

Uma arquitetura multi-agente para apoiar a visitação de museus virtuais

Márcia Cristina Moraes
Mestrado em Informática - PUCRS
Av. Ipiranga 6681, Prédio 40, 90619-900
POA, RS, BR
mmoraes@pucrs.br

Antônio Carlos da Rocha Costa
Escola de Informática – UCPEL
96.010-000 – Pelotas, RS, BS
rocha@atlas.ucpel.tche.br

Resumo

A fim de disponibilizar para toda a comunidade o conhecimento contido nos acervos dos museus, estão sendo criados museus virtuais na Web. Devido à diversidade de usuários que estes museus deverão atender, é necessário que os mesmos possuam mecanismos para auxiliar os usuários durante a realização de suas visitas. Desta maneira, este artigo propõe uma arquitetura multi-agente para apoiar a visitação de museus virtuais, através do acompanhamento de visitas dos seus visitantes. Esta arquitetura se baseia na metáfora do teatro virtual e os agentes que participam da mesma utilizam o paradigma de interação homem-computador chamado de improvisação dirigida (Hayes-Roth, 1994). Com o objetivo de verificar a aplicabilidade desta arquitetura, a mesma foi testada no museu virtual SAGRES, do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Palavras-Chave: Inteligência Artificial, Internet, Interfaces Homem-Máquina

1 Introdução

Com o advento da Internet, usuários dispersos nas mais diferentes localidades do mundo podem ter acesso a um amplo e variado repositório de informações. Esta facilidade de acesso à informação, bem como a oportunidade de criar parcerias entre museus e escolas, suprindo as mesmas com material didático de apoio e incentivando programas de educação continuada, são alguns dos fatores que impulsionaram o surgimento de museus educacionais, dinâmicos e interativos na Web. Além de permitir o acesso remoto às informações contidas no acervo do museu físico, estes museus têm procurado possibilitar uma maior participação dos visitantes na construção de consultas e escolha de experimentos e atividades a serem realizadas.

Tendo em vista a apresentação das informações na Web ser através de documentos hipermídia, os museus virtuais possuem algumas limitações, tais como: falta de um treinamento inicial e possibilidade do usuário se perder durante a navegação, devido a grande quantidade de *links* disponíveis (Yamanda et al., 1995). A fim de superar estes obstáculos, Nielsen (1990) ressalta a necessidade de criar interfaces que facilitem o uso destes sistemas, através da redução do número de opções disponíveis. Deste modo, o usuário navegaria instintivamente e não precisaria do período de treinamento.

Complementando Nielsen, este artigo propõe a utilização de agentes de software para apoiar os

usuários de museus virtuais. Segundo Genesereth (1994) agentes de software são bastante úteis na análise de informações e no monitoramento das ações dos usuários, auxiliando-os na resolução de tarefas. Deste modo, os agentes são capazes de facilitar a utilização do sistema, auxiliar e monitorar a navegação do usuário, possibilitando a criação de arquivos de históricos e gerar relatórios baseados nas informações destes históricos. Levando em consideração as idéias apresentadas anteriormente, foi especificada uma arquitetura multi-agente, cujo objetivo é realizar o acompanhamento de usuários durante uma visita a museus virtuais. Esta arquitetura baseia-se na metáfora do Teatro Virtual (Hayes-Roth, 1997), e os agentes que fazem parte da mesma são personagens animados que se assemelham aos personagens da vida real, tornando a interação mais amigável. Isto é possível, visto que eles utilizam o paradigma de interação homem-computador chamado de improvisação dirigida (Hayes-Roth, 1994). Neste paradigma, os personagens animados improvisam um conjunto de comportamentos, semelhantes aos comportamentos humanos, enquanto interagem com o usuário.

A fim de verificar a utilidade prática desta arquitetura, a mesma foi aplicada sobre o museu virtual SAGRES, do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, no Brasil.

