

Compreendendo os estados motivacionais e suas relações com a evolução musical

Marcelo Gimenes

Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora, Universidade Estadual de Campinas

mgimenes@gmail.com

Resumo:

Este artigo apresenta os objetivos, metodologia e resultados parciais obtidos no estágio atual de nossa pesquisa em que procuramos compreender determinados estados motivacionais e suas relações com a evolução musical. A pesquisa aqui proposta procura aprofundar o conhecimento acerca dos fenômenos da emergência e da evolução dos estilos musicais em comunidades artificiais autônomas. Um sistema interativo denominado CoMA (Comunidades Musicais Autônomas) foi implementado com a finalidade de simular certas condições que favoreçam o surgimento de diferentes dinâmicas de interação entre agentes artificiais inteligentes. Neste momento estamos avaliando se e como os estados motivacionais implementados no sistema CoMA contribuiriam para definir o comportamento dos agentes, de que modo estes se inter-relacionam e em que medida a evolução dos estilos musicais dos agentes é influenciada por eles.

Palavras-chave:

evolução musical, cognição, estados motivacionais

Introdução

Nossa investigação envolve o uso de modelos computacionais para estudar como os estilos musicais surgem e evoluem em mundos artificiais. A rigor, queremos enfrentar uma questão bem mais ampla, que vem a ser compreender os processos que, após séculos de evolução, conduziram a música ao seu estado atual de desenvolvimento. O tema, essencialmente interdisciplinar, envolve questões que pertencem a muitos domínios do conhecimento, da Física à Psicologia e à Educação, da Filosofia à tecnologia de construção de instrumentos, somente para mencionar alguns. Por essa razão, adotamos a modelagem computacional na tentativa de isolar alguns dos elementos que julgamos importantes para o estudo da evolução dos estilos musicais e, a partir da realização de simulações, procurar estabelecer pontos em comum entre o que ocorre no mundo real e no mundo artificial.

Em nossa pesquisa atual pretendemos explorar a emergência e evolução dos estilos musicais em comunidades virtuais autônomas. Para isso, é importante definir estados motivacionais que contribuam para o comportamento de agentes artificiais e observar de que

Gimenes, Marcelo. 2012. "Compreendendo os estados motivacionais e suas relações com a evolução musical." In *Anais do 8º Simpósio de Comunicações e Artes Musicais*, editado por Maurício Dottori, 191–199. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina.

modo estes estados se inter-relacionam e em que medida influenciam a produção musical dos agentes. A fim de atingir esses objetivos, implementamos um sistema computacional denominado Comunidades Musicais Autônomas (CoMA). Antes, contudo, de apresentar maiores detalhes sobre este sistema, descrevemos abaixo os antecedentes do CoMA bem como os fundamentos teóricos sobre os quais ele se baseia.

Antecedentes

Em fases anteriores da pesquisa desenvolvemos dois sistemas computacionais baseados em agentes de software. O paradigma do agente é interessante porque permite implementar, de um lado, características específicas de cada unidade do sistema (e.g., um músico) e, de outro, regras para a interação entre essas unidades em ambientes que chamamos de multi-agentes.

O primeiro destes sistemas, o Gerador de Memes Rítmicos (RGeme - Rhythmic Meme Generator) procurou demonstrar a possibilidade de transmissão de estruturas rítmicas entre seres artificiais (“agentes”) que interagem entre si em um ambiente de prática de atividades musicais (e.g., ouvir, tocar, compor música) (Gimenes, Miranda et al. 2005). Este trabalho adotou a terminologia proposta pela teoria memética (Dawkins 1989) segundo a qual *memes* seriam unidades de informação cultural do mesmo modo que genes são unidades de informação biológica. Memes musicais seriam unidades de informação musical, estruturas pequenas (indivisíveis), discretas e autossuficientes que sobreviveriam por um grande número de gerações de modo a representar unidades de transmissão cultural (Jan 2000).

