

COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Fase 2 - Transformações Geométricas

Diogo Esteves
a104004

Rodrigo Fernandes
a104175

Diogo Barros
a100751

Fevereiro 2025



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Conteúdo

1	Introdução	2
2	<i>Generator</i>	3
2.1	Toro	3
3	Engine	4
3.1	Alterações face à fase anterior	5
3.1.1	Parsing e Desenho da Cena	5
4	Demo do Sistema Solar	6
5	Referências	7

1 Introdução

Este relatório descreve o processo de evolução do motor 3D baseado em *scene graph*, criado na primeira fase, como parte do projeto prático da unidade curricular de **Computação Gráfica** da Universidade do Minho.

Esta evolução deve-se à necessidade do motor ser capaz de realizar transformações geométricas sobre as primitivas originadas. E o objetivo final foi criar uma demo do Sistema Solar através do uso de todas as funcionalidades realizadas até agora. Para tal tivemos de gerar uma **nova primitiva** e alterar o parsing do **XML**.

2 Generator

O funcionamento do generator manteve-se igual, houve foi a necessidade de criação de uma nova primitiva, o **toro**.

2.1 Toro

A ideia do toro surgiu no desenvolvimento da demo do Sistema Solar, como uma *solução* para a representação gráfica dos anéis de Saturno.

O toro é uma geometria tridimensional em forma de anel, gerada pela rotação de um círculo ao longo de um caminho circular. O raio do círculo que é rotacionado é chamado de **raio menor**. Já o raio do caminho circular é denominado **raio maior**, que corresponde à distância do centro do toro até o centro do círculo que o define.

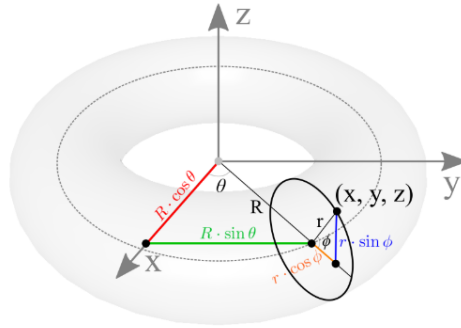


Figura 1: Exemplo de toro, sendo r o raio menor e R o raio maior

O toro foi gerado através de uma abordagem paramétrica, onde a sua superfície é definida pelos raios menor (r) e maior (R). Para criar a malha do toro, utilizou-se um sistema de coordenadas esféricas, dividindo a superfície em **fatias** (*slices*) e **pilhas** (*stacks*).

$$x(\theta, \phi) = (R + r \cdot \cos(\theta)) \cdot \cos(\phi) \quad (1)$$

$$y(\theta, \phi) = (R + r \cdot \cos(\theta)) \cdot \sin(\phi) \quad (2)$$

$$z(\theta, \phi) = r \cdot \sin(\theta) \quad (3)$$

onde:

- θ é o ângulo de rotação ao redor do círculo menor (variando de 0 a 2π),
- ϕ é o ângulo de rotação ao redor do eixo central do toro (variando de 0 a 2π).

O intervalo $[0, 2\pi]$ é dividido em n fatias e m pilhas, com passos angulares dados por:

$$\Delta\theta = \frac{2\pi}{n}, \quad \Delta\phi = \frac{2\pi}{m}.$$

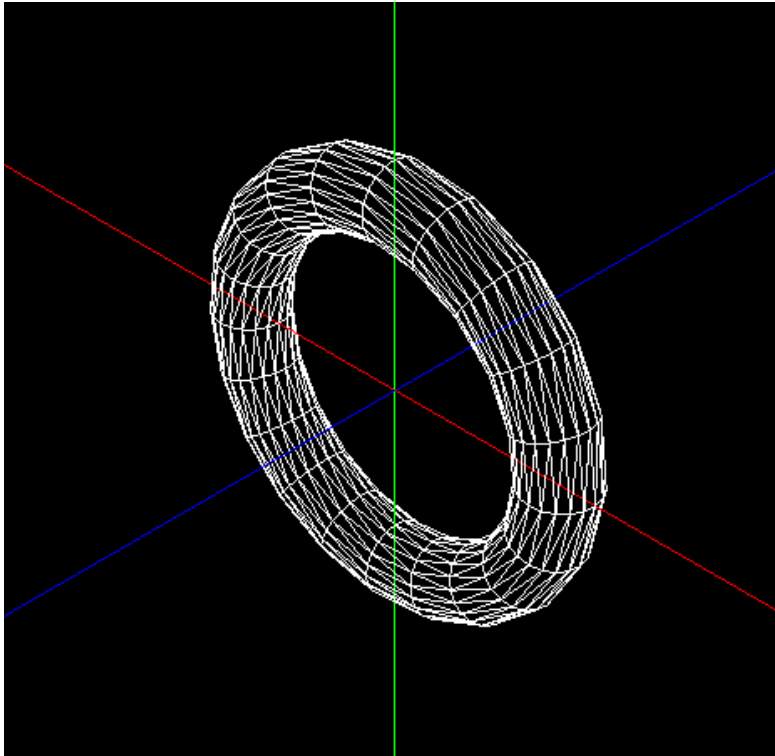


Figura 2: Toro de raio menor 2, raio maior 10, stacks 20, slices 20

3 Engine

Para esta fase do projeto, o objetivo foi criar cenas hierárquicas utilizando transformações geométricas, bem como apresentar uma demo estática do sistema solar. Cada cena é definida como uma árvore no ficheiro XML em que cada nodo contém a informação acerca de um conjunto de transformações (translação, rotação e escala) e um conjunto de modelos. Além destes, cada nodo contém nodos-filho, que herdam as transformações geométricas dos nodos-pai.