2 Integração dos Agentes no SAGRES

O sistema SAGRES é um ambiente educacional construído sobre a Web que facilita a organização de visitas a museus, apresentando as bases de informações dos mesmos de forma adaptada às características dos usuários (capacidades e preferências). Com base nestas características, o sistema determina um conjunto de *links* e apresenta-os em uma página HTML (*HyperText Markup Language*) resultante (Bertoletti, 1999). O sistema também possui recursos para suportar o aprendizado cooperativo, fornecendo mecanismos que possibilitam a comunicação e troca de idéias entre usuários, que podem estar local ou remotamente conectados. Existem três modos de acesso possíveis: visitante, professor e aluno.

O visitante é responsável por montar e gerenciar a sua visita ao museu. Cabe a ele escolher quais assuntos serão pesquisados e quais atividades serão realizadas. O professor é responsável por construir uma visita sobre um determinado assunto e disponibilizá-la para uma ou mais turmas de alunos. Ele irá trabalhar sobre o repositório de informações do sistema e irá criar uma biblioteca de atividades que poderá ser compartilhada com os demais professores. O aluno irá executar uma visita planejada pelo seu professor, realizando as atividades propostas.

Além de auxiliar os usuários na operação do sistema e na realização de suas atividades, os agentes que estão sendo propostos estimulam e monitoram o processo de aprendizagem cooperativa disponibilizado pelo sistema. A integração dos agentes ao SAGRES foi realizada através de chamadas aos procedimentos dos agentes dentro do sistema SAGRES. A figura 1 mostra como foi realizada esta integração.

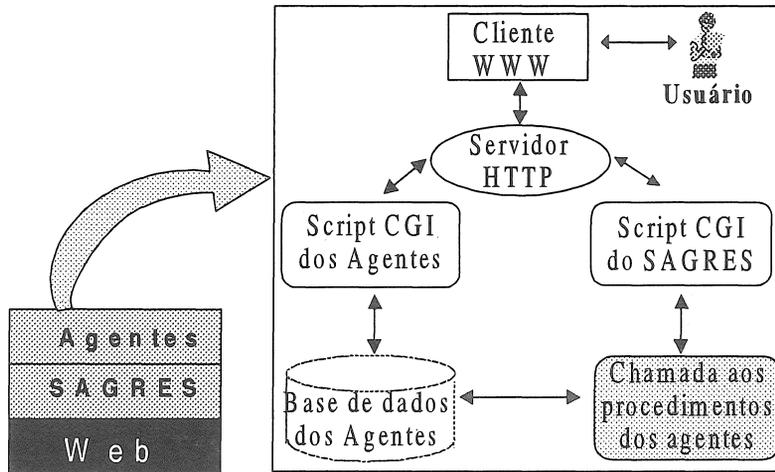


Figura 1: Integração dos agentes no sistema SAGRES

3 Improvisação Dirigida e Teatro Virtual

A idéia básica da improvisação dirigida pressupõe a existência de um mundo virtual habitado por personagens animados. Estes personagens animados são na realidade agentes cuja função é interagir com o usuário, a fim de que juntos realizem alguma tarefa, no caso do teatro virtual, a criação e execução de uma peça de teatro. Hayes-Roth(1998) define personagens animados como criaturas de computador com mentes de software, que se assemelham aos personagens reais e fictícios numa série de dimensões qualitativas e funcionais. Eles possuem funções cognitivas básicas para percepção e ação dentro do seu contexto da aplicação; expressam seus comportamentos através de diferentes maneiras (como movimentos, gestos e conversas) e diferentes mídias (como gráficos, animações, voz e texto); possuem qualidades psicológicas como personalidade, emoção, motivação e relacionamentos sociais; podem possuir diferentes tipos de conhecimento e utilizá-los de diferentes maneiras dentro da aplicação e podem encenar diferentes papéis em diferentes tipos de aplicações.

Na improvisação dirigida, os usuários interagem com os personagens animados informando aos mesmos, interativamente ou através de *scripts* pré-concebidos, instruções que devem ser executadas. Os personagens por sua vez executam as instruções fornecidas pelo usuário e ao mesmo tempo improvisam comportamentos que estão de acordo com o contexto da interação.

