

Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo

**Um estudo sobre adaptatividade dinâmica de
dificuldade em jogos**

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. Bruno Feijó

Rio de Janeiro
Setembro de 2012

Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo

**Um estudo sobre adaptatividade dinâmica de
dificuldade em jogos**

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. Bruno Feijó

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Alberto Barbosa Raposo

Departamento de Informática — PUC-Rio

Prof. Maria das Graças de Almeida Chagas

Departamento de Artes & Design — PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 6 de Setembro de 2012

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

Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo

Graduou-se em Engenharia de Computação na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2009 com domínio adicional em Estudos Avançados em Matemática. Desenvolve jogos independentes, tendo obtido com Lights Out o terceiro lugar no voto popular no Festival de Jogos Independentes na categoria Art Game do SBGames 2011 e sua apresentação no FILE SP 2012 – Festival Internacional de Linguagem Eletrônica.

Ficha Catalográfica

Araujo, Bruno Baère Pederassi Lomba de

Um estudo sobre adaptatividade dinâmica de dificuldade em jogos / Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo; orientador: Bruno Feijó. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2012.

v., 107 f: il. ; 30 cm

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

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Inteligência Artificial. 3. Modelagem de Jogador. 4. Jogos. 5. Adaptatividade Dinâmica de Dificuldade. 6. Ajuste Dinâmico de Dificuldade. I. Feijó, Bruno. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

Agradecimentos

À minha família e aos meus amigos pelo apoio, carinho e amor essenciais que não me deixaram fraquejar ante o desafio e por terem suportado minhas longas ausências.

Aos companheiros de pós-graduação do Departamento de Informática por terem sido verdadeiros irmãos-de-armas nessa batalha de 2 anos que todos enfrentamos.

Ao meu orientador Bruno Feijó pelo possível e impossível na orientação e por acreditar em mais esta aventura de um pesquisador que se recusa a abandonar a paixão pelos jogos.

À professora Simone Barbosa pelo inestimável apoio.

Aos membros da equipe V3O2 do TeCGraf pelo apoio e compreensão nas partes críticas deste trabalho.

À CAPES e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Resumo

Araujo, Bruno Baère Pederassi Lomba de; Feijó, Bruno (Orientador). **Um estudo sobre adaptatividade dinâmica de dificuldade em jogos**. Rio de Janeiro, 2012. 107p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As áreas de modelagem de jogador e sistemas adaptativos são relevantes para jogos ao permitir que o jogo se adapte ao nível de habilidade do jogador, procurando oferecer um desafio contínuo e de acordo com sua evolução de modo que o jogador se sinta motivado a continuar jogando pelo desafio proporcional ao seu desempenho. O presente trabalho realiza um estudo em modelagem de jogador e ajuste dinâmico de dificuldade, levantando dados sobre jogos que utilizam tais conceitos. Um sistema adaptativo baseado em modelagem de jogador é implementado e testado com jogadores para analisar a efetividade e relevância do uso de tais sistemas na manutenção do interesse do jogador, sob as óticas da teoria de fluxo (*flow theory*) e do modelo de elementos centrais da experiência de jogo (CEGE).

Palavras-chave

Inteligência Artificial ; Modelagem de Jogador ; Jogos ; Adaptatividade Dinâmica de Dificuldade ; Ajuste Dinâmico de Dificuldade.

Abstract

Araujo, Bruno Baère Pederassi Lomba de; Feijó, Bruno (Advisor).
A study on dynamic difficulty adaptivity in games. Rio de Janeiro, 2012. 107p. MsC Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The areas of player modeling and adaptive systems are relevant to games by allowing the game to adapt itself to the player's skill level, trying to offer a continuous challenge to the player, relative to its evolution in a way the player feels motivated to keep playing by the challenge proportional to his performance. The present work is a study on player modeling and dynamic difficulty adjustment, collecting data about games that use such concepts. An adaptive system based on player modeling is developed and tested with players to analyze the effectiveness and relevance of using such systems for maintaining the interest of the player, from the perspectives of the flow theory and the core elements of the gaming experience (CEGE) model.

