

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Instituto de Informática

RESUMO DE VÍDEO USANDO ÁRVORE GERADORA MÍNIMA

Willer Gomes Júnior

Belo Horizonte

Abril de 2009

RESUMO DE VÍDEO USANDO ÁRVORE GERADORA MÍNIMA

Projeto apresentado ao programa de Pós-Graduação em Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador: Prof. Sílvio Jamil F. Guimarães,
Dr.

Belo Horizonte

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

G633r	Gomes Júnior, Willer Resumo estático de vídeo a partir de agrupamento hierárquico de quadros. / Willer Gomes Júnior. – Belo Horizonte, 2009. 167f. : il. Orientador: Sílvio Jamil Ferzoli Guimarães. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Informática. Bibliografia. 1. Sistemas de recuperação da informação – Teses. 2. Imagens, ilustrações, etc. como recursos de informação. 3. Sistemas multimídia I. Guimarães, Sílvio Jamil Ferzoli. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. III. Título CDU: 681.3.023
-------	--

Bibliotecário: Fernando A. Dias – CRB6/1084



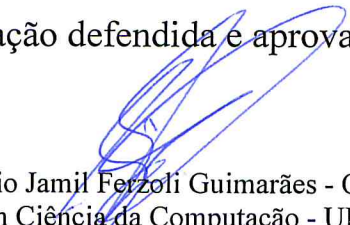
PUC Minas
Programa de Pós-graduação em Informática

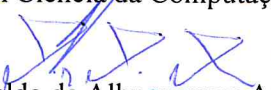
FOLHA DE APROVAÇÃO

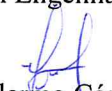
“Resumo Estático de Vídeo a Partir de Agrupamento Hierárquico de Quadros”

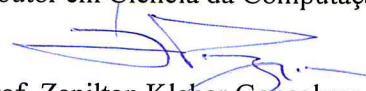
WILLER GOMES JÚNIOR

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:


Prof. Silvio Jamil Ferzoli Guimarães - Orientador (PUC Minas)
Doutor em Ciência da Computação - UFMG


Prof. Arnaldo de Albuquerque Araújo (UFMG)
Doutor em Engenharia Elétrica - UFPB


Prof. Guillermo Cámara Chávez (UFOP)
Doutor em Ciência da Computação - UFMG


Prof. Zenilton Kleber Gonçalves do Patrocínio Junior - (PUC Minas)
Doutor em Ciência da Computação - UFMG

Belo Horizonte, 29 de maio de 2009.

Resumo

Vídeo sumarização é uma simplificação do conteúdo de vídeo para resumir as informações um de vídeo. O problema de vídeo sumarização pode ser transformado em um problema de agrupamento, em que alguns quadros são selecionados para representar o conteúdo de vídeo. Neste trabalho, usamos um algoritmo de agrupamento da teoria dos grafos baseado na construção de uma árvore geradora mínima para selecionar imagens do vídeo sem segmentar o vídeo em tomadas ou cenas. Resultados experimentais forneceram uma comparação visual entre a nova abordagem e a de outros algoritmos populares a partir da literatura, mostrando que o novo algoritmo é robusto e eficiente.

Palavras chave: Sumarização; Resumo; Arvore geradora mínima; Prim; Video; Índice; Imagem.

Abstract

Video summarization is a simplification of video content for compacting the video information. The video summarization problem can be transformed to a clustering problem, in which some frames are selected to saliently represent the video content. In this work, we use a graph-theoretic divisive clustering algorithm based on construction of a minimum spanning tree to select video frames without segmenting the video into shots or scenes. Experimental results provides a visually comparison between the new approach and other popular algorithms from the literature, showing that the new algorithm is robust and efficient.

Lista de Figuras

1.1	Exemplo genérico de sumarização de vídeo	22
2.1	Algumas formas para representação de um vídeo	25
2.2	Visualização estática, visão dos quadros chave	26
2.3	Visualização dinâmica, visão de trechos de um vídeo	26
2.4	Um exemplo de tabela de conteúdo	28
2.5	Um segmento de Grafo de transição de cena	29
2.6	Imagem para exemplo de comparação utilizando Interseção do Histograma	32
2.7	Histogramas das figuras 2.7(a), 2.7(b) e 2.7(c)	34
4.1	Espaçamento máximo	40
4.2	Exemplo de resumo de vídeo. (a) Grafo de similaridade das imagens; (b) árvore geradora mínima das imagens; (c) excluindo as distâncias iguais a 72; (d) excluindo as distâncias iguais a 49;	42
4.3	Metodologia para sumarização de vídeo utilizando Árvore Geradora Mínima	45
5.1	Exemplo de resumo de vídeo aplicado ao filme “News.mpg” composto por 5 (cinco tomadas: (a) T(35)-grupos; (b) 3-grupos; (c) T(34)-grupos; e (d) T(25)-grupos.	48
5.2	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) AGM2 Vídeo: v23 The Great Web of Water, segment 2	50
5.3	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) AGM7 Vídeo: v23 The Great Web of Water, segment 2	50

A.1	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02	66
A.2	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02	67
A.3	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02	68
A.4	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03	69
A.5	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03	70
A.6	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03	71
A.7	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04	72
A.8	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04	73

A.9	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04	74
A.10	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08	75
A.11	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08	76
A.12	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08	77
A.13	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation	78
A.14	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation	79
A.15	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation	80
A.16	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One	81

A.17	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One	82
A.18	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One	83
A.19	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing	84
A.20	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing	85
A.21	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing	86
A.22	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation	87
A.23	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation	88
A.24	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation	89

A.25	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing	90
A.26	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing	91
A.27	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing	92
A.28	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena	93
A.29	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena	94
A.30	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena	95
A.31	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces	96
A.32	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces	97

A.33	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces	98
A.34	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels	99
A.35	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels	100
A.36	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels	101
A.37	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System	102
A.38	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System	103
A.39	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System	104
A.40	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane	105

A.41	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane	106
A.42	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane	107
A.43	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers	108
A.44	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers	109
A.45	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers	110
A.46	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space	111
A.47	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space	112
A.48	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space	113

A.49	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits	114
A.50	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits	115
A.51	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits	116
A.52	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet	117
A.53	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet	118
A.54	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet	119
A.55	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases	120
A.56	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases	121

A.57	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases	122
A.58	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up	123
A.59	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up	124
A.60	Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up	125
A.61	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V21 The Great Web of Water, segment 1	127
A.62	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V22 The Great Web of Water, segment 2	128
A.63	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: Vídeo: V23 The Great Web of Water, segment 7	129
A.64	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V24 A New Horizon, segment 1	130
A.65	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V25 A New Horizon, segment 2	131
A.66	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V26 A New Horizon, segment 3	132

A.67	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V27 A New Horizon, segment 4	133
A.68	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V28 A New Horizon, segment 5	134
A.69	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V29 A New Horizon, segment 6	135
A.70	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V30 A New Horizon, segment 8	136
A.71	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V31 A New Horizon, segment 10	137
A.72	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V32 Take Pride in America, segment 1	138
A.73	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V33 Take Pride in America, segment 3	139
A.74	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	140
A.75	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 1	141
A.76	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V36 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 1 presenter	142
A.77	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V37 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 2	143
A.78	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V38 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 3 presenter	144

