

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



**Romualdo Monteiro de Resende Costa**

**Integração e Interoperabilidade de  
Documentos MPEG-4 e NCL**

**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

Rio de Janeiro

Abril de 2005



**Romualdo Monteiro de Resende Costa**

## **Integração e Interoperabilidade de Documentos MPEG-4 e NCL**

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.

**Prof. Luiz Fernando Gomes Soares**

Orientador  
Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Markus Endler**

Departamento de Informática - PUC-Rio

**Prof. Rogério Ferreira Rodrigues**

Departamento de Informática - PUC-Rio

**José Eugênio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de abril de 2005

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

### **Romualdo Monteiro de Resende Costa**

Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 2000. Desde 2002 é oficial de carreira do exército, na especialidade de informática. Atualmente, integra o grupo de pesquisadores do Laboratório TeleMídia da PUC-Rio, desenvolvendo pesquisas na área de Sistemas Hipermídia.

#### Ficha Catalográfica

Costa, Romualdo Monteiro de Resende

Integração e Interoperabilidade de Documentos MPEG-4 e NCL / Romualdo Monteiro de Resende Costa ; orientador: Luiz Fernando Gomes Soares. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2005.

180 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. MPEG-4. 3. NCL. 4. Codificação audiovisual. 5. Sistemas hipermídia. 6. Integração. 7. Autoria. 8. Templates. 9. XMT-O. 10. XMT-A. 11. BIFS. I. Soares, Luiz Fernando Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

Este trabalho é dedicado

À Aline, pelo amor e dedicação.

À minha família, pelo apoio incondicional.

## Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Luiz Fernando Gomes Soares, agradeço a sua confiança, apoio e dedicação, presentes em todos os momentos, desde o primeiro dia de aula. Seus ensinamentos não se limitam apenas a este trabalho, serão importantes em toda a minha vida. Sinceramente obrigado.

Agradeço a toda a minha família e especialmente à Regina, Raquel e Raíssa. Agradeço também à Aline pela ajuda e compreensão dos momentos dedicados a este trabalho.

Agradeço a todos os amigos do Laboratório Telemídia, pois sem a ajuda de vocês este trabalho não seria possível. O ambiente de trabalho agradável nesse laboratório foi fundamental para recuperar o ânimo depois de uma manhã cansativa de trabalho.

Aos amigos agradeço pelo apoio, mesmo nas vezes em que me fiz ausente, tomado pelas tarefas diárias. Em especial agradeço aos amigos Lessandro e Bianca. Aos companheiros de longa data, amigos de Belo Horizonte, em especial Heitor, Daniel e Márcio. Agradeço também aos amigos, nem tão recentes, companheiros em Salvador e agora no Rio de Janeiro, Anderson e Cil Farne.

Ao professor Antônio Alfredo Ferreira Loureiro, outro mestre que tive a felicidade de conhecer, agradeço toda a orientação e ajuda. Agradeço também aos demais professores das Universidades Federais de Minas Gerais e Juiz de Fora.

Aos membros da banca pelos comentários pertinentes e pelas revisões precisas. Agradeço também a todos os professores e funcionários do Departamento de Informática da PUC-Rio, e à PUC-Rio, como instituição, pelo suporte financeiro.

