

Desenvolvimento de personagem robótico e interativo

Julia Ghorayeb Zamboni
André Luiz Gonçalves de Paiva
Igor de Sant'Ana Fontana
Nathan Costa Alves Souza
Dianne Magalhaes Viana
Maria Luiza Pinheiro Guimarães Fragoso
Sonia Maria Caldeira Paiva

Palavras-chave: robótica, animação, interatividade e interdisciplinaridade.

Resumo

A interação entre a obra de arte e o público tem sido amplamente explorada por artistas contemporâneos. Neste contexto, o presente trabalho provê argumentos para reflexão sobre os parâmetros tecnológicos e expressivos de obras de arte robóticas e interativas que são utilizadas como meio de criação de personagens e encenações. Como forma de corroborar estes preceitos, é desenvolvido um personagem robótico e interativo capaz de reproduzir comportamentos humanos por meio da simulação de movimentos da face, da cabeça e da respiração. São descritos o projeto e a construção do personagem, implementados de maneira colaborativa e interdisciplinar por uma equipe de estudantes de vários cursos da UnB.

1. Introdução

O presente artigo é procedente de um projeto que abordará os parâmetros teóricos, tecnológicos e expressivos envolvidos na produção de encenações criadas com personagens robóticos. A pesquisa, de caráter teórico-prático, será embasada por uma experimentação artística associada ao estudo teórico. A experimentação artística consistirá na criação de uma encenação com personagem robótico que será realizado de forma colaborativa pelos departamentos de Artes Plásticas, Artes Cênicas e Engenharia Mecânica da UnB.

A encenação será realizada a partir dos requisitos e parâmetros indicados pelo referencial teórico e obras analisadas. A partir deste estudo, será escolhida a solução morfológica do corpo do personagem, sua contextualização no espaço cênico, bem como a estrutura robótica que o proverá um modelo comportamental.

Julia Ghorayeb Zamboni, Bacharel em Artes Plásticas, Universidade de Brasília,
juliaghorayeb@yahoo.com.br

André Luiz Gonçalves de Paiva, Graduando em Engenharia, Universidade de Brasília,
apaiva90@gmail.com

Dianne Magalhaes Viana, Dra. Eng. Civil, Departamento de Engenharia Mecânica, UnB,
diannemv@unb.br

Igor de Sant'Ana Fontana, Graduando em Matemática, Universidade de Brasília,
rogi@skylittlesystem.org

Maria Luiza Pinheiro Guimarães Fragoso, Dra. em Mídias, Departamento de Comunicação Visual da EBA UFRJ, malufragoso@gmail.com

Nathan Costa Alves Souza, Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília,
nathansouza110@gmail.com

Sonia Maria Caldeira Paiva, Mestre em Arte, Departamento de Artes Cênicas, UnB,
soniamcpaiva@gmail.com

O objetivo deste artigo é contextualizar o tema *atuação robótica* e apresentar o processo de construção do nosso personagem. Iniciaremos o texto com a contextualização do tema, então apresentaremos os princípios de animação e interatividade que servem como base para o desenvolvimento de atuações robóticas, escreveremos sobre a metodologia interdisciplinar adotada e por fim apresentaremos o processo de construção do personagem até o presente.

2. Atuação robótica

Os robôs foram concebidos como máquinas móveis que desempenham algum tipo de ação funcional. Eles foram desenvolvidos para a assistência ou substituição de trabalhadores humanos e inseridos na sociedade por meio da indústria. Entretanto nas obras de arte robóticas os robôs não assumem esta função, eles surgem como criaturas pretensamente autônomas. Para a máquina ser reconhecida como performática, sua programação deve ser diferenciada da que é desenvolvida em robôs industriais.

Quando a animação da máquina é baseada nos mecanismos sensoriais e nas formas de comunicação dos seres vivos, os robôs são capazes de representar criaturas com personalidade e assumir características de seres assustados, carentes, sexuais e principalmente, autônomos. A atuação de personagens robóticos é realizada por meio da programação dos movimentos dos robôs. Entretanto, mesmo que existam pontos em comum nos parâmetros utilizados para gerar a animação das máquinas, as encenações realizadas com robôs variam muito em suas qualidades estéticas, expressivas e conceituais.

