

Computação Gráfica — Trabalho 3

Professor: Waldemar Celes
Aluno: Antenor Barros Leal

01 de dezembro de 2024

1 Resumo

Este trabalho tem como objetivo fazer a implementação e teste de técnicas de renderização em uma cena 3D.

2 Cena Base

Para a cena utilizou-se uma versão com leves modificações a partir da tarefa 2.1.

Para este trabalho o cubo cinza foi retirado para ser substituído por um quad que fará papel de uma superfície plana para o refletor e como anteparo para a projeção das sombras.

O seguinte grafo de cena foi usado:

```
Node::Make(shader,
    {
        Node::Make(trCube2,{yellow},{cube}),
        Node::Make(trSphere1,{green},{sphere}),
        Node::Make(trSphere2,{red},{sphere}),
        Node::Make(trCube3,{red},{cube}),
    }
);
```

3 Técnicas de Renderização

Entre as opções, foi escolhido a técnica de reflexão planar e de sombra planar.

3.1 Técnica: reflexão planar

Como dito na seção anterior foi usado um quad para receber a reflexão que é simplesmente a repetição da cena em

$$y > 0$$

em

$$y < 0$$

com a componente y com sinal trocado. Usando o transformador de escala conseguimos fazer esta inversão:

```
trf->Scale(1.0f,-1.0f,1.0f);
```

Todavia, se apenas isto for feito, a reflexão irá "vazar" para fora da superfície reflexiva.

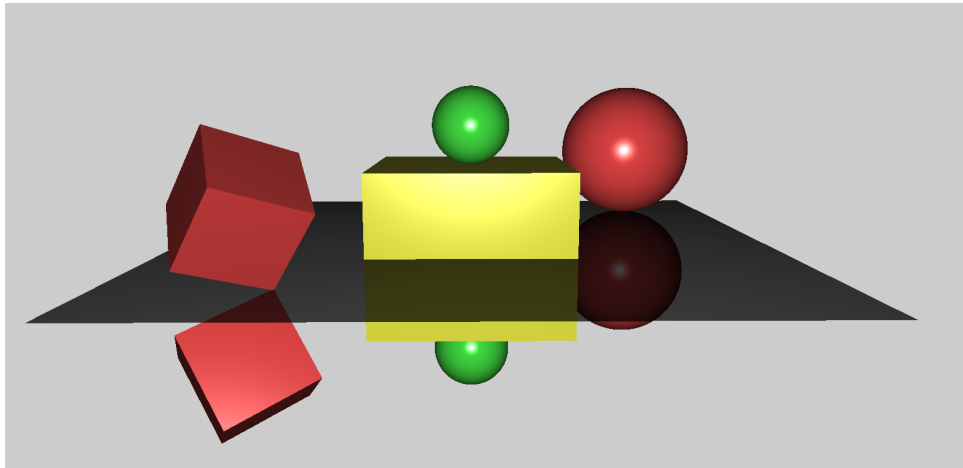


Figure 1: Antes do stencil

Isto é resolvido aplicado um stencil na superfície reflexiva e informado ao OpenGL não renderizar a reflexão que esteja fora desta máscara.

