

MAC0468 - Tópicos de Computação Gráfica

César Gasparini Fernandes

Construção e Simulação Virtual de Montanhas-Russas Voltadas para Jogos Digitais

Segundo semestre de 2018

1. Objetivos e trabalhos anteriores

O objetivo desse projeto é desenvolver uma ferramenta que permite que o usuário crie uma montanha-russa e dê uma volta nela. Essa ferramenta será voltada para jogos digitais, não sendo apropriada para o desenvolvimento de montanhas-russas reais.

Neste projeto, iremos implementar a construção de montanhas-russas utilizando uniões de curvas de Bézier cúbicas sem que o jogador precise se preocupar com seus pontos de controle. Utilizaremos em conjunto uma função de interpolação linear para controlar a rotação do carro (conhecido popularmente como "carrinho") em relação ao vetor de sua velocidade, ou seja, "sua inclinação". Colocaremos, também, os suportes dos trilhos. Para a modelagem do trilho, iremos replicar um segmento simples de um trilho ao longo das curvas, conectando essas réplicas de maneira semelhante à ferramenta *extrude* presente em programas de modelagem.

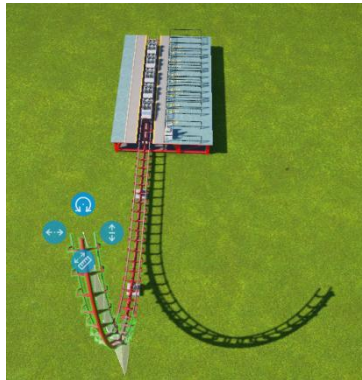


Imagem 1: Construção de uma montanha-russa no jogo Planet Coaster®^[1]. Há quatro graus de liberdade para o jogador posicionar o trilho: tamanho do trecho, elevação, rotação e inclinação do carro.^[2]

Para a simulação do carro no trilho, iremos utilizar um sistema de partícula para o carro, entretanto, preso ao trilho. Algumas forças a serem aplicadas serão a gravidade, atrito, impulso. Será usado o método de Verlet para a simulação por apresentar maior precisão.

Alguns dos desafios a serem conquistados são atingir o nível de detalhe necessário para tornar a montanha-russa realista e simulável em tempo real, fazer o carro se movimentar suavemente no trilho. Deveremos ajustar a liberdade do usuário de criação da montanha-russa, de modo que ele tenha uma melhor experiência e maior facilidade de construção.

Os desafios mais importantes a serem conquistados serão ligar os segmentos simples de trilho ao longo das curvas de Bézier e em suas intersecções e simular fisicamente o carro em tempo real.

A construção de montanhas-russas foi explorado antes em jogos como RollerCoaster Tycoon®, de Chris Sawyer^[3], e, atualmente, em Planet Coaster®, publicado pela Frontier Developments^[1], e Parkitect, desenvolvido por Texel Raptor^[4].

2. Materiais e Métodos

Para realizar esse projeto, deveremos seguir os seguintes passos resumidos:

- Modelar o segmento simples de trilho de montanha-russa, o carro e o suporte;
- Ajustar os materiais dos modelos citados a cima;
- Criar uma abstração que armazene os segmentos de curvas de Bézier;
- Desenvolver funções que, dado alguns parâmetros pelo usuário, gerar uma curva de Bézier cúbica;
- Replicar esses segmentos simples de trilho ao longo das curvas de Bézier;
- Colocar os suportes;
- Simular fisicamente o carro ao longo do trilho;
- Colocar a câmera no carro.

Os materiais utilizados serão:

- *Roller Coaster Simulator*, tese de bacharelado de Tereza Hyková^[5];
- Livro *An introduction to Splines for use in Computer Graphics and Geometric Modeling*^[6];
- Livro *Curso de Física Básica: Mecânica*^[7];
- Livro *OpenGL Superbible. Comprehensive Tutorial and Reference*^[8];

Caso as curvas de Bézier não funcionarem, iremos limitar a construção da montanha-russa para segmentos pré-definidos, como curvas, loops, retas, por exemplo. Caso a simulação física não funcione, a simulação do carro será reduzida a aproximações de velocidade seguindo as curvas de Bézier ou animações pré-definidas nos trilhos pré-definidos.

3. Resultados esperados

O resultado esperado com esse projeto é poder criar uma montanha-russa e "dar uma volta" nela, portanto esse critério determina o termino do projeto.

É possível determinar se o desenvolvimento do projeto foi bem sucedido caso uma pessoa comum (ou seja, que não necessariamente saiba matemática avançada ou programação) possa criar sua própria montanha-russa e "andar" nela sem grandes dificuldades.

Uma possível métrica para aferir o resultado desse projeto pode ser essa:

Modelo do segmento simples de trilho	5%
Splines corretamente implementadas	15%
Replicação dos segmentos simples de trilho	20%
Ligação correta dos segmentos simples de trilho	10%
Implementação dos suportes	10%
Simulação do carro	25%
Interface de usuário	5%
Implementação da superfície do terreno	5%
Acoplagem da câmera ao carro	5%
Total	100%

Tabela 1: Métrica para aferir o resultado desse projeto.

4. Conclusões

Com esse projeto, aprenderemos a manipular curvas de Bézier no espaço, manipular a geometria de um modelo e replicá-la segundo uma função (no caso desse projeto, duas), simular fisicamente uma partícula, fazer um programa de interação em tempo real.

Possivelmente, a replicação e ligação dos segmentos simples de trilho e a simulação física do carro serão as partes mais difíceis do projeto, enquanto a acoplagem da câmera ao carro e a implementação do terreno serão as partes mais fáceis. Em geral, é possível relacionar a dificuldade do tópico com a métrica proposta na tabela 1.

5. Bibliografia

- [1] Frontier. *PlanetCoaster*, Frontier, 2016
- [2] Imagem 1: <https://abload.de/img/planetcoaster2016-11-jwum0.png>
- [3] C. Sawyer. *RollerCoaster Tycoon®*, Frontier, 1999.
- [4] Texel Raptor. *Parkitect*, Texel Raptor, 2016
- [5] T. Hyková. *Roller Coaster Simulator*, Tese de Bacharelado - Czech Technilcal University in Prague, 2010.
- [6] R. H. Bartels, J. C. Beatty, B. A. Barsky, P. Bézier, A. R. Forrest. *An introduction to splines for use in computer graphics and geometric modeling*, Addison-Wesley Professional, 1995.
- [7] M. H. Nussenzveig. *Curso de física básica: mecânica*, Blucher, 2013.
- [8] G. Sellers, R. S. Wright Jr., N. Haemel. *OpenGL SuperBible Comprehensive Tutorial and Reference*, 7th Edition, Addison-Wesley Professional, 2015.