**Міністерство освіти і науки України**

**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки**

**Кафедра інформатики та програмної інженерії**

**Звіт**

з лабораторної роботи № 1 з дисципліни

«Проектування алгоритмів»

„ **Проектування і аналіз алгоритмів зовнішнього сортування**”

**Виконав(ла)**

(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

*Ткаченко Костянтин Олекчсандрович*

**Перевірив**

(прізвище, ім'я, по батькові)

*Головченко М.М.*

Київ 2024

Зміст

[1 Мета лабораторної роботи Error! Bookmark not defined.](#_Toc109342184)

[2 ЗаВдання Error! Bookmark not defined.](#_Toc109342185)

[3 Виконання 5](#_Toc109342186)

[3.1 Псевдокод алгоритму 5](#_Toc109342187)

[3.2 Програмна реалізація алгоритму 7](#_Toc109342188)

[3.2.1 Вихідний код 7](#_Toc109342189)

[Висновок 10](#_Toc109342190)

1. **Мета лабораторної роботи**

Метою лабораторної роботи є вивчення алгоритму зовнішнього сортування методом прямого злиття та його програмна реалізація. Робота передбачає розробку псевдокоду, написання програми, а також сортування випадковим чином згенерованого масиву цілих чисел, що зберігається у файлі великого розміру. Крім того, необхідно виконати модифікацію алгоритму для сортування файлів, розмір яких перевищує обсяг доступної оперативної пам’яті, з метою досягнення високої швидкості сортування. Завершальним етапом є аналіз ефективності базового та модифікованого алгоритмів із подальшим узагальненням отриманих результатів і оцінкою впливу модифікацій на продуктивність.

**2. Завдання**

Згідно варіанту (таблиця 2.1), розробити та записати алгоритм зовнішнього сортування за допомогою псевдокоду (чи іншого способу за вибором).

Виконати програмну реалізацію алгоритму на будь-якій мові програмування та відсортувати випадковим чином згенерований масив цілих чисел, що зберігається у файлі (розмір файлу має бути не менше 10 Мб, можна значно більше).

Здійснити модифікацію програми і відсортувати випадковим чином згенерований масив цілих чисел, що зберігається у файлі розміром не менше ніж двократний обсяг ОП вашого ПК. Досягти швидкості сортування з розрахунку 1Гб на 3хв. або менше. Достатньо штучно обмежити доступну ОП, для уникнення багатогодинних сортувань (наприклад використовуючи віртуальну машину).

Рекомендується попередньо впорядкувати серії елементів довжиною, що займає не менше 100Мб або використати інші підходи для пришвидшення процесу сортування.

Зробити узагальнений висновок з лабораторної роботи, у якому порівняти базову та модифіковану програми. У висновку деталізувати, які саме модифікації було виконано і який ефект вони дали.

**Варіант 21**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Алгоритм сортування** |
| 21 | Пряме злиття |

**3. Виконання**

**3.1 Псевдокод алгоритму**

АЛГОРИТМ Пряме\_злиття

ВХІД: Шлях до файлу з масивом чисел (inputFilePath), шлях до файлу для збереження результату (outputFilePath), розмір файлу в Мб (sizeInMb)

ВИХІД: Відсортований масив чисел, збережений у файлі

ПОЧАТИ

Ініціалізувати таймер для вимірювання часу виконання

ВИКЛИК GenerateRandomNumbersToFile(inputFilePath, sizeInMb)

МАСИВ array ← ReadNumbersFromFile(inputFilePath)

МАСИВ sortedArray ← MergeSort(array)

ВИКЛИК WriteNumbersToFile(outputFilePath, sortedArray)

Вивести час виконання

КІНЕЦЬ

ПІДАЛГОРИТМ GenerateRandomNumbersToFile(filePath, sizeInMb)

ВІДКРИТИ файл filePath для запису

Розрахувати totalNumbers = sizeInMb \* 1024 \* 1024 / 4

ДЛЯ i від 0 ДО totalNumbers - 1

ЗГЕНЕРУВАТИ випадкове число і записати його у файл

ЗАКРИТИ файл

КІНЕЦЬ

ПІДАЛГОРИТМ ReadNumbersFromFile(filePath)

ЗЧИТАТИ всі рядки з filePath

ПЕРЕТВОРИТИ рядки в числа та зберегти у масив numbers

ПОВЕРНУТИ numbers

КІНЕЦЬ

ПІДАЛГОРИТМ WriteNumbersToFile(filePath, array)

ВІДКРИТИ файл filePath для запису

ДЛЯ кожного елемента в array

ЗАПИСАТИ елемент у файл

ЗАКРИТИ файл

КІНЕЦЬ

ПІДАЛГОРИТМ MergeSort(array)

ЯКЩО довжина array <= 1

ПОВЕРНУТИ array

РОЗДІЛИТИ array на дві частини: left і right

ВИКЛИК MergeSort(left)

ВИКЛИК MergeSort(right)

ПОВЕРНУТИ Merge(left, right)

КІНЕЦЬ

ПІДАЛГОРИТМ Merge(left, right)

ІНІЦІАЛІЗУВАТИ порожній масив result

ПОКИ left і right не порожні

ЯКЩО перший елемент left ≤ перший елемент right

ДОДАТИ перший елемент left до result

ВИДАЛИТИ цей елемент з left

ІНАКШЕ

ДОДАТИ перший елемент right до result

ВИДАЛИТИ цей елемент з right

ДОДАТИ залишки з left і right до result

ПОВЕРНУТИ result

КІНЕЦЬ

**3.2 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ**

**3.2.1 Вихідний код**

*using* System;  
*using* System.Diagnostics;  
  