A.79	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V39 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 4 presenter	145
A.80	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V40 Exotic Terrene, segment 1 .	146
A.81	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V41 Exotic Terrene, segment 2 .	147
A.82	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V42 Exotic Terrene, segment 3 .	148
A.83	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V43 Exotic Terrene, segment 4 .	149
A.84	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V44 Exotic Terrene, segment 6 .	150
A.85	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V45 Exotic Terrene, segment 8 .	151
A.86	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V46 America's New Frontier, segment 1	152
A.87	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V47 America's New Frontier, segment 3	153
A.88	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V48 America's New Frontier, segment 4	154
A.89	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V49 America's New Frontier, segment 7	155
A.90	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V50 America's New Frontier, segment 10	156

A.91	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V51 The Future of Energy Gases, segment 3	157
A.92	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V52 The Future of Energy Gases, segment 5	158
A.93	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V53 The Future of Energy Gases, segment 9	159
A.94	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V54 The Future of Energy Gases, segment 12	160
A.95	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V55 Ocean floor Legacy, segment 1161	
A.96	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V56 Ocean floor Legacy, segment 2162	
A.97	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V57 Ocean floor Legacy, segment 4163	
A.98	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V58 Ocean floor Legacy, segment 8164	
A.99	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V59 Ocean floor Legacy, segment 9165	
A.100	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V60 The Voyage of the Lee, segment 5	166
A.101	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V61 The Voyage of the Lee, segment 15	167
A.102	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V62 The Voyage of the Lee, segment 16	168

A.103	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 3	169
A.104	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 4	170
A.105	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 3	171
A.106	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 5	172
A.107	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 6	173
A.108	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 7	174
A.109	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 8	175
A.110	Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	176

Lista de Tabelas

5.1	<i>Filmes utilizados na fase final do experimento.</i>	47
5.2	<i>Filmes utilizados na fase final do experimento.</i>	47
5.3	<i>Filmes utilizados na fase final do experimento.</i>	52
5.4	<i>Tabela comparativa baseada em [1] - AGM2 1/2</i>	53
5.5	<i>Tabela comparativa baseada em [1] - AGM2 2/2</i>	54
5.6	<i>Tabela comparativa baseada em [1] - AGM7 1/2</i>	55
5.7	<i>Tabela comparativa baseada em [1] - AGM7 2/2</i>	56
5.8	<i>Tabela comparativa modificada baseada em [1] - AGM2/AGM7 1/2</i>	57
5.9	<i>Tabela comparativa modificada baseada em [1] - AGM2/AGM7 2/2</i>	58
5.10	<i>Resultados experimentais resumidos comparados com Open Vídeo - baseada em [1]</i>	58
5.11	<i>Resultados experimentais - Tomadas observadas por usuários X Imagens chaves dos resumos</i>	59
5.12	<i>Comparação de modelos 1/2</i>	60
5.13	<i>Comparação dos modelos 2/2</i>	61

Sumário

1	Introdução	21
1.1	Principais contribuições	22
1.2	Estrutura do trabalho	23
2	Sumarização de Vídeo	24
2.1	Formas de navegação	27
2.1.1	Tabela de conteúdo	27
2.1.2	Grafo de transição de cena	29
2.1.3	Índices gráficos	29
2.2	Extração de imagens chave	30
2.3	Reconhecimento de imagens	30
2.3.1	Interseção do Histograma	31
2.4	Considerações finais	32
3	Agrupamento	35
3.1	K-means	35
3.2	Árvore Geradora Mínima	36
3.3	Considerações finais	37
4	Resumo de vídeo usando árvore geradora mínima	38
4.1	Definições	38
4.2	Resumo de vídeo utilizando árvore geradora mínima	43
4.3	Considerações finais	45
5	Experimentos	46

6	Conclusão	62
6.1	Trabalhos futuros	63
A	Comparações entre Resumos	65
A.1	Diferentes configurações	65
A.2	Comparações entre Resumos	126
	Referências Bibliográficas	177

Capítulo 1

Introdução

O crescente número de vídeos digitais tornou a tarefa de encontrar um conteúdo específico muito difícil, porque é necessário um índice contendo informações do vídeo. Normalmente, há duas abordagens para lidar com o problema de índice: (i) criação manual, e (ii) criação automática. A manual é cara e subjetiva, pois depende de peritos para executar esta tarefa. A automática é um objetivo e está diretamente relacionada ao conteúdo visual, porém depende das características que são utilizadas para a indexação. O custo para encontrar um conteúdo específico relacionado a um vídeo está relacionado ao tamanho do índice. Em vez de considerar todo o conteúdo vídeo, vamos resumi-lo, a fim de reduzir a pesquisa espacial. Na literatura, existem várias abordagens para simplificar um vídeo conteúdo [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [2], [1] e [11]. Assim, a sumarização de vídeo é uma simplificação do conteúdo de vídeo para a compactação da informação do vídeo . A sumarização de vídeo é um problema que pode ser transformado em um problema de agrupamento, em que alguns quadros destacados são selecionados para representar o conteúdo do vídeo, como ilustrado na figura 1. Em [10] e [2], foi proposta uma abordagem para lidar com o problema sumarização vídeo em que o agrupamento é realizado através do algoritmo *k-means*. Nesta abordagem, é necessário conhecer, a priori, o número de clusters. Em [1], utilizou-se a triangulação Delaunay para identificar o agrupamento. Em [11], foi usado um algoritmo de agrupamento que reúne os *frames* em grupos com maior similaridade, anal-

isando características de baixo nível utilizando uma variação do algoritmo de primeiro ponto de Furtherest. Neste trabalho, utilizamos um algoritmo, da teoria de agrupamento, baseado na construção da árvore geradora mínima, para selecionar *imagens* do vídeo sem segmentar o vídeo em tomadas ou cenas, ou seja, a nossa abordagem elimina o passo de pré-processamento. É importante notar que, de acordo com [12], a abordagem da árvore geradora mínima para agrupamento é hierárquica, ou seja, o tamanho do resumo do vídeo pode variar de acordo com o fator de compactação desejado.

