

MARO: Um modelo de emoções usando ontologia

Ricardo Lucca e Rafael H. Bordini

Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

Resumo

A área de computação afetiva é a área de estudo das emoções dentro da computação. O presente trabalho foca na sub-área de síntese de emoções, com o objetivo de simular o comportamento afetivo entre atores. Essa ferramenta, baseada na plataforma Jason[6], utiliza uma ontologia baseada no modelo de emoções de Ortony et al. [23]. Além disso, conceitos vistos em diferentes áreas como animação comportamental [1] e ambientes inteligentes [10] são utilizados neste trabalho.

1. Introdução

Segundo Terzopoulos et al. [29], na indústria cinematográfica têm-se excelentes exemplos do estudo do comportamento humano. Além disso, a área de animação estuda o comportamento visando imitar as ações humanas. Entretanto, ainda há muito trabalho a ser feito na construção de um ser que pareça realmente vivo. Bates [1] foi um dos primeiros a trabalhar na melhoria da interpretação de atores virtuais utilizando emoções. Bates afirmou que as atitudes de um personagem com ilusão de vida própria é um grande desafio. Por exemplo, João pode ser agressivo quando estiver com medo enquanto André ao perceber o medo fica retraído.

A área da computação que estuda esse assunto foi denominada Computação Afetiva por Picard [24]. Há dois principais ramos de trabalho nessa área. O primeiro estuda o reconhecimento e a expressão de emoções dentro da Interação Homem-Computador (IHC). O segundo foca na síntese de emoções para estudar o comportamento humano por meio de simulações ou aprimorar os seres robóticos ou atores virtuais.

O presente trabalho visa desenvolver uma ferramenta que utilize ontologias para definir o comportamento emocional dos personagens virtuais. Um objetivo secundário é a redução de configurações necessárias para

o seu uso porque isso tornaria difícil ou cansativo para um animador/programador utilizar.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. Na seção 2 abordam-se os conceitos de Agente e Personagem, o paradigma de programação de agentes, juntamente com uma breve explicação da plataforma que está sendo utilizada, bem como uma introdução à computação afetiva e a ontologias; essa seção também discute trabalhos relacionados. A idéia da ferramenta é explicada em mais detalhes na parte 3. Na 4, os resultados esperados e considerações finais são expostos.

2. Estado da Arte

2.1. Conceitos de Agente

Laird and VanLent [18] afirmam que a pesquisa em Inteligência Artificial tem sido fragmentada em muitas áreas especializadas e, assim, algoritmos específicos e mais eficientes podem ser criados. Há várias definições do conceito de Agente, por exemplo [11, 16, 28]. Shoham [28] propõe que Agente é uma entidade definida por componentes mentais como crenças, habilidades, escolhas e comprometimentos.

Franklin and Graesser [13] define um agente através das características que a entidade deve apresentar. Atualmente, o menor conjunto comumente aceito dessas características é composto por três conceitos principais: (i) Autonomia; (ii) Sociabilidade; (iii) Situacionalidade. Fatemeh and Hassan [11], Jennings et al. [16] concordam que autonomia é quando um Agente toma suas próprias decisões independente de qualquer outra entidade do sistema ou, ainda, da intervenção diretas de seres humanos. A característica de sociabilidade permite flexibilidade na execução das tarefas, através da interação com outros agentes que estejam presentes no sistema. A última, permite que o agente situe-se em um ambiente dinâmico interagindo com o mesmo através de algum tipo de sensor ou atuador.

Ingrand et al. [15] indicam que entidades autônomas podem ter a capacidade de expor seus dados inter-

nos para que seja possível um usuário, possivelmente humano, dar dicas sobre a forma de resolução dos problemas sendo enfrentados. Esta visão não conflita com a noção de autonomia exposta acima, pois o agente permanece independente para tomar suas decisões podendo rejeitar as dicas ou sugestões enviadas pelo usuário.

Ingrand et al. também define Agente em um ambiente com componentes heterogêneos e com diferentes tempos de resposta para a execução de suas tarefas. Doyle and Hayes-Roth [10] estendem o conceito dizendo que os objetos pertencentes ao ambiente devem conter anotações que determinam a forma de uso dos objetos disponibilizados neles. Assim, não se sabe como todos os objetos funcionam e, sim, uma forma de aprender com o próprio objeto a sua forma de utilização. Shoham [28] define sociabilidade como uma habilidade cognitiva necessária para o desempenho das suas tarefas.

