

Сортировки

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

21.09.2021

Комментарии по домашке

Коды ошибок

- ▶ Не используйте функцию `exit()`
- ▶ Не печатайте на консоль нигде, кроме как в `main()`
 - ▶ Или функции, созданной *только* для печати на консоль, вызываемой из `main()`
- ▶ Если функция может не выполняться, используйте коды возврата

Пример

```
int fibonacci(int n, int *result)
{
    if (n <= 0)
        return 1;
    if (n <= 2) {
        *result = 1;
        return 0;
    }
    int previous = 0;
    fibonacci(n - 1, &previous);
    int prePrevious = 0;
    fibonacci(n - 2, &prePrevious);
    *result = previous + prePrevious;
    return 0;
}

...
int result = 0;
const int errorCode = fibonacci(x, &result);
if (errorCode != 0) {
    printf("Всё очень плохо")
} else {
    printf("%d-ое число Фибоначчи равно %d", x, result);
}
```

Или так

```
int fibonacci(int n, int *errorCode)
{
    if (n <= 0) {
        *errorCode = 1;
        return 0;
    }
    *errorCode = 0;
    if (n <= 2) {
        return 1;
    }
    return fibonacci(n - 1, errorCode) + fibonacci(n - 2, errorCode);
}

...
int errorCode = 0;
const int result = fibonacci(x, &errorCode);
if (errorCode != 0) {
    printf("Всё очень плохо")
} else {
    printf("%d-ое число Фибоначчи равно %d", x, result);
}
```

Ещё комментарии

Не пишите так:

```
if (x == 10)
{
    return true;
}
else
{
    return false;
}
```

Пишите так:

```
return x == 10;
```

И ещё комментарии

- ▶ Целочисленное и вещественное деление
- ▶ Предупреждения компилятора
- ▶ Замер времени в секундах
- ▶ Выделение памяти

```
int *array = calloc(size, sizeof(int));
if (array == NULL)
{
    printf("Всё очень плохо :(")
    return -1;
}
...
free(array);
```

Свойства сортировок

- ▶ Работают над любыми контейнерами данных
- ▶ Есть понятие “ключ”
- ▶ Устойчивость — сохраняется ли взаимное расположение элементов с одинаковым ключом
- ▶ Естественность — учёт степени отсортированности исходных данных
- ▶ Внутренняя сортировка — работает над данными, целиком помещающимися в память
- ▶ Внешняя сортировка работает над данными на устройствах с последовательным доступом, которые медленнее, чем память

Сортировка вставкой (insertion sort)



- ▶ $O(n^2)$
- ▶ Устойчива
- ▶ Естественная ($O(n)$ на отсортированном массиве)
- ▶ Данные могут приходить постепенно
- ▶ Позволяет выбрать наибольшие (или наименьшие) k чисел из входного потока

Сортировка Шелла (Shell sort)



- ▶ Сортировка вставкой подпоследовательностей в массиве с постепенно убывающим шагом
- ▶ Элементы “быстрее” встают на свои места
 - ▶ Сортировка вставкой на каждом шаге уменьшает количество инверсий максимум на 1
- ▶ $O(n * \log(n)^2)$ при правильном выборе h
- ▶ Неустойчива
- ▶ Легко пишется и довольно быстра
 - ▶ Не вырождается до квадратичной

Сортировка выбором (Selection sort)

1	5	2	4	3
---	---	---	---	---

1	5	2	4	3
---	---	---	---	---

1	2	5	4	3
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ▶ $O(n^2)$
- ▶ Обычно неустойчива ($[2_a, 2_b, 1_a] \rightarrow [1_a, 2_b, 2_a]$)
- ▶ Отсортированность массива ничего не даёт
- ▶ Меньше всего операций обмена (меньше операций записи, что иногда позитивно)

Быстрая сортировка (qsort)



- ▶ $O(n * \log(n))$, вырождается до $O(n^2)$
- ▶ Неустойчива
- ▶ Требуется $O(n * \log(n))$ дополнительной памяти
- ▶ Самый быстрый на практике алгоритм сортировки, используется в стандартных библиотеках
- ▶ Легко пишется (но тяжело отлаживается)

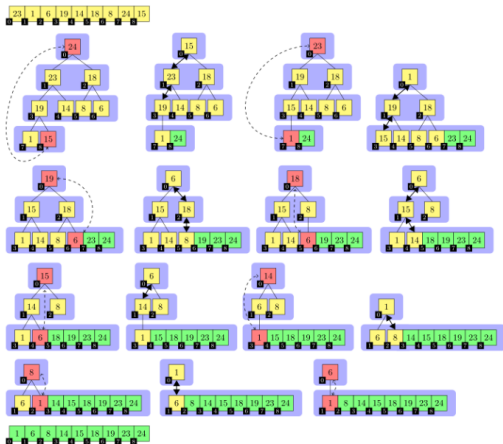
Псевдокод

```
algorithm quicksort(A, lo, hi) is  
  if lo < hi then  
    p := partition(A, lo, hi)  
    quicksort(A, lo, p - 1)  
    quicksort(A, p + 1, hi)
```

```
algorithm partition(A, lo, hi) is  
  pivot := A[hi]  
  i := lo  
  for j := lo to hi - 1 do  
    if A[j] ≤ pivot then  
      swap A[i] with A[j]  
      i := i + 1  
  swap A[i] with A[hi]  
  return i
```

Нерекурсивная реализация — через стек, в котором хранятся границы сортируемых кусков массива

Сортировка кучей (пирамидальная, heapsort)



- ▶ $O(n * \log(n))$, не вырождается
- ▶ Не требует дополнительной памяти
- ▶ Неустойчива
- ▶ Требуется произвольного доступа к памяти
- ▶ Сложна в реализации

Двоичный поиск

1	1	2	3	4	5	6	9
---	---	---	---	---	---	---	---

 $x = 4$

1	1	2	3	4	5	6	9
---	---	---	---	---	---	---	---

1	1	2	3	4	5	6	9
---	---	---	---	---	---	---	---

- ▶ Находит элемент в массиве за $O(\log(n))$
- ▶ Легко напутать с индексами и уйти в бесконечный цикл