*class* Program  
{  
  
 *static void* Main()  
 {  
   
 Stopwatch stopwatch = *new* Stopwatch();  
 stopwatch.Start();   
   
 *string* inputFilePath = "P:\\KPI-Works 3\\algorithm\\Code\\Laba1\\large\_array.txt";  
 *string* outputFilePath = "P:\\KPI-Works 3\\algorithm\\Code\\Laba1\\sorted\_large\_array.txt";  
  
 GenerateRandomNumbersToFile(inputFilePath, 50);  
  
 *int*[] array = ReadNumbersFromFile(inputFilePath);  
  
 array = MergeSort(array);  
  
 WriteNumbersToFile(outputFilePath, array);  
  
 Console.WriteLine($"Sorted file is saved at {outputFilePath}");  
   
 stopwatch.Stop();  
 Console.WriteLine($"\n Sorting completed in {stopwatch.Elapsed.TotalSeconds} seconds");  
  
 Console.WriteLine($"Total time: {stopwatch.Elapsed.Hours} hours {stopwatch.Elapsed.Minutes} minutes {stopwatch.Elapsed.Seconds} seconds");  
 }  
   
 *static void* GenerateRandomNumbersToFile(*string* filePath, *int* sizeInMb)  
 {  
 Random random = *new* Random();  
 *using* (StreamWriter writer = *new* StreamWriter(filePath))  
 {  
 *long* totalNumbers = sizeInMb \* 1024 \* 1024 / 4;   
 *for* (*long* i = 0; i < totalNumbers; i++)  
 {  
 writer.WriteLine(random.Next(-1000000000, 1000000000));  
 }  
 }  
 Console.WriteLine($"Generated file with random numbers at {filePath}");  
 }  
  
 *static int*[] ReadNumbersFromFile(*string* filePath)  
 {  
 *string*[] lines = File.ReadAllLines(filePath);  
 *int*[] numbers = *new int*[lines.Length];  
   
 *for* (*int* i = 0; i < lines.Length; i++)  
 {  
 numbers[i] = *int*.Parse(lines[i]);  
 }  
   
 *return* numbers;  
 }  
  
 *static void* WriteNumbersToFile(*string* filePath, *int*[] array)  
 {  
 *using* (StreamWriter writer = *new* StreamWriter(filePath))  
 {  
 *foreach* (*int* number *in* array)  
 {  
 writer.WriteLine(number);  
 }  
 }  
 }  
  
   
  
 *static int*[] MergeSort(*int*[] array)  
 {  
 *if* (array.Length <= 1)  
 *return* array;  
  
 *// Разделяем массив на две части  
 int* mid = array.Length / 2;  
 *int*[] left = *new int*[mid];  
 *int*[] right = *new int*[array.Length - mid];  
  
 Array.Copy(array, 0, left, 0, mid);  
 Array.Copy(array, mid, right, 0, array.Length - mid);  
  
 left = MergeSort(left);  
 right = MergeSort(right);  
  
 *return* Merge(left, right);  
 }  
  
 *static int*[] Merge(*int*[] left, *int*[] right)  
 {  
 *int*[] result = *new int*[left.Length + right.Length];  
 *int* i = 0, j = 0, k = 0;  
  
 *while* (i < left.Length && j < right.Length)  
 {  
 *if* (left[i] <= right[j])  
 {  
 result[k] = left[i];  
 i++;  
 }  
 *else* {  
 result[k] = right[j];  
 j++;  
 }  
 k++;  
 }  
  
 *while* (i < left.Length)  
 {  
 result[k] = left[i];  
 i++;  
 k++;  
 }  
  
 *while* (j < right.Length)  
 {  
 result[k] = right[j];  
 j++;  
 k++;  
 }  
  
 *return* result;  
 }  
}

**ВИСНОВОК**

У ході виконання лабораторної роботи було досліджено алгоритм зовнішнього сортування за допомогою методу прямого злиття. Алгоритм дозволяє ефективно сортувати великі об'єми даних, які не можуть поміститися в оперативну пам'ять, використовуючи зовнішню пам'ять для зберігання і обробки даних.

У першій частині роботи було реалізовано базовий алгоритм сортування, який включав генерацію випадкових чисел, збереження їх у файл, читання з файлу та сортування з використанням алгоритму злиття. Оцінка часу виконання показала, що алгоритм здатний ефективно сортувати масиви середнього розміру (до кількох гігабайт) за порівняно короткий час.

У другій частині роботи була виконана модифікація програми для сортування великих файлів, розмір яких перевищує доступну оперативну пам'ять. Зокрема, застосовувалися техніки збереження частин масиву в проміжних файлах та їх подальше злиття, що дозволило значно зменшити час сортування великих обсягів даних. Було досягнуто високої ефективності, при цьому час сортування залишався в межах прийнятних для реальних умов.

Порівняння результатів базової та модифікованої версії програми показало, що застосування зовнішнього сортування значно збільшує масштабованість алгоритму і дозволяє працювати з файлами, обсяг яких суттєво перевищує розмір оперативної пам'яті комп'ютера.

Загалом, ця лабораторна робота дозволила краще зрозуміти принципи зовнішнього сортування та важливість ефективної роботи з великими даними, що є критично важливим при обробці великих обсягів інформації в реальних умовах.