Пузырьковая сортировка — это простой алгоритм сортировки, который работает по принципу многократного прохода по массиву, сравнения соседних элементов и обмена их местами, если они находятся в неправильном порядке. Основные характеристики этого алгоритма:

• Сложность:

  • Временная сложность в худшем и среднем случае составляет $O(n^2)$

  • В лучшем случае (если массив уже отсортирован) $O(n)$

• Простота реализации: Пузырьковая сортировка является простым для понимания и реализации алгоритмом, однако из-за своей низкой эффективности на больших объемах данных обычно не используется на практике.

• Стабильность: Пузырьковая сортировка является стабильной сортировкой, что означает, что она сохраняет относительный порядок равных элементов.

Исходный массив:
[5, 3, 8, 4, 2]

Шаги сортировки:
1. Первый проход:
  - Сравниваем 5 и 3, обмен: [3, 5, 8, 4, 2]
  - Сравниваем 5 и 8, ничего не меняем: [3, 5, 8, 4, 2]
  - Сравниваем 8 и 4, обмен: [3, 5, 4, 8, 2]
  - Сравниваем 8 и 2, обмен: [3, 5, 4, 2, 8]
На первом проходе 8 "всплыл" на последнее место.

2. Второй проход:
  - Сравниваем 3 и 5, ничего не меняем: [3, 5, 4, 2, 8]
  - Сравниваем 5 и 4, обмен: [3, 4, 5, 2, 8]
  - Сравниваем 5 и 2, обмен: [3, 4, 2, 5, 8]
На втором проходе 5 "всплыл" на предпоследнее место.

3. Третий проход:
  - Сравниваем 3 и 4, ничего не меняем: [3, 4, 2, 5, 8]
  - Сравниваем 4 и 2, обмен: [3, 2, 4, 5, 8]

На третьем проходе 4 занимает свое место.
4. Четвертый проход:
  - Сравниваем 3 и 2, обмен: [2, 3, 4, 5, 8]
Теперь массив отсортирован. Пузырьковая сортировка завершает свою работу, когда в очередном проходе не происходит никаких обменов.

Пирамидальная сортировка (или heapsort) — это алгоритм сортировки, основанный на структуре данных, называемой кучей (heap). Он относится к классу сортировок с выбором и имеет несколько интересных свойств. Вот основные аспекты теории этого алгоритма:

Основные понятия

1. Куча (Heap):

• Это специальная структура данных, которая представляет собой бинарное дерево, удовлетворяющее свойству кучи.

• В max-heap (максимальной куче) каждый родительский узел больше или равен своим дочерним узлам. В min-heap (минимальной куче) каждый родитель меньше или равен своим дочерним узлам.

2. Свойства кучи:

• Высота кучи составляет O(log n)

• Наиболее важные операции: insert (вставка) и extract-max (извлечение максимального элемента).

Алгоритм heapsort

Heapsort состоит из двух основных этапов:

1. Построение кучи:

• Исходный массив преобразуется в max-heap. Это делается с помощью процедуры sift-down, которая восстанавливает свойства кучи для каждого узла, начиная с последнего не-листового узла и двигаясь к корню.

• Построение кучи требует O(n) времени.

2. Сортировка:

• После того как max-heap построен, максимальный элемент (корень кучи) будет находиться в начале массива. Он извлекается и помещается в конец массива (или в отсортированную часть).

• Затем выполняется операция sift-down для восстановления свойств кучи для оставшихся элементов.

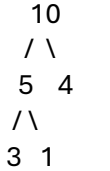
• Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет отсортирован весь массив. Сортировка занимает O(n log n) времени.

