

20337025+崔璨明+HW6

姓名	学号	专业
崔璨明	20337025	计算机科学与技术

Task 1

用显式积分法来实现质点弹簧系统的动画仿真。需要填充代码的地方在 `Utils.cpp` 文件的 `simulate()` 函数。

首先计算每个质点的合力，设两点 i 和 j 之间的作用力为 f_{ij} ，则有：

$$f_{ij} = -k(\sqrt{x_i - x_j} - l_{ij})\left(\frac{x_i - x_j}{\|x_i - x_j\|}\right)$$

再加上重力则得到该点的合力，根据 $F = ma$ ，可计算得到加速度。

然后用加速度更新速度和位置矢量：

$$v_{t+1} = v_t + \Delta t \frac{f_t}{m}$$

最后更新质点的位置矢量：

$$x_{t+1} = x_t + \Delta t v_t$$

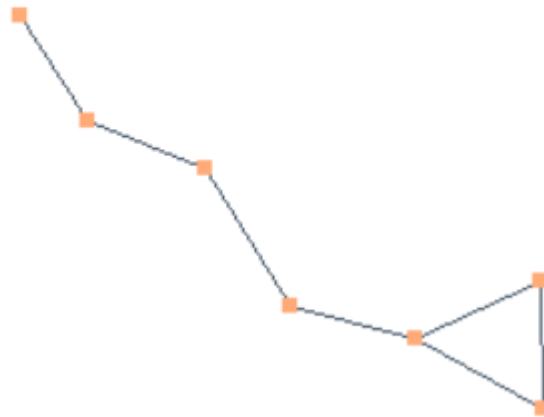
实现代码如下：

```
//已经计算的速度
std::vector<glm::vec2> m_v_last(m_v);
for (unsigned int i = 0; i < m_numParticles; ++i)
{
    // Gravity force
    glm::vec2 force = gravity * m_particleMass;
    // You should use m_restLength[i][j], m_stiffness, m_x, dt, and m_particleMass
    herein
    for (unsigned int j = 0; j < m_numParticles; ++j)
    {
        // 如果点不相连或是本身，跳过
        if (i == j || m_restLength[i][j] == 0) continue;
        // 弹力
        force += -m_stiffness * (glm::length(m_x[i] - m_x[j]) - m_restLength[i][j]) * glm::normalize(m_x[i] - m_x[j]);
    }
    //Update the m_v[i]
    m_v[i] += dt * force / m_particleMass;
}
...
for (unsigned int i = 1; i < m_numParticles; ++i)
{
```

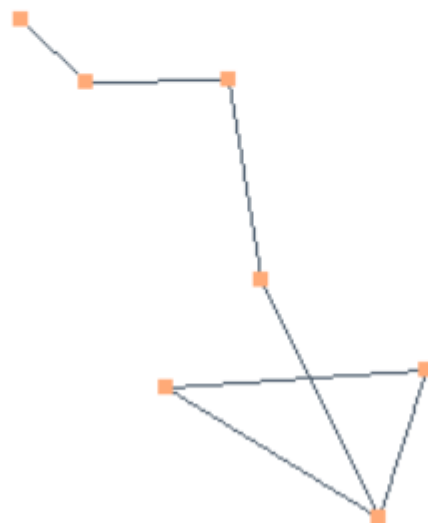
```
    m_x[i] += dt * m_v_last[i];  
}
```

