

北京航空航天大学数学科学学院实验报告

| | | |
|--|----------|----------------------|
| 课程名称：科学计算通识实验课 | | 实验名称：线性方程组的迭代求解与最小二乘 |
| 实验类型： 演示性实验 <input type="checkbox"/> 验证性实验 <input type="checkbox"/> 综合性实验 <input checked="" type="checkbox"/> 设计性实验 <input type="checkbox"/> | | |
| 班级：18377475 | 姓名：陈博胆 | 学号：18377475 |
| 实验日期：2020.07.12 | 指导教师：冯成亮 | 实验成绩： |
| 实验环境：(所用仪器设备及软件) Windows + Visual Studio 2019, Ubuntu 18.04.1 + g++ | | |

实验目的与实验内容：

【目的要求】

通过本实验使学生进一步熟悉个人电脑上 C++ 代码的编写与调试, 服务器上的代码编译与运行; 熟悉求解线性方程组的 Jacobi 迭代法、Gauss-Seidel 迭代法和 SOR 松弛迭代法; 了解以上方法的算法的稳定性与收敛速度特点; 熟悉超定线性方程组不可容问题与最小二乘问题的求解算法。

【实验内容】

实验 1.1: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 1)

针对方程组

$$\begin{cases} 8x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 20 \\ 4x_1 + 11x_2 - x_3 = 33 \\ 6x_1 + 3x_2 + 12x_3 = 36 \end{cases}$$

采用 Jacobi 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 1.2: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 2)

针对方程组

$$\begin{cases} 10x_1 + 3x_2 + x_3 = 14 \\ 2x_1 - 10x_2 + 3x_3 = -5 \\ x_1 + 3x_2 + 10x_3 = 14 \end{cases}$$

采用 Jacobi 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 1.3: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 3)

针对方程组

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 - 4x_3 = 10 \\ -2x_1 + 17x_2 + 10x_3 = 3 \\ -4x_1 + 10x_2 + 9x_3 = -7 \end{cases}$$

采用 Jacobi 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-5}$ 收敛终止条件下的迭代数据, 如果结果不收敛, 记录 K=150 终止时的绝对误差表。

实验 2.1: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 1)

针对方程组

$$\begin{cases} 8x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 20 \\ 4x_1 + 11x_2 - x_3 = 33 \\ 6x_1 + 3x_2 + 12x_3 = 36 \end{cases}$$

采用 Gauss-Seidel 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 2.2: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 2)

针对方程组

$$\begin{cases} 10x_1 + 3x_2 + x_3 = 14 \\ 2x_1 - 10x_2 + 3x_3 = -5 \\ x_1 + 3x_2 + 10x_3 = 14 \end{cases}$$

采用 Gauss-Seidel 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 2.3: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 3)

针对方程组

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 - 4x_3 = 10 \\ -2x_1 + 17x_2 + 10x_3 = 3 \\ -4x_1 + 10x_2 + 9x_3 = -7 \end{cases}$$

采用 Gauss-Seidel 迭代法进行迭代求解, 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-5}$ 收敛终止条件下的迭代数据, 如果结果不收敛, 记录 K=150 终止时的绝对误差表。

实验 3.1: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 1)

针对方程组

$$\begin{cases} 8x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 20 \\ 4x_1 + 11x_2 - x_3 = 33 \\ 6x_1 + 3x_2 + 12x_3 = 36 \end{cases}$$

采用 SOR 松弛迭代法进行迭代求解, ($\omega = 1.46$), 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 3.2: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 2)

针对方程组

$$\begin{cases} 10x_1 + 3x_2 + x_3 = 14 \\ 2x_1 - 10x_2 + 3x_3 = -5 \\ x_1 + 3x_2 + 10x_3 = 14 \end{cases}$$

采用 SOR 松弛迭代法进行迭代求解, ($\omega = 1.46$), 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-3}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 3.3: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 3)

针对方程组

$$\begin{aligned} 4x_1 - 2x_2 - 4x_3 &= 10 \\ \begin{cases} -2x_1 + 17x_2 + 10x_3 = 3 \\ -4x_1 + 10x_2 + 9x_3 = -7 \end{cases} \end{aligned}$$