4 Arquitetura Multi-Agente Proposta

No Teatro Virtual (Hayes-Roth, 1997), existem atores que interagem com a platéia para a construção e apresentação de uma peça de teatro, interpretando personagens que possuem personalidade e comportamentos próprios. No Teatro convencional, além dos atores, existe a figura de um diretor, responsável pelo roteiro, elenco e apresentação de uma peça, e público que irá assistir à peça. Com base nestas duas idéias, criou-se uma arquitetura multi-agente para auxiliar usuários de museus virtuais, através do acompanhamento de visitas ao mesmo. Esta arquitetura mapeia os principais personagens do teatro em agentes de software. Deste modo, a arquitetura é composta por um agente diretor e agentes atores, que podem ser de três tipos: acompanhamento, apresentador e assistente. A organização destes agentes pode ser visualizada na figura 2.

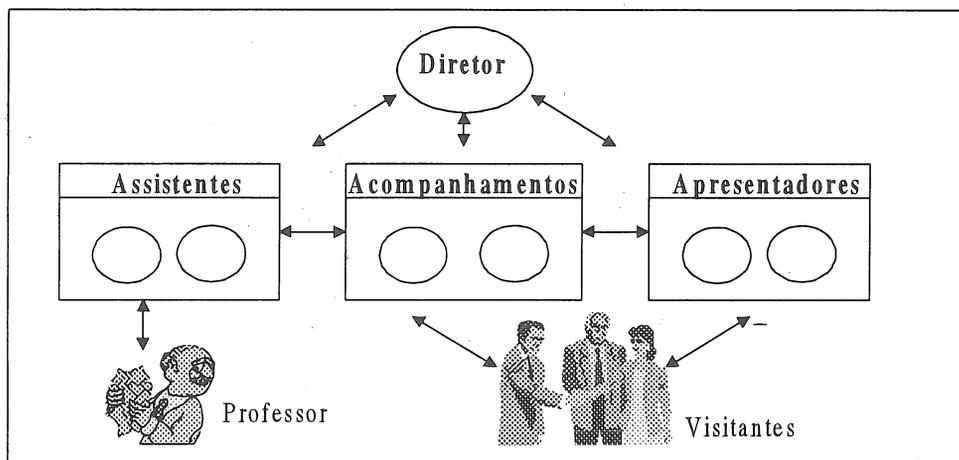


Figura 2: Organização dos Agentes

O tipo de usuário determina com quem o mesmo deverá interagir dentro da arquitetura de agentes. Foram identificados dois tipos principais de usuários, professor e visitante. Se o usuário for do tipo professor, ele irá interagir como o agente assistente. Caso ele seja do tipo visitante, ele interagirá com o agente de acompanhamento e com o agente de apresentação. Foi realizada uma correspondência entre os usuários do SAGRES e da arquitetura de agentes, de tal maneira que o usuário do tipo visitante e aluno correspondem ao visitante na arquitetura de agentes, e o usuário professor não possui alteração no seu tipo.

4.1 Agente Diretor

O papel do agente diretor, como o próprio nome sugere, é dirigir e gerenciar a execução dos seus atores, informando aos mesmos o roteiro que deve ser seguido. Este roteiro é específico para cada tipo de agente ator e será informado por meio de um *script de execução*, que deve ser encenado pelo mesmo.

As funcionalidades do agente diretor são:

- receber informações do projetista de agentes. Estas informações serão recebidas em forma de *scripts de ações* e estão relacionadas a um tipo de agente (acompanhamento, apresentador ou assistente);
- construir e informar os *scripts de execução* para os agentes de apresentação, acompanhamento e assistente;
- responder a solicitações dos agentes quando o usuário realiza algo para que o agente de acompanhamento não é capaz de resolver; esta resposta pode ser na forma de um novo *script de execução* ou uma seqüência de ações que o agente de acompanhamento deve executar para contornar a situação;
- possuir limites dentro dos quais poderá improvisar um novo *script* para os agentes apresentadores e de acompanhamento.

Com base nas funcionalidades acima descritas pode-se constatar que o agente diretor irá realizar uma *direção improvisada*, visto que irá dirigir seus agentes apresentadores e de acompanhamento de

uma maneira improvisada, através da geração de novos *scripts* ou seqüências de ações que devem ser executadas tendo como base os seus limites de improvisação.

4.2 Agentes de Acompanhamento

A função deste tipo de agente é guiar o usuário durante uma visita ao museu. Estes agentes interagem diretamente com o usuário auxiliando-o na realização de tarefas, descobrindo os conteúdos que o mesmo deseja pesquisar e procurando por um agente apresentador capaz de mostrar os assuntos requisitados.