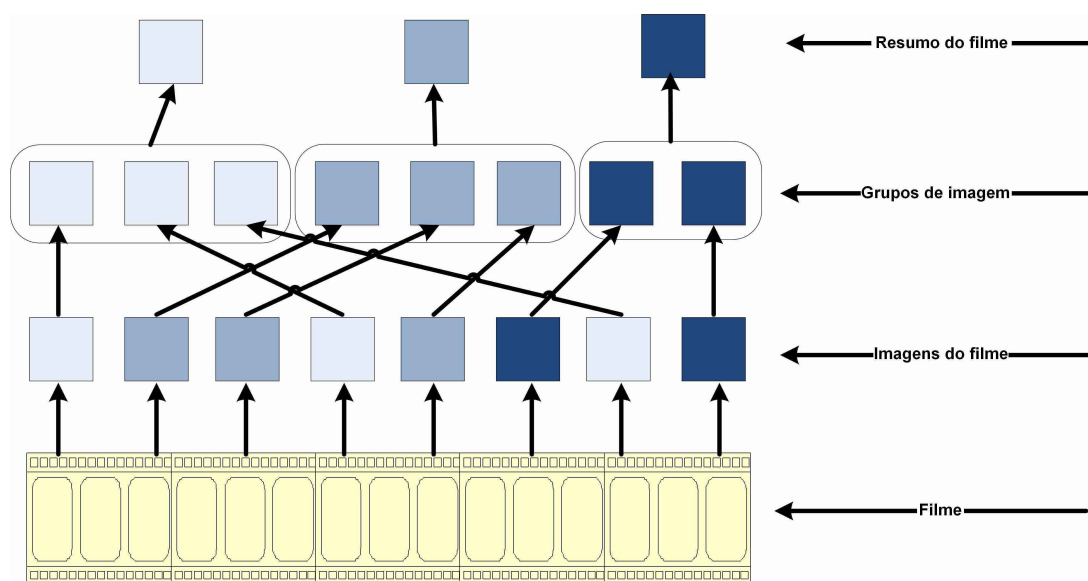


Figura 1.1: Exemplo genérico de sumarização de vídeo

1.1 Principais contribuições

A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um método capaz de criar resumos de vídeo rapidamente produzindo os efeitos desejados. A proposta da aplicação de uma metodologia sólida e muito utilizada, árvore geradora mínima, aplicada à área de sumarização de vídeo.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro serão apresentados a introdução, nossa contribuição e estrutura do trabalho. No segundo capítulo será abordada a sumarização, formas de navegação, tabela de conteúdo, Grafo de transição de cena, Índices gráficos, extração de imagens chave, reconhecimento de imagens, interseção do histograma. No terceiro capítulo uma abordagem sobre agrupamentos, k-means e árvore geradora mínima. No quarto capítulo, o método de Sumarização de vídeo utilizando Árvore Geradora Mínima. No quinto, os experimentos realizados. No sexto capítulo, a conclusão, recomendação e trabalhos futuros. No apêndice comparações entre resumos.

Capítulo 2

Sumarização de Vídeo

Para uma boa gestão de um repositório de vídeos, ou simplesmente, para localizar um pequeno trecho de um filme, muitas vezes é exigido do usuário um elevado tempo para a localização e aquisição das informações necessárias. Sendo desta forma, necessário executar operações para varrer o filme até que se consiga encontrar o que está procurando. Entretanto, com a utilização de algumas técnicas é possível organizar o vídeo de forma que, rapidamente, seja possível extrair itens representativos, definir uma cena e gerar um índice. Possibilitando fácil e ágil recuperação de informações.

Existem diversas formas para se representar o conteúdo de um vídeo, a figura 2.1 ilustra uma forma, veja também [3], [6], [8], [9] e [13]. Além disto, [14] mostram as formas que os vídeos podem ser apresentados:

- Quadros chave são aquelas imagens que melhor representam um trecho do vídeo e são apresentadas em ordem temporal.
- Segmentos de vídeo é a extensão dinâmica do quadro chave e geralmente preservam tanto o movimento quanto o áudio.
- Graficamente apresentam um nível maior de detalhe, pode incrementar ou mesmo substituir outras técnicas. Possuem cores bidimensionais, possibilitando distinguir momen-

tos do diálogo, explosões, textos entre outros. O sistema de análise de conteúdo de vídeo (Moca) [15] apresenta codificação de cor bidimensional que distingue momentos de diálogo, extração de texto do vídeo, faces, explosões, identificação de armas, entre outros.

- Textualmente resumem o conteúdo do vídeo através da detecção automática da presença de legenda, manual ou híbrida que é uma combinação das duas.

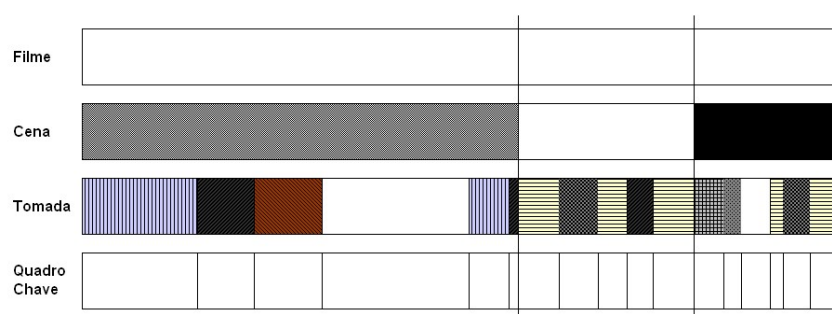


Figura 2.1: Algumas formas para representação de um vídeo

De forma geral, existem quatro tipos de resumos de vídeo [14]:

- os estáticos em que ocorre a extração e visualização dos quadros chave (figura 2.2).
- os dinâmicos são uma extensão dos quadros chave, compostos por trechos reduzidos do filme, podendo conter ou não o áudio do vídeo original. (figura 2.3).

Entretanto, [16] classificam de duas formas:

- as sumarizações caracterizadas pela criação de quadros chave.
- os esquemas representados pelo vídeo original na forma de vídeo clipe.

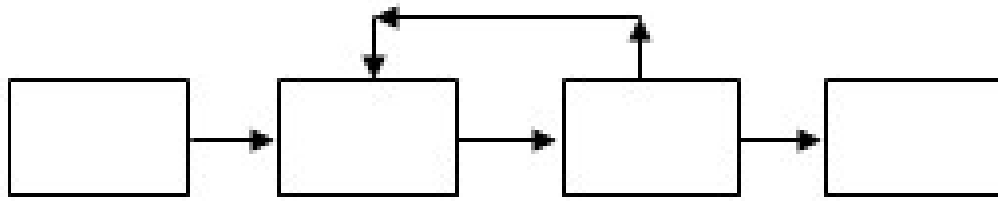


Figura 2.2: Visualização estática, visão dos quadros chave

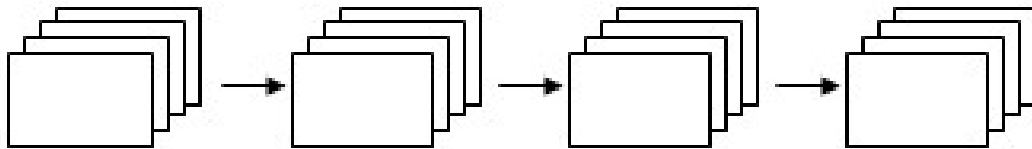


Figura 2.3: Visualização dinâmica, visão de trechos de um vídeo

[17] propõem a criação de sumários compostos por resumos estáticos e dinâmicos.

A sumarização de vídeo para utilização em sistemas de segurança, ou situações onde exige uma grande atenção de operadores e pode exigir um tempo muito grande para localizar um determinado evento, podendo resultar em perda de desempenho pelo desgaste físico. Para isto, [18] propõem que um método que extrai quadros do vídeo que não apresentam movimento, desta forma, mantendo os eventos mais interessantes. De forma semelhante, verificou a necessidade de sumarização para redes sem fio e móveis, [19], removem o conteúdo visual redundante, criam grupos contendo imagens semelhantes e identificam as imagens mais representativas.

Um visualizador de vídeo além possuir as características tradicionais, deve também possibilitar a navegação por tomadas e cenas. Isto é, após a identificação dos quadros chave permitir

a navegação através deles. Deve permitir também uma navegação hierárquica, isto é, com a seleção de uma determinada cena, possibilitar ao usuário navegar por seus quadros chave e respectivas tomadas. Deve também permitir a navegação em paralelo, isto é, permitir que o usuário assista simultaneamente a vários vídeos ao mesmo tempo, permitindo que o usuário selecione com o mouse o vídeo que deseja ouvir o som [20].

