

Rodrigo Borges da Silva Santos

**Sistema de Controle de Versões
para Edição Cooperativa de Vídeo
MPEG-2**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Programa de Pós-Graduação em Informática

Rio de Janeiro

15 de Março de 2007

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Rodrigo Borges da Silva Santos

**Sistema de Controle de Versões para Edição Cooperativa
de Vídeo MPEG-2**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Luiz Fernando Gomes Soares
Co-orientador: Marco Antônio Casanova

Rio de Janeiro,
15 de março de 2007



Rodrigo Borges da Silva Santos

Sistema de Controle de Versões para Edição Cooperativa de Vídeo MPEG-2

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Luiz Fernando Gomes Soares

Orientador

Departamento de Informática - PUC-Rio

Marco Antonio Casanova

Co-Orientador

Departamento de Informática - PUC-Rio

Bruno Feijó

Departamento de Informática - PUC-Rio

Rogério Ferreira Rodrigues

Departamento de Informática - PUC-Rio

José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 15 de março de 2007.

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

Rodrigo Borges da Silva Santos

Bacharel em Ciência da Computação graduado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em outubro de 2003.

Ficha Catalográfica

Santos, Rodrigo Borges da Silva.

Sistema de controle de versões para edição cooperativa de vídeo MPEG-2 / Rodrigo Borges da Silva Santos ; orientador: Luiz Fernando Gomes Soares ; co-orientador: Marco Antônio Casanova. – 2007.

110 f. : il. (col.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Informática)– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Informática – Teses. 2. Controle de versão. 3. Edição cooperativa de vídeo. 4. MPEG-2. 5. Compartilhamento de versão. I. Soares, Luiz Fernando Gomes. II. Casanova, Marco Antônio. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Este trabalho é dedicado
aos meus pais, Edmilson e Antônia,
e as minhas irmãs, Renata e Rafaella, por todo amor que dedicam a nossa família.
À Patrícia,
que mesmo distante, é minha inseparável companheira, fonte de amor e de minha
alegria.

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Luiz Fernando e Marco Antonio Casanova, por terem me orientado com paciência e respeito, sempre solícitos em ouvir minhas dúvidas e inquietações.

À minha família, pelo apoio e incentivo demonstrados em todos os momentos de minha vida.

À Patrícia, por seu amor, carinho e compreensão.

À equipe do Laboratório TeleMídia, pela amizade e companheirismo, que muito contribuíram para a realização deste trabalho de uma forma mais prazerosa. Em especial, a Macarrão (vulgo Laiola) e Lambão (vulgo Rafael Rodrigues), pela amizade, presença constante, apoio e orientação indispensáveis à efetivação deste trabalho.

A todos os meus amigos e primos pelo carinho e confiança. Aos companheiros de longa data, amigos de Pernambuco, em especial Moacir, Zeca, Katyusco e Lulu. Também aos amigos Malcher, Renato e Vinicius.

Aos membros da banca pelos comentários pertinentes e pelas revisões precisas. Agradeço também aos professores e funcionários do Departamento de Informática da PUC-Rio que colaboraram para a conclusão deste trabalho.

À CNPQ pelo apoio financeiro que proporcionou a realização deste trabalho.

Resumo

Santos, Rodrigo Borges da Silva; Soares, Luiz Gomes Soares (orientador); Casanova, Marco Antônio (co-orientador). **Sistema de Controle de Versões para Edição Cooperativa de Vídeo MPEG-2**. Rio de Janeiro, 2007. 110p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os avanços das tecnologias de captura, armazenamento e compressão de vídeo digital estão motivando o desenvolvimento e a disponibilização de novos serviços e sistemas para manipulação e gerenciamento de acervos de vídeo. Um exemplo disso são os sistemas de gerenciamento, edição e compartilhamento de versões utilizados pelos produtores de conteúdo audiovisual. Entretanto, tais funcionalidades são requisitos não encontrados em um único sistema. Este trabalho descreve um sistema que possibilita a edição cooperativa de dados audiovisuais no formato MPEG-2 permitindo o controle de versão, a visualização e manipulação do seu conteúdo por partes (segmentos). Esse sistema colaborativo tem ainda como vantagens a divisão de tarefas, a fusão das contribuições e a extração de informações da autoria de cada versão.

Palavras-chave

Controle de Versão; Edição Cooperativa de Vídeo; MPEG-2; Compartilhamento de Versão.