采用 SOR 松弛迭代法进行迭代求解, ($\omega = 1.46$), 记录 $\|x^{k+1} - x^k\|_2 < 10^{-5}$ 收敛终止条件下的迭代数据。

实验 4.1: (超定线性方程组不可容问题的求解)

针对超定线性方程组

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 4x_3 = -1 \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 = 4 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 = 2 \\ x_1 - x_2 - 2x_3 = 1 \end{cases}$$

采用最小二乘方法进行求解。

实验 4.2: (线性最小二乘问题的求解)

针对数据组

| i | x | y |
|-----|-----|-----|
| 1 | 25 | 110 |
| 2 | 27 | 115 |
| 3 | 31 | 155 |
| 4 | 33 | 160 |
| 5 | 35 | 180 |

采用线性最小二乘方法进行求解其线性拟合函数 $y = f(x) = ax + b$ 。

实验过程与结果:

【1】 实验 1 中三个实验利用 armadillo 库函数进行 Jacobi 迭代, 求解线性方程组, 其中第三个实验使用 Jacobi 迭代不收敛, 迭代结果如下:

实验 1.1: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 1)

```
[work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./1-1
```

Jacobi

A:

```
8.0000 -3.0000 2.0000
4.0000 11.0000 -1.0000
6.0000 3.0000 12.0000
```

M:

```
8.0000 0 0
0 11.0000 0
0 0 12.0000
```

N:

```
0 3.0000 -2.0000
-4.0000 0 1.0000
-6.0000 -3.0000 0
```

| cnt | x[0] | x[1] | x[2] | error |
|-----|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 1.73205081 |
| 1 | 2.50000000 | 3.00000000 | 3.00000000 | 4.92442890 |
| 2 | 2.87500000 | 2.36363636 | 1.00000000 | 2.13203745 |
| 3 | 3.13636364 | 2.04545455 | 0.97159091 | 0.41274411 |
| 4 | 3.02414773 | 1.94783058 | 0.92045455 | 0.15728247 |
| 5 | 3.00032283 | 1.98398760 | 1.00096849 | 0.09141910 |
| 6 | 2.99375323 | 1.99997065 | 1.00384168 | 0.01751778 |
| 7 | 2.99902857 | 2.00262080 | 1.00313072 | 0.00594626 |
| 8 | 3.00020012 | 2.00063786 | 0.99983051 | 0.00402442 |
| 9 | 3.00028157 | 1.99991182 | 0.99974048 | 0.00073612 |

final-x:

```
3.0003
1.9999
0.9997
```

实验 1.2: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 2)

```
[work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./1-2
```

Jacobi

A:

```
10.0000 3.0000 1.0000
2.0000 -10.0000 3.0000
1.0000 3.0000 10.0000
```

M:

```
10.0000 0 0
0 -10.0000 0
0 0 10.0000
```

N:

```
0 -3.0000 -1.0000
-2.0000 0 -3.0000
-1.0000 -3.0000 0
```

| cnt | x[0] | x[1] | x[2] | error |
|-----|------------|------------|------------|------------|
| 0 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 1.73205081 |
| 1 | 1.40000000 | 0.50000000 | 1.40000000 | 2.04205779 |
| 2 | 1.11000000 | 1.20000000 | 1.11000000 | 0.81129526 |
| 3 | 0.92900000 | 1.05500000 | 0.92900000 | 0.29418871 |
| 4 | 0.99060000 | 0.96450000 | 0.99060000 | 0.12561596 |
| 5 | 1.01159000 | 0.99530000 | 1.01159000 | 0.04277616 |
| 6 | 1.00025100 | 1.00579500 | 1.00025100 | 0.01916483 |
| 7 | 0.99823640 | 1.00012550 | 0.99823640 | 0.00634511 |
| 8 | 1.00013871 | 0.99911820 | 1.00013871 | 0.00287267 |
| 9 | 1.00025067 | 1.00006936 | 1.00025067 | 0.00096424 |