A partir da literatura e obras analisadas, foram encontradas algumas variáveis que estão presentes em encenações robóticas. São elas: corpo (antropomórfico ou não), tecnologia aparente ou escondida, contextualização (tipos de espaço cênico), graus de interatividade, desenvolvimento de fala, quantidade de robôs atuando juntos, robôs dividindo a cena com atores humanos e, por fim estrutura robótica e ser humano fazendo parte da mesma entidade na encenação.

3. Teatro de bonecos

Na revisão de literatura e em todos os exemplos de encenações realizadas com personagens robóticos que foram analisados neste trabalho, os robôs claramente não têm a intenção de substituir a atuação dos atores humanos, eles representam criaturas de estética muito diferente. Entretanto, de acordo com alguns autores, os robôs podem evocar características expressivas aproximadas aos personagens do teatro de bonecos, que não são representados por atores humanos e, por isso, possuem aspecto físico e movimentação diferenciados.

Alguns pesquisadores, tais como Louis-Philippe Demers (2008), Fiammetta Ghedini e Massimo Bergamasco (2010), já escreveram sobre a relação que pode ser estabelecida entre bonecos e robôs: a morfologia dos bonecos, assim como a dos robôs, pode variar entre os objetos mais abstratos até as representações mais realistas, além do que, ambos são entidades inertes que passam por um processo de animação para se apresentarem frente a um público. Demers (2008) comenta sobre a

ambigüidade dos autômatos, que se situam entre o mecânico e o orgânico, o vivo e o sem vida, e que escondem e mostram sua artificialidade simultaneamente.

O teatro de bonecos convencional utiliza, mesmo quando miniatura, o espaço cênico baseado no palco italiano. Nestas encenações o bonequeiro fica escondido ou usa roupas pretas enquanto o público assiste à peça com poucas possibilidades de interação devido à arquitetura teatral. O palco italiano possui um fundo, entradas laterais e boca de cena e, conforme o autor Arnaldo Aronson (2011), é utilizado para esconder a tecnologia que dá suporte ao efeito ilusório gerado pela movimentação e atuação dos bonecos em cena.

Aronson (2011) explica que a procura por novos espaços teatrais foi uma característica do séc. XX, e que esta tendência continua presente na atualidade. Os encenadores contemporâneos têm buscado novas formas de teatralidade, que incluem mudanças no espaço cênico, no posicionamento do espectador (muitas vezes com a sua inclusão dentro da cena), no tempo de encenação, etc. A inclusão de novas tecnologias no teatro está integrada neste contexto, uma vez que estes meios permitem novas formas de gerar efeitos de ilusão, que são cada vez mais aperfeiçoadas e mais independentes do espaço cênico tradicional.

No teatro de bonecos contemporâneo, os encenadores têm utilizado meios tecnológicos que proporcionam certa autonomia e novos parâmetros expressivos para os bonecos. Alguns encenadores estão trabalhando em conjunto com engenheiros no desenvolvimento de bonecos robóticos. Este tipo de personagem já foi desenvolvido, por exemplo, pelo artista Marcel·lí Antúnez, ex-integrante do grupo catalão *La FuradelsBaus*.

4. Interatividade

Steve Dixon (2007), entre muitos outros autores, esclareceu que de alguma forma, qualquer obra de arte pode ser considerada interativa, uma vez que ver e interpretar são formas de participação. Mas os autores Mari Velonakie David Rye (2010) explicam que obras interativas dependem diretamente da participação do espectador e que quando os aparatos tecnológicos que geram a interatividade falham, a obra também falha.

