A7: Supersampling and Antialiasing

一、概述

1.目标：

（1）为我们的 ray tracer 改善失真（抗锯齿）
（2）通过超级采样和过滤的方法实现
（3）实验各种采样方式和过滤方式

2.知识点介绍：

1) 为什么会出现失真（锯齿）？
物体的颜色是连续的，但是计算机图像是离散的，是由像素构成的。从物体的颜色到像素默认采用的中心采样法，即每个像素的中心点颜色决定了整个像素的颜色。这样就可能会丢失物体的细节，产生锯齿。

2) 如何实现抗锯齿?
增加采样点，采用不同的采样方式，获取该像素周围的颜色信息。然后根据所有获得的颜色信息计算最后的颜色。具体实现方式是: 将每个像素的采样值存在 film 类中，filter 类根据存储的采样颜色来计算最终颜色。

二、实现细节

1. 采样方式

· 随机采样：随机取一个 0-1 之内的浮点数

```
Vec2f RandomSampler::getSamplePosition (int n) {
    return Vec2f (static_cast<float>(rand () % 10000 / 10000.0),
static_cast<float>(rand () % 10000 / 10000.0));}
```

· 均一采样：按照给定的采样点数，将像素平分

```
Vec2f UniformSampler::getSamplePosition (int n) {
    _step = int (sqrtf (this->nSamples));
    int x = n % _alignedStep, y = n / _step;
    float xPos=1.f /_step *(x+0.5f),yPos = 1.f / _step * (y + 0.5f);
    return Vec2f (xPos, yPos);}
```

· 抖动采样：在均一采样的基础上，再加入一个随机的浮动值

```
Vec2f JitteredSampler::getSamplePosition (int n) {
    Vec2f uniformPos = UniformSampler::getSamplePosition (n);
    Vec2f offset = Vec2f ( (rand()% 10000 / 10000.0) - 0.5f,    ((rand()%10000 /
10000.0) - 0.5f) / float (_step));
    Vec2f jitteredPos;    Vec2f::Add (jitteredPos, uniformPos, offset);
    jitteredPos.Clamp (); return jitteredPos;}
```

2. 过滤方式

· Box：坐标在半径之内的权重为 1

```
float BoxFilter::getWeight (float x, float y) {
    return fabsf (x) < radius && fabsf (y) < radius;}
```

· Tent：在半径之内，采样点离中心越远，权重越低

```
float TentFilter::getWeight (float x, float y) {
```

```
    float dist = sqrtf (x * x + y * y);
    return max (0.f, 1.f - dist / radius);}
```

· Gaussian：采样点的权重在半径之内符合正态分布

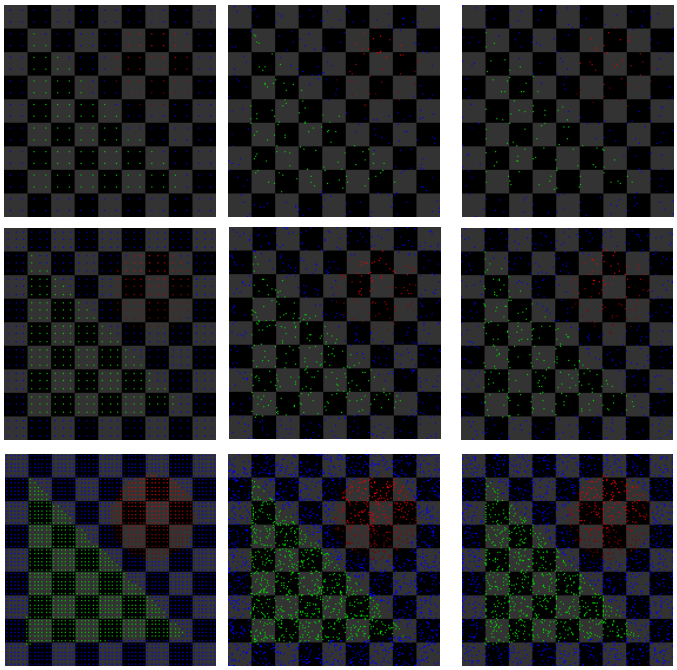
```
float GaussianFilter::getWeight (float x, float y) {
    float dist = sqrtf (x * x + y * y);
    return expf ((-dist * dist) / (2.f * sigma * sigma));}
```