As transformações geométricas apenas podem existir dentro de um nodo (ou group no ficheiro XML), e são aplicadas a todos os modelos e sub-nodos (sub-groups no ficheiro XML). Apenas podem existir um tipo de transformação por nodo e a ordem pela qual estas são aplicadas é relevante e precisa de ser considerada.

3.1 Alterações face à fase anterior

Na primeira fase do projeto, não foram consideradas a existência de transformações geométricas, nem da sua organização em árvore e, por isso, criamos dois objetos globais na execução do programa, um para guardar as configurações da camara e outro para guardar os modelos.

Para esta fase, surgiu portanto, a necessidade de integrar a informação dos modelos no objeto de configuração, para que este possa ser alterado para refletir a organização em árvore do ficheiro de configuração XML.

Assim, foi criado um unico objeto global com as seguintes variáveis:

- **Window:** Estrutura que guarda as configurações da janela.
- **Camera:** Estrutura que guarda as configurações da camara.
- **Group:** Estrutura que guarda as informações relativas às transformações, modelos, e sub-groups seguintes, sendo por isso, recursiva.

3.1.1 Parsing e Desenho da Cena

O processo de *parsing* do ficheiro de configuração teve que ser ajustado às alterações que foram realizadas, passando ele também a tornar-se um processo recursivo, aquando do parsing dos parametros 'group'

À semelhança do parsing, o desenho das frames também passou por uma adaptação, passando também este a ser recursivo. Numa próxima fase do projeto, esta etapa irá sofrer alterações, para que seja possível a implementação de VBOs no projeto, melhorando assim o desempenho do mesmo.

4 Demo do Sistema Solar

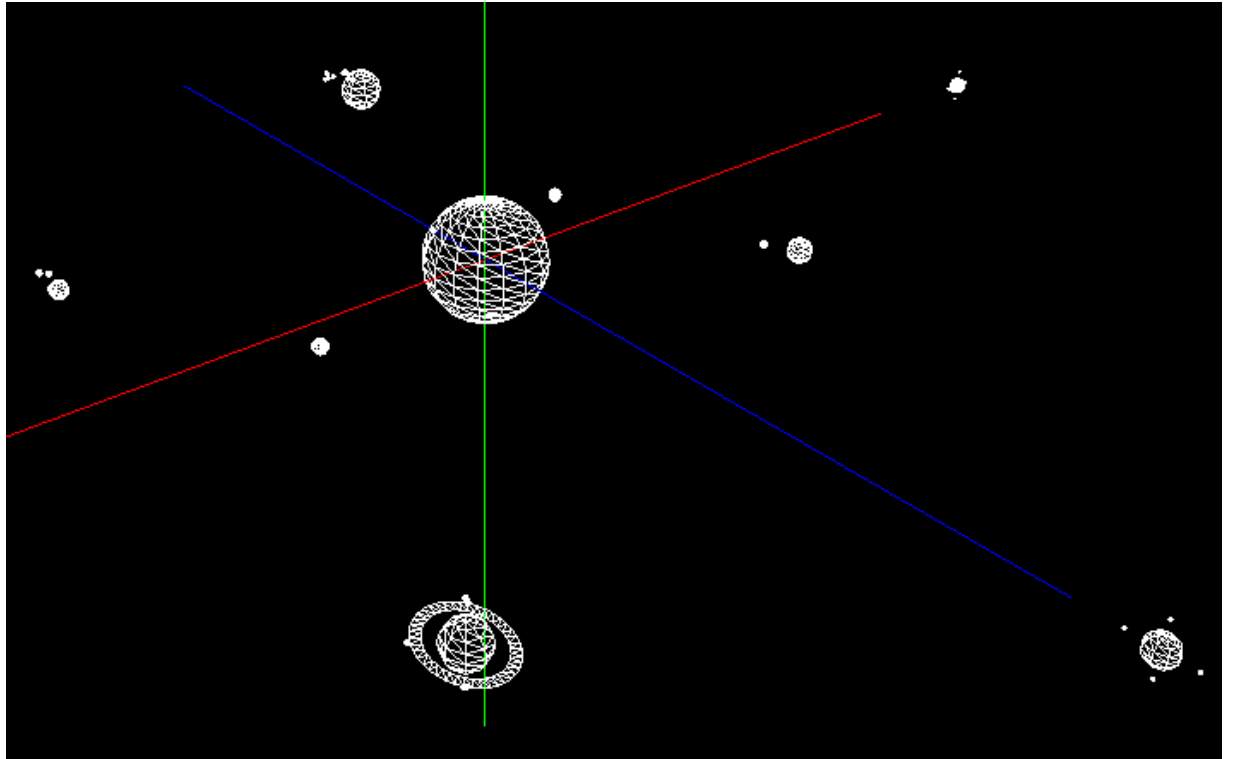


Figura 3: Demo do sistema solar com os planetas em rotação ao Sol

5 Referências

Referência utilizada para a construção do toro:

- https://www.songho.ca/opengl/gl_torus.html