

Tomada de Decisão aplicada à Inteligência Artificial em Serious Games voltados para Saúde

Alana M. de Moraes¹, Azuila da S. Sousa², Liliane dos S. Machado³, Ronei M. Moraes⁴

^{1,2,3,4}Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística, LabTEVE, UFPB.

alana_labteve@yahoo.com.br; azuila_sousa@hotmail.com; {liliane@di; ronei@de}.ufpb.br

Abstract. *Increasingly, decision-making wins in games as important ally in the construction of knowledge. This article aims to present a bibliography on the decision-making aspect of the game called Serious Games. With a special focus towards the Serious Games field of Health evaluating the types of Artificial Intelligence (AI) implemented and its main characteristics.*

Resumo. *Cada vez mais a tomada de decisão ganha relevância nos jogos eletrônicos como aliada na construção do conhecimento. Este artigo pretende apresentar um levantamento bibliográfico sobre o processo de tomada de decisão na vertente de jogos denominada Serious Games. Com enfoque especial aos Serious Games voltados para área de Saúde. Avaliando os tipos de Inteligência Artificial (IA) implementadas e suas principais características.*

Palavras-chave: *jogos sérios, tomada de decisão, jogos na saúde, inteligência artificial*

1. Introdução

Os jogos por desenvolverem habilidades como memória, atenção e raciocínio deixaram de fazer parte apenas do lazer e hoje são considerados importantes ferramentas no processo de aprendizagem conceitual, no treinamento de tarefas específicas e na avaliação de desempenho do jogador. Ressalta-se que, na literatura, há diversos exemplos do uso de jogos em áreas distintas do conhecimento, dentre estas podemos citar a sua utilização:

- No auxílio à aprendizagem matemática como as citadas por Moraes et al. (2008);
- No treinamento de bombeiros no combate de armas químicas (HazMat: Hotzone¹);
- Em simuladores do mercado financeiro (Forex Trader²);
- Na administração de equipes de futebol (FutSim³);
- Em campanhas de cunho político (Peace Maker⁴) e
- Em campanhas publicitárias.

Podemos elucidar várias classificações para os jogos, cada uma levando em consideração um aspecto discriminante para distinguir os grupos, como: objetivo, enredo, faixa etária e gênero. Contudo,

¹ HazMat: http://www.etc.cmu.edu/projects/hazmat_2005/screenshots.php?page=0

² Forex Trader: http://ababasoft.com/flash_games/forex01.html

³ FutSim: <http://www.futsim.com.br/>

⁴ Peace Maker: <http://www.peacemakergame.com/>

evidencia-se aquela que aborda como elemento mais relevante o objetivo do jogo. Neste contexto, Derryberry (2007) ilustrou os seguintes grupos: jogos sérios (*serious games*), jogos casuais (*casual games*) e os jogos publicitários (*advergimes*). Os jogos casuais são aqueles desenvolvidos apenas com o intuito de entreter o usuário. O aprendizado neste caso pode ocorrer, mas será um subproduto ao invés de um resultado intencional. Por exemplo, Counter Strike e Winning Eleven. Os jogos publicitários são usados para promover um produto, marcar ou campanha. Por exemplo, o jogo Ayiti: The Cost of Life⁵, disponibilizado pela Unicef, tem como objetivo mostrar as dificuldades na tomada de decisões cotidianas de uma família pobre na zona rural do Haiti. Concomitantemente, os *serious games* que têm como característica ensinar aspectos específicos de disciplinas, ou simplesmente treinar habilidades operacionais e comportamentais podendo, ainda, assumir qualquer gênero, de aventura até corrida segundo Muratet et al. (2009). Machado et al. (2009) observaram que durante a fase de concepção deste grupo de jogos não se limita a elaboração de gráficos de qualidade e de um enredo bem elaborado, há nestes aplicativos a preocupação em transmitir conhecimento aos jogadores, ou seja, existe um planejamento pedagógico.

