

Concepção de Um Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo

Cássia Trojahn dos Santos¹, Fernando Santos Osório¹

¹Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil
{cassia,osorio}@exatas.unisinos.br

ABSTRACT

In this article we propose a intelligent, adaptable and virtual environment, inhabited by intelligent agents with knowledge about the environment and users and that act as assistants of the users during the navigation and localization of information. The adaptation of environment is related with the possibilities of reorganization of the environment (as insertion, removal or update of the information) and of personalization of the presentation of the contents, as users' interests and preferences. For this, a profile of content and a user's profile are applied in the adaptation process. A prototype of one distance learning environment is being developed in order to validate our proposal.

KEYWORDS: intelligent virtual environments, virtual reality, intelligent agents.

RESUMO

Neste artigo é proposto um ambiente virtual inteligente e adaptativo, habitado por agentes inteligentes que, dotados de conhecimento sobre o ambiente e o usuário, auxiliam o mesmo na navegação pelo ambiente e na recuperação de informações relevantes. A adaptação do ambiente está relacionada com as

possibilidades de re-organização do mesmo (conforme inserção, remoção ou atualização das informações) e de personalização da apresentação das informações, conforme interesses e preferências dos usuários. Um modelo de usuário e um modelo de conteúdo são utilizados no processo de adaptação. Um protótipo, envolvendo um ambiente de Educação a Distância (EaD) está sendo desenvolvido para validar a proposta.

PALAVRAS CHAVE: ambientes virtuais inteligentes, realidade virtual, agentes inteligentes.

1 Introdução

A Realidade Virtual (RV) tornou-se uma alternativa atraente para o desenvolvimento de interfaces virtuais tridimensionais mais realistas e interessantes para o usuário (Treichrieb 1999). Atualmente, atenção tem sido atribuída à integração de técnicas de RV e de Inteligência Artificial (IA). O objetivo é obter maior usabilidade e realismo das interfaces, explorando a combinação de objetos tridimensionais(3D) e entidades inteligentes. Segundo (Aylett and Luck 2000), os ambientes que exploram tal integração são denominados Ambientes Virtuais Inteligentes (AVIs).

Um AVI é um ambiente virtual semelhante a um mundo real, habitado por entidades autônomas inteligentes exibindo uma variedade de comportamentos. Estas entidades podem ser objetos estáticos simples ou dinâmicos, representações virtuais de formas de vida (humanos ou animais), avatares (que representam usuários no ambiente) e outros (Anastassakis et al 2001).

Segundo (Rickel et al 2002) e (Gratch et al 2002), as aplicações potenciais destes ambientes são consideráveis, podendo ser empregados em uma variedade de áreas, principalmente relacionadas

a simulação, o entretenimento e a educação. Conforme (Vosinakis and Panayiotopoulos 2003), os AVIs tornam-se mais atrativos quando possuem características dinâmicas, adaptando-se ao contexto do usuário, e são populados por agentes virtuais, os quais podem atuar como assistentes do usuário.

Neste artigo é proposto um ambiente virtual inteligente e adaptativo, habitado por agentes inteligentes que, dotados de conhecimento sobre o ambiente e o usuário, auxiliam o mesmo na navegação pelo ambiente e na recuperação de informações relevantes. A adaptação do ambiente está relacionada com as possibilidades de re-organização do mesmo (conforme inserção, remoção ou atualização das informações) e de personalização da apresentação das informações, conforme interesses e preferências dos usuários. Um modelo de usuário e um modelo de conteúdo são utilizados no processo de adaptação. Um protótipo, envolvendo um ambiente de Educação a Distância (EaD) está sendo desenvolvido para validar a proposta.

O artigo está organizado como segue. Na seção 2, é comentada a modelagem de perfis de usuários. A seção 3 apresenta a modelagem de perfis de conteúdos. A seção 4 comenta sobre os trabalhos relacionados aos AVIs. Na seção 5, é apresentado o ambiente virtual inteligente e adaptativo proposto. A seção 6 comenta sobre o protótipo desenvolvido para validar o ambiente. Por fim, na seção 7, são apresentadas as considerações finais.

2 Modelagem de Perfis de Usuários

Conforme (Kobsa 1995), um modelo de usuário é uma coleção de informações e suposições sobre usuários individuais ou sobre grupos de usuários, necessária para que o sistema adapte diversos aspectos de suas funcionalidades e interface. Compreende toda a informação sobre o usuário, extraída da sua interação com o sistema (Abbattista et al 2002). O termo perfil de usuário (Wasfi 1999) também é utilizado com o propósito de representar o conhecimento sobre o usuário.

Ao processo de aquisição e representação de um modelo dá-se o nome de modelagem de usuário. Este processo constitui a metodologia de modelagem e pode ser descrito em termos das seguintes etapas: (a) identificação dos propósitos do uso do modelo; (b) definição das propriedades que deverão compor o modelo; (c) escolha do formato de representação do modelo; (d) definição dos dados que deverão ser coletados, métodos e técnicas utilizadas para a coleta; (e) coleta dos dados; e (f) representação dos dados em um modelo de usuário.

