

Um Sistema de Avaliação em EAD Baseado em Lógica *Fuzzy*

Robson S. Lopes, Fabiano A. Dorça, Márcia A. Fernandes e Carlos R. Lopes

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil

robsonsilvalopes@hotmail.com, {marcia, carlos}@ufu.br

Resumo. *Este trabalho apresenta um sistema de avaliação do desempenho do estudante para cursos de ensino à distância baseado na teoria da Lógica Fuzzy, que permite expressar numericamente valores imprecisos. Este sistema de avaliação está dividido em duas partes: Avaliador de Conhecimento e o Avaliador de Comportamento, os quais se interagem de forma que ao final resulte em uma única avaliação. O desenvolvimento deste trabalho se apóia em uma plataforma multiagente, onde diferentes agentes atuam para obter as informações necessárias ao sistema de avaliação.*

1. Introdução

Em ambiente de Educação à Distância (EAD) quanto no ensino presencial, para que todos os objetivos de um curso sejam atingidos, faz-se necessário uma avaliação eficiente que analise o comportamento do estudante durante o processo de ensino. Para isto, este trabalho apresenta uma ferramenta baseada na Teoria dos Conjuntos *Fuzzy* [Falcão 2002], que avalia o estudante continuamente durante todo o processo de ensino-aprendizagem com a mínima interferência do tutor humano. O sistema de avaliação do desempenho do estudante está dividido em duas partes: Avaliação do Conhecimento e Avaliação do Comportamento. A primeira avalia o conhecimento adquirido pelo estudante e a segunda avalia o seu comportamento.

Este trabalho está organizado como se segue. A seção 2 apresenta o sistema multiagente que compõe junto com o SIMEduc um ambiente para EAD. A seção 3 descreve o sistema de avaliação do desempenho do estudante. As conclusões se encontram na seção 4.

2. Sistema Inteligente Multi-Agente - SIMEduc

O sistema SIMEDUC é uma arquitetura para educação a distância com características de adaptatividade e inteligência [Dorça, F. A. 2004]. A arquitetura do Sistema SIMEDUC é baseada na abordagem de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Sistemas Multi-agentes. Sistemas Tutores Inteligentes é uma área tradicional de pesquisa que investiga os problemas de se desenvolver sistemas educacionais usando técnicas de Inteligência Artificial. A utilização de agentes em EAD na Web (EADW) torna-se viável por proporcionar ao ambiente características como autonomia, comunicação e possibilidade de distribuição do peso computacional. Sendo estas características necessárias para se obter sistemas tutores inteligentes eficazes. [Tapejara 2001].

A arquitetura deste sistema é constituída dos seguintes módulos: a) O Módulo do estudante contém informações que são específicas para um determinado estudante; b) O

Módulo pedagógico fornece um modelo do processo de ensino; c) O Módulo do Domínio do Conhecimento contém o conteúdo do curso que está sendo ensinado; d) O Módulo do especialista contém além do conhecimento do conteúdo que está sendo ensinado, a capacidade para utilizar este conhecimento na solução de problemas; e) O Módulo de comunicação é o responsável pela interação com o estudante.

Neste Sistema Multiagente, os agentes se comunicam e interagem para alcançarem objetivos comuns e individuais [Weiss 1999]. Nesta linha de pesquisa sobre ambiente para EAD tem-se que definir as sociedades de agentes virtuais usando-se de técnicas da Inteligência Artificial Distribuída (IAD). Assim, na Figura 1, apresenta-se a arquitetura do componente SIM (Sistema Inteligente Multiagente) do ambiente de EAD SIMEduc. Como pode ser visto, definiu-se quatro agentes que implementam as capacidades e características de um STI, agentes especialista, avaliação, pedagógico e assistente. O segundo componente deste ambiente é o SGC (Sistema de Gerenciamento de Curso), que é detalhadamente descrito em [Dorça, F. A. 2004].

