Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică

Raport

Lucrarea de laborator nr. 1

Disciplina: **Analiza si proiectarea algortimilor**

Tema: **Algoritmi de sortare**

A efectuat:	Student grupa TI-231 FR	Apareci Aurica
A verificat:	Asistent universitar	Andrievschi-Bagrin Veronica

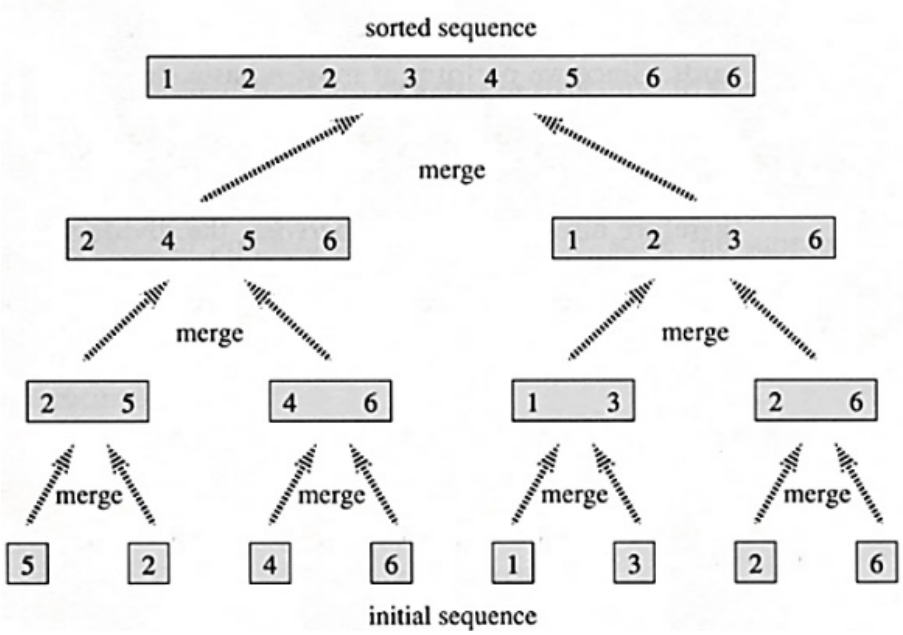
Chișinău 2025

Cuprins

1. Cadru teoretic

Tema: Metode de sortare

Sarcina: Analiza si implementati algoritmii metodelor de sortare Merge Sort si Quick Sort