Na identificação dos propósitos do uso do modelo considera-se: as tarefas desempenhadas pelo sistema; os objetivos do usuário no uso do mesmo; e os aspectos do sistema que serão adaptados. Em seguida, são definidas as propriedades do modelo: especialização (individual ou de grupo), extensão temporal (curto ou longo prazo), tipo de informação (interesses, preferências, por exemplo), outras. Após, é definido o formato de representação do modelo, determinados os tipos de dados que deverão ser coletados, de forma que as propriedades relevantes do usuário possam ser extraídas, e selecionados os métodos usados na coleta. Quanto aos tipos de dados, eles são classificados ((Adomavicius and Tuzhilin 2002); (Abbattista et al 2002)) em: factuais (o que o usuário é, tais como nome, gênero, idade, preferências), transacionais (compras efetuadas, valores gastos, outros), navegacionais (páginas visitadas, tempo de permanência em cada página, outros) e demográficos (endereço, salário e ocupação, outros).

Quanto aos métodos para coleta dos dados, eles podem ser agrupados em dois conjuntos ((Pazzani and Billsus 1997); (Papatheodorou 2001)): explícitos e implícitos. Os métodos explícitos coletam as informações diretamente do usuário, questionando-o sobre os seus interesses, preferências e necessidades. Este tipo de coleta, geralmente, é feita através do uso de formulários. Os métodos implícitos inferem informações dos usuários através do monitoramento do comportamento durante a interação com o sistema. Geralmente, os métodos explícitos são usados na aquisição de um modelo inicial do usuário, sendo os implícitos aplicados para a atualização deste modelo.

Por fim, as etapas seguintes consistem na coleta dos dados e na representação explícita dos dados coletados em um modelo de usuário.

3 Modelagem de Perfil de Conteúdo

Um modelo de conteúdo pode ser visto como uma coleção de informações sobre um conteúdo, usada para descrevê-lo. Dentre os dados que podem ser utilizados na descrição, pode-se citar: categoria do conteúdo (área do conhecimento a que pertence, por exemplo), tipo de mídia e palavras-chave que o caracterizam.

O processo de modelagem de conteúdos envolve a coleta das informações necessárias à elaboração do modelo e a representação das informações coletadas. Este processo, geralmente, consiste em categorizar o conteúdo. Em sistemas, tais como o Yahoo, este processo é realizado de forma manual. Entretanto, categorizar grandes volumes de documentos manualmente tem se tornado inviável. Atualmente, tem sido proposta a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial (IA) na automatização do processo de categorização. Abordagens utilizando ferramentas de aprendizado de máquina vêm sendo exploradas. Nestas abordagens, as ferramentas são treinadas para oferecer suporte a problemas de decisão (tais como classificação), baseadas em dados de treinamento. Nesta seção, será comentado o processo de categorização automática de documentos, aplicado na modelagem de perfis de conteúdos.

Conforme (Correa and Ludemir 2002), categorizar documentos é classificá-los em uma ou mais categorias pré-existentes. Diversas abordagens têm sido propostas para a categorização automática de documentos a partir da aplicação de técnicas de aprendizado de máquina - (Oliveira and Castro 2000); (Rizzi et al 2000); (Correa and Ludemir 2002); (Duarte and Braga 2002). O processo de categorização, independente da técnica de aprendizado adotada, é formado por um conjunto de etapas fundamentais, ilustradas na figura 1.

A etapa de coleta da base consiste na obtenção dos exemplos

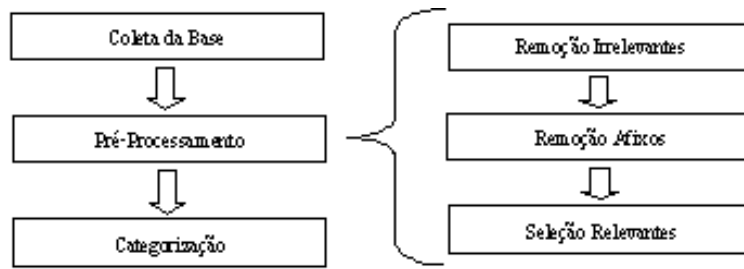


Figura 1. Etapas do processo de categorização.

para treinamento e teste do algoritmo de aprendizado (classificador). Nesta etapa, caso sejam utilizadas as técnicas de aprendizado supervisionadas, são definidas as categorias e o conjunto de exemplos correspondentes.

Após, é feito o pré-processamento de cada exemplo. Nesta etapa, são eliminadas as palavras consideradas irrelevantes (stopwords, tais como artigos, preposições, pronomes e caracteres especiais), é realizada a remoção dos afixos das palavras (prefixos e sufixos) e é feita a seleção das palavras mais relevantes (por exemplo, palavras que mais ocorrem nos documentos de determinada categoria), utilizadas para caracterizar o documento correspondente.

