

1 Introdução

A Inteligência Artificial (IA) vem tendo um papel muito importante no sucesso ou na falha de jogos eletrônicos (Howland, 2003). Nos últimos anos, a indústria de jogos teve um grande crescimento, graças ao surgimento de placas gráficas poderosas. Estas placas disponibilizam cada vez mais recursos aos desenvolvedores, proporcionando gráficos com alto realismo e pouco custo para *Central Processing Unit (CPU)*. Este pouco custo de processamento na *CPU* é justificado pela transferência de grande parte do processamento gráfico para a *Graphics Processing Unit (GPU)* na placa gráfica. Este fato possibilita a utilização da *CPU* para outros propósitos, como cálculos de física e inteligência artificial (Woodcock, 1999). Um ambiente virtual, apesar de ter um apelo visual forte, através de gráficos super realistas, torna-se pouco interessante havendo a falta de algo dinâmico e comportamental (Aylett *et al.*, 2001). Este aspecto comportamental pode ser enriquecido aplicando-se técnicas de inteligência artificial nos elementos dos jogos.

Personagens Autônomos (*Autonomous characters*), também referenciados na literatura com o nome de Personagens Sintéticos (*Synthetic Characters*), são um tipo de agentes autônomos que tem sido muito utilizado na animação computadorizada e em meios interativos como jogos e realidade virtual. Normalmente estes agentes representam personagens em uma história e têm algumas habilidades para improvisar as suas ações (Reynolds, 1999). Um precursor deles é o bastante conhecido *Tamagochi* (Filho, 2002). Estes personagens são autônomos, apresentam personalidade, emoções e possuem motivação própria. A utilização destes personagens tem revelado uma nova tendência para representar os *NonPlayer Characters (NPC)* em jogos. Os *NPCs* representam todas as entidades de um jogo que não são controladas pelo jogador.

O desenvolvimento e o estudo sobre personagens autônomos têm se mostrado um ramo de pesquisa bastante promissor, envolvendo as áreas de entretenimento e inteligência artificial (Blumberg e Kline, 1999). Esses

personagens, por possuírem propriedades como emoções e personalidade, transmitem “ilusão de vida” a usuários de aplicações educacionais, jogos e de histórias interativas, aumentando o nível de engajamento, motivação e interatividade do usuário.

A utilização de técnicas de inteligência artificial em jogos tem tido como principal objetivo fazer que os elementos dos jogos, como os *NPCs*, exibam atributos *life-like* e que “aparentem” serem inteligentes (Johnson e Wiles, 2001). Não necessariamente essas técnicas são empregadas para reproduzir o raciocínio humano.

Muitos jogos têm adotado a utilização de *NPCs* representados por agentes reativos, devido ao baixo custo de processamento. Apesar de haver *NPCs* bem complexos usando esta abordagem, pouco era ouvido sobre agentes deliberativos. Mas recentemente está se verificando uma tendência na utilização de agentes deliberativos em jogos. Um exemplo de sucesso é o jogo *Black&White-B&W*, desenvolvido pela empresa *Lionhead Studios*, descrito como um dos maiores passos na arte de desenvolvimento de jogos. Grande parte do sucesso deste jogo está no sistema de inteligência artificial implementado (Walle, 2002). O estilo de arquitetura de inteligência artificial do *B&W* tem sido referido como "IA do tipo *Black&White*" pela literatura recente (Woodcock, 2001).

B&W é considerado como um jogo de estratégia incluído no gênero de simulação. A idéia do jogo está no fato do jogador ser considerado um Deus, e ter o controle do destino de um mundo. Os habitantes deste mundo fazem pedidos através de orações, e estes pedidos determinam as missões que o jogador deve realizar. O jogador pode querer, ou não, ajudar os habitantes, ou ainda pode querer ser um tipo de Deus cruel ou bom (Lionhead, 2003; Johnson, 2001).

No *B&W* o jogador interage com um personagem autônomo que tem a forma de uma criatura (ver **Figura 1**), representada por um agente deliberativo, que vai ajudá-lo a cuidar dos seus deveres. Esta criatura é capaz de fazer várias tarefas, mas é preciso que o jogador ensine. Os ensinamentos podem ser, por exemplo, ajudar os habitantes a carregar madeira, alimentos, ou protegê-los contra inimigos, entre outras ações. A criatura não é apenas um brinquedo, mas sim, um valioso ajudante, se treinado adequadamente.



Figura 1. Criatura do jogo *Black&White* (Lionhead, 2003).

