

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321714879>

Overview and Perspectives on the Use of Adaptive Concepts in AI for Greater Immersion in Digital Games

Research Proposal · December 2017

CITATIONS

0

READS

279

1 author:



José Ahirton Batista Lopes Filho

Universidade Presbiteriana Mackenzie

18 PUBLICATIONS 55 CITATIONS

SEE PROFILE

Panorama e Perspectivas da Utilização dos Conceitos de Adaptabilidade em IA para Maior Imersão em Jogos Digitais

José Ahirton Batista Lopes Filho¹

¹Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Computação – Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Rua da Consolação, 930, Higienópolis – São Paulo – SP – Brasil

ahirtonlopes@gmail.com

Resumo. *A utilização de Inteligência Artificial é um dos principais aspectos que, pode ou não, tornar um jogo credível. Em muitos dos jogos digitais atuais é ela que governa várias características, desde as mais visíveis aos jogadores tais como as rotas pelas quais os personagens devem passar, seus vários comportamentos, às menos visíveis ao jogador, tais como a dificuldade ou mesmo o funcionamento da física do jogo e suas regras. Tais questões têm sido, cada vez mais, alvo da utilização dos conceitos de adaptabilidade, tendo em vista, principalmente, as possibilidades das diferentes Interações proporcionadas por Inteligências Artificiais Adaptativas, onde o jogo pode, por exemplo, passar a se adaptar de forma Cognitiva (emocional), Funcional (interfaces) e Explícita (mecânica) de modo a gerar mais Imersão, ou seja, fazer com que o jogo passe a ser mais consistente a características dos diferentes jogadores de modo a mantê-lo imerso na sua narrativa e desafios.*

1. Introdução

Os mundos imaginados pelos criadores de jogos digitais estão se tornando mais complexos e detalhados e, à medida que os jogos se tornam presentes em diferentes novas plataformas, cada uma com diferentes recursos de processamento, o desafio para os desenvolvedores em IA tem passado a ser atender a uma série cada vez mais imprevisível de necessidades. E, é claro, com a chegada do novo *hardware* de jogos, as expectativas são altas para que os jogos consigam novos níveis de Imersão.

Os últimos estudos na área têm dado especial destaque a utilização de Adaptabilidade, mais especificamente Inteligências Artificiais Adaptativas, às quais podem atuar nas diferentes interações proporcionadas por um jogo digital, passando a se adaptar de forma Cognitiva (emocional), Funcional (interfaces) e Explícita (mecânica) de modo a gerar mais Imersão (COWLEY e CHARLES, 2016), ou seja, fazer com que o jogo passe a ser mais consistente a características dos diferentes jogadores de modo a mantê-lo imerso na sua narrativa e desafios.

Ao longo dos anos, os jogos digitais modernos tornaram-se cada vez mais realistas em relação à apresentação visual e auditiva. No entanto, ainda é comum que jogos apresentem a utilização de Inteligência Artificial com baixo grau de realismo, tipicamente baseadas em técnicas não adaptativas. Uma grande desvantagem da utilização de IA não adaptáveis se dá, principalmente, assim que uma “fraqueza” na mecânica de jogo é descoberta, onde nada impede o jogador humano de explorar tal

descoberta, ou quando acontecem *bugs*, *glitches*, ou até mesmo alterações desproporcionais na dificuldade do desafio proposto pelo jogo, fazendo com que os personagens se comportem de maneira pouco crível, interferindo diretamente na Imersão do jogador (BAKKES et al., 2008).

Tais desvantagens podem ser resolvidas ao se dotar o jogo de IA com comportamento adaptativo, ou seja, a capacidade de se aprender com os erros e, mais ainda, a partir daí fazer com que os jogadores estejam mais imersos. Portanto, o presente artigo tem como objetivo apresentar exemplos de adaptatividade em IA em um contexto histórico, discutir o que vem a ser Imersão e os benefícios de IA Adaptável para tal, para então exemplificar diferentes modos de como um jogo digital pode, de fato, ser adaptável.

O presente artigo está estruturado da seguinte maneira: na Seção 2 é apresentado histórico da utilização de adaptatividade em IA para jogos digitais e posteriormente uma discussão embasada em estudos relacionados quanto a o que vem ser Imersão, já na Seção 3 são descritas e exemplificadas as áreas de aplicação de adaptatividade em IA, tendo em vista também as diferentes interações possíveis no contexto de um jogo e, ao final, na Seção 4 são explicitadas algumas Conclusões.