## Resumo

Costa, Romualdo Monteiro de Resende. **Integração e Interoperabilidade de Documentos MPEG-4 e NCL**. Rio de Janeiro, 2005. 180 p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A abordagem orientada a objetos do padrão MPEG-4, para a codificação de conteúdo audiovisual, é similar às utilizadas em vários modelos e linguagens de especificação de documentos multimídia/hipermídia. Entre essas linguagens, a NCL (*Nested Context Language*), utilizada no sistema HyperProp, introduz uma série de novos conceitos que podem ser integrados ao padrão, com vantagens. Esta dissertação propõe, inicialmente, a conversão de documentos especificados em NCL para MPEG-4 (XMT-O) e vice-versa, permitindo que ferramentas de autoria e formatação possam ser utilizadas na especificação e exibição de documentos de ambas as linguagens. Este trabalho também propõe a incorporação de cenas MPEG-4 tanto como objetos de mídia quanto composições da linguagem NCL, permitindo o estabelecimento de relacionamentos entre cenas. Para permitir a exibição desses novos objetos NCL, é incorporado ao Formatador HyperProp um exibidor MPEG-4 capaz de reportar ao controlador a ocorrência de eventos que, entre outras coisas, permite o sincronismo entre cenas MPEG-4 e outros objetos NCL, incluindo outras cenas MPEG-4. Por fim, explorando o conceito de templates introduzido pela linguagem NCL, a capacidade de autoria no MPEG-4 é estendida, através da definição de novas semânticas para as composições da linguagem XMT-O e da concepção de compiladores para essa linguagem.

## Palavras-chave

MPEG-4; NCL; codificação audiovisual; sistemas hipermídia; integração; autoria; templates; XMT-O; XMT-A; BIFS.

## Abstract

Costa, Romualdo Monteiro de Resende. **Integration and Interoperability of MPEG-4 and NCL Documents**. Rio de Janeiro, 2005. 180 p. Master Thesis – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The MPEG-4 standard object-oriented approach, employed to the encoding of audiovisual content, is similar to those used on many models and languages for multimedia/hypermedia document specification. Among those languages, the NCL (*Nested Context Language*), used in the HyperProp system, introduces a series of new concepts that can be integrated to the standard, with advantages. Initially, the proposal of this work is to convert NCL to MPEG-4 (XMT-O) documents and vice versa, allowing authoring and formatting tools to be used in the specification and presentation of documents in both languages. This work also proposes both the placing of MPEG-4 scenes as media objects and NCL language compositions, allowing the establishment of relationships among scenes. In order to allow displaying these new NCL objects, an MPEG-4 player is incorporated to the HyperProp Formatter. The MPEG-4 player is able to report to the controller the occurrence of events that, among other things, allows the synchronization between MPEG-4 scenes and other NCL objects, including other MPEG-4 scenes. Finally, exploring the concept of templates, introduced by the NCL language, the authoring in the MPEG-4 is improved, by means of the definition of new semantics for XMT-O language compositions and the design of compilers for this language.

## Keywords

MPEG-4; NCL; audiovisual codification; hypermedia systems; integration; authoring; templates; XMT-O; XMT-A; BIFS.

# Sumário

1	Introdução	15
1.1.	Motivação	15
1.1.1.	O Formato MPEG-4	15
1.1.2.	MPEG-4 e os Sistemas Hipermídia	17
1.2.	Objetivos	23
1.3.	Organização da Dissertação	24
2	Conceitos Básicos	26
2.1.	MPEG-4	26
2.1.1.	MPEG-4 <i>Systems</i>	28
2.2.	Linguagens para Documentos MPEG-4	36
2.2.1.	Linguagem XMT-A	37
2.2.2.	Linguagem XMT-O	39
2.3.	Linguagem NCL ( <i>Nested Context Language</i> ) versão 2.0	50
2.3.1.	Modelo Conceitual NCM ( <i>Nested Context Model</i> )	51
2.3.2.	Documentos Hipermídia na Linguagem NCL	52
2.3.3.	Módulos da Linguagem NCL	53
3	Conversão entre os Formatos NCL e MPEG-4	59
3.1.	Objetivos e Requisitos	59
3.2.	Tradução entre NCL e XMT-O	61
3.2.1.	Tradução de NCL para XMT-O	62
3.2.2.	Tradução de XMT-O para NCL	68
3.3.	Tradução de XMT-O para XMT-A	72
3.4.	Instância do <i>Framework</i> para Compiladores	79
3.4.1.	Exemplo do Uso dos Compiladores	83
4	Componentes MPEG-4 em Documentos NCL	90
4.1.	Definição de Componentes MPEG-4 em Documentos NCL	90

