

Proposta e Avaliação Preliminar de um Assistente Virtual para Recomendação de Conteúdos

Eliseo Berni Reategui, Elisa Boff, Alexandre Lorenzatti

Departamento de Informática – Universidade de Caxias do Sul (UCS)
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – 95070-560 Caxias do Sul – RS – Brazil

{ebreateg, eboff, alorenza}@ucs.br

***Abstract.** This paper proposes a virtual assistant model that combines natural language communication with recommendation capabilities, integrating an AIML engine with a recommender system. The paper describes the architecture of the virtual assistant and its use in the 3A learning environment for algorithms, and presents the techniques used for interaction and recommendation of contents. An experiment for the validation of the assistant involving 53 undergraduate students at the University of Caxias do Sul is presented. The paper discusses the results obtained and presents directions for future work.*

***Resumo.** Este trabalho apresenta um modelo para assistentes virtuais que combina a habilidade de comunicação em linguagem natural à capacidade de recomendação, integrando um mecanismo de interação baseado em AIML à um sistema de recomendação. O artigo descreve a arquitetura do assistente e sua utilização no ambiente de aprendizagem de algoritmos 3A, bem como as técnicas de interação e recomendação empregadas. Um experimento para validação do assistente envolvendo 53 alunos de graduação da Universidade de Caxias do Sul é apresentado. Os resultados obtidos são discutidos no artigo, e propostas de trabalhos futuros são apresentadas.*

1. Introdução

As principais formas de encaminhamento do ensino podem ser classificadas em três categorias: presencial, semi-presencial e a distância. A forma presencial é a mais convencional, na qual professores e alunos se encontram de maneira freqüente em um local determinado. A semi-presencial é desenvolvida parte em sala de aula, parte à distância com auxílio de ferramentas apropriadas. Já a educação à distância acontece fundamentalmente com professores e alunos fisicamente separados no espaço e/ou no tempo. O ambiente de aprendizagem no qual foi inserido o assistente virtual, chamado de 3A (Ambiente de Aprendizado em Algoritmos) [Reategui e Notare 2004], vem sendo desenvolvido como forma de apoio a um curso presencial, buscando tornar as aulas mais dinâmicas, aumentando o interesse e participação dos alunos e provendo um ambiente onde os estudantes possam resolver dúvidas na ausência do professor.

O ambiente apresenta aos alunos conteúdos regulares da disciplina, propõe exercícios, disponibiliza um fórum para discussões além de uma ferramenta para teste e execução de algoritmos. Tendo sido desenvolvido como um website dinâmico, o

sistema permite a professores e administradores alterar seu conteúdo sem muita dificuldade. A Figura 1 apresenta o ambiente, e suas principais funções.

Apostila

1. Introdução
2. Expressões Aritméticas
3. Variáveis
4. Estrutura Sequencial
5. Estrutura Condicional
6. Repetição
 - 6.1. Repita ... Até
 - 6.2. Enquanto ... Faça
 - 6.3. Para ... Faça
7. Vetores
8. Matrizes
9. Subalgoritmos
 - 9.1 Funções
 - 9.2. Procedimentos
10. Recursividade

Exercícios

Ferramenta

Fórum

Links

10 Introdução à Recursão

Uma função é dita recursiva quando contém, em seu corpo, uma chamada a si mesma. São utilizadas quando é possível decompor o problema a ser resolvido em problemas maiores, um dos quais é semelhante ao problema inicial.

Função F

Lista de Instruções
...

Chamada à Função F

Se não houver um controle sobre essa chamada, poderá ocorrer um laço infinito.

Os algoritmos recursivos têm em geral a forma seguinte:

- caso de base (base de recursão), onde o problema é

Basicamente, uma rotina é recursiva quando ela chama a ela mesma até que seja satisfeita uma condição de parada.

 ok

Eliseo, veja também

- ★ Funcionamento da recursividade
- ★ Vantagens da recursividade

Figura 1. O Ambiente de Aprendizagem de Algoritmos - 3A

O menu vertical à esquerda da Figura 1 mostra as principais seções do ambiente (Conteúdos da Apostila, Exercícios, Ferramenta de execução de algoritmos, Fórum e Links relacionados). Na área central, a seção selecionada no menu é apresentada, no caso o conteúdo da Apostila "Comando de Leitura". Mais à direita, é possível visualizar o assistente virtual, denominado *Cadinho*. O assistente traz dicas, disponibiliza uma área para colocação de perguntas e recomenda conteúdo e exercícios relacionados. As próximas seções detalham cada uma das funções do assistente.

