

Dificuldade Adaptativa em Jogos

Considerando Jogadores Casuais e Hardcore

Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo
baere@icad.puc-rio.br

Visionlab/ICAD
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Semana de Integração Acadêmica - UniRio
14 de Outubro de 2014

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Jogos e IA: Um breve histórico
 - Histórico da I.A.
 - Histórico dos jogos
- 3 Motivação
- 4 Trabalhos anteriores
- 5 Definições
- 6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa
- 7 Metodologia
- 8 Resultados
- 9 Conclusão e trabalhos futuros

Sumário

1 Introdução

2 Jogos e IA: Um breve histórico

- Histórico da I.A.
- Histórico dos jogos

3 Motivação

4 Trabalhos anteriores

5 Definições

6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa

7 Metodologia

8 Resultados

9 Conclusão e trabalhos futuros

Quem sou eu?

Formado em Engenharia de Computação e M.Sc. em Informática - PUC-Rio
Dissertação: Um estudo sobre adaptatividade dinâmica de dificuldade em jogos
Analista de Sistemas Sênior no Instituto TeCGraf - PUC-Rio
Jogos: You Are Trash (2010), Lights Out (2011)
Site: <http://www.icad.puc-rio.br/~baere/>

Sumário

1 Introdução

2 Jogos e IA: Um breve histórico

- Histórico da I.A.
- Histórico dos jogos

3 Motivação

4 Trabalhos anteriores

5 Definições

6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa

7 Metodologia

8 Resultados

9 Conclusão e trabalhos futuros

Histórico da I.A. I

- 1943
McCulloch e Pitts: trabalho baseado em função e fisiologia básicos de neurônios, análise formal de lógica proposicional, teoria da computação de Turing. Introdução de redes neurais para avaliar funções computáveis.
- 1950
Minsky e Edmonds constroem o primeiro computador de rede neural em Harvard.
Alan Turing publica “Computing Machinery and Intelligence”, introduzindo ideias como Teste de Turing, aprendizado de máquina, algoritmos genéticos e aprendizado reforçado.
- 1956
Cunhagem do termo inteligência artificial por John McCarthy em um workshop na Dartmouth College.
- 1969–79
Sistemas baseados em conhecimento: soluções específicas para o domínio do problema.

- 1980
IA como indústria: Crescimento de empresas especializadas em computadores dedicados, sistemas de visão computacional, robótica e etc.
- 1987
IA e o método científico: Menos ideias mirabolantes e mais pesquisa em cima de resultados, repetibilidade de experimentos, bases de dados para testes (ex: reconhecimento de voz).
- 1995
Emergência de sistemas inteligentes com a internet (mecanismos de busca, sistemas de recomendação, agregadores de sites).
Fundadores influenciais (Minsky, McCarthy e outros) descontentes com a ênfase de IA em sistemas específicos como: direção de carros, reconhecimento de voz, jogos de xadrez. Preferiam o retorno às raízes: “máquinas que pensam, aprendem e criam”.

Histórico dos jogos I

“Encontramos o jogo na cultura, como um elemento dado existente antes da própria cultura, acompanhando-a e marcando-a desde as mais distantes origens até a fase de civilização em que agora nos encontramos.” (Huizinga, 2010, p.6)



Figura: Senet, jogo egípcio, 3500 a.C. (Gularte, 2010, p.19)

Histórico dos jogos II

Jogos eletrônicos finalmente surgiram no final dos anos 50. Antes, jogos mecânicos, como pinball de David Gottlieb, 1931:

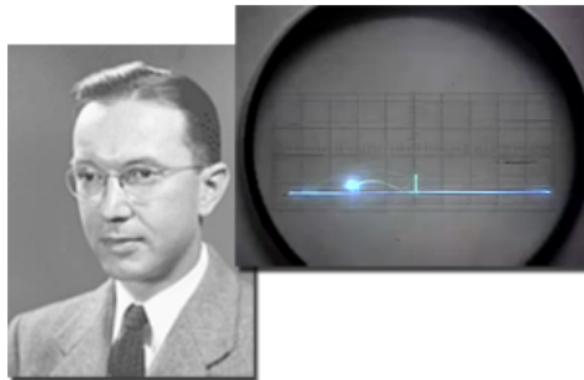


Figura: 1958 - Tennis for Two, William Higinbotham



Figura: 1962 - Spacewar!, Steve Russel

Histórico dos jogos III

Primeira geração de arcades:

1971 - Galaxy Game, Bill Pitts & Hugh Tuck.