final-x:

```
1.0003
1.0001
1.0003
```

实验 1.3: (Jacobi 迭代法求解线性方程组 3)

```

work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./1-3
[
Jacobi
A:
  4.0000  -2.0000  -4.0000
 -2.0000  17.0000  10.0000
 -4.0000  10.0000  9.0000
M:
  4.0000  0  0
  0  17.0000  0
  0  0  9.0000
N:
  0  2.0000  4.0000
  2.0000  0  -10.0000
  4.0000 -10.0000  0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000  0.00000000  0.00000000  1.73205081
1      2.50000000  0.17647059  -0.77777778  2.62413417
2      1.81045752  0.92810458  0.13725490  1.37029460
3      3.10130719  0.30872741  -1.00435730  1.83117431
4      1.65000641  1.13212867  0.25755051  2.09205041
5      3.32361485  0.21908869  -1.30236234  2.46331795
6      1.30718200  1.33357959  0.45595250  2.89823437
7      3.62274230  0.06204935  -1.67856310  3.39628702
8      0.85246157  1.59006562  0.76338619  3.99654918
9      4.05841900  -0.17229051  -2.16564555  4.68650073

...
141      2897746328.72712183  -1595318878.07014918  -2605752256.63830996  7796214456.07153225
142      -3403411693.17338467  1873706778.04925561  3060463787.62333107  9156677109.08404922
143      3997317179.14795876  -2200674191.74000454  -3594523840.02067709  10754544548.82615852
144      -4694860933.39067936  2584698397.73545265  4221778958.55465317  12631244617.97867966
145      5514128159.92237949  -3035735967.60752296  -4958491968.65747166  14835434441.21301842
146      -6476359949.96123314  3565480941.73055744  5823763589.86275005  17424261956.43968964
147      7606504063.22802925  -4187667987.97352743  -6840027691.57227802  20464847587.01863861
148      -8933861683.05904198  4918428532.06934357  8033632902.84971046  24036024470.18526840
149      10492847171.38438225  -5776708964.21265888  -9435525784.43662262  28230382360.52213669
150      -12323880264.04295158  6784761893.53735256  11082053146.74045563  33156668200.67671967

迭代格式不收敛

final-x:
-1.2324e+10
 6.7848e+09
 1.1082e+10

```

【2】实验 2 中三个实验利用 armadillo 库函数进行 Gauss-Seidel 迭代，求解线性方程组，整体迭代效果较 Jacobi 更好，迭代次数更少，更精确迭代结果如下：

实验 2.1: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 1)

```

work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./2-1
[Gauss-Seidel
A:
  8.0000  -3.0000  2.0000
  4.0000  11.0000  -1.0000
  6.0000  3.0000  12.0000
D:
  8.0000  0  0
  0  11.0000  0
  0  0  12.0000
L:
  0  0  0
  4.0000  0  0
  6.0000  3.0000  0
U:
  0  -3.0000  2.0000
  0  0  -1.0000
  0  0  0
x0:
  0
  0
  0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000  0.00000000  0.00000000  1.73205081
1      2.50000000  2.09090909  1.22727273  3.48254206
2      2.97727273  2.02892562  1.00413223  0.53049306
3      3.00981405  1.99680691  0.99589125  0.04645926
4      2.99982978  1.99968838  1.00016302  0.01123550
5      2.99984239  2.00007213  1.00006077  0.00039735

final-x:
 2.9998
 2.0001
 1.0001

```

实验 2.2: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 2)

```

work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./2-2
Gauss-Seidel
A:
10.0000    3.0000    1.0000
 2.0000   -10.0000    3.0000
 1.0000    3.0000   10.0000
D:
10.0000    0    0
 0   -10.0000    0
 0    0   10.0000
L:
 0    0    0
 2.0000    0    0
 1.0000    3.0000    0
U:
 0    3.0000    1.0000
 0    0    3.0000
 0    0    0
x0:
 0
 0
 0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000  0.00000000  0.00000000  1.73205081
1      1.40000000  0.78000000  1.02600000  1.90291250
2      1.06340000  1.02048000  0.98751600  0.41546505
3      0.99510440  0.99527568  1.00190686  0.07420676
4      1.00122661  1.00081738  0.99963213  0.00856541
5      0.99979157  0.99984795  1.00006646  0.00178543
6      1.00003897  1.00002773  0.99998778  0.00031578

final-x:
1.0000
1.0000
1.0000