A interação entre a obra de arte e o público tem sido amplamente explorada por artistas contemporâneos. Fiammetta Ghedini e Massimo Bergamasco (2010) explicam que em uma obra de arte interativa o objeto é apenas um dos elementos que constituem a obra. Ele coexiste com o espectador, que ocupa um papel importante ao estabelecer relações com o objeto exposto. Nestes sistemas são criadas situações em que o público participa ativamente da obra. Portanto, dependendo da forma como o espectador agir, ele terá acesso a possibilidades e respostas diferentes, de modo que situações variadas podem ser vivenciadas. Esta mudança na experiência artística, na qual se mantém uma ação participativa, transforma o contato do público com a arte e por meio da experiência e exercício da participação, as formas de perceber e de sentir do observador são afetadas. A interatividade proporciona à audiência uma ampliação de sensibilidade e um despertar de curiosidade, uma vez que quem interage penetra na obra e pode intervir diretamente sobre ela. Assim, o espectador percebe a obra não apenas visualmente, mas também sensorialmente.

Aparatos que geram a relação de interação entre a obra e o público foram desenvolvidos por artistas a partir dos recursos tecnológicos disponíveis em cada época. O autor Oliver Grau (2007) ressalta que a interação direta do público com a imagem em ambientes de realidade virtual teve início na década de 60, quando foi inventado o primeiro capacete HMD (head-mounted display), com o qual a imagem mudava de perspectiva enquanto o espectador se movia. Estes recursos foram aperfeiçoados com o tempo, e hoje interfaces interativas são amplamente exploradas pela tecnologia computacional e pela robótica, de forma que é possível aumentar cada vez mais as possibilidades de interação entre o público e as obras de arte.

Jana Horáková e Jozef Kelemen (2006) demonstraram que a interatividade esteve presente nas primeiras obras de arte robótica, como na obra de Nam June Paik (1964) e principalmente de Edward Ihnatowicz's (1969-1970). Em obras de arte robóticas a utilização da interatividade é um dos meios utilizado pelos artistas para ampliar o efeito de ilusão de estar em contato com um personagem autônomo, mesmo sem a presença constante de um encenador ou ator.

Para a criação de obras interativas se faz necessário o desenvolvimento de um sistema de percepção e identificação da presença do espectador. Por meio das informações recebidas o sistema gera respostas que são definidas a partir da relação estabelecida com o público. Contudo, na maior parte das obras robóticas analisadas, os robôs não podem ser totalmente controlados pelos espectadores, pois suas ações, mesmo que pré-definidas, são escolhidas por meio de um processo aleatório. Portanto, a interatividade e a imprevisibilidade são características típicas de grande parte das obras de arte robóticas.

Com base nestes argumentos, é definido o personagem interativo robótico capaz de reproduzir alguns comportamentos humanos por meio da simulação de movimentos da face, da cabeça e da respiração, objeto deste trabalho.

5. Definição do personagem robótico

O personagem será inserido em um ambiente de instalação, no qual o público tenha possibilidade de interagir com a obra, como esquematizado na Fig. 1. A interação se dará por meio de sensores que captarão a presença das pessoas, de forma que, dependendo da direção que o espectador se aproxime, as reações do personagem serão diferentes.

As respostas do personagem aos sinais do espectador não são totalmente previsíveis, mas suas ações podem ser definidas da seguinte maneira: quando o observador se aproximar do personagem pela frente, ele produzirá um movimento de respiração que demonstre alegria, euforia. Quando se aproximar pela lateral, ele irá respirar de forma mais acelerada, com o ritmo da respiração de uma pessoa com medo. Quando a pessoa se aproximar por detrás do personagem, ao chegar à determinada distância, ele se movimentará como alguém que leva um susto. Em determinados momentos, o personagem aparentará dormir (respiração lenta e profunda, com os olhos fechados), de forma que ele não responderá à presença das pessoas. Além dos movimentos de respiração, o personagem também será capaz de mexer os olhos e o pescoço para olhar na direção do espectador.