1972 - Pong, Atari Inc., Al Alcorn e Nolan Bushnell.



Figura: Máquina de Pong

E a primeira geração de consoles caseiros:

1972 - Magnavox Odyssey, de Ralph Baer, Bill Harrison e Bill Rusch.



Figura: Primeiro console caseiro, Odyssey

Histórico dos jogos IV

Gerações dos consoles caseiros:

- 1a geração 1972-1977, Magnavox Odyssey, Pong.
- 2a geração 1976-1984, Atari 2600, Colecovision. Responsável pelo crash.
- 3a geração 1983-1992, NES, Master System. Revitalização, ports de arcade.
- 4a geração 1987-1996, SNES, Mega Drive, PC Engine.
- 5a geração 1993-2006, Playstation, Saturn, N64.
- 6a geração 1998-2013, Playstation 2, Dreamcast, GameCube, Xbox.
- 7a geração 2004-?, Playstation 3, XBox 360, Wii.
- 8a geração 2013-?, Playstation 4, XBox One, Wii U.

I.A. em jogos

Vários jogos antes implementavam algum tipo de inteligência artificial, desde programas jogadores de xadrez a simples oponentes em jogos eletrônicos, mas Pac-Man é considerado o primeiro a ganhar destaque. Cada monstro/fantasma tem uma “personalidade”, definida pela sua movimentação.



Figura: Pac-Man, Namco 1980.

Sumário

1 Introdução

2 Jogos e IA: Um breve histórico

- Histórico da I.A.
- Histórico dos jogos

3 Motivação

4 Trabalhos anteriores

5 Definições

6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa

7 Metodologia

8 Resultados

9 Conclusão e trabalhos futuros

Motivação

Novo panorama

- A expansão e popularização dos jogos (celulares, acessibilidade, redes sociais ...) trouxe jogadores sem experiência em jogos.
- É fácil ter acesso a outros jogos, se não gostar de um, jogo outro.

Pergunta

“Como podemos deixar o jogo mais interessante para o jogador, quanto à sua motivação em jogar?”

Resposta

- Teoria de Fluxo (Flow) (Csikszentmihalyi, 1990)
- Recorte na motivação dos jogadores casuais e dedicados (balizada pela Teoria de Fluxo)
- Dificuldade dinâmica adaptativa

Resumo da pesquisa:

- Estudo de dificuldade dinâmica adaptativa e modelagem de jogador.
- Estudo de trabalhos anteriores (indústria e academia).
- Implementação de um sistema de dificuldade dinâmica adaptativa para jogos shoot'em up baseado no framework de Charles e Black (Charles et al., 2005).
- Testes com jogadores (casuais e dedicados): 35 jogadores.
- Avaliação do sistema de dificuldade adaptativa dinâmica através da perspectiva da teoria de fluxo (Csikszentmihalyi, 1990) e do modelo de elementos centrais da experiência de jogo (CEGE) (Cálvillo-Gámez et al., 2010).

Sumário

1 Introdução

2 Jogos e IA: Um breve histórico

- Histórico da I.A.
- Histórico dos jogos

3 Motivação

4 Trabalhos anteriores

5 Definições

6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa

7 Metodologia

8 Resultados

9 Conclusão e trabalhos futuros

- Primeiro uso documentado de dificuldade adaptativa em jogos: Zanac (Compile, 1986).
- Framework adaptativo (Charles e Black, 2004; Charles et al., 2005).
- Powerups selecionados pelo desempenho do jogador em FPS (Hunicke e Chapman, 2004; Hunicke, 2005).
- Pong adaptativo para dois jogadores (Ibañez e Delgado-Mata, 2011).
- Infinite Adaptive Mario (Weber, 2010b; Weber, 2010a; Weber, 2010c).
- Scripting dinâmico (Spronck et al., 2006).
- Regras fuzzy, máquinas de estado fuzzy, algoritmos genéticos (Demasi e Cruz, 2003a; Demasi e Cruz, 2003c; Demasi e Cruz, 2003b).
- Classificador M5P (Machado et al., 2011a).
- Suporte à modelagem de jogador para adaptação (Yannakakis e Maragoudakis, 2005; Yannakakis, 2008; Yannakakis e Hallam, 2008).