De acordo com Machado, Moraes e Nunes (2009), as dificuldades para obter materiais, treinamento de pessoal e validação de produtos, como também, a necessidade de novas abordagens para reabilitação e ensino de hábitos saudáveis, têm sido as principais motivadoras da utilização dos jogos como um importante instrumento do ensino, treinamento e simulação para a saúde, beneficiando profissionais e pacientes. Os Serious Games para a saúde são concebidos para entreter jogadores, ao mesmo tempo em que tentam modificar alguns aspectos do comportamento da sua saúde. Através de pesquisas regidas por Johnsen et al. (2007), comprovou-se que o aprendizado torna-se efetivo quando os jogos virtuais são utilizados para fins de educação e treinamento, além de haver eficaz transferência do conhecimento adquirido para ambientes reais. Estes jogos são repletos de situações em que o jogador depara-se com a tomada de decisão para apreender uma lição ou vivenciar uma experiência. Um jogo é um modelo teórico de conflitos de interesse, e nele estão definidos os possíveis resultados e decisões para cada jogador. Segundo David (2006), um indivíduo participante de um jogo deve escolher uma entre várias alternativas, de acordo com sua preferência, aquela em que obterá o melhor resultado possível. Neste artigo será realizado um levantamento bibliográfico acerca da tomada de decisão presente nos Serious Games voltados para área de saúde. Avaliando os tipos de Inteligência Artificial (IA) implementadas e suas características.

2. Referencial Teórico

Para abordar os métodos de tomada de decisão mais relevantes no nosso estudo, serão elucidados alguns conceitos, relacionados aos jogos eletrônicos, importantes neste trabalho.

2.1. Inteligência Artificial nos jogos

A inteligência artificial (IA) é um segmento da ciência da computação que propõe diversas técnicas e recursos no desenvolvimento de programas inteligentes, ou seja, programas capazes de tomar uma decisão semelhante ao humano [Bottino e Laurentini 2001]. Podemos ainda definir IA, de acordo com Millington (2006), como a capacidade de programar o computador para desempenhar tarefas que o pensamento humano e animal são capazes de fazer naturalmente. Apenas recentemente, com o surgimento do computador moderno, é que a IA ganhou meios e massa crítica para se estabelecer como ciência integral, com problemáticas e metodologias próprias. O termo IA está associado, geralmente, ao

⁵ Ayiti: The Cost of Life: http://www.unicef.org/voy/explore/rights/explore_3142.html

desenvolvimento de sistemas especialistas. Tais sistemas são baseados em conhecimento e, construídos, principalmente, com regras que reproduzem o conhecimento do especialista, sendo utilizados para solucionar problemas em domínios específicos. Lent (1999) afirma que à medida que os jogos se tornam mais complexos e os consumidores exigem personagens e oponentes mais realistas controlados por computador, os programadores são obrigados a colocar maior ênfase no desenvolvimento da IA de seus jogos. Plemenos e Miaoulis (2009) elencaram as principais características dos programas de IA, são elas:

- o **Manipulação de conceitos.** São capazes de processar conceitos e não apenas dados numéricos;
- o **Uso de heurísticas.** Frequentemente utilizam métodos heurísticos para resolver problemas em que nenhuma solução pode ser obtida através de algoritmos conhecidos. Estes métodos não garantem que a melhor solução será encontrada, mas oferece uma probabilidade elevada de encontrar uma boa solução.
- o **Representação do conhecimento.** Diferentemente dos outros programas, o conhecimento em programas com IA é representado de forma explícita.
- o **Pode permitir dados imprecisos.** Dependendo do método de tomada de decisão adotado suporta dados imprecisos ou incompletos.
- o **Permitem múltiplas soluções.** Quando um dado é impreciso, a resolução do problema pode ser dada de diversas maneiras.
- o **Capacidade de aprender.** Sistemas Inteligentes devem integrar mecanismos de aprendizado da máquina, a fim de ter raciocínio o mais próximo da capacidade humana.

A IA nos jogos, também conhecida como Game AI, normalmente abrange o comportamento e o processo de tomada de decisão dos adversários não jogáveis (os Non-Player Character ou NPC). A geração atual de jogos combina ambientes gráficos ricos e realistas com simulações complexas, além de processar em tempo real decisões rápidas e inteligentes [Rhalibi et al. 2009]. As técnicas de IA permitem a construção de um programa no qual cada parte representa uma etapa independente e identificável em direção à solução de um problema ou do conjunto deles. Levine et al. (1986) explicita cada etapa como uma informação na mente de uma pessoa e se aquela informação for contestada, a mente poderá automaticamente ajustar seu pensamento para acomodar um novo conjunto de fatos. Segundo Bourg e Seemann (2004) podemos dividir as técnicas em dois grupos: determinísticas e as não-determinísticas. As determinísticas são previsíveis, fáceis e rápidas de implementar. Contudo esta previsibilidade restringe a jogabilidade, pois após algumas iterações o jogador perceberá quais serão os próximos estados e eventos. As técnicas não-determinísticas facilitam a aprendizagem e proporcionam uma jogabilidade imprevisível. Porém, durante a implementação é difícil depurar os erros e testar eventos específicos comparado aos determinísticos. Machado et al. (2009) divide os tipos de game IA de acordo com sua atuação em dois níveis: controle de nível superior e o controle de nível inferior, este se refere as decisões relacionadas ao enredo e aquele a decisões descentralizadas nos NPCs.