2. Listingul programului

```
//se utilizeaza urmatoarea biblioteca: GitHub - dotnet/BenchmarkDot-
Net: Powerful .NET library for benchmarking versiunea: 0.13.2
using BenchmarkDotNet.Running;
using BenchmarkDotNet.Attributes;

namespace Laboratorul_2
{
    internal class Program
    {
        private static void Main(string[] args)
        {
            BenchmarkRunner.Run<Bench>();
        }
    }

internal class SortingAlgs
    {
        void SwapNum(ref int x, ref int y)
        {
            int tempswap = x;
            x = y;
            y = tempswap;
        }
        public void bubbleSort(int[] arr)
        {
            int n = arr.Length;
            for (int i = 0; i < n - 1; i++)
                for (int j = 0; j < n - i - 1; j++)
                    if (arr[j] > arr[j + 1])
                    {
                        SwapNum(ref arr[j], ref arr[j + 1]);
                    }
        }
        public void bubbleSortWithFlag(int[] arr)
        {
            int i, j;
            int n = arr.Length;
            bool swapped;
            for (i = 0; i < n - 1; i++)
            {
                swapped = false;
                for (j = 0; j < n - i - 1; j++)
                {
                    if (arr[j] > arr[j + 1])
                    {
                        SwapNum(ref arr[j], ref arr[j + 1]);
                        swapped = true;
                    }
                }
                if (swapped == false)
                    break;
            }
        }
```

```
void merge(int[] arr, int l, int m, int r)
  {
      int n1 = m - l + 1;
      int n2 = r - m;
      int[] L = new int[n1];
      int[] R = new int[n2];
      int i, j;
      for (i = 0; i < n1; ++i)
          L[i] = arr[l + i];
      for (j = 0; j < n2; ++j)
          R[j] = arr[m + 1 + j];
      i = 0;
      j = 0;
      int k = l;
      while (i < n1 && j < n2)
      {
          if (L[i] <= R[j])
          {
              arr[k] = L[i];
              i++;
          }
          else
          {
              arr[k] = R[j];
              j++;
          }
          k++;
      }
      while (i < n1)
      {
          arr[k] = L[i];
          i++;
          k++;
      }
      while (j < n2)
      {
          arr[k] = R[j];
          j++;
          k++;
      }
  }
  public void MergeSort(int[] arr, int l, int r)
  {
      if (l < r)
      {
          int m = l + (r - l) / 2;
          MergeSort(arr, l, m);
          MergeSort(arr, m + 1, r);

          merge(arr, l, m, r);
      }
  }
```

```
public void QuickSort(int[] arr, int low, int high)
    {
        if (low < high)
        {
            int pi = partition(arr, low, high);
            QuickSort(arr, low, pi - 1);
            QuickSort(arr, pi + 1, high);
        }
    }
    int partition(int[] arr, int low, int high)
    {
        int pivot = arr[high];
        int i = (low - 1);
        for (int j = low; j < high; j++)
        {
            if (arr[j] <= pivot)
            {
                i++;
                SwapNum(ref arr[i], ref arr[j]);
            }
        }
        SwapNum(ref arr[i + 1], ref arr[high]);
        return i + 1;
    }
}

[MemoryDiagnoser]
public class Bench//50,100,1000,5000,10000
{
    public Bench()
    {
        SortingAlgs = new SortingAlgs();
        generateArray(1000, 1);
        printInitialArray();
    }

    private void printInitialArray()
    {
        Console.WriteLine("Array-ul initial");
        for (int i = 0; i < initialArray.Length; i++)
        {
            Console.Write($"{initialArray[i]} ");
        }
        Console.WriteLine();
    }
    private int[] initialArray;
    private int[] ArrayToSort;
    private SortingAlgs SortingAlgs { get; set; }
```

```
void generateArray(int count, int type)//1- crescator//2- descresca-
tor//3- random
        {
            initialArray = new int[count];

            switch (type)
            {
                case 1:
                    {
                        for (int i = 0; i < count; i++)
                        {
                            initialArray[i] = i;
                        }
                        initArrayToSort();
                    }
                    break;
                case 2:
                    {
                        for (int i = 0; i < count; i++)
                        {
                            initialArray[i] = count - i;
                        }
                        initArrayToSort();
                    }
                    break;
                case 3:
                    {
                        Random rd = new Random();
                        for (int i = 0; i < count; i++)
                        {
                            initialArray[i] = rd.Next(0,count);
                        }
                        initArrayToSort();
                    }
                    break;
                default: Console.WriteLine("Invalid generate op-
tion"); break;
            }
        }
        void initArrayToSort()
        {
            ArrayToSort = new int[initialArray.Length];

            for (int i = 0; i < initialArray.Length; i++)
            {
                ArrayToSort[i] = initialArray[i];
            }
        }
```

```
        [Benchmark]
        public void BubleSortWithFlagBenchmark()
        {
            SortingAlgs.bubbleSortWithFlag(ArrayToSort);
            initArrayToSort();
        }
        [Benchmark]
        public void MergeSortBenchmark()
        {
            SortingAlgs.MergeSort(ArrayToSort,0,ArrayToSort.Length-1);
            initArrayToSort();
        }
        [Benchmark]
        public void QuickSortBenchmark()
        {
            SortingAlgs.QuickSort(ArrayToSort, 0, ArrayToSort.Length -
1);
            initArrayToSort();
        }
    }
}
```

