In this lab, we studied how to use the finite difference method to solve the one dimensional Poisson's Equation with Dirichlet or Neumann boundary conditions. The finite difference method was implemented with the space discretization. The well-posed case and the ill-posed case were discussed separately.

This folder contains the following documents:
Makefile: which helps the compilation of the lab.
poisson.cpp: the implementation of this lab
README: the documentation
Report: the report of this lab
Matrix: the file used for the linear algebra calculation

To compile and run the code, linux system with g++ compiler is required. The compiler should support the c++ 11 feature and the LAPACK library is needed.

To compile the code, type make in the terminal.
To run the code, type ./poisson.x

Code test and output:

```
condition 1:
The coefficient matrix is:
1.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    1.0000

The solution form u(0) to u(1) is:
0.0000
0.3900
0.7600
1.1100
1.4400
1.7500
2.0400
2.3100
2.5600
2.7900
3.0000

condition 2:
The coefficient matrix is:
1.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000    0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000 0.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    100.0000 -200.0000 100.0000
0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    -1.0000 0.0000    1.0000

The solution form u(0) to u(1) is:
-0.0000
0.4900
0.9600
```

1.4100
1.8400
2.2500
2.6400
3.0100
3.3600
3.6900
4.0000

condition 3 and 4:
The coefficient matrix is:

1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	-200.0000	100.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	1.0000

The matrix is singular