

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

**Desenvolvimento de um Arcabouço para a Geração  
Procedural e Visualização de Terrenos em  
Tempo-Real**

por

Fábio Markus Nunes Miranda

Proposta de Projeto Orientado em Computação I

Apresentado como proposta de trabalho na disciplina de Projeto  
Orientado em Computação I do Curso de Bacharelado em Ciência da  
Computação da UFMG

Prof. Dr. Luiz Chaimowicz  
Orientador

Carlúcio Cordeiro  
Co-Orientador

Assinatura do aluno:

Assinatura do orientador:

Assinatura do co-orientador:

Belo Horizonte – MG

2008 / 2º semestre

# 1 Introdução

A geração procedural de modelos é uma área da Ciência da Computação que propõe que modelos gráficos tridimensionais (representação em polígonos de algum objeto) possam ser gerados através de rotinas e algoritmos. Tal técnica vem se tornando bastante popular nos últimos tempos, tendo em vista que, com o crescimento da indústria do entretenimento, há uma necessidade de se construir modelos cada vez maiores e com um grande nível de detalhe. A técnica de geração procedural vem então como uma alternativa à utilização do trabalho de artistas e modeladores na criação de modelos tridimensionais.

## 2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é construir um arcabouço para a criação de terrenos proceduralmente em tempo real e que permita a inserção de modelos pelo usuário. O trabalho pode ser dividido em duas vertentes: criação de terrenos e a sua respectiva visualização.

Na primeira parte, criação de terrenos, propõe-se o estudo de diversos algoritmos e técnicas procedurais para a criação de terrenos realistas. Grande parte das propostas nesta área limitam-se à criação de terrenos planos. Haverá então a necessidade da adaptação destes algoritmos para a criação de terrenos esféricos. Outro ponto importante é a união entre o conteúdo gerado proceduralmente e o inserido pelo usuário.

O segundo aspecto (a visualização) também é outro problema muito estudado no campo da computação. O modelo de um planeta é algo que pode demandar um número extremamente alto de triângulos, inviabilizando a sua renderização em tempo real nos computadores atuais. Faz-se então necessária a utilização de técnicas que limitam e minimizam o número de triângulos a serem desenhados na tela. Entra aí o uso de *culling* e níveis de detalhe dos modelos. Técnicas avançadas não serão levadas em consideração inicialmente, limitando em tamanho os terrenos a serem visualizados.

A proposta é então criar um arcabouço que una a geração procedural automática com dados inseridos pelo usuário, seja na forma de modelos tridimensionais ou então de mapas de altura (imagens em preto-e-branco que representam algum terreno). Estes dados inseridos pelo usuário podem representar áreas de maior interesse para ele, e que necessitam de uma representação mais fiel.

O trabalho feito nesta disciplina servirá também como base para o POC II, onde a intenção é propor novas técnicas de visualização e estruturas de dados específicas para terrenos gerados proceduralmente. Aí então será possível utilizar bancos de dados que mapeiam a superfície terrestre [1].

### 3 Referencial Teórico

Vários trabalhos publicados abordam a geração procedural de modelos. Alguns destes trabalhos abordam a geração de cidades ([2] e [3]), outros abordam a geração de terrenos realistas (em tempo-real, como os trabalhos [4] e [5], ou não, como o *Mojo World*[6]), ou então a geração de árvores [7]. A principal referência na área é o livro *Texturing and Modeling: A Procedural Approach* [8], em que é explicada a geração procedural de diversos tipos de modelos.

Algumas técnicas largamente utilizadas na geração procedural são: Sistemas de Lindenmayer (*l-System*)[9], que, através de uma gramática, modela o crescimento de plantas; geometrias fractais [10]; e também ruído de Perlin (*Perlin Noise*[11]).

Alguns produtos recentes, como o jogo *Spore*[12] ou o motor gráfico *I-Novae*[13] propõem a geração de planetas proceduralmente e também a sua visualização em tempo real. A diferença para este trabalho, é que aqui é proposto um arcabouço suficientemente genérico que possa servir para a visualização de dados gerados proceduralmente ou inseridos pelo usuário.