Essas inúmeras definições do termo Agente não permite saber se ele é um ser físico ou abstrato. Dessa forma, Damiano and Pizzo [8], Nareyek [21] defendem que o agente é o ser abstrato de um ator físico. Em outras palavras, o ser que age ou atua no meio é chamado de personagem ou ator. Enquanto a mente desse ser é chamada de agente.

2.2. Paradigma de Programação Orientada a Agentes

Shoham [28] propôs em seu trabalho a linguagem *Agent-0* uma das primeiras a serem baseadas em atos de fala e uma nova visão para se programar. Esses atos de fala podem ser vistos como comandos falados entre atores com as mais diversas finalidades (informar, perguntar, requerer, aceitar, etc). Dessa forma, Shoham tentou promover a idéia de computação com uma interação mais social entre membros de um sistema. Em outras palavras, esse novo paradigma de programação precisa que exista cooperação e competição entre os agentes para a realização das tarefas desejadas.

Assim, o agente encontra-se situado em um ambiente no qual pode receber informações de outros agentes, assim como enviar para outros. As ações são estabelecidas utilizando regras que descrevem comportamentos. Assim, é possível, a própria entidade decidir qual ação deve ser tomada. Essas regras são construídas em fórmulas lógicas descrevendo-se o contexto que torna um curso de ação válida e sua consequência que é o conjunto de ações a serem desempenhadas.

Atualmente, há diversas linguagens para a programação de agentes, por exemplo: *2APL*, *Agent-0*,

AgentSpeak(L), *GOAL* e *MetateM* [5]. Elas são baseadas em diversos formalismos diferentes. MetateM por exemplo é baseada em lógica temporal, permitindo que formulas temporais definindo o comportamento do agente sejam diretamente executadas.

A plataforma *Jason*[6] utilizada no trabalho pode ser pensada como um sistema de planejamento reativo, em que planos são executados a partir de alterações nas crenças e objetivos do agente. A plataforma baseia-se na arquitetura BDI e utiliza uma extensão da linguagem de programação abstrata, definida por Rao [26], chamada *AgentSpeak(L)*, para especificar o raciocínio sobre ações dos agentes. A grande vantagem dessa plataforma é a rapidez com que melhorias têm sido feitas e a facilidade de customização de diversos componentes da plataforma.

2.3. Computação Afetiva

Picard [24] definiu Computação Afetiva como uma “computação relacionada, surgida ou que influencia as emoções”. Além disso, computadores com emoções permitem aos mesmos um determinado nível de comportamento inteligente e criatividade que seria impossível sem as emoções e esse é o principal desafio dessa área. Logo, o seu entendimento pode explicar fenômenos como, por exemplo, atenção, memória e outros.

Essa área é normalmente dividida em duas sub-áreas. A primeira estuda o reconhecimento e a expressão de emoções dentro da Interação Homem-Computador; a segunda, foca na síntese de emoções para aprimorar os seres robóticos e/ou para estudar o comportamento humano por meio de simulações. Há muita aplicabilidade dessas técnicas, por exemplo: a área que reconhece as emoções pode ser utilizada para adaptar o sistema ao estado da pessoa permitindo ao mesmo instruí-la, questioná-la, encorajá-la ou ocultar determinadas informações consideradas irrelevantes.

O objetivo de Bickmore [3] com o projeto *Relational Agents* é possibilitar aos usuários a criação de um relacionamento social e emocional com longa duração. Em Bickmore and Schulman [4], a confiança no agente torna possível discutir tarefas mais importantes como melhoria da saúde ou até a compra de uma casa. Outro trabalho na área de IHC é o reconhecimento de emoções para aumentar a imersão em jogos, por exemplo permitindo ao próprio jogo adaptar eventos ou trechos tornando-o mais divertido e realista.

