

**Rodrigo de Proença Gomes
Hermann**

**Controle Automático de
Câmera em Ambientes
Virtuais Dinâmicos**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
Programa de Pós-graduação em
Informática**

Rio de Janeiro
Setembro de 2005

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Rodrigo de Proença Gomes Hermann

**Controle Automático de Câmera em
Ambientes Virtuais Dinâmicos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio

Orientador: Prof. Waldemar Celes Filho

Rio de Janeiro
Setembro de 2005



Rodrigo de Proença Gomes Hermann

**Controle Automático de Câmera em
Ambientes Virtuais Dinâmicos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Waldemar Celes Filho

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Bruno Feijó

PUC-Rio

Prof. Luiz Henrique de Figueiredo

IMPA

Prof. Marcelo Dreux

PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico —

PUC-Rio

Rio de Janeiro, 13 de Setembro de 2005

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Rodrigo de Proença Gomes Hermann

Graduou-se em Engenharia de Computação na PUC–Rio em 2003. Desde 2002 trabalha no laboratório de Computação Gráfica da universidade (Tecgraf).

Ficha Catalográfica

Hermann, Rodrigo

Controle Automático de Câmera em Ambientes Virtuais Dinâmicos/ Rodrigo de Proença Gomes Hermann; orientador: Waldemar Celes Filho. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2005.

v., 54 f: il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Controle automático de câmera. 3. Cinematografia aplicada a jogos 4. Espectador de jogos. 5. Posicionamento de câmera. 6. Modelo físico de câmera. I. Celes Filho, Waldemar. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

À minha família, pelo incentivo e total apoio, sem eles este trabalho não poderia ter sido realizado.

Ao meu orientador Waldemar Celes, pela orientação impecável, pela confiança e pela atenção em todos os momentos em que precisei.

Aos amigos, pela força e por aliviarem a tensão, me fazendo lembrar de outros assuntos além deste trabalho.

Aos amigos da universidade, pela ajuda na resolução de problemas, pelo conhecimento adquirido e pelo bom ambiente de trabalho.

À CAPES e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos.

Resumo

Hermann, Rodrigo; Celes Filho, Waldemar. **Controle Automático de Câmera em Ambientes Virtuais Dinâmicos.**

Rio de Janeiro, 2005. 54p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com o avanço do poder de processamento gráfico e a popularização dos jogos eletrônicos, começam a surgir novas formas de entretenimento, entre elas a de espectadores de jogos. Os requisitos para o posicionamento de câmera para os espectadores visualizarem os jogos são diferentes dos aplicados aos jogadores. Enquanto a câmera para os jogadores deve atender a requisitos de jogabilidade, a câmera para os espectadores deve explorar diferentes ângulos de visualização a fim de aumentar a imersão no ambiente dos jogos e explorar a emoção das cenas. O cinema já evoluiu toda uma linguagem cinematográfica que potencializa a interpretação de cenas. Pesquisas recentes procuram usar a cinematografia na visualização de jogos. O principal desafio na adaptação da cinematografia para os jogos reside na existência de um ambiente dinâmico, onde não se pode prever o andamento da história. Podemos identificar três módulos para a adaptação da cinematografia em jogos: *roteirista*, responsável por identificar o que está ocorrendo na cena; *diretor/editor*, responsável por definir as melhores tomadas para capturar a cena; *cinegráfi*, responsável por posicionar a câmera no ambiente dinâmico para melhor atender às demandas do módulo diretor/editor. Este trabalho propõe a implementação de um módulo *cinegráfi*. A partir de requisitos para o posicionamento da câmera oriundos de um módulo externo, propõe-se um modelo de câmera que faz o posicionamento automático da câmera. Os requisitos de posicionamento são expressos em um conjunto de restrições que devem ser atendidas pelo modelo de câmera. A câmera usa um modelo físico baseado em um sistema de partículas regido pelo método de Verlet, empregando o método de relaxação para a convergência do sistema a fim de atender às restrições impostas. Experimentos computacionais demonstram a capacidade do módulo proposto de atender a sofisticadas regras de posicionamento de câmera, baseando-se em composições de restrições simples. Princípios da cinematografia, como enquadramento, posicionamento e movimento de câmeras, e respeito à linha de ação, são facilmente respeitados pelo módulo proposto.

Palavras-chave

Controle automático de câmera; Cinematografia aplicada a jogos; Espectador de jogos; Posicionamento de câmera; Modelo físico de câmera.

Abstract

Hermann, Rodrigo; Celes Filho, Waldemar. **Automatic Camera Control in Virtual Dynamic Environments**. Rio de Janeiro, 2005. 54p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

With the evolution in graphics processing power and the popularization of electronic games, new forms of entertainment, such as being a game spectator. The requirements for positioning the camera for the spectators to view the games are different from those applied to players. The camera for the players must fulfill playability requirements, while the camera for the spectators must explore different viewing angles in order to increase the immersion in the game environment and to explore the thrill of the scenes. The cinema has evolved a whole cinematographic language that optimizes the scene interpretation. Recent research has been seeking to apply cinematography to game visualization. The main challenge in the adaptation of the cinematographic language for games lies in the existence of a dynamic environment in which the story's progress cannot be anticipated. Three modules can be identified to adopt the cinematographic language in games: *screenwriter*, responsible for identifying what is happening in the scene; *director/editor*, responsible for defining the best takes to capture the scene; and *cinematographer*, responsible for positioning the camera in the dynamic environment to better comply with the director/editor's demands. The present work proposes the implementation of a *cinematographer* module. Based on camera position requirements obtained from an external module, we propose a camera model that automatically positions the camera. The positioning requirements are expressed by a set of constraints that must be respected by the camera model. The camera uses a physical model based on a particle system oriented by Verlet's method, and employs the relaxation method to obtain the system's convergence in order to comply with imposed constraints. Computational experiments have demonstrated the capacity of the proposed module to comply with sophisticated camera positioning rules based on compositions of simple constraints. Cinematography principles such as framing, camera position and movement, and respecting the line of action are easily accomplished by the proposed module.

Keywords

Automatic camera control; Cinematography applied in games; Games's spectator; Camera positioning, Physically-base camera model.

Conteúdo

1	Introdução	8
2	Linguagem cinematográfica em jogos	11
2.1	Espectadores de jogos	15
2.2	Posicionamento automático de câmera	15
3	Módulo Cinegrafista Proposto	19
3.1	Modelo Físico	20
3.2	Método de Integração Verlet	22
3.3	Convergência do sistema	23
3.4	Restrições	24
3.5	Prioridade	36
3.6	Resposta ao atendimento das restrições	37
4	Resultados	39
4.1	Análise de desempenho	39
4.2	Exemplos de configurações de câmera	41
5	Conclusões	48
5.1	Trabalhos Futuros	49
	Referências Bibliográficas	50