Outra linha de pesquisa que vem obtendo bastante prestígio no ambiente de jogos está relacionada com o controle de grupos de *NPCs*, também conhecida como *Team AI*. Possui algumas características de sistemas multiagentes, sendo que os tipos de agentes envolvidos normalmente são reativos. Pouco se tem visto em relação a agentes deliberativos. Por haver esta interação de *NPCs* em grupo, surgem outros temas de pesquisa relevantes, como o estudo da comunicação entre estas entidades. A comunicação feita na interação desses agentes normalmente segue a especificação de alguma linguagem ou protocolo. Atualmente existem esforços para criar linguagens que permitam uma padronização na comunicação entre agentes. Há duas linguagens em destaque sendo desenvolvidas: *Knowledge Query and Manipulation Language (KQML)* e a *Agent Communication Language (ACL)*. Ambas possuem similaridades na estrutura e estão se tornando cada vez mais parecidas à medida que se pretende padronizar esta comunicação entre agentes.

Como mencionado anteriormente, pouco se tem visto sobre a utilização de agentes deliberativos em jogos que utilizam *Team AI*. Personagens do tipo *Black&White* são, sem dúvida, um ótimo exemplo de agente deliberativo utilizado em jogos. E não há muitas referências sobre o funcionamento da arquitetura de inteligência artificial do *B&W*; as poucas que estão disponíveis abordam mais os temas relacionados com as técnicas de aprendizado empregadas. Desta forma é justificável um trabalho que abra esta arquitetura, estude os mecanismos internos,

e que proponha adaptações para que seja possível a troca de informações entre as entidades que a utilizem.

1.1. Objetivos

Este trabalho apresenta uma simulação simplificada da interação de duas ou mais criaturas que utilizam a arquitetura usada no jogo *B&W*. O trabalho em torno desta simulação consiste em estudar a arquitetura e sugerir adaptações para que seja possível a troca de informações entre as criaturas que estão utilizando-a. Nesta simulação as criaturas comunicam-se entre si para trocar informações com o objetivo de satisfazer os desejos delas. Entre os desejos possíveis, há um desejo forte em comum: agradar o jogador. A comunicação é feita através de um protocolo simples inspirado na linguagem *KQML*, sem pretender ser um protocolo abrangente. Estas adaptações a jogos do tipo *B&W* não estão relatadas na literatura e se constituem numa contribuição original deste trabalho.

1.2. Trabalhos Relacionados

Como os trabalhos envolvendo este assunto, isto é, interação de agentes deliberativos em jogos, ainda são pouco divulgadas no ambiente de jogos, a presente seção apresenta os trabalhos mais acadêmicos. Uma ênfase é dada para os desenvolvidos por grupos de pesquisa que estão mais relacionados com o tema em torno dos personagens autônomos. Não há trabalhos semelhantes ao da presente dissertação.

Talvez o trabalho acadêmico mais expressivo, sobre modelagem cognitiva, com um foco voltado para jogos eletrônicos, é o de Funge (1999). Neste trabalho é criada uma linguagem chamada *Cognitive Modelling Language (CML)*, que tem como base todo um formalismo lógico e utiliza um interpretador próprio. Através desta linguagem são especificados comportamentos de personagens que habitam ambientes de jogos. Uma das aplicações da CML está no comportamento de um mergulhador que se esconde atrás de obstáculos para se defender de um tubarão. Mas esta abordagem apresenta problemas de desempenho em tempo real, o que ainda a torna pouco atraente para a indústria de jogos. Em (Funge e Shapiro,

2000), há uma discussão sobre a utilização desses modelos cognitivos em um ambiente multiagente. Funge e Shapiro (2000) comentam sobre as características que uma linguagem deveria ter para poder especificar um jogo onde os personagens possam atribuir estados metais para outros personagens, a eles mesmos ou até ao jogador. Mas ainda há o problema de garantir o desempenho deste tipo de aplicação em tempo real. São relatadas sugestões para tentar contornar este problema, como a utilização de um sistema reativo quando o sistema cognitivo não conseguir encontrar respostas em um tempo viável.

Entre os vários grupos de pesquisa que realizam trabalhos relacionados com o estudo para desenvolver personagens autônomos, estão o *Synthetic Character Group* (<http://characters.www.media.mit.edu/groups/characters/>), o grupo pertencente a empresa *Cyberlife* (<http://www.cyberlife-research.com/company/>), o da *Carnegie Mellon School* (<http://www-2.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/oz/web/>) e o grupo ICAD da Universidade PUC-Rio (www.icad.puc-rio.br).

O *Synthetic Character Group*, liderado por *Bruce Blumberg*, realiza projetos de pesquisa que partem da observação da realidade a um nível relativamente elevado. E que permitem a criação de criaturas autônomas, conforme as suas semelhantes na natureza. A inspiração acontece ao nível da observação do comportamento. Um dos projetos de sucesso realizado, envolve o desenvolvimento de um cachorro virtual chamado *Duncan* (ver **Figura 2**), que pode ser treinado para realizar tarefas. Este treinamento é feito através de técnicas utilizadas em treinamento de cachorros reais (Burke *et al.*, 2001). Outro projeto significativo envolve dois personagens autônomos representados por um guaxinim e uma galinha. O guaxinim tem como objetivo pegar os ovos da galinha e esta deve procurar proteger o seu ninho. A galinha é controlada por um dispositivo externo (ver **Figura 3**). Este controle é feito através de uma boneca, que através de gestos apropriados, realiza ações como cacarejar, dar um pontapé, entre outras (Johnson *et al.*, 1999). Ambos os projetos, entre outros, mostram o sucesso da utilização de uma arquitetura comportamental chamada “C”, que atualmente está na quarta versão.