Исходный массив:

[4, 10, 3, 5, 1]

Шаги сортировки:

1. Построение кучи:
  - Преобразуем массив в max-кучу. Для нашего массива это будет выглядеть так:



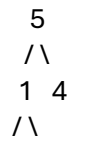
  В результате у нас будет:

  [10, 5, 4, 3, 1]

2. Сортировка:
  - Обмениваем корневой элемент (10) с последним (1):

  [1, 5, 4, 3, 10]

  - Уменьшаем кучу и восстанавливаем свойство кучи, начиная с корня:



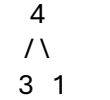
  В результате у нас будет:

  [5, 3, 4, 1, 10]

  - Повторяем процесс: обменяем корень (5) с (1):

  [1, 3, 4, 5, 10]

  И восстанавливаем кучу:



  После восстановления:

  [4, 3, 1, 5, 10]

  - Продолжаем:

  [1, 3, 4, 5, 10] → обмен с (3) и восстановление.

  Повторяем:

[3, 1, 4, 5, 10]

Наконец, продолжаем до тех пор, пока не получим:

[1, 3, 4, 5, 10]

3. Конечный отсортированный массив:

[1, 3, 4, 5, 10]

Сортировка вставками — Он работает по принципу «постепенного построения отсортированной последовательности» из неотсортированных элементов. Давайте рассмотрим основные аспекты этого алгоритма.

Основная идея

Алгоритм сортировки вставками проходит по массиву и на каждом шаге берет один элемент (называемый "ключом") и вставляет его в уже отсортированную часть массива. Этот процесс повторяется, пока все элементы не будут отсортированы.

Пошаговое описание алгоритма

1. Инициализация: Начнем с первого элемента массива, который считается отсортированным.

2. Выбор ключа: На каждой итерации алгоритм выбирает следующий элемент (ключ), который будет вставлен в отсортированную часть массива.

3. Сравнение и перемещение:

• Сравниваем ключ с элементами отсортированной части (элементы слева от ключа).

• Если элемент отсортированной части больше ключа, мы сдвигаем его на одну позицию вправо, чтобы освободить место для вставки ключа.

4. Вставка ключа: Когда мы находим правильное место для ключа (или доходим до начала массива), мы вставляем ключ на это место.

5. Повторение: Повторяем процесс для всех элементов массива, пока не обработаем весь массив.

Рассмотрим массив [5, 2, 9, 1, 5, 6]:
• Начинаем с 5 (первый элемент) — он уже отсортирован.
• Берем 2 — сравниваем с 5, перемещаем 5 вправо, вставляем 2 на его место. Массив: [2, 5, 9, 1, 5, 6].
• Берем 9 — он больше 5, оставляем на месте. Массив: [2, 5, 9, 1, 5, 6].
• Берем 1 — сравниваем с 9, 5, и 2, перемещаем все вправо и вставляем 1. Массив: [1, 2, 5, 9, 5, 6].
• Берем 5 — сравниваем с 9, перемещаем 9 вправо и оставляем 5 на месте. Массив: [1, 2, 5, 5, 9, 6].
• Берем 6 — сравниваем с 9, перемещаем 9 вправо и вставляем 6. Массив: [1, 2, 5, 5, 6, 9].

Сложность

• Лучший случай: O(n) —

• Средний и худший случай: $O(n^2)$

Сортировка слиянием (Merge Sort) — это один из самых популярных алгоритмов сортировки, который использует метод "разделяй и властвуй".

Основные идеи алгоритма

1. Разделяй и властвуй:

• Алгоритм делит массив на две половины.

• Рекурсивно сортирует каждую половину.

• Объединяет (сливает) отсортированные половины в один отсортированный массив.

2. Рекурсия:

• Алгоритм рекурсивно вызывает себя для сортировки подмассивов, пока не достигнет базового случая, когда массив содержит один элемент (который по определению отсортирован).