3. Cazuri de testare

N – Numărul de elemente în array | V – Versiunea de generare a array-ului

1 – array sortat crescător de N elemente

2 – array sortat descrescător de N elemente

3 – array de N elemente aleatorii

N = 50 , V = 1

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	96.00 ns	1.187 ns	1.052 ns	0.0356	224 B
MergeSortBenchmark	1,278.58 ns	16.903 ns	15.811 ns	0.6371	4000 B
QuickSortBenchmark	1,694.61 ns	21.586 ns	19.136 ns	0.0343	224 B

N = 50 , V = 2

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	1.560 us	0.0175 us	0.0155 us	0.0343	224 B
MergeSortBenchmark	1.214 us	0.0109 us	0.0102 us	0.6371	4000 B
QuickSortBenchmark	1.315 us	0.0175 us	0.0195 us	0.0343	224 B

N = 50 , V = 3

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	1,166.5 ns	23.00 ns	25.56 ns	0.0343	224 B
MergeSortBenchmark	1,227.0 ns	19.57 ns	17.34 ns	0.6371	4000 B
QuickSortBenchmark	403.6 ns	6.09 ns	5.69 ns	0.0353	224 B

N = 100 , V = 1

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	176.6 ns	3.53 ns	3.63 ns	0.0675	424 B
MergeSortBenchmark	2,809.1 ns	35.37 ns	29.53 ns	1.3428	8424 B
QuickSortBenchmark	5,598.6 ns	31.02 ns	25.90 ns	0.0610	424 B

N = 100 , V = 2

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	6.013 us	0.0759 us	0.0593 us	0.0610	424 B
MergeSortBenchmark	2.650 us	0.0227 us	0.0212 us	1.3428	8424 B
QuickSortBenchmark	4.159 us	0.0499 us	0.0443 us	0.0610	424 B

N = 100 , V = 3

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	4,714.9 ns	92.86 ns	138.98 ns	0.0610	424 B
MergeSortBenchmark	2,668.3 ns	28.69 ns	25.44 ns	1.3428	8424 B
QuickSortBenchmark	945.9 ns	15.90 ns	14.10 ns	0.0668	424 B

N = 1000 , V = 1

Method	Mean	Error	StdDev	Median	Gen0	Gen1	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	1.435 us	0.0260 us	0.0231 us	1.429 us	0.6409	0.0095	3.93 KB
MergeSortBenchmark	31.145 us	0.6210 us	1.6790 us	30.461 us	15.3503	0.2136	94.07 KB
QuickSortBenchmark	407.495 us	5.3896 us	5.0414 us	407.646 us	0.4883	-	3.93 KB

N = 1000 , V = 2

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Gen1	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	507.24 us	4.279 us	4.003 us	-	-	3.93 KB
MergeSortBenchmark	29.56 us	0.195 us	0.182 us	15.3503	0.2136	94.07 KB
QuickSortBenchmark	291.61 us	2.953 us	2.762 us	0.4883	-	3.93 KB

N = 1000 , V = 3

Method	Mean	Error	StdDev	Gen0	Gen1	Allocated
BubleSortWithFlagBenchmark	590.33 us	5.663 us	4.729 us	-	-	3.93 KB
MergeSortBenchmark	54.68 us	0.411 us	0.384 us	15.3198	0.1831	94.07 KB
QuickSortBenchmark	21.09 us	0.124 us	0.104 us	0.6409	-	3.93 KB

