

Um ambiente com navegação adaptativa baseada nos objetivos dos educandos

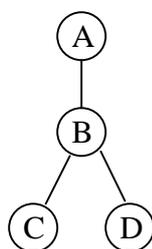
1. Introdução

Existe um grande interesse na WWW para aplicações educacionais. Vários autores já descreveram as inúmeras vantagens em utilizá-la para a educação [KIY 95]. Entretanto deve-se observar que a WWW é somente um instrumento que pode ser utilizado para promover a educação a distância. A efetividade do sistema depende, entre outros fatores, da qualidade do material subjacente e da estrutura navegacional implementada. Neste artigo, são pesquisados os aspectos de acesso a informação em um hipertexto.

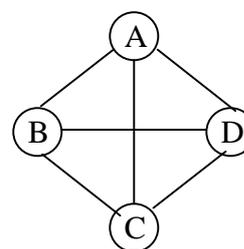
Considere um sistema educacional na Web. A estrutura do ambiente pode variar de uma abordagem seqüencial até um sistema totalmente interconectado. A figura abaixo ilustra três estruturas possíveis.



1.1



1.2



1.3

A figura 1.1 ilustra a estrutura totalmente seqüencial. Observe que a estrutura seqüencial obriga os usuários a navegar pelos estados intermediários, o que pode não ser interessante. Por exemplo se um usuário quiser acessar o tópico D a partir do tópico B, o tópico intermediário C deverá ser acessado primeiro.

O ambiente hipertexto pode fornecer acesso mais flexível e direto. Por exemplo, na figura 1.2, um usuário poderá ir diretamente do tópico B para o tópico D.

A figura 1.3 ilustra o máximo da flexibilidade de um hipertexto. Já que cada tópico está vinculado a todos os outros, muitos caminhos potenciais existem. O acesso direto de qualquer tópico para qualquer outro é possível sem a necessidade de navegar através de tópicos intermediários.

Acesso flexível e direto é um benefício importante para um hipertexto, porém é virtualmente impossível construir um documento que esteja otimizado para todos os usuários possíveis. Educandos virtuais comumente sentem-se frustrados quando eles encontram sistemas de hipertexto que foram projetados da *maneira inadequada*, isto é, de uma maneira diferente que eles achariam "ótima". Obviamente, a decisão do que constitui uma *boa* hiperestrutura depende de muitos fatores: domínio da aplicação, familiaridade do leitor com a informação apresentada, se a informação é lida seqüencialmente ou se há busca por uma informação em particular. Autores freqüentemente questionam-se se estão usando a melhor estrutura para apresentar seus hipertextos.

Os conteúdos disponibilizados na WWW atualmente estão expandindo-se em uma progressão geométrica, porém a qualidade das suas estruturas não parecem desenvolver-se. Isto não é surpreendente já que o único mecanismo para a reestruturação da rede são as contribuições individuais dos projetistas Web, cada um adicionando seu próprio conhecimento sob a forma de

sites. A WWW nada mais é do que uma soma de suas partes, cada uma não necessariamente contribuindo na qualidade da sua estrutura. Isto ocasiona que a WWW seja em geral, desorganizada.

O princípio da inteligência coletiva criado por Levy [LEV 98], no contexto desta pesquisa, aplicado na WWW, parte do pressuposto que os links e direções escolhidas por uma população (usuários de um determinado site) representam um conhecimento coletivo implícito. Este conhecimento pode ser capturado e utilizado na auto-organização da estrutura de links de um site. A hipótese aqui é que a soma dos conhecimentos parciais de cada usuário, representam, no conjunto, um conhecimento mais abrangente e superior ao do mentor intelectual do site. Portanto, se bem aproveitado, este conhecimento coletivo possibilitará uma estrutura de navegação melhor do que a estrutura originalmente concebida.