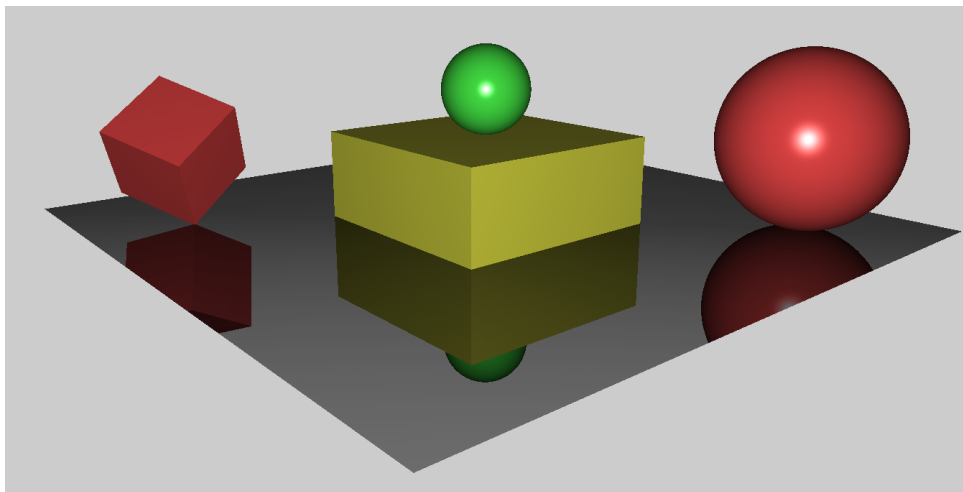


Figure 2: Depois do stencil

Porém se mudarmos o arcball para visualizar a parte de baixo da superfície reflexiva, vemos parte do reflexo cortado pelo stencil. O que se é desejado, obviamente, é a ausência de qualquer objeto.

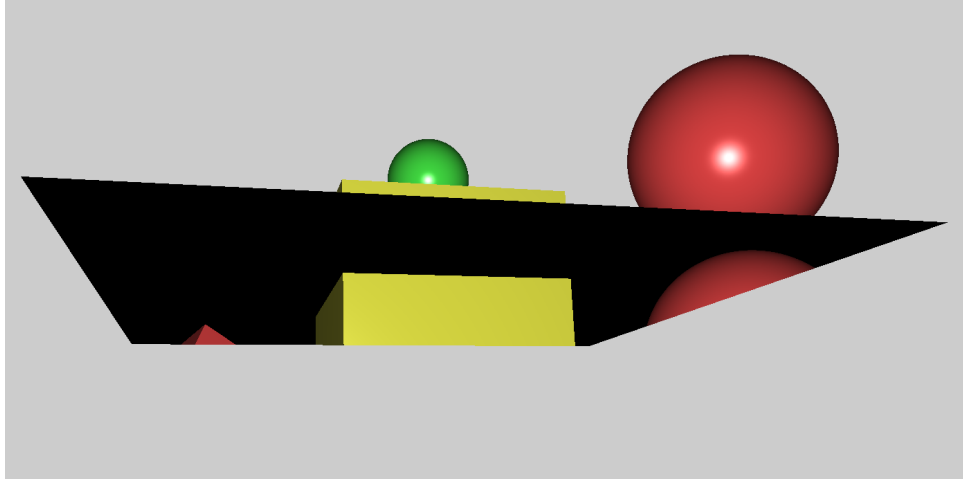


Figure 3: Antes do plano de corte

Para resolver isso usamos um plano de corte para mostrar a cena refletida apenas acima do plano de corte.

3.2 Técnica: sombra planar

Para a sombra planar aplicamos a geometria em uma matriz de projeção que "achata" os objetos de cena em uma superfície 2D. Esta matriz de projeção por considerar a posição da luz consegue simular corretamente como é a sombra projetada por esta luz.

3.3 Matriz de projeção

Sendo n o vetor de quatro índices (1x4) representando a normal ao plano onde a sombra deve ser exibida com os três primeiros índices igual as componentes x , y e z e o último índice sendo fixo igual à um.

Sendo, l o vetor também de quatro índices com a posição x , y , z da fonte de luz e o quarto índice também igual à um.

Os pontos de geometria, quando forem multiplicados pela matriz:

$$\begin{bmatrix} nl + n_w - l_x n_x & -l_x n_y & -l_x n_z & -l_x n_w \\ -l_y n_x & nl + n_w - l_y n_y & -l_y n_z & -l_y n_w \\ -l_z n_x & -l_z n_y & nl + n_w - l_z n_z & -l_z n_w \\ -n_x & -n_y & -n_z & nl \end{bmatrix}$$

Serão transformados em pontos que formam a sombra planar.

3.4 Algoritmo

Para renderizar a cena, faz-se quatro passadas. Inicialmente é limpo o stencil porque se não teríamos um efeito de "pintura" já que as marcações do stencil iriam se acumular de quadro a quadro.

```
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT | GL_STENCIL_BUFFER_BIT);
```

Modifiquei o shader para que fosse possível renderizar a cena apenas com a luz ambiente caso uma variável fosse verdadeira.

```
if (amb_only) {  
    fcolor = ambient;  
}  
else {  
    fcolor = ambient + diffuse + specular;  
}
```

Na primeira passada é renderizado o chão apenas com a luz ambiente.

```
amb_only->SetValue(true);  
sceneGround->Render(camera);  
amb_only->SetValue(false);
```