4.2. Objetos MPEG-4	95
4.3. Composições MPEG-4	102
5 Extensões para Autoria no MPEG-4	113
5.1. Templates para Autoria no MPEG-4	113
5.2. Perfil <i>XTemplate</i> de SMIL	116
5.3. Perfil <i>XTemplate</i> de XMT-O	119
6 Conclusões	128
6.1. Contribuições da Dissertação	128
6.2. Trabalhos Futuros	129
7 Referências	135
8 Apêndice A	140
8.1. Áreas Funcionais <i>Timing</i> e <i>Time Manipulations</i>	140
8.2. Área Funcional <i>Animation</i>	140
8.3. Área Funcional <i>Content Control</i>	142
8.4. Área Funcional <i>Layout</i>	142
8.5. Área Funcional <i>Linking</i>	142
8.6. Área Funcional <i>Media Objects</i>	143
8.7. Área Funcional <i>Metainformation</i>	149
8.8. Área Funcional <i>Structure</i>	149
8.9. Área Funcional <i>Transitions</i>	150
8.10. Área Funcional <i>DEFS</i>	150
8.11. Área Funcional <i>Macros</i>	150
8.12. Grupos de Elementos	151
8.13. Grupos de Atributos	151
9 Apêndice B	153
9.1. Estrutura do Documento	153
9.2. Estrutura da Apresentação	154
9.2.1. Conversão de NCL para XMT-O	156
9.2.2. Conversão de XMT-O para NCL	158

9.3. Relações de Sincronização e Referência	159
9.3.1. Conversão de NCL para XMT-O	160
9.3.2. Conversão de XMT-O para NCL	166
9.4. Interfaces	171
9.5. Objetos de Mídia	173
9.6. Especificação da Apresentação	174
9.7. Controle da Apresentação	175
9.8. Animação	177
9.9. Informações do Documento	179
9.10. Elementos de Pré-compilação	179

## Lista de figuras

Figura 1.1 – Visão geral de um sistema hipermídia	18
Figura 2.1 – Estrutura de uma cena MPEG-4	29
Figura 2.2 – Exemplo de uma cena MPEG-4	30
Figura 2.3 – Fluxos MPEG-4	31
Figura 2.4 – Arquitetura de componentes MPEG-4	32
Figura 2.5 – Exemplo de documento especificado em XMT-A	38
Figura 2.6 – Exemplo de documento especificado em XMT-O	40
Figura 2.7 – Exemplo de documento especificado em NCL 2.0	53
Figura 2.8 – Exemplo de template NCL	57
Figura 2.9 – Documento NCL com composição herdando do template	58
Figura 3.1 – Documento XMT-O com sincronização temporal	74
Figura 3.2 – Documento XMT-A com sincronização através do <i>FlexTime</i>	76
Figura 3.3 – Documento XMT-O com composição seqüencial	77
Figura 3.4 – Documento XMT-A convertido pela ferramenta XMTBatch	78
Figura 3.5 – Relacionamentos MPEG-4 em XMT-O e XMT-A	79
Figura 3.6 – Diagrama de classes do conversor NCL para XMT-O	81
Figura 3.7 – Diagrama de classes do conversor XMT-O para NCL	83
Figura 3.8 – Diagrama de classes do conversor XMT-O para XMT-A	83
Figura 3.9 – Arquitetura em camadas para o conversor MPEG-4	84
Figura 3.10 – Documento NCL “coisa de pele”	86
Figura 3.11 - Documento XMT-O “coisa de pele”	89
Figura 3.12 – Primeira visão da apresentação MPEG-4 no exibidor	89
Figura 3.13 – Segunda visão da apresentação MPEG-4 no exibidor	89
Figura 4.1 – Apresentação MPEG-4 com sincronização espacial e temporal	93
Figura 4.2 – Documento NCL contendo um componente MPEG-4	96
Figura 4.3 – Diagrama de classes da ferramenta de exibição MPEG-4	98
Figura 4.4 – Máquina de estados da ferramenta de exibição MPEG-4	99
Figura 4.5 – Visão temporal de um documento NCL contendo um componente MPEG-4	101
Figura 4.6 – Apresentação do documento NCL com um componente MPEG-4	101