A noção de meme musical está intimamente ligada com a de estilo musical. De acordo com uma famosa definição proposta por Meyer, estilo musical é “uma repetição de padrões, seja no comportamento humano ou nos artefatos produzidos pelo comportamento humano, que resulta de uma série de escolhas feitas dentro de um conjunto de restrições” (Meyer 1989). Em nossa pesquisa, o estilo musical de um determinado agente, também chamado de visão de mundo musical, é definido como um objeto complexo (memória) que armazena o conjunto de memes musicais (definidos por parâmetros como informações relativas a altura, ritmo, etc., e as relações entre eles) e que corresponde ao conhecimento musical que este agente acumulou até um determinado momento.

O segundo sistema desenvolvido, os Ambientes Interativos Musicais (iMe – Interactive Musical Environments), também se baseia em uma arquitetura de múltiplos agentes. Sua construção, contudo, é bem mais complexa que a do primeiro sistema uma vez que lida com música polifônica e um conjunto mais amplo de características do fluxo musical (e.g., altura, intensidade, ritmo, etc.). No iMe os agentes interagem entre si e com o ambiente, executando tarefas musicais (e.g., ouvir e compor música, entre outras) com base em modelos inspirados em faculdades perceptivas e cognitivas humanas. Esses agentes aprendem o estilo musical das peças com as quais interagem, o que faz com que suas memórias estejam em constante transformação. Essas transformações são registradas de forma a possibilitar a observação do aparecimento e evolução dos seus próprios estilos musicais segundo o modelo aqui adotado.

Nos sistemas acima mencionados a evolução dos estilos musicais é resultado das diferentes tarefas executadas pelos agentes que são previamente planejadas pelo usuário. Um

termo que pode ser aplicado neste contexto é “ontogênese”. Nas ciências essa palavra se refere ao desenvolvimento de (características anatômicas ou comportamentais de) um organismo desde os primeiros estágios até a maturidade. A série de eventos que influenciam o desenvolvimento do comportamento musical dos agentes chamamos de ontogênese musical.

A utilidade do sistema iMe para a musicologia foi demonstrada através de uma série de experimentos em que os agentes tiveram contato (i.e., interagiram) com séries cuidadosamente planejadas de peças musicais (Gimenes and Miranda 2011). Ao final de cada interação, o conteúdo da memória dos agentes é guardado. Comparando-se as memórias colhidas seqüencialmente durante as simulações são obtidos números que representam a semelhança entre as sucessivas memórias. Tem-se assim, grosso modo, uma indicação da importância das sucessivas peças na formação do conhecimento dos agentes. Esses experimentos demonstraram que o sistema foi capaz de evoluir conjuntos homogêneos de características (padrões) que podemos chamar de estilos musicais.

O modelo implementado nos sistemas anteriores pressupõe, como vimos, que o usuário planeje de antemão toda a seqüência de atividades que os agentes realizam durante uma simulação. A seqüência das tarefas é pré-determinada pelo usuário em uma espécie de “mapa ontogênico”, o que permite projetar simulações com interesses musicológicos específicos. O efeito da abordagem acima mencionada, no entanto, é que os agentes não possuem nenhuma liberdade para escolher as tarefas que eles vão executar nem em que momento estas tarefas serão executadas. Além disso, esta limitação, a rigor, contraria a definição de agentes inteligentes segundo a qual estes devem ter autonomia para escolher suas próprias ações (Maes 1991).

Estados Motivacionais

O comportamento humano é impulsionado por um conjunto de fatores (e.g., valores, necessidades, anseios, etc.) que estão em constante mudança. A rigor, as motivações afetam a execução das nossas metas a todo instante e influenciam diretamente nossa aprendizagem.

A fim de explorar a emergência e evolução dos estilos musicais em comunidades virtuais autônomas, objeto da pesquisa que apresentamos neste artigo, o modelo deve, obviamente, possuir características que propiciem a ocorrência desses fenômenos. Os correspondentes das motivações humanas em um sistema computacional poderiam ser chamados de “estados de controle motivacional”, que são direcionados aos interesses, metas, normas e atitudes (Allen 1999) que guiam as ações de um agente. Um motivador, por exemplo, é um estado de controle (motivacional) que move um agente em direção a uma determinada meta, à luz de determinadas crenças e preocupações. Interesses e atitudes envolvem o desejo de que algo ocorra.

