

Algorithms and data structures

lecture #4. Divide and Conquer Algorithms. Examples

Mentor:Miftakhov Ilias

lecture #4. Divide and Conquer Algorithms. Example

- Техника Разделяй и властвуй
- Алгоритмы «разделяй и властвуй»
- Преимущества и недостатки
- Example
 - Get max and min element
 - Count Inversions in an array
 - Binary Search
 - Closest Pair of Points
 - Merge Sort
 - Quick Sort
- Master Theorem (Additional)
 - Описание
 - Общая форма
 - Применение

Техника Разделяй и властвуй

- Divide: включает в себя разделение проблемы на более мелкие подзадачи
- Conquer: рекурсивно вызываем подзадачи до тех пор, пока они не будут решены
- Combine: объединить подзадачи, чтобы получить окончательное решение всей проблемы

Алгоритмы

- **Quick Sort** алгоритм сортировки. Алгоритм выбирает опорный элемент и переупорядочивает элементы массива таким образом, чтобы все элементы, меньшие, чем выбранный опорный элемент, перемещались в левую часть опорного элемента, а все большие элементы перемещались в правую сторону.
- **Merge Sort** также является алгоритмом сортировки. Алгоритм делит массив на две половины, рекурсивно сортирует их и, наконец, объединяет две отсортированные половины.
- **Closest Pair of Points** Задача состоит в том, чтобы найти ближайшую пару точек в наборе точек на плоскости x, y . Задача может быть решена за время $O(n^2)$ путем вычисления расстояний каждой пары точек и сравнения расстояний для поиска минимума. Алгоритм «разделяй и властвуй» решает проблему за время $O(N \log N)$.
- **Strassen's Algorithm** — эффективный алгоритм умножения двух матриц. Простой метод умножения двух матриц требует 3 вложенных цикла и составляет $O(n^3)$. Алгоритм Штрассена умножает две матрицы за время $O(n^{2,8974})$.

Преимущества и недостатки

Преимущества алгоритма «разделяй и властвуй»:

- Сложная проблема решается легко.
- Делит задачу на подзадачи, поэтому ее можно решать параллельно, обеспечивая многопроцессорность.
- Эффективно использует кэш-память, не занимая много места
- Снижает временную сложность задачи

Недостатки алгоритма «разделяй и властвуй»:

- Включает в решение рекурсию, которая иногда медленная
- Эффективность зависит от реализации логики
- Это может привести к сбою системы, если в рекурсии есть ошибки

Examples

Get max element in array

найти максимальный элемент в заданном массиве.

Ввод: {40, 250, 80, 88, 240, 12, 148}

Вывод:

Минимальное число в данном массиве: 12

Максимальное число в данном массиве: 250

Examples

Binary Search

Дан отсортированный массив `arr[]` из n элементов.

Напишите функцию для поиска заданного элемента x в `arr[]` и возврата индекса x в массиве.

Примеры:

Ввод: `arr[] = {11, 22, 44, 50, 60, 86, 114, 140, 145, 190}`, $x = 114$

Вывод: 6

Объяснение: Элемент x присутствует в индексе 6.

Ввод: `arr[] = {1, 24, 30, 46, 60, 100, 120, 133, 270}`, $x = 114$

Вывод: -1

Объяснение: Элемент x отсутствует в `arr[]`.

Examples

Count Inversions in an array

Счетчик инверсии для массива указывает, насколько далек (или близок) массив от сортировки. Если массив уже отсортирован, то счетчик инверсии равен 0, а если массив отсортирован в обратном порядке, то счетчик инверсии будет максимальным.

Пример:

Ввод: `arr[] = {8, 4, 2, 1}`

Вывод: 6

Объяснение: Данный массив имеет шесть инверсий:

(8, 4), (4, 2), (8, 2), (8, 1), (4, 1), (2, 1).

Ввод: `arr[] = {3, 1, 2}`

Вывод: 2

Объяснение: Данный массив имеет две инверсии:

(3, 1), (3, 2)