

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра ІСТ

Звіт

з лабораторної роботи № 7 з дисципліни
«Теорія алгоритмів»

„Проектування і аналіз алгоритмів пошуку”

Виконали

ІА-31 Клим'юк В.Л, Самелюк А.С, Дук М.Д, Сакун Д.С

Перевірів

Степанов А.С

Київ 2024

ЗМІСТ

1	МЕТА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	3
2	ЗАВДАННЯ	4
3	ВИКОНАННЯ.....	8
3.1	ПСЕВДОКОД АЛГОРИТМУ.....	8
3.2	АНАЛІЗ ЧАСОВОЇ СКЛАДНОСТІ	8
3.3	ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ	8
3.3.1	<i>Вихідний код.....</i>	8
3.3.2	<i>Приклади роботи</i>	8
3.4	ТЕСТУВАННЯ АЛГОРИТМУ	9
3.4.1	<i>Часові характеристики оцінювання.....</i>	9
3.4.2	<i>Графіки залежності часових характеристик оцінювання від розміру структури</i>	
	ВИСНОВОК	14
	КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	15

1 МЕТА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Мета роботи – вивчити основні підходи аналізу обчислювальної складності алгоритмів пошуку оцінити їх ефективність на різних структурах даних.

2 ЗАВДАННЯ

Згідно варіанту (таблиця 2.1), написати алгоритм пошуку за допомогою псевдокоду (чи іншого способу за вибором).

Провести аналіз часової складності пошуку в гіршому, кращому і середньому випадках і записати часову складність в асимптотичних оцінках.

Виконати програмну реалізацію алгоритму на будь-якій мові програмування для пошуку індексу елемента по заданому ключу в масиві і двохзв'язному списку з фіксацією часових характеристик оцінювання (кількість порівнянь).

Для варіантів з **Хеш-функцією** замість масиву і двохзв'язного списку використати безіндексну структуру даних розмірності n , що містить пару ключ-значення рядкового типу. Ключ – унікальне рядкове поле до 20 символів, значення – рядкове поле до 200 символів. Виконати пошук значення по заданому ключу. Розмірність хеш-таблиці регулювати відповідно потребам, а початкову її розмірність обрати самостійно.

Провести ряд випробувань алгоритму на структурах різної розмірності (100, 1000, 5000, 10000, 20000 елементів) і побудувати графіки залежності часових характеристик оцінювання від розмірності структури.

Для проведення випробувань у варіантах з хешуванням рекомендується розробити генератор псевдовипадкових значень полів структури заданої розмірності.

Зробити висновок з лабораторної роботи.

Таблиця 2.1 – Варіанти алгоритмів

№	Алгоритм пошуку
1	Однорідний бінарний пошук
2	Метод Шарра
3	Пошук Фібоначчі
4	Інтерполяційний пошук

5	Метод Хеш-функції (Хешування FNV 32), вирішення колізій методом ланцюжків
6	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2), вирішення колізій методом ланцюжків
7	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2a), вирішення колізій методом ланцюжків
8	Метод Хеш-функції (Хешування PJW-32), вирішення колізій методом ланцюжків
9	Метод Хеш-функції (Хешування Пірсона), вирішення колізій методом ланцюжків
10	Метод Хеш-функції (Хешування Дженкінса), вирішення колізій методом ланцюжків
11	Метод Хеш-функції (Хешування FNV 32), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
12	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
13	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2a), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
14	Метод Хеш-функції (Хешування PJW-32), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
15	Метод Хеш-функції (Хешування Пірсона), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
16	Метод Хеш-функції (Хешування Дженкінса), вирішення колізій методом відкритої адресації з лінійним пробуванням
17	Метод Хеш-функції (Хешування FNV 32), вирішення колізій методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
18	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2), вирішення колізій методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
19	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2a), вирішення колізій

	методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
20	Метод Хеш-функції (Хешування PJW-32), вирішення колізій методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
21	Метод Хеш-функції (Хешування Пірсона), вирішення колізій методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
22	Метод Хеш-функції (Хешування Дженкінса), вирішення колізій методом відкритої адресації з квадратичним пробуванням
23	Метод Хеш-функції (Хешування FNV 32), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
24	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
25	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2a), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
26	Метод Хеш-функції (Хешування PJW-32), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
27	Метод Хеш-функції (Хешування Пірсона), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
28	Метод Хеш-функції (Хешування Дженкінса), вирішення колізій методом відкритої адресації з подвійним хешуванням
29	Однорідний бінарний пошук
30	Метод Шарра
31	Пошук Фібоначчі
32	Інтерполяційний пошук
33	Метод Хеш-функції (Хешування FNV 32), вирішення колізій методом ланцюжків
34	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2), вирішення колізій методом ланцюжків
35	Метод Хеш-функції (Хешування MurmurHash2a), вирішення колізій методом ланцюжків

3 ВИКОНАННЯ

3.1 Псевдокод алгоритму

```
function binary_search(list, target):  
    left = 0  
    right = length(list) - 1  
    while left <= right:  
        mid = (left + right) // 2  
        if list[mid] == target:  
            return mid  
        elif list[mid] < target:  
            left = mid + 1  
        else:  
            right = mid - 1  
    return -1
```

3.2 Аналіз часової складності

```
DateTime startTime = DateTime.Now;  
int comparisons;  
int result = Algorithm.BinarySearchArray(array, key, out comparisons);  
DateTime endTime = DateTime.Now;  
TimeSpan executionTime = endTime - startTime;
```

```
DateTime startTime = DateTime.Now;  
int comparisons;  
DoublyLinkedListNode result = Algorithm.BinarySearchDoublyLinkedList(list, key, out  
comparisons);  
DateTime endTime = DateTime.Now;  
TimeSpan executionTime = endTime - startTime;
```

3.3 Програмна реалізація алгоритму

```
using System;  
  
namespace Classes  
{  
  
    public class Algorithm  
    {  
        public static int BinarySearchArray(int[] array, int key, out int comparisons)  
        {  
            int left = 0;  
            int right = array.Length - 1;  
            comparisons = 0;  
  
            while (left <= right)
```

```

    {
        int mid = left + (right - left) / 2;
        comparisons++;

        if (array[mid] == key)
            return mid;

        if (array[mid] < key)
            left = mid + 1;
        else
            right = mid - 1;
    }

    return -1;
}

public static DoublyLinkedListNode
BinarySearchDoublyLinkedList(DoublyLinkedList list, int key, out int comparisons)
{
    comparisons = 0;
    int left = 0;
    int right = list.Count - 1;

    while (left <= right)
    {
        int mid = left + (right - left) / 2;
        DoublyLinkedListNode midNode = GetNodeAtIndex(list, mid);
        comparisons++;

        if (midNode.Value == key)
        {
            return midNode;
        }
        else if (midNode.Value < key)
        {
            left = mid + 1;
        }
        else
        {
            right = mid - 1;
        }
    }

    return null;
}

public static DoublyLinkedListNode GetNodeAtIndex(DoublyLinkedList list, int
index)
{
    if (index < 0 || index >= list.Count)

```



```

        {
            throw new IndexOutOfRangeException("Invalid index");
        }

        DoublyLinkedListNode current = list.Head;

        for (int i = 0; i < index; i++)
        {
            current = current.Next;
        }

        return current;
    }
}

public class DoublyLinkedListNode
{
    public int Value { get; set; }
    public int Index { get; set; }
    public DoublyLinkedListNode Previous { get; set; }
    public DoublyLinkedListNode Next { get; set; }

    public DoublyLinkedListNode(int value, int index)
    {
        Value = value;
        Index = index;
    }
}

public class DoublyLinkedList
{
    public DoublyLinkedListNode Head { get; private set; }
    public DoublyLinkedListNode Tail { get; private set; }
    public int Count { get; private set; }

    public void AddLast(int value)
    {
        DoublyLinkedListNode newNode = new DoublyLinkedListNode(value, Count);

        if (Head == null)
        {
            Head = newNode;
            Tail = newNode;
        }
        else
        {
            newNode.Previous = Tail;