2.1 Formas de navegação

Devido a limitações principalmente da largura de banda em redes, [21], propuseram um processo de otimização que deram o nome de Minimax. Processo baseado no tempo, saltos de quadros e taxa de transmissão. Além de permitir a visualização de vídeos com baixa taxa de transmissão e com uma qualidade de vídeo razoável, permite também a visualização de um vídeo num tempo reduzido.

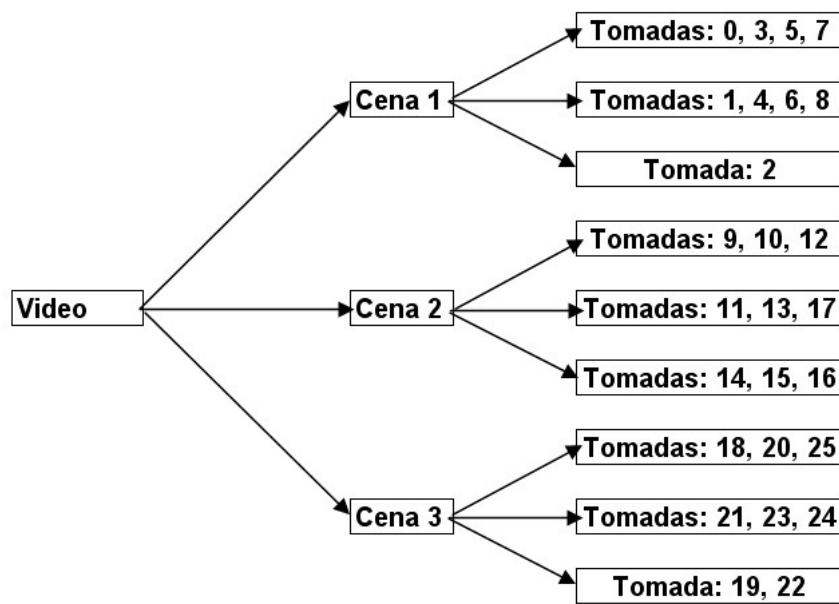
Percebendo a necessidade de criação de ferramentas, técnicas e modelos para navegação e gerenciamento de um vídeo, [22] identificaram duas formas complementares de navegação em um vídeo:

- a microscópica: que é em baixo nível, refere-se a quadros e tomadas. As imagens podem ser exibidas naturalmente. Ou reduzidas espacialmente, desta forma, possibilitando um rápido acesso, conservando a largura da banda e da rede disponíveis.
- a macroscópica: que é em alto nível, refere-se a histórias e cenas. Com isto, surgiu a idéia de grafo de transição de cena [23] e pictorial [6].

2.1.1 Tabela de conteúdo

Tabela de conteúdo figura 2.4, na análise de um vídeo, tem o mesmo significado e objetivos de um índice de um livro, um DVD e etc, isto é, tem a função de facilitar o acesso rápido às

informações em seu interior. A tarefa fundamental na análise de vídeo é extrair estruturas do vídeo e, com isto, a criação de uma tabela para facilitar o acesso dos usuários às informações [8] e [24]. Além de simplificar a visualização do conteúdo do vídeo, a criação da tabela, aliada à identificação e associação dos quadros chaves, às suas respectivas cenas e tomadas, favorece a criação de índices com imagens [3], [5] e [6]. Desta forma, associando imagens, ao conteúdo do vídeo.



(a)

Figura 2.4: Um exemplo de tabela de conteúdo

[8] construíram a tabela de conteúdo, baseando no agrupamento de tomadas parecidas. Até mesmo as que não têm similaridade são agrupadas em uma única cena, se tiverem relação semântica. Por ser sequencial, mesmo dois ou mais processos que apareçam simultaneamente em um vídeo, tem que manter a sequência e ficar um após o outro. Assim, as tomadas de uma mesma cena, devem permanecer de forma que seja mantido a história e o andamento normal do vídeo.

2.1.2 Grafo de transição de cena

Mesmo sem ter que pesquisar em todas as imagens de um vídeo, pesquisar utilizando as tomadas também é um processo que requer um tempo substancial. Em um filme pode haver milhares de tomadas. [22] propuseram a construção de uma representação gráfica da transição de cena. Esta representação foi chamada de grafo de transição de cena figura 2.5, gerada automaticamente e definida representando-se cada tomada por um vértice, e as arestas representando as transições entre as tomadas na similaridade visual e o tempo decorrido. O que facilita a visualização do conteúdo do vídeo. Entretanto, [25] e [26], sugerem a realização de uma otimização através da inclusão de percentuais, indicando a probabilidade de ocorrência das tomadas. Com isto, através do algoritmo de menor caminho, serão realizadas análises e detectadas as cenas.

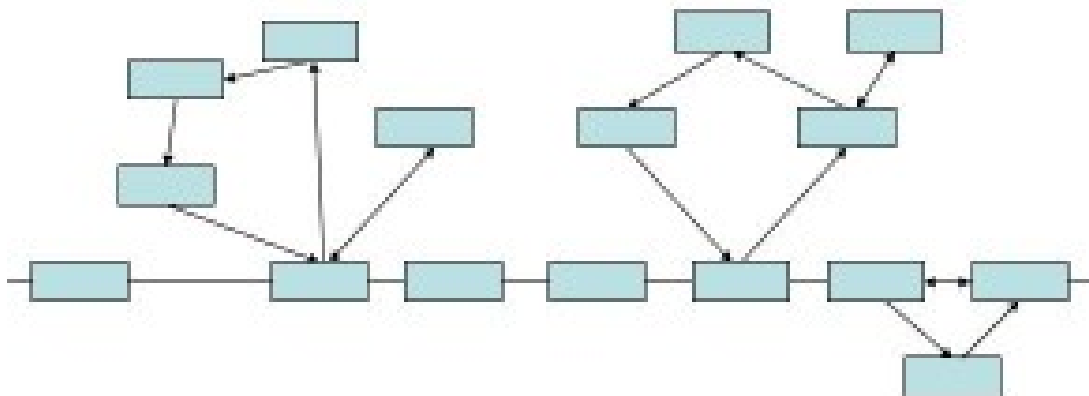


Figura 2.5: Um segmento de Grafo de transição de cena

2.1.3 Índices gráficos

Existem autores que baseiam seus sumários em esquemas de vídeo, que são resumos do vídeo [3], outros, dividem o vídeo em partes consideradas mais importantes [22], [6], [27]. [22]

introduziram a idéia de exibição dos quadros que representam as cenas similares mais comuns num tamanho superior às menos comuns. Diferenciando as cenas mais importantes das que tem menos importância.

A busca de um determinado vídeo em uma biblioteca de vídeos é uma tarefa que, manualmente, pode levar um elevado tempo. [28] localiza um trecho em filme, utilizando o algoritmo Boyer-Moore-Horspool (BMH) modificado, para localizar quadros do trecho similares aos quadros do filme. É um processo utilizado eficiente que não depende de pré-processamento. Entretanto para localizar um vídeo em uma biblioteca de vídeos, um pré-processamento para criação de tabelas de conteúdo dos filmes, pode acelerar a pesquisa, tendo em vista que o número de quadros a se comparar será bem reduzido.