· 计算最后颜色的方法：将所有采样点乘以权重的颜色加起来

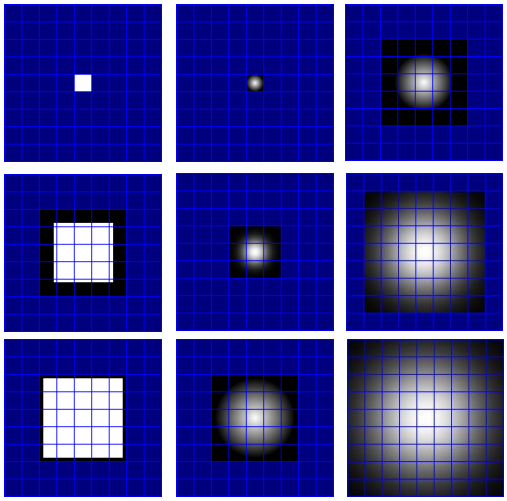
```
Vec3f Filter::getColor (int i, int j, Film *film) {
    Vec3f color; float sumWeight = 0.0f;
    int supportRadius = getSupportRadius ();
    for (int xOffset = -supportRadius; xOffset <= supportRadius; ++xOffset) {
        for (int yOffset = -supportRadius; yOffset <= supportRadius; ++yOffset) {
            int x = xOffset + i, y = yOffset + j;
            if (x<0||x>=film->getWidth()||y<0||y>=film->getHeight()) continue;
            for (int n = 0; n < film->getNumSamples (); ++n) {
                Sample sample = film->getSample (x, y, n);
                Vec2f samplePos = sample.getPosition ();
                Vec2f pixelPos = Vec2f (samplePos.x () + xOffset - 0.5f,
samplePos.y () + yOffset - 0.5f);
                float weight = getWeight (pixelPos.x (), pixelPos.y ());
                    color += sample.getColor () * weight;
                }
        } }
    return color;
}
```

