

Ambiente de Aprendizagem com Hipermídia Adaptativa para Ensino de Redes de Computadores

Vital Pereira dos Santos Jr., Anita Maria da Rocha Fernandes, Michelle Silva Wangham

Mestrado em Computação Aplicada – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Campus de São José, Sertão do Imaruim, São José, SC - Brazil

vital_junior@yahoo.com.br; {anita.fernandes; wangham}@univali.br

***Abstract.** This paper describes the development of a virtual environment to aid the teach/learning process about Computer Networks, using IAC Artificial Neural Networks, Case Based Reasoning and Adaptive Hypermedia. In this context, the frameworks jColibri and JOONE were used.*

***Resumo.** Este artigo apresenta o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem baseado em Redes Neurais Artificiais do tipo IAC, Raciocínio Baseado em Casos e Hipermídia Adaptativa para auxiliar no ensino de Redes de Computadores. Para tanto se fez uso dos frameworks jColibri e JOONE.*

1. Introdução

Ambientes virtuais que analisam a aprendizagem do aluno, tomando por base o tempo e quantidade de acessos, são comuns. Contudo, o número de vezes que o aluno acessou o ambiente ou o tempo que o sistema está aberto, não é suficiente para avaliar quanto o aluno aprendeu, mesmo porque um aluno pode ter muitos acessos ou ainda deixar o sistema aberto por muitas horas sem necessariamente ter entendido o conteúdo proposto [Padilha, Almeida e Alves 2003]. No contexto da EaD tem-se o Ambiente Virtual Inteligente (AVI), que, de acordo com Santos e Osório (2003), é um mundo real, habitado por entidades autônomas inteligentes exibindo uma variedade de comportamentos. Conforme Santos e Osório (2003), os AVIs tornam-se mais atrativos quando possuem características dinâmicas, adaptando-se ao contexto do usuário. Entretanto, a maioria dos esforços para a construção de AVIs não prevê aspectos de adaptabilidade do ambiente aos conteúdos, estrutura e apresentação, conforme interesses e preferências dos seus usuários. A construção de ambientes que se adaptam às características do usuário está concentrada em interfaces bidimensionais. A adaptabilidade é o fator chave para incrementar o nível de satisfação do usuário durante a interação com um ambiente virtual tridimensional. Neste contexto, este artigo apresenta um ambiente de aprendizagem inteligente com hipermídia adaptativa para apresentação do conteúdo ao aluno. Para tal, o ambiente faz uso da Teoria das Inteligências Múltiplas, Raciocínio Baseado em Casos (RBC) e Redes Neurais Artificiais (RNA) do tipo IAC e tem como foco o ensino de Redes de Computadores para Cursos de Graduação. A Teoria das Inteligências Múltiplas fornece as peculiaridades de cada aluno. À seguir apresenta-se a conceituação de Redes IAC, Hipermídia Adaptativa e Raciocínio Baseado em Casos, posteriormente apresenta-se como a ferramenta foi implementada, bem como os seus testes e validação.

2. Redes Neurais Artificiais IAC e Raciocínio Baseado em Casos - RBC

RN A utiliza a abordagem conexionista como base de representação do conhecimento. Diferencia-se da abordagem simbólica por ser uma forma de computação não-algorítmica de resolver problemas, sendo que fornece soluções importantes nas situações em que não há como definir regras [Haykin 2001]. Algumas RNAs focam na Competição e Ativação Interativa. Tais redes são conhecidas como Redes do tipo IAC (*Interactive Activation and Competition*) [Barbosa 2004]. As Redes IAC possuem representação local e um mecanismo de memória associativa. Neste tipo de RNA as sinapses (1, 0, -1) são representadas por matrizes, chamadas de matriz de conhecimento. A memória associativa é uma variante de um classificador de padrões que são representados por um conjunto de vetores armazenados, respeitando um critério de proximidade que se define para a memória. A bidirecionalidade, que é outra característica das Redes IAC, corresponde a quando a conexão entre os neurônios ocorre nos dois sentidos. Esta característica faz com que a Rede IAC seja adequada para implementações que desejam se beneficiar da Hipermídia Adaptativa [Barbosa 2004].