Jogos comerciais

Alguns exemplos:

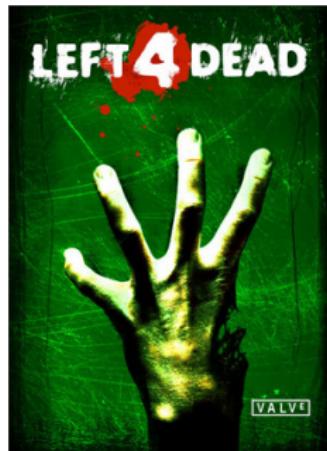


Figura: Left4Dead. Fonte: (Valve Corporation, 2008).



Figura: GundeadliGne. Fonte: (Android, 2010).

Outros: Mario Kart 64 (Nintendo EAD, 1996), Max Payne (Entertainment, 2001).

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Jogos e IA: Um breve histórico
 - Histórico da I.A.
 - Histórico dos jogos
- 3 Motivação
- 4 Trabalhos anteriores
- 5 Definições
- 6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa
- 7 Metodologia
- 8 Resultados
- 9 Conclusão e trabalhos futuros

Jogo - Definição de Juul (2003)

- Sistema de regras formal
- Jogador exerce um esforço ao lidar com esse sistema de regras
- Jogador está ligado emocionalmente ao resultado

Jogo - Definições adicionais

- **Diversão:** Jogador entende e domina os desafios (Koster, 2004)
- **Tédio:** Falta de novos padrões (ou desafios) ou dificuldade muito alta ou muito baixa (Koster, 2004)
- **Anti-Budismo:** “Morra e se lebre”, jogadores sacrificam a vida pelo conhecimento (“reencarnar” é bom) (Poole, 2007; Xavier, 2010)
- **Dificuldade:** Relação entre desafio e habilidade

(Csikszentmihalyi, 1990)

“... a feeling of complete and energized focus in an activity, with a high level of enjoyment and fulfillment.”
(Schell, 2011).

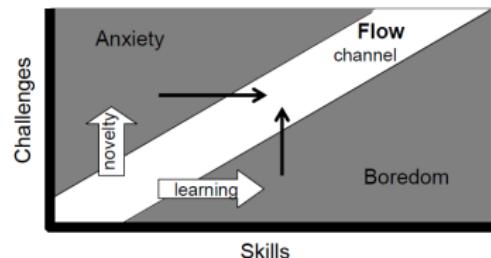


Figura: Canal de fluxo. Extraído de (Cowley et al., 2008).

Elementos de fluxo

- Objetivos claros
- Sem distrações
- Feedback direto
- Desafio contínuo

Indivíduo

- Personalidade autotélica (busca o estado de fluxo)
- Habilidades proporcionais ao desafio

Definindo jogador

- Interage com o jogo
- Busca diversão (Huizinga, 2010; Koster, 2004)

Classificando o jogador

- Classificações demográficas (Schell, 2011, pp. 99–102), (Novak, 2011)
- Psico-tipos (Myers-Briggs, Bartle (1996), LeBlanc etc.)
- Casual X Hardcore (Dedicado)

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Jogos e IA: Um breve histórico
 - Histórico da I.A.
 - Histórico dos jogos
- 3 Motivação
- 4 Trabalhos anteriores
- 5 Definições
- 6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa
- 7 Metodologia
- 8 Resultados
- 9 Conclusão e trabalhos futuros

Pra quê?

Personalizar a experiência de jogo por um fator dinâmico, como a habilidade do jogador. (Lopes e Bidarra, 2011).

Características

- Online X Offline
- Requerimentos: (Andrade et al., 2006)
 - Identificar e se adaptar à habilidade do jogador
 - Perceber e registrar a evolução do jogador
 - Mudanças devem ser críveis e discretas

Modelagem de Jogador

O que é?

Técnica para inferir atributos de alta ordem do jogador usando dados de jogabilidade para classificar o jogador.

Propostas taxonômicas

- (Machado et al., 2011b; Machado et al., 2011c).
- (Smith et al., 2011).

Como fazer?

- Modelos fuzzy (Demasi e Cruz, 2003a).
- Aprendizagem supervisionada (Missura e Gärtner, 2009).
- Redes neurais (Yannakakis e Maragoudakis, 2005; Pedersen et al., 2009; Yannakakis, 2008; Yannakakis e Hallam, 2008).
- Framework de Charles e Black (Charles e Black, 2004; Charles et al., 2005).