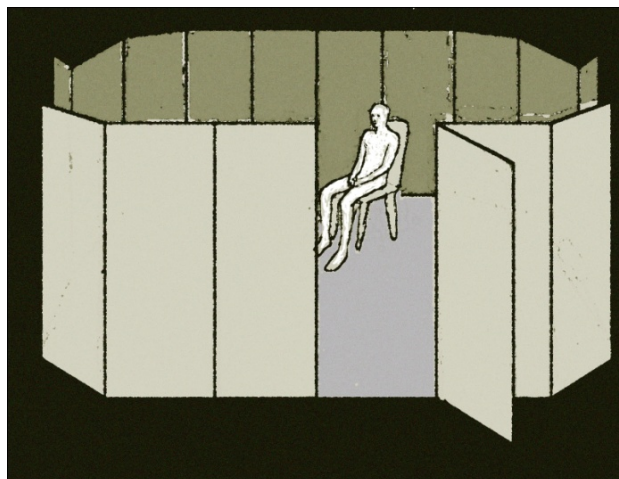


Figura 1. Ambientação do personagem

6. A equipe

Como a maioria dos casos de criação de obras de arte robótica, o projeto prescinde que o processo de produção seja colaborativo, uma vez que é composto por áreas de conhecimento diferentes. Logo, foi criado um grupo interdisciplinar, no escopo de um projeto de extensão, para permitir que estudantes de outros cursos pudessem participar do projeto e, uma turma em uma disciplina da engenharia para dar apoio à formação dos estudantes envolvidos.

A equipe é constituída por seis estudantes de graduação, dois tutores e três professores, na qual cada um contribui com a sua área de atuação específica e trabalha de forma colaborativa para identificar e resolver os problemas que surgem durante o desenvolvimento da obra.

As atividades desenvolvidas pelos alunos requerem a aplicação de conhecimentos técnicos apreendidos durante o curso; também novos conhecimentos técnicos são buscados na solução de problemas ainda não estudados; aspectos não técnicos referentes à gestão da equipe e do projeto, expressão oral e escrita e relacionamento interpessoal são vivenciados.

7. Etapas do projeto

Para o projeto e construção do personagem foram consideradas quatro principais etapas: a elaboração da proposta, o desenvolvimento, o plano de implementação e monitoramento e a aplicação do plano de implementação e monitoramento. Assim sendo, são preservados os princípios do método científico e simultaneamente é garantida aos estudantes a oportunidade destes vislumbrarem a completude do projeto e vivenciarem suas partes à medida em que cursam a disciplina associada.

O presente trabalho apresenta os resultados da primeira e segunda etapas do projeto. Os alunos matriculados na disciplina de Projeto Integrador 1, que pertence à grade curricular da Engenharia Mecânica, participaram do desenvolvimento destas etapas, que constituem a elaboração da proposta e do plano de trabalho, o estudo exploratório para a

construção do protótipo e o desenvolvimento do trabalho em si. Na primeira etapa foram estabelecidos os requisitos do projeto com base na definição do personagem robótico e do espaço para a relação com o público. Em seguida, foi determinada a estrutura do corpo e especificados os materiais a serem usados. Também nesta etapa foram realizados estudos sobre o processo de respiração, o movimento dos olhos, da cabeça. Na segunda etapa foram especificados os componentes mecânicos e realizada a construção do primeiro modelo físico do protótipo tendo em vista testar componentes e materiais e seus possíveis efeitos na expressividade dos movimentos gerados. Esta etapa somente será concluída com a implementação do sistema de automação e controle, ainda em fase de concepção.

O desenvolvimento do projeto nestas fases foi observado pelos tutores, que acompanharam a execução, e pelos professores, que orientaram e avaliaram os resultados parciais e redirecionaram o projeto quando necessário.

7.1 Detalhamento de construção do personagem

O primeiro modelo do protótipo começou a ser construído após definidas as características do personagem robótico. Estabeleceu-se como referências a forma e dimensões gerais do personagem e os seus movimentos principais descritos a seguir.