```

实验 2.3: (Gauss-Seidel 迭代法求解线性方程组 3)

```

work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./2-3
Gauss-Seidel

```

```

A:
 4.0000   -2.0000   -4.0000
 -2.0000   17.0000   10.0000
 -4.0000   10.0000    9.0000
D:
 4.0000    0    0
 0   17.0000    0
 0    0    9.0000
L:
 0    0    0
 -2.0000    0    0
 -4.0000   10.0000    0
U:
 0   -2.0000   -4.0000
 0    0   10.0000
 0    0    0
x0:
 0
 0
 0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000  0.00000000  0.00000000  1.73205081
1      2.50000000  0.47058824  -0.18954248  2.55095661
2      2.54575163  0.58746636  -0.29907301  0.16658524
3      2.49466017  0.64588532  -0.38669028  0.11704656
4      2.43625238  0.69055338  -0.46228048  0.10545418
5      2.38299621  0.72875278  -0.52839366  0.09309332
6      2.33598273  0.76211188  -0.58635421  0.08174670
7      2.29470173  0.79134974  -0.63718783  0.07171492
8      2.25848704  0.81699132  -0.68177389  0.06290398
9      2.22672177  0.83948132  -0.72088068  0.05517403

```

| | | | | |
|----|------------|------------|-------------|------------|
| 67 | 2.00011288 | 0.99992008 | -0.99986103 | 0.00002747 |
| 68 | 2.00009901 | 0.99992990 | -0.99987811 | 0.00002410 |
| 69 | 2.00008684 | 0.99993851 | -0.99989309 | 0.00002113 |
| 70 | 2.00007617 | 0.99994607 | -0.99990622 | 0.00001854 |
| 71 | 2.00006681 | 0.99995270 | -0.99991775 | 0.00001626 |
| 72 | 2.00005860 | 0.99995851 | -0.99992786 | 0.00001426 |
| 73 | 2.00005140 | 0.99996361 | -0.99993672 | 0.00001251 |
| 74 | 2.00004508 | 0.99996808 | -0.99994450 | 0.00001097 |
| 75 | 2.00003954 | 0.99997200 | -0.99995132 | 0.00000962 |

```
final-x:
  2.0000
  1.0000
 -1.0000
```

【3】 实验 3 中三个实验利用 `armadillo` 库函数进行 SOR 松弛迭代法迭代，求解线性方程组，其中第二个方程迭代不收敛，但是对于第三个非列主元的方程，其迭代效果相较于 `Jacobi` 和 `Gauss` 迭代法更好，迭代次数更少，迭代结果如下：

实验 3.1: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 1)

```

work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./3-1
SOR迭代
I:
  1.0000      0      0
[  0      1.0000      0
    0      0      1.0000
A:
  8.0000  -3.0000  2.0000
  4.0000  11.0000 -1.0000
[  6.0000   3.0000  12.0000
D:
  8.0000      0      0
    0  11.0000      0
    0      0  12.0000
L:
    0      0      0
  4.0000      0      0
  6.0000   3.0000      0
U:
    0 -3.0000  2.0000
    0      0 -1.0000
    0      0      0
x0:
    0
    0
    0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000  0.00000000  0.00000000  1.73205081
1      3.65000000  2.44218182  0.82410364  4.46832170
2      3.00729672  1.76937622  1.15976340  0.98914223
3      2.81206335  2.22706917  0.98082234  0.52878994
4      3.21777108  1.77738614  0.93110290  0.60768875
5      2.80309166  2.19779828  1.10323938  0.61509053
6      3.16119002  1.83713823  0.89428572  0.54951956
7      2.87527148  2.12710475  1.09328715  0.45324559
8      3.09291516  1.90458406  0.92408666  0.35427819
9      2.93272717  2.06953132  1.05865037  0.26641167
10     3.04760651  1.95052537  0.95632632  0.19449908
11     2.96695454  2.03450578  1.03161847  0.13865915
12     3.02255208  1.97635087  0.97762441  0.09689396
13     2.98484523  2.01595455  1.01553234  0.06653773
14     3.01003701  1.98939373  0.98939940  0.04497815
15     2.99344526  2.00695186  1.00712380  0.02996212
16     3.00422114  1.99550663  0.99528170  0.01968116
17     2.99732033  2.00286336  1.00308144  0.01275063
18     3.00167561  1.99820225  0.99801552  0.00814604
19     2.99896929  2.00111079  1.00125985  0.00512927
20     3.00062244  1.99932579  0.99921217  0.00317995
21     2.99963211  2.00040089  1.00048464  0.00193798
22     3.00021182  1.99976746  0.99970731  0.00115825
23     2.99988207  2.00013073  1.00017301  0.00067644

final-x:
  2.9999
  2.0001
  1.0002

