

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

Лабораторна робота №5
з дисципліни
«Алгоритми і структури даних»

Виконав:

студент групи ІМ-43
Костеніч Степан Станіславович
номер у списку групи: 17

Перевірила:

Молчанова А. А.

Київ 2024

Постановка задачі

1. Написати програму розв'язання задачі пошуку (за варіантом) у двовимірному масиві (матриці) методом двійкового пошуку. Алгоритм двійкового пошуку задається варіантом завдання.
2. Розміри матриці m та n взяти самостійно у межах від 7 до 10.
3. При тестуванні програми необхідно підбирати такі вхідні набори початкових значень матриці, щоб можна було легко відстежити коректність виконання пошуку і ця коректність була б протестована для всіх можливих випадків. З метою тестування дозволяється використовувати матриці меншого розміру.

Варіант №17

Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$. Окремо у кожному стовпчику матриці визначити присутність будь-якого з чисел діапазону $[0,5]$ і його місцезнаходження (координати) методом двійкового пошуку (Алгоритм №1), якщо елементи кожного стовпчика окремо впорядковані за незбільшенням.

Текст програми

```
#include <stdio.h>
```

```
const int m = 8, n = 10;
```

```
double matrix[8][10] =
```

```
{
    {9.94,  9.80,  0.12,  5.00,  9.75,  9.98,  8.96,  9.31,  9.48,  5.00},
    {9.55,  9.80, -0.35,  5.00,  9.64,  9.91,  7.71,  8.06,  0.78,  4.27},
    {8.00,  4.25, -0.62,  5.00,  8.87,  9.19,  6.25,  7.77, -0.26,  3.79},
    {6.69,  4.25, -1.83, -0.01,  5.29,  7.20,  5.41,  6.67, -4.99,  3.01},
    {4.33,  4.25, -3.05, -0.02, -1.94,  6.89,  1.18,  6.26, -4.99,  2.68},
    {3.19, -1.40, -4.83, -0.04, -3.34,  6.87,  1.18,  5.36, -5.67,  2.13},
    {1.62, -1.40, -6.58, -2.28, -7.78,  5.14,  1.18,  1.99, -8.27,  1.05},
    {1.37, -1.40, -8.73, -3.87, -8.73,  0.89,  1.18, -5.90, -9.13,  0.00},
};
```

```
void PrintMatrix() {
    printf("\n");
    for (int i = 0; i < m; i++) {
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            printf("%5.2lf ", matrix[i][j]);
        }
        printf("\n");
    }
    printf("\n");
}
```

```
void SearchAlgorithm1() {
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        int L = 0, R = m - 1;
        int j;
        double x;

        while (L <= R) {
            j = (L + R) / 2;
            x = matrix[j][i];

            if (x > 5) {
                L = j + 1;
            } else if (x < 0) {
                R = j - 1;
            } else {
                break;
            }
        }
    }
}
```

```

        if (x <= 5 && x >= 0) {
            printf("Found element within range [0, 5] in column %d: (%d,
%d) %5.2lf\n", i, j, i, x);
        } else {
            printf("No element was found within range [0, 5] in column
%d\n", i);
        }
    }
}

int main(void) {
    PrintMatrix();
    SearchAlgorithm1();

    return 0;
}

```

Вхідні дані

```
{  
    {9.94, 9.80, 0.12, 5.00, 9.75, 9.98, 8.96, 9.31, 9.48, 5.00},  
    {9.55, 9.80, -0.35, 5.00, 9.64, 9.91, 7.71, 8.06, 0.78, 4.27},  
    {8.00, 4.25, -0.62, 5.00, 8.87, 9.19, 6.25, 7.77, -0.26, 3.79},  
    {6.69, 4.25, -1.83, -0.01, 5.29, 7.20, 5.41, 6.67, -4.99, 3.01},  
    {4.33, 4.25, -3.05, -0.02, -1.94, 6.89, 1.18, 6.26, -4.99, 2.68},  
    {3.19, -1.40, -4.83, -0.04, -3.34, 6.87, 1.18, 5.36, -5.67, 2.13},  
    {1.62, -1.40, -6.58, -2.28, -7.78, 5.14, 1.18, 1.99, -8.27, 1.05},  
    {1.37, -1.40, -8.73, -3.87, -8.73, 0.89, 1.18, -5.90, -9.13, 0.00},  
}
```

Стовпець 0: рандомні числа.

