



Rogério Ferreira Rodrigues

**Formatação e Controle de Apresentações Hipermídia
com Mecanismos de Adaptação Temporal**

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Informática.

Orientador: Prof. Luiz Fernando Gomes Soares

Rio de Janeiro
março de 2003



Rogério Ferreira Rodrigues

**Formatação e Controle de Apresentações Hipermedia
com Mecanismos de Adaptação Temporal**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Luiz Fernando Gomes Soares

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Edward Hermann Haeusler

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Marco Antonio Casanova

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. César Augusto Camillo Teixeira

Faculdades COC

Prof. Philippe Mahey

ISIMA – Universidade Blaise Pascal

Prof. Ney Dumont

Coordenador Setorial do Centro
Técnico e Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 27 de março de 2003

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Rogério Ferreira Rodrigues

Graduou-se em Engenharia de Computação na PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) em 1994. Obteve em 1997 o Mestrado em Informática pela mesma Universidade. Tem atuado, desde 1995, como pesquisador do Laboratório TeleMídia, do Departamento de Informática da PUC-Rio, sendo também professor do curso de Especialização em Redes de Computadores, dessa mesma instituição. Ministrou cursos em empresas como Embratel e Petrobrás e em instituições como a Fundação Getúlio Vargas. Tem também trabalhado na validação de terminologia de traduções dos livros técnicos em informática da editora Campus.

Ficha Catalográfica

Rodrigues, Rogério Ferreira

Formatação e controle de apresentações hipermídia com mecanismos de adaptação temporal / Rogério Ferreira Rodrigues; orientador: Luiz Fernando Gomes Soares. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2003.

[13], 156 : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Hipermídia. 3. Multimídia. 4. Formataadores hipermídia. 5. Framework para formataadores hipermídia. 6. Sistema HyperProp. 7. Modelo de contextos aninhados. 8. NCM. 9. Sincronização temporal e espacial. I. Soares, Luiz Fernando Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

Este trabalho é dedicado

À Paula, grande amor da minha vida.

A toda minha amada família, em especial meus pais, Vera e Gerson, e minha irmã Mariana.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, professor Luiz Fernando Gomes Soares, por todos os seus ensinamentos, que vão muito além do trabalho contido neste documento. Sua seriedade e ao mesmo tempo bom humor, criatividade, dedicação e paixão pela pesquisa, e principalmente pelo ensino, marcaram a minha formação. Serei eternamente grato por toda confiança depositada em meu trabalho e todas as oportunidades oferecidas.

Agradeço também ao grande amigo Luiz Fernando Gomes Soares. Foi uma felicidade encontrar esse parceiro de samba, craque de bola, sempre companheiro e mais recentemente querido padrinho.

A toda minha família pelo amor, carinho, união e apoio incondicional. Coloco aqui um agradecimento especial aos meus avós Rosinha, Guilherme (in memoriam), Zoé e Biel. Agradeço também à minha mais nova família Lourdinha, Paulo, Cynthia e Grude.

Aos meus amigos, quase irmãos, Dadá, Guinle, Lu, Ricardo, Silvia, Sérgio, Van e querida prima Carmen.

Aos amigos do Laboratório TeleMídia, em particular, Débora, Sérgio, Guido e Tadeu. Além da amizade, estiveram sempre dispostos a cooperar e contribuir com este trabalho. Preciso também agradecer aos telemidianos Leandro, Heron, Marcel, Juliana e Cláudia, cujas pesquisas contribuíram diretamente na concretização desta tese. A todos que trabalham ou trabalharam no laboratório, formando esse ambiente e espírito muito especiais: “The Tele never sleeps” e “Nascemu tamo pronto pra morrê”!

Aos membros da banca pelos preciosos comentários e revisões.

Agradeço a todos os professores e funcionários do Departamento de Informática da PUC-Rio pelo excelente exemplo profissional e ajuda na realização desta tese.

Por fim, gostaria de agradecer ao CNPq, à CAPES, à Finep e à PUC-Rio pelo apoio financeiro fornecido ao longo deste doutorado.