O enfoque do RBC é a utilização de experiências passadas, buscando o conhecimento específico em forma de exemplos concretos chamados de casos. Isso torna o RBC uma técnica radicalmente diferente de outras metodologias de desenvolvimento de programas com o uso de IA, que normalmente se baseiam em conhecimento genérico na forma de regras. O RBC destaca-se por ter uma visão orientada a metas e soluções, ficando assim livre das limitações dos sistemas baseados em regras. Os elementos que compõem um sistema de RBC são identificados com as seguintes denominações: representação do conhecimento; medida de similaridade; adaptação e; aprendizado [Wangenheim e Wangenheim 2003]. De acordo com Kolodner (1993) o RBC simula um comportamento que é extremamente natural para o ser humano, em que constantemente resgatam-se experiências passadas parecidas com a situação atual e, muitas vezes com poucas adaptações, utiliza-se o caso resgatado para resolver o novo problema.

3. Hipermídia Adaptativa

A interface adaptável às preferências e as ações do usuário é uma forma de tornar o sistema “mais amigável”. Na busca de soluções voltadas para o campo educacional, é desejável em muitos casos, o uso de técnicas que possibilitem beneficiar grupos de alunos [Rigo e Oliveira 2008]. Segundo Paim e Azevedo (2003), a partir de 1990, começaram as pesquisas sobre Hipermídia Adaptativa. Com a inclusão de ferramentas de interação, a Hipermídia passou a proporcionar diferentes modos de navegação, fazendo com que esta navegação se comportasse de formato não linear, ou seja, o usuário passou a ter maior liberdade de escolha dentro do ambiente. A navegação não linear resulta da forma como a própria estrutura dos sistemas Hipermídia foi construída, quais caminhos podem ser percorridos em diferentes ordens, e a informação é armazenada em uma coleção de nodos multimídia. O usuário pode se mover nesta estrutura seguindo a sequência dos nodos, ou ainda, realizando uma busca pela informação desejada. Para que o usuário não fique desorientado durante a navegação, é importante que seja disponibilizado ferramentas como: um histórico de nodos já acessados, um mapa dos caminhos, um guia ou *tour* pelo ambiente, entre outras.

4. VITor – Virtual TuTOR

Através da interface do ambiente, o aluno interage com o sistema e recebe o material adaptado de acordo com seu perfil. No núcleo sistema, a técnica de RBC seleciona o tipo de material mais adequado, calculando a similaridade entre os ex-alunos (base de casos) com o aluno atual (novo caso). Na sequência, a RNA faz a distribuição das mídias, sendo que a RNA do tipo MLP (*Multilayer Perceptron*) constrói o perfil inicial e a RNA do tipo IAC mantém atualizado o perfil durante a interação do aluno através da matriz de conhecimento. O perfil inicial e perfil final (atualizado) de cada aluno são armazenados no repositório, que estão diretamente relacionados com o conteúdo a ser aprendido (domínio). O perfil do aluno é obtido através das respostas a questionários, possibilitando a ferramenta selecionar o material multimídia e o nível de complexidade adequado. Durante a navegação no ambiente web, o mesmo poderá realizar mudanças de mídias, alterando assim seu perfil. Para conhecer os resultados, em termos de desempenho e motivação da aprendizagem, o aluno responde um pré-teste e pós-teste, concluindo com um teste de usabilidade. O ambiente, todavia, registra algumas informações básicas tais como nome, e-mail, login e senha, bem como as respostas de dois questionários. Tendo como base estas informações se elabora o perfil inicial do aluno, que servirá para determinar o tipo de material e o número de mídias a serem apresentadas na interface.