Deste modo, iremos classificar as técnicas de acordo com a influência da Game IA nos jogos. Destacando às seguintes metodologias: Máquinas de Estado Simples, Máquinas de Estado Fuzzy, Redes Bayesianas e as Redes Neurais.

2.2 Serious Games na Saúde

A Informática na Saúde cada vez mais se utiliza de novas ferramentas e tecnologias da computação, como é o caso da Inteligência Artificial, Realidade Virtual, Multimídia e Internet. Ainda não sendo suficiente o uso de tais ferramentas e tecnologias, atualmente, busca-se a associação das mesmas, com o objetivo de obter maior precisão e utilidade das informações médicas manipuladas. Neste contexto ganha relevância a linha de jogos educacionais.

O termo Serious Games é designado para os jogos computacionais que tenham a finalidade metodológica de transmitir conhecimentos científicos e/ou culturais a estudantes e profissionais, como também, permitir o aprimoramento de técnicas através da prática virtual. Este tipo de jogo tem contribuído de forma significativa e, cada vez mais, está sendo adotado como ferramenta no âmbito científico, cultural e, nos últimos anos, ganha impacto entre os profissionais da saúde. Assim, a saúde tem sido um dos setores mais favorecidos em termos de treinamento com os serious games. De acordo com Thompson et al. (2008), estes jogos são exemplos de mediadores capazes de proporcionar ao jogador imersão, atenção, conhecimento funcional, definição de objetivos, auto-controle, tomada de decisão, auto-eficácia, motivação interna e os sentimentos de competência e autonomia. Podem promover a aprendizagem ativa por desconstruir a experiência, explorando alternativas e respostas, ligando observações e experiências no mundo virtual para o mundo real. Como os Serious Games são projetados não apenas para entreter jogadores, uma vez que educam, treinam ou mudam comportamento, os jogos para a saúde têm como propósito a prevenção e a gestão de doenças (Stokes 2005).

Os Serious Games necessitam de um planejamento e de uma equipe multidisciplinar na sua construção. Diversas áreas do conhecimento trabalham de forma interdisciplinar com a indústria dos jogos sérios. Neste contexto, podemos destacar as várias utilidades destes aplicativos na área da saúde. Por exemplo, novas abordagens para reabilitação e hábitos saudáveis, intuito educacional e como ferramentas para treinamento cirúrgico ou simulações clínicas são destacados por Michael e Chen (2006). Com o intuito educacional podemos citar o *The Amazing Food Detective*⁶, ilustrado na figura 3, cujo foco é ensinar crianças a se alimentar de forma adequada, e o *Amateur Surgeon*⁷, ilustrado na figura 2 que ilustra alguns procedimentos médicos que devem ser tomados em situações de emergência. Seguindo a linha de simulação clínica podemos citar o *JDoc*, ilustrado na figura 4, citado por Sliney et al. (2008) que tem como objetivo familiarizar médicos recém-formados com a rotina estressante de um hospital. Na área de treinamento, destacamos o projeto *Sonocard*⁸, ilustrado na figura 1, desenvolvido para ensinar técnicas relacionadas à ultra-sonografia cardíaca, patologias cardíacas adultas e seu procedimento correspondente de ultra-sonografia diagnóstica.

⁶ The Amazing Food Detective: <http://members.kaiserpermanente.org/redirects/landingpages/afd/>

⁷ Amateur Surgeon: <http://games.adultswim.com/amateur-surgeon-twitchy-online-game.html>

⁸ Sonocard: [<http://demo.entec.de/sonocard>]