Inspirados no comportamento humano, algumas arquiteturas de sistemas baseados em agentes modelam de diferentes modos as motivações para a tomada de decisões (Balkeenius 1993; Allen 1999; Bratman 1999; Baillie and Lukose 2001). Uma delas, O BDI (Belief, Desire, Intention, i.e., Crença, Desejo, Intenção), por exemplo, foi inicialmente proposta por Bratman (1999) com o intuito de explicar o planejamento de ações. Nesse contexto, as ações dos agentes dependeriam das relações que se estabelecem entre um sistema de cren-

ças individuais, desejos e intenções (ações para as quais temos um plano) para alcançar uma meta.

Um outro modelo, proposto por Balkenius (1993), consiste em um sistema central responsável pela ativação e inibição dos comportamentos do agente. A decisão centralizada determina o estado motivacional que, por sua vez, determina o comportamento. Nesse modelo são adotadas três categorias de fatores para determinar a motivação: os incentivos internos (percepção de um objeto desejado) e externos (processos perceptivos ou cognitivos acionado por fatos externos) e os drives internos (estado homeostático do agente). A seleção de uma motivação é feita por um mecanismo de competição em que os estados motivacionais inibem uns aos outros em proporção ao seu nível atual de ativação.

Allen (1999) propõe algumas características que um agente motivacional com características humanas deve possuir: mecanismos básicos, como processos que gerenciam a “pré-atenção” (resposta automática a condições de ativação do ambiente) e a atenção (gerencia recursos de propósito geral, e.g., preocupações primárias), filtros de atenção (protegem os processos de atenção, que possuem recursos “limitados de interrupções excessivas por motivadores reativos”) e processos de administração de metas (“adaptação do agente através do monitoramento e controle de mecanismos de administração de reação/atenção”).

Em outro sistema, Baillie e Lukose (2001) investigam como organizar o sistema de metas de um agente para simular o comportamento de um trabalhador humano em um sistema de modelagem de empreendimentos chamado GOMASE (Goal Orientated Multi-Agent Simulation Environment, i.e., Ambiente de Simulação Multi-Agente Orientado a Metas). Neste sistema os agentes recebem uma hierarquia de metas (relacionadas com os objetivos gerais da vida, i.e., auto-preservação e preservação da espécie), um dígrafo de atividades e um mecanismo motivacional. Em vista das múltiplas possibilidades de ação, é necessário se estabelecer prioridades entre as metas. O que nos faz priorizar metas são os impulsos ou desejos (e.g., emergência, biológicos, cognitivos e sociais). Cada meta é situada em uma hierarquia, por um mecanismo bastante complexo que combina esses desejos motivacionais (Baillie and Lukose 2001). Esse mecanismo também inclui estados motivacionais como a emoção.

As emoções também podem ser consideradas uma categoria de estados de controle motivacional. Emoções são um conjunto complexo de padrões de respostas químicas e neurais que ocorrem em determinadas situações de modo que um organismo esteja preparado para reagir. São “estados mentais acompanhados por sentimentos intensos e envolvem mudanças corporais de caráter generalizado” (Koestler, 1967 apud Baillie, Toleman et al. 2000). As emoções desempenham um papel importante na cognição humana (incluindo a aprendizagem, percepção, tomada de decisão, etc.).