```

实验 3.2: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 2)


```

[work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./3-2
SOR迭代
I:
  1.0000      0      0
    0    1.0000      0
    0      0    1.0000
A:
 10.0000    3.0000    1.0000
  2.0000   -10.0000    3.0000
  1.0000    3.0000   10.0000
D:
 10.0000      0      0
    0   -10.0000      0
    0      0   10.0000
L:
    0      0      0
  2.0000      0      0
  1.0000    3.0000      0
U:
    0    3.0000    1.0000
    0      0    3.0000
    0      0      0
x0:
    0
    0
    0

cnt      x[0]      x[1]      x[2]      error
0      0.00000000    0.00000000    0.00000000    1.73205081
1      2.04400000    1.32684800    1.16441658    2.70080128
2      0.35259576    0.73262234    1.13600081    1.79297516
3      1.39506125    1.29791996    0.74927174    1.24733920
4      0.72438921    0.67265949    1.29894932    1.06906365
5      1.22650951    1.34765721    0.67713907    1.04613322
6      0.79066946    0.63754008    1.33783573    1.06336399
7      1.20572548    1.37477546    0.65040799    1.09011210
8      0.79225506    0.61382047    1.36028972    1.11979567
9      1.21210701    1.39738473    0.62924460    1.15094551

140     -6.98926201   -14.04016699     15.03235363    43.52994753
141     9.21393004    16.46311528    -13.42696095    44.75406404
142     -7.44491601   -14.89795740     15.83266511    46.01260423
143     9.68239760    17.34502782    -14.24977819    47.30653615
144     -7.92655747   -15.80467042     16.67862100    48.63685504
145     10.17758341    18.27723875    -15.11952341    50.00458417
146     -8.43566852   -16.76309629     17.57282455    51.41077555
147     10.70101131    19.26261675    -16.03887308    52.85651079
148     -8.97381587   -17.77618435     18.51802748    54.34290190
149     11.25429203    20.30419411    -17.01065630    55.87109220
150     -9.54265554   -18.84705216     19.51713845    57.44225711

final-x:
  -9.5427
 -18.8471
  19.5171
迭代格式不收敛

```

实验 3.3: (SOR 松弛迭代法求解线性方程组 3)

```
work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./3-3
```

```
SOR迭代
```

```
I:
```

```
1.0000      0      0
      0 1.0000      0
      0      0 1.0000
```

```
A:
```

```
4.0000 -2.0000 -4.0000
-2.0000 17.0000 10.0000
-4.0000 10.0000 9.0000
```

```
D:
```

```
4.0000      0      0
      0 17.0000      0
      0      0 9.0000
```

```
L:
```

```
      0      0      0
-2.0000      0      0
-4.0000 10.0000      0
```

```
U:
```

```
      0 -2.0000 -4.0000
      0      0 10.0000
      0      0      0
```

```
x0:
```

```
0
0
0
```