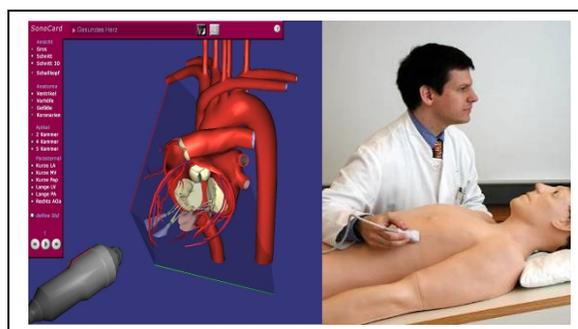


Figura 1 - Sonocard



Figura 2 - Amateur Surgeon



Figura 3 - The Amazing Food Detective



Figura 4 - JDoc

3. Serious Games e Métodos de Tomada de Decisão

A cada ato da vida, seja pessoal ou profissional há uma consequência, e a cada decisão tomada, um resultado. Portanto, a responsabilidade de saber tomar decisões é imensa no âmbito profissional, e é primordial para o exercício efetivo da profissão. De acordo com Buckingham (2005), os procedimentos de escolha por uma determinada decisão é particularmente difícil porque a grande maioria das decisões clínicas emprega padrões de conhecimento ou combinações variadas de conhecimento. Mesmo que em dado instante uma decisão correta tenha sido tomada usando a informação disponível daquele

momento, ela ainda pode levar a resultados indesejáveis meramente devido a fatores probabilísticos. Porém, a experiência profissional, determinado pelo padrão de conhecimento pessoal, no processo de tomada de decisão pode aumentar ainda mais a chance da obtenção de resultados desejáveis.

Para que o Serious Games seja realizado de forma eficaz faz-se necessária a utilização de domínios de conhecimento, que possam contribuir substancialmente para uma prática mais coerente com a natureza holística da profissão. Entretanto, para tomar uma decisão, Marques et al. (2005) ressalta que o clínico deve fazer uso de conhecimentos complexos e que precisam ser considerados no contexto da prática clínica. O meio no qual tais decisões ocorrem é envolvido por fatores diversos que colaboram para uma apresentação de resultados imprecisos e inexatos, ficando, por vezes, difícil o acesso ou consulta à base de conhecimento dentro de um período adequado de tempo. Os autores supracitados consideram ainda que as ferramentas computacionais construídas para uma área de domínio específica podem apoiar ou facilitar o processo de tomada de decisão em situações clínicas. Considerando-se que algumas situações da prática clínica são permeadas por dados cuja natureza ou é ambígua ou imprecisa, a Lógica Fuzzy (LF) providencia a possibilidade de manipulação destes dados através de uma abordagem de relativa facilidade para auxiliar o processo de decisão (Zadesh, 1965).

Ainda conforme afirmam Marques et al. (2005), a teoria da Lógica Fuzzy (LF) vem infringir as suposições paradigmáticas mencionadas pela lógica formal ao apresentar o conceito de dualidade, o qual estabelece que algo pode e deve coexistir com o seu oposto, fazendo a lógica nebulosa (fuzzy) parecer natural. A LF, com base na teoria dos conjuntos nebulosos (Fuzzy-sets) tem se mostrado mais adequada para tratar imperfeições da informação do que a teoria das probabilidades. Semanticamente, uma distinção entre probabilidade e LF está na afirmação de uma probabilidade para um evento ocorrer ou não, sendo que afirmar com a LF quando um evento ocorre ou não, é inequívoco. Para Kantowitz (1997), a LF consiste em uma ferramenta que pode aproximar a decisão computacional da decisão humana, apanhando informações vagas, em geral descritas em linguagem natural, e convertendo-as em um código de fácil manipulação pelo computador, tornando as máquinas mais capacitadas a este trabalho. Na LF muitas das experiências humanas não podem ser classificadas como verdadeiras ou falsas, sim ou não, uma vez que os significados dos comportamentos e respostas humanas para a saúde e doença, por exemplo, não podem simplesmente ser explicados com o preto ou branco, diferentemente da lógica clássica trata de valores "verdade" das afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas.

De acordo com Beltrão, Schmitt e Dias (2002) outra ferramenta que pode representar uma probabilidade através do relacionamento entre proposições ou variáveis sempre que esta relação envolve incerteza ou imprecisão é a rede bayesiana, que irá representar o conhecimento de forma modular repassando a probabilidade de uma situação para outra de forma que o usuário facilmente poderá identificar com perfeita visualização dos relacionamentos envolvidos. As Redes Bayesianas foram desenvolvidas no início dos anos 80 para facilitar a tarefa de predição e "abdução" em sistemas de IA (Pearl, 1998). Segundo Cox (2005), os conhecimentos dos quais se dispõem em um sistema costumam ser incompletos e com diversas fontes de incerteza. Em contrapartida a comunidade de IA reconheceu a necessidade de raciocinar probabilisticamente, pois os primeiros sistemas computacionais para suporte à decisão que foram construídos a partir dos anos 60 eram voltados para o problema da diagnose, que tratavam a incerteza aplicando um formalismo matemático restritivo e abrangente denominado Teorema de Bayes. Essa teoria mostra uma maneira de calcular a probabilidade de um evento em particular, dado algum conjunto de observações que se tenha feito [Russell 2004].