2.2 Extração de imagens chave

Um filme é uma sequência de imagens. Uma maneira de simplificar um filme é identificar as imagens que sejam mais relevantes, denominadas imagens chave. Para obter estas imagens [29] classificam as imagens do filme de acordo com a relevância da imagem. Consideram que imagens muito diferentes devem ser mais propensas a ser chave, que aquelas que são muito parecidas. Surge a idéia de previsibilidade, isto é, se as imagens são previsíveis, elas não são tão importantes quanto aquelas que são imprevisíveis. Quadros de uma nova tomada geralmente não podem ser previstos a partir da tomada anterior. Assim, uma boa maneira de determinar a previsibilidade é verificar se uma imagem n é similar a imagem $n + 1$. Se elas são muito similares, então a imagem $n + 1$ é previsível em relação à imagem n .

2.3 Reconhecimento de imagens

Para [30] um dos principais objetivos do reconhecimento de imagens por computadores é executar um programa com as qualidades de um observador humano. Por exemplo, reconhecer

a escrita independentemente de quem escreveu, e automaticamente transformá-la em texto. O que é uma tarefa difícil, pois muitas vezes nem mesmo uma pessoa consegue ler o que outra escreveu. Entre outros problemas relacionados a este está o reconhecimento de pessoas, separação de veículos, pedestres, carrinhos e bicicletas em uma fotografia aérea em uma rua, ou mesmo, pesquisar uma determinada impressão digital em um banco de imagens.

A maioria das técnicas indexação é baseada em cor, forma e textura [31].

- Cor: a recuperação de imagens baseada na similaridade de cor é processada, por exemplo, pela computação de um histograma para cada cor da imagem que identifica a proporção de pontos.
- Textura: a identificação de texturas específicas em uma imagem é conseguida pela modelagem bidimensional de variações do nível de cinza. O problema está em identificar a variação dos padrões de pontos relacionados e associá-los a determinados tipos de texturas tais como “sedoso” ou “grosseiro”.
- Forma: o processamento de pesquisas pela forma é geralmente realizado, por exemplo, selecionando uma imagem fornecida pelo sistema ou pelo usuário para esboçar uma forma.

Diversas são as abordagens existentes para o reconhecimento de imagens, entre elas:

2.3.1 Interseção do Histograma

[32] mostra que os histogramas de cor de um objeto podem oferecer uma sólida e eficiente ferramenta para a indexação de um grande banco de dados. Para resolver este problema foi criada uma técnica chamada interseção do histograma. Eficiente para trabalhar com um grande volume de dados utiliza processos que necessitam de baixo processamento. Este método além de distinguir objetos, permite alterações como rotação e variações moderadas de distância do

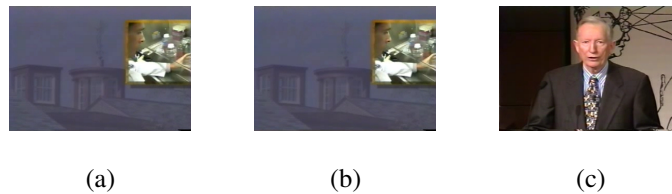
objeto. Mesmo com um grande número de cores existentes, apenas cerca de 16 tonalidades de cinza é capaz de distinguir um grande número de objetos. A identificação pode ser feita mesmo quando uma parte significativa do objeto não está visível. A precisão do reconhecimento pouco se altera com a resolução do histograma utilizado.

O resultado da interseção do histograma é o número de pontos que tem correspondência de uma mesma cor nas imagens. A fração resultante é o modelo normalizado e fornece um resultado entre 0 e 1.

Sejam I e M histogramas, a interseção do histograma $H(I, M) = \frac{\sum_{n=1}^N \min(I_n, M_n)}{\sum_{n=1}^N \min(M_n)}$.

As figuras 2.8(a), 2.8(b) e 2.8(c) mostra os histogramas das figuras 2.7(a), 2.7(b) e 2.7(c) respectivamente, o resultado da comparação utilizando o histograma de interseção para as figuras 2.7(a), 2.7(b) é $H(I, M) = \frac{72734}{76800} = 0,94$, enquanto para as figuras 2.7(a) e 2.7(c) $H(I, M) = \frac{30822}{76800} = 0,40$. Este resultado aponta que as figuras 2.7(a) e 2.7(b) tem uma semelhança muito grande devido ao seu resultado ter dado aproximadamente 1. O resultado = 1 significaria que as imagens são iguais. Já em relação às figuras 2.7(a) e 2.7(c) o histograma de interseção deu um valor baixo indicando que as figuras tem pouca relação uma com a outra.

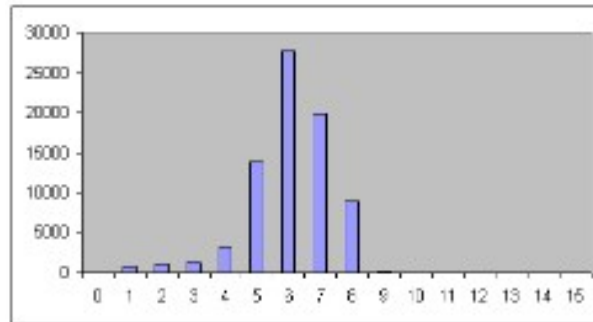
Figura 2.6: Imagem para exemplo de comparação utilizando Interseção do Histograma



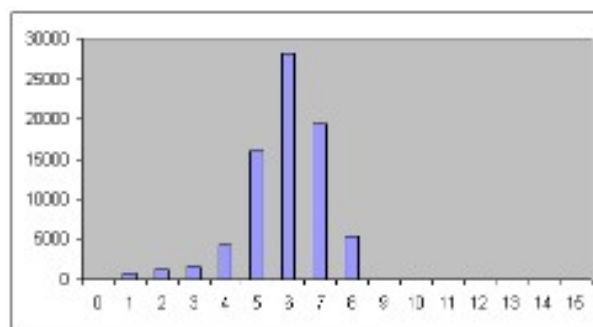
2.4 Considerações finais

As informações abordadas neste capítulo é a estrutura básica para este trabalho. Foram resgatadas informações fundamentais para o seu andamento, como formas de apresentação do

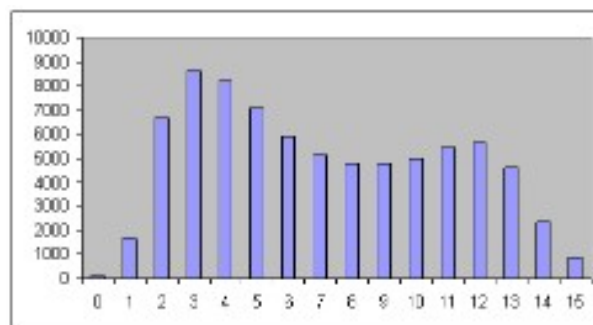
resumo, identificação de imagens chave, reconhecimento e comparação de imagens. Atualmente existem diversas abordagens bibliográficas envolvendo estes assuntos. Todavia, focando atingir os objetivos do trabalho, foram identificadas e aplicadas técnicas conhecidas e de fácil implementação.