O projeto *The Affective Tigger: a reactive expressive toy* de Kirsch [17] é um brinquedo capaz de reconhecer e reagir às emoções exibidas pelas crianças. Por exemplo, quando a criança encontra-se feliz, o boneco



Figura 1. Brinquedo que responde as emoções das crianças [17].

expressa felicidade (ver Figura 1). Ao todo existem 5 estados emocionais: muito feliz, feliz, neutro, triste e muito triste. Todos, com exceção do neutro, possuem alguma síntese vocal como um rosnado (tristeza) ou uma risada (muito feliz). Assim, esse brinquedo, por ser considerado um ser robótico que reage à criança com seus próprios estados emocionais, fica enquadrado na segunda área. Portanto, o desenvolvimento desse brinquedo serviu para aprimorar os seres robóticos.

O projeto AIDA¹ (do inglês *Affective Intelligent Driving Agent*) pode ser entendido como enquadrado na área de IHC, pois o interesse é entender o estado afetivo da pessoa dirigindo. Além disso, interessa-se em ter um relacionamento com o usuário sugerindo alterações nas rotas baseado na rotina aprendida depois de um mês de aprendizado. A pesquisa relatada em Dias and Paiva [9] visou melhorar a simulação de agentes através do uso da emoção guiando o processo deliberativo e melhorar o entendimento e gerência das emoções. O presente trabalho se enquadra na área de síntese de emoção, pois o interesse é em entender o estado emocional e como ele pode afetar o comportamento de um personagem.

2.4. Modelo Psicológico de Emoção

Segundo Scherer [27], na psicologia há diferentes modelos para tentar mapear a afetividade: dimensionais, discretos, baseados em significados e componentes. Os modelos dimensionais procuram estabelecer eixos de classes de emoções e formas de se mover por esses. Enquanto os modelos discretos visam descrever um conjunto básico de emoções ou, ainda, um sistema adaptativo que evolua a partir de um determinado ponto. Os modelos baseados em significados constroem estruturas semânticas e descrevem

verbalmente o que ocorre em determinado sentimento; em outras palavras, preocupa-se com as situações em que ocasionaram o mesmo. Já os modelos baseados em componentes entendem que emoções são aprendidas e, sendo assim, estudam o elo entre os sentimentos e os eventos ou situações que as mesmas acontecem. Esse elo é montado pela pessoa de diferentes formas.

Picard [24] chama atenção que as emoções sempre foram consideradas um estigma pela ciência que é fundamentalmente racional com hipóteses testáveis, argumentos lógicos e experimentos repetitivos. Entretanto, estudos neurológicos recentes [7, 19] mostram a importância das emoções na tomada de decisão. Damásio [7] diferencia emoção de sentimento; para ele emoção é um estado físico do corpo e sentimento é a percepção da mudança desse estado corporal.

O modelo proposto por Ortony, Collins, and Clore [23], conhecidos na comunidade de Inteligência Artificial, é chamado de OCC por causa de seus autores. Esse modelo é classificado como baseado em significados por descrever as situações de ocorrências de cada uma de suas 22 emoções. Essas emoções são divididas em formas de se perceber o mundo a sua volta: Eventos (importantes para alguma meta), Agentes (incluindo a si mesmo) e Objetos (atração ou repulsa). Assim sendo, essas maneiras de se perceber o mundo refletem diferentes jeitos de se analisar as situações que podem ser relativas aos objetivos, valores morais ou gostos da pessoa.

A Figura 2 resume o modelo OCC e mostra as percepções possíveis de um indivíduo. Partindo da direita para esquerda, o ramo mais básico, Aspectos de Objetos, é ativado quando se avalia o gosto de alguém para algum objeto (inanimado ou não), por exemplo, alguém gostar de rosas vermelhas. No seguinte, Ações de agentes, o julgamento das ações exercidas por outro indivíduo é realizado baseado nos valores morais da pessoa que está julgando. Sendo assim, por exemplo, reprovar a atitude de um colega que “colou” na prova. O último da árvore, mais a esquerda, é o de evento que representa as coisas que aconteceram (e foram consideradas importantes), acontecem e acontecerão (objetivos almejados). Esses são avaliados segundo as suas consequências para o alcance ou impedimento dos objetivos de uma pessoa. Por exemplo, preciso ir bem no concurso para ficar satisfeito porque esse evento me permitirá alcançar minha meta de ser contratado.