Cabeça e corpo

A cabeça inicialmente foi modelada em argila para que, em seguida, fosse construído um molde de gesso da peça, Fig. 2a. O molde foi utilizado para fundir a forma do rosto no látex, que é um material flexível, Fig. 2b. O corpo foi realizado em tecido a partir do molde tirado de um corpo humano, conforme mostrado na Fig. 2c.

Tórax e respiração

Para simular a respiração do personagem, foi construído uma estrutura de alumínio aludindo à forma do esqueleto humano, em particular, da coluna vertebral, costelas e clavícula. Dentro da estrutura são inseridos os servomotores que pressionam internamente o "tórax" com uma frequência pré-determinada para simular a respiração humana. Quando pressionadas, as "costelas", por serem fabricadas em lâminas flexíveis, se expandem, resultando no movimento desejado. Na Fig. 3a. é mostrada a estrutura montada por dentro do revestimento de tecido.

Pescoço

O pescoço mecânico é uma junta composta por uma base e uma haste vertical, como apresentado na Fig. 3b. Este sistema foi construído com a finalidade de executar movimentos com dois graus de liberdade, para frente e para trás, com 135° , e o movimento lateral, com 180° . Na base do "pescoço" é posicionado um servomotor que proporciona o movimento horizontal e, na haste, o outro servomotor responsável pelo movimento de

abaixar e levantar a cabeça. Este sistema é fixado à estrutura da “coluna vertebral” e também serve como apoio para a estrutura do crânio.

Movimento dos olhos

Para obter a movimentação dos globos oculares do personagem dentro da faixa de movimentos dos olhos humanos, foi elaborado um sistema de servomecanismos com reduções de velocidade controladas. O sistema consiste de dois servomotores TGY-90s, elementos articulados de arame fino de aço 1020, fios de nylon e contrapeso. A montagem do sistema foi realizada em uma base presa no “crânio” para fixar os olhos na posição adequada. Na Figura 3c. é mostrado o posicionamento do globo ocular em um suporte para testes.



Figura 2: Personagem robótico; a. Modelagem da cabeça; b. Fabricação do molde; c. Montagem do corpo.

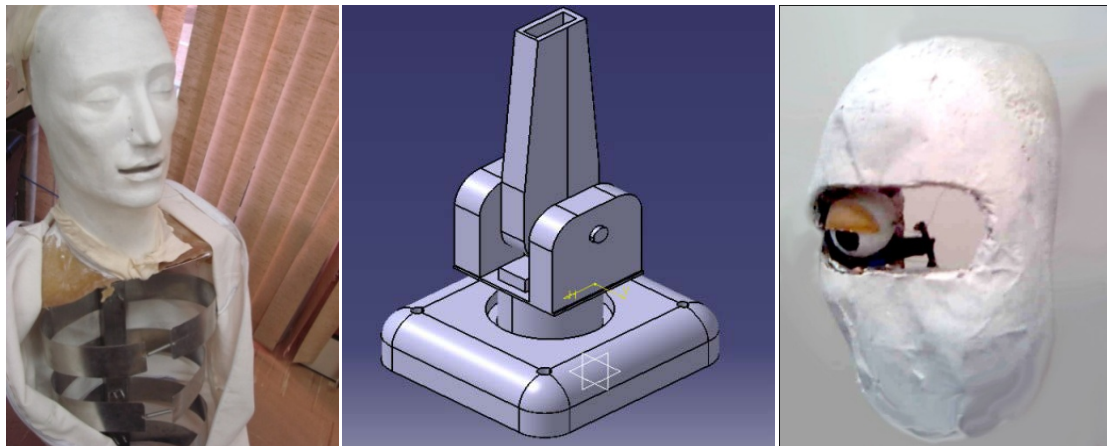


Figura 3: Elementos construtivos do personagem robótico; a. Tórax; b. Pescoço; c. Globo ocular.