A WWW, como uma rede global de nodos linkados, pertence a uma classe de redes de representação distribuída do conhecimento [HIN 81]. Ela consiste de um imenso número de nodos (contendo textos, figuras, filmes, sons) interconectados. Este caráter semelhante a um cérebro inspirou autores a sugerirem metáforas “neurais” para o funcionamento e estrutura da WWW. Pesquisadores como Mayer e Barczys [MAY 94] discutiram a possibilidade de um cérebro global, capaz de processar informação e conhecimento, emergindo espontaneamente a partir do enorme montante de nodos e o desenvolvimento de continuas conexões.

O objetivo do projeto aqui descrito é estudar os métodos de hipermídia adaptativa descritos por Brusilovsky [BRU 96] e algoritmos de aprendizagem Hebbinianos. Através das técnicas de adaptabilidade e dos algoritmos de aprendizagem descritas na literatura [HIN 81], será implementado um ambiente de navegação adaptativa que concretize o princípio descrito por Levy. Pressupõe-se que a metodologia proposta aqui possa contribuir na transformação da Web como nós a conhecemos em uma rede efetivamente associativa. Sendo capaz de absorver o conhecimento implícito dos seus usuários e descobrindo novas relações entre peças de informação. Tal rede associativa pode ser vista como uma aproximação em direção ao cérebro global proposto por Heylighen e Mayer em [KIY 95, MAY 94]. A adição de aprendizado associativo aplicado à navegabilidade adaptativa representa um passo nesta direção.

Este artigo está organizado em três seções, a próxima apresenta sucintamente o significado do termo “Inteligência Coletiva”, a seção três descreve a área hipermídia adaptativa, seus objetivos, classificações, métodos e técnicas. A seção quatro, descreve o projeto e detalha os algoritmos de aprendizagem associativo utilizados na navegação adaptativa.

2. Inteligência Coletiva

Segundo Pierre Levy, inteligência coletiva, "é uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências" [LEV 98], ele acrescenta a base e o objetivo da inteligência coletiva como o reconhecimento e o enriquecimento mútuo das pessoas. Neste pensamento, a idéia da inteligência estar distribuída por todas as partes é a parte inicial, pois, ninguém é sabedor de tudo, as pessoas sempre sabem algo, e isto pode ser considerado com intuito de concretizar uma inteligência coletiva.

Este princípio caso fosse aplicado a WWW, possibilitaria a constituição de um conhecimento global e em constante crescimento.

3. Hipermídia Adaptativa

Os sistemas de hipermídia adaptativa (HA) tentam antecipar as necessidades, preferências e desejos de seus usuários a partir de modelos representando seu perfil, nível de conhecimento, preferências, etc. Segundo Brusilovsky [BRU 96], denomina-se “sistema de hipermídia adaptativa todo sistema de hipertexto e/ou hipermídia que reflita algumas características de seus diferentes usuários em modelos e aplique tais modelos na adaptação de diversos aspectos visíveis do sistema às necessidades e desejos de cada usuário”.

Um sistema para ser classificado como um sistema adaptativo deve satisfazer 3 critérios: deve ser um sistema de hipermídia ou hipertexto, deve possuir um modelo de usuário e deve ser capaz de adaptar a *interface* utilizando este modelo (isto é, o mesmo sistema pode ser diferente para usuários com diferentes modelos).

O modelo do usuário ou grupo idealmente deve ser construído dinâmico e continuamente, isto é, o processo de modelagem do usuário é efetuado no decorrer da interação deste com o sistema. Sistemáticamente este processo pode ser descrito através das seguintes etapas:

1. O sistema coleta dados do usuário(s)
2. Esses dados são processados e proverão informações para o modelo do usuário
3. O sistema utiliza as informações contidas no modelo como referencial para proceder a adaptação do sistema

Na figura 2 pode-se observar como ocorre este processo de adaptação:

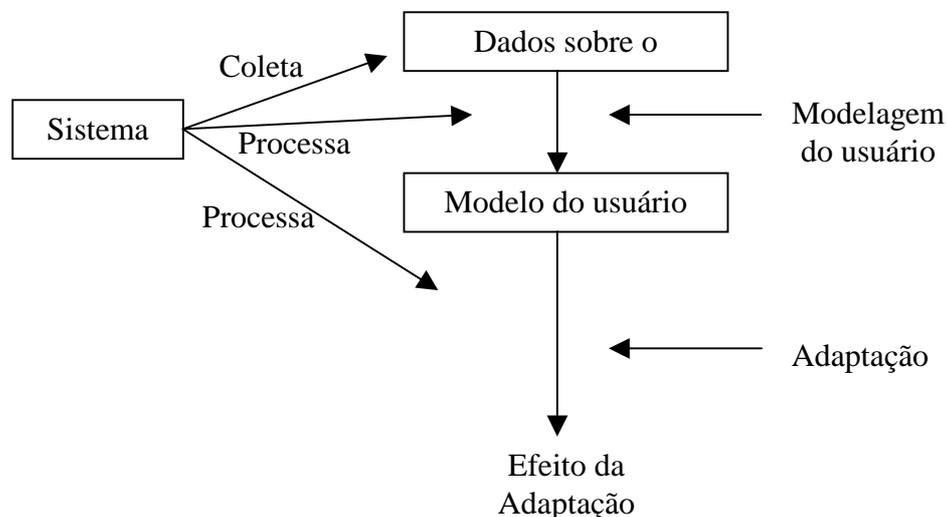


Figura 2 – Diagrama clássico em sistemas adaptativos “modelagem do usuário – adaptação”

O domínio da HA é focalizado em habilitar sistemas de hipertexto em lidar com demandas dos usuários largamente diversas, personalizando a *interface* dos sistemas, conteúdo e estrutura [BRU 96]. Várias abordagens para este problema complexo tem sido propostas, a maioria baseada na noção que características particulares dos usuários pode ser mensurada e usadas para

personalizar o comportamento de um dado sistema de hipermídia. Brusilovsky [BRU 96] fornece uma excelente revisão do estado da arte a esse respeito.

Embora a personalização possa resolver um grande número de problemas na interação entre humanos e sistemas hipertexto, em muitos casos usuários individuais não detém o conhecimento necessário para provocar a adaptação do sistema. Este conhecimento pode, no entanto, estar coletivamente presente. Por exemplo, um usuário pesquisando por informação dentro de um domínio que ele não está familiarizado, pode se beneficiar do conhecimento agregado por outros usuários que estão familiarizados com o assunto. Em outras palavras, personalização pode em muitos casos ser melhorada ao envolver o conhecimento do grupo [ROC 00]. Outra consideração é que tanto as necessidades de informação do usuário quanto as características pessoais são fatores altamente instáveis e complexos. Embora alguns sistemas de HA apontam para a medição de alguns desses fatores, frequentemente é difícil demonstrar que essas medições são válidas [TRI 99].

Sistemas de HA podem ser úteis em qualquer área de aplicação onde espera-se que o sistema seja usado por pessoas com diferentes perfis. Usuários com diferentes objetivos podem estar interessados em diferentes peças da informação apresentadas na página hipermídia e podem usar diferentes links para a navegação. A HA tenta sobrepor este problema usando o conhecimento representado no modelo do usuário para adaptar a *interface* a um dado usuário. A adaptação também pode auxiliar o usuário na orientação navegacional, o que é importante em hiperespaços grandes. Conhecendo os objetivos e o nível do conhecimento do usuário ou do grupo de usuários, sistemas de HA podem apoiá-los na navegação limitando o espaço de navegação, sugerindo os links mais relevantes, ou fornecendo comentários adequados ao contexto.

Na hipermídia adaptativa, o espaço de adaptação refere-se adaptação do conteúdo e/ou da estrutura navegacional. A adaptação do conteúdo é denominada apresentação adaptativa e a adaptação de links de navegação adaptativa. Nas próximas duas sub-seções são descritos estes conceitos, ocorrendo um detalhamento das técnicas para a navegação adaptativa por pertencer ao escopo do projeto aqui descrito.