Framework de Charles e Black

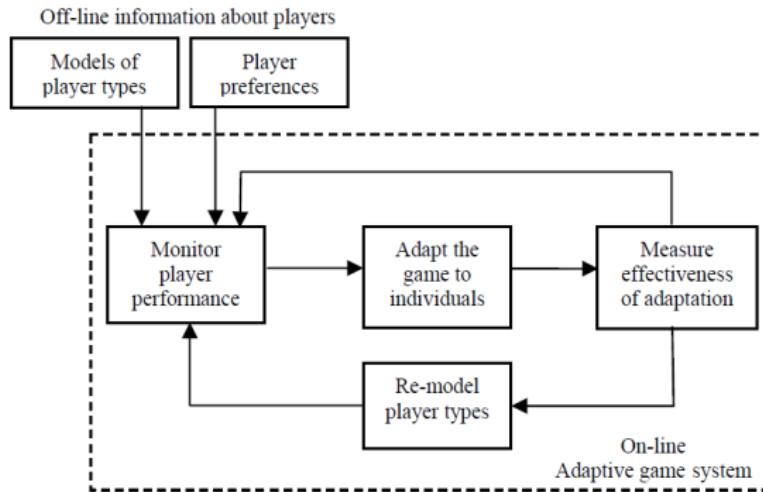


Figura: Framework adaptativo usando modelagem de jogador de Charles e Black. Fonte: (Charles e Black, 2004).

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Jogos e IA: Um breve histórico
 - Histórico da I.A.
 - Histórico dos jogos
- 3 Motivação
- 4 Trabalhos anteriores
- 5 Definições
- 6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa
- 7 Metodologia
- 8 Resultados
- 9 Conclusão e trabalhos futuros

Metodologia

Jogo desenvolvido



Figura: Adaptive Shooter

Metodologia

- Shoot'em up
- Versão adaptativa x Versão não-adaptativa
- Implementação do framework de (Charles et al., 2005)
- 3 vidas
- Setup inicial pra ambas as versões: Easy, Medium, Hard
- Inimigos aparecem em ondas (na versão adaptativa, a adaptatividade ocorre entre cada onda)
- Variáveis dos inimigos é controlada pela dificuldade:

$$V = \{speed, shotDelay, halfRange\} \quad (1)$$

- C++, Lua, ClanLib
- Grupo de teste: 35 jogadores

Algoritmo adaptativo

- Baseado no framework de (Charles e Black, 2004).
- Método adaptativo proposto por (Houlette, 2004).

Tabela: Modelos de jogador implementados

	Easy		Medium		Hard	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Accuracy	0.0	0.3	0.3	0.6	0.6	1.0
Lives variation	0.6	1.0	0.3	0.6	0.0	0.3
Enemies per wave	0.0	0.3	0.3	0.6	0.6	1.0
Enemies total	0.0	0.3	0.3	0.6	0.6	1.0
Total	0.6	1.9	1.2	2.4	1.8	3.3

Algoritmo adaptativo

Algorithm 1 Adaptive algorithm

```
 $\alpha \leftarrow \text{learningRate}$ 
 $type_0 \leftarrow \text{initial type informed by the player}$ 
 $c_i \leftarrow \frac{(c_{i,\min}^{type_0} + c_{i,\max}^{type_0})}{2}$  {i.e., the average of the standard performance  $type_0$  for each trait  $c_i$ .}
 $V \leftarrow \text{initial state of behaviour variables}$ 
for all waves do
     $c_{i,obs}$  is the perceived trait value  $i$ 
     $c_i \leftarrow c_i + \alpha \times (c_{i,obs} + c_i)$  {i.e., updates each trait by LMS.}
     $performance \leftarrow \sum_{i=1}^n c_i$ 
    if  $performance \in [MIN^{type}, MAX^{type}]$  then
         $newModel \leftarrow type$ 
    else if  $currentModel \neq newModel$  then
        Remodel player:
         $V \leftarrow adjust(currentModel)$ 
    else
        Maintains current model
    end if
    Store wave's statistics
end for
```

Sistema adaptativo

Algorithm 2 function AIManager.update()

```
result ← 0
for playerModelIterator ← playerModels.begin() to playerModels.end()
do
    result ← currentObservedModel.(playerModelIterator)
    if result < 0 then
        continue
    else if result = 0 then
        currentReferenceModel ← playerModelIterator
    else
        result ← currentReferenceModel.compare
        (playerModelIterator)
        if result < 0 then
            currentReferenceModel ← playerModelIterator
        end if
    end if
end for
currentObservedModel.setName(currentReferenceModel.getName())
updateAgents()
```