Na etapa de categorização, é determinada a técnica de aprendizado (Árvores de Decisão ou Redes Neurais Artificiais, por exemplo) e é feita a codificação de cada exemplo. A codificação geralmente adota uma representação vetorial, onde as palavras selecionadas como relevantes tornam-se índices de vetores e os respectivos valores indicam a importância da palavra no documento correspondente. Além disso, são definidos os parâmetros de aprendizado e os conjuntos de treinamento e teste a serem submetidos à ferramenta de classificação, e é realizada a classificação propriamente dita.

Neste trabalho, a etapa de pré-processamento é suportada por

uma aplicação¹ que realiza a remoção das palavras irrelevantes e dos afixos, extrai as palavras relevantes de cada documento, e gera os scripts (com os documentos devidamente codificados) que são submetidos aos algoritmos de aprendizado. A aplicação, implementada em Java, foi estendida de um framelet (vide (Pree and Koskimies 1999)), cujo kernel contempla o fluxo básico de dados entre as atividades de remoção das palavras irrelevantes e afixos, seleção das relevantes e geração dos scripts. A partir do preenchimento dos hot - spots do framelet, as atividades podem ser customizadas de acordo com as necessidades da aplicação. Assim, o framelet oferece a flexibilidade suficiente para a geração de diferentes formatos de arquivos de scripts, o que permitiu a realização de variados experimentos (comentados na seção 5.1), dos quais pode-se medir a performance dos algoritmos e selecionar aquele que apresentou melhores resultados.

4 Ambientes Virtuais Inteligentes

Nesta seção, são apresentados os trabalhos relacionados a ambientes virtuais e agentes inteligentes. São comentadas as principais características e funcionalidades propostas.

O Active Worlds² consiste em um conjunto de ambientes 3D, disponível comercialmente, onde o usuário, representado por um avatar, pode navegar e interagir com outros usuários. (Bersot et al 1998) apresentam Ulysses, um agente de conversação em um ambiente virtual que auxilia os usuários na navegação pelo ambiente, aceita e executa comandos para manipular objetos no ambiente. Um guia que conduz visitantes a lugares relevantes em uma universidade virtual, de acordo com as necessidades de informação, é proposto por (Panayiotopoulos et al 1999). (Noll et al 1999) apresentam o GuideAgent, um agente inteligente cujas tarefas são navegar através de um ambiente 3D, prover informações sobre os objetos, os usuários e o próprio ambiente, e auxiliar o usuário na

¹Framelet disponível em <http://www.inf.unisinos.br/~cassiats/mestrado.htm>

²<http://www.activeworlds.com>

exploração do mesmo. (Nijholt and Hulstijn 2000) apresentam um teatro virtual, onde os visitantes podem navegar e interagir com agentes que possuem informações sobre shows, músicos e ingressos. (Anastassakis et al 2001) apresentam um ambiente habitado por agentes que o exploram, localizam itens específicos, interagem uns com os outros e respondem a instruções do usuário. (Frery et al 2002) propõem a utilização de avatares como guias interativos em ambientes 3D, junto a estruturação do conteúdo de acordo com os interesses do usuário e a assistência na navegação de acordo com conteúdo desejado. (Chittaro and Ranon 2002) apresentam um ambiente virtual 3D adaptativo, onde os usuários podem navegar e obter informações sobre os elementos nele espalhados, através de objetos que se deslocam no ambiente.

Como pôde ser observado, os trabalhos relacionados aos AVIs, em sua grande maioria, não consideram um modelo de usuário, como forma de adaptar o ambiente, e são desenvolvidos para uma área específica do conhecimento. No ambiente proposto neste artigo são enfatizadas as possibilidades de disponibilização de diversos conteúdos, devidamente organizados por área do conhecimento, e de adaptação do ambiente, o qual poderá ser reorganizado e personalizado conforme um modelo do usuário. Além disso, um processo de categorização automática de conteúdos textuais é utilizado na organização das informações no ambiente. Ainda, um agente inteligente auxilia o usuário na navegação pelo ambiente, localização de informações relevantes e organização das informações no mesmo.

5 Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo

O ambiente proposto consiste na representação de um mundo 3D, desenvolvido em Java3D e VRML, acessível através da Web, para apoio a EaD. O ambiente será utilizado para a disponibilização de informações, organizadas conforme área do conhecimento a que pertencem (Inteligência Artificial e Redes de Computadores, por exemplo). A motivação para o desenvolvimento do ambiente para

a EaD está fundamentada nas premissas: dinamicidade deste tipo de ambiente (atualizações constantes de conteúdos); diversidade de conteúdos disponibilizados; variedade de modelos de usuários; e uso promissor de ambientes virtuais 3D e agentes inteligentes.