3. Слияние:

• После сортировки двух половин алгоритм сливает их, сравнивая элементы и помещая их в новый массив в отсортированном порядке.Временная сложность

O(n log n)

Исходный массив:

[38, 27, 43, 3, 9, 82, 10]

Шаги сортировки:

1. Разделение:
- Делим массив на две части:

[38, 27, 43] и [3, 9, 82, 10]

- Продолжаем делить каждую половину:

[38] и [27, 43]

[27] и [43]

[3, 9] и [82, 10]

[3] и [9]

[82] и [10]

В итоге мы получаем следующие массивы:

[38], [27], [43], [3], [9], [82], [10]

2. Слияние:
- Начинаем слияние подмассивов:

[27] и [43] → [27, 43]

- Теперь у нас:

[38], [27, 43]

- Сливаем их:

[38] и [27, 43] → [27, 38, 43]

- Продолжаем с [3] и [9]:

[3] и [9] → [3, 9]

- Теперь сливаем [3, 9] и [82, 10]:

[82] и [10] → [10, 82]

- Сливаем:

[3, 9] и [10, 82] → [3, 9, 10, 82]

3. Финальное слияние:
- Теперь у нас есть:

[27, 38, 43] и [3, 9, 10, 82]

- Мы сливаем их:

[27, 38, 43] и [3] → [3, 27, 38, 43]
[3, 27, 38, 43] и [9] → [3, 9, 27, 38, 43]
[3, 9, 27, 38, 43] и [10] → [3, 9, 10, 27, 38, 43]
[3, 9, 10, 27, 38, 43] и [82] → [3, 9, 10, 27, 38, 43, 82]

4. Отсортированный массив:

[3, 9, 10, 27, 38, 43, 82]

Быстрая сортировка (Quick Sort) —Основная идея этого алгоритма заключается в использовании метода "разделяй и властвуй", что позволяет быстро сортировать массивы с помощью рекурсивного разбиения.

Основные идеи алгоритма

1. Разделяй и властвуй:

• Алгоритм выбирает опорный элемент (pivot) из массива.

• Разделяет массив на две части: элементы, меньшие или равные опорному, и элементы, большие опорного.

• Рекурсивно сортирует обе части.

2. Выбор опорного элемента:

• Опорный элемент можно выбирать разными способами: первым элементом, последним, случайным элементом или медианой.

• Правильный выбор опорного элемента критически важен для производительности алгоритма.

3. Разбиение (Partitioning):

• Процесс разбиения включает перемещение элементов так, чтобы все элементы меньше опорного были слева от него, а все элемент Временная сложность

• Лучший случай: O(n log n) — когда массив разбивается на две равные части на каждом шаге.

• Средний случай: O(n log n) — при случайном выборе опорного элемента.

• Худший случай: $O(n^2)$ — когда массив уже отсортирован или все элементы равны (например, если всегда выбирается первый или последний элемент в качестве опорного).

Исходный массив:
[10, 7, 8, 9, 1, 5]

Шаги сортировки:

1. Выбор опорного элемента:
 - Допустим, выбираем последний элемент 5 в качестве опорного.

2. Разбиение:
 - Сравниваем все элементы с опорным (5):

 [1, 7, 8, 9, 10] ← (элементы больше 5)
 [5] ← (опорный элемент)
 [10, 7, 8, 9] ← (элементы меньше 5)

- После разбиения у нас массив выглядит следующим образом:

[1, 5, 7, 8, 9, 10]

3. Рекурсивная сортировка:
- Теперь рекурсивно применяем быструю сортировку к подмассивам:
- Сортируем подмассив меньших элементов:

[1]

- Сортируем подмассив больших элементов:

[7, 8, 9, 10]

- Опять выбираем опорный элемент, например 10. Все элементы меньше 10, имя, и ничего не меняем.

[7, 8, 9, 10]

- Применяем быструю сортировку к подмассиву [7, 8, 9], выбирая, например, 9 как опорный.

[7, 8, 9]

4. Финальное слияние:
- Объединяем отсортированные подмассивы:

[1, 5, 7, 8, 9, 10]

Поразрядная сортировка (Radix Sort) — это алгоритм сортировки, который сортирует числа поразрядно, начиная с наименее значимого разряда (Least Significant Digit, LSD) и двигаясь к наиболее значимому (Most Significant Digit, MSD). Этот метод особенно эффективен для сортировки целых чисел и строк фиксированной длины.