Outra valiosa ferramenta para o auxílio da Tomada de Decisão é o sistema de Redes Neurais Artificiais (RNA) que surgiu como uma área da informática cujo objetivo básico era criar modelos artificiais do cérebro humano, de forma a permitir que computadores "reproduzam pensamentos". Em outras palavras, uma RNA é, basicamente, um modelo não paramétrico do cérebro humano, afirma Haykin (1994). Porém, estes modelos não pretendem replicar a operação do cérebro, apenas utilizam como inspiração fatores conhecidos sobre o seu funcionamento, visando obter melhores desempenhos na resolução de problemas para os quais métodos tradicionais de computação têm se mostrado inadequados.

Na área médica, a Tomada de Decisão é claramente verificada, principalmente, no que se refere ao diagnóstico. Para tanto, a informática tem sido uma valiosa aliada quanto à coleta, armazenamento, processamento e quaisquer outros tipos de manipulação de informação necessária a um diagnóstico preciso. Sendo assim, sistemas baseados em redes neurais propõem uma ajuda ativa à tomada de decisão. As redes neurais têm duas grandes vantagens em relação às técnicas estatísticas tradicionais: Em primeiro lugar, elas tratam não só dados numéricos, mas também dados qualitativos. Por exemplo, na avaliação de uma empresa, a rede pode levar em consideração até mesmo informações como o estilo de gestão efetuado pela empresa. Em segundo lugar, quanto maior o volume de dados melhor será seu aprendizado, e melhor será a qualidade das previsões. Ela consegue encontrar informações e relações entre os dados que não são possíveis de serem encontradas com técnicas estatísticas convencionais. De acordo com Keller (1998), o uso de sistemas baseados em redes neurais apresenta como vantagens: o fato de ser treinada por exemplos obtidos de forma genérica; é automática; elimina processos de fadiga humana; apresenta rápida identificação e apresenta análises de condições e diagnósticos em tempo real.

Ambrósio (2002) afirma que vários estudos comprovam a eficácia do sistema de RNA no apoio ao diagnóstico do câncer de mama, Alzheimer, tumores de Cérebro, Anemias e doenças pulmonares e, o mais notório é que estes estudos apresentam como resultados, porcentagens com altos índices de acertos nos sistemas analisados.

4. Game AI aplicado aos Serious Games

A maioria dos jogos eletrônicos implementam alguma forma de game AI. Para determinar qual será a técnica de tomada de decisão adotada deve-se avaliar o nível de complexidade do jogo e quais aspectos do mesmo precisarão ser automatizados, visto que na literatura encontramos diversas técnicas de IA que podem ser implementadas. Tal avaliação é realizada durante a etapa de planejamento de um serious game. Nesta sessão do artigo, iremos analisar de forma detalhada o game AI adotado por alguns serious games Open Source. Independente do planejamento pedagógico utilizado, o processo de implantação do game IA é o mesmo em todas as áreas. Os elementos determinantes da IA são: enredo, jogabilidade, personagens etc. Os serious games analisados foram: GeoEspaçoPEC⁹ (Morais, 2009), GeoPlanoPEC¹⁰ e o Silvester¹¹.

A técnica de Máquina de Estados Finita é muito utilizada pelos jogos de computador segundo Machado et al. (2009). Porém muitos autores não a enquadram na categoria de sistemas inteligentes. O GeoEspaçoPEC utilizou tal técnica para o fluxo do jogo. A máquina de estados nada mais é do que um

⁹ GeoEspaçoPEC: jogo educacional voltado para o ensino de Geometria espacial.

¹⁰ GeoPlanoPEC: jogo inteligente voltado para o ensino de geometria plana.

¹¹ Teoria das Evidências Aplicada na Inteligência de um Jogo Educacional do Tipo RPG.

modelo computacional que tem um número finito de estados e, de acordo com um conjunto de entradas/condições, pode mudar de estado. No caso do GeoEspaçoPEC, os estados são os desafios e as transições de estados ocorrem quando o jogador fornece uma resposta. Se o jogador acertar ele passa para o nível seguinte mas, se ele errar, receberá um novo desafio do mesmo nível. No segundo erro em um mesmo nível do jogo o usuário perde. Um caso especial ocorre no estado final do jogo, quando o jogador ganha ao fornecer a resposta correta. Um modelo simplificado da máquina de estados do jogo se encontra na figura 5.