Incluídos neste primeiro questionário estão os seguintes dados: idade; sexo; estudou em escola particular ou pública; horas de estudo semanal; estudou gerenciamento de redes; estudou arquitetura de redes; usou ferramentas de monitoramento de redes; trabalhou na área de redes; trabalhou com projetos de redes; possui curso tecnólogo em redes; tempo sem fazer cursos na área; conhecimento na área; conhecimento na área de gerenciamento de redes. A técnica de RBC, aplicada a partir da primeira sequência de perguntas, proporciona a apresentação do material adaptado, ou seja, o RBC decide qual conteúdo será oferecido, que poderá ser com detalhes básicos ou avançados, para cada unidade de ensino. O segundo questionário foi elaborado segundo a Teoria das Inteligências Múltiplas (IM) de Gardner (2001). O ambiente implementado baseia-se nas questões elaboradas por Antunes (2001), porém explorando-se quatro inteligências: lógico-matemática, linguística-verbal, visualespacial, corporal-sinestésica. Alguns exemplos de questões são: Lembra-se o último livro que leu? (IM linguística-verbal); Faz cálculos de cabeça? (IM lógico-matemática); Sabe explicar caminhos? (IM visual-espacial); Aprecia ou pratica danças? (IM corporal-sinestésica). A partir das respostas do questionário, é possível calcular o perfil inicial do aluno utilizando a técnica de RNA do tipo MLP, permitindo que o sistema determine a quantidade de mídias para cada IM, distribuindo os assuntos nos quatro tipos de mídia (texto, mapa conceitual, figura, animação). A atualização desse perfil no módulo aluno ocorre com a RNA do tipo IAC, tendo como base a matriz de conhecimento. Além dos dados necessários para que o sistema conheça o perfil aluno, ocorre também o registro das respostas do pré-teste e pós-teste, que poderá comprovar ou não o seu aprendizado. Já o módulo de domínio do ambiente proposto é exemplificado através de uma parte do conteúdo relacionado a disciplinas introdutórias de Redes de Computadores. Este conteúdo foi dividido em unidades de ensino ou conceitos, o que facilitou a elaboração e controle do material nas diversas mídias. Para a distribuição das mídias, foi necessária a elaboração de quatro materiais diferentes (texto,

mapa conceitual, figura e animação). Também existem duas versões do material, uma para alunos de nível básico e outro para alunos de nível avançado. Através da técnica de RBC, o sistema define o tipo de material que deverá ser estudado, podendo ser básico ou avançado. O RBC se baseia no cruzamento entre os casos, contendo vários atributos específicos para a seleção do tipo do material. Com a seleção do tipo de material, o sistema estará simulando a atuação de um professor para um determinado aluno que, por exemplo, tem maior dificuldade com a matéria.

Sendo assim, o sistema disponibiliza a leitura de material voltado para um aluno iniciante, possibilitando um melhor aprendizado. Por outro lado, aquele aluno que já possui boa parte dos conhecimentos ou habilidades necessárias pode ficar entediado estudando um material com um nível muito básico. Desta forma, este aluno recebe um material mais avançado, com algum tipo de desafio que estimule a leitura deste. É importante ressaltar que é o professor quem elabora o material, sendo este o responsável pela determinação da melhor estratégia de conteúdo, personalizando assim o aprendizado. Todo caso novo que tiver pelo menos 60% de similaridade com os casos passados, será incluído automaticamente na base de casos inicial, ou seja, há um aprendizado com a retenção do caso. É recuperado apenas um caso, ou seja, o caso com maior similaridade. Para recuperar este caso, foi escolhida a métrica de similaridade *Nearest Neighbour Retrieval Weighted*, por se tratar de uma função que mede numericamente os graus de similaridade entre dois casos, considerada a mais adequada para este experimento por se tratar de uma métrica bastante utilizada nos experimentos acadêmicos e nos sistemas comerciais [Chorfi e Jemni 2006]; [Santos Jr., Costa e Fachine 2008]. Esta técnica, que consiste na identificação das características (variáveis) essenciais para a solução do problema, faz a medida da distância entre o novo caso e os casos já existentes na base de casos inicial. O perfil do aluno é atualizado através da RNA do tipo IAC, em que ocorre atualização em dois sentidos (bidirecional), ou seja, quando o aluno muda de mídia a RNA IAC atualiza as notas de IM e quando o aluno realiza novo login a RNA IAC recupera a quantidade de mídias a partir das notas de IM. Tanto a RNA do tipo MLP quanto a do tipo IAC, aproveitam o número de neurônios das camadas de entrada, intermediária e de saída, bem como os dados para treinamento da RNA MLP. Para a RNA IAC, utilizou-se uma matriz de conhecimento, que encontra-se inserida na implementação do sistema e foi definida por Barbosa (2004).