3.1 Apresentação adaptativa

A idéia das várias técnicas de apresentação adaptativa é adaptar o conteúdo de uma página acessada ao atual conhecimento, objetivos e outras características de um usuário em particular, portanto, usuários com diferentes modelos de usuário obterão diferentes textos como conteúdo de uma mesma página. Por exemplo, a um usuário qualificado pode ser fornecido informações mais detalhadas e aprofundadas, já um usuário inexperiente pode receber explicações adicionais.

3.2 Navegação Adaptativa

A idéia da navegação adaptativa é ajudar os usuários a encontrar o seu caminho no hiperespaço, adaptando a estrutura navegacional ao perfil de um usuário em particular.

Existem atualmente descritas na literatura [BRU 96, PER 95, PAS 92], cinco técnicas para navegação adaptativa, as quais são diferentes a partir do ponto de vista “o que pode ser adaptado”: orientação direta, classificação de links, ocultação de links, anotação adaptativa de links e adaptação de mapas.

- Orientação direta – a idéia desta técnica é que o sistema decida qual é o próximo nodo mais adequado para o usuário visitar. Para prover orientação direta, o sistema pode destacar

visualmente o link que aponta para o melhor nodo naquele momento (isto é feito no Web Watcher [ARM 95], ou apresentar dinamicamente um link adicional (geralmente chamado próximo) o qual é conectado ao melhor nodo.

- Classificação de links - A idéia desta técnica é ordenar todos os links de uma página de acordo com o modelo do usuário. Pesquisas experimentais [KAP 93] mostraram que a classificação de links pode reduzir substancialmente o tempo de navegação em aplicações de recuperação de informações.
- Ocultação de links - a idéia da ocultação de links é restringir o espaço de navegação ocultando links para as páginas não relevantes. A página pode ser considerada como não relevante por várias razões: por ex. se ela não é relacionada ao objetivo atual do usuário [BOY 91; BRU 94; GRU 93, HOO 96; VAS 96] ou se ela apresenta materiais os quais o usuário não está preparado ainda para compreender [BRU 94; CLI 95; GON 95; PER 95]. O ocultamento protege os usuários da complexidade de um hiperespaço irrestrito e reduz a sobrecarga cognitiva.
- Anotação adaptativa de links - A idéia aqui é incrementar os links com alguma forma de comentário que poderá informar o usuário sobre o atual estado dos nodos. Essas anotações podem ser providas na forma textual ou na forma de informação visual, por exemplo, diferentes ícones [PAS 92; SCH 96], cores [BRU 94; BRU 93] ou tamanho de fonte [HOH 96].
- Adaptação de mapas - compreende vários modos de adaptar os mapas de hipermídia globais e locais apresentados para o usuário. As tecnologias como orientação direta, ocultamento e anotação podem ser utilizados para adaptação de mapas, mas todas essas tecnologias não mudam a forma ou a estrutura dos mapas.

4. A perspectiva da interação

O objetivo do sistema aqui proposto é implementar um site web que possa agregar o conhecimento coletivo de um grupo de usuários e usá-lo para melhorar e personalizar o aspecto navegacional do sistema. O hipertexto resultante será adaptativo e dinâmico, pois a estrutura de links estará alterando-se permanentemente, refletindo o conhecimento e desejos do grupo de usuários.

Esta abordagem é baseada nos seguintes princípios:

1. uma metodologia que permita a estrutura de hiperlinks refletir o conhecimento, desejos e experiência definidos no modelo de grupo
2. definição de taxas de relacionamento entre páginas a partir dos registros dos caminhos percorridos pelos usuários (seqüências de páginas de hipertexto acessadas).
3. determinação da relevância de uma página a partir do tempo de permanência dos usuários nesta página.

O sistema baseado nesses princípios utilizará algoritmos implementados no lado servidor que, a cada requisição de uma página do site, construirão uma lista dos links mais relevantes. O conhecimento coletivo dos usuários será armazenado em uma base de dados, consistindo no aqui denominado modelo do grupo. A estrutura do site será atualizada de acordo com as medições dos padrões de acesso dos usuários. Interesses individuais dos usuários serão derivados a partir dos caminhos individuais dentro do site proposto.