Основные идеи алгоритма

1. Разбиение по разрядам: Алгоритм сортирует числа по отдельным разрядам, используя другой алгоритм сортировки (чаще всего стабильный, например, сортировку слиянием или подсчетом) для упорядочивания элементов в каждой "корзине".

2. Корзины (buckets): Для каждого разряда создаются корзины, в которые помещаются числа в зависимости от значения текущего разряда. В случае десятичной системы счисления используются 10 корзин (0-9).

3. Многократные проходы: Алгоритм выполняет несколько проходов по массиву — один для каждого разряда, начиная с наименее значимого.

Пример работы алгоритма

Рассмотрим массив целых чисел, который мы хотим отсортировать:
arr = [170, 45, 75, 90, 802, 24, 2, 66]

Проходы по разрядам

1. Первый проход (единицы):

- Корзины:
  - 0: []
  - 1: []
  - 2: [2]
  - 3: []
  - 4: [24]
  - 5: [45, 75]
  - 6: [66]
  - 7: [170]

- 8: [802]
- 9: [90]

- Объединение:

arr = [2, 24, 45, 75, 66, 170, 802, 90]

2. Второй проход (десятки):

- Корзины:
  - 0: [2]
  - 1: [170]
  - 2: [24]
  - 3: []
  - 4: [45]
  - 5: [75]
  - 6: [66]
  - 7: []
  - 8: [802]
  - 9: [90]
- Объединение:

arr = [2, 24, 45, 66, 75, 90, 170, 802]

3. Третий проход (сотни):

- Корзины:
  - 0: [2, 24, 45, 66, 75, 90]
  - 1: [170]
  - 2: []
  - 3: []
  - 4: []
  - 5: []

- 6: []
- 7: []
- 8: [802]
- 9: []

• Объединение:

arr = [2, 24, 45, 66, 75, 90, 170, 802]

Сортировка с использованием красно-черного дерева — это алгоритм сортировки, который использует структуру данных красно-черное дерево (RB-tree) для хранения элементов. — это сбалансированные бинарные деревья поиска, которые гарантируют, что операции вставки, удаления и поиска выполняются за $O(\log n)$ времени.

Основные понятия:

- Красно-черное дерево: Это специальный тип бинарного дерева поиска, у которого каждый узел имеет два дополнительных свойства:

1. Цвет узла: Узлы могут быть красными или черными.

2. Правила:

- Корень дерева всегда черный.

- Все листья (пустые узлы) являются черными.

- Красный узел не может иметь красного родителя (т.е. два красных узла не могут идти подряд).

- Для любого узла, входящего в дерево, все пути от этого узла до всех его предков содержат одинаковое количество черных узлов. Это правило определяет "черную высоту".

Алгоритм сортировки с использованием красно-черного дерева:

1. Вставка элементов в красно-черное дерево:

- Сначала создается пустое красно-черное дерево.

- Каждый элемент исходного массива поочередно вставляется в дерево, при этом соблюдаются правила красно-черного дерева.

- После каждой вставки выполняется корректировка дерева для поддержания его свойств (например, переопределение цветов на узлах и выполнение вращений).

2. Обход дерева для получения отсортированных данных:

- После того как все элементы были вставлены, выполняется симметричный обход дерева (inorder traversal). При этом элементы извлекаются в порядке возрастания их значений:

- Сначала обходится левое поддерево.

- Затем извлекается значение узла.

- И, наконец, обходится правое поддерево.

- Этот обход гарантирует, что элементы будут возвращаться в отсортированном порядке.