```

```

        Tail.Next = newNode;
        Tail = newNode;
    }

    Count++;
}
private static DoublyLinkedListNode
InsertNodeIntoSortedDoublyLinkedList(DoublyLinkedListNode sorted, DoublyLinkedListNode
newNode)
{
    if (sorted == null)
    {
        newNode.Next = null;
        newNode.Previous = null;
        return newNode;
    }

    if (newNode.Value <= sorted.Value)
    {
        newNode.Next = sorted;
        newNode.Previous = null;
        sorted.Previous = newNode;
        return newNode;
    }

    DoublyLinkedListNode current = sorted;
    while (current.Next != null && current.Next.Value < newNode.Value)
    {
        current = current.Next;
    }

    newNode.Next = current.Next;
    newNode.Previous = current;
    if (current.Next != null)
    {
        current.Next.Previous = newNode;
    }
    current.Next = newNode;

    return sorted;
}

public static DoublyLinkedList SortDoublyLinkedList(DoublyLinkedList list)
{
    if (list == null || list.Head == null || list.Head.Next == null)
    {
        return list;
    }

    DoublyLinkedListNode sorted = null;

```

```

        DoublyLinkedListNode current = list.Head;

        while (current != null)
        {
            DoublyLinkedListNode next = current.Next;
            sorted = InsertNodeIntoSortedDoublyLinkedList(sorted, current);
            current = next;
        }

        list.Head = sorted;
        return list;
    }
}
}

```

3.3.1 Вихідний код

```

using Classes;

namespace Lab7
{
    internal class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] sizes = { 100, 1000, 5000, 10000, 20000 };

            foreach (int size in sizes)
            {
                int[] array = GenerateRandomArray(size);
                int key = array[new Random().Next(size)];

                DateTime startTime = DateTime.Now;
                int comparisons;
                int result = Algorithm.BinarySearchArray(array, key, out comparisons);
                DateTime endTime = DateTime.Now;
                TimeSpan executionTime = endTime - startTime;

                Console.WriteLine($"Array size: {size}, Time:
{executionTime.TotalMilliseconds} ms, Comparisons: {comparisons}");
            }
        }
    }
}

```

```

        foreach (int size in sizes)
        {
            DoublyLinkedList list = GenerateRandomDoublyLinkedList(size);
            int key = new Random().Next(1000);

            DateTime startTime = DateTime.Now;
            int comparisons;
            DoublyLinkedListNode result =
Algorithm.BinarySearchDoublyLinkedList(list, key, out comparisons);
            DateTime endTime = DateTime.Now;
            TimeSpan executionTime = endTime - startTime;

            Console.WriteLine($"List size: {size}, Time:
{executionTime.TotalMilliseconds} ms, Comparisons: {comparisons}");
        }
    }

    public static int[] GenerateRandomArray(int size)
    {
        int[] array = new int[size];
        Random rand = new Random();

        for (int i = 0; i < size; i++)
        {
            array[i] = rand.Next(1000);
        }

        Array.Sort(array);
        return array;
    }

    public static DoublyLinkedList GenerateRandomDoublyLinkedList(int size)
    {
        DoublyLinkedList list = new DoublyLinkedList();
        Random rand = new Random();

        for (int i = 0; i < size; i++)
        {
            list.AddLast(rand.Next(1000));
        }

        return DoublyLinkedList.SortDoublyLinkedList(list);
    }
}
}

```

3.3.2 Приклади роботи

На рисунках 3.1 і 3.2 показані приклади роботи програми для пошуку індекса елемента за ключем для масиву на 100 елементів і двохзв'язного списку на 1000 елементів.

```
Array size: 100, Time: 0,0003 ms, Comparisons: 7
```

Рисунок 3.1 – Пошук елемента в масиві на 100 елементів

```
List size: 1000, Time: 0,0088 ms, Comparisons: 9
```

Рисунок 3.2 – Пошук елемента в двохзв'язному списку на 1000 елементів

3.4 Тестування алгоритму

```
Array size: 100, Time: 0,0003 ms, Comparisons: 7
Array size: 1000, Time: 0,0104 ms, Comparisons: 9
Array size: 5000, Time: 0,0145 ms, Comparisons: 8
Array size: 10000, Time: 0,0081 ms, Comparisons: 10
Array size: 20000, Time: 0,008 ms, Comparisons: 10
List size: 100, Time: 0,2707 ms, Comparisons: 7
List size: 1000, Time: 0,0546 ms, Comparisons: 10
List size: 5000, Time: 0,0361 ms, Comparisons: 8
List size: 10000, Time: 0,9034 ms, Comparisons: 10
List size: 20000, Time: 1,683 ms, Comparisons: 9
```

3.4.1 Часові характеристики оцінювання

В таблиці 3.1 наведені характеристики оцінювання числа порівнянь при пошуку елемента і числа звертань при «двійковому пошуку» для масивів різної розмірності і двохзв'язних списків різної розмірності.