No ambiente, é dado suporte a dois tipos de usuários: alunos (requerentes da informação) e professores (provedores da informação). Os alunos, representados por avatares, podem explorar o ambiente em busca de conteúdos de interesse, podendo ser auxiliados pelo agente virtual. Um modelo do aluno é mantido, de modo que o ambiente possa ser adaptado conforme interesses e preferências do mesmo. Os professores, responsáveis pelos conteúdos a serem disponibilizados, são auxiliados pelo agente na organização das informações, e podem explorar o ambiente. Os conteúdos são agrupados conforme áreas a que pertencem e possuem um modelo associado. Os modelos dos conteúdos, alunos e professores são usados no processo de criação dos ambientes adaptados.

A figura 2 apresenta a arquitetura do ambiente. Conforme o modelo do requerente, é feita a adaptação do ambiente. Esta adaptação envolve a personalização da apresentação das informações e da estrutura do ambiente. O modelo contém informações sobre os interesses, as preferências e os comportamentos do requerente. Para a coleta dos dados utilizados na composição do modelo, são usadas as abordagens explícita e implícita, comentadas na seção 2. Na abordagem explícita, são aplicados questionários (para a coleta de dados, tais como nome e áreas de interesse), e na abordagem implícita são feitas observações da navegação no ambiente e das solicitações feitas ao agente (registradas através de sensores). A abordagem explícita é adotada na composição de um modelo inicial do requerente, sendo a implícita aplicada na atualização do modelo.

A atualização do modelo do requerente está baseada no uso de fatores de certeza ((Nikolopoulos 1997); (Giarrato and Riley 1998)), os quais associam medidas de crença e descrença em uma hipótese, dadas as evidências. Um fator de certeza 1 indica crença total em uma hipótese, enquanto -1 corresponde a descrença total. Neste trabalho, as evidências correspondem às áreas visitadas pelo

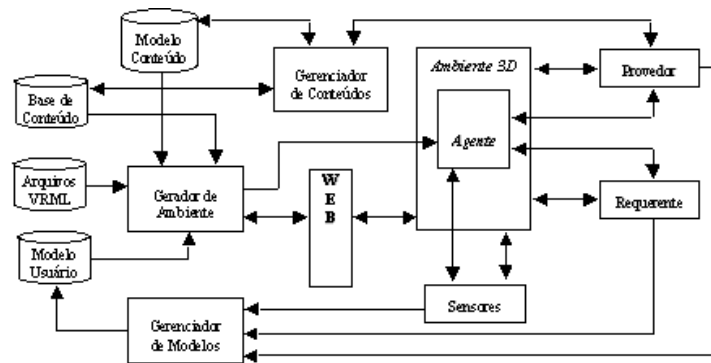


Figura 2. Arquitetura do ambiente.

usuário e os conteúdos solicitados (coleta implícita), e são usadas para testar as hipóteses referentes às alterações no modelo. A cada x interações, as hipóteses são verificadas e as crenças e descrenças, em relação ao interesse do usuário em determinada área, são mensuradas. Os fatores de certeza são, então, calculados (com base nas crenças e descrenças) e utilizados para ordenar as áreas do conhecimento de interesse do usuário.

Um módulo, gerenciador de modelos, é o responsável pela inicialização e atualização dos modelos. Além do modelo do requerente, um modelo do provedor é mantido, contendo informações sobre a(s) sua(s) área(s) de interesse. Tais informações são obtidas através da aplicação de questionário e são utilizadas para a apresentação adaptada dos conteúdos no ambiente.

Os conteúdos adicionados, removidos ou atualizados pelo provedor, são gerenciados pelo módulo gerenciador de conteúdo e mantidos em uma base de conteúdos. Cada conteúdo contém um modelo associado (modelo de conteúdo), com informações referentes a área a que pertence, tipo de mídia, palavras-chave que o caracterizam, entre outras. O provedor, auxiliado pelo processo de categorização automática de textos, atua na definição deste modelo, mantido em uma base de modelo de conteúdo. A metodologia adotada no processo de categorização de conteúdos textuais é

detalhado na seção 5.1.

A representação das informações no ambiente é feita através de componentes 3D, tais como objetos gráficos e ícones, e hiperlinks para os conteúdos. Um conjunto de arquivos VRML, correspondendo a definição de estruturas e objetos 3D, é mantido em uma base de dados e utilizado na construção dos ambientes. Um módulo, gerador de ambiente, é o responsável pela geração de diferentes ambientes. A adaptação envolve a re-estruturação do ambiente, quanto à disposição das informações, e aspectos de layout do mesmo. Além disso, este módulo repassa ao agente as informações pertinentes aos modelos dos usuários que estão interagindo com o ambiente e informações sobre os conteúdos e suas localizações, de forma que ele possua informações suficientes para o auxílio aos usuários.

5.1 Categorização de Conteúdos Textuais

No processo de categorização proposto neste trabalho, optou-se pelo uso de técnicas de aprendizado supervisionadas. Para a definição da técnica de aprendizado que deveria ser adotada, foram realizados experimentos com as técnicas simbólicas (Árvores de Decisão - ADs) e conexionistas (Redes Neurais Artificiais - RNAs), e avaliado o desempenho das mesmas.

Para estes experimentos, foram definidas três categorias - Redes Neurais Artificiais (RNAs), Algoritmos Genéticos (AGs) e Sistemas Multi-Agentes (SMAs) - e, para cada uma delas, coletados 30 exemplos de artigos científicos (a partir dos mecanismos de busca da web) e extraídos os seus abstracts, introdução e conclusão. Após a coleta da base de dados, os exemplos selecionados (separados em conjuntos de treinamento e teste) foram submetidos à aplicação (comentada na seção 3), responsável pela remoção das palavras irrelevantes e afixos, seleção das palavras relevantes, codificação dos exemplos e geração dos sripts. Em seguida, os scripts foram submetidos às ferramentas de suporte aos algoritmos de aprendizado C4.5 (Quinlan 1993) e Neusim (Osorio and Amy 1999). O C4.5 é a ferramenta responsável pela geração das ADs, enquanto o Neusim é um simulador neural que comporta os

algoritmos de aprendizado Backpropagation (BP) e CascadeCorrelation (CasCor).

Além disso, foram consideradas variações em dois parâmetros: tipo de codificação adotado para a representação dos documentos e número de palavras relevantes selecionadas por categoria. Quanto aos tipos de codificação, foram considerados os seguintes: por frequência (utilização das frequências das palavras na construção dos vetores) e binária (consideração da presença (1) ou ausência (0) da palavra no documento). Em relação ao número de palavras relevantes, foram utilizadas as seleções de 20, 50 e 80 palavras por categoria.

Nesta seção, os resultados dos experimentos são sintetizados, sendo comentados os obtidos com as ADs e as RNAs com o algoritmo BP, embora tenham sido realizados experimentos com o algoritmo CasCor.

A tabela 1 indica os resultados percentuais obtidos na geração das árvores, em relação ao erro de classificação, no conjunto de teste (erro na generalização). Indica-se, também, o número de nós de cada árvore. Conforme pode ser observado, a variação do número de palavras relevantes não implica no aumento ou diminuição do erro de classificação. Deste modo, pode-se verificar que os atributos que, de fato, caracterizam cada categoria estão entre os 20 mais frequentes de cada uma. Além disso, as árvores apresentam taxas de erros, independentemente do tipo de codificação e número de palavras relevantes adotadas.

Tabela 1. Erro de classificação - ADs.

| | No. Palavras por Categoria | | | | | |
|-------------|----------------------------|-------|------|-------|------|-------|
| | 20 | | 50 | | 80 | |
| Codificação | Erro | Nodos | Erro | Nodos | Erro | Nodos |
| Binária | 3.3% | 7 | 3.3% | 7 | 3.3% | 7 |
| Frequência | 3.3% | 7 | 3.3% | 7 | 3.3% | 7 |

Nos experimentos conduzidos com as RNAs com o algoritmo

BP, foi variado o número de neurônios na camada intermediária (2, 4 e 8) e, para cada topologia, foram realizadas 5 simulações. A tabela 2 apresenta os valores médios (para as 5 simulações) dos menores erros de generalização (melhores generalizações - BestScore) obtidas no processo de aprendizagem. Além disso, são apresentados os valores médios das melhores épocas de aprendizagem (BestEpoch), obtidas conforme alcance das melhores taxas de generalização, em cada simulação. Conforme pode ser observado, a menor taxa de erro (1.3%) foi obtida utilizando-se 2 neurônios na camada intermediária, a codificação binária e um número entre 20 e 50 palavras relevantes. Quanto a pior taxa (12.0%), esta foi obtida com o uso da codificação por frequência, 80 palavras relevantes e 4 neurônios na camada intermediária. Pode-se afirmar que 2 neurônios na camada intermediária são suficientes para o problema da categorização apresentado, oferecendo taxas de erro, em geral, inferiores as obtidas com o uso de 4 e 8 neurônios.

Tabela 2. Média do menor erro de generalização (BP).

| | | No. Palavras por Categoria | | | | | |
|-----------|----------------|----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | | 20 | | 50 | | 80 | |
| Neurônios | Codific. | Erro | Épocas | Erro | Épocas | Erro | Épocas |
| 2 | Binária | 1.3% | 91 | 1.3% | 18 | 7.6% | 17 |
| 2 | Freq. | 8.6% | 133 | 7.3% | 24 | 8.6% | 51 |
| 4 | Binária | 6.0% | 6 | 2.7% | 7 | 6.0% | 78 |
| 4 | Freq. | 6.7% | 10 | 10.7% | 5 | 12.0% | 96 |
| 8 | Binária | 6.0% | 13 | 2.7% | 77 | 8.0% | 151 |
| 8 | Freq. | 7.3% | 35 | 7.3% | 123 | 7.3% | 259 |

Embora o algoritmo BP tenha oferecido a menor taxa de erro, as ADs apresentaram taxas próximas e mostraram-se robustas. As taxas de erro das RNAs foram obtidas a partir do ajuste fino de seus parâmetros e de um conjunto de experimentos preliminares. Assim, observou-se uma maior dependência das RNAs aos seus parâmetros do que a apresentada pelas ADs. Ainda, o número de

experimentos aplicado as RNAs foi superior ao necessário para as ADs. Por fim, a codificação binária implicou nas melhores taxas de classificação. Portanto, conforme análise dos resultados obtidos nos experimentos, as ADs foram selecionadas para uso no processo de categorização, utilizando a codificação binária e 20 palavras relevantes para caracterizar cada categoria.

