

HySCharts: Um Ambiente de Autoria e de Navegação Baseado no Modelo HMBS

Marcelo Augusto Santos Turine*
Maria Cristina Ferreira de Oliveira**
Paulo Cesar Masiero**

*Instituto de Física de São Carlos
**Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos
Universidade de São Paulo
C.P. 668, 13560-970 — São Carlos, SP, Brasil
E-mail: {mast/ cristina/ masiero}@icmssc.sc.usp.br

Abstract

The HySCharts environment (*Hyperdocument System based on StateCharts*) supports the formal specification of hyperdocuments using a novel formalism called HMBS (*Hyperdocument Model Based on Statecharts*). This paper presents the HySCharts system architecture, stressing the functionalities of its authoring and browsing modules, as well as its underlying model. HMBS is a statechart-based, navigation-oriented model for hyperdocument specification that uses the structure and execution semantics of statecharts to specify both the structural organization and the browsing semantics of a hyperdocument. The formal definition of the model and its associated browsing semantics are introduced. A short discussion on the system and model capabilities is also provided.

Resumo

O ambiente HySCharts (*Hyperdocument System based on StateCharts*) permite criar, interpretar e executar especificações formais de aplicações hipermídia segundo o modelo HMBS (*Hyperdocument Model Based on Statecharts*). A arquitetura do HySCharts, enfatizando as funcionalidades dos seus módulos de autoria e de navegação, é apresentada. O modelo HMBS utiliza a estrutura e a semântica operacional de Statecharts para especificar a estrutura e a semântica de navegação de hiperdocumentos grandes e complexos. A definição formal do HMBS, bem como a semântica de navegação adotada são introduzidas. Uma breve discussão das características do ambiente HySCharts e do modelo também é apresentada.

Palavras-chave: Sistemas Hiperdocumento, Modelos para Especificação de Hiperdocumentos, Ferramentas para Sistemas Hiperdocumento, Statecharts, HMBS e HySCharts.

1. Introdução

Os sistemas hipermídia e as aplicações por eles gerenciadas, denominadas hiperdocumentos, são produtos de software que podem se beneficiar de modelos de especificação e métodos que sistematizem o seu processo de desenvolvimento. Os métodos e técnicas tradicionais de desenvolvimento de software não são adequados para o projeto de hiperdocumentos, que apresentam requisitos próprios como a necessidade de gerenciar um grande volume de informações, e de combinar a navegação controlada pelo leitor com a própria natureza das informações multimídia (Hardman et al. 1993; Garzotto et al. 1994). Outros problemas associados ao projeto de hiperdocumentos são a captura e organização da estrutura do

domínio de informação, muitas vezes complexa, de maneira a torná-la clara e acessível aos leitores; a criação de hiperdocumentos para plataformas diferentes a partir de uma única especificação/projeto; e o estabelecimento de abordagens sistemáticas para definir a estrutura organizacional e a semântica de navegação de hiperdocumentos.

Tais problemas motivam a pesquisa por modelos e métodos que forneçam diretrizes para gerenciar o projeto de hiperdocumentos estruturados, ajudando a disciplinar a atividade de autoria. O uso de modelos não somente melhora o processo de projeto e desenvolvimento de hiperdocumentos (Cavallaro et al. 1993; Schwabe et al. 1996), mas também facilita sua análise e avaliação (Garzotto et al. 1995).

Neste trabalho postula-se que as características da técnica formal Statecharts podem fornecer um suporte adequado para minimizar diversos problemas associados à especificação de hiperdocumentos. O HMBS - *Hyperdocument Model Based on Statecharts* – ou o Modelo de Hiperdocumentos Baseado em Statecharts (Oliveira et al. 1996, Turine et al. 1997), assim como o modelo Trellis (Stotts & Furuta 1989), permite separar as informações referentes à estrutura organizacional e navegacional das representações físicas do hiperdocumento.

O HySCharts (*Hyperdocument System based on StateCharts*) foi desenvolvido como um sistema de suporte automatizado, oferecendo ambientes de autoria e de navegação que permitem criar e validar especificações de hiperdocumentos segundo o modelo HMBS. A descrição desse sistema é o principal objetivo deste trabalho, que está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentada a definição do HMBS. A Seção 3 contém uma descrição da arquitetura do ambiente HySCharts, com ênfase nos módulos de autoria e de navegação. Na Seção 4 é discutida a operação de visões hierárquicas apoiada pelo HMBS e implementada no HySCharts. As conclusões são apresentadas na Seção 5.

2. Um Modelo Baseado em Statecharts

2.1. Definição

No HMBS, a estrutura e a semântica operacional de Statecharts (Harel 1987; Harel et al. 1987) são utilizadas para especificar a estrutura organizacional e a semântica de navegação de hiperdocumentos grandes e complexos (Oliveira et al. 1996; Turine et al. 1997). Segundo o HMBS, um hiperdocumento é composto por três tipos de objetos básicos: estruturais, navegacionais e de apresentação. A estrutura organizacional do hiperdocumento definida pelo Statechart subjacente permite especificar os objetos estruturais, que são os estados, as transições e os eventos. Os objetos navegacionais, ou seja, as páginas, as ligações (ainda que não explicitamente formalizadas no modelo) e as âncoras definem a estrutura navegacional do hiperdocumento. Os canais definem os objetos relativos à apresentação, isto é, são invocados para apresentar as informações contidas nas páginas durante a navegação. Desse modo, os estados do Statechart são associados a porções de informação ou páginas. Os eventos contidos nos rótulos das transições representam, respectivamente, as âncoras que disparam as possíveis ligações entre as páginas, definindo assim os caminhos de navegação disponíveis para o leitor. Segundo o HMBS, um hiperdocumento H é definido como uma 7-tupla

$$H = \langle ST, P, m, L, pl, ae, N \rangle, \text{ na qual:}$$

a) ST representa o Statechart subjacente ao hiperdocumento, definido como uma 11-tupla $ST = \langle S, \rho, \psi, \gamma, \delta, V, C, E, A, R, T \rangle$ representando, respectivamente, estados, função de hierarquia, função tipo de decomposição, função história, função *default*, conjunto de expressões, conjunto de condições, conjunto de eventos, conjunto de ações, conjunto de rótulos e conjunto de transições. A definição de Statechart adotada é uma simplificação da