Em artigo publicado em 1997, Picard (apud Baillie, Toleman et al. 2000) afirma que as emoções deveriam ser uma progressão natural para a inteligência artificial: “A incapacidade dos computadores de hoje de reconhecer, expressar e ter emoções limita severamente sua capacidade de agir de forma inteligente e interagir naturalmente conosco” (Baillie, Toleman et al. 2000). Passados 14 anos dessa observação, a chamada “computação afetiva” é hoje uma área de pesquisa e desenvolvimento extremamente ativa sendo que alguns resultados já passaram a ser usados em sistemas interativos homem-máquina (Malatesta, Karpouzis et al. 2009). Sistemas baseados em agentes atualmente incluem, além do modelo racional,

aspectos como emoções e personalidade. Haveria várias motivações para isso: “Há os que consideram necessário incorporar aspectos humanos (e.g. personalidade e emoção) de modo a fazer os agentes mais envolventes e convincentes para que possam melhor desempenhar um papel em vários sistemas interativos envolvendo simulação” (Padghan e Taylor 1996).

Há demonstrações científicas de que as emoções podem estar na base de funções cognitivas. Damasio, por exemplo, observa que existem evidências neurológicas importantes que demonstram que “os processos de emoção e sentimento são parte da maquinaria neural para a regulação biológica, cujo núcleo é formado por controles homeostáticos, impulsos e instintos” (Damasio, 1994, 2000 e 2003 *apud* Coutinho, Miranda, et al. 2005). Uma região específica do cérebro, a amígdala, contribui para os mecanismos da emoção na medida em que sua atuação é crítica para o condicionamento do medo, uma forma de memória implícita (Dolan 2002).

Os estudos das emoções envolvem relatórios de avaliação, estudos de imagem do cérebro além de outras medidas fisiológicas (e.g., frequência cardíaca, condutividade da pele, taxa de respiração, pressão arterial, volume de sangue e tensão muscular). Em alguns desses estudos foram estabelecidas relações causais entre características musicais específicas e respostas emocionais. Sloboda, por exemplo, analisou as respostas de 83 ouvintes de música sobre a ocorrência de uma série de reações físicas ao ouvir música, procurando relacionar estruturas musicais a emoções. Esses estudos demonstraram, por exemplo, que arrepios na espinha, riso, lágrimas e “nó na garganta” foram relatados pela maioria dos entrevistados. As passagens musicais associadas a essas emoções indicaram que “as lágrimas foram mais confiavelmente evocadas por passagens contendo seqüências e apogiaturas, enquanto arrepios foram mais confiavelmente evocados por passagens contendo novas ou inesperadas harmonias” (Sloboda 1991).

Sloboda afirma que “as respostas físicas descritas são parte do sistema inato e autônomo de resposta de todos os seres humanos. Elas não têm que ser aprendidas. No entanto, é claro que a capacidade de experimentar essas respostas em conexão com estruturas específicas da música é aprendida” (Sloboda 1991). Meyer (1956) era contrário ao estudo psicológico da resposta emocional à música, acreditando que as pessoas seriam, “em geral, incapazes de identificar com qualquer grau de precisão os eventos precisos em uma passagem musical que evocam respostas emocionais significativas”. Com o estudo acima descrito, Sloboda demonstra empiricamente que o entendimento de Meyer estava equivocado.

Huron (2006), outro pesquisador da área, estudou extensivamente os efeitos da música sobre as emoções e propôs uma teoria psicológica da expectativa musical. Segundo esta, as emoções evocadas pelas expectativas envolvem cinco sistemas de respostas funcionalmente distintos: respostas de reação (que ocasionam reflexos defensivos); respostas de tensão (onde a incerteza leva ao estresse); respostas de predição (que recompensa predições corretas); respostas de imaginação (que facilitam a gratificação diferida); e respostas de avaliação (que ocorrem após o envolvimento do pensamento consciente).

O sistema CoMA

A fim de estudar de que modo os estados motivacionais contribuiriam para o compor-

tamento de um agente artificial em um ambiente que visa a explorar a evolução dos estilos musicais, implementamos um sistema computacional denominado Comunidades Musicais Autônomas (CoMA). O CoMA, a exemplo do RGeme e do iMe, adota o paradigma de agentes de software. Duas características importantes distinguem o CoMA dos demais: a independência de execução e a autonomia dos agentes.