Ainda segundo o modelo OCC, as emoções possuem intensidades. Entretanto, há distinção entre a valência da emoção e a valência do sentimento. No modelo, um indivíduo só possui o sentimento quando a intensidade da emoção ultrapassar um determinado limite. Essa intensidade é obtida por uma função matemática que

1. Mais detalhes, ver <http://senseable.mit.edu/aida>

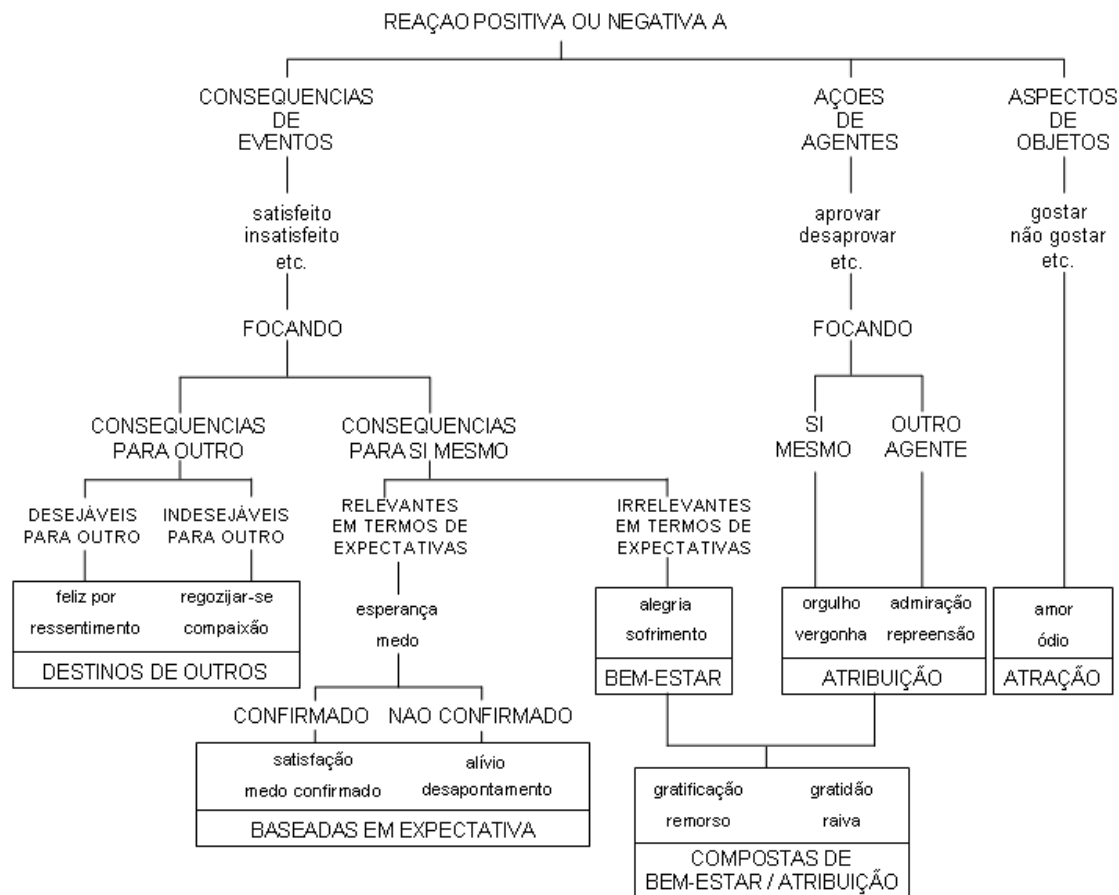


Figura 2. Modelo OCC adaptado de [25].

utiliza variáveis de dois tipos: local, que influencia as emoções em um ramo específico; e global, que influencia todas as emoções do indivíduo. Um exemplo de variável local é o desejo, enquanto que um exemplo de variável global é o senso de realidade.

2.5. Ontologias

Desde Aristóteles, de acordo com López et al. [20], começa o estudo das coisas existentes no mundo e a natureza dessa existência, um ramo da filosofia conhecido com ontologia. Atualmente, na ciência da computação, ontologias são vistas como um vocabulário de entendimento comum e compartilhado de um domínio que pode ser utilizada para comunicação entre pessoas e aplicações distribuídas e heterogêneas. Fishwick and Miller [12] definem ontologia como uma representação de conhecimento utilizada para capturar conhecimento e informação sobre determinado assunto, geralmente estruturado de forma similar a uma rede semântica. Sendo assim, uma ontologia consiste de um diagrama

composto de nodos e arcos que estabelecem uma fundamentação semântica que permite melhorar a descoberta, interoperabilidade e reuso do conhecimento.