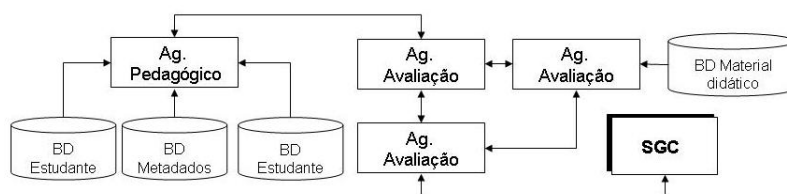


Figura 1. Componente SIM da Plataforma SIMEduc

Nas próximas seções descreve-se este sistema de avaliação baseado em Lógica *Fuzzy*.

3. Sistema de Avaliação

Em um sistema de avaliação que se pretende avaliar o desempenho do estudante algumas características como o tempo para progredir no conteúdo, tempo para resolução e nível de acerto em cada questão de uma avaliação são consideradas relevantes para o processo de avaliação. Além disso, faz-se necessário a análise do tempo de permanência em cada tópico do curso, a movimentação da barra de rolagem, participação em *chats*, Fórum, características específicas em um ambiente de EAD, utilizadas com muita frequência tanto para motivar quanto para facilitar a interação entre todos os participantes do curso. Portanto, estas características podem ser divididas em dois grupos para compor a avaliação do desempenho do estudante, sendo elas: Avaliação do Conhecimento e Avaliação do Comportamento.

Observando tais aspectos, a utilização de conceitos da Lógica *Fuzzy* na avaliação do desempenho do estudante torna o processo mais semelhante ao utilizado no ensino presencial com a característica de se adaptar às características do estudante e minimizar os efeitos causados pela distância entre professor e estudante.

3.1. Avaliação do Conhecimento

Esta etapa do processo de avaliação consiste em avaliar o conhecimento através de questões de múltiplas escolhas. Assim, utiliza-se tanto o número de respostas corretas quanto o tempo para obter estas respostas. Pois, o estudante pode ter grande número de

acertos, mas em um tempo elevado, o que pode caracterizar um certo grau de dificuldade. Desta maneira, faz-se necessário um parâmetro relativo ao tempo ótimo para a realização da avaliação. Este parâmetro é fornecido pelo autor da avaliação. Sendo assim, o sistema de avaliação do conhecimento contém duas variáveis de entrada, Resposta e Tempo de Resposta, e a variável de saída Conhecimento.

Associados à variável Resposta tem-se os conjuntos *Fuzzy* Errada, Mais ou Menos Correta e Correta. As funções de pertinências foram definidas através de simulações computacionais com as funções mais utilizadas em Lógica *Fuzzy*, como por exemplo, a função Gaussiana $F(x) = e^{-\theta(x-a)^2}$. Para a variável Tempo de Resposta, os conjuntos *Fuzzy* são Baixo, Razoável ou Alto, sendo considerado o parâmetro Tempo Ótimo para definição das funções de pertinência destes termos. A variável de saída Conhecimento tem os termos lingüísticos Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente. Assim, a partir de 9 regras de inferência obtém-se o grau de pertinência para cada um destes conjuntos. A Tabela 1 apresenta uma destas regras.

Tabela 1. Exemplo de Regra para Conhecimento

1. SE Resposta Errada e Tempo de Resposta Baixo ENTÃO Conhecimento baixo
--

3.2. Avaliação do Comportamento

Como dito anteriormente, o comportamento do estudante diante do processo ensino/aprendizagem é considerado uma das etapas do sistema de avaliação. Assim, são considerados quatro aspectos do comportamento: participação no *Chat*, participação no Fórum, movimentação da barra de rolagem das páginas e tempo por página, que são representados, respectivamente, pelas variáveis *fuzzy* *Chat*, Fórum, Barra de Rolagem e Tempo. Para cada uma das variáveis *Chat* e Fórum, o resultado da avaliação é expresso pelos termos lingüísticos Ruim, Regular e Ótimo, que são calculados levando-se em consideração o número de participações em cada uma destas ferramentas. O resultado da avaliação da variável Barra pode ser Ruim e Normal e é calculado utilizando um percentual referente à quantidade de retrocesso em relação ao tamanho da página. A variável Tempo representa o tempo de permanência em cada seção de aprendizagem, cujos termos são Lento, Normal e Rápido.

