

Сортировки

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

25.09.2024

Коды возврата

```
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

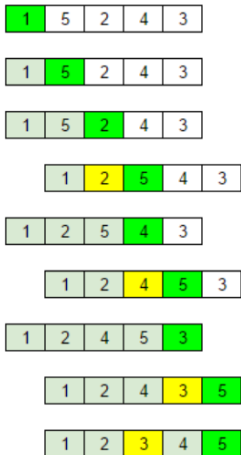
```
int fibonacci(int n, int *errorCode)
{
    if (n <= 0) {
        *errorCode = 1;
        return 0;
    }
    *errorCode = 0;
    if (n <= 2) {
        return 1;
    }
    return fibonacci(n - 1, errorCode) + fibonacci(n - 2, errorCode);
}

...
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);
}
```

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
---	---	---	---	---

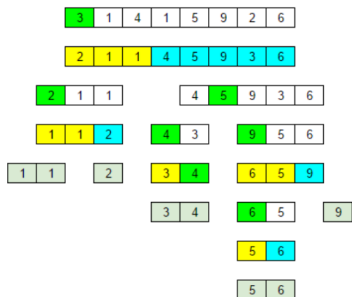
1	2	5	4	3
---	---	---	---	---

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)

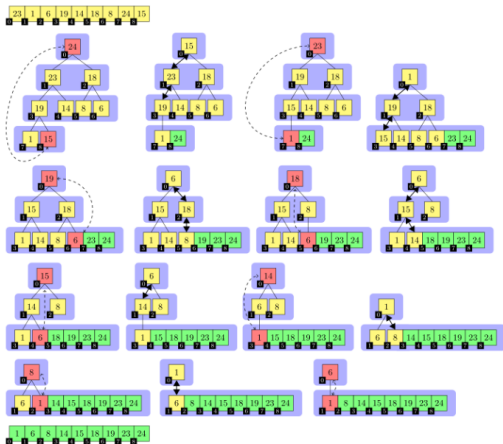
Псевдокод

```
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
- ▶ Требует произвольного доступа к памяти
 - ▶ Что очень плохо для кеша процессора
- ▶ Сложна в реализации

Двоичный поиск

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

$x = 4$

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