apresentada por Harel et al. (1987). Mais informações sobre as simplificações introduzidas podem ser obtidas em outros trabalhos (Turine et al. 1997, Turine 1998);

b) P é o conjunto finito de páginas de informação que define o conteúdo do hiperdocumento. Cada página $p \in P$, comumente denominada nó de informação, é definida conceitualmente pela tripla $\langle c, t, Anc_p \rangle$, tal que "c" é a porção de informação, que pode ser composta por mídias estáticas (texto, gráfico ou imagem, por exemplo) ou dinâmicas (vídeo, áudio ou animação); "t" representa o título associado à página; e " Anc_p " define uma coleção de âncoras contidas na página. O conjunto de páginas pode incluir uma página nula especial (P_λ), sem qualquer conteúdo, título e/ou âncora, a qual pode ser associada a estados que não modelam a apresentação da informação;

c) $m: S_S \rightarrow P$ denota uma função que mapeia estados de um subconjunto S_S ($S_S \subset S$) em páginas $p \in P$ do hiperdocumento. O subconjunto " S_S " é definido por $S_S: \{x \in S \mid \psi(x)=OR \vee \rho(x) = \emptyset\}$, isto é, " S_S " é o conjunto formado pelos estados compostos do tipo OR e pelos estados atômicos do Statechart. Estados AND não são mapeados em páginas, sendo utilizados unicamente para especificar concorrência de informações na apresentação;

d) L define o conjunto de canais de apresentação (ou leitores) invocados para interpretar e visualizar as informações contidas nas páginas durante a navegação. Permite ao autor especificar a coordenação espacial das informações contidas nas páginas, além de controlar atributos globais da apresentação do hiperdocumento. O uso de canais é inspirado no *Amsterdam Hypermedia Model* (Hardman et al. 1993) e no Modelo de Contextos Aninhados (Souza Filho & Soares 1996);

e) $pl: P \rightarrow L$ define a função de visualização que associa cada página $p \in P$ a um único canal $l \in L$ capaz de interpretá-la;

f) $ae: Anc_p \rightarrow E$ define a função que associa elementos " a_p " ($a_p \in Anc_p$) a eventos do Statechart que, por sua vez, definem as transições a serem disparadas. Segundo o HMBS, para que as âncoras possam ser associadas a um evento de uma transição é necessário que tal evento seja único no rótulo da transição. Adicionalmente, a página que contém a âncora deve ser mapeada para um estado pertencente ao conjunto de estados origem da transição especificada ou, ainda, pode ser mapeada para um subestado de algum estado pertencente a esse conjunto. As transições com seus respectivos eventos podem ser reutilizadas para definir âncoras em diferentes contextos de navegação; e

g) N ($N \geq 0$) define o nível de visibilidade do hiperdocumento. O autor pode utilizar o valor de " N " para definir a profundidade hierárquica a ser apresentada durante a navegação.

2.2. Semântica de Navegação

A semântica de navegação adotada no HMBS fornece mecanismos que realçam a estrutura hierárquica típica de muitas aplicações e define as páginas a serem apresentadas durante a navegação, quais âncoras são habilitadas e quais são as transformações navegacionais que ocorrem durante a interação com o leitor. O comportamento dinâmico do hiperdocumento é baseado na semântica operacional de Statecharts a partir de alguma configuração de estados (Harel 1987). A noção mais elementar da semântica de navegação do HMBS é a de visitar uma página, de modo que a apresentação das informações contidas nas páginas é determinada unicamente pela decisão do leitor de seguir uma ligação pela ativação de uma âncora.

Para visualizar as informações do hiperdocumento, os canais são invocados para interpretar um número arbitrário de páginas durante a navegação, sendo que diversas páginas podem ser exibidas concorrentemente. O conjunto de páginas exibidas é determinado pela configuração

de estados corrente do Statechart subjacente e pelo nível de visibilidade “N”. Um hiperdocumento para o qual foi definido “N” igual a zero ($N = 0$) tem exibidas, em um determinado momento durante a navegação, todas as páginas associadas aos estados atômicos que estiverem ativos na configuração válida de estados do Statechart. Para “N” igual a um ($N = 1$), as páginas exibidas são as mesmas definidas para $N = 0$, além daquelas associadas aos estados ancestrais (do tipo OR) imediatos da configuração de estados atual, e assim por diante para $N > 1$. Portanto, o conjunto de páginas apresentadas define uma “configuração de contexto do hiperdocumento” (CC), formada pelas páginas associadas aos estados da configuração de estados corrente do Statechart, além das páginas que satisfazem o nível de visibilidade especificado pelo autor. A configuração de contexto inicial (CC_0) é definida pela configuração de estados *default* do Statechart. Formalmente, a definição da configuração de contexto é descrita abaixo:

Se $N = 0$, então

Todas as páginas p do conjunto CC_0 são visualizadas, tal que

$$CC_0 = \{p \mid x \in S_s \wedge m(x) = p \wedge \rho^0(x) \cap SC \neq \emptyset\}$$

Se $N = 1$, então

Todas as páginas p do conjunto $CC_0 \cup CC_1$ são visualizadas, tal que

$$CC_1 = \{p \mid x \in S_s \wedge m(x) = p \wedge \rho^1(x) \cap SC \neq \emptyset\}$$

Generalizando,

Se $N = n$, então

Todas as páginas p do conjunto CC_n são visualizadas, tal que

$$CC_n = \bigcup_{i=0, \dots, n} CC_i, \text{ tal que } CC_i = \{p \mid x \in S_s \wedge m(x) = p \wedge \rho^i(x) \cap SC \neq \emptyset\}$$