Por independência de execução entende-se a propriedade do sistema poder ser executado sem a necessidade de intervenção do usuário. Criado um novo documento e fornecido um material musical mínimo para as interações dos agentes, a simulação pode ser começada com um clique no botão “Iniciar”. Se desejar, o usuário pode interferir na simulação (alterando em tempo real alguns dos seus parâmetros) ou simplesmente observar a sucessão de interações do sistema.

A autonomia dos agentes, refere-se ao fato de que os agentes, diferentemente do que ocorre nos sistemas anteriores, possuem a capacidade de tomar decisões motivadas. Essas decisões dependem, por sua vez, de “estados de controle” (e.g. estados psicológicos) que são constantemente alterados através da dinâmica de execução do sistema. No sistema CoMA, esses estados de controle bem como os algoritmos que regulam o seu funcionamento são conjuntamente chamados de “modelo de tomada de decisão” (MTD). Este vem a ser um dos cinco modelos globais do sistema, ao lado dos modelos perceptivo, cognitivo, generativo e do ciclo de vida (veja a Figura 1 abaixo). Deixamos de fornecer aqui maiores detalhes sobre os demais modelos do CoMA uma vez que isto fugiria aos objetivos deste artigo.

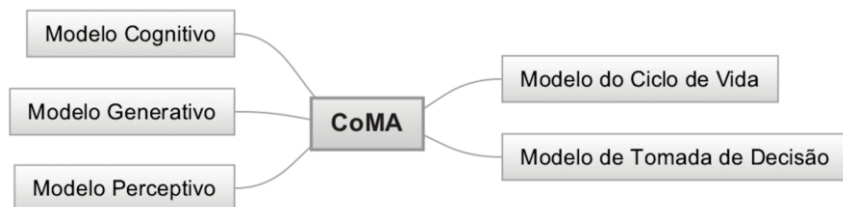


Figura 1 — Modelos do CoMA

Entre outros aspectos envolvidos no MTD está o fato de que os agentes exibem emoções e personalidade e estão sujeitos a pressões sociais. A evolução do estilo musical dos agentes e, em última análise, do estilo musical do ambiente, seria influenciada por essas pressões através de um sistema de recompensas (e punições) tendo em vista as escolhas que os agentes fazem durante suas carreiras.

Sob o MTD, os principais objetivos dos agentes são a “autopreservação”, a “preservação da espécie” (chamados de objetivos genéricos), e ter uma “carreira musical de sucesso” (objetivo específico). A busca pela autopreservação se dá através de ações com as quais os agentes procuram otimizar o seu “bem-estar”. A preservação da espécie ocorre na medida em que os agentes buscam se reproduzir, mantendo estável o número de agentes no ambiente (modelo do ciclo de vida). Finalmente, a carreira musical de sucesso é perseguida a partir da definição de um “plano de carreira” para cada agente.

Durante uma simulação, em um determinado ciclo, os agentes têm a possibilidade de (i) executar uma ação reprodutiva (gerar um novo agente), (ii) executar uma tarefa musical (lembrar, ler, ouvir, executar, compor, improvisar solo/coletivo com agente/humano), ou (iii) não executar nenhuma ação. Além disso, cada uma dessas ações possuem ações conexas (sub-tarefas ou sub-ações), entre as quais as principais são (i) que parceiro escolher para reprodução, (ii) que tarefa musical (lembrar, ler, ouvir, executar, compor, improvisar solo, improvisar com agente, improvisar com humano) escolher em um determinado ciclo e (iii) que música escolher para interação nas tarefas de ler, ouvir e executar

Havendo, portanto, mais de uma possibilidade de ação (ou de sub-ações ou sub-tarefas), os agentes devem escolher entre elas, definindo prioridades. Algumas regras gerais foram estabelecidas para reger a escolha dessas ações. Em primeiro lugar, um agente somente pode executar uma ação a cada ciclo. Em segundo, as ações reprodutivas têm precedência sobre tarefas musicais. Finalmente, não preenchendo os requisitos para a execução de reprodução ou de tarefas musicais, o agente não executa nenhuma ação no ciclo. A Figura 2 mostra o diagrama de decisão das regras gerais das ações dos agentes:

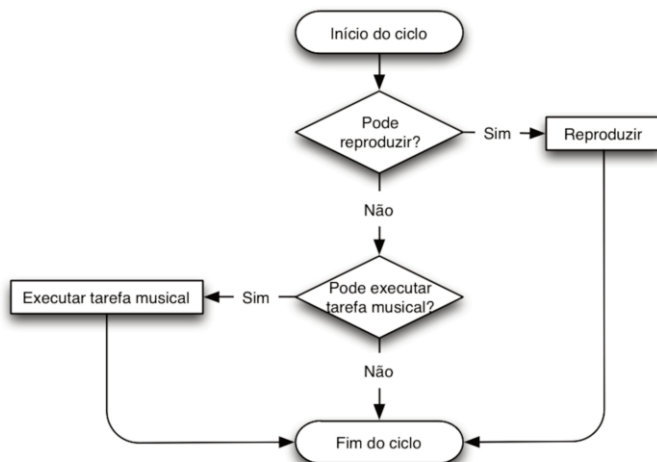


Figura 2 — Diagrama de decisão das regras gerais das ações dos agentes

Além das regras gerais das prioridades, as decisões também são tomadas com base em um grupo de variáveis chamadas conjuntamente de “variáveis de controle”. Essas variáveis representam conceitos (e.g., emoção) em que estão presentes dois polos opostos e entre os quais é estabelecido um valor (número racional) em uma escala (espectro/continuum) de 0 a 1. Os valores de algumas das variáveis de controle podem permanecer constantes durante toda a simulação enquanto que os de outras são alterados na ocorrência de determinados eventos. Por exemplo, quando um agente convida um outro agente para reprodução, se o segundo agente recusar o convite, a libido e a autoestima do primeiro são reduzidas.

A Figura 3 representa graficamente a idéia da escala de valores das variáveis de controle. O conceito “confiança”, por exemplo, possui (hipoteticamente) dois polos (medo/confiança)

em que o número 0 representaria o valor máximo de medo (ou mínimo de confiança) e o valor 1 representaria o máximo de confiança (ou mínimo de medo).



Figura 3 — Espectro de confiança

As principais variáveis de controle do CoMA são energia (define o nível de energia geral do agente para a realização de tarefas), autoestima (define a confiança do agente nas suas habilidades e valores), libido (nível de energia sexual do agente para a reprodução) e popularidade (condição de um agente ser admirado pelos demais agentes da comunidade)

Para iniciar uma simulação, o usuário do sistema deve fornecer alguns arquivos com dados musicais (MIDI) com os quais os agentes irão interagir inicialmente. Ao clicar no botão iniciar, o sistema gera um número inicial de agentes que, então passam a executar as ações musicais. Ao finalizar a fase inicial de aprendizagem, os agentes passam a executar as tarefas de acordo com o plano de carreira definido neste momento. Ao executar cada uma das tarefas musicais, os agentes têm suas memórias adaptadas ao conhecimento contido nas músicas com as quais eles interagiram. Após cada interação, o CoMA guarda cópia da memória de longo prazo dos agentes que, como vimos acima, representa a sua visão de mundo musical, i.e., o seu estilo musical. Ao final da simulação, é possível executar as ferramentas de análise do CoMA para comparar as sucessivas memórias e, conseqüentemente, avaliar a evolução dos estilos musicais dos agentes.

Conclusão

A partir da aplicação dos princípios acima descritos, conseguimos realizar em laboratório uma série de experimentos em que observamos a emergência de diferentes comportamentos, tendo em vista as decisões tomadas pelos agentes, que sugerem a ocorrência de diferentes dinâmicas de interação social. Algumas das variáveis de controle do CoMA (e.g., autoestima e popularidade) funcionaram como um sistema de pesos e contrapesos que (aparentemente) guiam essas dinâmicas. Acreditamos que essas dinâmicas de interação (provocadas pelo modelo de tomada de decisão) tenham o potencial de influenciar diretamente a evolução dos estilos musicais dos agentes. Essa condição, contudo, requer a realização de análises mais aprofundadas que estão sendo programadas neste momento. Podemos afirmar, contudo, que o modelo do ciclo de vida implementado no sistema, e que envolve a reprodução e morte dos agentes foi capaz de manter o número de agentes em um nível estável durante as simulações.