Figura 2.7: Histogramas das figuras 2.7(a), 2.7(b) e 2.7(c)

(a)



(b)



(c)

Capítulo 3

Agrupamento

Um problema de agrupamento busca identificar elementos semelhantes e diferentes de um determinado conjunto. Possibilitando a formação de grupos com objetos que mais se parecem, sendo cada grupo criado com características diferentes entre si, dado um determinado critério para a formação destes grupos. Para [33], este tipo de problema surge quando se tem uma coleção de fotografias, documentos ou microrganismos, na tentativa de se classificar ou organizar em grupos coerentes. Sendo natural verificar o quanto estes objetos são iguais ou diferentes. E assim, definir uma distância entre eles. Distância no sentido abstrato, significando que quanto mais distantes mais diferentes são estes objetos. Tratando-se de imagem, a distância entre duas imagens parecidas é pequena, enquanto em imagens distintas é grande. Existem vários algoritmos para o problema do agrupamento, entre eles, Árvore Geradora Mínima, K-means [34], K-means++ [35].

3.1 K-means

Provavelmente o mais conhecido dos algoritmos de agrupamento, classifica objetos com base em atributos ou características em k grupos escolhidos de forma uniforme e aleatória. A seguir a maneira que o algoritmo separa as informações em k grupos previamente determinados.

1. Inicialmente o algoritmo recebe os dados.

2. Em seguida, identifica aleatoriamente k valores iniciais que serão inseridos um em cada grupo. Neste ponto, cada um dos k grupos tem um elemento cada.
3. O algoritmo processa a média aritmética dos valores dos elementos de cada grupo formado separadamente. Inicialmente como cada grupo possui apenas um elemento, a média é o próprio valor deste elemento.
4. Cada um dos elementos do conjunto de dados é introduzido ao grupo que o seu valor estiver mais próximo.
5. Retorna ao passo 3 até que se estabilize. Uma das técnicas para determinar a estabilização é verificada se as médias aritméticas criadas não se modificarem.

3.2 Árvore Geradora Mínima

Algoritmo bastante conhecido e de fácil implementação a árvore geradora mínima [36] é o algoritmo mais utilizado em problemas que envolvem agrupamento [12].

Segundo [12], uma solução possível para o problema de agrupamento em grandes bases de dados é a aplicação mais eficiente destes algoritmos. Um exemplo disto é uma abordagem sugerida para o problema de agrupamento. Para isto, as arestas com maiores valores devem ser eliminadas resultando na formação de grupos. São muitas as abordagens bibliográficas existentes. Uma delas, proposta por [37], escolhe um conjunto de pontos como referência, semelhante ao *k-means*, e os pontos restantes são atribuídos a um ou mais pontos de referência ou grupos. Assim a árvore geradora mínima é obtida para cada ponto em separado. Em seguida estes grupos são unidos formando uma árvore geradora mínima aproximada. Desta forma, as comparações são realizadas em apenas parte dos pontos, reduzindo significativamente o processamento. Outras técnicas buscaram diminuir a utilização de memória ou mesmo incrementaram a velocidade do algoritmo, veja em [38], [39], [40], [41], [42] e [43]. O algoritmo CLARANS

(*Clustering Large Applications based on RANdom Search*) [42] e o BIRCH (*Balanced Iterative Reducing and Clustering*) [43] são destaques. CLARANS identifica os candidatos a centroide dos grupos através de repetidas análises de amostras aleatórias, por isto, o tempo de processamento é $O(n)$. Já o algoritmo BIRCH armazena informações resumidas sobre os candidatos em uma árvore de estrutura de dados dinâmica. Esta árvore organiza hierarquicamente os grupos representado nas folhas. A árvore pode ser reconstruída quando o tamanho limite especificado do grupo for atualizado manualmente, ou quando a memória atingir este limiar. Este algoritmo também tem tempo linear. Entretanto, a escolha do algoritmo é muito importante para obter uma boa performance sem comprometer o resultado.

3.3 Considerações finais

Para a geração automática de resumos estáticos de vídeo existem diversas técnicas. Neste capítulo foram listadas técnicas de agrupamento de vídeo especificamente k-means e árvore geradora mínima. Foi apresentado o funcionamento do algoritmo *k-means* e diversas abordagens à respeito do algoritmo da árvore geradora mínima.

Capítulo 4

Resumo de vídeo usando árvore geradora mínima

4.1 Definições

Seja $\mathbb{A} \subset \mathbb{N}^2$, $\mathbb{A} = \{0, \dots, A - 1\} \times \{0, \dots, L - 1\}$, onde A e L são a altura e largura de cada imagem, respectivamente, e, $\mathbb{T} \subset \mathbb{N}$, $\mathbb{T} = \{0, \dots, N - 1\}$, no qual N é o tamanho do filme.

Definição 1 (Imagem) *Uma imagem f é uma função de $\mathbb{A}$ para $\mathbb{Z}$, onde para cada posição espacial (x, y) em $\mathbb{A}$, $f(x, y)$ representa um ponto em tons de cinza (x, y) .*

Definição 2 (Filme) *Um filme V_N , no domínio $2\mathbb{D} \times \mathbb{T}$, pode ser visto como uma sequência de imagens f . Ele pode ser descrito por*

$$V_N = (f)_{t \in \mathbb{T}} \quad (4.1)$$

onde N é o número de imagens contidas no filme.

Definição 3 (Similaridade de imagens) *Sejam f_{t_1} e f_{t_2} duas imagens de um vídeo nas posições t_1 e t_2 , respectivamente. Duas imagens são similares se a distância $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2})$ entre elas for menor que um limiar (δ). A similaridade de imagens é definida por*

$$FS(f_{t_1}, f_{t_2}, \delta) = \begin{cases} 1, & \text{if } \mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2}) \leq \delta \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4.2)$$

Existem diversas maneiras para medir a distância $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2})$, isto é, a distância entre duas imagens, por exemplo, diferença de histograma ou imagem, interseção dos histogramas, diferença da média dos histogramas entre outros. A distância satisfaz a diversas propriedades naturais.

Property 1: $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2}) \geq 0$ (Potitiva);

Property 2: $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2}) = \mathcal{D}(f_{t_2}, f_{t_1})$ (Simetrica);

Property 3: $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2}) = 0$ if $t_1 = t_2$ (Reflexiva).

Depois do filme selecionado, é possível construir um grafo de similaridade de imagens baseado em um filme V_N e uma distância medida conforme a seguir.

Definição 4 (Grafo de similaridade – G^δ) *Seja V_N um filme contendo N imagens. Um grafo de similaridade $G^\delta = (N, E^\delta)$ é um grafo não direcionado. Cada nó $v_{t_1} \in N$ representa uma imagem $f_{t_1} \in V_N$. Existem uma $e \in E^\delta$ com tamanho $\mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2})$ entre os dois nós v_{t_1} e v_{t_2} se a similaridade de imagens das imagens associadas for igual a 1, isto é,*

$$E^\delta = \{ (v_{t_1}, v_{t_2}, \mathcal{D}(f_{t_1}, f_{t_2})) \mid v_{t_1} \in N, v_{t_2} \in N, FS(f_{t_1}, f_{t_2}, \delta) = 1 \} \quad (4.3)$$

A Figura 4.2(a) mostra um grafo de similaridade de um filme real no qual apenas as imagens 1, 501, 1001, 1501, 2001, 2501 e 3001 são exemplos. A medida de dissimilaridade utilizada é a intersecção de histograma no modelo RGB e está no intervalo $[0, 100]$.

