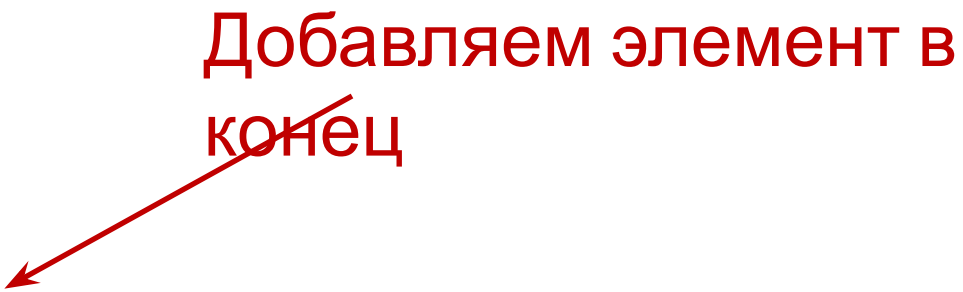
В угловых скобках <> указан тип данных, которые будут храниться в векторе

Индексация с 0, обращение как и к массиву

Вектор в C++

```
vector<int> numbers;


cin >> n;
for (int i = 0; i < n; i++)
{
  int tmp;
  cin >> tmp;
  numbers.push_back(tmp);
}
```



Вектор в C++

```
vector<int> numbers;
// …

for (int i = 0; i < number.size(); i++)
{
  cout << numbers[i] << endl;
}
```

Количество
элементов
на данный момент

Множество

- Структура данных, в которой каждый элемент хранится в единственном числе.
- Операции:
  - Добавить элемент в множество
  - Удалить элемент из множества
  - Проверить наличие элемента во множестве
  - Получить размер множества

Множество в C++

- В C++ существует две реализации множества – set и unordered_set. Пока остановимся только на первой.
- Занимаемая память – O(n log n)
- Добавление элемента – O(log n)
- Удаление элемента – O(log n)
- Проверка элемента – O(log n)

Множество в C++

```
#include <set>

set<int> my_set;
my_set.insert(3);
my_set.insert(4);
my_set.insert(3);

cout << my_set.size(); // 2
```

В множестве два элемента:
числа 3 и 4

Множество в C++

```
set<int> my_set;
my_set.insert(1);
my_set.insert(2);
my_set.erase(1);
my_set.erase(2);

cout << my_set.size();  // 0
```

Удалили все элементы

Множество в C++

```
set<int> my_set;

// Определим, есть ли там элемент 2
if (my_set.find(2) != my_set.end())
{
  cout << "Element 2 exists!";
}
```

Множество в C++

```
set<int> my_set;
// Вывести все элементы множества

for (auto it = my_set.begin();
      it != my_set.end();
      it++)
{
  cout << *it << endl;
}
```

Это
итераторы,
их разберем
не сегодня

Стек

- Структура данных «LIFO» (Last-In First-Out).
- Операции:
  - Добавить элемент на вершину стека: O(1)
  - Получить элемент с вершины стека: O(1)
  - Удалить элемент с вершины стека: O(1)
  - Определить, не пустой ли стек: O(1)

Стек

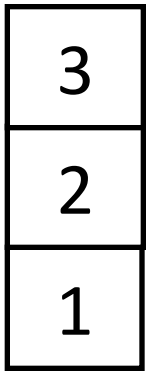
- Названия операций:
  - Добавить элемент: push
  - Получить элемент на вершине: top
  - Удалить элемент с вершины: pop
  - Проверить на пустоту: empty

Стек в C++

```
stack<int> s;
s.push(1);
s.push(2);
s.push(3);

while (!s.empty())
{
  cout << s.top() << " ";  // 3 2 1
  s.pop();
}
```

Кладем на вершину



Тут вершина

Берем с вершины

Очередь

- Структура данных «FIFO» (First-In First-Out).
- Операции:
  - Добавить элемент в конец очереди: O(1)
  - Получить элемент с начала очереди: O(1)
  - Удалить элемент с начала очереди: O(1)
  - Определить, не пуста ли очередь: O(1)

Очередь

- Названия операций:
  - Добавить элемент в конец: push
  - Получить элемент в начале: front
  - Удалить элемент в начале: pop
  - Проверить на пустоту: empty

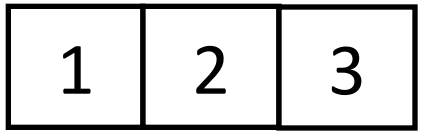
Стек | Очередь

Операция	Стек	Очередь
Добавить	push	push
Удалить	pop	pop
Получить первый элемент / элемент на вершине	top	front
Проверить на пустоту	empty	empty

Очередь в C++

```
queue<int> q;
q.push(1);
q.push(2);
q.push(3);

while (!q.empty())
{
  cout << q.front() << " "; // 1 2 3
  q.pop();
}
```



Начало

Конец

Берем из начала

Словарь

- Структура данных, в которой можно сохранять и получать значения по произвольным ключам
- Операции:
  - Записать значение по ключу
  - Получить значение по ключу
  - Проверить наличие ключа в словаре
  - Получить размер словаря

Словарь в C++ (map)

- Занимаемая память: O(n log n)
- Сложность операций:
  - Получить значение по ключу: O(log n)
  - Записать значение по ключу: O(log n)
  - Проверить наличие ключа: O(log n)
  - Получить размер словаря: O(1)

Словарь в C++ (map)

```
#include <map>

map<char, int> my_map;
my_map['A'] = 5;
my_map['B'] = 6;
cout << "A is " << my_map['A'];
```

<тип ключа, тип значения>

Обращаемся как к массиву

Словарь в C++ (map)

```
#include <map>

map<char, int> my_map;
my_map['A'] = 5;
if (my_map.find('A') != my_map.end())
{
  cout << "Key 'A' exists!";
}
```

<тип ключа, тип значения>

Итого

- Вектор (vector)
- Множество (set)
- Стек (stack)
- Очередь (queue)
- Словарь (map)