

Relatório do Projeto de Computação Gráfica

Cenário Virtual

1 Identificação

29 de novembro de 2025

Integrantes do Grupo:

- Rodrigo Yamaya Gonçalves
- Lucas dos Santos Ottvagen
- Luiz Felipe Almeida Veloso

2 Instruções de Instalação e Execução

Bibliotecas Necessárias

Para executar a aplicação, é necessário ter o Python instalado (versão 3.10) e instalar as seguintes dependências:

- **PyGame** (pygame): Responsável pela criação da janela, gerenciamento de contexto OpenGL e captura de entrada (teclado/mouse).
- **PyOpenGL** (PyOpenGL): Bindings do OpenGL para Python.
- **PyGLM** (PyGLM): Biblioteca matemática para cálculos vetoriais e matriciais (essencial para a câmera e transformações).
- **NumPy** (numpy): Manipulação eficiente de arrays de dados.
- **Pillow** (Pillow): Utilizada para carregar texturas de imagem.

Comando para instalação rápida:

```
pip install pygame PyOpenGL PyGLM numpy Pillow
```

Script Inicial

O ponto de entrada da aplicação é o arquivo `main.py`. Para iniciar, abra a pasta do projeto e execute no terminal:

```
cd projeto  
py -3.10 main.py
```

3 Descrição dos Controles (Interação do Usuário)

A aplicação simula uma câmera em primeira pessoa (FPS), onde o usuário controla a visão e o movimento de um observador no cenário.

Movimentação

- **Teclas W / S:** Movem a câmera para **frente** e para **trás** no plano horizontal (eixo XZ). A movimentação é travada no chão para evitar que o observador "voe" ou entre na terra.
- **Teclas A / D:** Movem a câmera lateralmente para a **esquerda** e **direita** (Strafe).
- **Tecla SHIFT (Esquerdo):** Ativa a **corrida**, dobrando a velocidade de movimento enquanto pressionada.
- **Tecla ESPAÇO:** Realiza um **pulo**. A física inclui gravidade, trazendo o observador de volta ao chão (altura dos olhos em 1.8 unidades).

Orientação (Visão)

- **Mouse:** Controla a direção do olhar.
 - Movimento horizontal: Gira a câmera para os lados (Yaw).
 - Movimento vertical: Olha para cima ou para baixo (Pitch), com limite de 89 graus para evitar inversão da câmera.
- **Cursor:** O cursor do mouse é ocultado e travado na janela para permitir rotação infinita (estilo FPS).

Outros Comandos

- **Tecla ESC:** Encerra a aplicação.
- **Setas Direita / Esquerda:** Aceleram ou desaceleram a passagem do tempo (ciclo dia/noite) para fins de demonstração.

4 Técnicas de Computação Gráfica Utilizadas

O projeto foi desenvolvido utilizando **OpenGL Moderno (Core Profile)** com shaders programáveis (GLSL). As principais técnicas implementadas foram:

1. Geração de Terreno:

- Carregamento de malha irregular a partir de arquivo .OBJ (FBX models/terreno.obj).
- Aplicação de textura difusa (grass.png).

2. Iluminação Dinâmica (Ciclo Dia/Noite):

- Uma fonte de luz direcional simula o Sol, orbitando a cena de Leste para Oeste.
- A cor do céu (`glClearColor`) e da luz ambiente é interpolada dinamicamente baseada na altura do sol, criando transições suaves entre amanhecer, dia, entardecer e noite.
- Visualização da posição do sol através de uma esfera renderizada no céu.

3. Sombras em Tempo Real (Shadow Mapping):

- Implementação da técnica de *Shadow Mapping* em dois passos.
- **Passo 1:** Renderização da cena do ponto de vista da luz (Sol) para um *Framebuffer* de profundidade (Depth Map).

- **Passo 2:** Renderização da cena normal, comparando a profundidade do fragmento com o mapa de sombra para determinar oclusão.
- Uso de **PCF (Percentage-Closer Filtering)** nos shaders para suavizar as bordas das sombras.
- Correção de artefatos visuais (*Shadow Acne*) utilizando `glCullFace(GL_FRONT)` durante o passo da sombra.

4. **Neblina Volumétrica (Fog):**

- Cálculo de neblina exponencial quadrática no Fragment Shader.
- A cor da neblina adapta-se automaticamente à cor do céu (ciclo dia/noite), garantindo coesão visual.

5. **Instancing e Modelos 3D:**

- Utilização do formato proprietário **Autodesk FBX** (.fbx) para o carregamento de modelos animados complexos, seguindo o padrão da indústria.
- Carregamento de múltiplos personagens convertidos para FBX.
- Distribuição aleatória de 100 instâncias pelo terreno, com escala e rotação variadas.
- Ajuste automático de altura para garantir que os pés dos personagens toquem o solo corretamente.