Sinteticamente, neste momento pretendemos avaliar se, de fato, o CoMA pode ser considerado um sistema complexo na medida em que pequenas alterações nas condições iniciais (variáveis) das simulações possam resultar em processos (estilos) significativamente divergentes e musicalmente interessantes. Consideramos a hipótese se, de fato, o comportamento interativo do sistema poderia gerar divergência musical ou se o modelo seria capaz de gerar estados cíclicos, i.e., estados-limite cíclicos (e.g. determinados estilos musicais)

que resultariam de determinadas condições iniciais das simulações. Estamos, neste momento, elaborando simulações em que parâmetros iniciais estão sendo manipulados com a finalidade de observar a ocorrência dessas hipóteses.

Agradecimentos

Esta pesquisa faz parte das atividades de Pós-Doutorado do Autor no Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS/UNICAMP) e é financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

Referências

- Allen, S. 1999. "Control States and Motivated Agency." Behavior Planning for Life-Like Characters and Avatars: Proceeding of the 13 Spring Days '99 Workshop, Sitges, Spain.
- Baillie, P. e D. Lukose 2001. "Urging Desire - Motivational Mechanisms for Intelligent Agents with Minds of Their Own." *Cybernetics and Systems* 32(7): 701-718.
- Baillie, P., M. Toleman, et al. 2000. *Emotional intelligence for intuitive agents*. PRICAI 2000, Melbourne, Australia, Springer-Verlag, Germany.
- Balkenius, C. 1993. "Motivation and Attention in an Autonomous Agent". Workshop on Architectures Underlying Motivation and Emotion (WAUME '93), Birmingham: University of Birmingham.
- Bratman, M. E. 1999. *Intention, plans, and practical reason*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Coutinho, E., E. R. Miranda, et al. 2005. "Towards a Model for Embodied Emotions". Portuguese Conference on Artificial Intelligence (EPIA'05), IEEE Press.
- Dawkins, R. 1989. *The Selfish Gene*. Oxford, Oxford University Press.
- Dolan, R. J. 2002. "Emotion, Cognition, and Behavior." *Science* 298 (5596): 1191-1194.
- Gimenes, M. e E. Miranda 2011. An Ontomemetic Approach to Musical Intelligence. *A-Life for Music: On Music and Computer Models of Living Systems*. E. Miranda. Middleton, Wisconsin, A-R Editions.
- Gimenes, M., E. Miranda, et al. 2005. *Towards an intelligent rhythmic generator based on given examples: a memetic approach*. Digital Music Research Network Summer Conference, Glasgow, UK.
- Huron, D. 2006. *Sweet anticipation: music and the psychology of expectation*. Cambridge, Massachusetts ; London, MIT Press.
- Jan, S. 2000. "Replicating sonorities: towards a memetics of music." *Journal of Memetics* 4.
- Maes, P. 1991. *Designing Autonomous Agents: Theory and Practice from Biology to Engineering and Back*, MIT Press.
- Malatesta, L., K. Karpouzis, et al., eds. 2009. *Affective Intelligence: The Human Face of AI*. Berlin, Springer-Verlag
- Meyer, L. 1956. *Emotion and Meaning in Music*. Chicago, University of Chicago Press.
- Meyer, L. 1989. *Style and Music: Theory, History, and Ideology*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Padghan, L. e G. Taylor 1996. "A system for modelling agents having emotion and personality". *Lecture Notes in Artificial Intelligence - Intelligent and Agent Systems*. L. Cavendon, A. Rao e W. Wobcke. Cairns, ACT, Australia, Springer-Verlag: 59-71.
- Sloboda, J. A. 1991. "Music Structure and Emotional Response: Some Empirical Findings." *Psychology of Music* 19: 110-120.