3. Arquitetura do Assistente Virtual

O assistente virtual Cadinho foi integrado ao ambiente de aprendizagem 3A, com o propósito de fornecer aos alunos um mecanismo de comunicação eficiente na busca e apresentação de informações. Cadinho tem a capacidade de se comunicar em linguagem natural, além de monitorar a navegação do usuário e utilizar estas informações na recomendação de conteúdo. A Figura 2 apresenta a arquitetura geral do ambiente.

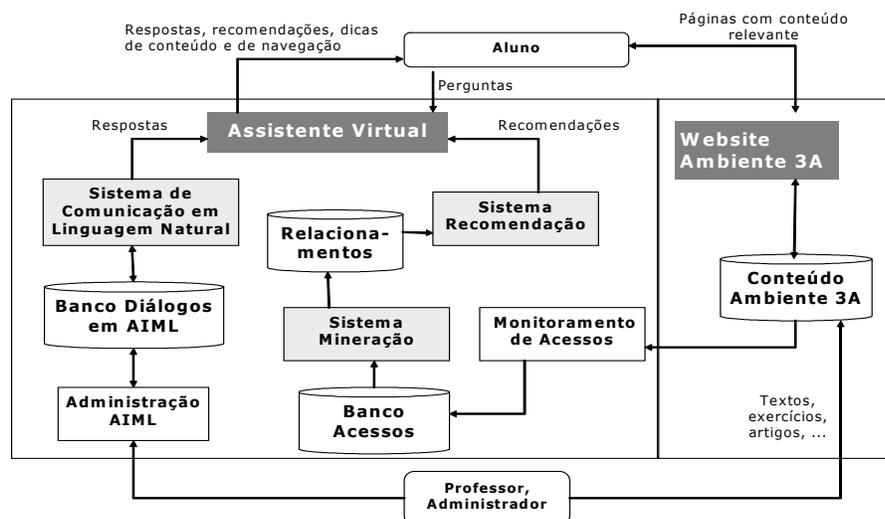


Figura 2. Arquitetura do Ambiente 3A

O aluno pode navegar no ambiente 3A utilizando recursos comuns a websites tradicionais, i.e. selecionando links, dirigindo-se a páginas determinadas, etc. Outra possibilidade é questionar o assistente virtual sobre determinado assunto utilizando o sistema de comunicação em linguagem natural. O assistente responde as perguntas colocadas e sugere conteúdos relacionados.

Na medida em que navega, um sistema de Monitoramento de Acessos captura e armazena num Banco de Acessos informações relativas aos tópicos visitados pelo aluno. Estas informações são empregadas por um sistema de mineração de dados para encontrar relacionamentos entre tópicos, por exemplo, identificar que após consultar determinado conteúdo, a maior parte dos alunos procura resolver um dado exercício. O Sistema de Recomendação (ver sessão 3.2) utiliza então estes relacionamentos para recomendar conteúdo e dar dicas de navegação aos usuários. As próximas subseções apresentam detalhes sobre os principais componentes desta arquitetura.

3.1. Sistema de Comunicação em Linguagem Natural

O sistema de comunicação em linguagem natural do assistente Cadinho utiliza a linguagem de representação AIML (Artificial Intelligence Markup Language - Linguagem de Marcação de Inteligência Artificial) [Wallace 2003]. Esta linguagem foi desenvolvida e utilizada no desenvolvimento de um dos *chatbots* mais conhecidos até hoje, chamado A.L.I.C.E. O mecanismo utilizado no desenvolvimento do robô é o de estímulo-resposta. O sistema armazena estímulos (frases e fragmentos que podem ser utilizados para questionar o robô) e os emprega na busca a respostas previamente estabelecidas.

A linguagem descreve classes de objetos chamados de objetos AIML, e descreve parcialmente o comportamento do programa que os processa.

Alguns dos principais marcadores da linguagem são:

<aiml>: tag de início de documento

<categoria>: tag que marca as unidades de conhecimento em uma base

<pattern>: utilizado para conter um padrão que será buscado nos diálogos que os usuários entrarão para se comunicar com o assistente

<template>: contém as respostas às entradas feitas pelo usuário.

Além dos marcadores já existentes para descrever conhecimento em AIML, é possível criar novos marcadores. Cadinho foi descrito utilizando-se os marcadores padrão do AIML, com exceção de um marcador desenvolvido para controlar sua mudança de seu estado. Este marcador, chamado de <humor>, foi utilizado para controlar a mudança de imagens que refletem os diferentes estados de espírito do personagem (feliz, receptivo, incomodado, etc.). Deste modo, ao introduzir uma pergunta ao assistente (i.e. um estímulo), o assistente busca em sua base uma resposta apropriada e a apresenta, trocando de estado quando necessário.

O banco de conhecimento desenvolvido para o assistente Cadinho armazena informações relativas a algoritmos, permitindo que o assistente auxilie os alunos principalmente em questões teóricas. No entanto, ao monitorar as ações de cada aluno o assistente pode perceber que determinado conteúdo está relacionado, por exemplo, a um dado exercício. Isto lhe permite recomendar o exercício ao aluno para que ele trabalhe na prática os conceitos apresentados. Este processo é realizado através do Sistema de Recomendação, detalhado na próxima seção.

3.2. Sistema de Recomendação

Os sistemas de recomendação são responsáveis por reconhecer um usuário e lhe apresentar conteúdo, produtos ou ofertas personalizados. Uma das técnicas mais antigas utilizadas nestes sistemas é conhecida como filtragem colaborativa [Herlocker et al. 2000]. Esta técnica prevê as preferências de um usuário com base nas preferências de outros com comportamento semelhante. A técnica de filtragem colaborativa tem sido utilizada com sucesso em diversos projetos de pesquisa. O projeto Tapestry [Goldberg et al. 1992], uma das primeiras implementações de filtragem colaborativa em sistemas de recomendação, utilizava opiniões de pessoas de uma comunidade pequena (e.g. escritório ou grupo de trabalho) para encontrar recomendações. Já o projeto GroupLens da Universidade de Minnesota [Sarwar et al. 1998] auxilia o usuário a encontrar filmes de seus interesses. Hoje em dia, no entanto, os sistemas de recomendação já migraram dos laboratórios de pesquisa para o mercado da internet, e podem ser encontrados em grandes websites como o da livraria Amazon.com ou da loja de discos CDNow.com [Schafer 1999].

No ambiente 3A o sistema de recomendação é utilizado não para identificar preferências, mas para recomendar conteúdo apropriado, a partir da análise de seqüências de navegação percorridas por outros estudantes. Para viabilizar este processo, um sistema de monitoramento armazena todas as interações do aluno, indicando o dia e a hora em que cada seção sistema é acessada por ele. Um sistema de mineração de dados vasculha este repositório em busca de seqüências de acesso frequentes. Quando encontradas, estas seqüências são armazenadas em descritores de itens [Reategui et al. 2004]. Estes descritores empregam parâmetros como fator de confiança (FConf) e fator de suporte (FSup) para indicar a força dos relacionamentos entre itens. Cada item pode assumir um valor verdadeiro ou falso (binário). Um

relacionamento entre dois itens X e Y pode ser visto como uma regra de associação do tipo $X \Rightarrow Y$, à qual associa-se um fator de confiança e de suporte (FConf e FSup).

- FSup constitui-se na razão do número de usuários do banco de dados para os quais X e Y são verdadeiros, sobre o número total de usuários:

$$FSup = |X \cup Y| / N$$

- FConf constitui-se na razão do número de usuários para os quais X e Y são verdadeiros, sobre o número de usuários para os quais X é verdadeiro:

$$FConf = |X \cup Y| / |X|$$

A função de extração de regras a partir de um banco de dados consiste em encontrar todos os relacionamentos possíveis com fatores maiores ou iguais a FSup e FConf especificados pelo usuário. A figura 4 apresenta um descritor de item para o exercício "Geração da Série de Fibonacci", mostrando os fatores FConf e FSup relativos a outros itens.

| Item Alvo: Geração da Série de Fibonacci | | Classe: Exercício | |
|---|-----------|-------------------|------|
| Item Relacionado | Classe | FConf | FSup |
| Estrutura Para... Faça | Capítulo | 0,70 | 0,62 |
| Cálculo da média dos números entre 8 e 80 | Exercício | 0,59 | 0,57 |
| Cálculo da soma números primos de 1 a 200 | Exercício | 0,52 | 0,52 |

Figura 4. Exemplo de um descritor de item.

O item alvo do descritor corresponde ao tópico a ser recomendado ao usuário. De acordo com os parâmetros FConf e FSup apresentados no descritor, é possível chegar-se a algumas conclusões, por exemplo:

- 70% dos alunos que visitam o tópico “Estrutura Para...Faça”, buscam resolver em seguida o exercício de geração da série de Fibonacci;
- 62% de todos os alunos cadastrados na base de dados acessaram tanto o tópico “Estrutura Para...Faça” quanto o exercício de geração da série de Fibonacci.

Além de ser utilizado na recomendação de itens, o conhecimento armazenado nos descritores pode ser facilmente compreendido, o que é interessante do ponto de vista pedagógico para se possa observar os relacionamentos estabelecidos pelos alunos quando estudam cada tópico da disciplina.

O processo de recomendação é realizado da seguinte forma: dada uma lista de usuários $U=\{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ e uma lista de descritores $D=\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, é iniciada a coleta de informações sobre um usuário u_i para quem se deseja fazer alguma recomendação. Em seguida, um mecanismo competitivo inicia, no qual o sistema calcula a similaridade para cada descritor d_j quando comparado aos dados coletados sobre as interações com o usuário, encontrando a lista de termos relacionados $T=\{t_1, t_2, \dots, t_k\}$. O sistema calcula o então um *score* para o descritor, que varia entre diferente (0) até muito similar (1), de acordo com a fórmula:

$$Score(d_j) = 1 - \prod_k (Ruído(t_p))$$

onde $Score(d_j)$ indica o quão apropriado para recomendação é o item representado pelo descritor d_j ; k é o número de itens presentes do descritor e $Ruído(t_p)$ o valor do parâmetro de ruído do termo t_p , um conceito utilizado em modelos de probabilidade "noisy-OR" (Pradhan et al., 1994) e calculados como $1 - P(d_j | t_p)$.

Calculado o $Score$ para cada descritor de item, aqueles que obtiverem o maior valor serão recomendados ao usuário. As recomendações complementam as informações trazidas pelo assistente virtual pelo sistema de comunicação em linguagem natural, e propõem roteiros de estudo específicos para cada aluno, de acordo com conteúdos e seqüências de ações realizadas.

4. Resultados

Organizamos um experimento para avaliar certos aspectos do ambiente 3A relacionados ao assistente virtual e seu mecanismo de recomendação. Cinco grupos de estudantes da Universidade de Caxias do Sul utilizaram o ambiente, todos alunos de cursos de graduação relacionados à informática (Bacharelado em Ciência da Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação e Bacharelado em Tecnologias Digitais). Um total de 53 estudantes participou do experimento, todos matriculados na disciplina de algoritmos.

Uma versão piloto do sistema foi preparada, onde o assistente virtual estava presente mas não havia recomendações. Solicitou-se ao primeiro grupo de estudantes, em número de 13, que estudassem o tópico de recursão utilizando o ambiente, e que resolvessem um dos dez exercícios propostos. Depois disso, os alunos responderam um questionário para avaliação do sistema. Os dados coletados da navegação destes alunos, totalizando 482 transações, foram minerados e empregados na construção de descritores de itens para o servidor de recomendações. Uma segunda versão do sistema foi então gerada, esta capaz de fazer recomendações a partir dos descritores gerados através do processo de mineração do experimento inicial.

Escolhemos como assistente virtual um professor de algoritmos que estava ministrando a disciplina a 22 dos 40 alunos restantes, excluindo-se os 13 alunos que participaram do experimento inicial. Para os outros 18 alunos, este professor era uma figura desconhecida. O grupo que conhecia o assistente foi chamado de **grupo B**, o outro grupo foi denominado **grupo C**, como mostra a figura 5.

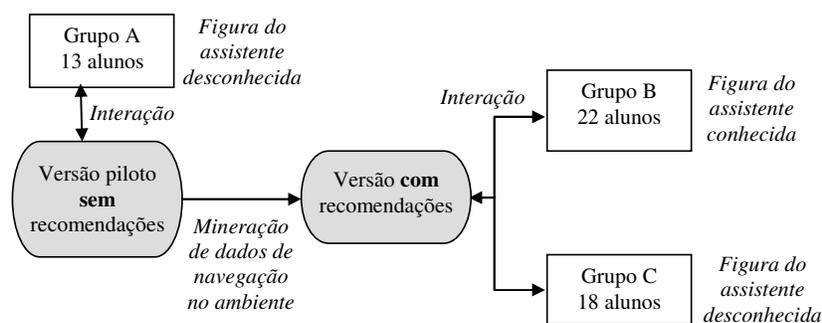


Figura 5. Organização do Experimento.

Os alunos dos grupos B e C foram solicitados a realizar a mesma tarefa do grupo inicial (A), ou seja, estudar recursão utilizando o ambiente de aprendizagem e responder um dos exercícios propostos. Os dados de navegação e as respostas dos questionários dadas pelos estudantes que utilizaram a versão do ambiente com recomendações, nos permitiram chegar a algumas conclusões.

Em relação à utilização do assistente virtual, pudemos verificar o impacto positivo no emprego de um assistente com figura conhecida. Para o grupo de 18 alunos que não conheciam o assistente, apenas 28% indicaram que o assistente auxiliou-os nas tarefas. 38% destes alunos apontaram o assistente como inútil. Já no grupo de 22 alunos que conheciam o assistente, 90% indicaram que o assistente auxiliou-os na tarefa, e nenhum deles apontou o assistente como inútil. Do grupo de 18 alunos que não conheciam o assistente, 33% indicaram que com certeza voltariam a utilizar o ambiente, 55% assinalaram que talvez voltassem a utilizá-lo, e 12% indicaram que não o utilizariam novamente. No grupo de 22 alunos que conheciam a figura do assistente, 86% apontaram que com certeza voltariam a utilizar o ambiente de aprendizagem, 14% indicaram que talvez voltassem a utilizá-lo, e nenhum aluno indicou que não voltaria a utilizar o ambiente.

Em relação à capacidade do assistente em recomendar conteúdo adequadamente, não verificamos diferenças significativas nas respostas dos alunos dos grupos B e C. Logo, os dados de ambos os grupos foram analisados em conjunto. Dos 40 alunos que participaram do experimento, 8 não perceberam as recomendações. Dos 32 estudantes restantes, 22% apontaram as recomendações como muito apropriadas, 78% as apontaram como apropriadas, e nenhum aluno as considerou inapropriadas. Dos 32 alunos, 97% assinalou ser capaz de lembrar pelo menos de algumas recomendações, e 90% indicou seguir as recomendações. Estes resultados mostram eficiência do mecanismo de recomendação utilizado. Se compararmos as respostas do grupo A (alunos que utilizaram o assistente sem capacidade de recomendação de conteúdo) com os grupos B e C (alunos que utilizaram o assistente com capacidade de recomendação de conteúdo), podemos verificar o impacto do sistema de recomendação na percepção dos alunos no que diz respeito à capacidade do assistente em auxiliá-los: 92% dos alunos do grupo A informaram que o assistente não foi capaz de ajudá-los na realização das tarefas propostas. Nos grupos B e C (assistente com capacidade de recomendação), apenas 38% dos alunos indicaram que o assistente não foi capaz de auxiliou-os na resolução das tarefas. Estes dados destacam a importância de um sistema de recomendação de conteúdos em um ambiente de aprendizagem.

5. Conclusões

Interfaces computacionais convencionais podem ser consideradas passivas, na medida em que são projetadas apenas para receber informações dos usuários de modo fácil e eficiente. Os assistentes conversacionais, ou *chatbots*, podem ser classificados deste modo, já que esperam passivamente pela entrada de perguntas pelo usuário. Integrando um sistema de recomendação ao mecanismo de comunicação em linguagem natural de um assistente virtual, é possível transformá-los em interfaces ativas, nas quais novas informações são trazidas ao usuário de forma espontânea.

Atualmente, evidências científicas começam a apontar que a presença de um personagem em uma interface pode aumentar a confiança do usuário [Rickenberg e Reeves 2000] e melhorar a comunicação entre homem e máquina através da introdução de estímulos sociais [De Angeli et al. 2001]. Em nosso experimento, pudemos verificar o impacto positivo na utilização de um assistente com uma figura conhecida dos alunos, no caso a figura do próprio professor da disciplina cursada. Nossa escolha de assistente foi influenciada por um experimento em que 200 estudantes da universidade utilizaram um sistema de comércio eletrônico em que um assistente acompanhava a navegação dos estudantes, dando dicas de produtos e recomendando itens relacionados. Vários modelos de assistentes foram testados, entre pessoas conhecidas, *cartoons*, imagens animadas ou não. Após o experimento, pode-se verificar que a utilização de uma figura conhecida tinha mais impacto nos estudantes do que as figuras desconhecidas. Outras pesquisas também mostram que a presença da figura humana tem um efeito positivo nas experiências interativas dos estudantes [Lester et al. 1997]. André et al. [1999] verificaram que estudantes consideraram o assunto em estudo significativamente menos difícil e a apresentação mais lúdica na presença de um assistente virtual. Neste mesmo experimento a maior parte dos estudantes afirmou que o assistente os auxiliou a prestar atenção a informações relevantes.

Em Kitamura (2004), um sistema chamado de Recommendation Battlers é apresentado, onde diferentes agentes trazem informações ao usuário, competindo uns com os outros para trazer as informações mais apropriadas de acordo com uma busca efetuada. Nossa idéia é semelhante no que diz respeito à apresentação de sugestões pelos agentes, no entanto empregamos uma abordagem diferente na medida em que utilizamos um sistema de recomendação capaz de encontrar itens de interesse do usuário sem que este faça uma solicitação.

Quanto à utilização de técnicas baseadas em experiências anteriores na recomendação de conteúdo em ambientes educativos, Schank e Cleary [1995] introduziram várias idéias sobre o uso do Raciocínio Baseado em Casos (RBC). Os autores mostraram como a técnica poderia ser empregada na busca de conteúdo e ferramentas pedagógicas adequadas para um usuário, de acordo com seqüências de conteúdos eficazes na aprendizagem de outros usuários com perfil semelhante. A área de RBC aplicado à educação se desenvolveu consideravelmente, mostrando variações de como a técnica pode ser utilizada na adaptabilidade de ambientes de aprendizagem, como em [Funk e Conlan 2002] e [Tsaganou et al. 2002].

A pesquisa apresentada neste artigo aplica os sistemas de recomendação de forma análoga ao emprego de RBC. A principal diferença das duas abordagens está na diversidade das técnicas utilizadas para recuperar experiências anteriores e empregá-las

na recomendação de conteúdos. A técnica utilizada neste projeto emprega descritores de itens como método de aprendizado e generalização do conhecimento extraído de casos passados, ao invés de utilizar os próprios casos. A principal vantagem desta abordagem está na fácil compreensão do conhecimento obtido dos casos, bem como na possibilidade de modificação manual deste conhecimento para guiar o comportamento do sistema na recomendação de conteúdos. Os resultados obtidos em nosso experimento mostraram que o sistema de recomendação empregado pelo assistente virtual teve uma ótima aceitação pelos alunos, influenciando até mesmo a percepção destes na capacidade do assistente em auxiliá-los na realização das tarefas propostas.

Entre as principais contribuições deste trabalho, podemos citar a integração dos sistemas de recomendação aos assistentes virtuais, tornando-os interfaces computacionais ativas, bem como a avaliação destes mecanismos através de um experimento prático com alunos de terceiro grau. No momento, o sistema de recomendação é acionado no ambiente 3A de forma paralela ao mecanismo de comunicação em linguagem natural, complementando as informações e dicas trazidas pelo último. Estamos trabalhando de modo a integrar de maneira mais coesa os dois mecanismos, para que o sistema de recomendação possa ser alimentado também pelas informações introduzidas pelo usuário no mecanismo de comunicação em linguagem natural. O projeto de novos modelos de assistentes virtuais integrando os sistemas de recomendação também faz parte da nossa pesquisa. Neste momento, estamos avaliando uma possível forma de dotar os agentes Microsoft de capacidades de recomendação.

6. Referências Bibliográficas

- Andre, E., Rist, T., and Muller, J. (1999). "Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents". *Applied Artificial Intelligence*, Volume 13, Numbers 4-5, May 1999, 415-448.
- Arafa, Y. and Mamdani, A. (2000). "Virtual Personal Service Assistants: Towards Real-time Characters with Artificial Hearts". *Proceedings of ACM Intelligent User Interfaces Conference 2000*, New Orleans, USA.
- De Angeli, A., Lynch, P. and Johnson, G. (2001). "Personifying the e-market: A framework for social agents". *Interact 2001 - Eighth IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction*, Tokyo, Japan, July 9-13, 2001.
- Elliott, C. D., Rickel, J. and Lester, J. (1999). "Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis". In M. Wooldridge and M. Veloso, editors, *Artificial Intelligence Today*, number 1600 in *Lecture Notes in Computer Science*, pages 195-212. New York: Springer-Verlag.
- Funk, P. and Conlan, O. (2002). "Case-Based Reasoning to Improve Adaptability of Intelligent Tutoring Systems", *Workshop on Case-Based Reasoning for Education and Training, CBRET'2002*, pages 15-23 Aberdeen, Scotland, September 2002.
- Herlocker, J., Konstan, J. and Riedl, J. (2000). *Explaining Collaborative Filtering Recommendations*. In *proceedings of ACM 2000 Conference on Computer Supported Cooperative Work*, December 2-6, 2000.

- Goldberg, D., Nichols, D., Oki, B. M. and Terry, D. (1992). "Using collaborative filtering to weave an information tapestry". *Communications of the ACM*, Vol 35, Num 12. Dezembro 1992.
- Hunt, J. (2001). "The King is Ready for a Chat". *Guardian Unlimited*, February 1, 2001.
- Kitamura, Y. (2004). *Web Information Integration Using Multiple Character Agents*. In Prendinger, H. and Ishizuka, M. (Eds.). *Life-Like Characters: Tools, Affective Functions and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lester, L. C., Convers, S. A., Stone, B. A., Kahler, S. E., and Barlow, S. T. (1997). "Animated pedagogical agents and problem-solving effectiveness: A large-scale empirical evaluation". In *Proceedings of the Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education*, 23-30. IOS Press.
- Pandzic, I. S. (2001). *Life on the Web*. *Software Focus Journal*. Wiley, NY, 52-58.
- Primo, A. (2001). "Comunicação e Inteligência Artificial: interagindo com a robô de conversação Cybelle". In: *Compós 2001 - X Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação*, 2001, Brasília.
- Reategui, E., Campbell, J. A. and Torres, R. (2004). "Using Item Descriptors in Recommender Systems". *The Nineteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2004), Workshop on Semantic Web Personalization*, San Jose, USA, Julho 2004.
- Reategui, E. e Notare, M. (2004). *A3 - Um Ambiente de Aprendizagem de Algoritmos*. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Manaus, Novembro, 2004.
- Rickenberg, R. and Reeves, B. (2000). "The Effects of Animated Characters on Anxiety, Task Performance, and Evaluations of User Interfaces". *CHI 2000: Conference on Human Factors in Computing Systems*. The Hague, Amsterdam, The Netherlands. 1-6 April, 2000.
- Rist, T., André, E. and Müller, J. (1997). "Adding Animated. Presentation Agents to the Interface". *Proceedings of International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI 97*, 79-86, N.Y.: ACM Press.
- Rist, T., André, E. and Baldes, S. (2003). *A flexible platform for building applications with life-like characters*. *International Conference on Intelligent User Interfaces*. January, 12-15, Miami, FL, USA.
- Sarwar, B., Konstan, J., Borchers, A., Herlocker, J., Miller, B. and Riedl, J. (1998). "Using Filtering Agents to Improve Prediction Quality in the GroupLens Research Collaborative Filtering System". *Proceedings of the 1998 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. New York, 1998.
- Schafer, J., Konstan, J. and Riedl, J. (1999). "Recommender systems in e-commerce". In *Proceedings of ACM E-Commerce*, 1999.
- Schank, R. C. and Cleary, C. (1995). *Engines for Education*. LEA Publishing.
- Towns, S. G., Callaway, C. B., Voerman, J. L. and Lester, J. C. (1998). "Coherent Gestures, Locomotion, and Speech in Life-Like Pedagogical Agents". *ACM*

International Conference on Intelligent User Interfaces - IUI98, SanFranciso CA, USA.

Tsaganou G., Grigoriadou M. and Cavoura, T. (2002). "Modelling Student's Comprehension of Historical Text Using Fuzzy Case-based Reasoning". Workshop on Case-Based Reasoning for Education and Training, CBRET'2002, Aberdeen, Scotland, 4 - 7 September 2002.

Wallace, R. (2003). "The Elements of AIML Style", ALICE A. I. Foundation.