4.3 Agentes Apresentadores

Cada um dos agentes apresentadores é responsável por gerenciar a apresentação de um conteúdo específico. A maneira como o agente irá realizar esta apresentação depende da especificação contida no seu *script de execução*.

4.4 Agente Assistente

O agente assistente somente irá atuar quando ocorrerem visitas de grupo ao museu. Estas visitas são normalmente realizadas por um grupo de alunos que vêm acompanhados por um professor responsável pelo passeio. Cada um destes alunos poderá realizar sua visita independentemente, tendo para isto um agente de acompanhamento para si. O professor, por sua vez, possuirá um agente assistente que deverá auxiliá-lo na construção de uma visita e monitorar o andamento da turma como um todo e de cada um dos seus alunos.

4.5 Improvisação Dirigida na Arquitetura

A improvisação dirigida foi incorporada na arquitetura da seguinte maneira: cada um dos agentes possui um *script* que contém as ações a serem executadas pelos agentes e comportamentos relacionados a estas ações. Este tipo de *script* é chamado de *script de execução*. Foram definidos dois tipos de comportamentos: de interação (ocorre quando o agente está interagindo com o usuário) e de processamento (ocorre quando o agente está processando uma requisição do usuário). Os comportamentos de interação incorporam os comportamentos verbais (falas) e comportamentos físicos (movimentos) dos agentes. Foram associadas instâncias para cada um dos comportamentos de interação. Como os comportamentos verbais definem a personalidade dos agentes, foram definidas diferentes instâncias de personalidade para os agentes de acompanhamento, apresentador e assistente, proporcionando personalidades variadas aos mesmos. Deste modo os agentes possuem diferentes maneira de interagir com os usuários.

O diretor é um tipo especial de agente, visto que ele é o responsável por gerenciar os demais agentes e não interage diretamente com o usuário, como pode ser observado na figura 2. Deste modo as ações que fazem parte do seu *script de execução* são chamadas de procedimentos no programa do agente diretor. A figura 3 exemplifica o *script de execução* do diretor.

1. Construir os scripts dos agentes relacionando, de maneira improvisada, comportamentos as ações dos agentes.
2. Informar scripts para os agentes.
3. Gerenciar a execução dos agentes.
4. Solucionar falhas do tipo:
 - 4.1. não existe agente de acompanhamento para relacionar ao visitante
 - 4.2. não existe agente assistente para relacionar ao professor
 - 4.3. não existe agente apresentador para apresentar um conteúdo solicitado pelo usuário.

Figura 3: Exemplo do *script de execução* do agente diretor

A figura 4 mostra como o diretor constrói os *scripts de execução* para os agentes de acompanhamento, apresentação e assistente.