Cabe destacar que a metodologia adotada na condução dos experimentos para seleção da técnica de aprendizado será aplicada para o treinamento e teste do classificador proposto neste artigo. Deste modo, devem ser definidas as áreas de conhecimento a serem contempladas no ambiente e as sub-áreas correspondentes, coletados os exemplos (base de treinamento e teste), e realizado o pré-processamento e o treinamento do algoritmo de aprendizado (ADs). Quando um novo documento é inserido no ambiente, este é pré-processado e o modelo "aprendido" pelo algoritmo é utilizado para sugerir uma categoria ao novo documento, bem como o conjunto de palavras chaves que o caracterizam.

5.2 Agente

O agente possui as seguintes características: percepção, capacidade social e conhecimento. A percepção contempla as observações do agente durante a interação com os usuários e sua capacidade social está relacionada a comunicação com os mesmos. O conhecimento do agente é representado pelas informações que possui sobre o usuário e o ambiente. A figura 3 ilustra a arquitetura inicial do agente.

O conhecimento do agente, armazenado em uma base de conhecimento, é obtido a partir de duas fontes de informação: fonte externa e percepção da interação com o usuário. A fonte externa contempla as informações sobre o ambiente e o usuário, e são advindas do módulo gerador de ambientes, comentado na seção 5. A observação da interação com o usuário é realizada pelo módulo de percepção, e as informações obtidas desta observação utilizadas na atualização do conhecimento do agente. É através do módulo de percepção que o agente detecta as solicitações de auxílio a navegação, localização e disposição de informações, vindas dos usuários.

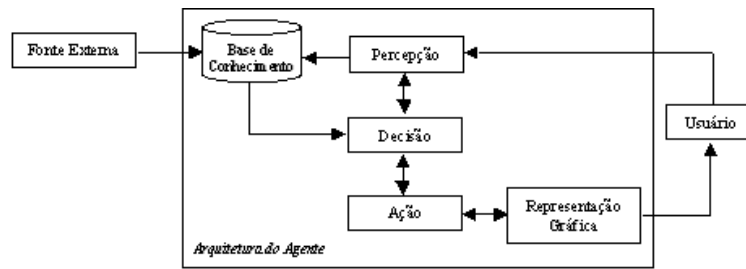


Figura 3. Arquitetura do agente inteligente.

A partir de sua percepção e do conhecimento que possui, o agente decide como agir no ambiente. O módulo de decisão é o responsável por esta atividade. As decisões tomadas são repassadas ao módulo de ação, responsável pela execução das decisões indicadas pelo módulo de decisão e pela manipulação da interface gráfica do agente.

Quanto a comunicação entre o agente e os usuários, esta é feita de forma verbal, através de uma linguagem pseudo-natural, e não verbal, a partir dos movimentos do agente no ambiente. O diálogo em linguagem pseudo-natural é composto por um conjunto pré-determinado de perguntas e respostas e por frases curtas, formadas por um verbo, que corresponde ao tipo de solicitação do usuário (auxílio à navegação ou à localização de determinada informação), e um complemento, referente ao objeto de interesse do usuário.

6 Protótipo

No protótipo, é adotada uma divisão do ambiente virtual, conforme as áreas do conhecimento dos conteúdos. A cada área podem estar associadas sub-áreas. As sub-áreas são representadas como sub-ambientes. Para o protótipo foram selecionadas as seguintes áreas e sub-áreas: Inteligência Artificial (IA) - Redes Neurais, Algoritmos Genéticos e Sistemas Multiagentes; Computação Gráfica

(CG) - Modelagem, Animação e Visualização; Redes de Computadores (RC) - Segurança, Gerência e Protocolos; Engenharia de Software (ES) - Análise, Projeto e Qualidade de Software. A cada área está associada uma sala no ambiente e as sub-áreas estão representadas como sub-salas. As figuras 4 (a) e 4 (b) apresentam interfaces do protótipo que ilustram a divisão do ambiente em salas e sub-salas.

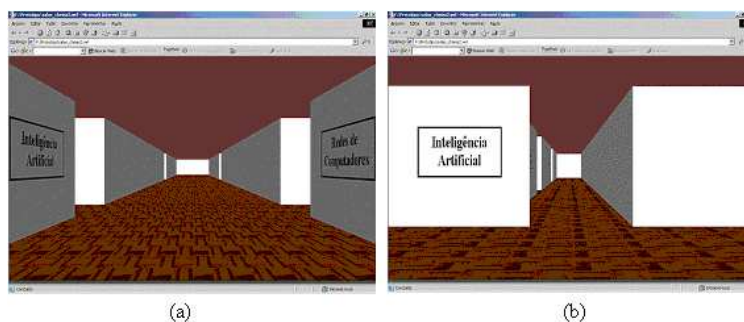


Figura 4. (a) Salas de IA e RC; (b) Sub-salas correspondentes a IA.

Conforme o modelo do usuário, aluno ou especialista do domínio, a re-organização destes sub-ambientes é feita: as salas que correspondem as áreas de interesse do usuário são colocadas, em uma ordem de visualização, antes das salas cujos conteúdos não são de interesse. Deste modo, não são eliminados do ambiente os conteúdos que não são de interesse do usuário, mas sim enfatizados os de interesse, permitindo que o usuário tenha a liberdade para visualizar conteúdos diversos. O modelo inicial do usuário será usado para organização inicial do ambiente. À medida que o mesmo interage com o ambiente, o seu modelo é atualizado e modificações no ambiente são feitas. As figuras 5 (a) e 5 (b) representam um exemplo da organização do ambiente antes e após uma modificação no modelo do aluno.

Em relação ao processo de organização das informações no ambiente, o modelo do provedor definirá em qual sala o conteúdo

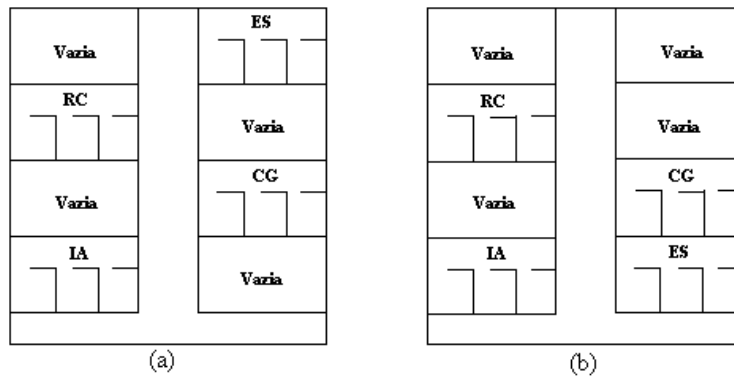


Figura 5. (a) Organização do ambiente conforme perfil inicial do aluno; (b) Organização do ambiente após alteração no modelo do aluno.

deverá ser colocado, e o processo automático de categorização poderá ser usado na definição da categoria do conteúdo e, correspondentemente, na definição de qual sub-sala o conteúdo deverá ser disposto.

7 Considerações Finais

Neste artigo foi apresentado um ambiente virtual inteligente e adaptativo que explora os recursos de RV, visando aumentar o grau de interatividade entre os usuários e o ambiente. As possibilidades de re-organização e personalização do ambiente, conforme as modificações (adição, remoção e atualização) nos conteúdos disponibilizados e o modelo do usuário foram apresentadas. Além disso, um processo de categorização automática de textos, que objetiva auxiliar o especialista do domínio na organização das informações no ambiente foi proposto. Por fim, um agente inteligente, que conhece o ambiente e o usuário e atua como auxiliar na navegação e localização de informações no ambiente, foi comentado.

Além disso, outro aspecto abordado neste trabalho diz respeito à aquisição de características de usuários em um ambiente 3D. A maioria dos trabalhos relacionados à aquisição de modelos e a construção de ambientes que se adaptam a estes modelos está concentrada em interfaces bidimensionais.

Por fim, grande parte dos esforços na construção de ambientes virtuais inteligentes não prevê a combinação da utilização de modelos de usuário e de conteúdos, auxílio a navegação e a recuperação de informações, e, principalmente, reorganização do ambiente, e auxílio à disposição dos conteúdos no espaço 3D. Geralmente, apenas um sub-conjunto destes problemas é abordado.