O controle dos servomotores é realizado por meio de circuito USB Mini Maestro de 24 canais. Este controlador dá suporte USB para conexão direta a um computador e possibilita o uso de script interno para aplicações independentes de controle por *host*. Cabe observar que este circuito também faz o controle do pescoço e, numa fase posterior, será usado para o controle da movimentação dos músculos da face.

Os servomotores são acionados por sinal PWM, variando o tempo de pulso entre 1ms a 2ms, dentro da faixa de posição angular de 0 a 180 graus. O sistema desenvolvido possibilita o movimento acoplado e, assim, é capaz de representar o movimento angular dos olhos. Utilizando a linguagem script do circuito Mini Maestro, é possível detectar o espectador que se aproxima e emitir como resposta do personagem o movimento dos olhos.

Atuação interativa do personagem

Para a atuação interativa do personagem são necessárias três etapas: reconhecimento do ambiente, interpretação de estímulos e codificação das reações. Os requisitos mínimos para que este processo seja possível são: um computador, câmeras digitais e sensores, controladores e servomotores, um sistema de comunicação de dados eficiente.

A etapa de reconhecimento do ambiente é realizada por meio de câmeras digitais e sensores, para capturar imagens e movimentos, dispostos no ambiente e escondidos no figurino do personagem. Por meio de uma biblioteca de funções de visão computacional totalmente livre, denominada OpenCV, que possui algoritmos específicos para a detecção de objetos, é desenvolvido o aplicativo para este fim, com processamento em tempo real de imagens. Os dados do ambiente são captados pelas câmeras na forma de sinais de imagens, nos quais buscam-se padrões.

A interpretação de estímulos é realizada por meio do aplicativo desenvolvido, que é capaz escolher uma resposta dentre possíveis programações para aquele padrão identificado, gerando uma instrução ou um comando.

As instruções são codificadas e enviadas ao microcontrolador - conectado ao computador-, usado para acionar os servomotores de forma apropriada. Deste modo, as ações podem ser codificadas em reações mecânicas, tais como alteração no padrão de respiração e movimentos da cabeça e dos olhos.

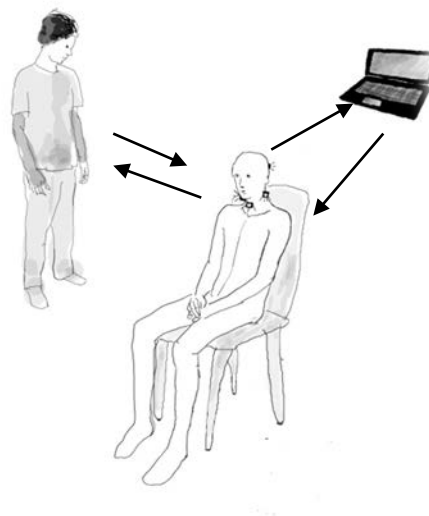


Figura 4. Atuação interativa

8. Considerações finais

O desenvolvimento de personagens robóticos, conforme foi avaliado, não pretende a substituição do ator, no entanto a robótica pode ser considerada como uma forma de adaptar o teatro de bonecos ao contexto da encenação contemporânea. Por meio da robótica, o personagem se torna independente do manipulador, o que possibilita a mudança do espaço cênico convencional e viabiliza a inserção do personagem e da audiência em ambientes de imersão. A robótica também possibilita a produção de personagens interativos. As possibilidades expressivas do meio são inúmeras, porém dependentes dos recursos que o encenador disponibiliza.

O trabalho realizado de forma colaborativa tem uma experiência bem sucedida. Uma das dificuldades identificadas, como já foi apontada pelos autores Mari Velonaki e David Rye (2010), foi a tendência do grupo de engenheiros em exagerar na quantidade de aparatos tecnológicos apenas pelo fato de ser possível sua aplicação. Os autores já esclarecem que neste caso o papel do artista é estar atento aos parâmetros conceituais do projeto.

Durante o processo de execução desta primeira etapa do projeto os estudantes tiveram a oportunidade de aprender a trabalhar em equipe, desenvolver sua capacidade de comunicação, negociação e inovação no processo criativo. Portanto, para que o trabalho da equipe se mantenha produtivo, é fundamental que seja mantido o constante diálogo.