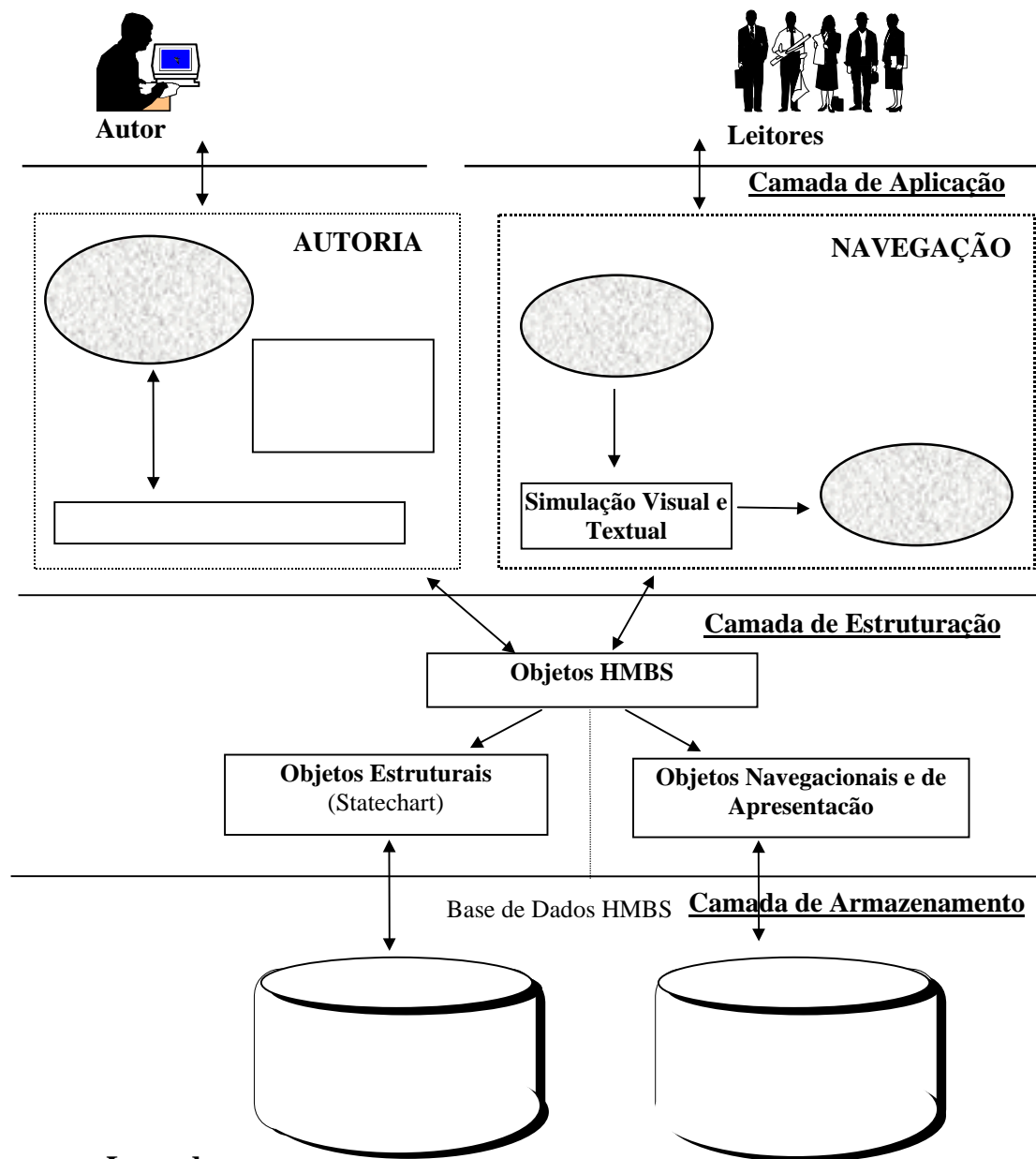
Com base na semântica operacional de Statecharts, a semântica de navegação definida pelo HMBS é interpretada como segue. Quando o leitor seleciona uma âncora, as seguintes ações devem ser executadas pelo sistema hiperdocumento:

- a) Gera o evento correspondente à âncora (informação obtida pelo mapeamento “ae”), disparando a ligação correspondente à transição do Statechart à qual o evento está associado;
- b) Ativa todos os estados que fazem parte do conjunto destino da transição disparada, gerando a próxima configuração de estados e desabilitando a anterior. Em seguida remove da apresentação as janelas lógicas associadas às páginas correspondentes aos estados da configuração e seus estados ancestrais, segundo o nível “N”; e
- c) Define a nova configuração de contexto do hiperdocumento como sendo formada pelas páginas associadas aos estados da nova configuração de estados, além das páginas que obedecem ao escopo estabelecido pelo nível de visibilidade. Invoca, em seguida, os respectivos canais de apresentação (função “pl”) para cada página da configuração de contexto.

3. O Ambiente HySCharts

O ambiente HySCharts foi projetado especificamente para criar, interpretar e executar especificações segundo o modelo HMBS. O HySCharts foi desenvolvido como uma extensão do sistema StatSim (*Statechart Simulator*), um ambiente gráfico automatizado cujo principal objetivo é apoiar a validação de especificações em Statechart (Masiero et al. 1991). A arquitetura do HySCharts é composta por três camadas principais, denominadas camadas de aplicação, de estruturação e de armazenamento (Figura 1). A camada de aplicação está subdividida nos módulos de autoria e de navegação, em adição a um ambiente de edição e simulação de Statecharts. A camada de estruturação é o núcleo do sistema, pois define a estrutura interna do hiperdocumento por intermédio dos objetos estruturais, navegacionais e

de apresentação do HMBS. Todos esses objetos são armazenados em bases de dados gerenciadas por funções da camada de armazenamento.



Legendas:

LES - Linguagem de Especificação de Statecharts

EGS - Editor Gráfico de Statecharts

EGHMBS - Editor Gráfico dos Objetos HMBS

Figura 1 - Arquitetura do ambiente HySCharts.

