

计算机图形学

上机作业一

刘国瑞 PB21000145 id: 64

2023 年 3 月 12 日

Assignment

作业即对 Matrix 类的基础框架进行补充。

我额外添加了复制构造，位移构造 (在重载加号的时候发现 $A=B+C$ 需要调用复制构造，如果不定义会有问题)。除法是直接对应元素相除，而不是乘以矩阵的逆。在重载运算的时候使用 assert 进行判别，去除不满足运算条件的情况。

我们测试了部分重载运算、template 可否成功使用 (这部分就是测试 int 型，通过做除法来看矩阵的元素是不是 int 型)，测试结果如下：

选择 Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
A=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
6360 1297 19591
3569 3518 24549
23481 7314 23417

B=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
32545 1285 10993
13264 1274 31513
5398 26241 5837

A+B=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
38905 2582 30584
16833 4792 56062
28879 33555 29254

A-B=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
-26185 12 8598
-9695 2244 -6964
18083 -18927 17580

A*B=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
3.29942e+08 5.23912e+08 2.25141e+08
2.95331e+08 6.53259e+08 2.93389e+08
9.87607e+08 6.53977e+08 6.25298e+08

A/B=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
0.195422 1.00934 1.78213
0.269074 2.76138 0.779012
4.34994 0.278724 4.01182
```

图 1.

选择 Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
B+=A
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
38905 2582 30584
16833 4792 56062
28879 33555 29254

B-=A
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
26185 -12 -8598
9695 -2244 6964
-18083 18927 -17580

B*=A
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
4.69699e+08 1.27134e+08 9.26558e+08
8.28863e+08 2.52171e+08 1.02907e+09
2.65044e+08 1.42009e+08 8.86628e+08

B/=A
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
5.11714 0.990748 0.561125
3.71645 0.362138 1.28368
0.229888 3.58778 0.249263

C=A+I=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
6359 1296 19590
3568 3517 24548
23480 7313 23416

C-=I
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
6360 1297 19591
3569 3518 24549
23481 7314 23417
```

图 2.

```
test template int型
D=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
18014 27606 21464
10308 1174 9740
5337 11157 26603

E=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
29560 2195 30127
28165 14130 12684
15248 570 20554

D/E=
this matrix has size (3 x 3)
the entries are:
0 12 0
0 0 0
0 19 1
```

图 3.

Bonus

写一个稀疏矩阵的类。

由于稀疏矩阵的性质，我们用 `map<pair<int,int>, double>` 来存储元素，其中 `pair`，也就是 `map` 的 `key` 记录坐标，`map` 的值记录对应元素的数值。我们重载了等于号，加号和乘号，在过程中使用了迭代器。

稀疏矩阵的乘法算法值得称道，我没学过 STL，不知道最简单正确的算法是什么，所以自己想了一个方法。设 $C=A*B$ ，我们用迭代器遍历所有 A 的非零元素，设其位于 (i, j) ，接下来就去找 B 的第 j 行中的非零元（用 `map` 自带的 `find` 函数），如果有，设在 (j, k) ，那么 $C(i, k) += A(i, j) * B(j, k)$ 。这个算法的复杂度是 A 的非零元素个数 $* B$ 的规模，比正常矩阵乘法的复杂度低一次。

`main` 函数中测试了重载运算，我们在测试的时候不妨设运算的矩阵是对角阵 $+N$ 的形式（ N 即为 Jordan 标准型中定义的 N ），方便观察对错。测试结果如下（乘法验证是对的，可以用第 i 行第 $i+1$ 列判断，看的比较清楚）：

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
下面测试稀疏矩阵类
X=
this matrix has size (10 x 10)
the entries are:
10738 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 12746 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 21962 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 13663 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 31064 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 29940 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 7288 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 17426 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 27465 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 29248

Y=
this matrix has size (10 x 10)
the entries are:
9073 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 18896 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 17489 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 31136 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 25136 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 27193 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 15204 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 16579 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 26614 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 9882

X+Y=
this matrix has size (10 x 10)
the entries are:
19811 2 0 0 0 0 0 0 0 0
0 31642 2 0 0 0 0 0 0 0
0 0 39451 2 0 0 0 0 0 0
0 0 0 44799 2 0 0 0 0 0
0 0 0 0 56200 2 0 0 0 0
0 0 0 0 0 57133 2 0 0 0
0 0 0 0 0 0 22492 2 0 0
0 0 0 0 0 0 0 34005 2 0
0 0 0 0 0 0 0 0 54079 2
0 0 0 0 0 0 0 0 0 39130

X*Y=
this matrix has size (10 x 10)
the entries are:
9.74259e+07 29634 1 0 0 0 0 0 0 0
0 2.40848e+08 30235 1 0 0 0 0 0 0
0 0 3.84093e+08 53098 1 0 0 0 0 0
0 0 0 4.25411e+08 38799 1 0 0 0 0
0 0 0 0 7.80825e+08 58257 1 0 0 0
0 0 0 0 0 8.14158e+08 45144 1 0 0
0 0 0 0 0 0 1.10807e+08 23867 1 0
0 0 0 0 0 0 0 2.88906e+08 44040 1
0 0 0 0 0 0 0 0 7.30954e+08 37347
0 0 0 0 0 0 0 0 0 2.89029e+08
```

图 4.

致谢

感谢助教的辛苦付出！