4.1. Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento do Ambiente

A linguagem de programação Java foi selecionada para o desenvolvimento e o servidor de aplicação utilizado foi o Apache Tomcat. O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o Eclipse por possuir os plugins e bibliotecas necessárias para a programação do protótipo, tais como: hibernate, JSF (Java Server Faces), jColibri e Joone. Escolheu-se o SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) Firebird.

O jColibri foi escolhido como framework para o desenvolvimento do RBC, pois contém características que facilitam a manipulação de casos [Gaia 2007]. De acordo com Gaia (2007), a arquitetura de integração entre o jColibri e o Java tem como idéia principal a separação em duas camadas, chamadas de caixa preta e caixa branca. A caixa preta refere-se a uma interface gráfica para elaboração de um sistema RBC, voltado para não desenvolvedores, que se encontra ainda em desenvolvimento e, portanto não

disponível. A caixa branca é um ambiente aberto, como o próprio nome sugere, pois o desenvolvedor tem acesso total ao programa fonte, contendo inclusive as classes utilizadas nos cálculos de similaridade. Para implementação das Redes Neurais, utilizou-se o framework Joone (Java Object Oriented Neural Engine), que é um software livre destinado à construção e execução baseada em RNA [Marrone 2008].

5. Resultados e Conclusões

Para testar e validar o ambiente desenvolvido, o mesmo foi testado por professores de três instituições de ensino diferentes. Os experimentos contaram com a participação de trinta e quatro alunos distribuídos em três turmas de cursos Superiores, aplicados em três IES. Dividiu-se as turmas em grupo de controle e grupo experimental, permitindo a comparação e a análise dos resultados. Mesmo com as particularidades de cada uma, os alunos do grupo experimental apresentaram, em geral, melhor desempenho e maior motivação durante a leitura do material. Entretanto, ambos os grupos aprovaram o sistema como opção de apoio ao ensino, solicitando inclusive mais atividades desse tipo. Entretanto, os resultados ficaram muito aquém das expectativas, esperava-se um desempenho superior do grupo experimental. Durante a análise dos resultados verificaram-se problemas ao longo da realização dos experimentos que indicam possíveis alterações dos dados, mostrando a necessidade de novos experimentos que evitem tais dificuldades. Sendo assim, será descrito nos próximos parágrafos as principais ameaças, que tornam este trabalho fonte relevante de contribuição com o relato das ameaças identificadas, possibilitando evitá-las em trabalhos futuros. O uso da Internet para acesso ao sistema VITor possibilitou fácil consulta aos sites de procura, permitindo que os alunos encontrassem as respostas do pré-teste e pósteste. Apesar da orientação inicial, flagraram-se por várias vezes alguns alunos respondendo os testes consultando a Internet. Para evitar este problema o mais adequado é que o experimento seja realizado com acesso ao servidor local, sem uso da Internet, tornando os resultados mais fiéis. Nos laboratórios utilizados para os experimentos os alunos estavam posicionados lado a lado, facilitando a consulta de respostas dos vizinhos, ameaçando novamente a fidelidade dos dados analisados. O uso de divisórias entre os alunos poderia evitar tais consultas. A conscientização dos alunos para que participem do experimento, sem utilizarem consultas inadequadas com o único objetivo de aumentar o acerto nos testes, também poderá ajudar a minimizar a alteração dos dados. Antes dos alunos começarem a usar o sistema explicou-se como funcionaria o experimento enfatizando-se que não seria contabilizado como nota para a disciplina, mesmo assim notou-se a necessidade de uma conscientização maior. Inclusive houve a necessidade de eliminar dois alunos no primeiro experimento, pois estavam apenas passando os assuntos sem nenhuma atenção e respondendo os testes de forma displicente, sem nem mesmo ler as perguntas.