Para gerar um resumo de vídeo sem considerar o passo de particionamento (ou segmentação), foi proposta a utilização de um algoritmo de agrupamento. De acordo com [12] é o melhor algoritmo de agrupamento conhecido na teoria dos grafos e é baseado na construção da árvore geradora mínima [36]. Neste trabalho, foi definida a árvore geradora mínima como a estrutura que armazena o conteúdo de um filme e o relacionamento entre todas as cenas deste filme.

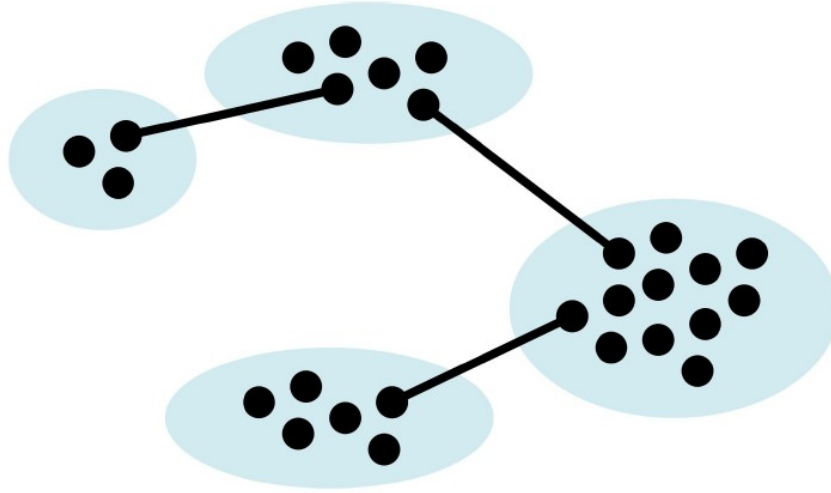


Figura 4.1: Espaçamento máximo

Definição 5 (Árvore geradora mínima das imagens - AGM_{G^δ}) Seja $G^\delta = (N, E^\delta)$ um grafo de similaridade das imagens. A árvore geradora mínima $AGM_{G^\delta} = (N, E_1^\delta)$ é um subgrafo de G^δ que contém as menores distâncias entre as imagens E^δ .

De acordo com a [33], o algoritmo de k -means divide objetos em k grupos não vazios. No que diz respeito a sumarização de um vídeo, k -means divide a sequência de um vídeo em k onde o espaço representa a distância mínima medida entre qualquer par de nós. Assim, a distância máxima entre os grupos, conforme ilustrado na figura 4.1, está relacionada com o k -ésimo grupo de espaçamento máximo da árvore geradora mínima das imagens. Para processar o k -means, e conseqüentemente, as k cenas do vídeo sem definir o número de grupos, é importante definir a sequência ordenada das distâncias e colocar os valores em ordem a fim de simplificar o algoritmo de agrupamento de imagens.

Definição 6 (Sequência ordenada das distâncias – $S^{E_1^\delta}$) Seja AGM_{G^δ} uma árvore geradora mínima. Seja $E_1^\delta = \{e = (a, b, c)\}$ o conjunto das distâncias da AGM_{G^δ} . Seja $S_i^{E_1^\delta}$ a distância $e_i = (a_i, b_i, c_i) \in E_1^\delta$ entre duas imagens a_i e b_i com tamanho c_i . A sequência ordenada das

distâncias $(S_1^{E^\delta})$ no que diz respeito ao peso

$$S_1^{E^\delta} = (S_i^{E^\delta})_{i \in [1, N]}$$

no qual $S_i^{E^\delta} \leq S_{i+1}^{E^\delta}$ if $c_i \leq c_{i+1}$.

Definição 7 (Transformação dos valores – $T(\Delta)$) *Seja AGM_{G^δ} a árvore geradora mínima. Seja $S_1^{E^\delta}$ a seqüência ordenada das distâncias da AGM_{G^δ} . A transformação dos valores $T(\Delta)$ é definida por*

$$T(\Delta) = \{ ||S_1^{E^\delta}|| - i + 2 \mid w(S_{i-1}^{E^\delta}) < \Delta \text{ and } w(S_{i+1}^{E^\delta}) \geq \Delta \} \quad (4.4)$$

no qual $w(S_i^{E^\delta})$ significa a distância entre as imagens $S_i^{E^\delta}$.

Se todos os valores na seqüência ordenada são diferentes $T(\max\{S_1^{E^\delta}\})$ é igual a 2. Assim para computar 2 grupos é necessário eliminar as distâncias na AGM_{G^δ} com valores superiores. Finalmente, para identificar as cenas de vídeo da árvore geradora mínima é necessário apagar as arestas de acordo com algum critério.

Definição 8 (Exclusão de arestas - $e \mapsto \lambda$) *Seja AGM_{G^δ} a árvore geradora mínima. A operação de remoção, definida por $e \mapsto \lambda$, remove uma aresta de acordo com algum critério.*

A operação de exclusão aplicada a uma árvore, produz dois componentes conectados. Aqui, cada componente conectado é chamado *grupo de imagens*, tal qual definido a seguir. O processo de exclusão de arestas deve ser utilizado de acordo com os seguintes critérios. Neste trabalho, foram utilizados dois diferentes: (i) remoção de arestas com maior distância, ou (ii) exclusão de arestas com peso igual ou superior a um determinado limiar. O primeiro é útil quando o número de grupos (definido anteriormente) é pré-definido. O segundo pode ser considerado quando a medida máxima de dissimilaridade entre grupos for especificada, e pode ser considerado um caso especial da primeira. Por exemplo, a eliminação, na figura 4.2, de todas as arestas com