三、结果展示

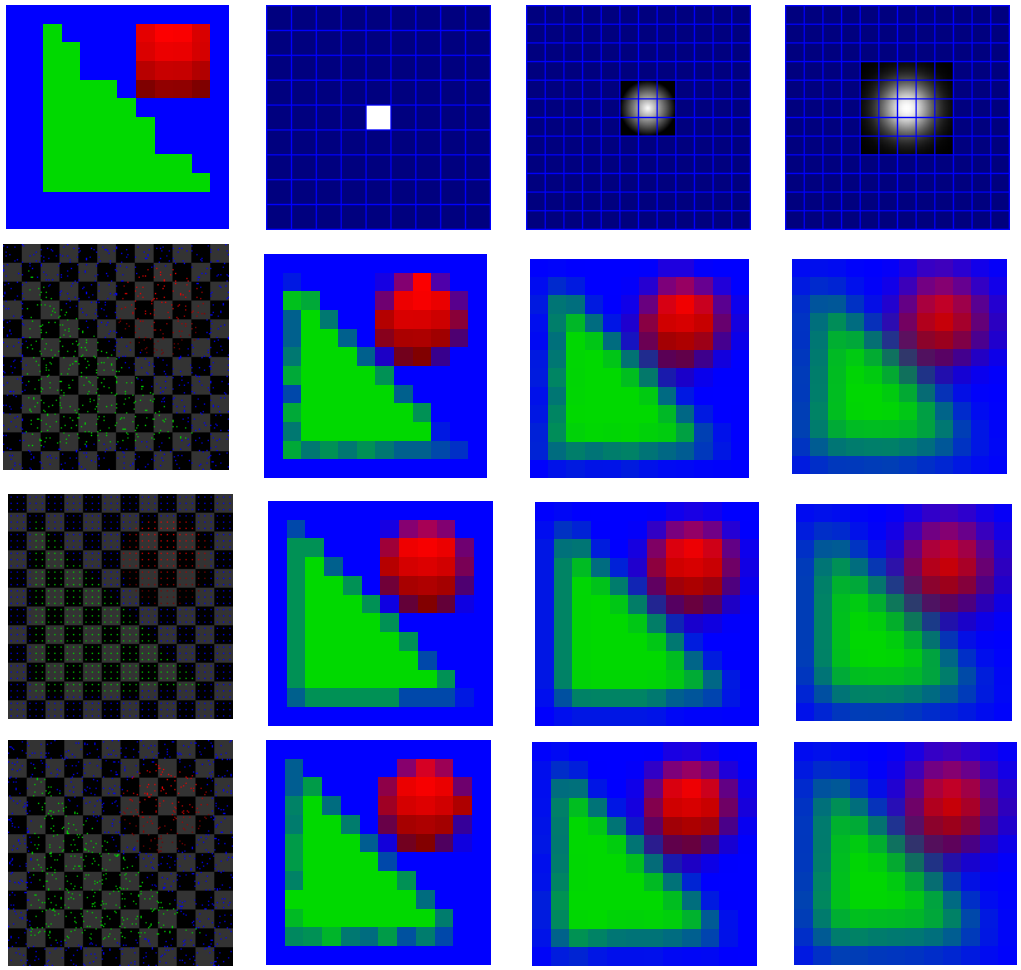
1.采样测试：



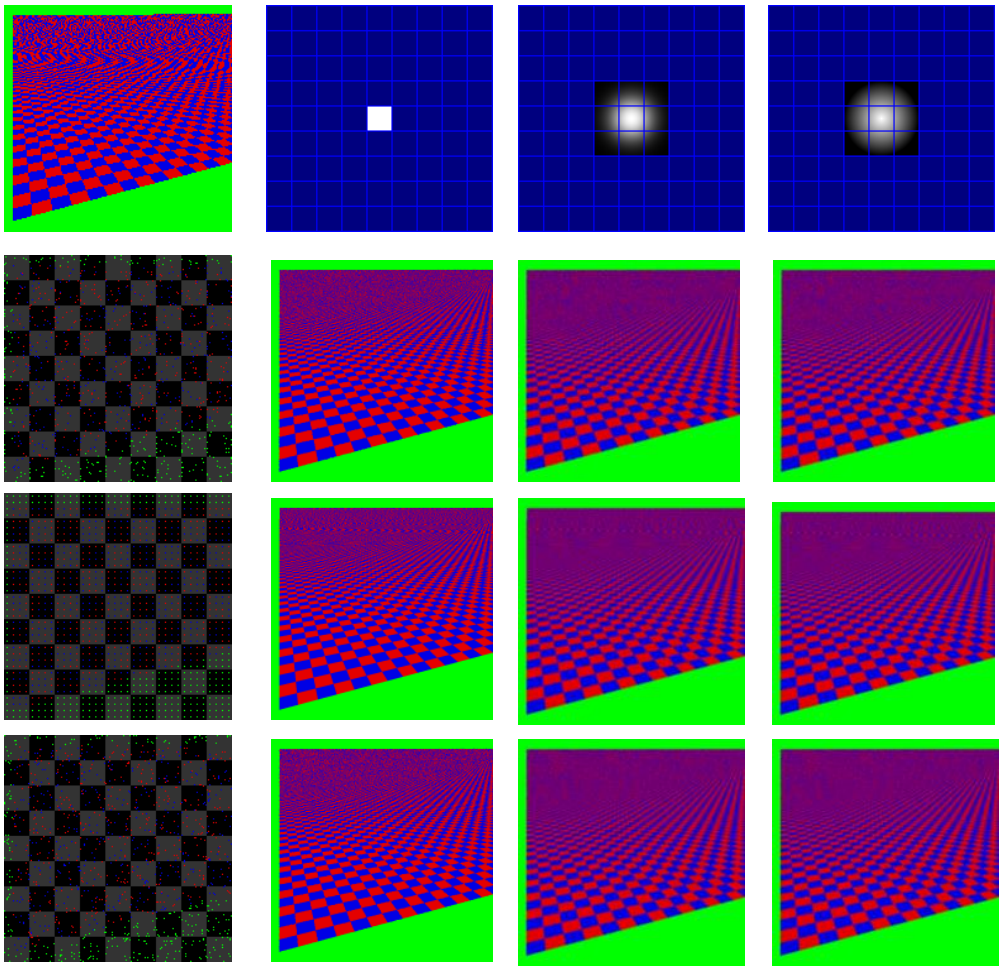
2.过滤测试：



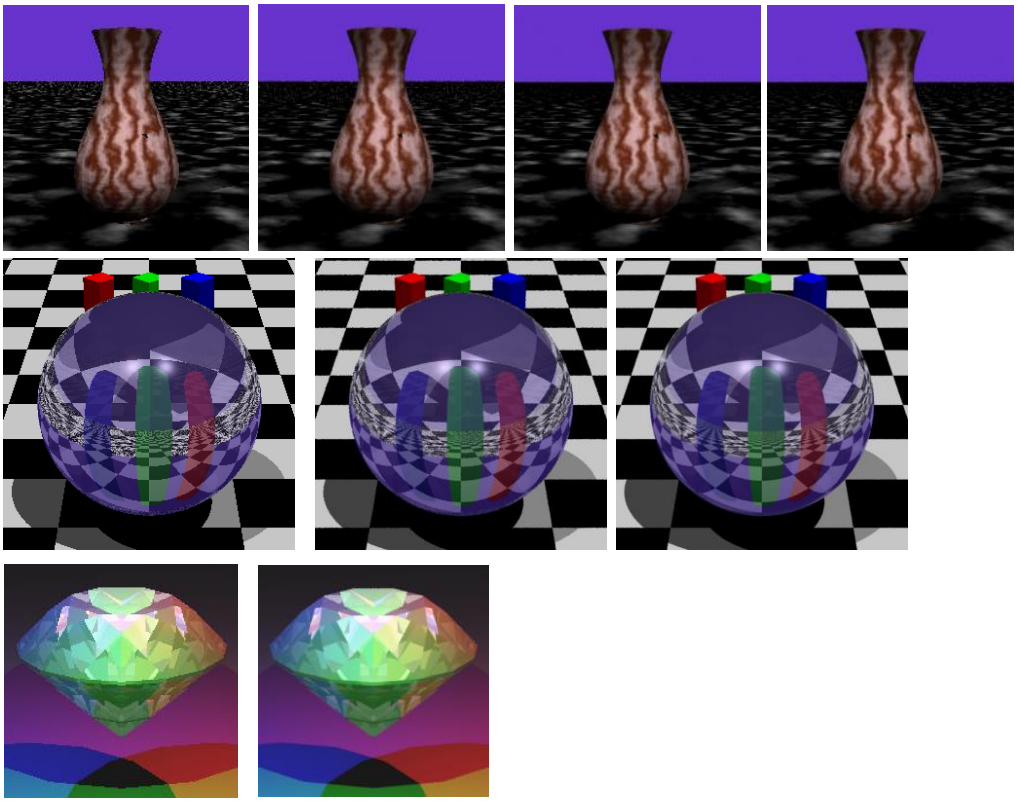
3.不同采样和过滤方式组合测试：



综合以上结果来看：对于超级采样减轻失真的效果，在采样点数目相同和过滤方式相同的情况下，jittered_samples 效果最好。而过滤方式上：gaussian>tent>box。此外当然，采样点越多效果越好。高斯过滤虽然减轻了失真，但是可以看到整个画面变得有些模糊。如果想要获得好的减轻失真的效果，可以选择 jittered 采样和高斯过滤，提高采样点数量，之后的实验中也是这样做的。



4.减轻失真测试：花瓶这里由于环境光没有做好，差别不是很明显。




四、心得体会

通过增加采样点，改变采样方式和用不同的 filter 来计算最终颜色，可以有效地提高画面效果，减轻失真。但是同时也加大了计算量，光线投射的量成倍增长，渲染速度变慢（让人不禁想起在游戏中开启抗锯齿效果之后会变得有些卡）。