Abstract

Santos, Rodrigo Borges da Silva; Soares, Luiz Fernando Gomes (advisor); Casanova, Marco Antônio (co-advisor). **Version Control System for Cooperative MPEG-2 Video Editing**. Rio de Janeiro, 2007. 100p. Master Thesis - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Technological advances in areas such as capture, storage and compression of digital video are stimulating the development of new services and systems for manipulation and management of huge amount of video data. An example of this, are the systems of management, editing and sharing of versions used by producers of audiovisual content. However, such functional requirements are not found in one system. This work describes a system that makes possible the cooperative edition of audiovisual data in MPEG-2 format, allowing the version control, visualization and manipulation of its content by segments. This collaborative system still has advantages as the division of tasks between editors, the fusion of different versions and the extraction of information of authorship from each version.

Key words

Version Control; Cooperative Video Editing; MPEG-2; Version Sharing.

Sumário

1 Introdução	13
1.1. Motivação	13
1.2. Objetivos	16
1.3. Estrutura da Dissertação	17
2 Conceitos Gerais do Padrão MPEG-2	18
2.1. O Fluxo MPEG-2 de Sistemas	19
2.2. O Fluxo MPEG-2 de Vídeo	21
2.2.1. Estruturas de um fluxo de vídeo MPEG-2	21
2.2.2. Controle de ocupação do <i>buffer</i>	25
3 Trabalhos Relacionados	30
3.1. Sistemas de Controle de Versão	30
3.1.1. Conceitos básicos	31
3.1.2. Envio e resgate de versões	33
3.1.3. Trabalho Colaborativo	34
3.2. Sistemas de Edição de Vídeo Colaborativo	36
3.2.1. Mecanismos de Segmentação e Remontagem do MPEG	36
3.2.2. Ferramentas de Edição de Vídeo Colaborativo	38
4 Modelo de Dados do Controle de Versões para Edição Cooperativa de Vídeo	42
4.1. Árvore de Versionamento de um Vídeo	42
4.2. Acessos Concorrentes aos Nós	45
4.2.1. Versão Temporária e Permanente da Árvore de Versionamento	50
4.3. Granularidade Múltipla na Árvore de Versionamento	52
4.3.1. Bloqueios Explícitos e Implícitos no modo Exclusivo ou Compartilhados	53
4.3.2. Bloqueios Intencionais no modo Exclusivo ou Compartilhado	54
4.3.3. Protocolo de Bloqueio em Duas Fases	56

4.3.4. Nós Compartilhados entre Árvores de Versionamento	58
4.4. Mecanismo de Segmentação	60
4.5. Mecanismo de Remontagem	63
4.6. Fusão entre Árvores de Versionamento	64
5 Implementação	68
5.1. Desenvolvimento do <i>VideoCVS</i>	68
5.2. Arquitetura do <i>VideoCVS</i>	69
5.3. Modelo Entidade e Relacionamento do <i>VideoCVS</i>	75
5.3.1. Classes dos Objetos Remotos	76
5.3.2. Classes do Repositório	78
5.4. Mecanismo de Segmentação	79
5.5. Mecanismo de Remontagem	81
5.6. Exemplo de Uso do <i>VideoCVS</i>	82
5.6.1. Criação de uma Árvore de Versionamento	82
5.6.2. <i>Checkout</i> de uma Árvore de Versionamento	86
5.6.3. Edição Colaborativa de uma Árvore de Versionamento	87
5.6.4. Fusão entre Árvores de Versionamento	91
5.6.5. Remontagem dos Segmentos da Árvore de Versionamento	94
6 Conclusão	96
6.1. Contribuições da Dissertação	96
6.2. Trabalhos Futuros	97
Referências	101
Anexo A	105