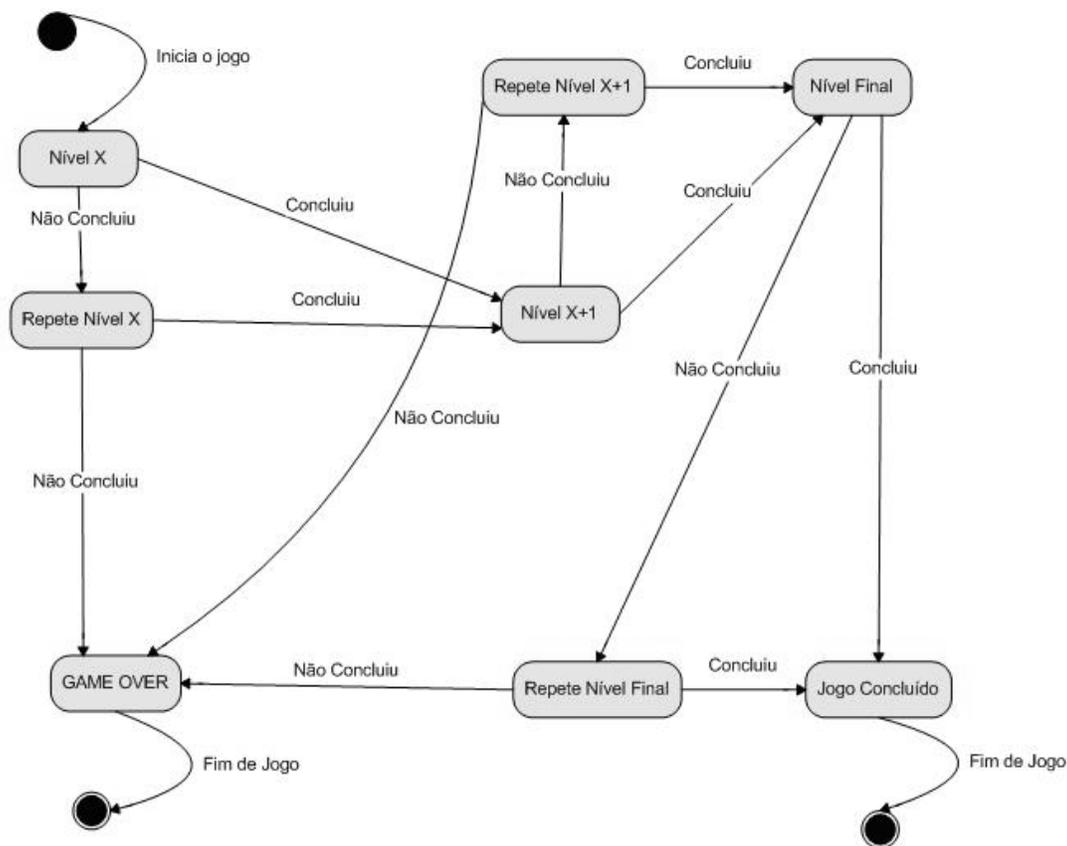


Figura 5- Máquina de Estados Finito do GepEspaçoPEC

No caso do GeoPlanoPEC optou por outra técnica: classificador Naive-Bayes, por ser um método simples e que traz bons resultados em muitos casos. Esse classificador é denominado ingênuo (naive) por assumir que os atributos são condicionalmente independentes, ou seja, a informação de um evento não se relaciona com os outros eventos (Moraes 2008). As Redes Bayesianas constituem um conjunto de métodos que são derivadas dela e, portanto utilizam os mesmos conceitos de cálculo de probabilidade condicional para obtenção de soluções, essas técnicas derivadas da Rede Bayesiana são denominados Classificadores. Em geral são cinco os Classificadores: Naive-Bayes, Tree augmented Naive-Bayes, Bayesian network augmented Naive-Bayes, Bayesian multi-nets e general Bayesian networks (Cheng e Greiner 2001). O GeoPlanoPEC visou explorar os conceitos de área e perímetro em quadrados e retângulos. Estes conceitos são abordados nos 4º e 5º anos do ensino fundamental, quando a geometria plana passa a ser tratada.

