Laboratório de Aplicações com Interface Gráfica
Aulas Práticas

MIEIC – 2015/2016

Trabalho Prático 2 – Aperfeiçoamento das Técnicas de Utilização de WebGL

1.Introdução

O objetivo deste trabalho é introduzir novas técnicas gráficas, como superfívies 2D/3D, animação, e algumas mais avançadas, como sejam os *shaders* baseados em GLSL ES 1.0 (OpenGL for Embedded Systems' Shading Language). Propõe-se assim a implementação de algumas funcionalidades em código, que possam depois ser exploradas através de uma extensão à linguagem LSX, e à criação de uma cena que as utilize. Este documento descreve as funcionalidades pretendidas, bem como a extensão proposta. Apesar de não ser obrigatório, recomenda-se a utilização/extensão do parser LSX, realizado no TP1, para suportar as novas funcionalidades solicitadas neste enunciado.

Funcionalidades pretendidas

1 Animação

* Implementar um conjunto de classes para o suporte a animações.

a) Implementar a classe **Animation** como classe base para aplicar animações a um objeto.

b) Criar a classe **LinearAnimation**, derivada de **Animation**, para trajetórias lineares, que permita definir uma animação caracterizada por um vetor de Pontos de Controlo e tempo de duração total em segundos.

Exemplo:
Pontos de Controlo = {(0,0,0), (1,0,0), (1,1,0)}
Tempo= 10 s

O objeto em movimento deve alterar a sua orientação horizontal (x,z), rodando em torno de um eixo vertical, de modo a corrigir a direção quando, de acordo com a trajetória, muda de segmento de reta (ou seja, um movimento de "helicóptero").

c) Criar a classe **CircularAnimation**, derivada de **Animation**, para trajetórias circulares, que permita definir uma animação caracterizada pelo centro e raio de

circunferência, ângulo inicial (medido em relação à direção positiva do eixo ***XX***) e ângulo de rotação, e tempo de duração em segundos.

Exemplo:
Centro = (10, 10, 10)
Raio = 5
Ângulo Inicial = 40º
Ângulo de rotação = 20º
Tempo= 20 s

O objeto em movimento deve alterar a sua orientação horizontal (x,z) de acordo com a trajetória, tal como no caso anterior.

* Implementar (em código ou usando a extensão proposta à LSX) uma animação para o veículo que inclua, no seu trajeto, pelo menos dois segmentos de reta, recorrendo para tal à classe **LinearAnimation**, e um segmento circular usando **CircularAnimation**. O objeto mantém a sua horizontalidade (ou seja, mantém-se paralelo ao plano XZ), apenas podendo rodar em torno do seu eixo vertical, de forma a manter uma orientação coerente com a direção e sentido do seu movimento (como p.ex. um helicóptero).