bibliographystyle{scientia}

Referências

- Abbattista, F.; Degemmis, M.; Fanizzi, N.; Licchelli, O. Lops, P.; Semeraro, G.; Zambetta, F. (2002) "Learning User Profile for Content-Bases Filtering in e-Commerce". Workshop Apprendimento Automatico: Metodi e Applicazioni, Siena, Settembre 11.
- Adomavicius, G.; Tuzhilin, A. (2002) "Using Data Mining Methods to Build Customer Profiles". IEEE Computer, vol. 34, num.2, 74-82.
- Anastassakis, G.; Ritching, T.; Panayiotopoulos, T. (2001) "Multi-agent Systems as Intelligent Virtual Environments". LNAI 2174,381-365.
- Aylett, R. and Luck, M. (2000) "Applying Artificial Intelligence to Virtual Reality: Intelligent Virtual Environments". Applied Artificial Intelligence, 14(1), 3-32.
- Bersot, O; Guedj, P.; Godéreaux, C.; Nugues, P. (1998) "A Conversational Agent to Help Navigation and Collaboration in Virtual Worlds". Virtual Reality, 3, 71-82.
- Chittaro, L. and Ranon, R. (2002) "New Directions for the Design of Virtual Reality Interfaces to E-Commerce Sites". Advanced Visual Interface (AVI 2002), Trento, Italy, May 22-24.
- Correa, R. and Ludemir, T. (2002) "Categorização Automática de Documentos: Estudo de Caso". In: XVI Brazilian Symposium on Neural Networks, Porto de Galinhas.

- Duarte, E.; Braga, A.; Braga, J. (2002) "Agente Neural para Coleta e Classificação de Informações Disponíveis na Internet". In: XVI Brazilian Symposium on Neural Networks, Porto de Galinhas.
- Frery, A.; Kelner, J.; Moreira, J., Teichrieb, V. (2002) "Satisfaction through Empathy and Orientation in 3D Worlds". *CyberPsychology and Behavior*, 5(5): 451-459.
- Gratch, J.; Rickel, J.; André, E.; Badler, N.; Cassell, J.; Petajan, E. (2002) "Creating Interactive Virtual Humans: Some Assembly Required". *IEEE Intelligent Systems*, July/August.
- Giarrato, J. and Riley, G. (1998) "Expert Systems - Principles and Programming". 3 ed. , PWS, Boston.
- Kobsa, A. (1995) "Supporting User Interfaces for All Through User Modeling". *Proceedings HCI International'95*, Yokohama, Japan, 155-157.
- Nijholt, A. and Hulstijn, J. (2000) "Multimodal Interactions with Agents in Virtual Worlds". In: Kasabov, N. (ed.): *Future Directions for Intelligent Information Systems and Information Science*, Physica-Verlag: Studies in Fuzziness and Soft Computing.
- Nikolopoulos, C. (1997) "Expert Systems - Introduction to First and Second Generation and Hybrid Knowledge Based Systems". Eds.: Marcel Dekker, New York.
- Noll, S; Paul, C; Peter, R; Schiffner, N. (1999) "Autonomous Agents in Collaborative Virtual Environments". *IEEE 8th International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, June, Palo Alto, Califórnia.
- Oliveira, C. and Castro, P. (2000) "Categorização Múltipla com Árvores de Decisão e Regras". Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia de Sistemas (Relatório Técnico).
- Osorio, F. and Amy, B.(1999) "INSS: A hybrid system for constructive machine learning". *Neurocomputing*, 28, 191-205, 1999.
- Panayiotopoulos, T.; Zacharis, N.; Vosinakis, S. (1999) "Intelligent Guidance in a Virtual University". *Advances in Intelligent Systems - Concepts, Tools and Applications*, pp. 33-42, Kluwer Academic Press.
- Papatheodorou, C. (2001) "Machine Learning in User Modeling". *Machine Learning and Applications. Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer Verlag.
- Pazzani, M. and Billsus, D. (1997) "Learning and Revising User Profiles: The identification on Interesting Web Sites". *Machine Learning*, vol. 27, num 3, 313-331.

- Pree, W. and Koskimies, K. (1999) "Framelets-Small Is Beautiful", A Chapter in Building Application Frameworks: Object Oriented Foundations of Framework Design. Eds: M.E. Fayad, D.C. Schmidt, R.E. Johnson, Wiley & Sons.
- Quinlan, R. (1993). "C4.5: Programs for Machine Learning". Morgan Kaufmann, Sao Mateo, California.
- Rickel, J.; Marsella, S.; Gratch, J.; Hill, R.; Traum, D.; Swartout W. (2002) "Toward a New Generation of Virtual Humans for Interactive Experiences". IEEE Intelligent Systems 17(4), July/August, pp. 32-38. (Special issue on AI in Interactive Entertainment).
- Rizzi, C.; Wives, L.; Oliveira, J., Engel, P. (2000) "Fazendo uso da Categorização de Textos em Atividades Empresariais". In: International Symposium on Knowledge Management/Document Management - ISKDM/DM 2000, Curitiba. Anais. p.251-268.
- Teichrieb, V. "Avatares como Guias Interativos para Auxílio na Navegação em Ambientes Virtuais Tridimensionais". Universidade Federal de Pernambuco, Recife (Dissertação de mestrado).
- Vosinakis, S. and Panayiotopoulos, T. (2003) "A tool for constructing 3D Environments with Virtual Agents". Multimedia Tools and Applications, Kluwer Academic Publishers, accepted for publication.
- Wasfi, A. (1999) "Collecting User Access Pattern for Building User Profiles and Collaborative Filtering". Proceedings of the 1999 International Conference on Intelligent User Interface, Los Angeles, USA, 57-64.