Referencias Bibliográficas

ARONSON, Arnold. **Looking Into the Abyss: essays on scenography**. Michigan, Estados Unidos: The University of Michigan Press, 2011.

BREAZEL, Cynthia; BROOKS, Andrew; GRAY, Jesse; HANCHER, Matt; MCBEAN, John; STIEHL, Dan e STRICKON, Joshua. **Interactive Robot Theatre**. in: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 27-31 de outubro de 2003, MIT, Cambridge, MA, USA, 2003.

BRUCE, Allison; KNIGHT, Jonathan, NOURBAKHS, Illah R. **Robot Improv: Using Drama to Create Believable Agents**. in: IEEE International Conference on Robotics and Automation, 24-28 abr. 2000, San Francisco, CA, USA. Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, 2002.

DEMERS, Louis-Philippe, HORAKOVA, Jana. **Anthropocentrism and the Staging of Robots**. In: Transdisciplinary Digital Art. Springer, Berlin, 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/h884076117578741/>> Acesso em: 18 de maio de 2011.

DEMERS, Louis-Philippe. **Machine Performers: Neither Agentic nor Automatic**, in: 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2-5 March 2010, Osaka, Japão. What Do Collaborations with the Arts Have to Say About Human-Robot Interaction? Washington University in St. Louis. 2010.

DIXON, Steve. **Digital performance**: a history of new media in theater, dance, performance art and installation. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londres, Inglaterra. 2007.

GHEDINI, Fiammetta e BERGAMASCO, Massimo. **Robotic creatures**: Anthropomorphism and interaction in contemporary art. in: RO-MAN, 2010 IEEE, 13-15 Set. 2010. PERCRO Lab. Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy, 2010.

GIANNETTI, Claudia. **Estética Digital**: Sintopía del arte, la ciencia y la tecnología. Barcelona, Espanha: ACC L´angelot, 2002.

GRAU, Oliver. **Arte Virtual**: da ilusão à imersão. Tradução de Cristina Pescador. São Paulo: Editora SENAC, 2007

HOFFMAN, Guy; KUBAT, Rony e BREAZEL, Cynthia. **A Hybrid Control System for Puppeteering a Live Robotic Stage Actor**. in: The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 1-3 Aug. 2008. Media Lab., Massachusetts Inst. of Technol., Cambridge, MA, 2008.

HORÁKOVÁ, Jana e KELEMEN, Jozef. **Robots between Fictions and Facts**. 10th International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence and Informatics 2006. Disponível em: <http://www.bmf.hu/conferences/cinti2009/1_cinti2009_submission.pdf> Acesso em: 15 de maio de 2011.

MEAD, Ross e MATARIC, Maja. **Automated Caricature of Robot Expressions in Socially Assistive Human-Robot Interaction**. in: 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2-5 March 2010, Osaka, Japão. What Do Collaborations with the Arts Have to Say About Human-Robot Interaction? Washington University in St. Louis. 2010.

PAVIS, Patrice. **A Encenação Contemporânea**: origens, tendências, perspectivas. São Paulo: Perspectiva, 2010.

SKOGERSON, Gretchen. **Embodying Robotic Art**: Cybernetic Cinematics. in: Multimedia IEEE, Jul-Sep 2001, Rensselaer Polytech. Inst., Troy, NY. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/search/freesrchabstract.jsp?tp=&arnumber=939992&queryText%3DEmbodying+Robotic+Art%3A+Cybernetic+Cinematics.%26openedRefinements%3D*%26searchField%3DSearch+All> Acesso em: 18 de maio de 2011.

VELONAKI, Mari e RYE, David. **Human-Robot Interaction in a Media Art Environment**. in: 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), 2-5 March 2010, Osaka, Japão. What Do Collaborations with the Arts Have to Say About Human-Robot Interaction? Washington University in St. Louis.