Lista de figuras

Figura 1 – Efeito do processo de decodificação e codificação em cascata.....	15
Figura 2 – Estrutura do fluxo MPEG-2.....	19
Figura 3 – Sincronização entre o codificador e o decodificador	20
Figura 4 – Estrutura do fluxo MPEG Vídeo	21
Figura 5 – Ordem de apresentação e codificação dos quadros.....	25
Figura 6 – Exemplo de múltiplas versões organizadas em revisões.....	32
Figura 7 – Histórico de versões no sistema estilo CVS.....	34
Figura 8 – Histórico de versões no sistema estilo SVN.....	34
Figura 9 – Detecção das Tomadas de Cenas de um Noticiário de Telejornal.....	40
Figura 10 – Exemplo de uma árvore de versionamento de vídeo	43
Figura 11 – Compartilhamento de nós entre árvores de versionamento.....	45
Figura 12 – Problema do acesso simultâneo de um nó.....	46
Figura 13 – Método <i>Lock-Modify-Unlock</i> ou <i>Exclusive Lock</i>	47
Figura 14 – Método <i>Copy-Modify-Merge</i> ou <i>Optimistic Merges</i>	48
Figura 15 – Continuação do exemplo do método <i>copy-modify-merge</i>	49
Figura 16 – Versão permanente e temporária	50
Figura 17 – Versão temporária editada por um único usuário	51
Figura 18 – Versão temporária editada por vários usuários.....	52
Figura 19 – Árvore de versionamento com bloqueio X e S.....	53
Figura 20 – Árvore de versionamento com bloqueio intencional	55
Figura 21 – Exemplo de bloqueio de um nó no modo exclusivo	59
Figura 22 – Estado de bloqueio dos nós	60
Figura 23 – Fases do mecanismo de segmentação	61
Figura 24 – Tratamento das bordas dos segmentos	63
Figura 25 – Detecção das tomadas de cenas de um vídeo	63
Figura 26 – Fusão de duas árvores de versionamento	66
Figura 27 – Fusão das árvores de versionamento com intervenção do usuário	66
Figura 28 – Fusão de duas árvores de versionamento com nós não equivalentes	67
Figura 29 – Fusão de duas árvores de versionamento com nós invertidos	67

Figura 30 – Arquitetura do <i>VideoCVS</i>	70
Figura 31 – Diagrama de classes do <i>VideoCVS Server</i>	71
Figura 32 – Exemplo de commit na arquitetura do <i>VideoCVS</i>	73
Figura 33 – Diagrama de classes do <i>VideoCVS Client</i>	74
Figura 34 – Modelo ER do sistema <i>VideoCVS</i>	75
Figura 35 – Diagrama de classes dos objetos remotos do modelo ER	77
Figura 36 – Diagrama de classes dos objetos remotos do repositório	78
Figura 37 – Diagrama de classes do mecanismo de segmentação	79
Figura 38 – Diagrama de classes da estrutura do MPEG-2 de vídeo	80
Figura 39 – Diagrama de classes do mecanismo de remontagem	81
Figura 40 – Tela inicial do <i>VideoCVS Client</i>	83
Figura 41 – Primeira tela da criação da árvore de versionamento.....	84
Figura 42 – Segunda tela da criação da árvore de versionamento.....	84
Figura 43 – Quadros iniciais dos segmentos do vídeo <i>pinpong.m2v</i>	85
Figura 44 – Commit da árvore de versionamento pelo usuário 1.....	85
Figura 45 – Operação de <i>checkout</i> de uma árvore de versionamento	86
Figura 46 – Resultado da busca do <i>checkout</i>	87
Figura 47 – Bloqueio no modo exclusivo permitido ao usuário 1.....	88
Figura 48 – Bloqueio no modo exclusivo negado ao usuário 2	88
Figura 49 – Bloqueio no modo compartilhado negado ao usuário 2.....	89
Figura 50 – Clicando na opção <i>Preview</i> para visualizar o vídeo	89
Figura 51 – Bloqueios no modo exclusivo permitido ao usuário 2	90
Figura 52 – Desbloqueio de um nó da árvore de versionamento pelo usuário 2 ..	90
Figura 53 – Permissão negada para bloquear na fase de encolhimento.....	91
Figura 54 – <i>Merge</i> entre versões	92
Figura 55 – Fusão entre as árvores de versionamento <i>tree_v12</i> e <i>tree_v13</i>	92
Figura 56 – Intervenção manual do usuário na fusão entre <i>tree_v13</i> e <i>tree_v14</i> ..	93
Figura 57 – Árvores de versionamento resultantes após intervenção do usuário..	93
Figura 58 – Operação de inserção de nós na árvore de versionamento	94
Figura 59 – Árvore de versionamento <i>tree_v2</i> para remontagem	95
Figura 60 – <i>Preview</i> da remontagem da <i>tree_v2</i>	95

Lista de tabelas

Tabela 1 – Parâmetros repeat_first_field e top_field_first.....	23
Tabela 2 – Resumo da sintaxe das camadas do MPEG-2 de Vídeo	24
Tabela 3 – Matriz de compatibilidade dos modos de bloqueio	56
Tabela 4 – Exemplo usando o protocolo de bloqueio em duas fases	57