Tabela 2. Exemplo de Regra para Comportamento

1. SE <i>Chat</i> Ruim e Fórum Ruim e Barra de Rolagem Normal e Tempo Rápido ENTÃO Comportamento regular
--

Para as variáveis lingüística *Chat*, Fórum, Barra de Rolagem e Tempo valores ótimos são estabelecidos pelo autor do curso e utilizados nas respectivas funções de pertinência. A partir destas quatro variáveis de entrada define-se a variável de saída Comportamento que tem os termos lingüísticos Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente. Na Tabela 2 tem-se uma das 54 regras de inferência referentes a esta etapa da avaliação.

3.3. Resultado da Avaliação

E, finalmente, tomando as variáveis de saída Conhecimento e Comportamento como variáveis de entrada para a finalização do processo de avaliação, obtém-se o resultado

final dado pela variável *Fuzzy* Desempenho. Os graus de pertinência para os termos lingüísticos desta variável, representados por Baixo, Regular, Médio, Bom e Excelente, são obtidos a partir de um conjunto de regras que combina todos os termos das variáveis de entrada, perfazendo um total de 25 regras semelhantes as duas apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Exemplos de Regra para Desempenho

- | |
|---|
| 1. SE Conhecimento Baixo e Comportamento Médio ENTÃO Desempenho Baixo |
| 2. SE Conhecimento Bom e Comportamento Médio ENTÃO Desempenho Bom |

Após a definição dos termos lingüísticos do desempenho é realizado o processo de "defuzzificação", que utilizou o método do centro de massa. Assim, retorna-se um valor numérico para o Desempenho do estudante, que representa a avaliação global em relação à aprendizagem de conteúdo e ao comportamento durante o processo de ensino/aprendizagem estabelecido.

3.4. Interação dos Agentes Pedagógicos e de Avaliação

Os agentes de avaliação e pedagógico interagem entre si conforme descrito na Figura 1. Assim, tendo introduzido o sistema de avaliação proposto ao agente de avaliação, este fornece ao agente pedagógico os resultados obtidos para que este decida, através de uma rede neural do tipo LVQ (*Learning Vector Quantization*), qual a melhor forma de conduzir ou reconduzir o planejamento de conteúdos para o estudante. O agente pedagógico recebe os resultados das variáveis Desempenho, Tempo de Resposta e Resposta para propor e apresentar ao estudante a seqüência de conteúdo que será visto a partir daquela avaliação. Assim, de acordo com o resultado da avaliação a seqüência de conteúdo pode ser mantida ou alterada.

4. Conclusões

Este trabalho apresentou a especificação de uma ferramenta *Fuzzy* para avaliação do desempenho do estudante em um sistema de EAD, que permite considerar aspectos relevantes nesta modalidade do processo ensino/aprendizagem. A utilização da Lógica *Fuzzy* permite maior flexibilidade ao sistema, pois é possível expressar valores lingüísticos como normal, ótimo, médio, bom e excelente.

Os resultados obtidos são conforme esperado, entretanto, encontra-se ainda em fase de teste no ambiente SIMEduc. Entretanto, a proposta é um sistema de propósito geral, podendo ser utilizado em diferentes ambientes de ensino a distância via Web.

Referências

- Dorça, F. A. (2004). *Um Sistema Inteligente Multiagente para Educação a Distância*. Tese de mestrado, Faculdade de Ciência da Computação, UFU.
- Falcão, D. (2002). *Conjuntos, lógica e sistemas fuzzy*. COPPE/UFRJ, Disponível em <http://www.nacad.ufrj.br/falcao/coe765/Fuzzy2002.pdf> Acesso 20 Dez 2002.
- Tapejara (2001). *Sistemas inteligentes de ensino na internet*. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/tapejara> Acesso em 10 Dez 2003.
- Weiss, G. (1999). *Multiagent systems - a modern approach to distributed artificial intelligent*. MIT Press, Cambridge, MA.