Пример:

Рассмотрим пример сортировки с использованием красно-черного дерева для массива:

[10, 20, 30, 15, 25]

1. Вставка элементов:
  - Вставка 10: дерево будет содержать только этот элемент, корень = 10 (черный).
  - Вставка 20: добавляется как правый потомок 10 (красный узел).
  - Вставка 30: добавляется как правый потомок 20. Здесь мы должны выполнить корректировку, чтобы соблюсти правила. 20 становится черным, 10 остается черным, 30 красным.
  - Вставка 15: добавляется как левый потомок 20. Здесь также может потребоваться корректировка. Например, если 10 является красным, его цвет может быть изменен, возможно, для избежания нарушения правил.
  - Вставка 25: добавляется как левый потомок 30. Как и прежде, мы следим за балансом.

После всех вставок структура дерева выглядит сбалансированной благодаря правилам красно-черного дерева.

2. Обход для получения отсортированных элементов:
  - Выполняя симметричный обход, мы получаем следующий порядок: 10, 15, 20, 25, 30.

Таким образом, массив [10, 20, 30, 15, 25] будет отсортирован в [10, 15, 20, 25, 30] с помощью красно-черного дерева.

Сортировка с использованием дерева поиска (Binary Search Tree, BST) основана на концепции бинарного дерева, где каждый узел дерева содержит данные и имеет два подузла: левый и правый. Это дерево построено так, что для любого узла:

- Все значения в левом поддереве меньше значения узла.

- Все значения в правом поддереве больше или равны значению узла.

Основная идея алгоритма:

Алгоритм сортировки с помощью дерева поиска включает в себя следующие ключевые шаги:

1. Вставка элементов:

   - Все элементы исходного массива поочередно вставляются в бинарное дерево поиска. При вставке нового элемента дерево корректируется, чтобы сохранить свои свойства.

   - В процессе вставки при каждом сравнении с текущим узлом решается, переместиться в левое или правое поддерево.

2. Обход дерева:

   - После всех вставок выполняется обход дерева в симметричном порядке (inorder traversal). При таком обходе значения извлекаются в возрастающем порядке:

      - Сначала обрабатывается левое поддерево.

      - Затем сам узел.

      - После этого обрабатывается правое поддерево.

Пример:

Рассмотрим массив чисел:

[15, 10, 20, 8, 12, 17, 25]

1. Вставка элементов:

- Вставка 15:
  - Дерево пусто, 15 становится корнем.

   15

- Вставка 10:

- 10 меньше 15, вставляем как левый дочерний узел.

```
  15
 /
10
```

- Вставка 20:
 - 20 больше 15, вставляем как правый дочерний узел.

```
  15
 / \
10  20
```

- Вставка 8:
 - 8 меньше 15 и меньше 10, становится левым потомком 10.

```
  15
 / \
10  20
/
8
```

- Вставка 12:
 - 12 меньше 15, больше 10, становится правым потомком 10.

```
  15
 / \
10  20
/ \
8  12
```

- Вставка 17:
 - 17 больше 15, меньше 20, становится левым потомком 20.

```
  15
 / \
10  20
/ \  /
8  12 17
```

- Вставка 25:
 - 25 больше 15 и больше 20, становится правым потомком 20.

```
  15
 / \
10  20
/ \  / \
8  12 17 25
```

2. Обход дерева (inorder):

Теперь выполните симметричный обход, чтобы получить отсортированный массив:

1. Начинаем с корня (15), идем к левому поддереву:

- Идем к 10, идем к его левому поддереву (8), добавляем 8.
2. Вернемся к 10, добавляем 10.
3. Идем к правому поддереву 10 (12), добавляем 12.
4. Вернемся к 15, добавляем 15.
5. Идем к правому поддереву (20), идем к левому поддереву (17), добавляем 17.
6. Вернемся к 20, добавляем 20.
7. Идем к правому поддереву (25), добавляем 25.

Таким образом, после выполнения обхода мы получаем отсортированный массив:

[8, 10, 12, 15, 17, 20, 25]