Keywords

Artificial Intelligence; Player Modeling; Games; Dynamic Difficulty Adaptivity; Dynamic Difficulty Adjustment.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Motivação	12
1.2	Estado-da-arte	13
1.3	Nossa proposta	14
1.4	Estrutura da dissertação	15
2	Conceitos	17
2.1	Jogo	17
2.2	Jogador	24
2.3	Fluxo	28
3	Adaptatividade em jogos	32
3.1	Adaptatividade vs. Adaptabilidade	34
3.2	Exemplos comerciais de jogos adaptativos	35
3.3	Exemplos acadêmicos de jogos adaptativos	37
3.4	Jogos parcialmente adaptativos	39
3.5	<i>Framework</i> proposto por Charles e Black	42
3.6	Métodos adaptativos	43
3.7	Problemas da adaptatividade	44
3.8	Adaptatividade dinâmica ativa de dificuldade	46
4	Modelagem do jogador	48
4.1	Taxonomias de modelagem de jogador	49
4.2	Usos de modelagem de jogador	52
4.3	Técnicas	52
5	Metodologia	54
5.1	Tipo do jogo	54
5.2	Algoritmo para jogo adaptativo	54
5.3	Definição do jogo	58
5.4	Sistema adaptativo	61
5.5	Implementação da modelagem do jogador	64
5.6	Testes com jogadores	67
6	Análise dos resultados	77
6.1	Análise da população	77
6.2	Avaliação do sistema adaptativo	77
6.3	Resultados dos testes com jogadores	81
7	Conclusão e trabalhos futuros	85
7.1	Principais contribuições	86
7.2	Trabalhos futuros	86
	Referências Bibliográficas	88

A	Questionários	97
A.1	Pré-teste	97
A.2	Pós-experiência de jogo	98
A.3	Entrevista	100
B	Tabelas dos testes	101

Lista de figuras

1.1	<i>Switches</i> do Atari 2600	14
2.1	Classificação de jogos por gêneros na Playstation Store	22
2.2	Diagrama do canal de fluxo (<i>flow channel</i>)	29
2.3	As oito dimensões da experiência	30
3.1	Tela de ajuste de dificuldade de God of War	41
3.2	Tela de notificação de dificuldade do FIFA 12	41
3.3	<i>Framework</i> adaptativo de Charles e Black	42
3.4	Comparação entre DDA e Active DDA	46
3.5	Imagem do jogo fIOW	47
4.1	Exemplo de modelo de jogador hierárquico	53
5.1	Exemplo de situação de jogo	55
5.2	Menu de seleção de dificuldade.	59
5.3	Tela de fim de jogo.	61
5.4	Tela de vitória.	62
5.5	Diagrama de classes UML do AIManager	63
5.6	Sobreposição de partes da implementação ao <i>framework</i> de Charles e Black	64
5.7	Elementos centrais da Experiência de Jogo	70
5.8	Relacionamento entre as variáveis do questionário CEGE	73
6.1	Participantes por sexo	78
6.2	Participantes por classe	78
6.3	Frequência de participantes por classe de idade	79
6.4	Frequência de gêneros conhecidos	79
B.1	População de testes	102
B.2	Resultado dos questionários de experiência de jogo para versão adaptativa	103
B.3	Resultado dos questionários de experiência de jogo para versão não-adaptativa	104
B.4	Recorte dos questionários para jogadores dedicados	105
B.5	Recorte dos questionários para jogadores casuais	106
B.6	Jogadores e desempenho nas versões	107

Lista de tabelas

2.1	Definições de jogo	21
2.2	Taxonomia dos jogos eletrônicos de Gularte	25
2.3	Oito elementos de Fluxo e os elementos de <i>Game-play</i> correspondentes	31
4.1	Taxonomia de modelagem de jogador segundo Machado et al.	49
4.2	Taxonomia inclusiva de Smith et al.	51
5.1	Modelos de jogador implementados	67
5.2	Relação das perguntas do questionário com os fatores da experiência de jogo	74
6.1	Resumo dos participantes - Sexo, Classe	77
6.2	Resumo dos participantes - Idade, Horas e Gêneros conhecidos	80
6.3	Comparativo do questionário de elementos centrais da experiência de jogo (CEGE) em relação ao total da população de testes	81
6.4	Comparativo do questionário de elementos centrais da experiência de jogo (CEGE) em relação aos jogadores dedicados	82
6.5	Comparativo do questionário de elementos centrais da experiência de jogo (CEGE) em relação aos jogadores casuais	83

... e todos sentiram que a aventura era muito mais perigosa do que haviam imaginado, que, o tempo todo, mesmo que conseguissem passar por todos os perigos da estrada, o dragão estaria esperando no fim.

J. R. R. Tolkien, *O Hobbit*.