Logo, o conhecimento pode ser usado de maneiras diferentes e não serve somente para conter informações em categorias, mas também serve como um tipo de “banco de dados” onde instâncias são armazenadas e recuperadas. O tipo ou classe da informação possui propriedades que diferem da sua instância. Essa diferença fica clara quando é feita a comparação da ontologia com uma base de dados, onde as classes de informações definidas criam as tabelas e as instâncias povoam os dados nas tabelas.

Na área da computação, ontologias ganharam maior importância com a Web Semântica permitindo que o conhecimento da página seja facilmente obtido sem um processamento pesado. A W3C, órgão internacional que regulamenta padrões utilizados na Web, regulamentou diversos padrões baseados em XML para ontologias. A linguagem que será utilizada no presente

trabalho será a OWL² e esta fora do escopo desse artigo aborda-lá em detalhes³.

2.6. Trabalhos Relacionados

O comportamento emotivo do personagem tem um papel importante para se ter a ilusão de vida conforme afirmou Bates [1]. Esse trabalho utiliza o modelo OCC para melhorar a credibilidade dos agentes e cada uma das emoções pode ser ligada a um comportamento. No exemplo dado anteriormente, um agente pode ligar o medo a um comportamento agressivo enquanto outro liga essa mesma emoção de medo a um comportamento de estado alarmado.

Grand and Cliff [14] criaram um mecanismo evolucionário utilizando redes neurais com uma base química para guiar o comportamento do ator. Os atores simulados podem envelhecer, aprender e, inclusive, se reproduzir (aqui são utilizados algoritmos genéticos). Por exemplo, o personagem pode aprender algumas palavras básicas e demonstrar que está envelhecendo por meio da mudança da cor de seus cabelos dando uma certa ilusão de vida.

Conforme já dito, as emoções podem melhorar a credibilidade dos seres virtuais. Zhang et al. [30] desenvolveram uma aplicação com a finalidade de demonstrar esse conceito. O planejamento das ações a serem executadas pelo personagem é afetado pelos valores das emoções sendo experimentadas.

Todos os trabalhos apresentados até aqui, utilizaram as emoções para aumentar a representação ou expressividade de um ator. Entretanto, Neto and da Silva [22] tentam estudar o impacto da emoção na decisão dos agentes. Assim, para isso ser possível, foi necessário alterar a forma de planejamento das decisões, além de como recuperar os dados da sua memória. A modificação no acesso a memória permite o “esquecimento” de determinadas crenças quando o estado emocional for diferente daquele guardado junto da memória a ser recuperada. Essa característica torna o planejamento do agente e as atitudes dos personagens mais realísticas.

Benta et al. [2] e López et al. [20] descrevem modelos afetivos através de ontologias. No primeiro trabalho, uma ontologia foi criada descrevendo emoções primárias e secundárias. O primeiro tipo de emoção exige menos processamento cognitivo que o segundo. Além disso, o modelo descreve ao todo 11 emoções sendo 7 dessas consideradas primárias.

2. A sigla vem de “*Ontology Web Language*”.

3. Para mais detalhes, veja <http://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology>.

3. Trabalho proposto

O desenvolvimento de uma ontologia do modelo afetivo OCC é o foco desse trabalho. A principal contribuição é a criação de um artefato que possa ser (re-utilizado) por diferentes sistemas cujos desenvolvedores pretendem utilizar o modelo afetivo explicado na seção 2.4. Além disso, durante a construção da ontologia foi definido não fazer uso de regras exceto aquelas proporcionadas pela linguagem OWL.

Sendo assim, linguagens que permitem estender a OWL com regras estão sendo desconsideradas nessa primeira fase. Na segunda fase, a plataforma Jason será adaptada para trabalhar em conjunto com o ambiente desenvolvido. Esse ambiente disponibilizará anotações junto das percepções do ambiente. Essas anotações permitem que o objeto informe o que ele é e como deve ser utilizado. Doyle and Hayes-Roth [10] introduziram esse uso de anotações como um jeito do próprio objeto carregar suas informações e permitir que o conhecimento que outrora estaria no agente esteja espalhado no mundo virtual.