Uma forte ameaça aos resultados foi o próprio material multimídia que, apesar de comentários positivos durante a avaliação de usabilidade, pode ter influenciado no desempenho, visto que não elaborou-se uma “super produção cinematográfica”, principalmente na mídia animação e figura, por se tratar de um protótipo. Acredita-se que melhorando a qualidade das mídias e incluindo-se a mídia áudio, conseguir-se-ia maior desempenho do grupo experimental. Eliminando-se as ameaças citadas

anteriormente e aplicando-se o experimento com um número de alunos maior, possivelmente os resultados serão também diferentes. Porém, durante a análise dos dados e das ameaças, percebe-se algumas desconfianças. Será que o perfil dos alunos mudou significativamente nas últimas décadas, refletindo tais mudanças nas pequenas diferenças de desempenho entre o grupo de controle e o grupo experimental? Será que a utilização de material multimídia traz efeitos mais significativos das séries iniciais até o nível técnico?

A subjetividade que naturalmente existe no ensino faz com que muitas vezes os números e dados estatísticos não reflitam a abrangência do assunto, portanto além dos números, a observação e a descrição foram essenciais a este trabalho, contribuindo para o avanço das pesquisas na área da educação, das inteligências múltiplas e das técnicas de inteligência artificial.

Referências

- Antunes, C. (2001) “Como Identificar em Você e em Seus Alunos as Inteligências Múltiplas”. Petrópolis: Vozes.
- Barbosa, A. T. R. (2004) “Mecanismo de Adaptação Baseado em Redes Neurais Artificiais para sistemas Hipermídia Adaptativos”. Tese (Doutorado). UFSC. Pósgraduação em Engenharia Elétrica. Florianópolis.
- Chorfi, H.; Jemni, M. (2006) “XML Based CBR for Adaptive Educational Hypermedia”. In Anais do IEEE Sixth International Conference.
- Gaia. (2009) “jCOLIBRI CBR Framework”. Disponível em: <<http://gaia.fdi.ucm.es/projects/jcolibri/>>. Acesso em: 30 abril 2009.
- Gardner, H. (2001) “Estruturas da Mente”. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Haykin, S. (2001) “Redes Neurais: princípios e prática”. Porto Alegre: Bookman.
- Kolodner, J. (1993) “Case-Based Reasoning”. San Mateo: Offices.
- Marrone, P. (2008) “Java Object Oriented Neural Engine”. Disponível em: <<http://www.jooneworld.com/>>. Acesso em: 30 abril 2009.
- Padilha, T. P. P. ; Almeida, L. M.; Alves, J. B. M. (2003) “Modelagem do Desempenho do Aprendizado de Grupos de Alunos Utilizando Data Mining”. In Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, Rio de Janeiro.
- Paim, R. L.; Azevedo, F. M. de. (2003) “Metodologia para o desenvolvimento de um site com interface adaptativa usando redes neurais e a teoria das Inteligências Múltiplas”. In Anais XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE, RJ.
- Rigo, S. J.; Oliveira, J. P. M. (2008) “Identifying Users Stereotypes with Semantic Web Mining”. In: Conceptual Modeling, Barcelona.
- Santos, C.T; Osório, F.S. (2003) “Um ambiente virtual inteligente e adaptativo para Educação a Distância”. In Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Fortaleza.
- Wangenheim, C. G.; Wangenheim, A. (2003) “Raciocínio Baseado em Casos”. Barueri: Manole.