Resumo

Rodrigues, Rogério Ferreira; Soares, Luiz Fernando Gomes. **Formatação e controle de apresentações hipermídia com mecanismos de adaptação temporal.** Rio de Janeiro, 2003. 156p. Tese de Doutorado – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A construção de sistemas hipermídia/multimídia requer a implementação de um elemento responsável por receber a especificação de um hiperdocumento (sua estrutura, seus relacionamentos e a descrição da forma de exibição desejada) e concretizá-la na apresentação propriamente dita, sendo esse módulo de controle de execução comumente denominado *formatador hipermídia*. O objetivo desta tese é discutir os aspectos referentes ao projeto e desenvolvimento de formatadores hipermídia, propondo um modelo de execução de hiperdocumentos e uma estrutura genérica (*framework*) capaz de ser reutilizada na implementação de sistemas hipermídia. Em particular, o trabalho aborda as questões referentes à adaptação dos documentos antes e durante as suas apresentações, às estratégias de antecipação das ações de exibição (mecanismos de pré-busca), aos mecanismos de integração com os exibidores de mídia e aos mecanismos de integração com a infra-estrutura de exibição (em especial, sistema operacional e rede). A proposta apresentada segue uma especificação orientada a objetos, definindo uma arquitetura para sincronização temporal e espacial na exibição de hiperdocumentos, que pode ser utilizada também em outros domínios de aplicação que necessitem de sincronização em tempo real.

Palavras-chave

Hipermídia; multimídia; formatadores hipermídia; framework para formatadores hipermídia; sistema HyperProp; modelo de contextos aninhados; NCM; sincronização temporal e espacial.

Abstract

Rodrigues, Rogério Ferreira; Soares, Luiz Fernando Gomes. **Formatting and controlling hypermedia presentations with temporal adaptation mechanisms**. Rio de Janeiro, 2003. 156p. DSc Thesis – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The development of hypermedia/multimedia systems requires the implementation of an element responsible for receiving the specification of a hyperdocument (structure, relations and presentation descriptions) and controlling the presentation. This execution control module is commonly known as *hypermedia formatter*. The goal of this thesis is to discuss the aspects related to the design and implementation of hypermedia formatters, proposing a hyperdocument execution model and a framework to be reused in the implementation of hypermedia systems. In particular, this work deals with document adaptation issues, both before document presentation and on-the-fly, prefetching mechanisms, integration with presentation tools, and integration with the infrastructure (in special, operating system and network). The proposal presented follows an object-oriented specification approach, defining an architecture for temporal and spatial synchronization in hyperdocument presentations. The proposal can also be used in other application domains that need real-time synchronization.

Keywords

Hypermedia; multimedia; hypermedia formatter; hypermedia formatter framework; HyperProp system; nested context model; NCM; spatial and temporal synchronization.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação.....	1
1.2	Objetivos.....	8
1.3	Organização da tese.....	10
2	Modelos de Documentos Hipermídia com Recursos de Adaptação	11
2.1	Adaptação em sistemas hipermídia.....	12
2.1.1	Documentos hipermídia	12
2.1.2	Elementos que influenciam a adaptação dos hiperdokumentos.....	19
2.1.3	Local e momento da adaptação.....	21
2.2	Requisitos para modelos de documentos hipermídia	22
2.3	Modelo de documentos para controle da execução	27
2.3.1	Objetos de execução	28
2.3.2	Elos	43
2.3.3	Suporte à adaptação no modelo de execução.....	52
2.3.4	Agrupamentos de objetos de execução e relacionamentos	57
3	Formatadores e Ferramentas de Exibição Hipermídia	59
3.1	Estrutura básica de um formatador hipermídia.....	60
3.2	Diagrama de classes genérico para o desenvolvimento de formatadores hipermídia.....	67
3.3	Integração entre ferramentas de exibição e formatadores hipermídia.....	70
3.3.1	Interface entre formatadores e ferramentas de exibição ..	73
4	Pré-busca, Orquestração Intra-Mídia e Adaptação de Apresentações Hipermídia	77
4.1	Pré-busca em apresentações hipermídia	77
4.1.1	Arquitetura para implementação de mecanismos de pré-busca.....	83
4.2	Orquestração intra-mídia em apresentações hipermídia.....	86
4.2.1	Arquitetura para implementação da orquestração intra-mídia.....	95