Dessa forma, a definição de um objeto pode conter anotações que visam guiar o comportamento emotivo do agente que controla um ator. Portanto, o agente recebe “dicas” de como se comportar, podendo ou não segui-las. O comportamento resultante do ator pode não ser o esperado, porém agentes semelhantes terem reações diferentes em uma mesma situação é algo que se quer incentivar. Esse incentivo é considerado benéfico por parecer um comportamento próximo do improvisado.

Logo, uma segunda ontologia necessita ser criada para conter o mapeamento dessas propriedades que virão do ambiente inteligente. Entretanto, uma escolha nesse momento inicial pode ser prejudicial. A ontologia do modelo de emoções necessita, inclusive, de dados auxiliares, como, por exemplo, os limites para uma emoção virar sentimento.

4. Considerações finais

O presente artigo visa apresentar uma visão do trabalho que está sendo feito para a construção de um simulador no qual os atores e ambientes interagem. Entretanto, a ontologia foi omitida porque está ainda sendo aprimorada. A idéia apresentada não é nova, porém, o ponto chave é a ontologia permitir aos agentes raciocinarem sobre suas emoções de forma transparente. Essa transparência é útil porque permite ao animador conhecer e, até mesmo, especificar o personagem com um grau bastante elevado de abstração. Dessa forma, dois agentes com a mesma especificação,

ao enfrentarem a mesma situação, terão o mesmo comportamento quando tiverem vivenciado as mesmas experiências. Essa experiência inclui as informações adquiridas sobre o ambiente e sobre os demais atores e não somente os interesses e metas do mesmo.

O modelo OCC em uso no presente trabalho, foi definido em 1988 e possui ao todo 22 emoções especificadas por regras que demonstram quando a mesma acontece. Entretanto, em nenhum momento da sua definição foi tratado explicitamente como uma emoção afeta as outras presentes no personagem. A ferramenta em desenvolvimento tem como interesse a simulação computacional do comportamento humano e, dessa forma, ela pode ser utilizada de diferentes maneiras e pode coletar diferentes informações para análises com diversos propósitos.