| cnt | x[0] | x[1] | x[2] | error |
|-----|------------|------------|-------------|------------|
| 0 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 1.73205081 |
| 1 | 3.65000000 | 0.88458824 | -0.20210980 | 3.76109621 |
| 2 | 2.32166910 | 0.42309394 | -0.22243215 | 1.40636161 |
| 3 | 2.56613985 | 0.69482607 | -0.49525942 | 0.45611295 |
| 4 | 2.25371995 | 0.75047705 | -0.66276294 | 0.35883236 |
| 5 | 2.19350318 | 0.85839045 | -0.79984483 | 0.18456111 |
| 6 | 2.09984012 | 0.91039143 | -0.88192122 | 0.13495705 |
| 7 | 2.06105430 | 0.95029809 | -0.93407123 | 0.07626600 |
| 8 | 2.03188863 | 0.97171904 | -0.96375706 | 0.04680537 |
| 9 | 2.01760083 | 0.98490615 | -0.98076519 | 0.02583250 |
| 10 | 2.00896793 | 0.99196424 | -0.98999303 | 0.01447400 |
| 11 | 2.00461882 | 0.99589558 | -0.99494783 | 0.00767595 |
| 12 | 2.00225529 | 0.99793649 | -0.99751309 | 0.00404130 |
| 13 | 2.00108709 | 0.99900012 | -0.99881655 | 0.00204818 |
| 14 | 2.00049786 | 0.99952909 | -0.99945740 | 0.00101867 |
| 15 | 2.00021941 | 0.99978831 | -0.99976382 | 0.00048849 |
| 16 | 2.00008937 | 0.99990989 | -0.99990447 | 0.00022688 |
| 17 | 2.00003258 | 0.99996501 | -0.99996604 | 0.00010026 |
| 18 | 2.00000906 | 0.99998848 | -0.99999106 | 0.00004160 |
| 19 | 2.00000047 | 0.99999770 | -1.00000008 | 0.00001549 |
| 20 | 1.99999799 | 1.00000078 | -1.00000253 | 0.00000465 |

```
final-x:
```

```
2.0000
1.0000
-1.0000
```

【4】 实验 4 中两个实验主要是针对线性方程组进行最小二乘法进行求解，根据求解公式利用 armadillo 库函数进行求解，实验结果如下：

实验 4.1: (超定线性方程组不可容问题的求解)

```
[work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./4-1
```

```
A:
```

```
1.0000 2.0000 4.0000
2.0000 1.0000 1.0000
1.0000 1.0000 2.0000
1.0000 -1.0000 -2.0000
```

```
b:
```

```
-1.0000
4.0000
2.0000
1.0000
```

```
At:
```

```
7.0000 4.0000 6.0000
4.0000 7.0000 13.0000
6.0000 13.0000 25.0000
```

```
Atb:
```

```
10.0000
3.0000
2.0000
```

```
x=solve(At,Atb):
```

```
1.0000
4.5000
-2.5000
```

实验 4.2: (线性最小二乘问题的求解)

```
[work1@ws1:~/ChenBodan/class3$ ./4-2
```

```
A:
```

```
25.0000 1.0000
27.0000 1.0000
31.0000 1.0000
33.0000 1.0000
35.0000 1.0000
```

```
b:
```

```
1.1000e+02
1.1500e+02
1.5500e+02
1.6000e+02
1.8000e+02
```

```
At:
```

```
4.6290e+03 1.5100e+02
1.5100e+02 5.0000e+00
```

```
Atb:
```

```
2.2240e+04
7.2000e+02
```

```
x=solve(At,Atb):
```

```
7.2093
-73.7209
```

实验分析与总结:

本次实验针对线性方程组求解给出三种迭代算法, 分别是 Jacobi 迭代法、Gauss-Seidel 迭代法、SOR 松弛迭代法; 三种迭代法适用于不同类型的线性方程组, 在实验过程中可以发现对于某些方程组用一种迭代法是不收敛的但对于另一种迭代法是收敛的或者是收敛效果很好的, 因此, 在实际计算中要善于利用不同的迭代法; 另一方面, 本次试验线性方程组的

最小二乘解法，结合实际应用进行求解。

同时，本次试验利用了 C++ 中的 **armadillo** 库函数，其中的一些矩阵处理函数在数值计算中非常方便。

注：若填写内容较多，可在背面继续填写。