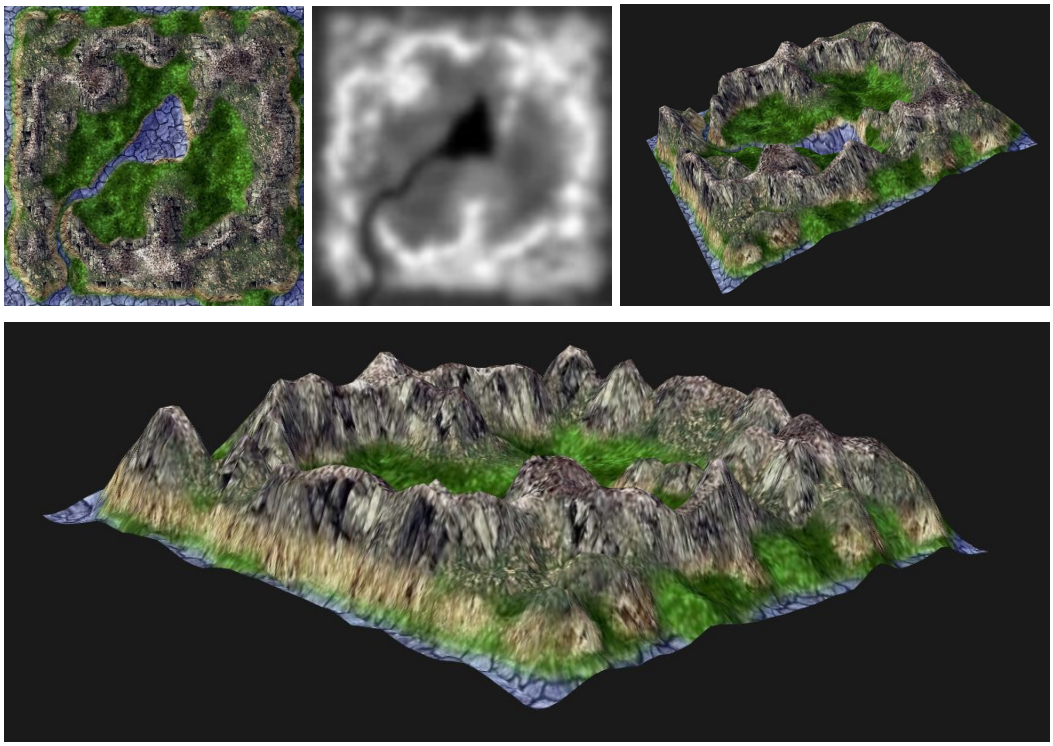
2 Superfícies 2D/3D

As superfícies vão ser modeladas através da representação *Non-uniform rational basis spline* (NURBS) (https://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline).

* (Re)crie uma classe **Plane**, extensão de **CGFobject**, de forma a gerar, utilizando NURBS, um plano de dimensões 1 x 1 unidades, assente em XZ, centrado na origem e com a face visível apontando para +Y. Devem ser geradas também as coordenadas de textura para o plano, variando linearmente de (0,0) a (1,1). O número de divisões deve ser especificado no construtor da classe. Com esta classe, criar uma primitiva **"plane"** na linguagem LSX.
* Criar uma nova primitiva "patch" a incluir na linguagem LSX que possa representar superfícies de grau 1, 2 ou 3 nas duas direções U e V.
* Criar em código ou usando as extensões ao LSX, propostas abaixo, um novo objeto que corresponde a um veículo voador que inclua pelo menos uma superfície não-plana gerada utilizando a primitiva "patch".

3 Shaders

Crie uma nova primitiva **"terrain"**, baseada na classe **Plane** criada anteriormente, para representar um terreno com elevações, recorrendo a uma textura de cor, um mapa de alturas e um par de shaders (vertex e fragment) - ver imagens abaixo.



(textura de cor, mapa de alturas e geometria gerada; origem das texturas: Outside of Society http://oos.moxiecode.com/js_webgl/terrain/index.html)

a) O vertex shader deve ser aplicado ao plano e alterar as coordenadas de cada vértice de forma a que a sua coordenada Y (altura) varie segundo a informação contida na imagem correspondente ao mapa de alturas.
b) O fragment shader deve aplicar a textura de cor sobre o terreno.
NOTA: as dimensões das texturas usadas devem ser potências de 2

Requisitos da cena

Deve ser criada uma cena que utilize as funcionalidades referidas acima, nomeadamente:

* Utilização superfícies 2D e 3D.
* Instanciação e animação do veículo animado de acordo com as indicações acima (preferencialmente voando e/ou pousando/levantando).
* Instanciação de uma área de terreno usando a primitiva "terrain" proposta (numa parte do terreno usado, por exemplo uma região montanhosa envolvendo a cena, ou uma zona específica da cena com um determinado relevo).

Nota Importante: Apesar de não ser obrigatório, sugere-se a utilização/extensão do parser LSX realizado no TP1 para suportar as novas funcionalidades solicitadas neste enunciado.

Notas sobre a avaliação do trabalho:

Composição dos Grupos: Os trabalhos devem ser efetuados em grupos de dois estudantes. Em caso de impossibilidade (p.ex. por falta de paridade numa turma), deve ser discutida com o docente a melhor alternativa.
Avaliação do Trabalho de Grupo: A avaliação será feita em aula prática, numa apresentação de cada grupo ao docente respetivo.
Avaliação Individual: Na prova de avaliação individual, serão pedidas várias funcionalidades adicionais, a implementar sobre o código original desenvolvido em trabalho de grupo.
Avaliação do Trabalho: Média aritmética das duas avaliações anteriores.
De acordo com a formulação constante na ficha de disciplina, a avaliação deste trabalho conta para a classificação final com um peso de:

80% * 30% = 24%.

O enunciado incorpora, em cada alínea, a sua classificação máxima, correspondendo esta a um ótimo desenvolvimento, de acordo com os critérios seguintes, e que cumpra com todas as funcionalidades enunciadas. Sem perda da criatividade desejada num trabalho deste tipo, não serão contabilizados, para efeitos de avaliação, quaisquer desenvolvimentos além dos que são pedidos.