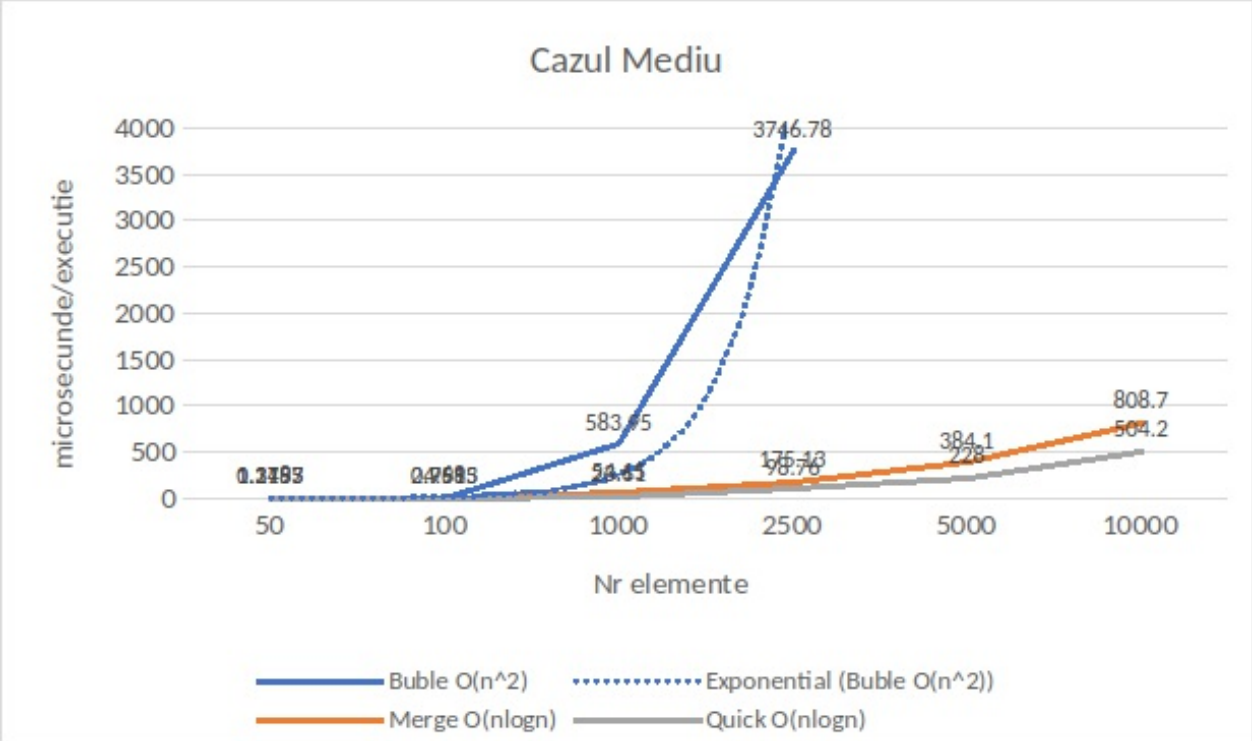
Tabelul valorilor obtinute

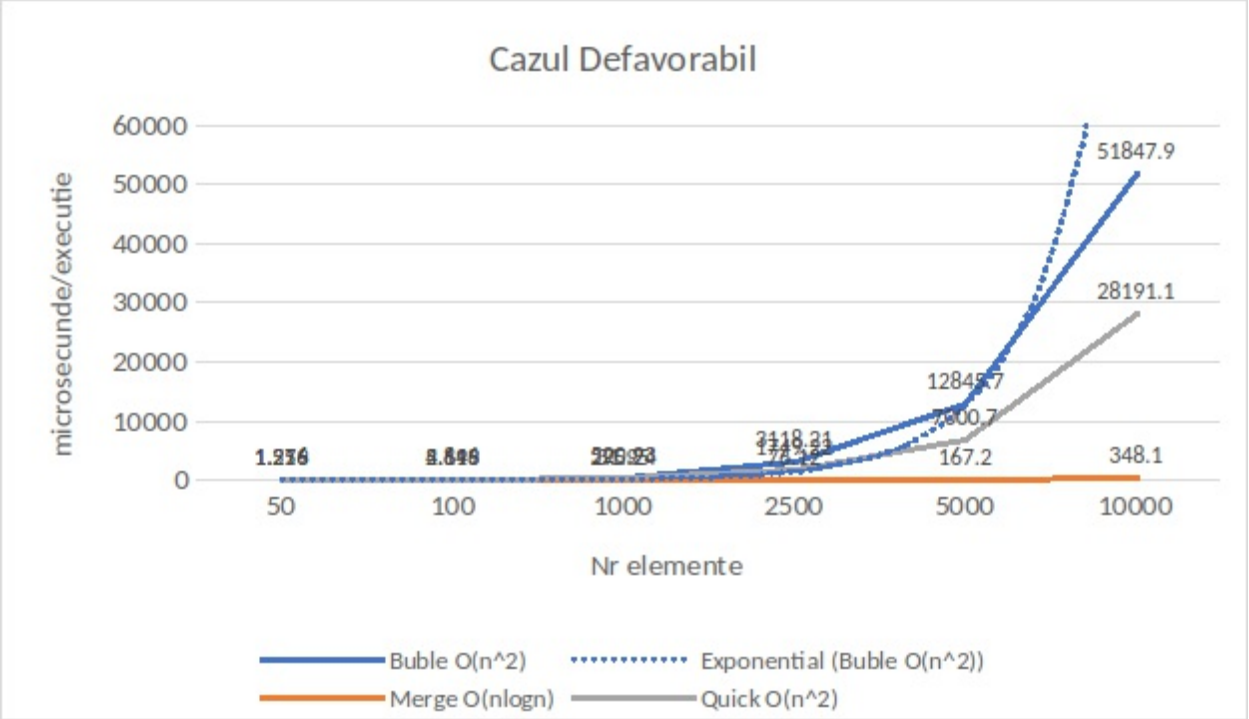
Favorabil						
	50	100	1000	2500	5000	10000
Bubble O(n)	0.0928	0.1663	1.535	3.618	7.19	14.14
Merge O (n log n)	1.25126	2.7687	32.097	82.642	171.657	360.16
Quick O(n^2)	1.65423	5.9555	418.651	2561.432	10065.445	40896.88