3.1. Módulo de Autoria

Durante a atividade de autoria o autor especifica visualmente os objetos estruturais, os objetos navegacionais e de apresentação, além de analisar a estrutura navegacional. O Statechart subjacente ao hiperdocumento é criado com um editor gráfico (EGS - Editor Gráfico de Statecharts), ilustrado na Figura 2. A estrutura organizacional apresentada na Figura 2 retrata a especificação de um hiperdocumento que apresenta o Parque Ecológico de São Carlos (PESC), e inclui informações gerais sobre o parque, os animais nele abrigados, descrições das atividades promovidas pelo parque, um histórico, um depoimento do diretor e dicas para os

visitantes. O foco do hiperdocumento são os animais, aproximadamente 600 de um total de 73 espécies cujas características, algumas populares e algumas científicas, são apresentadas (Turine 1998). A janela com título "*Query State: Animal*", sobreposta à janela principal na Figura 2, apresenta informações estruturais sobre o estado "*Animal*", um estado do tipo OR cuja decomposição é especificada em um outro nível hierárquico, não apresentado neste trabalho.

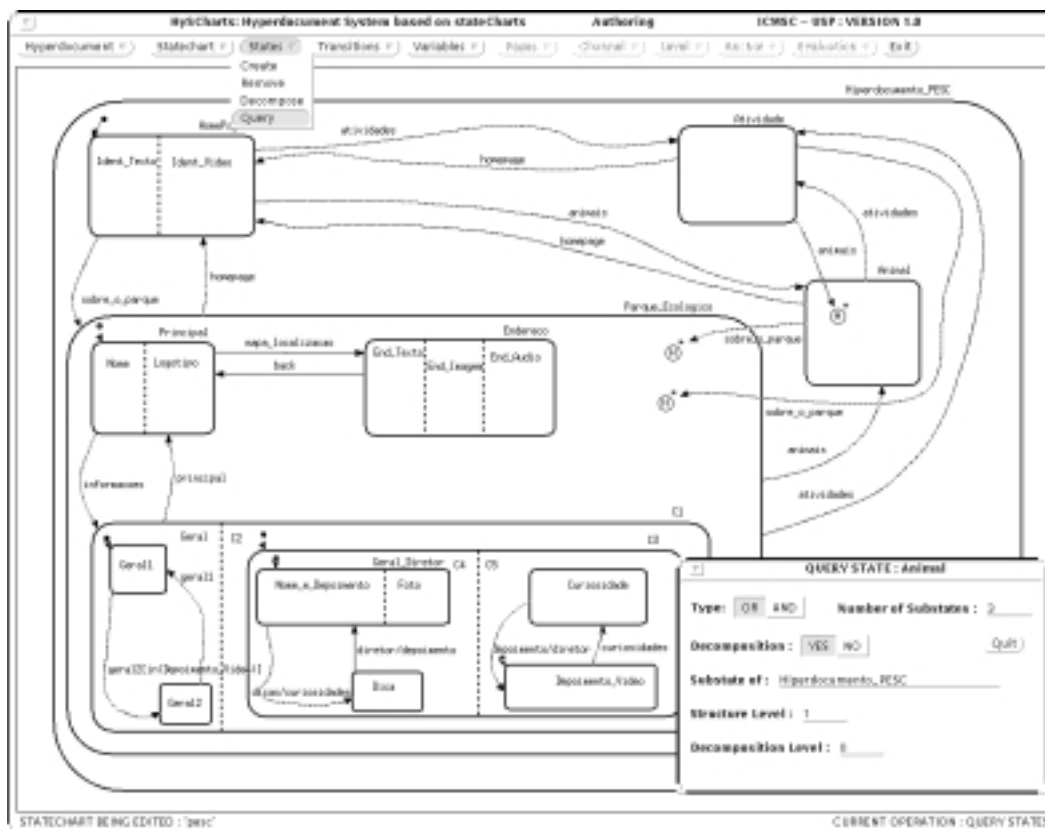


Figura 2 - EGS do módulo de autoria do ambiente HySCharts.

A Figura 3 ilustra a janela do editor gráfico de objetos HMBS (EGHMBS), que possui ferramentas para gerenciar páginas, âncoras e canais. Na Figura 3 são apresentadas três janelas relacionadas aos objetos página, com títulos "*Create Page*", "*Query Page of the State Ident_Texto*" e "*Pages Created*". A janela "*Create Page*" permite especificar uma página pelos atributos título, conteúdo, tipo da mídia e canal de apresentação que a reconhece. O conteúdo da página é identificado pelo nome de um arquivo ("*File*"). Para interpretar e visualizar o conteúdo de uma página é necessário associá-la a um único canal de apresentação, também especificado pelo autor. Basicamente, os canais definem o tipo de mídia (texto, imagem, áudio e vídeo) associado à página e as características de visualização. Após a especificação dessas informações, o autor pode associar tal página ao objeto estrutural (estado) correspondente, criando uma instância do mapeamento "m" entre estados e páginas.

A Figura 3 também ilustra a operação de consulta a páginas associadas a estados. Ao selecionar um estado, caso este tenha uma página associada, as informações relativas à página e ao estado são apresentadas. Por exemplo, na janela "*Query Page of the State Ident_Texto*" são apresentadas as informações relativas ao estado "*Ident_Texto*" (subestado do estado "*HomePage*") e à página associada. A janela "*Pages Created*" contém informações (título, tipo da mídia e nome do estado associado) sobre todas as páginas criadas para o hiperdocumento instanciado.