Sistema adaptativo

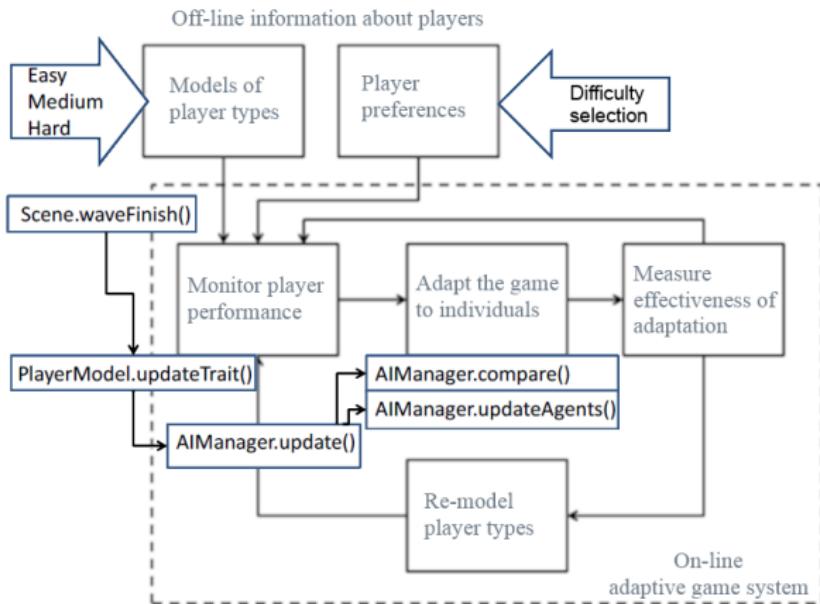


Figura: Superposição de nosso sistema ao framework de Charles e Black (2004).

Avaliando com teste com jogadores

- População: 35 jogadores
- Seguindo recomendações de Fullerton et al. (2008).
- Jogadores testaram ambas as versões. sem saber qual estavam jogando em cada vez. A primeira versão testada era trocada entre cada jogador para diminuir o viés de aprendizado.
- Três passos:
 - Questionário pré-teste: auto-avaliação como casual ou dedicado.
 - Playtest das versões seguido de questionário sobre a experiência de jogo.
 - Entrevista para avaliar dados qualitativos e subjetivos, segundo recomendação de Hoonhout (2008).
- Questionário pós-experiência de jogo usou o framework CEGE (Cálvillo-Gámez, 2009; Cálvillo-Gámez et al., 2010).

Framework dos elementos centrais da experiência de jogo (CEGE)

- Usado para detectar qual versão proporcionou ao jogador a melhor experiência (nos termos do framework)
- 38 itens em uma escala Likert de 7 pontos, avaliando para 2 escalas de experiência

Tabela: Relacionamento entre as questões do questionário e fatores de experiência de jogo, adaptado de Cálvillo-Gámez et al., 2010, p. 65.

Items	Factor
1, 4, 5	Enjoyment
2, 3	Frustration
6–38	Core Elements of Game Experience
6–25, 38	Puppetry
26–37	Videogame
6–12, 25, 28	Control
13–18	Facilitators
19–25	Ownership
26–31	Environment

Sumário

1 Introdução

2 Jogos e IA: Um breve histórico

- Histórico da I.A.
- Histórico dos jogos

3 Motivação

4 Trabalhos anteriores

5 Definições

6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa

7 Metodologia

8 Resultados

9 Conclusão e trabalhos futuros

Resultados

Tabela: Resumo dos participantes - Sexo, Classificação

Participantes					
Total	Homens	Mulheres	Casuais	Hardcore	Não-jogador
35	16	19	18	16	1
%	46%	54%	51%	46%	3%

- O auto-classificado não-jogador foi considerado casual para o resto da análise.
- A análise considerou os jogadores divididos entre casuais e dedicados (ou hardcore).
- Versão 1 se refere à versão adaptativa.
- Versão 2 se refere à versão não-adaptativa.