Стовпець 1: число з діапазону є в масиві і знаходиться десь посередині.

Стовпець 2: число з діапазону знаходиться ліворуч.

Стовпець 3: декілька однакових чисел з діапазону ліворуч.

Стовпець 4: числа з діапазону відсутні.

Стовпець 5: число з діапазону знаходиться праворуч.

Стовпець 6: декілька однакових чисел з діапазону праворуч.

Стовпець 7: число з діапазону праворуч, передостаннє.

Стовпець 8: число з діапазону ліворуч, друге за рахунком.

Стовпець 9: увесь стовпець заповнений числами з діапазону.

Результати тестування програми

```
9.94 9.80 0.12 5.00 9.75 9.98 8.96 9.31 9.48 5.00
9.55 9.80 -0.35 5.00 9.64 9.91 7.71 8.06 0.78 4.27
8.00 4.25 -0.62 5.00 8.87 9.19 6.25 7.77 -0.26 3.79
6.69 4.25 -1.83 -0.01 5.29 7.20 5.41 6.67 -4.99 3.01
4.33 4.25 -3.05 -0.02 -1.94 6.89 1.18 6.26 -4.99 2.68
3.19 -1.40 -4.83 -0.04 -3.34 6.87 1.18 5.36 -5.67 2.13
1.62 -1.40 -6.58 -2.28 -7.78 5.14 1.18 1.99 -8.27 1.05
1.37 -1.40 -8.73 -3.87 -8.73 0.89 1.18 -5.90 -9.13 0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
No element was found within range [0, 5] in column 4
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01
```

```
9.94 9.80 0.12 5.00 9.75 9.98 8.96 9.31 9.48 5.00
9.55 9.80 -0.35 5.00 9.64 9.91 7.71 8.06 0.78 4.27
8.00 4.25 -0.62 5.00 8.87 9.19 6.25 7.77 -0.26 3.79
6.69 4.25 -1.83 -0.01 5.29 7.20 5.41 6.67 -4.99 3.01
4.33 4.25 -3.05 -0.02 -1.94 6.89 1.18 6.26 -4.99 2.68
3.19 -1.40 -4.83 -0.04 -3.34 6.87 1.18 5.36 -5.67 2.13
1.62 -1.40 -6.58 -2.28 -7.78 5.14 1.18 1.99 -8.27 1.05
1.37 -1.40 -8.73 -3.87 -8.73 0.89 1.18 -5.90 -9.13 0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
No element was found within range [0, 5] in column 4
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01
```

Стовпець 0: рандомні числа

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19

Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25

Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12

Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00

No element was found within range [0, 5] in column 4

Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89

Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18

Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99

Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78

Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 1: число з діапазону є в масиві і знаходиться десь посередині

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19

Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25

Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12

Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00

No element was found within range [0, 5] in column 4

Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89

Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18

Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99

Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78

Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 2: число з діапазону знаходиться ліворуч

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
 Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
 Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
 Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
 No element was found within range [0, 5] in column 4
 Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
 Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
 Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
 Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
 Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 3: декілька однакових чисел з діапазону ліворуч

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
 Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
 Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
 Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
 No element was found within range [0, 5] in column 4
 Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
 Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
 Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
 Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
 Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 4: числа з діапазону відсутні

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
No element was found within range [0, 5] in column 4
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 5: число з діапазону знаходиться праворуч

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00

Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00
No element was found within range [0, 5] in column 4
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01

Стовпець 6: декілька однакових чисел з діапазону праворуч

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00
Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19									
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25									
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12									
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00									
No element was found within range [0, 5] in column 4									
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89									
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18									
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99									
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78									
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01									