Concomitantemente podemos citar também o Silverster, neste serious game o jogador deve usar seus conhecimentos de geografia para ajudar o alienígena (Silverster) a encontrar e reconstruir sua nave

a fim de voltar ao seu planeta. O jogo considera as ações do jogador para perceber se os conceitos estão sendo de fato bem entendidos por ele. O jogo aborda conceitos de densidade, pontos cardeais, intensidade, limiar e tipo de relevo. A inteligência neste caso foi baseada na Teoria de Dempster-Shafer ou Teoria das Evidências, é a distribuição de crenças que por sua vez usa uma estrutura de discernimento, denotada por Ω , definida por um conjunto exaustivo de eventos mutuamente exclusivos. Existem três funções importantes nesta teoria a primeira, chamada massa de probabilidade, a Crença e a Plausibilidade, denotadas respectivamente por m , Cr e Pl (Netto et al. 2008).

4. O que podemos esperar dos Serious Games na Saúde?

O treinamento e educação nas áreas médicas são consideravelmente melhorados dentro de aplicações que usam Realidade Virtual (RV) ou Realidade Aumentada (RA) (Realidade Virtual Aplicada à Medicina, 2006). Os profissionais da saúde perceberam a importância dos Serious Games como ferramenta auxiliar, pois estas podem ser utilizadas: junto aos pacientes como distração durante processos dolorosos, como ferramenta de simulação durante um processo de reabilitação, em intervenções terapêuticas e em ambientes virtuais para melhorar a precisão motora em procedimentos (Michael e Chen, 2006).

Dentro deste contexto, vimos as diversas técnicas que um serious games pode utilizar-se durante a implementação da tomada de decisão na game AI. A gama de possibilidades fez surgir jogos cada vez mais realísticos como: Carmen's Bright IDEAS¹² e o NanoMission¹³. Segundo Machado et al. (2009), num futuro próximo os jogos voltados para saúde deverão está mais inseridos na sociedade, mas para que isto aconteça a criação de ferramentas que padronizem ou auxiliem seu desenvolvimento precisam ser expandido.

5. Conclusão

Há muitas dificuldades no estudo da IA nos jogos voltados para os serious games, devido ao grande número de aplicativos comerciais. As empresas divulgam poucas informações relacionadas à inteligência, provando que cada vez mais a sofisticação da tomada de decisão é um elemento diferenciador no sucesso ou não de um serious game.

Referências

- Ambrósio, E. (2002). Redes Neurais Artificiais no Apoio ao Diagnóstico Diferencial de lesões intersticiais pulmonares. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-SP. Universidade de São Paulo.
- Beltrão, C., Schmitt, E.e Dias, J.(2002). A utilização de Rede Bayesiana para auxílio de Tomada de Decisão na Triagem de atendimento odontológico. II Workshop de Informática aplicada à Saúde – CBComp
- Bottino, A. e Laurentini, A.(2001) Experimenting with non instructive motion capture in a virtual environment. The visual Computer 17(1), pages 14–29.