2. Histórico e Estudos Relacionados

De um modo geral, existem dois tipos de jogos: *single player* e *multiplayer*. Em jogos para múltiplos jogadores os algoritmos adaptativos podem ser usados por uma variedade de razões, entretanto, o desafio nesses jogos advém da presença de outros jogadores humanos. Por exemplo, em um jogo multijogador *online* tal qual um jogo de tiro, ou FPS (do inglês, *First Person Shooter*), onde os jogadores não se veem nem têm acesso a pistas sociais tradicionais para entender seus oponentes mas podem fazê-lo por meio do ambiente compartilhado do espaço do jogo.

Num jogo desse tipo é comum que os jogadores possam interagir com itens ou outros sinais deixados por seus oponentes, podendo assim ter diferentes processos de tomada de decisão tendo como base tal interação. Já nos jogos para um só jogador, onde os sistemas baseados em IAs adaptáveis têm tido papel de importância, tal processo de tomada de decisão é totalmente diferente, fazendo com que questões quanto a dificuldade dos desafios e até mesmo a inclusão de personagens não jogadores de boa qualidade (do inglês, *non playable character*) possam ser fundamentais para o *design* da jogabilidade, bem como são importantes para a experiência do jogador facilitando o processo de imersão (PIHLGREN et al, 2016).

2.1. Adaptatividade em IA para Jogos Digitais

Os jogos podem ser criados para serem adaptáveis ao jogador por meio de mudanças no comportamento de NPCs (PIHLGREN et al, 2016) ou alterando outros parâmetros do jogo que afetam a jogabilidade (COWLEY e CHARLES, 2016). Em ambos os casos, um jogador aprende a ser mais eficaz em jogar um jogo aprendendo as regras do jogo, incluindo a forma como os NPCs se comportam.

Ao contrário dos jogadores reais, o comportamento do NPC geralmente é mais previsível, ou seja, geralmente, os jogadores esperam que os NPCs se comportem de maneira consistente. No entanto, uma das razões pelas quais as pessoas gostam de jogar

contra outros jogadores reais é que muitas vezes é mais gratificante. Ao mesmo tempo que consistência é tido como base para haver imersão em um jogo digital, os jogadores entendem que outros jogadores são menos previsíveis que os NPCs e aceitam isso.

As pessoas se comportam de forma diferente umas das outras, possuem perfis de capacidade complexos e são motivados por diferentes modos de jogar. Ao longo dos tempos diferentes abordagens de IA adaptativas foram testadas nos mais variados jogos tais como os primeiros meios para ajuste dinâmico de dificuldade (DDA, do inglês, *Dynamic Difficulty Adjustment*).

Tal abordagem é popular até hoje e uma das mais predominantes quando se fala em implementação de IAs adaptativas e pode funcionar, por exemplo, ao se alterar o número de *power-ups* em um jogo ou tornando os NPCs mais ou menos cooperativos ou competitivos. Alguns dos primeiros jogos a implementar sistemas DDA foram *Max Payne* (3D Realms, 2001) e *Prey* (3D Realms, 2006).

No entanto, as IAs adaptativas já foram utilizadas de outras maneiras com os mais variados resultados para, por exemplo, ajustar os atributos de personagem do jogador no jogo *Mario Kart* (Nintendo, 1992), a utilização de técnicas de machine learning e árvores de decisão envolvidas na aprendizagem por parte dos personagens de *Black & White* (Lionhead Studios, 2001), ou na mudança de aparência dos personagens como em *Fable* (Lionhead Studios, 2004), ou quanto a mudanças na história/narrativa como em *Facade* (Mateus & Stern, 2005).

No restante do presente artigo o trabalho de Yannakakis (2012) servirá como base para as posteriores descrição e exemplificação de áreas de aplicação, o qual analisou a literatura até então disponível em IAs Adaptativas e classificou as pesquisas-chave em três áreas principais: Modelagem de Experiência de Jogador (PEM, do inglês *Player Experience Modelling*), Geração de Conteúdo Processual (PCG, do inglês, *Procedural Content Generation*) e Mineração em Escala Massiva de Dados de Jogos (MDM, do inglês, *Massive-Scale Game Data Mining*).

2.2 Imersão

O objetivo de um jogo digital típico é proporcionar entretenimento. É claro que os critérios do que diverte um jogo podem depender de quem está jogando o jogo. A literatura sugere o conceito de imersão como uma medida geral de entretenimento (Taylor, 2002). Ou seja, diversão é parte da imersão e a maioria dos jogos digitais se preocupa em evocar um sentimento de imersão em seus jogadores, mantendo assim o seu interesse.