Стовпець 7: число з діапазону праворуч, передостаннє

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00
Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0) 3.19									
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1) 4.25									
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2) 0.12									
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3) 5.00									
No element was found within range [0, 5] in column 4									
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5) 0.89									
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6) 1.18									
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7) 1.99									
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8) 0.78									
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9) 3.01									

Стовпець 8: число з діапазону ліворуч, друге за рахунком

9.94	9.80	0.12	5.00	9.75	9.98	8.96	9.31	9.48	5.00
9.55	9.80	-0.35	5.00	9.64	9.91	7.71	8.06	0.78	4.27
8.00	4.25	-0.62	5.00	8.87	9.19	6.25	7.77	-0.26	3.79
6.69	4.25	-1.83	-0.01	5.29	7.20	5.41	6.67	-4.99	3.01
4.33	4.25	-3.05	-0.02	-1.94	6.89	1.18	6.26	-4.99	2.68
3.19	-1.40	-4.83	-0.04	-3.34	6.87	1.18	5.36	-5.67	2.13
1.62	-1.40	-6.58	-2.28	-7.78	5.14	1.18	1.99	-8.27	1.05
1.37	-1.40	-8.73	-3.87	-8.73	0.89	1.18	-5.90	-9.13	0.00
Found element within range [0, 5] in column 0: (5, 0)									3.19
Found element within range [0, 5] in column 1: (3, 1)									4.25
Found element within range [0, 5] in column 2: (0, 2)									0.12
Found element within range [0, 5] in column 3: (1, 3)									5.00
No element was found within range [0, 5] in column 4									
Found element within range [0, 5] in column 5: (7, 5)									0.89
Found element within range [0, 5] in column 6: (5, 6)									1.18
Found element within range [0, 5] in column 7: (6, 7)									1.99
Found element within range [0, 5] in column 8: (1, 8)									0.78
Found element within range [0, 5] in column 9: (3, 9)									3.01

Стовпець 9: увесь стовпець заповнений числами з діапазону

Висновок

Під час виконання лабораторної роботи № 5 я засвоїв теоретичний матеріал та набув практичних навичок рішення задач пошуку заданої категорії елементів за допомогою різних алгоритмів методу двійкового пошуку у двовимірних масивах.

Я зрозумів принцип роботи методу двійкового пошуку, побачив його переваги та ефективність порівняно з лінійним пошуком. Лінійний пошук є послідовним взяттям елементів множини і порівняння їх із заданим X , при чому порядок елементів нам не важливий. Він простий, універсальний, але повільний для великих даних. Має часову складність $O(n)$.

З іншого боку, бінарний пошук є трохи складнішим у написанні, але надзвичайно швидким для великих відсортованих масивів. Часова складність є $O(\log_2 n)$, але є додаткова умова відсортованості даних. Якщо дані не відсортовані, потрібно витратити додатковий час на сортування (наприклад, $O(n \cdot \log_2 n)$). На кожному кроці алгоритм ділить кількість елементів навпіл, що значно прискорює пошук порівняно з лінійним пошуком.

Реалізував алгоритм №1 двійкового пошуку для пошуку чисел у даному діапазоні у стовпцях двовимірного масиву. На практиці побачив різницю з алгоритмом №2. У алгоритмі №1 умовою продовження є $L \leq R$, також при знаходженні шуканого X пошук закінчується, а не продовжується як у №2. І R завжди переставляється саме на $(i-1)$ -й, а не i -й елемент.

У ході виконання лабораторної роботи було реалізовано програму для пошуку чисел у діапазоні $[0,5]$ у кожному стовпчику методом двійкового пошуку. Я більше дізнався про алгоритми обходу двовимірних масивів. На практиці глибше занурився, реалізував та використав обхід по стовпцях.

Отже, виконання лабораторної роботи № 5 було корисним, дозволило закріпити теоретичні знання та набути практичних навичок в області програмування мовою C.