

5 Conclusão

Este trabalho propõe uma arquitetura para adaptação e meta-adaptação de Sistemas Hiperfídia. Com a adaptação, a utilização de sistemas hiperfídia se torna mais eficaz evitando que a quantidade de informações disponibilizadas leve o usuário a se “perder no hiperespaço” e desistir da navegação antes de alcançar seus objetivos. A meta-adaptação surge da evolução das pesquisas na área de hiperfídia adaptativa, pela percepção de que certas técnicas de adaptação são mais eficientes que outras, dependendo da situação de uso.

A arquitetura proposta objetiva respaldar a adaptação e meta-adaptação na construção de sistemas hiperfídia através de um modelo semântico para *design* de hiperfídia adaptativa (ASHDM) e de um ambiente de desenvolvimento de hiperfídia adaptativa (HyperDE estendido).

A concepção do ASDHM está baseada nas características de Sistemas Hiperfídia Adaptativos consideradas à luz da separação entre conteúdo, navegação e apresentação. Esta separação, postulada pelo OOHDM, é modelada pelo SHDM, onde os objetos navegacionais são visões de objetos conceituais e são explorados dentro de contextos de navegação, de forma independente da apresentação.

Um Metamodelo de Referência para Sistemas Hiperfídia Adaptativos, que considera essa separação para a identificação das principais questões envolvidas na adaptação, é utilizado como ponto de partida para a definição dos modelos que compõem o ASHDM. O Metamodelo de Referência é baseado na proposta do AHAM e no metamodelo do SHDM e possibilita a caracterização do objeto de adaptação (“o quê”), das condições consideradas para tal adaptação (“em função de quê”) e da maneira de realizar esta adaptação (“como”).

O ASHDM estende, então, o SHDM com características de adaptação dinâmica. Assim, aplicações hiperfídia podem ser criadas como visões navegacionais de ontologias definidas para a *Web Semântica*, sendo que estas visões podem ser alteradas durante a utilização da aplicação, de modo a adequá-la

a determinadas condições de uso. Este mecanismo permite, ainda, a integração de domínios externos. A descrição da interface é feita de forma abstrata, sendo que a geração dos elementos concretos também ocorre de acordo com as necessidades de adaptação da aplicação.

Em geral, AHSs são voltados para domínios específicos, onde a adaptação é feita em função do usuário e, especialmente na área educacional, existe uma sobreposição do UM em relação ao DM. Isto dificulta a portabilidade dos *frameworks* entre diferentes domínios. A arquitetura proposta, por sua vez, está integrada em um método de desenvolvimento de aplicações em geral. Assim, no ASHDM, o UM é considerado como parte de um Modelo de Contexto de Adaptação amplo, sendo definido por visões, de acordo com o domínio da aplicação. É possível, portanto, a utilização de ontologias de usuário pré-definidas, ainda que dependentes do domínio já que, para fins de implementação, é irrelevante a origem das informações. Além do mais, acompanhando a tendência na área de hipermídia adaptativa, a estrutura do UM é modular, possibilitando o seu reuso.

A maioria dos sistemas de hipermídia adaptativa utiliza Modelos de Domínio, Usuário e Adaptação. Muitas aplicações definem, ainda, Modelos de Navegação e/ou Apresentação. O ASHDM, por sua vez, é composto pelos Modelos Conceitual (que representa o Domínio), de Navegação, de Interface (ou de Apresentação), do Contexto de Adaptação (que inclui o do Usuário) e de Adaptação.

A proposta de implementação do ASHDM utiliza a arquitetura do HyperDE já que esse ambiente possibilita que os modelos navegacionais propostos pelo SHDM sejam utilizados diretamente. O HyperDE precisou ser estendido para implementar a adaptação. Além disso, como o HyperDE é inteiramente dirigido por modelos, que são acessíveis pela sua linguagem de programação, é possível adaptar não só os dados, como também os próprios modelos.

A arquitetura apresentada neste trabalho provê um ambiente flexível para a adaptação e meta-adaptação de sistemas hipermídia, sendo completamente dirigida por modelos definidos como ontologias.

Os elementos aos quais a adaptação é sensível podem ser estruturados de maneira independente da aplicação, já que a origem dos dados é, operacionalmente, irrelevante. Além disso, como informações e modelos podem

ser tratados da mesma forma, as regras podem atuar não só sobre os dados, como também sobre os próprios modelos. Conseqüentemente, é possível distinguir cada um dos modelos do ASHDM, e o papel deles em relação aos aspectos de adaptação identificados, e aplicar a adaptação a cada um dos modelos e às relações entre eles. A meta-adaptação surge, assim, como seguimento natural dessa arquitetura, tanto pela escolha, em função da situação de uso, do tipo de adaptação mais adequado (meta-adaptação propriamente dita) quanto pela alteração dinâmica dos próprios modelos, incluindo aí o conjunto de regras (meta-adaptação em relação aos esquemas).

5.1. Contribuições

De uma maneira geral, a arquitetura proposta contribui para a autoria de sistemas hipermídia adaptativos, sistematizando o conhecimento na área e provendo uma linguagem na qual autores desses sistemas podem expressar seus objetivos de comunicação, além de organizá-los. Com relação aos usuários finais, as características de adaptação e meta-adaptação auxiliam-nos a encontrar mais rapidamente as informações desejadas, motivando-os na utilização dos sistemas.