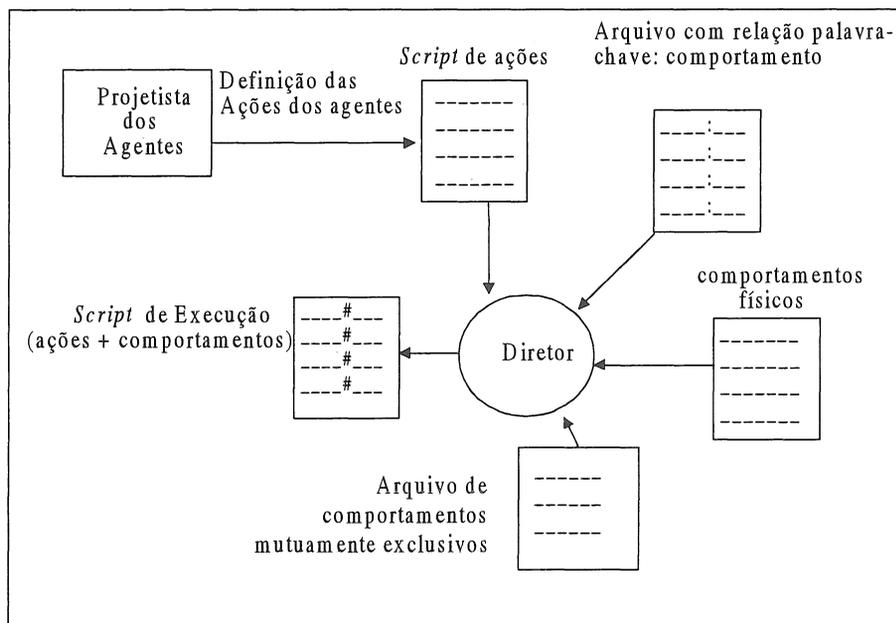


Figura 4: Construção dos *scripts de execução* dos agentes

O diretor inicialmente obtém informações relativas a quais ações devem ser executadas por cada agente. Estas informações são obtidas através do *script* de ações, fornecidos pelo projetista de agentes. O diretor pega uma a uma as ações e seleciona a palavra-chave que a identifica. Tendo esta palavra-chave, o diretor pode procurar por comportamentos (verbais ou de processamento) relacionados a ela e associar aleatoriamente comportamentos (físicos) a mesma. Primeiramente o diretor acessa um arquivo pré-definido que contém o relacionamento de palavra-chave e comportamentos (verbais, físicos ou de processamento). Logo após o diretor escolhe aleatoriamente, através de uma função randômica, os comportamentos físicos que serão relacionados a uma palavra-chave. Após selecionar aleatoriamente os comportamentos físicos, o diretor deve verificar se estes comportamentos estão de acordo com os comportamentos verbais selecionados anteriormente. Para realizar esta tarefa, o diretor acessa um

arquivo que especifica os comportamentos mutuamente exclusivos. Desta maneira pode-se garantir que tanto os comportamentos verbais quanto os comportamentos físicos estão de acordo com um determinado contexto de interação com o usuário.

Os comportamentos verbais e de processamento são obtidos do arquivo que relaciona palavra-chave e comportamentos. Os comportamentos verbais não podem ser escolhidos de forma aleatória, pois são dependentes do contexto da interação com o visitante. Por exemplo, se o agente de acompanhamento deve apresentar-se ao visitante, é necessário que ele se identifique e dê boas vindas, ele não pode falar algo que esteja fora deste contexto.

Um exemplo de script para um agente de acompanhamento gerado pelo diretor pode ser visto na figura 5, o texto em itálico representa os comportamentos relacionados a ação.

1. Apresente-se ao visitante (*saudação, abanar*)
2. Convide o visitante a fazer uma visita ao museu (*convidar, mover*)
3. Aguarde resposta do visitante (*esperar*)
 - 3.1 Se visitante selecionou consulta
Procure apresentador para conteúdo (*pesquisador*)
Demonstre satisfação (*satisfação, vibrar*)
 - 3.2 Senão, demonstre reprovação (*recusar, reprovar*)
Incentive visitante a fazer visita (*incentivar, mover*)
 - 3.3 Se visitante solicitou monitoramento mural
Realize monitoramento mural (*investigador, artista*)
 - 3.4 Se visitante solicitou monitoramento edição de documentos
Realize monitoramento da edição de documentos (*pesquisador, artista*)

Figura 5: Exemplo do script de execução gerado pelo agente diretor

4.6 Estrutura de Dados Interna dos Agentes

A fim de armazenar as informações que representam um agente foi especificada uma estrutura de dados. Todos os agentes, independente do seu tipo, possuem uma instância desta estrutura de dados, que é composta dos seguintes campos: *id_agente* (identificador do agente), *estado_agente* (estado interno do agente – ocioso ou execução), *script* (nome do *script* de execução), *lista_vizinhos* (agentes vizinhos com quem pode se comunicar), *com_quem_está_comunicando* (identificador do agente com quem está se comunicando no momento). Além disso, todos os agentes possuem um conhecimento comum sobre o mundo que está implicitamente incorporado na estrutura do programa.

4.7 Comunicação entre os Agentes

A processo de comunicação entre os agentes é realizado através do envio e recebimento de mensagens. Foi especificado um conjunto de mensagens que realizam a interação entre os agentes. A figura 6 mostra a troca de mensagens entre os agentes no caso de uma visita individual. Uma descrição detalhada destas mensagens pode ser encontrada em Moraes (1999).