Na segunda passada a geometria da cena é multiplicada pela matriz de sombra e o stencil é marcado com a resultante. Esta marcação é a sombra.

```
glEnable(GL_STENCIL_TEST);  
glStencilFunc(GL_NEVER , 1, 0xFFFF);  
glStencilOp(GL_REPLACE , GL_REPLACE , GL_REPLACE);  
glm::mat4 sm = shadowMatrix(glm::vec4(0.0f,0.0f,1.0f,1.0f),glm::vec4(2.0f, 2.0f,  
10.0f, 1.0f));  
TransformPtr tr = Transform::Make();  
//tr->LoadIdentity();  
tr->MultMatrix(sm);  
sceneRoot->GetRoot()->SetTransform(tr);  
sceneRoot->Render(camera);  
sceneRoot->GetRoot()->SetTransform(nullptr);
```

Na terceira passada o chão é desenhado normalmente, exceto pelas áreas onde o stencil foi marcado. Nestas áreas apenas a luz ambiente do passo anterior irá aparecer.

```
glStencilFunc(GL_EQUAL , 0, 0xFFFF);  
glStencilOp(GL_KEEP , GL_KEEP , GL_KEEP);  
glBlendFunc(GL_ONE ,GL_ONE);
```

```
glEnable(GL_BLEND);  
glDepthFunc(GL_EQUAL);  
sceneGround->Render(camera);  
glDepthFunc(GL_LESS);  
glDisable(GL_STENCIL_TEST);  
glDisable(GL_BLEND);
```

Por fim, a cena principal é desenhada normalmente.

```
sceneRoot->Render(camera);
```

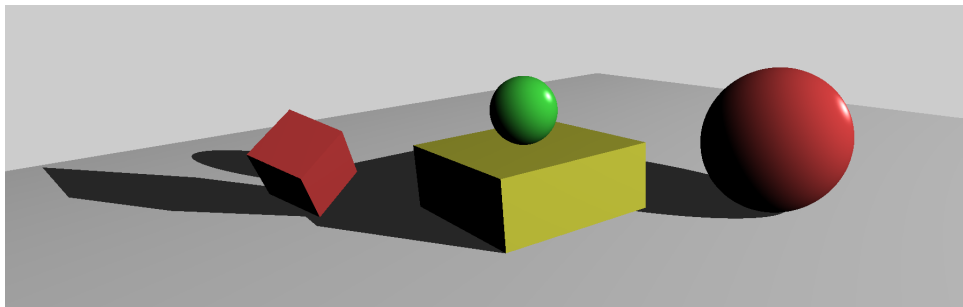


Figure 4: Cena com sombra

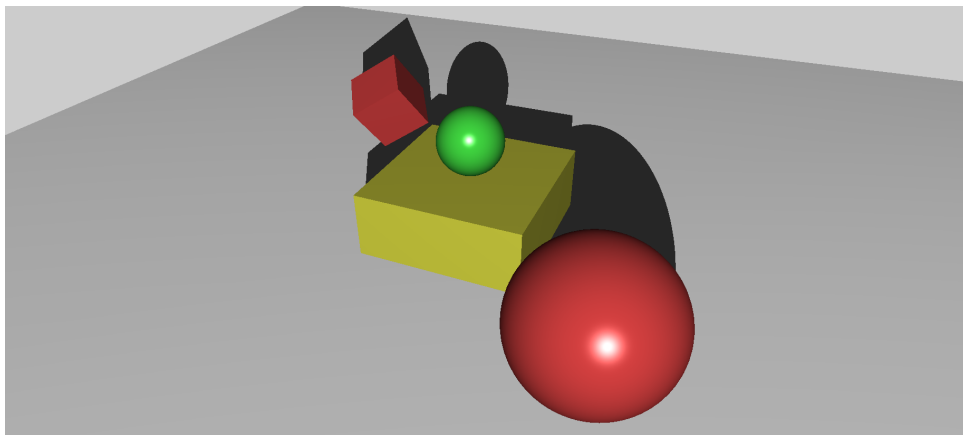


Figure 5: Cena com sombra 2

4 Resultados

Além das capturas de tela deste relatório, um vídeo de demonstração do funcionamento foi incluído: arquivo "demo.mp4".