4.3	Mecanismos de adaptação	97
4.3.1	Ajuste dos tempos elásticos.....	99
4.3.2	Arquitetura para implementação de mecanismos de adaptação.....	102
5	Formatador HyperProp.....	104
5.1	Conversor NCM	104
5.1.1	Suporte à apresentação de documentos descritos em outros modelos de autoria	112
5.2	Compilador e executor do orquestrador de apresentação do formatador HyperProp	113
5.3	Integração entre as ferramentas de exibição e o formatador	116
5.3.1	Monitorando os tempos dos eventos de apresentação...	123
5.4	Mecanismo de pré-busca.....	127
5.5	Ajuste dos tempos elásticos e escolha das alternativas	128
6	Trabalhos Relacionados.....	131
6.1	Formatadores multimídia/hipermídia	131
6.2	Integração entre formatadores e ferramentas de exibição	135
6.3	Mecanismos de pré-busca.....	137
6.4	Mecanismos de adaptação	139
7	Conclusões.....	142
8	Referências	147

Lista de Figuras

Figura 1 – Visão geral dos elementos envolvidos em um sistema hipermídia.....	2
Figura 2 – Relações de Allen.....	23
Figura 3 – Modelos das informações fornecidas a um formatador hipermídia para controle da execução dos hiperdocumentos.	26
Figura 4 – Diagrama de classes para os objetos de execução.	28
Figura 5 – Diagrama de classes para os objetos de dados.....	29
Figura 6 – Diagrama de classes para os descritores.....	32
Figura 7 – Diagrama de classes para os eventos.	37
Figura 8 – Máquinas de estados dos eventos.	42
Figura 9 – Diagrama de classes simplificado para os elos.....	44
Figura 10 – Diagrama de classes para o elo causal.....	45
Figura 11 – Diagrama de classes para as regras de exibição.....	52
Figura 12 – Diagrama de classes para as alternativas de objetos de execução.	55
Figura 13 – Alternativas de objetos, pontos de interface e elos.	56
Figura 14 – Suporte à adaptação de relações no modelo.....	57
Figura 15 – Diagrama de classes para o contêiner.	57
Figura 16 – Principais elementos que compõem um formatador hipermídia.....	61
Figura 17 – Diagrama de classes para o desenvolvimento de formatadores.	68
Figura 18 – Interface para integração de ferramentas de exibição e formatadores, prevendo a utilização de adaptadores para integração com exibidores cuja interface difere da esperada pelo formatador.....	72
Figura 19 – Fórmula geral para o cálculo do tempo de preparação de um objeto de execução.	80
Figura 20 – Diagrama de classes para implementação de mecanismos de pré-busca em documentos hipermídia.	84
Figura 21 – Visão simplificada da exibição de conteúdos de documentos hipermídia representada através do modelo de composição de serviços.	88
Figura 22 – Exibição de conteúdos armazenados localmente, eliminando a figura do provedor de infra-estrutura.	90

Figura 23 – Ilustração dos conceitos de serviço e meta-serviço nos ambientes de execução hipermídia.....	91
Figura 24 – Diagrama de classes para implementação de mecanismos de orquestração intra-mídia.....	96
Figura 25 – Classes de duração no modelo de execução.....	99
Figura 26 – Exemplos de funções de custo. a) Função de custo simples. b) Função de custo simples, porém discreta. c) Função de custo linear do tipo <i>piece-wise</i> com dois segmentos. d) Função de custo linear do tipo <i>piece-wise</i> com múltiplos segmentos.....	100
Figura 27 – Diagrama de classes para implementação de mecanismos de adaptação.....	103
Figura 28 – Exemplo de documento estruturado em composições.....	105
Figura 29 – Diagrama de classes das ferramentas de exibição.....	116
Figura 30 – Ferramenta de exibição de texto no formato HTML.....	118
Figura 31 – Ferramenta de exibição integrada a exibidores JMF.....	119
Figura 32 – Máquina de estados de um exibidor JMF.....	120

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Sincronização temporal através de elos causais.....	49
Tabela 2 – Sincronização temporal através de elos causais, a partir de uma especificação de sincronização utilizando composições.....	50
Tabela 3 – Sincronização espacial e temporal através de elo causal.	50
Tabela 4 – Interface que deve ser oferecida por toda ferramenta de exibição.	74
Tabela 5 – Mapeamento entre ações solicitadas pelo formatador e os métodos invocados no exibidor JMF.	121
Tabela 6 – Mapeamento entre notificações do exibidor JMF e transições de estado do evento de apresentação	122
Tabela 7 – Regras para habilitação dos eventos de apresentação.....	125