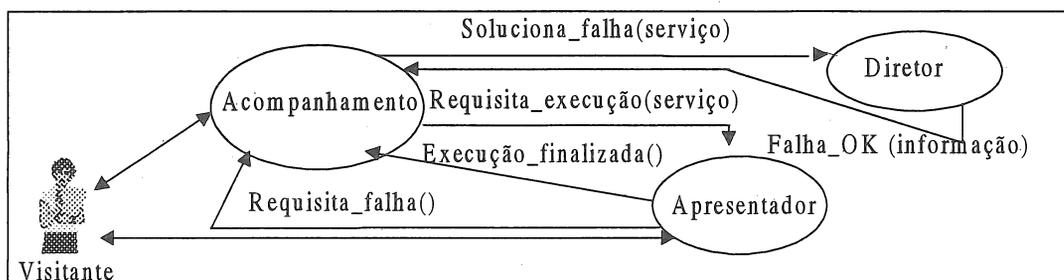


Figura 6: Exemplo da troca de mensagens no caso de visita individual

4.8 Funcionalidades dos Agentes

A principal função dos agentes é realizar o acompanhamento de usuários durante uma visita a museus virtuais. Este acompanhamento permite que os agentes auxiliem os usuários na utilização do sistema e monitorem as ações que estão sendo executadas pelos mesmos. O fato de monitorar a navegação dos usuários permite aos agentes a criação e manutenção de arquivos que contêm o histórico dos usuários, ou seja, os agentes armazenam informações relativas a quais conteúdos foram pesquisados e quais atividades foram realizadas por um determinado usuário. Com base nas informações destes históricos, os agentes podem gerar uma série de relatórios. No caso de uma visita de grupo de alunos, os agentes podem gerar relatórios sobre o andamento de uma visita de um grupo de alunos para o professor responsável. Estão disponíveis três tipos de relatórios: geral (demonstra informação sobre todos os alunos do grupo, como quais atividades foram realizadas e qual o grau obtido), a nível de aluno (indica quais conteúdos e atividades foram realizadas pelo aluno, especificando quais exercícios compõem uma atividade e quais destes foram totalmente ou parcialmente realizados, juntamente com o grau obtido em cada um) e nível de atividade (especifica todos os exercícios que compõem a atividade, quais os alunos que realizaram estes exercícios total ou parcialmente e qual a percentagem de acertos dos mesmos).

Outra funcionalidade dos agentes é incentivar a aprendizagem cooperativa entre visitantes, entre alunos e entre alunos e professores. Sob o ponto de vista educacional a aprendizagem cooperativa é geralmente utilizada para estimular a integração entre os participantes de um grupo, proporcionando a cooperação ao invés da competição existente no processo de ensino tradicional (Costa, 1992). Esta integração deve permitir o intercâmbio de informações e conhecimento, além de possibilitar o armazenamento dos trabalhos dos alunos e disponibilizá-los como fonte de pesquisa futura para outros estudantes (Tornaghi, 1995)(Marchezan, 1996). Desta maneira, a aprendizagem cooperativa pode ser realizada através da troca de mensagens e compartilhamento de documentos e informações. O SAGRES utiliza estes dois mecanismos para proporcionar a aprendizagem cooperativa. Pode-se dizer que a aprendizagem cooperativa é incentivada pelos agentes na medida em que os mesmos avisam quais visitantes enviaram mensagens para o mural de comunicação e qual o conteúdo destas mensagens, e quais visitantes editaram documentos e qual o assunto dos mesmos. Este é um aspecto positivo incorporado ao SAGRES, pois na sua versão inicial o usuário era responsável por acessar o mural de discussão e verificar se havia novas mensagens. Agora os agentes identificam quais mensagens enviadas ao mural não foram lidas pelos usuários e os informam. Deste modo, se o usuário estiver interessado em algum dos assuntos, ele pode acessar o mural e editar mensagens, iniciando a

discussão sobre um determinado assunto.

5 Conclusões

A arquitetura de agentes proposta foi construída com o objetivo de possibilitar o acompanhamento de usuários a um museu virtual, auxiliando-os durante a sua visita. Além de fornecer um ambiente com uma série de facilidades para os professores realizarem o monitoramento dos estudos dos seus alunos e incentivar o aprendizado cooperativo entre visitantes, alunos e professores.