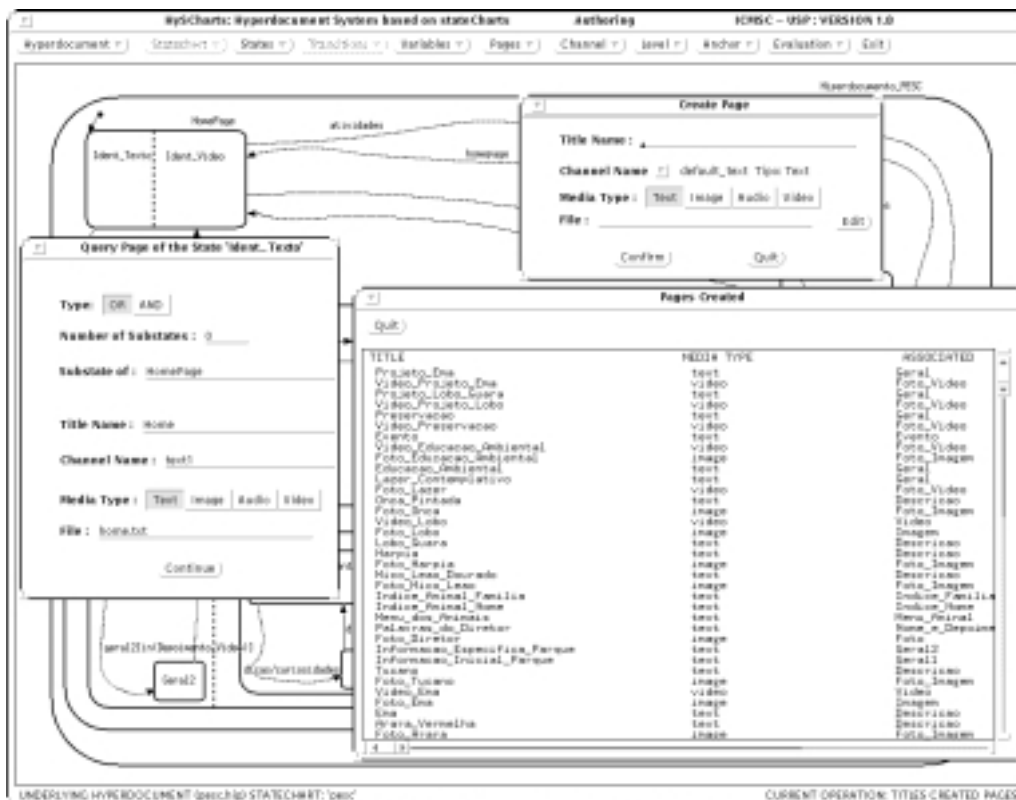


Figura 3 - Janelas relacionadas ao gerenciamento dos objetos página.

Tendo criado as páginas e associado-as aos estados correspondentes, o autor pode especificar os objetos navegacionais âncora que habilitam as ligações do hiperdocumento. Durante a navegação as âncoras pertencentes a páginas do tipo texto são visualmente apresentadas sublinhadas e em negrito. Nas demais páginas (de tipo imagem, vídeo e áudio) as âncoras são apresentadas na forma de botões. Para criar um objeto âncora pertencente a uma página, o autor escolhe a palavra-chave desejada e, em seguida, seleciona o evento associado pertencente ao rótulo de uma transição. Dessa maneira, uma instância do relacionamento "ae" é criada e os objetos âncora e ligação são definidos.

Na Figura 4 o conteúdo da página texto "P_{Ident_Texto}" associado ao estado "Ident_Texto" é exibido na janela com o título "Viewer of the page with title Home and state Ident_Texto". Também é ilustrada na Figura 4 a janela "Query Anchor-> Event", que apresenta o resultado da operação de consulta sobre a âncora "Sobre_o_Parque" da página "P_{Ident_Texto}". Tal âncora está associada ao evento rotulado "sobre_o_parque", cuja transição tem como nome de estado origem "HomePage" e como destino "Parque_Ecológico".

A camada de estruturação armazena também o objeto canal, uma abstração de um dispositivo que inclui atributos de apresentação de alto nível (por exemplo, o estilo e o tamanho da fonte, além da cor de fundo da janela para mídias tipo texto) e mecanismos de coordenação espacial das páginas (largura e altura das janelas apresentadas). O sistema HySCharts trata esses elementos de especificação segundo uma abordagem orientada a objetos, no sentido de que existem classes de canais *default* que podem ser instanciadas, conforme as necessidades do autor, usando os mecanismos de herança e especialização/generalização. Por exemplo, pode-se ter dois canais diferentes do tipo texto: um utilizando a fonte "Times New Roman" e o outro "Arial". Como no sistema CMifed (Van Rossum et al. 1993), o uso de canais permite que um mesmo documento seja apresentado de diferentes maneiras, reespecificando os atributos de apresentação ao invés de modificar a estrutura navegacional.

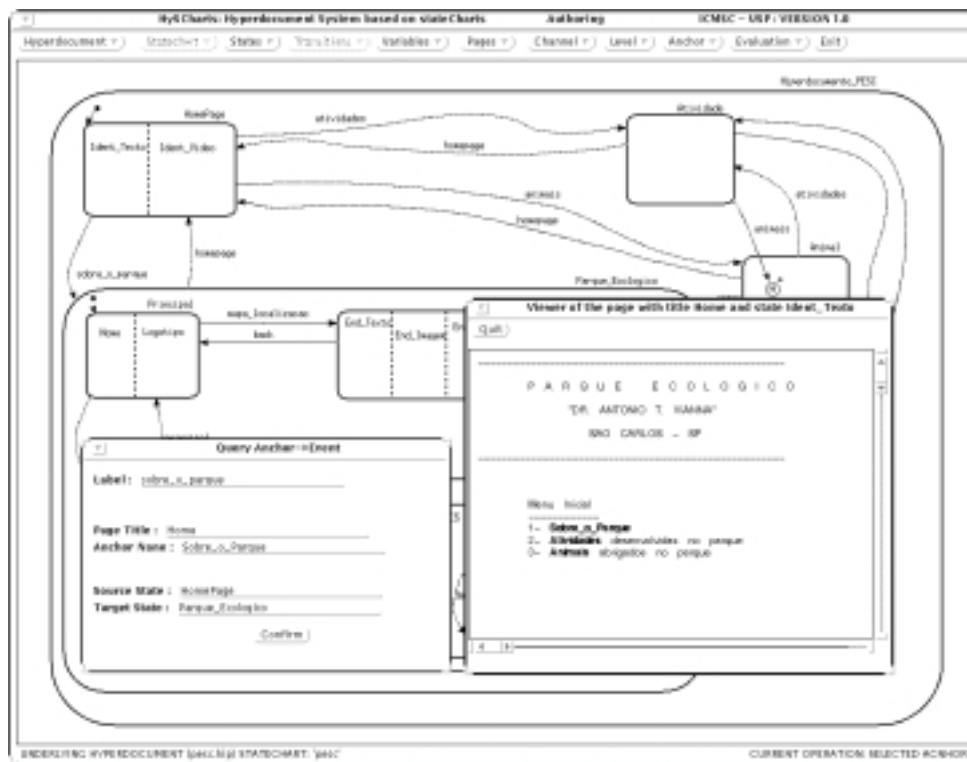


Figura 4 - Janelas que gerenciam os objetos âncora.