Planeamento do Trabalho:

* Semana 1 (início em 19/10/2015): Animação
* Semana 2 (início em 26/10/2015): Superfícies de grau 1, 2 e 3
* Semana 3 (início em 02/11/2015): Semana de interrupção
* Semana 4 (início em 09/11/2015): shaders
* Semana 5 (início em 16/11/2015): entrega dos trabalhos dia 16, avaliação dos trabalhos de grupo durante as aulas práticas
* **Avaliação prática individual**: 18/11/2015

Entrega:

* Data limite de entrega do trabalho completo: 16/11/205
* Por via eletrónica/moodle (instruções a divulgar).

Sugestão de extensão à Linguagem LSX

A linguagem LSX encontra-se definida no questionário do trabalho prático 1. Nesta secção são apresentadas as extensões ao formato LSX de modo a poder comportar as funcionalidades descritas neste enunciado.

Ao ser lido e interpretado por uma aplicação gráfica, um ficheiro em linguagem LSX deve ser verificado em termos de sintaxe, devendo a aplicação gerar mensagens de erro ou avisos, identificando eventuais erros encontrados ou situações anómalas ou indesejáveis.

Na descrição abaixo, os símbolos utilizados têm o seguinte significado:

ii: valor inteiro
ff: valor em vírgula-flutuante
ss: string
ee: caracter "x" ou "y" ou "z", especificando um eixo
tt: valor Booleano na forma "true" ou "false"

Segue-se uma listagem representativa da sintaxe pretendida, relativa às extensões à linguagem LSX. As tags / atributos acrescentados encontram-se escritos a vermelho. A cinzento encontram-se elementos definidos na versão original da linguagem LSX, usados para melhor contextualizar as alterações.

```
<SCENE>
      …
      <!-- informacao de animacao -->
      <animations>
      <!-- pode não existir qualquer nó "animation" se a cena não tiver
animações -->
      <!-- span é o tempo, em segundos, que a animação deve demorar *
      <!-- nesta versão do formato LSX, type pode ter o valor "linear" ou
"circular" -->
            <animation id="ss" span="ff" type="linear">
                  <controlpoint xx="ff" yy="ff" zz="ff />
                  ...
            </animation>
            <animation id="ss" span="ff" type="circular" center="ff ff ff"
radius="ff" startang="ff" rotang="ff" />
      </animations>
```

```
<LEAVES>
        <!— Nova primitiva: plano, gerado por NURBS -->
        <!— ex: <plane parts=”5” /> um plano de dimensões 1 x 1
    unidades -->
        <!- assente em XZ, centrado na origem e com a face visível
    apontando para +Y -->
        <!- com divisão em cinco partes por eixo →
        <LEAF id="ss" type="plane" parts="ii" />

        <!— Nova primitiva: patch, gerada por NURBS -->
        <!— parâmetros: -->
        <!— order: ordem, pode ser 1,2,3-->
        <!— partsU: divisão em partes no domínio U a ser usada para o
    cálculo da superficie-->
        <!— partsV: divisão em partes no domínio V a ser usada para o
    cálculo da superficie -->
        <!— o número de pontos de controlo dentro da primitiva patch
    é (ordem+1)^2 -->
        <LEAF id="ss" type="patch" order=”ii” partsU=”ii”
partsV=”ii” >
            <controlpoint x=”ff” y=”ff” z=”ff” />
            …
        </LEAF>

        <!—Nova primitiva: corresponde a um veículo voador. Inclui
    pelo menos uma superfície não-plana gerada utilizando evaluators-->
        <LEAF id="ss" type="vehicle"/>

        <!— Nova primitiva: terreno baseado em shaders -->
        <!- parâmetros: -->
        <!— ficheiro de textura jpg ou png com a textura que deve ser
    visualizada sobre o terreno (dimensões devem ser potências de 2) -->
        <!— ficheiro jpg ou png com o mapa de alturas que deve ser
    usado para formar o terreno (dimensões devem ser potências de 2) -->
        <LEAF id="ss" type=”terrain” texture=”ss” heightmap=”ss”/>

    …
</LEAVES>
```

```
    <NODES>

        <!-- tem de existir, pelo menos, um bloco "node" -->

        <NODE id="ss">
            …
            <!-- referência ao bloco de animação por cada "node". nó
        opcional  -->
            <animationref id=”ss” />
         </NODE>
    </NODES>
</SCENE>
```