5. O experimento

Para comprovar a influência do conhecimento coletivo, foi projetado um site com conteúdo referente a programação orientada a objetos. Este site possui cem páginas que poderão interligar-se no futuro pois cada *hiperlink* na rede possui um peso associado expressando o grau de associação entre duas páginas hipertexto. Estes pesos foram inicialmente configurados com valores baixos. As dez conexões mais fortes serão tornadas visíveis para o usuário. O acesso a rede foi tornado público para uma comunidade composta por alunos e ex-alunos da disciplina de programação orientada a objetos que foram convidados a navegar por ela.

Ao acessar o site, os alunos irão deparar-se com uma página dividida em dois quadros (*frames*). No quadro da esquerda, o conteúdo representando um conceito da POO; no quadro da direita, dez *links* são listados. Os usuários foram orientados para selecionar desta lista o *link* que tem a associação mais forte com o conceito da página atual. Uma vez selecionado, a respectiva página é apresentada e novamente uma lista das possíveis associações é gerada.

Usuários poderão navegar pelo site inteiro e selecionar repetidamente a “melhor” associação semântica na lista proposta de conexões. Ao selecionar um *link*, os algoritmos de aprendizado ajustarão o peso da conexão. A cada interação as conexões são classificadas de acordo com os seus novos pesos, assim, cada vez que um aluno visitar o mesmo nodo, a ordem dos *links* poderá ter mudado. Deste modo, *links* que previamente não tinham peso suficiente para aparecer entre os 10 primeiros *links do ranking*, poderão tornar-se “atuais” devido ao novo peso assumido. Similarmente, *links* que perderem peso poderão desaparecer da lista dificultando a sua seleção.

O ambiente é composto por cem páginas, este número foi escolhido porque é grande o bastante para permitir um rico conjunto de associações (a matriz de todas conexões possíveis possui $100 \times 100 = 10000$ elementos). Além disso, a matriz possui uma quantidade ainda gerenciável para análise.

A figura 3 apresenta o ambiente implementado.

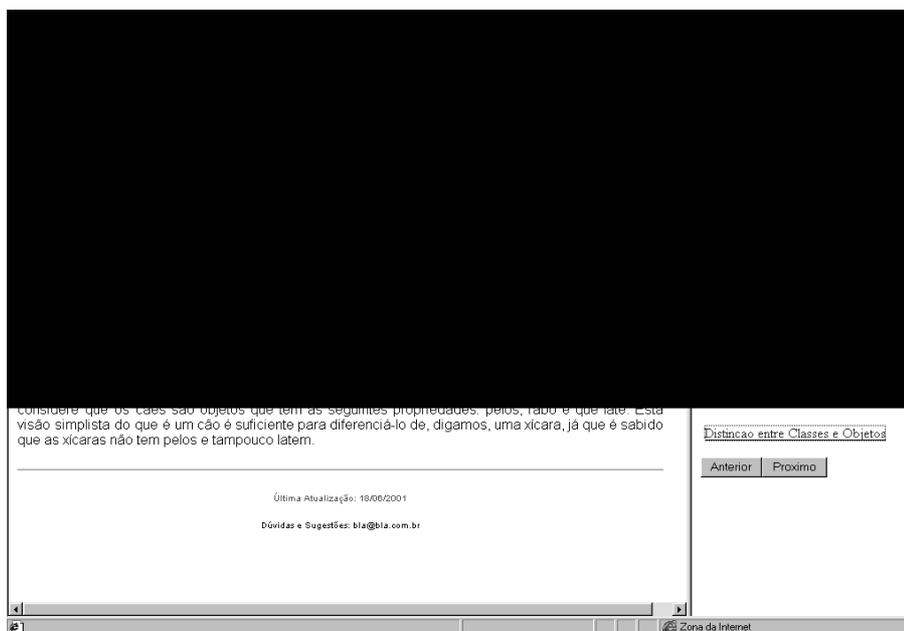


Figura 3 – O protótipo implementado

ERROR: ioerror
OFFENDING COMMAND: %image_file_continue

STACK: