Министерство образования и науки Российской Федерации

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

—

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа программной инженерии

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

по дисциплине «Вычислительная математика»

Выполнил:

студент гр. 3530904/10001 Боков Я.А.

Руководитель:

профессор С.М. Устинов

Санкт-Петербург

2023

**Задание**

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

**Листинг программы**

#include "cmath.h"

#include "Forsythe.h"

#include <iomanip>

#include <iostream>

using namespace std;

void PrintX(int n, double\* x)

{

cout << "\nVector X\n";

for (int i = 0; i < n; i++)

{

cout << x[i] << "\n";

}

cout << "\n";

}

void PrintMatrixes(int n, double\* a1, double\* a2)

{

cout << "Matrix " << " \tVector D\n";

for (int i = 0; i < n; i++)

{

for (int j = 0; j < n; j++)

{

cout << a1[i \* n + j] << " ";

}

cout << " " << a2[i] << " \t\n";

}

}

long double SigmaFunc(int n, double\* d, double\* d1)

{

cout.unsetf(ios\_base::fixed);

long double si = 0.0;

long double sig = 0.0;

for (int i = 0; i < n; i++)

{

si += d[i] \* d[i];

auto div = d[i] - d1[i];

sig += div \* div;

}

sig = sqrt(sig);

si = sqrt(si);

return sig / si;

cout << fixed << setprecision(2);

}

void Work(int n)

{

cout << "N= " << n << "\n";

cout << "-----FIRST PART-----\n";

double\* C = new double[n \* n];

double\* CT = new double[n \* n];

double\* d = new double[n];

double\* C1 = new double[n \* n];

double\* d1 = new double[n];

for (int i = 0; i < n; i++)

{

for (int j = 0; j < n; j++)

{

auto num = 1.0 / (double)(i + 1 + j);

C[i \* n + j] = num;

}

}

for (int i = 0; i < n; i++)

{

d[i] = 0;

for (int j = 0; j < n; j++)

{

auto num = 1.0 / (double)(i + 1 + j);

d[i] += num;

}

}

for (int i = 0; i < n; i++)

{

for (int j = 0; j < n; j++)

{

CT[i \* n + j] = C[j \* n + i];

}

}

for (int i = 0; i < n; i++)

{

d1[i] = 0;

for (int j = 0; j < n; j++)

{

d1[i] += CT[i \* n + j] \* d[j];

}

}

PrintMatrixes(n, C, d);

for (int i = 0; i < n; i++)

{

for (int j = 0; j < n; j++)

{

C1[i \* n + j] = 0;

for (int k = 0; k < n; k++)

{

C1[i \* n + j] += CT[i \* n + k] \* C[k \* n + j];

}

}

}

int\* pivot1 = new int[n];

int\* pivot2 = new int[n];

double cond1 = 0.0;

int flag;

Decomp(n, C, &cond1, pivot1);

Solve(n, C, d, pivot1);

PrintX(n, d);

cout << "cond: " << cond1 << "\n";

cout << "\n-----SECOND PART-----\n";

flag = 0;

double cond2 = 0.0;

PrintMatrixes(n, C1, d1);

Decomp(n, C1, &cond2, pivot2);

Solve(n, C1, d1, pivot2);

PrintX(n, d1);

cout << "cond: " << cond2 << "\n\n";

auto result = SigmaFunc(n, d, d1);

cout << "SIGMA=" << result << "\n\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\n";

delete[] pivot1;

delete[] pivot2;

delete[] C;

delete[] CT;

delete[] C1;

delete[] d;

delete[] d1;

}

int main()

{

cout << fixed << setprecision(2);

int n = 4;

while (n != 14)

{

Work(n);

n += 2;

}

}

**Результат работы программы:**

N= 4

-----FIRST PART-----

Matrix Vector D

1.00 0.50 0.33 0.25 2.08

0.50 0.33 0.25 0.20 1.28

0.33 0.25 0.20 0.17 0.95

0.25 0.20 0.17 0.14 0.76

Vector X

1.00

1.00

1.00

1.00

cond: 21711.32

-----SECOND PART-----

Matrix Vector D

1.42 0.80 0.57 0.44 3.23

0.80 0.46 0.33 0.26 1.86

0.57 0.33 0.24 0.19 1.33

0.44 0.26 0.19 0.15 1.04

Vector X

1.00

1.00

1.00

1.00

cond: 345611834.39

SIGMA=1.3e-09

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

N= 6

-----FIRST PART-----

Matrix Vector D

1 0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 2.4

0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 1.6

0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 1.2

0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 1

0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.85

0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.74

Vector X

1

1

1

1

1

1

cond: 2.3e+07

-----SECOND PART-----

Matrix Vector D

1.5 0.86 0.62 0.48 0.4 0.34 4.2

0.86 0.51 0.37 0.3 0.25 0.21 2.5

0.62 0.37 0.28 0.22 0.19 0.16 1.8

0.48 0.3 0.22 0.18 0.15 0.13 1.5

0.4 0.25 0.19 0.15 0.13 0.11 1.2

0.34 0.21 0.16 0.13 0.11 0.094 1.1

Vector X

1

1

0.99

1

0.98

1

cond: 3.6e+14

SIGMA=0.0089

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

N= 8

-----FIRST PART-----

Matrix Vector D

1 0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 2.7

0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 1.8

0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 1.4

0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 1.2

0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 1

0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.9

0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.8

0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.73

Vector X

1

1

1

1

1

1

1

1

cond: 2.4e+10

-----SECOND PART-----

Matrix Vector D

1.5 0.89 0.64 0.51 0.42 0.36 0.32 0.28 5

0.89 0.54 0.4 0.32 0.27 0.23 0.21 0.18 3

0.64 0.4 0.3 0.24 0.2 0.18 0.16 0.14 2.3

0.51 0.32 0.24 0.2 0.17 0.14 0.13 0.12 1.8

0.42 0.27 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.098 1.5

0.36 0.23 0.18 0.14 0.12 0.11 0.095 0.086 1.3

0.32 0.21 0.16 0.13 0.11 0.095 0.085 0.076 1.2

0.28 0.18 0.14 0.12 0.098 0.086 0.076 0.069 1.1

Vector X

1

0.99

1.2

0.05

3.6

-2.8

3.7

0.22

cond: 2.2e+17

SIGMA=1.9

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

N= 10

-----FIRST PART-----

Matrix Vector D

1 0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 2.9

0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 2

0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 1.6

0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 1.3

0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 1.2

0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 1

0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.93

0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.85

0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.78

0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.72

Vector X

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

cond: 2.7e+13

-----SECOND PART-----

Matrix Vector D

1.5 0.91 0.66 0.53 0.44 0.38 0.33 0.3 0.27 0.25 5.6

0.91 0.56 0.42 0.34 0.28 0.25 0.22 0.2 0.18 0.16 3.5

0.66 0.42 0.31 0.26 0.22 0.19 0.17 0.15 0.14 0.13 2.6

0.53 0.34 0.26 0.21 0.18 0.16 0.14 0.13 0.11 0.1 2.1

0.44 0.28 0.22 0.18 0.15 0.13 0.12 0.11 0.098 0.09 1.8

0.38 0.25 0.19 0.16 0.13 0.12 0.1 0.094 0.086 0.079 1.6

0.33 0.22 0.17 0.14 0.12 0.1 0.093 0.084 0.077 0.071 1.4

0.3 0.2 0.15 0.13 0.11 0.094 0.084 0.076 0.069 0.064 1.3

0.27 0.18 0.14 0.11 0.098 0.086 0.077 0.069 0.063 0.058 1.1

0.25 0.16 0.13 0.1 0.09 0.079 0.071 0.064 0.058 0.054 1.1

Vector X

1

1

1.1

-0.17

6

-6.6

0.096

17

-15

6.3

cond: 7.1e+17

SIGMA=7.8

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

N= 12

-----FIRST PART-----

Matrix Vector D

1 0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 3.1

0.5 0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 2.2

0.33 0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 1.8

0.25 0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 1.5

0.2 0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 1.3

0.17 0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 1.2

0.14 0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 1

0.12 0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.95

0.11 0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.05 0.88

0.1 0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.05 0.048 0.82

0.091 0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.05 0.048 0.045 0.76

0.083 0.077 0.071 0.067 0.062 0.059 0.056 0.053 0.05 0.048 0.045 0.043 0.71

Vector X

1

1

1

1

0.99

1.1

0.83

1.3

0.64

1.3

0.89

1

cond: 2.8e+16

-----SECOND PART-----

Matrix Vector D

1.6 0.92 0.68 0.54 0.45 0.39 0.34 0.31 0.28 0.25 0.23 0.22 6.2

0.92 0.57 0.43 0.35 0.29 0.26 0.23 0.2 0.19 0.17 0.16 0.15 3.9

0.68 0.43 0.33 0.27 0.23 0.2 0.18 0.16 0.15 0.13 0.12 0.12 3

0.54 0.35 0.27 0.22 0.19 0.16 0.15 0.13 0.12 0.11 0.1 0.096 2.4

0.45 0.29 0.23 0.19 0.16 0.14 0.13 0.11 0.1 0.096 0.089 0.083 2.1

0.39 0.26 0.2 0.16 0.14 0.12 0.11 0.1 0.092 0.085 0.079 0.074 1.8

0.34 0.23 0.18 0.15 0.13 0.11 0.1 0.09 0.083 0.076 0.071 0.066 1.6

0.31 0.2 0.16 0.13 0.11 0.1 0.09 0.082 0.075 0.069 0.064 0.06 1.5

0.28 0.19 0.15 0.12 0.1 0.092 0.083 0.075 0.069 0.063 0.059 0.055 1.3

0.25 0.17 0.13 0.11 0.096 0.085 0.076 0.069 0.063 0.059 0.055 0.051 1.2

0.23 0.16 0.12 0.1 0.089 0.079 0.071 0.064 0.059 0.055 0.051 0.047 1.1

0.22 0.15 0.12 0.096 0.083 0.074 0.066 0.06 0.055 0.051 0.047 0.044 1.1

Vector X

1

0.99

1.2

-0.69

6.9

-8

2.1

15

-18

11

-1.4

1.3

cond: 6.1e+17

SIGMA=7.9

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N | Число обусловленности 1 системы | Число обусловленности 2 системы | Сигма |
| 4 | 21711.32 | 345611834.39 | 1.3E-09 |
| 6 | 2.3e+07 | 3.6e+14 | 0.0089 |
| 8 | 2.4e+10 | 2.2e+17 | 1.9 |
| 10 | 2.7e+13 | 7.1e+17 | 7.8 |
| 12 | 2.8e+16 | 6.1e+17 | 7.9 |

**Вывод** При увеличении размерности исходных матриц число обусловленности в первом уравнении растет, во втором случае нет. Мы видим насколько неустойчивы эти системы.