O módulo de autoria também oferece ferramentas para análise e validação das especificações de hiperdocumentos em HMBS (módulo "Verificador de Propriedades e Objetos HMBS" da Figura 1). O HMBS permite identificar inconsistências estruturais e problemas relacionados à visualização e navegação, bem como a análise de algumas propriedades. Essas análises são baseadas essencialmente na geração da árvore de alcançabilidade, que fornece subsídios para a detecção de anomalias na especificação. Algumas propriedades dinâmicas de Statecharts foram definidas e introduzidas no contexto de hiperdocumentos: alcançabilidade de uma página a partir de uma configuração de contexto qualquer, reiniciabilidade, *deadlock* durante a navegação, vivacidade de ligações navegacionais e seqüência válida de âncoras (Turine 1998).

3.2. Módulo de Navegação

Para tornar disponível aos leitores o conteúdo do hiperdocumento, as especificações em HMBS devem ser interpretadas e "executadas" no módulo de navegação segundo a semântica de navegação do modelo. O HySCharts dispõe de uma máquina de Statecharts associada ao *Browser* (Figura 1) que recebe os eventos externos (ações do leitor) e os interpreta, modificando a apresentação.

A navegação pode ser iniciada pela configuração de contexto inicial " CC_0 " ou pela escolha de um título associado a uma página específica (acesso direto à informação pelos títulos das páginas) (Oliveira et al. 1996). Seguindo a primeira forma de navegação, a Figura 5 retrata o leiaute que corresponde à configuração de contexto $CC_0 = \{P_{Ident_Texto}, P_{Ident_Video}\}$ do hiperdocumento especificado na Figura 2, considerando $N = 0$. O leitor visualiza duas janelas lógicas: uma janela do tipo texto (título "*State: Ident_Texto Title: Home*") e outra do tipo vídeo (título "*State: Ident_Video*"), à qual tem sempre associada uma janela de comandos de controle. A janela de título "*Show_Hview*" sempre é apresentada durante a navegação e será definida na Seção 4. A janela texto associada à página " P_{Ident_Texto} " contém as seguintes

âncoras, sublinhadas e em negrito no seu conteúdo: “Sobre_o_Parque”, “Atividades” e “Animais”.

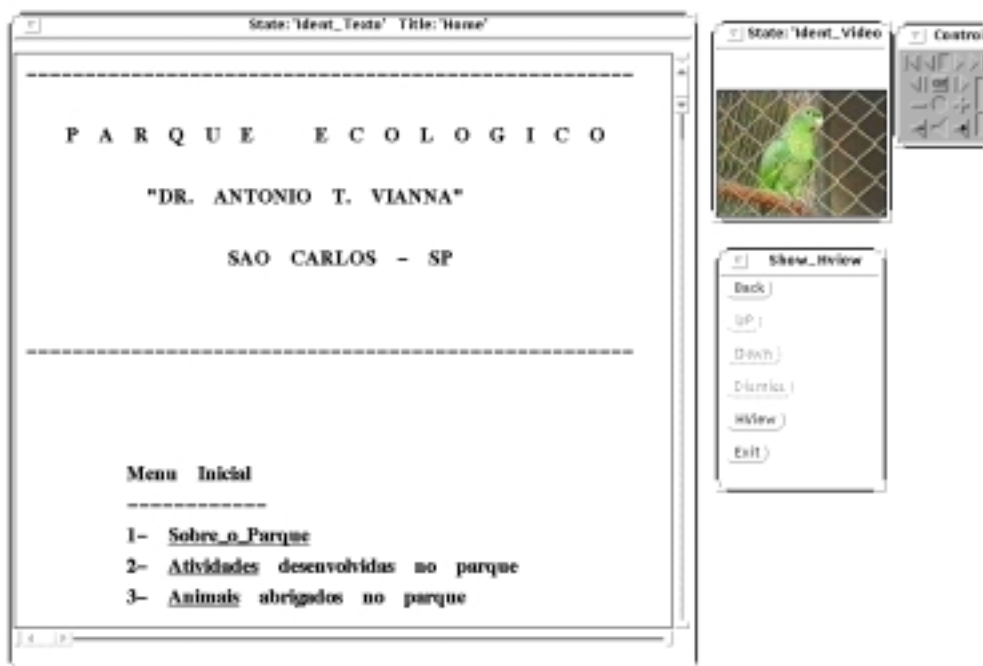


Figura 5 - Janela de navegação considerando o Statechart da Figura 2, $N=0$ e $CC_0=\{P_{Ident_Texto}, P_{Ident_Video}\}$.

Ao ativar a âncora “Sobre_o_Parque”, a ligação associada à transição rotulada pelo evento “sobre_o_parque” da Figura 2 é percorrida e o *browser* apresenta as páginas associadas à nova configuração de contexto $CC_1 = \{P_{Nome}, P_{Logotipo}\}$ (leiaute de apresentação não apresentado neste trabalho). A ativação da âncora “Informações” (associada ao evento “informações” da Figura 2) da página da “ P_{Nome} ”, considerando $N = 1$ (ao invés de $N=0$), resulta na configuração de contexto $CC_2 = \{P_{Geral1}, P_{Nome_e_Depoimento}, P_{Foto}, P_{Depoimento_Video}, P_{Geral}\}$ (Figura 6). Essa apresentação do hiperdocumento inclui o conteúdo de cinco páginas, das quais quatro estão associadas diretamente a estados da configuração de estados do Statechart $SC_2=\{Geral1, Nome_e_Depoimento, Foto, Depoimento_Video\}$ e a página “ P_{Geral} ”, representada pela janela lógica de título “Contexto_Geral” no topo da Figura 6, corresponde ao estado ancestral imediato dos estados em “ SC_2 ”. Ainda na Figura 6 é exibida a representação gráfica da estrutura navegacional do hiperdocumento em simulação. Dessa forma, o autor pode “executar” o hiperdocumento e observar, graficamente, o efeito na apresentação. Tal abordagem pode ser útil para simular interativamente a apresentação do hiperdocumento, permitindo analisar seu comportamento e, conseqüentemente, identificar a necessidade de eventuais mudanças na especificação, além de reduzir a desorientação e aumentar a compreensão do hiperdocumento pelo leitor.