Defavorabil						
	50	100	1000	2500	5000	10000
Bubble O(n^2)	1.556	5.899	520.93	3118.21	12845.7	51847.9
Merge O (n log n)	1.219	2.613	31.95	76.12	167.2	348.1
Quick O(n^2)	1.276	4.146	295.24	1749.22	7000.7	28191.1

Mediu						
	50	100	1000	2500	5000	10000
Bubble O(n^2)	1.1493	4.58	583.95	3746.78	15231.3	80302.2
Merge O (n log n)	1.2187	2.7615	54.15	175.13	384.1	808.7
Quick O (n log n)	0.3755	0.9993	23.61	98.76	228	504.2

Analiza valorilor obtinute





4. Concluzii

Obiectivul principal al acestei lucrări a fost de a demonstra dependenta complexității algoritmilor de sortare fața de setul de date de intrare cat si de a face comparația dintre algoritmii liniari de sortare si cei bazați pe ideea **Divide et Impera**. Drept candidați spre analiza au fost înaintați următorii algoritmi de sortare: ***Bubble Sort, Merge Sort și Quick Sort***. Pentru o analiza obiectivă am stabilit următoarele cazuri de testare:cazul favorabil (set de valori sortat deja crescător), cazul mediu (set de valori aleatoare) și cazul defavorabil (set de valori este deja sortat descrescător), unde fiecare caz de testare conține 6 seturi de elemente. Drept valori ce urmează a fi analizate (date de ieșire) vom utiliza timpul total de execuție a fiecărui algoritm pentru fiecare set de date.

În urma măsurărilor efectuate și a analizei datelor obținute putem confirma faptul că timpul de execuție al algoritmilor de sortare este dependent de setul de date de intrare si anume de natura acestuia. Drept algoritm optim de sortare din cele analizate, pot înainta Merge Sort ndatorita complexității sale de O(n log n) pentru oricare caz de testare, însă nu trebuie sa uitam de complexitatea de memorie a acestui algoritm. Un alt lucru de remarcat este viteza de execuție pentru algoritmul Quick Sorti in cazul mediu, unde arata cel mai mic timp de execuție si ne prezinta o complexitate O(n log n) însă partea negativa a acestuia apare in cazurile de testare favorabil si defavorabil, unde seturile de intrare sunt deja sortate crescător si descrescător. Pentru algoritmul Bubble Sorts-a folosit o varianta optimizata, unde este adăugat un flag de verificare ce scade complexitatea algoritmului la O(n) pentru cazul favorabil, motiv pentru care in cazul favorabil acesta prezinta cele mai buna rezultate.