Como tal, um jogo divertido deve, pelo menos, não repelir a sensação de imersão do jogador. Mais ainda, os elementos estéticos de um videogame, como gráficos, narrativa e recompensas, são fundamentais para estabelecer um ambiente de jogo imersivo. Uma vez estabelecido, o ambiente do jogo precisa manter alguma forma de consistência para que o jogador permaneça imerso dentro dele (Laursen e Nielsen, 2005).

Por exemplo, o sistema DDA em *Max Payne* (3D Realms, 2001) foi projetado com isso em mente, visto que tentaram torná-lo invisível para os jogadores. Basicamente, o intuito era que o auto ajuste no nível de dificuldade do jogo fosse imperceptível, de modo a manter a imersão do jogo (BAKKES et al., 2008). Ainda, o

papel da maioria dos sistemas de adaptativos de IA atuais é o controle dos personagens do jogo de tal forma que o comportamento exibido pelos personagens seja consistente dentro do ambiente do jogo. Em um ambiente de jogo realista, é esperado um comportamento de personagem realista.

Como resultado, nem sempre as IAs são programadas de forma a, exclusivamente, exibir o comportamento mais efetivo, visto que isso pode não ser necessariamente considerado realista. Por exemplo, em um jogo de FPS típico, não é realista se o NPC atirar com uma precisão de cem por cento. A IA do jogo para jogos de tiro, na prática, é projetada para cometer erros intencionais, como advertir o personagem do personagem de um oponente, com um erro intencional no primeiro tiro, mantendo a imersão (Liden, 2004).

3. Descrição e Exemplificações de Áreas de Aplicação

Nos últimos anos, tem havido um aumento no tamanho da população de jogos e uma diversificação demográfica dos jogadores de jogos digitais. Isso, por sua vez, significa que habilidades, preferências e experiências diferem muito entre os jogadores do mesmo jogo.

Portanto, a necessidade de adaptar jogos a experiências de reprodução individuais está crescendo e as tarefas de modelagem de usuários e adaptação baseada em experiência nos jogos tornam-se cada vez mais importantes e desafiadoras. Os motores de jogo que são capazes de reconhecer e modelar o estilo de jogo e detectar o estado emocional e cognitivo atual do usuário serão marcos necessários para a personalização da experiência de jogo e invariavelmente para as diferentes interações do jogo tendo em vista imersão.

3.1. Áreas de Aplicação de Adaptatividade em IA para Imersão

Segundo Yannakakis (2012), a modelagem da experiência do jogador (PEM) é o estudo e uso de técnicas de IA para a construção de modelos de experiência de jogadores. O PEM é tido como uma interseção multidisciplinar dos campos de modelagem do jogador, computação afetiva, psicologia experimental e interação homem-computador.

Já a geração de conteúdo processual (PCG) pode ser vista como o estudo e desenvolvimento de algoritmos que geram conteúdo automaticamente. O conteúdo do jogo refere-se a todos os elementos do jogo ajustáveis que podem afetar a experiência do jogador (excluindo o comportamento de NPCs), os quais incluem elementos como terrenos, mapas, níveis, histórias, *quests*, conjuntos de regras, perfis de câmera, música, dentre outros.

Segundo Togelius et al. (2011), existem vários benefícios obtidos com a criação automática de conteúdo nos jogos: i) a PCG pode aliviar o enorme esforço e o custo quando da criação de conteúdo e facilita o alinhamento do conteúdo para o jogador; Em segundo lugar, o conteúdo pode adaptar automaticamente o jogo às necessidades e preferências dos jogadores individuais e produzir uma *replayability* máxima do jogo.

Em terceiro lugar, a PCG pode desafiar a criatividade humana e gerar soluções além da imaginação do designer em um design autônomo ou em modelo de iniciativa de

design misto. Mesmo que as técnicas de PCG tenham sido incorporadas nos jogos desde Rogue (1980), é apenas que a comunidade acadêmica é dedicada ao estudo da PCG sinalizando a mudança de interesse para esse uso de IA nos jogos (Yannakakis, 2012).

Para Yannakakis (2012), a mineração de dados do jogo pode ser vagamente definida como o uso de IA (dessa vez na forma de algoritmos de mineração de dados) para abordar questões tais como as pessoas jogam um jogo? O jogo é jogado como previsto? Por que as pessoas param de jogar? Por que jogamos um jogo desse jeito? podemos prever o que um jogador fará? O jogo oferece a experiência certa? qual a personalidade de um jogador?