4. Visões Hierárquicas

Segundo Thüning et al. (1995), a representação visual da estrutura do hiperdocumento ajuda o leitor na identificação dos tópicos de interesse e, conseqüentemente, na sua orientação. Além disso, mecanismos para exibir e navegar de forma estruturada na hierarquia do hiperdocumento são altamente desejáveis. Esse tipo de “navegação estruturada” é fortemente apoiada pelo HMBS e pelo ambiente HySCharts, sendo que nesta seção é apresentada a

operação de visão hierárquica, denominada “*Show_Hview*” (Mostra Visão Hierárquica), que permite explorar naturalmente a hierarquia de hiperdocumentos.

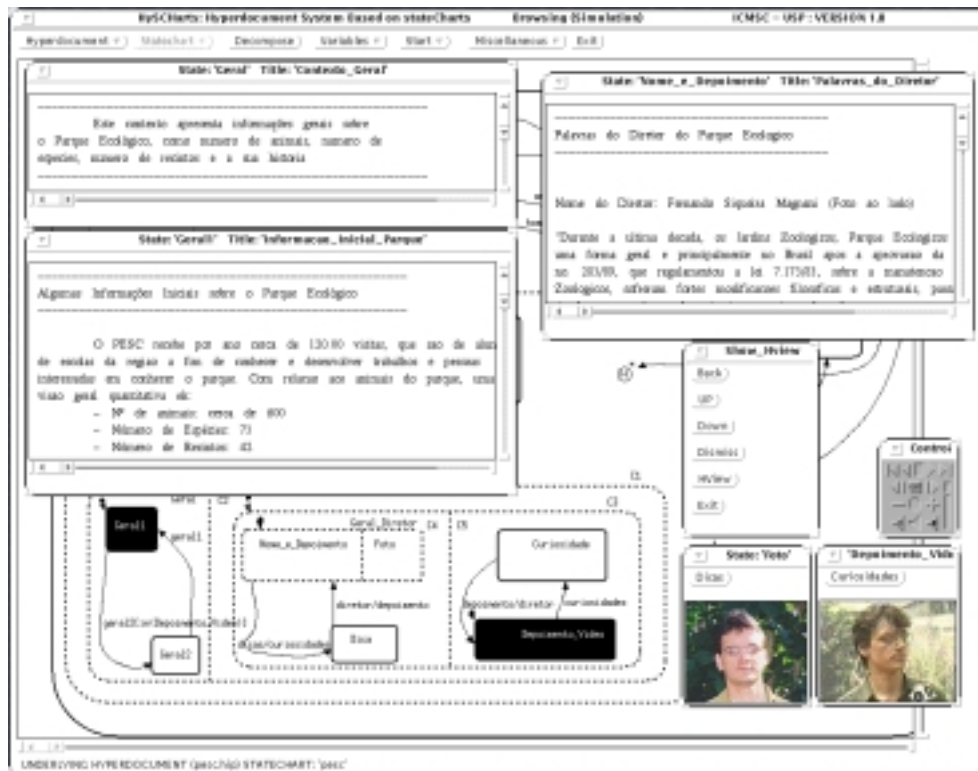


Figura 6 - Apresentação do hiperdocumento referente à $CC_2 = \{P_{Gera1}, P_{Nome_e_Depoimento}, P_{Foto}, P_{Depoimento_Video}, P_{Gera1}\}$ da Figura 2 e $N = 1$.

A operação “*Show_Hview*” é ilustrada no ambiente HySCharts na janela de título “*Show_Hview*” (visível em todas as apresentações durante a navegação). No início da seção de navegação é definida uma variável auxiliar “*h*”, com $h = N + 1$, em que “*N*” é o nível de visibilidade. Se $h \leq d$ (a hierarquia de estados de Statecharts pode ser descrita por uma árvore and/or com profundidade “*d*”), então o sistema deve exibir todas as páginas p do conjunto CC_h , tal que $CC_h = \{p \mid x \in S_s \wedge m(x) = p \wedge \rho^h(x) \cap SC \neq \emptyset\}$.

Considerando a Figura 5 com $N = 0$, se o leitor ativar a opção “*HView*”, três novas ligações estruturais “*Up*”, “*Down*” e “*Dismiss*” tornam-se habilitadas e uma nova apresentação é realizada. A janela de navegação resultante é ilustrada na Figura 7, a qual mostra o conteúdo das páginas da configuração de contexto $CC = \{P_{Ident_Texto}, P_{Ident_Video}, P_{Hiperdocumento_PESC}\}$, que inclui a página “ $P_{Hiperdocumento_PESC}$ ” associada ao estado “*Hiperdocumento_PESC*”, que é o ancestral da configuração de estados atual $SC_0 = \{Ident_Texto, Ident_Video\}$ (Figura 2). A operação “*Dismiss*” finaliza a operação “*Show_Hview*”. As operações “*Up*” e “*Down*” alteram o valor atual de “*h*”, subindo ou descendo, respectivamente, um nível na hierarquia:

“*Up*”: Se $h < d$, então $h = h + 1$; ativar “*Show_Hview*”.

“*Down*”: Se $h > N$, então $h = h - 1$; ativar “*Show_Hview*”.

Como apresentado, a execução da operação “*Show_Hview*” não altera a configuração de estados corrente do Statechart, apenas fornece um modo alternativo de acesso às informações contidas em páginas associadas a estados que estão em níveis acima ou abaixo na hierarquia.