实现效果如下，由于未用阻尼对速度进行衰减处理，因此动画效果会一直动荡的比较厉害：

CGAssignment6: Mass-Spring Simulation 203337025



CGAssignment6: Mass-Spring Simulation 203337025



Task 2

用半隐式积分法来实现质点弹簧系统的动画仿真。

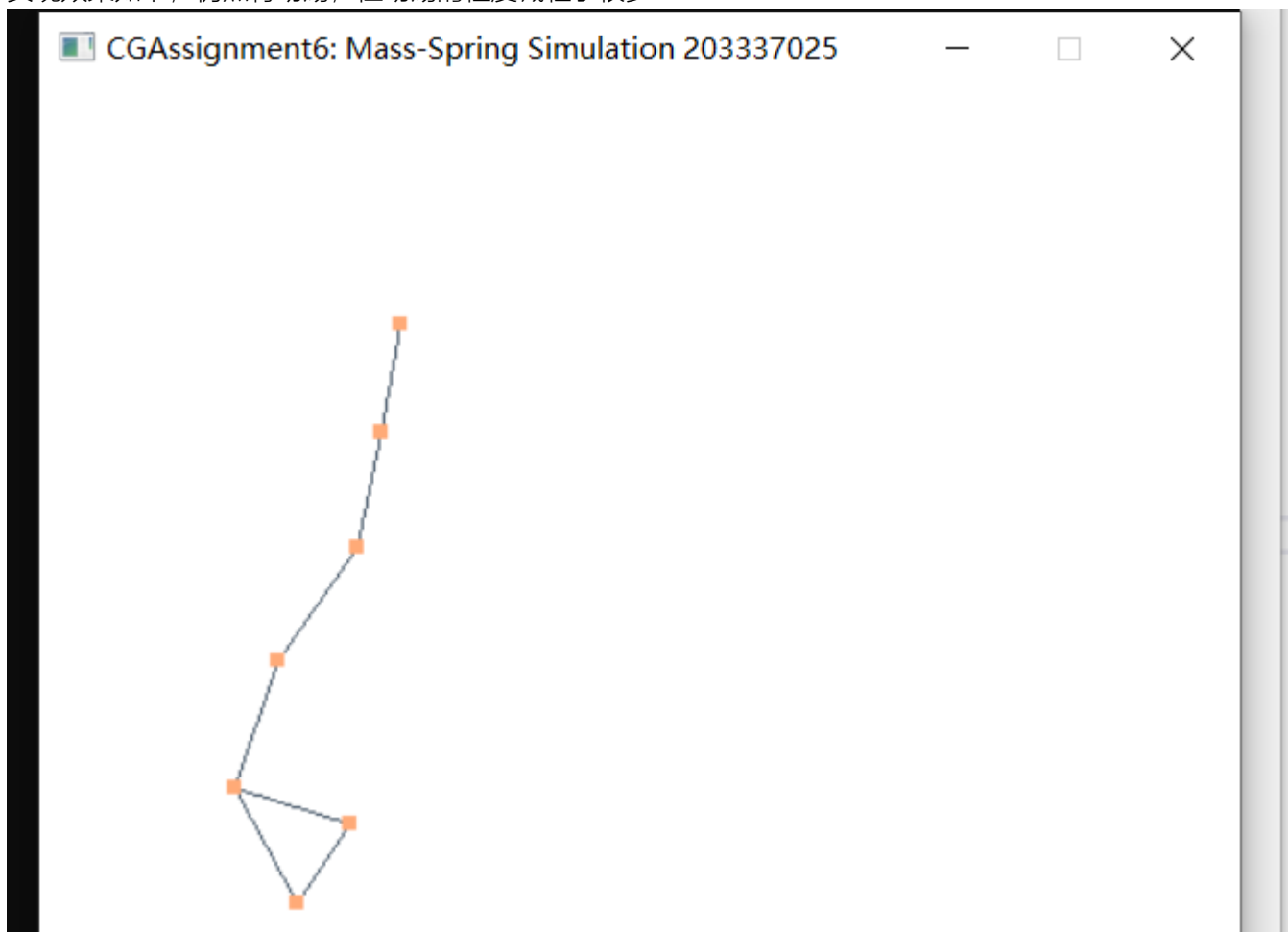
半隐式积分法和显式积分法的区别仅在于更新时用的是 v_{t+1} ：

$$x_{t+1} = x_t + \Delta t v_{t+1}$$

修改代码如下：

```
for (unsigned int i = 1; i < m_numParticles; ++i)
{
    m_x[i] += dt * m_v[i];
}
```

实现效果如下，仍然有动荡，但动荡的程度减轻了很多：



Task 3

对质点的速度 按照给定的阻尼系数进行衰减，以实现更贴近物理真实的弹簧效果。

为了模拟动能因摩擦而减小的效果，用以下的衰减公式对速度进行衰减处理：

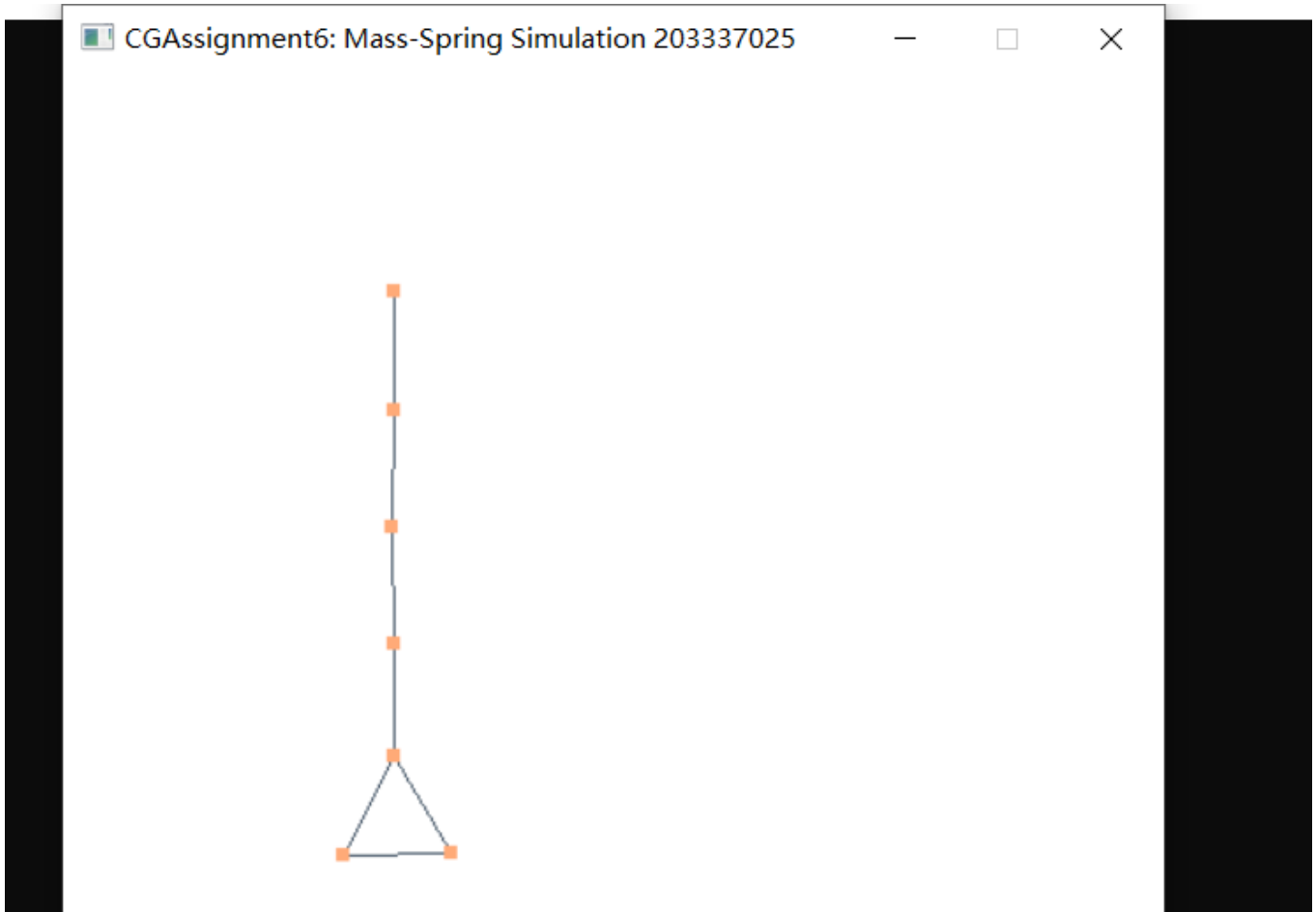
$$v = v \cdot e^{-\Delta t \cdot \mu}$$

其中 μ 是阻尼系数

编写代码如下：

```
for (unsigned int i = 1; i < m_numParticles; ++i)
{
    m_v[i] *= glm::exp(-dt * m_damping);
    m_x[i] += dt * m_v[i];
}
```

实现效果如下，确实稳定了许多：

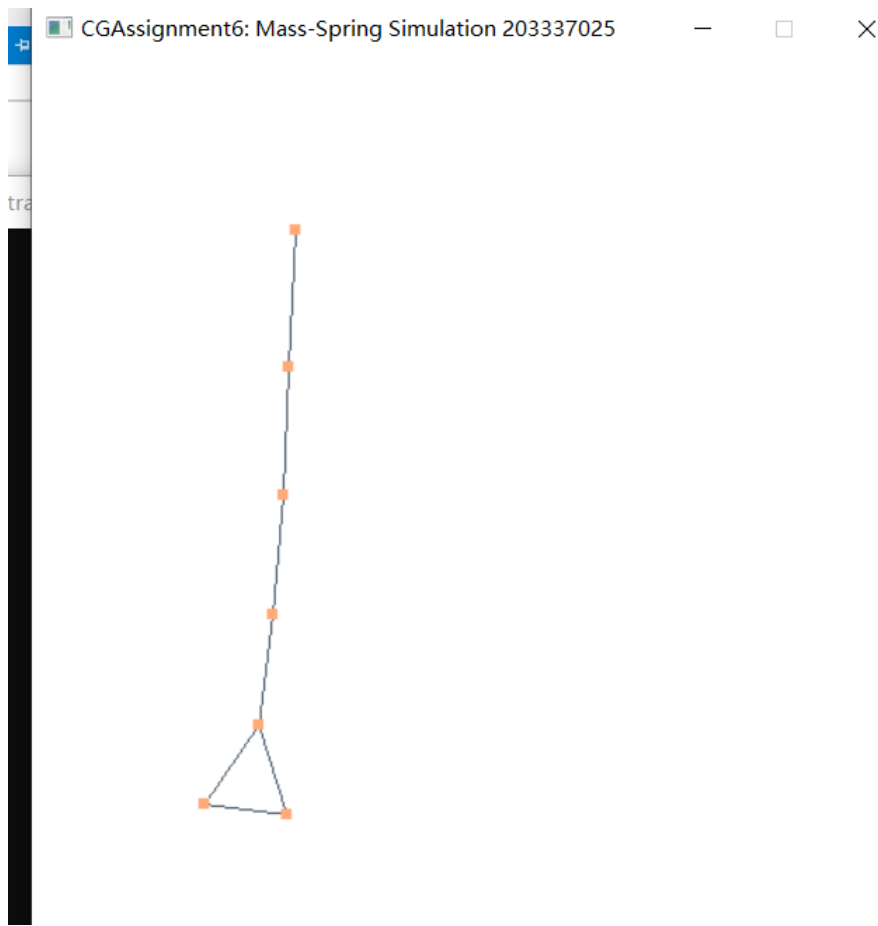


Task 4

尝试修改 Simulator 的 `m_stiffness` 系数运行动画仿真，看看效果有什么不同

Simulator 的 `m_stiffness` 为弹簧刚度系数，分别将其改为1000和16000进行测试：

`m_stiffness=1000`:



m_stiffness=16000:



可见，随着刚度系数的增加，弹簧所能被拉扯的限度逐渐减小。刚性系数越大，弹簧在单位长度上变化需要的力也就越大，即越难被拉伸或压缩。