Referências

- [1] Joseph Bates. The role of emotion in believable agents. *Commun. ACM*, 37(7):122–125, 1994. ISSN 0001-0782. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/176789.176803>.
- [2] K.I. Benta, A. Rarão, and M. Cremene. Ontology Based Affective Context Representation. In *Proceedings of the 2007 Euro American conference on Telematics and information systems*. ACM New York, NY, USA, 2007.
- [3] T. Bickmore. *Relational Agents: Effecting Change through Human-Computer Relationships*. PhD thesis, Feb 2003. URL <http://affect.media.mit.edu/projectpages/relational/>.
- [4] T. Bickmore and D. Schulman. A virtual laboratory for studying long-term relationships between humans and virtual agents. In *Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1*, pages 297–304. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2009.
- [5] R.H. Bordini, M. Dastani, J. Dix, and A.E.F. Seghrouchni. *Multi-Agent Tools: Languages, Platforms and Applications*. Multiagent Systems, Artificial Societies, and Simulated Organizations Series. Springer, 2009. ISBN 9780387892986. URL <http://books.google.com/books?id=VgEylOe0vH4C>.
- [6] R.H. Bordini et al. Jason: A java-based agentspeak interpreter used with saci for multi-agent distribution over the net, manual, first release edition. Jan 2004. URL <http://jason.sourceforge.net>.
- [7] A.R. Damásio. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Companhia das Letras, 2004.
- [8] R. Damiano and A. Pizzo. Emotions in drama characters and virtual agents. In *AAAI Spring Symposium on Emotion, Personality, and Social Behavior*, volume 296, 2008.
- [9] J. Dias and A. Paiva. Agents with Emotional Intelligence for Storytelling. *Doctoral Mentoring Program*, page 5, 2009.
- [10] Patrick Doyle and Barbara Hayes-Roth. Agents in annotated worlds. In *Proceedings of the second international conference on Autonomous agents*, AGENTS '98, pages 173–180, New York, NY, USA, 1998. ACM. ISBN 0-89791-983-1. doi: <http://doi.acm.org/10.1145/280765.280797>. URL <http://doi.acm.org/10.1145/280765.280797>.
- [11] D. Fatemeh and B. Hassan. Multi-Agent Systems in Control Engineering: A Survey. *Journal of Control Science and Engineering*, 2009, 2009.
- [12] Paul A. Fishwick and John A. Miller. Ontologies for modeling and simulation: issues and approaches. In *WSC '04: Proceedings of the 36th conference on Winter simulation*, pages 259–264. Winter Simulation Conference, 2004. ISBN 0-7803-8786-4.
- [13] Stan Franklin and Art Graesser. Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents. In *ECAI '96: Proceedings of the Workshop on Intelligent Agents III, Agent Theories, Architectures, and Languages*, pages 21–35, London, UK, 1997. Springer-Verlag. ISBN 3-540-62507-0.
- [14] Stephen Grand and Dave Cliff. Creatures: Entertainment software agents with artificial life. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1(1):39–57, 03 1998. URL <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010042522104>.
- [15] F.F. Ingrand, M.P. Georgeff, and A.S. Rao. An architecture for real-time reasoning and system control. *IEEE EXPERT INTELLIGENT SYSTEMS and THEIR APPLICATIONS*, pages 34–44, 1992. ISSN 0885-9000.
- [16] Nicholas R. Jennings, Katia Sycara, and Michael Wooldridge. A roadmap of agent research and development. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1(1):7–38, 1998. ISSN 1387-2532. doi: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010090405266>.
- [17] D. Kirsch. *The Affective Tigger*. PhD thesis, 1999. URL <http://affect.media.mit.edu/projectpages/archived/projects/Atigger.html>.
- [18] J. Laird and M. VanLent. Human-level ai's killer application: Interactive computer games. *AI magazine*, 22(2):15, 2001. ISSN 0738-4602.
- [19] J. LeDoux. *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. Simon &

- Schuster, 1998.
- [20] Juan Miguel López, Rosa Gil, Roberto García, Idoia Cearreta, and Nestor Garay. Towards an ontology for describing emotions. In *WSKS '08: Proceedings of the 1st world summit on The Knowledge Society*, pages 96–104, Berlin, Heidelberg, 2008. Springer-Verlag. ISBN 978-3-540-87780-6. doi: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-87781-3_11.
 - [21] A. Nareyek. Review: Intelligent agents for computer games. *Computers and Games*, pages 414–422, 2001.
 - [22] A.F.B. Neto and F.S.C. da Silva. On the Construction of Synthetic Characters with Personality and Emotion. In *Advances in Artificial Intelligence—SBIA 2010: 20th Brazilian Symposium on Artificial Intelligence, São Bernardo Do Campo, Brazil, October 23-28, 2010, Proceedings*, page 102. Springer-Verlag New York Inc, 2010. ISBN 3642161375.
 - [23] A.A. Ortony, A.A. Collins, and G.L. Clore. *The cognitive structure of emotions*. Cambridge university press, 1988.
 - [24] R. W. Picard. Affective computing. page 292, 1998.
 - [25] E. Pontarolo. Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo. *Tese de Doutorado*, 2008.
 - [26] A. Rao. AgentSpeak (L): BDI agents speak out in a logical computable language. *Agents Breaking Away*, pages 42–55, 1996.
 - [27] Klaus R. Scherer. *The neuropsychology of emotion*, page 511. Series in affective science (pp.137-162). Oxford University Press, 2000.
 - [28] Y. Shoham. Agent-oriented programming. *Artificial intelligence*, 60(1):51–92, 1993. ISSN 0004-3702.
 - [29] D. Terzopoulos, X. In, K. Joshi, C. Reynolds, and T. Simpson. Behavioral modeling and animation (panel): past, present, and future. In *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, pages 209–211. ACM New York, NY, USA, 1998.
 - [30] HL Zhang, Z. Shen, X. Tao, C. Miao, B. Li, et al. Emotional agent in serious game (DINO). In *Proceedings of The 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems—Volume 2*, pages 1385–1386. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2009.