Figura 7 - Resultado da operação “Show_Hview”, considerando o leiaute de apresentação da Figura 5.

5. Conclusões

Este trabalho apresentou o HySCharts, um ambiente de autoria e navegação de hiperdocumentos especificados segundo o modelo formal HMBS. O ambiente fornece facilidades de prototipação rápida e simulação interativa da estrutura navegacional subjacente ao hiperdocumento. O formalismo proposto no HMBS permite ao autor especificar a estrutura (organizacional e navegacional) e o comportamento de hiperdocumentos de modo preciso e semanticamente rigoroso, encorajando o desenvolvimento de hiperdocumentos estruturados.

De maneira geral, o ambiente HySCharts foi projetado e desenvolvido para provar e validar a possibilidade prática de uso do HMBS num contexto real, permitindo ao autor especificar um hiperdocumento e ver rapidamente e visualmente o resultado obtido. Permite ainda que propriedades do modelo sejam analisadas, possibilitando que modificações na estrutura e no conteúdo do hiperdocumento possam ser feitas rapidamente (*feedback loops*). Além disso, o HySCharts oferece, além da navegação tradicional, um novo mecanismo de navegação hierárquica, que possibilita ao leitor navegar pelas páginas associadas a estados acima ou abaixo do nível de hierarquia definido pelo autor, contribuindo para minimizar a sua eventual desorientação.

Finalmente, este trabalho oferece uma contribuição para o avanço da tecnologia hipermídia ao sugerir um modelo e um ambiente automatizado que pode ser integrado a um processo de projeto e desenvolvimento de hiperdocumentos e que oferece mecanismos que apóiam a autoria de forma estruturada, com facilidades para a análise e avaliação sistemática dos hiperdocumentos. Em analogia com o processo de desenvolvimento de software, o uso de técnicas de especificação é de grande interesse tanto para os projetistas quanto para os usuários, pois elas permitem reduzir o tempo de desenvolvimento dos produtos e melhorar a sua qualidade, o que se reflete positivamente nas características de usabilidade, confiabilidade e manutenibilidade do produto final.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do CNPq e da FAPESP.

Referências

- (Cavallaro et al. 1993) Cavallaro, U.; Garzotto, F.; Paolini, P.; Totaro, D. HIFI: hypertext interface for information systems. *IEEE Software*, v.10(6), November 1993, p.48-51.
- (Garzotto et al. 1994) Garzotto, F.; Mainetti, L.; Paolini, P. Adding multimedia collections to the Dexter model. *Proc. ACM European Conference on Hypermedia Technologies, ECHT'94*, Edinburgh, Scotland, September 1994, p.70-80.
- (Garzotto et al. 1995) Garzotto, F.; Mainetti, L.; Paolini, P. Hypermedia design, analysis, and evaluation issues. *Communications of the Association of Computer Machinery*, v.38(8), August 1995, p.74-86.
- (Hardman et al. 1993) Hardman, L.; Bulterman, D.C.A.; Van Rossum, G. Links in hypermedia: the requirements for context. *Proc. Hypertext'93*, Seattle, Washington USA, November 1993, ACM Press 1993, p.183-91.
- (Harel 1987) Harel, D. Statecharts: a visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, v.8(3), July 1987, p.231-74.
- (Harel et al. 1987) Harel, D.; Pnueli, A.; Schmidt, J.P.; Sherman, R. On the formal semantics of statecharts. *Proc. 2nd IEEE Symposium on Logic in Computer Science*, IEEE CS Press, Ithaca, New York, 1987, p.54-64.
- (Masiero et al. 1991) Masiero, P.C., Fortes, R.P.M.; Batista Neto, J.E.S. Editing and simulating the behavioral aspects of real-time systems. *Anais XVIII Seminário Integrado de Hardware e Software, SEMISH*, Santos, Agosto 5-9 1991, p.45-61.
- (Oliveira et al. 1996) Oliveira, M.C.F.; Turine, M.A.S.; Masiero, P.C. An overview of HMBS: a statechart-based model for hypertext. *Anais II Workshop em Sistemas Hipermídia, WOSH*, Fortaleza, CE, Maio 18-19 1996, p.11-20.
- (Schwabe et al. 1996) Schwabe, D.; Rossi, G.; Barbosa, S.D.J. Systematic hypermedia application design with OOHDM. *Proc. Hypertext'96*, Washington DC, USA, March 1996, New York, ACM Press 1996, p.116-28.
- (Souza Filho & Soares 1996) Souza Fillho, G.L.; Soares, L.F.G. Edição e execução de apresentações de documentos hipermídia no HyperProp. *Anais II Workshop em Sistemas Hipermídia, WOSH*, Fortaleza, CE, Maio 18-19 1996, p.61-70.
- (Stotts & Furuta 1989) Stotts, P.D.; Furuta, R. Petri Net based hypertext: document structure with browsing semantics. *ACM Transactions on Information Systems*, v.7(1), January 1989, p.3-29.
- (Thüring et al. 1995) Thüring, M.; Hannemann, J.; Haake, J.M. Hypermedia and cognition: designing for comprehension. *Communications of the Association of Computer Machinery*, v.38(8), August 1995, p.57-66.
- (Turine et al. 1997) Turine, M.A.S.; Oliveira, M.C.F.; Masiero, P.C. Designing structured hypertext with HMBS. *Proc. Hypertext'97, VIII Int. ACM Hypertext Conference*, Southampton, UK, April 6-11 1997, p.241-56.
- (Turine 1998) Turine, M.A.S. *HMBS: Um Modelo Baseado em Statecharts para a Especificação Formal de Hiperdocumentos*. Tese de Doutorado (em preparação), IFSC, USP, São Carlos, 1998.
- (Van Rossum et al. 1993) Van Rossum, G.; Jansen, J.; Mullender, K.S.; Bulterman, D.C.A. CMIFed: A presentation environment for portable hypermedia documents. *Proc. First Int. Conference on Multimedia*, Anaheim, CA, August 1993, New York, ACM Press 1993, p.183-8.