Todas estas são questões críticas que estão ligadas aos procedimentos de teste orientados para usuários usados no setor de jogos. No desenvolvimento de jogos em fase iterativa, as amostras representativas do público-alvo, bem como os testadores profissionais internos, gastam tempo e colocam o esforço no teste dos jogos e na avaliação da qualidade da experiência de jogo.

Nos últimos cinco anos, os principais desenvolvedores de jogos (incluindo Zynga, Blizzard, Bioware, Square Enix Europe e EA Games) têm coletado e analisando dados comportamentais e contextuais detalhados e maciços (ou seja, métricas do jogo), via *software* de monitoramento especializado.

3.2. As Diferentes Interações em Jogos Digitais tendo em vista Imersão

É útil descrever brevemente as diferentes formas de interação do jogador, pois isso pode afetar a forma como a IA adaptativa pode ser implantada. Salen e Zimmerman (2004) ilustram quatro modos diferentes de interatividade em jogos de computador:

i) Cognitiva. A interação psicológica, emocional e intelectual com o jogo. ii) Funcional. Essencialmente, essa é a interação com a interface do jogo e o principal meio para acessar a mecânica do jogo. iii) Explícita. A interação com a mecânica do jogo subjacente é o núcleo do jogo, a mecânica e as regras formais. 4) Cultural. Isso ocorre fora dos limites do jogo na forma de sites de fãs, criação e uso de fraudes, etc.

A adaptação como parte deste ciclo de *feedback* pode potencialmente proporcionar um controle melhorado do sistema do jogo e, portanto, uma experiência mais personalizada para os jogadores individuais. Isso dá origem a um jogo mais complexo, dinâmico, e um potencial jogo emergente, afetando as seguintes áreas de comportamento, as quais podem se beneficiar de adaptabilidade visando imersão.

1) Habilidade: a capacidade dentro de um jogo é influenciada pela posição de um jogador dentro da curva de aprendizado do jogo. A curva de aprendizado é a condição uma condição do *design* do jogo. A capacidade do jogador também é influenciada pelo conhecimento dos padrões de *design* do jogo (COWLEY e CHARLES, 2016).

Um jogador que é fluente com um padrão de *design* particular, como o padrão de um FPS, pode ter um nível de habilidade mais alto ao começar a jogar do que um jogador que não está familiarizado. Aprendizagem e habilidade estão relacionadas em termos de processamento de informações.

Muitos jogadores tendem a processar informações do mundo do jogo, tentando equilibrar a complexidade desse ambiente com a complexidade cognitiva interna. A

complexidade do jogo vem de seu esquema de controle, narrativa, objetivos, adversários e outros elementos desse tipo; enquanto a complexidade cognitiva refere-se à habilidade dos jogadores de aceitar tudo e reagir, habilitado através da experiência anterior da forma ou habilidade inata. Portanto, um equilíbrio entre os dois é desejado (Bjork e Holopainen, 2005).

Se o jogo não fornecer um desafio ou interesse suficiente, o jogador será deixado livre e perderá a motivação. Assim, diz-se que o desequilíbrio negativo leva a confusão e ansiedade; e o desequilíbrio positivo leva ao tédio e apatia. De um lado, o jogador aprende o sistema do jogo e (ou) a narrativa, tentando superar os desafios pela aplicação da habilidade de experiência. Por outro, o jogo tenta manter seu “fator novidade”, adaptando-se ao nível de habilidade atual do jogador.

Portanto, se o alvo é adaptação a um jogador humano, o primeiro requisito de um sistema automatizado de IA adaptativa é a mimetização da experiência do jogador. Isso significa ser capaz de acompanhar a aprendizagem inevitável do jogador do sistema de jogo. Uma vez que esse requisito seja cumprido, o sistema pode ser ajustado para fornecer diferentes níveis de dificuldade, tipos de experiência, etc (COWLEY e CHARLES, 2016).

2) Aprendizagem: aprender é um aspecto fundamental do jogo e o fato de aprender implica a necessidade de alguma forma de ensino. No mínimo, podemos dizer que existe um processo didático inerente à forma como o conteúdo do jogo está estruturado de modo que o jogador possa aprender sem ser superado ou desanimado (COWLEY e CHARLES, 2016).

Em um jogo padrão, projetar como essa estrutura é revelada durante o jogo é o trabalho do desenvolvedor do jogo, já em um jogo com IA adaptativo, o sistema é forçado a lidar com o aprendizado do jogador, talvez por restrição a um espaço de possibilidades determinado. Controlar o ritmo de aprendizagem (ou domínio) dos jogadores é parte integrante do design de um jogo, pois a qualidade da experiência de jogo depende disso.