Resultados - Jogadores dedicados

Tabela: Comparação das escalas CEGE para jogadores dedicados

Comparação das escalas CEGE para jogadores dedicados						
		Version 1		Version 2		
	Factors	Sum	Mean	Sum	Mean	Difference %
Scale 1	Enjoyment	281	5,8542	285	5,9375	-1,40%
	Frustration	74	2,3125	85	2,6563	-12,94%
	CEGE	2925	5,5398	2880	5,4545	1,56%
	Puppetry	1775	5,2827	1756	5,2262	1,08%
	Video-game	1150	5,9896	1124	5,8542	2,31%
Scale 2	Control	866	6,0139	859	5,9653	0,81%
	Facilitators	478	4,9792	477	4,9688	0,21%
	Ownership	529	4,7232	511	4,5625	3,52%
	Environment	592	6,1667	566	5,8958	4,59%
	Game-play	558	5,8125	558	5,8125	0,00%

Resultados - Jogadores dedicados

- A versão adaptativa teve um menor índice de Frustração que a versão não-adaptativa. Entretanto, não houve diferença significativa na Diversão.
- O aumento de dificuldade quando há mudança nos parâmetros dos inimigos mantém o interesse dos jogadores dedicados.
- As características intrínsecas e personalidade autotélica dos jogadores dedicados explica o resultado.

Resultados - Jogadores casuais

Tabela: Comparação das escalas CEGE para jogadores casuais

Comparação das escalas CEGE para jogadores casuais						
		Version 1		Version 2		
	Factors	Sum	Mean	Sum	Mean	Difference %
Scale 1	Enjoyment	311	5,759259	336	6,222222	-7,44%
	Frustration	73	2,027778	68	1,888889	7,35%
	CEGE	3145	5,294613	3157	5,314815	-0,38%
	Puppetry	1869	4,944444	1870	4,94709	-0,05%
	Video-game	1276	5,907407	1287	5,958333	-0,85%
Scale 2	Control	923	5,697531	910	5,617284	1,43%
	Facilitators	483	4,472222	489	4,527778	-1,23%
	Ownership	550	4,365079	546	4,333333	0,73%
	Environment	637	5,898148	650	6,018519	-2,00%
	Game-play	639	5,916667	637	5,898148	0,31%

Resultados - Jogadores casuais

- A versão adaptativa foi mais frustrante para os jogadores casuais. Isso é mostrado pelo índice baixo em Diversão e alto em Frustração.
- O gênero shoot'em up tem peculiaridades que podem dificultar a diversão do jogador casual.
- As características que fazem um jogo divertido e interessante para um jogador dedicado são consideradas muito difíceis e desencorajadoras para um jogador casual (Fortugno, 2008).

Resultados - Zerou o jogo

- 12 jogadores chegaram ao final da versão adaptativa.
- 8 jogadores chegaram ao final da versão não adaptativa.
- Entre os jogadores que terminaram o jogo, 7 de 12 (50%) disseram que observaram mudança na dificuldade, embora apenas 3 dos 35 (8%) detectaram alguma mudança real na dificuldade.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Jogos e IA: Um breve histórico
 - Histórico da I.A.
 - Histórico dos jogos
- 3 Motivação
- 4 Trabalhos anteriores
- 5 Definições
- 6 Dificuldade Dinâmica Adaptativa
- 7 Metodologia
- 8 Resultados
- 9 Conclusão e trabalhos futuros

- Nossos resultados apóiam a ideia de que jogadores dedicados apresentam uma melhor assimilação da experiência de jogo.
- Jogadores casuais apresentaram uma tendência a preferir a versão não-adaptativa.

“However, it is the rare player who is persistent enough to win the game, mastering all levels. Most players eventually reach a level where they spend so much time in the frustration zone that they give up on the game.” Schell, 2011, p. 121.

Contribuições

- Implementação e estudo de caso do framework adaptativo de Charles e Black.
- Uma implementação eficiente de um shoot'em up adaptativo com aprendizado online.
- Avaliação de adaptatividade dinâmica de dificuldade com jogadores casuais e dedicados, mostrando que a experiência de jogo de jogadores dedicados pode se beneficiar do uso de dificuldade adaptativa dinâmica.

Trabalhos futuros

- Testes com outros gêneros de jogos. Shoot'em up é um gênero de nicho e pesquisas posteriores deveriam considerar outros gêneros e suas idiossincrasias ao implementar um sistema de dificuldade adaptativa.
- Estudar a possibilidade de incluir adaptatividade dinâmica em storytelling interativo.

Dificuldade Adaptativa em Jogos

Considerando Jogadores Casuais e Hardcore

Bruno Baère Pederassi Lomba de Araujo
baere@icad.puc-rio.br

Visionlab/ICAD
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Semana de Integração Acadêmica - UniRio
14 de Outubro de 2014