Figura 2. *Duncan*, um personagem autônomo representando um cachorro (Burke *et al.*, 2001).



Figura 3. A galinha virtual sendo controlada por um dispositivo externo (Johnson *et al.*, 1999).

O grupo de pesquisa pertencente à empresa *Cyberlife* é responsável pela criação de uma tecnologia de vida artificial utilizada na série de jogos *Creatures* e em algumas aplicações militares. As pesquisas deste grupo buscam inspiração na biologia animal, analisando a célula, depois o tecido, depois o órgão, depois o sistema e por último a criatura, buscando assim recriar o comportamento emergente proveniente da interação dessas partes. No jogo *Creatures*, as criaturas chamadas *Norns* (ver **Figura 4**) usam redes neurais para aprendizagem e

sensoriamento, além de uma bioquímica artificial para metabolismo energético e regulamentação hormonal de comportamento (Grand *et al.*, 1996).

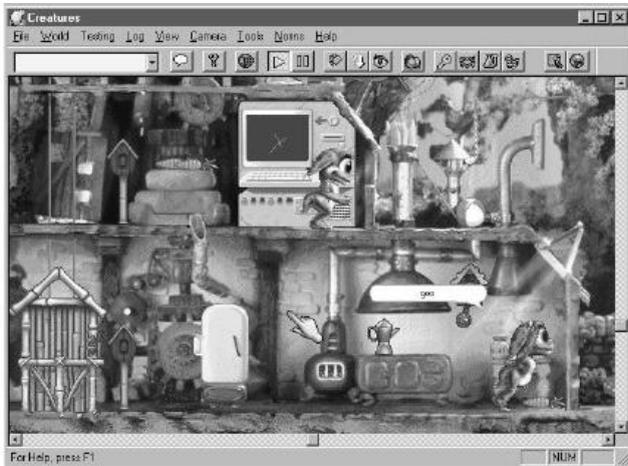


Figura 4. Criaturas do jogo *Creatures* (Grand *et al.*, 1996).

No *Carnegie Mellon School of Computer Science* há um projeto chamado *Oz Project*, que atualmente está inativo, mas a idéia deste projeto está em realizar representações de dramas, interpretados por personagens virtuais autônomos que exibem atributos como personalidade, emoções, motivações e comportamentos sociais. Este projeto está mais focalizado na riqueza das personalidades dos personagens. Os agentes utilizam uma arquitetura chamada *Tok*. Composta por um modelo de percepção; modelo de ação; modelo de emoção; e propriedades comportamentais (Mateas, 1997).

Alguns trabalhos do grupo ICAD|IGames tratam de personagens autônomos (Feijó e Costa, 1993), agentes emocionais (Costa e Feijó, 1996) e agentes em ambientes ligados por rede (Swarzman, Feijó e Costa, 2001).

A utilização de *Team AI* no contexto de jogos têm sido bastante explorada, em (Sterren, 2002a; Sterren, 2002b) é apresentada uma classificação e esquematização para a organização dos membros de um grupo de agentes reativos. Esta classificação engloba duas formas de controle: centralizado e descentralizado. Existem também trabalhos que apresentam estratégias que utilizam a extração de características do ambiente (Lidén, 2001; Forbus, 2001) para facilitar a tomada de decisões em uma *Team AI*, por exemplo, determinar previamente lugares com pouca visibilidade no cenário do jogo para serem usados como refúgios em situações críticas.

1.3. Descrição da Dissertação

A dissertação está dividida em 8 capítulos. No Capítulo 2 são definidos os conceitos sobre agentes e multiagentes e uma contextualização desses assuntos no tema de jogos. No Capítulo 3 são apresentadas as técnicas de aprendizado utilizadas em jogos até o momento, e uma discussão sobre a real necessidade dessas técnicas. No Capítulo 4 são apresentados os conceitos sobre o que é a arquitetura de agentes deliberativa chamada *Belief, Desire and Intention (BDI)*. No Capítulo 5 é explicada a arquitetura de IA do jogo *B&W*, enfatizando as técnicas utilizadas para aprendizado de máquina. No Capítulo 6 são apresentados conceitos sobre os assuntos que envolvem comunicação entre agentes. No Capítulo 7 são apresentadas as decisões tomadas para a implementação da simulação proposta. E, finalmente, no Capítulo 8 está a conclusão sobre os resultados obtidos e as sugestões para trabalhos futuros. Há um apêndice com informações sobre uma técnica de geração de terrenos utilizando mapas de alturas que foi utilizada na implementação deste trabalho.