¹² Carmen's Bright IDEAS: http://www.isi.edu/isd/carte/proj_parented/index.html

¹³ NanoMission: <http://www.nanomission.org/>

- Boulic, R. e Renault, O. (1991) 3D Hierarchies for Animation, In: *New Trends in Animation and Visualization*, Edited by Nadia Magnenat-Thalmann and Daniel Thalmann, John Wiley & Sons ltd., England.
- Bourg, D. e Seemann G. (2004) AI for game developers. O'Reilly.
- Buckingham, C. e Adams, A. Classifying clinical decision making: interpreting nursing intuition, heuristics, and medical diagnosis. *J Adv Nurs* 2000; 32: 990-8.
- Cheng, J. e Greiner, R.(2001) Learning Bayesian Belief Network Classifiers:Algorithms and System.
- Derryberry, A. (2007) Serious games: online games for learning. Adobe Systems Incorporated
- Dyer, S., Martin, J. e Zulauf, J. (1995) "Motion Capture White Paper", http://reality.sgi.com/employees/jam_sb/mocap/MoCapWP_v2.0.html, December.
- Haykin, S. (1994), Neural Networks: A comprehensive foundation, Macmillan, Nova York.
- Holton, M. e Alexander, S. (1995) "Soft Cellular Modeling: A Technique for the Simulation of Non-rigid Materials", *Computer Graphics: Developments in Virtual Environments*, R. A. Earnshaw and J. A. Vince, England, Academic Press Ltd., p. 449-460.
- Keller, P.(1998). Artificial Neural Networks in Medicine. Technical Reports. Richland: Pacific Northwest National Laboratory.
- Kantowitz ,M. (1997) What is fuzzy logic? Pittsburgh (PA): Corneggie Mellon University;
- COX, E. Fuzzy modeling and genetic algorithms for data mining and exploration. California: Morgan Kaufmann, 2005.
- Lent, M., Laird, J., Buckman, J., Hartford, J. Houchard, S., Steinkraus K. and Tedrake, R. (1999) Intelligent Agents in Computer Games. In *Proceedings of the Game Developers Conference*, pages 577–588. IGDA, March 1999
- Levine, R., Drang, D. and Edelson B. (1986) Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas. Aplicações e Exemplos Práticos. McGraw-Hill 1986
- Machado, L.; Moraes, R.; Nunes, F. (2009) Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo. Book Chapter. In: Fátima L. S. Nunes; Liliane S. Machado; Márcio S. Pinho; Cláudio Kirner. (Org.). *Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: SBC, p. 31-60.
- Marques, Isaac R. et al (2005). Guia de Apoio à Decisão em Enfermagem Obstétrica: aplicação da técnica da Lógica Fuzzy. *Rev. bras. enferm.*, Brasília, v. 58, n. 3, jun.
- Mendes, R. (2009) Inteligência Artificial:Sistemas especialaitas no Gerenciamentopda Informação. *Ci. Inf.*, Brasilia, v. 26, n. 1, jan. 1997 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651997000100006&lng=pt&nrm=iso>. acessado em: 27 jul. 2009.
- Michael, D. and Chen S. (2006) Serious Games: Games That Educate, Train and Inform_pages 23. Thomson Course Tecnology.
- Millington, I. (2006) Artificial Intelligence for Games. San Francisco, California. Morgan Kaufmann Publishers Inc., pages. 151–177, ISBN 0-124-977820.

- Morais, A.M.; Medeiros, D.P.S.; Machado, L.S.; Moraes, R.M.; Rego, R.G. (2009) Um jogo educacional para o auxílio do aprendizado de Geometria Espacial. In: Anais do CSBC - Workshop sobre Informática na Escola. Bento Gonçalves, Brazil.
- Moraes, D.; Moraes, M.; Machado, L.; Rego, R.; Moraes, R.; Anjos, U. (2008) “GeoplanoPEC: Um Jogo Inteligente Para o Ensino de Geometria Plana”. In: Proc. SBGames - Games & Culture Track. Belo Horizonte : Sociedade Brasileira de Computação, CDROM, p. 1-8.
- Muratet M., Torguet P., Jessel J. and Viallet F. (2009) Towards a serious game to help students learn computer programming. In *International Journal of Computer Games Technology*, v. n.2, p.1-12, January.
- Netto, J., Machado, L. e Moraes, R. (2008) Teoria das Evidências Aplicada na Inteligência de um Jogo Educacional do Tipo RPG. Anais do 18º SINAPE Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. 28 de julho a 01 de agosto. Hotel Fazenda Fonte Colina Verde Estância de São Pedro - SP
- Nilson, Neils S. (1982). Principles of Artificial Intelligence, Springer Verlag, Berlin.
- Pearl, J. (2001) Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference". San Mateo: Morgan Kaufmann, 1998; revised second printing,. 571p.
- Plemenos, D. and Miaoulis, G. (2009) VisualComplexity and Intelligent Computer Graphics Techniques Enhancements. Springer-Verlag New York Inc. Berlin Heidelberg.
- Realidade Virtual Aplicada à Medicina (2006) Fundamentos e Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada – Livro do Pré-Simpósio - VIII SVR – Belém do Pará pg 358.
- Rhalibi, A., Wong, K. and Price, M. (2009) Artificial Intelligence for Computer Game. Hindawi Publishing Corporation. In *International Journal of Computer Games Technology*. Volume 2009, Article ID 251652, 3 pages doi:10.1155/2009/251652
- Russel, S. J.; Norvig, P. (2004). Inteligência artificial. Tradução da segunda edição. Rio de Janeiro: Elsevier,
- Sliney, A., Murphy, D. and Phelan, D. (2008): Evaluation of home based junior doctor medical simulator. SimuTools.
- Thompson et al. (2008). “Serious Video Games for Health.” *Simulation and Gaming*. v.20, n.10, dec.
- Weiss, P. et al. (2004) “Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool.” <http://www.jneuroengrehab.com/content/1/1/12>. Acesso em: 04 mai.2009.
- Zadeh LA. Fuzzy sets. *Inform Control* 1965; 8: 338-53.