## 4 Metodologia

### 4.1 Tipo de Pesquisa

O trabalho proposto é uma pesquisa de natureza aplicada, pois busca aplicar um conhecimento teórico (técnicas de geração procedural) e obter um resultado prático na forma de um arcabouço e tem um objetivo exploratório. A pesquisa se dá em laboratório, pois se trata de um ambiente controlado.

## 4.2 Procedimento Metodológico

O primeiro passo do trabalho será o estudo de diversas técnicas procedurais envolvidas na geração de terrenos (tanto planos quanto esféricos). Na segunda etapa, será iniciado o desenvolvimento do arcabouço.

Os primeiros modelos gerados serão terrenos planos simples, com base em mapas de altura. Em um segundo momento, serão gerados os terrenos planos proceduralmente. O último passo é a geração das geometrias esféricas representando os planetas, levando-se em consideração o conteúdo gerado proceduralmente e inserido pelo usuário na forma de mapas de altura.

- Etapa 1: Estudo das soluções já existentes.
- Etapa 2: Início do desenvolvimento do arcabouço.
- Etapa 3: Geração de terrenos planos com base em mapas de altura.
- Etapa 4: Geração de terrenos planos proceduralmente.
- Etapa 5: Geração inicial das geometrias dos planetas com base no arcabouço.

## 4.3 Cronograma

Baseado nas etapas descritas anteriormente, o seguinte cronograma foi montado:

	AGO			SET			OUT			NOV		
Etapa 1												
Etapa 2												
Etapa 3												
Etapa 4												
Etapa 5												

Figura 1: Cronograma.

## 5 Resultados Esperados

Ao final do trabalho, espera-se que seja possível:

- Visualização de mapas de altura.
- Visualização de terrenos gerados proceduralmente
- Visualização (ainda inicial) das geometrias dos planetas.

Este trabalho não espera, em um primeiro momento, gerar texturas para as geometrias. Também, como não será implementada técnicas de *culling* e nível de detalhe mais sofisticadas, não se espera visualizar geometrias com um grande tamanho. Estes aspectos serão abordados futuramente na disciplina de POC II.

## Referências

- 1 geo-spatial data acquisition home. Disponível em: <http://emrl.byu.edu/gsda/>. Acessado em: 25 ago. 2008.
- 2 Yoav I H Parish and Pascal Müller. Procedural modelling of cities. In *in Proc. ACM SIGGRAPH, (Los Angeles, 2001) ACM Press*, pages 301–308.
- 3 Stefan Greuter, Jeremy Parker, Nigel Stewart, and Geoff Leach. Real-time procedural generation of ‘pseudo infinite’ cities. In *GRAPHITE '03: Proceedings of the 1st international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia*, pages 87–ff, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- 4 Jacob Olsen. Realtime procedural terrain generation. In *Department of Mathematics And Computer Science (IMADA)*., 2004.
- 5 Lukas Zimmerli and Paul Verschure. Delivering environmental presence through procedural virtual environments. In *PRESENCE 2007, The 10th Annual International Workshop on Presence*, 2007.
- 6 Mojoworld generator. Disponível em: <http://www.mojoworld.org/>. Acessado em: 25 ago. 2008.
- 7 Speedtree | idv, inc. Disponível em: <http://www.speedtree.com/>. Acessado em: 25 ago. 2008.
- 8 David S. Ebert, F. Kenton Musgrave, Darwyn Peachey, Ken Perlin, and Steven Worley. *Texturing and Modeling: A Procedural Approach*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2002.
- 9 Przemyslaw Prusinkiewicz and Aristid Lindenmayer. *The algorithmic beauty of plants*. Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, 1996.
- 10 Benoit B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature*. W. H. Freeman, August 1982.
- 11 Ken perlin’s homepage. Disponível em: <http://mrl.nyu.edu/~perlin/>. Acessado em: 25 ago. 2008.

12 The official spore and spore creature creator site. Disponível em: <http://www.spore.com/>. Acessado em: 25 ago. 2008.

13 Infinity. Disponível em: <http://www.infinity-universe.com/Infinity/>. Acessado em: 25 ago. 2008.