Таблиця 3.1 – Характеристики оцінювання алгоритму двійкового пошуку

Розмірність масиву/списку/ структури	Число порівнянь в масиві/двохзв'язному списку/хеш-таблиці	Число звертань до елементів масиву	Число звертань до елементів двохзв'язного списку
100	7/7	7	7
1000	9/10	9	10
5000	8/8	8	8
10000	10/10	10	10
20000	10/9	10	9

3.4.2 Графіки залежності часових характеристик оцінювання від розмірності структури

На рисунку 3.3 показані графіки залежності часових характеристик оцінювання від розмірності масиву і двохзв'язного списку.

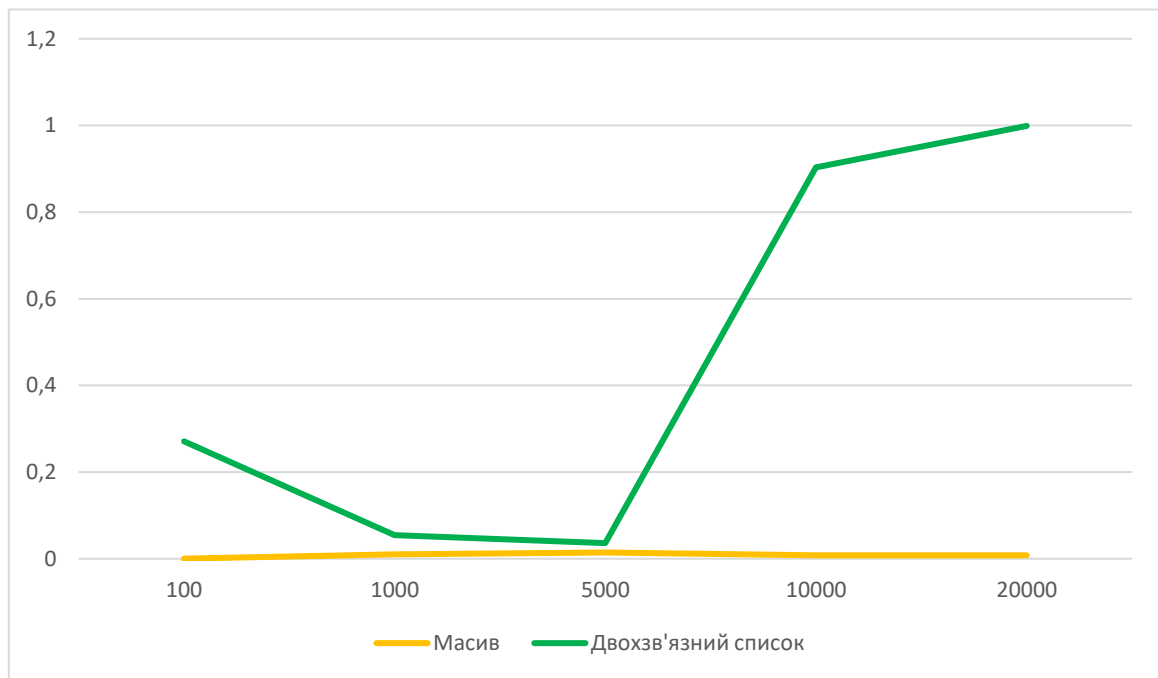


Рисунок 3.3 – Графіки залежності часових характеристик оцінювання

ВИСНОВОК

Лабораторна робота дозволила вивчити основні підходи аналізу обчислювальної складності алгоритмів пошуку та оцінити їх ефективність на різних структурах даних, таких як масиви і двохзв'язні списки. Отже, в ході лабораторної роботи ми оцінили ефективність бінарного пошуку на різних структурах даних і виявили, що для операцій пошуку впорядкованих даних масив є більш ефективним варіантом, особливо на великих обсягах даних.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Див РСО