3) Estilo de personalidade e interação: o ato de jogar exige uma atitude em relação ao jogo que é uma personalidade, mesmo no caso de agentes de AI, onde a "atitude" só seria atribuível à observação por humanos. O ato de jogo requer compromisso com um curso de ação que termina com um resultado investido, ganhando ou perdendo sendo o tipo de resultado mais comum. O compromisso de um jogador e seu estilo particular em realizar as ações de jogo contribuem para a personalidade do seu jogo (COWLEY e CHARLES, 2016).

Estilo de jogo é usado para encapsular todos os diferentes jogadores em sua abordagem para desempenhar tarefas. Como com qualquer forma de personalidade, uma personalidade de jogo não deve ser pensada como estática, mas sim contextualizada e relativa. Requer monitoramento constante, com um modelo de jogador dinâmico.

4. Conclusões

A adaptação do jogo com base em uma métrica fixa do desempenho do jogador ignora a oportunidade de refinar as IAs adaptativas com base em tipos de jogadores. Mais especificamente, este é um grande problema com o DDA, visto que o ajuste da

difficuldade ajusta o desafio do jogo, e uma diferença entre os tipos (em muitas das tipologias de jogadores existentes) é seu nível de desafio preferido (COWLEY e CHARLES, 2016). Novos sistemas de IAs adaptativas devem, cada vez mais, lidar com um grande obstáculo: os jogadores variam em quanto desafio querem enfrentar enquanto a DDA suaviza o desafio.

Em outras palavras, alguns jogadores querem ser desafiados além de suas habilidades atuais e, assim, crescer em habilidade para enfrentar o desafio, repetindo seções do jogo várias vezes até o superarem por completo. Num outro extremo, alguns jogadores querem se divertir, aproveitar o mundo do jogo e narrativa oferecida, sem ser excessivamente desafiado.

Assim, os indicadores sutis do tipo de um jogador podem estar em sua abordagem para jogar, não em sua habilidade. A adaptação do jogo passa então a funcionar com base na avaliação do tipo do jogador, envolvendo a mudança do foco do jogo em geral, abrangendo mudanças coesivas em dificuldade, estrutura de recompensas, estética e assistência automatizada.

Um jogador se aproxima de um jogo da perspectiva única de sua própria história de jogo e personalidade e, além disso, os jogadores variam fundamentalmente em estilos de processamento de informações. Assim, basta reiterar que existe um vínculo entre os estilos de interação que caracterizam as pessoas e os padrões que se repitam ao longo do design do jogo, tendo em vista consistência para maior imersão, e isso não é por acaso, visto que jogos digitais são artefatos humanos projetados para mentes humanas (COWLEY e CHARLES, 2016).

Referências

- B. U. Cowley e D. Charles, “Adaptive Artificial Intelligence in Games: Issues, Requirements, and a Solution through Behavior-based General Player Modelling”, 2016, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 26(2), pp. 257-306.
- S. Bakkes, P. Spronck, J. van den Herik, “Rapid Adaptation of Video Game AI”, *IEEE Symposium On Computational Intelligence and Games*, 2008. CIG '08.n
- G. Pihlgren ; M. Nilsson ; M. Larsson ; O. Olsson ; T. Foughman ; V. Gustafsson, “Realistic NPCs in Video Games Using Different AI Approaches”, 2016.
- G. N. Yannakakis, “Game ai revisited,” in *Proceedings of the 9th Conference on Computing Frontiers*, ser. CF '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 285–292.
- L. N. Taylor, “Video games: Perspective, point-of-view, and immersion,” 2002, dissertação de mestrado, Graduate Art School, University of Florida, U.S.A.
- R. Laursen and D. Nielsen, “Investigating small scale combat situations in real-time-strategy computer games,” 2005, dissertação de mestrado, Department of computer science, University of Aarhus, Denmark.
- L. Liden, *AI Game Programming Wisdom 2*. Charles River Media, Inc., Hingham, MA, 2004, ch. Artificial Stupidity: The Art of Making Intentional Mistakes, pp. 41–48.

- J. Togelius, G. Yannakakis, K. Stanley, and C. Browne. Search-based Procedural Content Generation: A Taxonomy and Survey. *Computational Intelligence and AI in Games*, IEEE Transactions on, (99):1–1, 2011.
- K. Salen and E. Zimmerman, *Rules of play : game design fundamentals*. London: MIT, 2004, vol. 1st.
- S. Bjork and J. Holopainen, "Patterns in game design. Hingham, Massachusetts: Charles River Media, 2005