A fim de proporcionar uma interface mais amigável, fazendo com que os usuários interajam com personagens animados, cujos comportamentos assemelham-se aos comportamentos humanos, os agentes que fazem parte da arquitetura proposta utilizam o paradigma da interação homem-computador chamado de improvisação dirigida. Segundo Hayes-Roth (1998) a introdução de personagens animados na Internet, traria às pessoas a sensação de estarem interagindo com personagens “reais” dentro de mundos virtuais. Levando em consideração que as pessoas são seres sociais e interagem instintivamente umas com as outras, a interação do usuário com a interface se tornaria mais amigável.

Apesar de existirem alguns trabalhos sendo realizados com o paradigma da improvisação dirigida e a metáfora do teatro virtual, nenhum deles se aplica ao acompanhamento de visitantes num museu e nenhum deles levou em consideração a figura do agente diretor. O diretor é um personagem importante na arquitetura proposta na medida em que é o responsável por garantir que existam agentes de acompanhamento e assistentes para relacionar a um visitante ou professor e auxiliá-los durante a realização de uma visita. Além disso, o diretor é o responsável por gerar os *scripts* dos demais agentes, especificando a maneira pela qual os mesmos irão interagir com os seus usuários.

A aplicação da arquitetura de agentes no sistema de museus virtual SAGRES, mostra a viabilidade da utilização desta arquitetura e as vantagens oferecidas com a utilização da mesma.

No momento, o protótipo do sistema SAGRES com os agentes encontra-se em fase de teste no laboratório do museu.

6 Bibliografia

1. Bertolotti, A. C. & Costa, A. C. R. (1999) SAGRES – A Virtual Museum. In: Museums and The Web 1999 Conference. USA: New Orleans, Louisiana.
2. Costa, R. M. & Souza, J. (1992) Trabalho Cooperativo: uma caracterização e enfoques de aprendizagem. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, RJ.
3. Genesereth, M.R. & Ketchpel, S.P. (1994) Software Agents. Communications of the ACM. New York: v. 37, n. 7, p. 48-53, July.
4. Hayes-Roth, B. Sincoff, E., Brownston, N.L., Huard, R., Lent, B.(1994) Directed Improvisation. Stanford University Technical Report (KSL-94-69).

5. Hayes-Roth, B., Van Gent, R. (1997) Story-Making with Improvisational Puppets. In: *Agent's 97*. USA: Marina Del Rey.
6. Hayes-Roth, B. (1998) Interacting with Animated Characters: Puppets, Bartenders, and Auto Salespersons. Knowledge System Laboratory Technical Report (KSL-98-07). Stanford University.
7. Marchezan, M. & Lucca, J. E. D. (1996) Scoope: Ambiente para Cooperação Síncrona a Distância. In: *Workshop de Educação à Distância*. Brasil: Fortaleza.
8. McKenzie, J. (1997) Building a virtual museum community. In: D. Bearman & J. Trant (Eds.) *Museums and the Web, Selected papers from Museums and the Web97* (pp. 77-86). Pittsburgh: Archives & Museum Informatics.
9. Moraes, M.C. & Costa, A.C.R. (1998) A system of improvisational agents for the attendance of visits to museums. In: *II Iberoamerican Workshop on DAI and MAS – Multi Agent Systems Modell Architecture and Applications*. Spain: Toledo.
10. Moraes, M. C. (1999) Uma Arquitetura de Agentes Improvisacionais para Apoio a Visitação de Museus Baseada em Computadores. Porto Alegre: Mestrado em Informática PUCRS, 1999. 130f. Dissertação de Mestrado.
11. Nielsen, J. (1990) Hypertext and Hypermedia. San Diego, CA: *Academic Press*.
12. Tornagui, A. (1995) MULEC – Multi-Editor Cooperativo para Aprendizagem. Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1995. Dissertação de Mestrado.
13. Yamada, S., Hong, J. & Sugita, S. (1995) Development and Evaluation of Hypermedia for Museum Education: Validation of Metrics. NY: *acm Transactions on Coputer-human Interaction*. 284-307.