Mais especificamente, é possível relacionar as seguintes contribuições deste trabalho:

- A arquitetura apresentada é mais abrangente, por ser de propósito geral, quando comparada aos principais *frameworks* de hipermídia adaptativa encontrados na literatura, que são direcionados para domínios específicos, notadamente *e-learning*.
- A distinção dos modelos semânticos e relacionamentos entre eles a partir de uma caracterização mais precisa dos aspectos envolvidos na adaptação (diferenciando-se os tipos de adaptação de conteúdo, navegação e apresentação) e da sistematização dos aspectos em função dos quais a adaptação é realizada. Como conseqüência, a adaptação pode ser aplicada a cada modelo e à relação entre eles, favorecendo a meta-adaptação;
- A identificação dos aspectos adaptativos que são particulares ao domínio da educação. Entre eles, a obrigatoriedade de um Modelo de

Usuário, em geral sobreposto ao Modelo do Domínio. Isto propicia maior abrangência da arquitetura, inclusive do UM (próximo item);

- A proposta de um Modelo de Usuário geral para todos os domínios, concebido como uma ontologia de tarefas capaz de se integrar à ontologia do domínio da aplicação. O entendimento de que o Modelo do Usuário deve ser projetado de uma forma mais abstrata, sendo sua concretização feita por visões em cima do domínio da aplicação, é uma abordagem inovadora. A importância de se ter um UM bem estruturado reside no fato de que, para muitas aplicações, o UM é o cerne do mecanismo de adaptação.
- O entendimento de que domínios externos podem ser facilmente integrados ao domínio da aplicação, já que modelos navegacionais são implementados como visões sobre modelos conceituais favorece o suporte a aplicações de domínio aberto;
- A utilização de ontologias propiciando um vocabulário comum para dados e modelos, contribuindo para a estrutura modular da arquitetura e para a operacionalização da meta-adaptação;
- A abordagem das características e vantagens da meta-adaptação, campo ainda pouco explorado da hipermídia adaptativa.
- A proposta de uma arquitetura de implementação, baseada num ambiente dirigido por modelos, no qual a adaptação é diretamente obtida pelas alterações destes modelos ou de suas instâncias, através de regras definidas como parte do modelo de adaptação.

5.2. Trabalhos Futuros

A arquitetura apresentada propicia um campo fértil para a avaliação das técnicas de adaptação e meta-adaptação e seus resultados. Embora os exemplos mostrados permitam a percepção de como tais técnicas podem ser utilizadas, para tal avaliação é necessária a implementação de aplicações baseadas na arquitetura proposta. Nota-se que essa apreciação deverá ser feita, não pelo próprio usuário, mas pela observação de como a aplicação é usada, já que as adaptações podem se manifestar de diversas formas, não perceptíveis para o usuário final. Por exemplo, a exibição condicional de um conteúdo (como no caso da exibição de avisos

apenas sob certas circunstâncias) pode ser implementada como uma adaptação no modelo navegacional (o valor do nó é vazio ou contém o texto) ou como uma adaptação no modelo de interface (o nó é ou não apresentado). Esta última opção possibilita, ainda, que a própria forma de apresentação seja adaptada. Analogamente, a implementação dos tipos de adaptação no HyperDE pode ser realizada de diversas formas que ficam transparentes em relação à autoria da aplicação, mas que podem influenciar aspectos fundamentais da adaptação.

Particularizando, é necessária a implementação de Estudos de Caso que possibilitem:

- Uma investigação sobre a adequação dos possíveis Modelos de Execução (em termos de granularidade e estabilidade) em relação ao contexto;
- A avaliação das alternativas de adaptação proporcionadas pelo modelo, de modo a definir quais características implicam que formas de adaptação. Por exemplo, a inclusão condicional de fragmentos pode ser implementada como uma adaptação de navegação (mapeamento de atributos) ou como uma adaptação de apresentação (exibição ou não de um elemento). Quando é melhor usar que tipo?
- O exame dos tipos de adaptação mais adequados aos diversos contextos. Por exemplo: que tipo de adaptação proporciona um melhor aprendizado para que perfil de usuário; se características culturais podem ser associadas à adaptação de conteúdo e assim por diante;
- Um estudo sobre a usabilidade de sistemas adaptativos. A arquitetura proporciona uma ampla gama de técnicas de adaptação e meta-adaptação. Entretanto, o uso indiscriminado de tais técnicas pode acabar por confundir o usuário ou tornar a utilização da arquitetura muito complexa para os autores. Qual a relação custo-benefício da utilização de tais técnicas?
- A comparação da arquitetura proposta com outros modelos desenvolvidos para a área de gerência de contexto em hipermídia adaptativa;

- A averiguação da viabilidade de integração da estrutura proposta para o UM com propostas de modelagem de usuário para uso em computação móvel.

Outras propostas identificadas ao longo do trabalho incluem:

- A elaboração do Modelo de Integração, identificando a melhor forma de se promover a integração de ontologias conceituais;
- A investigação sobre a possibilidade de adaptação, também, da Ontologia de Widgets Abstratos do Modelo de Interface.