

Uma Arquitetura para *Chatterbots* Emocionais

Rodrigo Souza Wilkens¹, Márcia Cristina Moraes¹

¹Faculdade de Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

(PUCRS)

rswilknes@gmail.com, mmoraes@pucrs.br

Abstract. *This paper presents a proposal for emotional conversational agent architecture. It also presents an agent implementation that uses this architecture and the discussions about the users-agent interaction.*

Resumo. *Neste artigo abordamos a utilização de emoções em chatterbots, propondo uma arquitetura modular para agentes conversacionais com emoções (Alice² – Alice Emocional). Também são apresentadas a implementação de um agente baseado nesta arquitetura e a discussão das interações dos usuários com o chatterbot emocional implementado.*

1. Introdução

Atualmente, vários processos realizados diariamente por seres humanos são automatizados em algum tipo de sistema computacional. Neste sentido, é interessante que os sistemas proporcionem uma interação mais atrativa para seus usuários. Um recurso que tem sido utilizado para esta finalidade é o *chatterbot*, visto que o mesmo, ao interagir em linguagem natural com os usuários, torna a interação semelhante as interações com que os usuários estão acostumados.

Dentre os diferentes tipos de *chatterbots* existentes [Laven 2008], os *chatterbots* que incorporam emoções são particularmente interessantes, pois colaboram para a construção de uma interação semelhante à de um ser humano, proporcionando o que Bates (1992) chama de “ilusão de vida”. Este artigo tem como objetivo apresentar uma arquitetura modular para agentes conversacionais emocionais (Alice² – Alice Emocional). As principais características desta proposta de arquitetura são: comportamento emocional (incluindo emoções e personalidades); memórias primitivas (que representam à capacidade de considerar a sensação emocional) e memória de longo prazo (que armazena informações das interações do agente). Outra característica desta arquitetura é a percepção de tempo interna ao agente ser independente do tempo do ambiente. Esta diferenciação é realizada, pois as emoções exigem taxas de atualização diferentes uma das outras, dependendo da personalidade do agente.

A arquitetura apresentada neste trabalho é oportuna a sistemas colaborativos, devido a esta propiciar a tomada de decisões baseada em aspectos emocionais. Como mostrado neste trabalho pode-se definir comportamentos para diversos estados emocionais e através da presença de emoções definir quais a serem utilizados.

Este artigo está dividido em cinco seções. A segunda seção descreve os conceitos e definições utilizados e sua relação com trabalhos relacionados. A terceira seção apresenta a arquitetura proposta, assim como sua implementação. A quarta seção descreve os testes realizados com usuários. A quinta seção apresenta as conclusões.

2. Conceitos e Definições Utilizados

Os agentes que possuem a capacidade de conversar em linguagem natural com o usuário são denominados de agentes conversacionais ou *chatterbots*. Para Teixeira e Meneses [Teixeira & Meneses, 2003] agente conversacional é um programa de computador que tenta simular um ser humano na conversação com pessoas.

Para Elliot [Elliot, 1992], um sistema que possua uma vida afetiva é um sistema com agentes que possuem emoções rudimentares e ações induzidas por emoções. Para o agente expressar emoções de forma condizente, é importante que as emoções reflitam um modelo de emoções. Alguns autores tem buscado complementar o modelo de emoções com modelos de personalidade. Dentre os modelos de personalidade amplamente utilizados em agentes emocionais, de acordo com [Ruttkey, Dormann e Noot, 2005], está o modelo *Big-Five* [John & Srivastava, 1999].

Strauss e Allen [Strauss & Allen, 2008] descrevem um estudo que tem como objetivo categorizar, de forma estatística, as palavras em categorias emocionais. As categorias emocionais analisadas são raiva, ansiedade, desgosto, medo, felicidade, neutro, tristeza e surpresa.

Para construção da proposta de uma arquitetura para agentes conversacionais emocionais, foram consideradas as categorias emocionais de Strauss e Allen, bem como o modelo de personalidade *Big-Five*. Nos próximos parágrafos serão descritos os conceitos desenvolvidos no modelo emocional utilizado nesta proposta, juntamente com a indicação do trabalho relacionado que foi utilizado.

Esta proposta adotou a utilização de estados discretos para representar os estados emocionais, sendo definidas funções de transição, limites para estas funções e intervalos de interpretação. A fórmula usada para determinar a taxa de ativação de uma emoção é

$$A_i(t) = f\left(\Psi(A_i(t-1)) + \sum_k R_{ki} \cdot W_{ki} + \sum_l \mu_{li} \cdot A_l(t)\right)$$
, obtida de Velásquez (1997). Nesta fórmula $A_i(t)$ indica a taxa de ativação da emoção i , f representa a função que delimita os valores, $\Psi(A_i(t-1))$ é o valor da ativação anterior, R_{ki} indica o valor da emoção i em k , W_{ki} representa o peso da emoção i em k e μ_{li} é o valor da excitação ou inibição da emoção.

Todos os processos de avaliação que indicam um valor de manifestação da emoção, para que seja definido um critério de ordenação entre os estados emocionais do agente, utilizam a fórmula do *releaser* de Velásquez (1997), $A_i = f\left(\sum_k (R_{ki} \cdot W_{ki})\right)$, sendo R_{ki} o valor do estado avaliado e W_{ki} o valor do peso deste estado em relação aos demais.

Para valência das emoções foi utilizado $V = EVF(I, E, G)$, como mostrado em [Oliveira & Sarmiento, 2002], utilizando-se os limites de valores sobre as valências, o limite superior um e inferior zero. Como indicado em [Vick, 2005] os valores das emoções representam: baixo, os que estão compreendidos entre $0,0 \leq x < 0,25$; normal entre $0,26 \leq x \leq 0,9$; e alto entre $0,91 \leq x < 1,0$.

A memória de longo prazo (LTM) representa o valor relacionado ao evento emocional como $|V_j| = |EVfk(I, E, G)| > MTK$ [Oliveira & Sarmento, 2002]. O valor emocional de um evento é dado pela relação entre a função de avaliação da emoção com o nível de manifestação da memória. A função de avaliação da emoção é dada por $value(a) = \frac{1}{|A|} \sum_{e \in A} feedback(e+1)$, onde a representa o conjunto de eventos onde o agente possui a ação a e $(e+1)$ representa as resposta do usuário no próximo evento.

Para a avaliação do comportamento a ser manifestado, evitando conflitos de manifestação, é utilizada a função $B_j(t) = \sum_n (Rnj \cdot Wnj) + \sum_l (\mu lj \cdot Bl(t))$, onde B_j representa o valor (taxa de escolha) do comportamento, Rnj indica o valor do *releaser*, Wnj representa o valor do peso do *releaser*, μlj é o peso (excitação ou inibição) da entrada e Bl indica o valor de ativação do comportamento.

3. Arquitetura e Implementação do Agente Proposto

Nesta seção são descritas a estrutura da arquitetura proposta, Alice² (Alice Emocional), assim como suas funcionalidades e sua implementação. O agente apresentado neste trabalho possui quatro módulos, sendo estes: comunicação, emocional, aprendizado e decisão. O módulo de comunicação é responsável por perceber os acontecimentos do ambiente, permitindo ao agente tratar as informações de forma interna independente às formas que o ambiente as represente. O módulo emocional é responsável por gerenciar as emoções do agente. O módulo de aprendizado é responsável por verificar as ocorrências de um evento e armazená-lo. O módulo de decisão é responsável por definir a ação que o agente realiza considerando o estímulo do ambiente e o estado interno do agente. Por ser uma arquitetura com planejamento modular utiliza interfaces para acesso aos módulos, estas interfaces são classes que possuem o nome igual ao próprio módulo. A figura 1 apresenta em alto nível e de forma abstrata, a arquitetura do agente proposto.

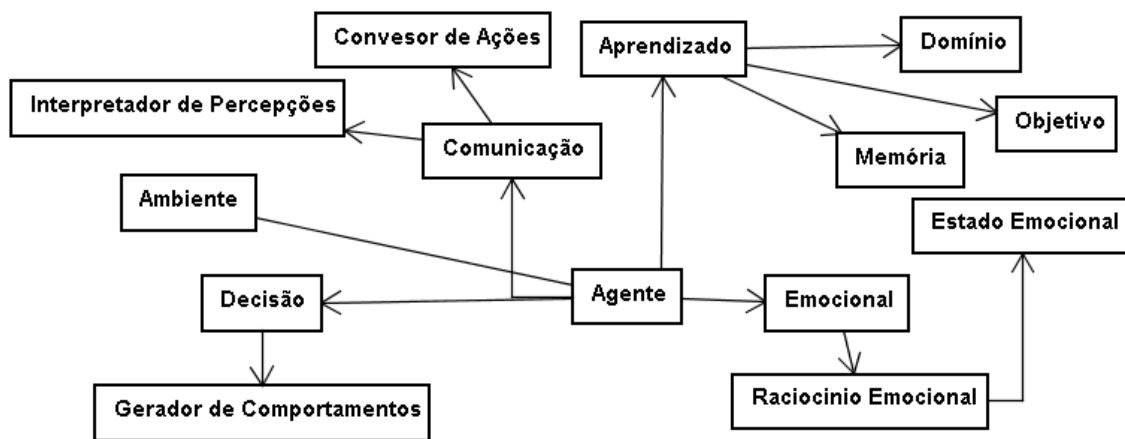


Figura 1: Arquitetura Alice²: agente conversacional com emoções.

No sistema a classe *ambiente* representa o ambiente do usuário, sendo no sistema desenvolvido, a interface de comunicação entre o usuário e o agente. A classe *agente* representa o agente propriamente e possui instâncias das classes *aprendizado*, *comunicação*, *decisão* e *emocional*, para realizar invocações aos seus respectivos

módulos. A classe *ambiente* pode possuir vários agentes, enquanto a classe *agente* pode possuir apenas uma instância do *ambiente*.

A classe *interpretador de percepção* é responsável por converter a entrada do usuário em um formato em que o *agente* possa interpretá-la. A classe *conversor de ações* é responsável por preparar a resposta do *agente* para enviar ao *ambiente*. A classe *raciocínio emocional* é responsável por gerar e atualizar o estado emocional considerando aos estímulos recebidos pelo ambiente. A classe *estado emocional* é responsável por representar as emoções do agente. A classe *aprendizado*, além de ser a interface do módulo, também possui uma lista domínios, uma lista objetivos e uma memória. A classe *domínio* representa cada conhecimento que o agente tem, no caso, as frases a serem reconhecidas. A classe *objetivo* representa as frases que o agente pode responder. A classe *memória* representa a memória do agente sobre os eventos ocorridos. A classe *gerador de comportamento* é responsável por determinar o próximo comportamento a ser realizado.

A arquitetura apresentada na figura 1 foi implementada em Java. Para a implementação do interpretador AIML [Wallace, 2000] foi utilizada a API *ChatterBean*¹, desenvolvida puramente em Java e em conformidade com a versão 1.0.1 da AIML. A base utilizada para o *chatterbot* foi a base da AIML padrão em inglês. Para a animação facial foi utilizada a ferramenta xFace [Balci, 2005] (ferramenta *open source* para animação de agentes conversacionais com interface 3D através da produção de faces em MPEG-4). A escolha por esta ferramenta ocorreu devido a sua simplicidade de uso, documentação e facilidade da criação de rostos estáticos que demonstram emoções. Devido ao foco da proposta não ser a criação da interface do agente, foi utilizado o conjunto de expressões faciais disponibilizadas pela ferramenta (figura 2). Cabe salientar que estas expressões representam os estados emocionais apresentados por [Strauss & Allen, 2008] e escolhidos para serem modelados na proposta.



Raiva Ansiedade Desgosto Medo Felicidade Neutro Triste Surpresa

Figura 2: Faces utilizadas.

3.1 Criação de Tags

A fim de incorporar as emoções e os tempos de fala no *ChatterBean*, foram criadas *tags* específicas para isto nos arquivos AIML. Para refletir as emoções do agente sobre a conversação, foi criada a *tag estado interno*, sendo necessário alterar os objetos AIML para que os mesmos utilizassem esta *tag*. A fim de permitir uma fácil parametrização do agente, também foi criado outro arquivo AIML, o arquivo de parametrização.

A criação da *tag emoção* tem como objetivo proporcionar impacto no estado emocional do agente através do diálogo. Esta *tag* indica qual a emoção que deve ser afetada e o impacto que esta deve sofrer. A *tag emoção* possui dois parâmetros: a intensidade da emoção e uma lista contendo os nomes das emoções que devem ser modificadas e os valores destas modificações. Esta *tag* foi utilizada a fim de categorizar

¹ <http://chatterbean.bitoflife.cjb.net/>

o texto de acordo com o trabalho apresentado em Strauss e Allen [Strauss & Allen, 2008]. Esta *tag* foi utilizada em 250 palavras, totalizando 1677 *tags* utilizadas nos 53 arquivos AIML utilizados na base de conhecimento da base da Alice [Wallace, 2009].

Para o agente considerar os atos de fala em todos os objetos AIML foram colocadas *tags* indicando o tempo no qual os atos de fala estão relacionados. Os tempos considerados foram os utilizados em [Neves, 2005], ou seja, os tempos início, meio e término. A *tag tempo de fala* possui o atributo *estado*, responsável por indicar o tempo da conversação no qual a frase se encontra. A *tag tempo de fala* foi utilizada em todas as entradas, totalizando 27116 *tags*, sendo 73 para indicar o tempo início, 26935 para indicar o tempo meio e 108 para indicar o tempo fim.

Como os objetos AIML originais da Alice não preveem emoções dinâmicas, algumas respostas podem gerar incoerências com o estado emocional, por exemplo, para a frase do usuário “*are you happy?*” a resposta gerada é a afirmação “*Yes NOME DO USUÁRIO I can say I am very happy*” independentemente da emoção a ser manifestada. Para evitar estas incoerências a *tag estado interno* indica a emoção atual do agente (em tempo de execução). Esta *tag* é utilizada em 37 frases em 8 arquivos AIML.

A interface de utilização do sistema é uma interface semelhante à de sistemas de troca de mensagens instantâneas. A figura 3 mostra a interface do sistema. O usuário deve digitar a conversa no campo de texto inferior, o histórico da conversa é mantido no campo de texto superior e a imagem que representa o *chatterbot* é apresentada na lateral.

Durante a conversação o *chatterbot* expressa as emoções através de uma troca de imagem. A imagem que aparece é aquela que está relacionada a emoção de maior manifestação em um determinado momento da conversação.

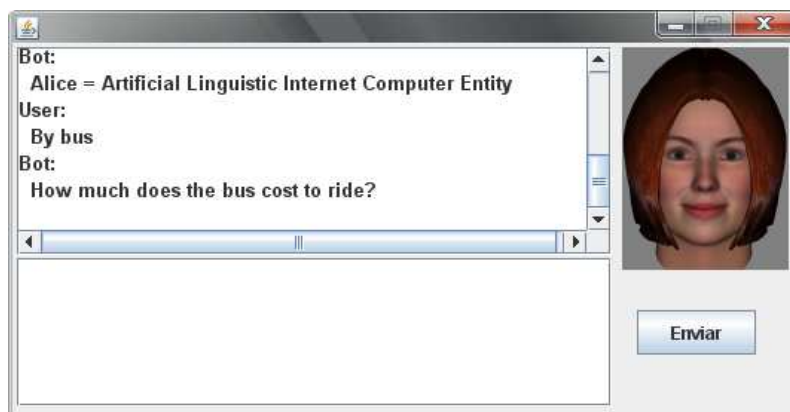


Figura 3: Chatterbot manifestando ansiedade.

Quando uma frase é enviada pelo usuário, esta passa por várias etapas de interpretação, sendo cada etapa realizada em um módulo diferente. Se, por exemplo, o usuário enviar a frase “*I like to chat*”, ela será enviada ao agente, pelo ambiente, e então será processada pelos quatro módulos. No módulo de comunicação é realizada a interpretação da frase, utilizando a biblioteca *Chatterbean*.

O módulo emocional inicialmente verificada a taxa de alteração das emoções. Para isso, é necessário considerar o tempo ocioso do agente (através do impacto neural) e após as emoções são separadas em conjuntos. Para cada conjunto é realizado um

somatório da multiplicação da manifestação da emoção com o peso da emoção e com o impacto neural. Após este somatório é realizada a verificação da manifestação da emoção para identificar se esta se encontra no limite estabelecido. Para a atualização das emoções são considerados a taxa de alteração e o impacto da personalidade oriundo do modelo de personalidade *Big-Five*. Sendo que para cada emoção é realizada a soma da manifestação atual com o resultado da multiplicação da taxa de manifestação com o impacto do traço de personalidade. Por fim o módulo emocional retorna uma lista de emoções, esta lista sendo ordenada de forma decrescente de manifestação.

No módulo de aprendizado é identificado o domínio associado à entrada do usuário e para cada domínio associado é identificado o impacto da memória deste. Logo após, esta interação é armazenada na memória do agente.

No módulo de decisão inicialmente é listada a relação entre os comportamentos com as emoções, sendo então definido o comportamento a ser manifestado através da multiplicação do *drive* (constante de aprendizado), com a manifestação da emoção e a sua posição na lista de comportamentos. Sendo indicado ao agente, o comportamento com a maior manifestação, como o comportamento a ser realizado.

No módulo de comunicação é indicado ao agente a ação a ser realizada. Desta forma, o agente possui o comportamento a ser manifestado e a frase a ser respondida, para então passar estes ao ambiente para que possam ser expressos ao usuário. Após a frase do usuário ser processada pelos quatro módulos é completada uma interação, ficando o sistema a espera de uma nova frase por parte do usuário.

4. Análise dos Testes com Usuários

Com o objetivo de identificar o nível de percepção das modificações relativas a inclusão de emoções na Alice, foram realizados testes com usuários. Os testes foram compostos por duas conversações, uma com a Alice original e outra com a Alice emocional, realizadas alternadamente e sem o usuário saber com qual estava interagindo. Os testes ocorreram com 26 pessoas de diversas formações. Após realizarem as conversações, os usuários responderam a um questionário que buscava identificar o comportamento do *chatbot* e a qualidade da conversação.

Para análise das respostas informadas pelos usuários de teste, separamos os usuários em dois grupos, o primeiro são os usuários que interagiram com a Alice original e em seguida com a Alice emocional, enquanto que o segundo grupo interagiu na ordem inversa. Questões direcionadas ao comportamento do *chatbot* e a percepção da conversa por parte do usuário são mostrados na tabela 1 para a Alice Original e na tabela 2 para a Alice emocional.

Tabela 1: Relação entre comportamentos e a percepções da conversa com a Alice original, por parte dos usuários do grupo 1 e do grupo 2.

1° Chatterbot Original 2° Chatterbot Emocional		1° Chatterbot Emocional 2° Chatterbot Original	
<i>Comportamento</i>		<i>Conversa</i>	
Calmo	67%	Interessante	33%
Extrovertido	0%	Semelhante a	0%
Aberto	0%	uma pessoa	
Agradável	8%		
Consciente	8%	Artificial	67%
Outro	17%	Motivante	0%

Tabela 2: Relação entre comportamentos a percepções da conversa com a Alice emocional, por parte dos usuários do grupo 1 e do grupo 2.

1° Chatterbot Original 2° Chatterbot Emocional		1° Chatterbot Emocional 2° Chatterbot Original	
<i>Comportamento</i>		<i>Conversa</i>	
Calmo	48%	Interessante	17%
Extrovertido	0%	Semelhante a	8%
Aberto	8%	uma pessoa	
Agradável	24%		
Consciente	12%	Artificial	58%
Outro	8%	Motivante	17%

Através destes dados, foi observado que os diálogos da Alice tradicional e da Alice emocional possuíram um comportamento predominantemente calmo. Porém com a utilização de emoções e personalidade tem-se uma modificação neste comportamento para a Alice emocional sendo apresentado um aumento na manifestação de comportamento agradável.

Em relação a percepção sobre a conversa, a maioria dos usuários a considerou como artificial. A justificativa apresentada pelos usuários foram o fato do agente não possuir muitas respostas (61%), a não interação com a frase do usuário (25%) e o não desenvolvimento do assunto (14%). Cabe salientar que estas características são inerente a base de conhecimento AIML utilizada na Alice. É possível observar que os usuários consideraram a conversa como semelhante à com uma pessoa, na Alice emocional, enquanto que com a Alice original não houve este tipo de percepção.

Quanto à duração das conversações é possível perceber uma diferença entre a Alice original e a Alice emocional, sendo considerado que a segunda conversação fica prejudicada devido ao cansaço do usuário, segundo a observação durante os testes. Na tabela 3 são mostrados os valores de médias de conversação.

Tabela 3: Médias dos tempos de conversação.

	1° Original 2° Emocional	1° Emocional 2° Original	Média
Original	13 minutos	12,62 minutos	12,81 minutos
Emocional	13,54 minutos	14,54 minutos	14,04 minutos
Ganho Emocional	0,54 minutos	1,92 minutos	1,23 minutos

Focamos a percepção das emoções por parte dos usuários, por meio da apresentação de algumas citações de respostas a entrevista. O usuário 4 considerou o *chatterbot* emocional como mais agradável de conversar, esta percepção resume a idéia passada pelos demais usuários. Outra percepção abstrata observada foi a identificação

do *chatterbot* emocional como sendo simpático. O usuário 5 observou como diferença entre os *chatterbots* o fato do emocional ser inquieto, estressado enquanto o original foi alegre e disposto a conversar. Tanto o usuário 14 quanto o usuário 19 comentaram diretamente que as expressões faciais modificavam de acordo com a conversa, sendo estas modificações coerentes com as emoções que os usuários esperavam, devido à conversa. Ambos os usuários consideraram o *chatterbot* emocional como sendo semelhante a uma pessoa. Desta forma, é possível constatar que a presença de emoções em agentes conversacionais propicia a identificação do *chatterbot* como sendo semelhante a conversas com pessoas.

5. Considerações Finais

Neste artigo mostramos o desenvolvimento de um agente conversacional com emoções, abordando o processo de identificação dos componentes, modelagem da arquitetura e implementação desta, assim como a validação do *chatterbot* emocional. Dos aprendizados deste trabalho inicialmente consideramos o fato de haver trabalhos nas áreas de agentes conversacionais e de agentes emocionais, porém na intersecção destas áreas encontram-se poucos trabalhos. Quanto a ferramentas para o auxílio no desenvolvimento de agentes emocionais conversacionais, não foi encontrada uma ferramenta completa.

Quanto ao agente emocional desenvolvido neste trabalho, destacamos que possui um modelo emocional estatístico, assim como seus critérios de decisão são baseados em fórmulas que consideram tanto os valores da interação atual quanto das interações anteriores. A utilização destas características simultaneamente proporciona um forte relacionamento entre emoções e decisões, além de considerar todas as interações anteriores para a geração do próximo evento. Estas ainda são interessantes a sistemas colaborativos por permitirem parâmetros emocionais à tomada de decisão.

Através dos testes realizados observamos a capacidade de imersão dos usuários com a utilização de *chatterbots* emocionais, esta é mostrada pelo uso do termo “amigo” como forma de descrever o *chatterbot*, assim como a identificação da conversa como sendo semelhante à realizada com pessoas. O agente emocional proporciona, além da identificação de afinidade, um ganho quanto ao tempo de conversação, porém observa-se que, em interações, apenas um modelo de emoções e personalidade não é suficiente para um pleno reconhecimento do agente como emocional, necessita-se de uma base de conversação compatível. Consideram-se estes ganhos úteis a sistemas de colaboração, por contribuir a interações credíveis com os usuários. Neste trabalho foi identificado que a base de conversação da Alice possui um comportamento calmo, devido aos diálogos previstos e ao fato de AIML ser baseado em estímulo resposta.

Referências

- Balci, K. Xface: authoring tool for embodied conversational agents. Proceedings of the 7th international conference on Multimodal interfaces, Torento, Italy. 2005
- Bates, J. The Nature of Characters in Interactive World and The OZ. Project Technical Report CMU-CS-92-200 – Carnegie Mellon University. 1992
- Elliot. C.; The Affective Reasoner: A process model of emotions in a multi-agent system. Ph.D. Thesis. Technical Report No. 32, Institute for the Learning Sciences, Northwestern University. Evanston, IL. 1992

- Erickson, T. Design Agent As If People Mattered. In: Software Agents. Menlo Park, California: AAI Press, 1997
- John, P.; Srivastava, S. The big-five taxonomy: history, measurement, and theoretical perspectives 1999
- Laven, S. The Simon Lavel Home Page. Disponível em: <<http://www.simonlaven.com/>>. Acessado em: 05 de março 2008.
- Neves A., Barros F. iAIML: Um Mecanismo para Tratamento de Intenção em Chatterbots. V ENIA. 2005
- Oliveira, E.; Sarmiento, L. Emotional Valence-based Mechanisms and Agent Personality. SBIA'02, LNAI, Springer Verlag, 2002
- Ruttkay, Z.; Dormann, D.; Noot, H.; livro: From Brows to Trust; capítulo 2: Embodied Conversational Agents on a Common Ground A Framework for Design and Evaluation; Springer Science + Business Media, Inc.
- Strauss G.; Allen D. Emotional intensity and categorisation ratings for emotional and nonemotional words. Cognition And Emotion, 2008, 22 (1), 114_133. 2008
- Teixeira, S.; Menezes, C. Facilitando o uso de Ambientes Virtuais através de Agentes de Conversação. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2003
- Velásquez, J. Modeling Emotions and Other Motivations in Synthetic Agents. In: Proceedings of AAI-97. 1997
- Wallace, R.S., 2009. The Elements of AIML Style. A.L.I.C.E. Artificial Intelligence Foundation, Inc. Acessado em 10/04/2009
- Wallace, R. "Don't Read Me - A.L.I.C.E. and AIML Documentation". <http://www.alicebot.com/dont.html>, 2001. Acessado em 11/04/2009
- Vick, E., H. Implementing Lexical and Creative Intentionality in Synthetic Personality. 2005, 105. Tese University of Central Florida