Figura 4.7 – Eventos em BIFS	103
Figura 4.8 – Elo estabelecido entre uma composição MPEG-4 e um objeto	104
Figura 4.9 – Apresentação NCL contendo uma composição MPEG-4	105
Figura 4.10 – Estrutura das rotas na ferramenta de exibição	108
Figura 4.11 – Estrutura do <i>TouchSensor</i> na ferramenta de exibição	109
Figura 4.12 – Procedimento para acionar os sensores	110
Figura 4.13 – Apresentação de um componente MPEG-4	110
Figura 4.14 – Sensores definidos em um componente MPEG-4	111
Figura 5.1 – Composição SMIL com semântica definida por um template hipermídia	118
Figura 5.2 – Template para o perfil XT-XMT-O	120
Figura 5.3 – Documento especificado segundo o perfil XT-XMT-O	122
Figura 5.4 – Documento XMT-O obtido através do processador de templates	123
Figura 5.5 – Apresentação do documento MPEG-4 obtido através do template	124
Figura 5.6 – Diagrama de classes para o processador de templates XMT-O	125
Figura 5.7 – Diagrama de classes para percorrer composições XMT-O	126
Figura 9.1 – Estrutura dos documentos especificados em NCL e XMT-O	153
Figura 9.2 – Estrutura da apresentação de documentos NCL	155
Figura 9.3 – Estrutura da apresentação de documentos XMT-O	156
Figura 9.4 – Sistema de coordenadas cartesianas de XMT-O	158
Figura 9.5 – Conector hipermídia com semântica causal	160
Figura 9.6 – Eventos em XMT-O	161
Figura 9.7 – Expressão de condição composta representada em XMT-O	163
Figura 9.8 – Expressão de ações composta representada em XMT-O	163
Figura 9.9 – Documento especificado em NCL com uma base de elos	164
Figura 9.10 – Documento especificado em XMT-O com eventos	164
Figura 9.11 – Conector hipermídia com semântica de restrição	165
Figura 9.12 – Documento especificado em XMT-O com um elo definido	167
Figura 9.13 – Composições paralela e seqüencial XMT-O representadas por composições e elos NCM	168
Figura 9.14 – Composição exclusiva XMT-O representada por composição e elos NCM	169
Figura 9.15 – Composição exclusiva de XMT-O	169

Figura 9.16 – Composição paralela terminada pelo último componente (1), terminada por um componente específico (2), terminada pelo primeiro componente (3)	170
Figura 9.17 – Documento NCL contendo um objeto de mídia e suas âncoras	172
Figura 9.18 – Documento XMT-O contendo objetos	172
Figura 9.19 – Documento NCL com controle de apresentação	176
Figura 9.20 – Documento XMT-O com controle de apresentação	177
Figura 9.21 – Barra de rolagem construída através de animações XMT-O	178

## Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Sumário do padrão MPEG-4	27
Tabela 2.2 – Módulos que compõem a linguagem XMT-O	42
Tabela 2.3 – Módulos que compõem a linguagem NCL 2.0	54
Tabela 3.1 – Módulos de NCL que compõem o perfil NCL-XMT	62
Tabela 3.2 – Módulos de NCL não pertencentes ao perfil NCL-XMT	67
Tabela 3.3 – Módulos de XMT-O que compõem o perfil XMT-NCL	68
Tabela 3.4 – Correspondência entre os eventos do perfil XMT-NCL e NCL	70
Tabela 3.5 – Módulos de XMT-O não pertencentes ao perfil XMT-NCL	71
Tabela 4.1 – Principais sensores BIFS	104
Tabela 4.2 – Arquivos principais da ferramenta de exibição	107
Tabela 5.1 – Elementos, atributos e conteúdo da linguagem <i>XTemplate</i>	117
Tabela 9.1 – Transições de eventos em NCL	161