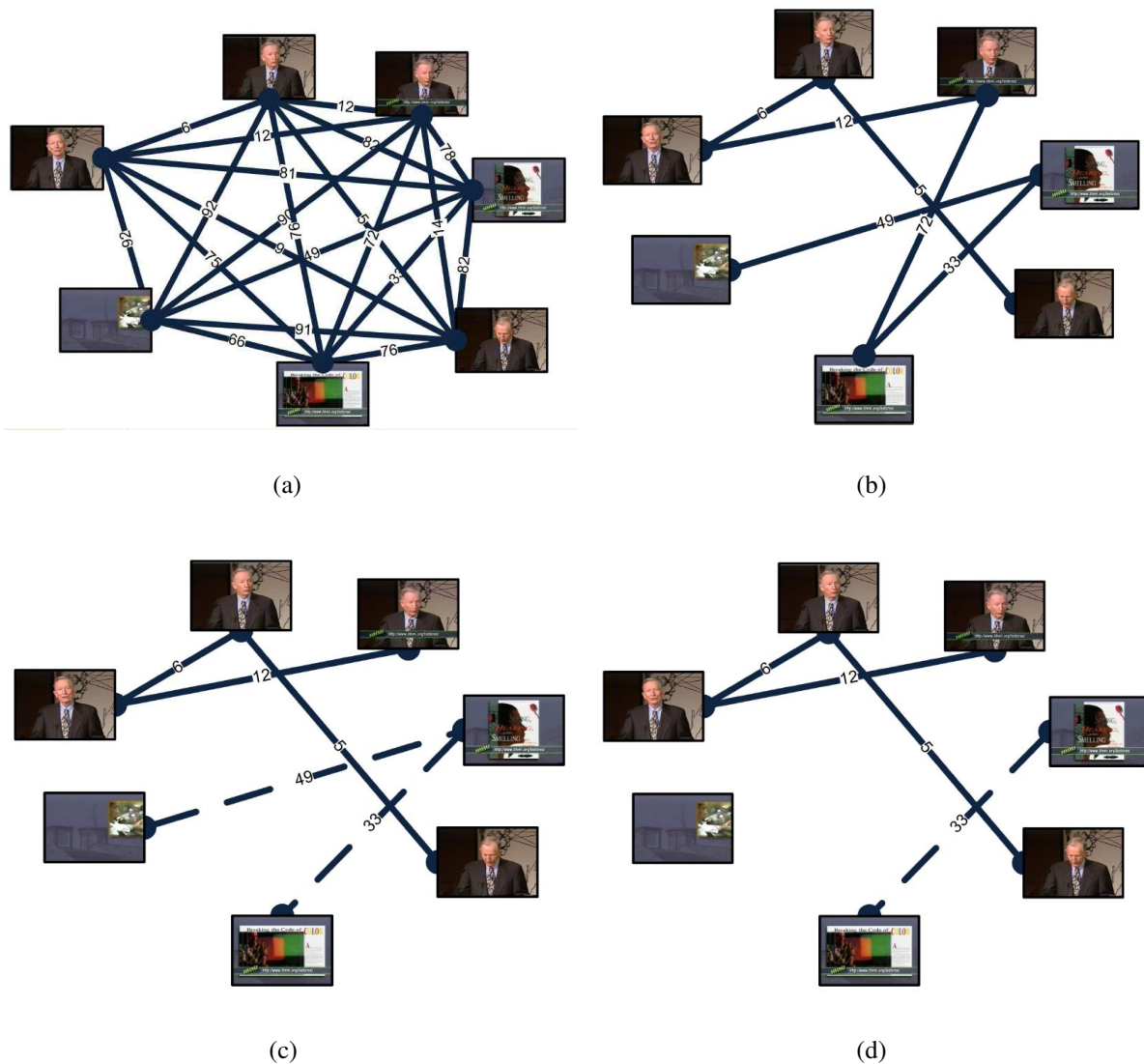


Figura 4.2: Exemplo de resumo de vídeo. (a) Grafo de similaridade das imagens; (b) árvore geradora mínima das imagens; (c) excluindo as distâncias iguais a 72; (d) excluindo as distâncias iguais a 49;

peso igual ou superior a 49, produz o mesmo resultado da remoção das 2 maiores distâncias entre as imagens.

Definição 9 (Grupo de imagens – $C^{*,k}$) *Seja AGM_{G^δ} uma árvore geradora mínima. Seja $C^{*,k}$ indicando os k componentes conectados $C_1^{*,k}, C_2^{*,k}, \dots, C_k^{*,k}$ formado pela remoção das $k - 1$ maiores distâncias do AGM_{G^δ} nos quais $C_i^{*,k} = (N_i, E_i^\delta)$. $C^{*,k}$ são k -grupos de espaçamento máximo.*

O número de grupos, e, conseqüentemente, o número de cenas vídeo estão diretamente relacionados ao número de operações de remoção. Além disso, o processo para gerar o agrupamento das imagens é hierarquizado no sentido de que a remoção de uma imagem de um grupo divide em dois grupos diferentes. É importante notar que dois grupos nunca serão fundidos posteriormente à aplicação da operação de remoção. Entretanto, a importância de um grupo de imagens pode depender do seu tamanho, pois grupos com um pequeno número de imagens podem representar ruídos. Por exemplo, uma imagem negra ou branca são provavelmente muito diferentes de todas as outras imagens e, conseqüentemente, as distâncias adjacentes serão as maiores das imagens AGM_{G^δ} . O grupo de imagens produzido pela eliminação vai apresentar um número muito reduzido de imagens, e, conseqüentemente, pode ser ignorado pela nossa análise.

4.2 Resumo de vídeo utilizando árvore geradora mínima

De acordo com [12] o algoritmo mais conhecido para agrupamento é baseado na Árvore Geradora Mínima [36], seguido pela exclusão das arestas, com maiores valores, para gerar os grupos. Em nossa aplicação, as imagens representam os dados e cada grupo representa uma cena do filme. A seguir, nós descrevemos uma abordagem que está ilustrada na figura 4.3.

Em [10] e [2] o método proposto é baseado no K-means para agrupamento. Infelizmente esta proposta, mesmo sendo simples e eficiente, é baseada em número de grupos fixos o que

Algorithm 1 Sumarização de vídeo utilizando AGM**Require:** Video V **Require:** Limiar (δ) para agrupamento**Require:** Limiar (α) para o tamanho do componente conectado

```

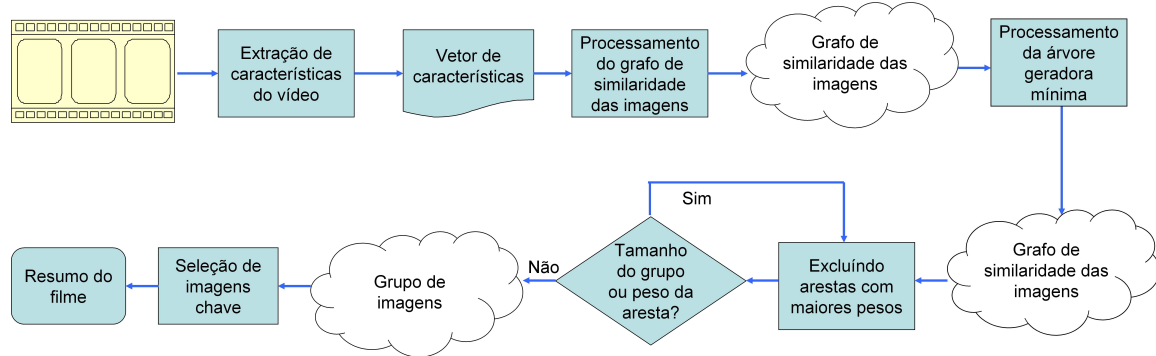
1: Criar um grafo ponderado não direcionado  $G = (V, E)$ 
2: Computar a árvore geradora mínima  $H = (V_1, E_1)$  para  $G$ 
3:  $SUM \leftarrow \emptyset$ 
4: for todos os elementos  $e_p \in E_1$  do
5:   if  $e_p \geq \delta$  then
6:     Remove  $e_p$  de  $H$ 
7:   end if
8: end for
9: for Todos os elementos conectados  $CC = (V_2, E_2) \in H$  do
10:  if  $|V_2| \geq \alpha$  then
11:     $SUM \leftarrow SUM \cup$  Selecionar um vértice  $V_2^t$  para representar  $CC$ 
12:  end if
13: end for
14: return  $SUM$ 

```

pode resultar em alguns erros. Graças à abordagem da árvore geradora mínima, os passos para a criação dos grupos e segmentação do vídeo são eliminados. Assim, o processamento da árvore geradora mínima foi baseado no grafo de similaridade das imagens que foi gerado a partir da sequência do vídeo. Em seguida, foram excluídos os grupos até que fique estável. O conceito de estável está relacionado a duas abordagens:

- Número de grupos desejado. Está relacionado ao número de imagens chave, uma vez que o processamento gera apenas uma imagem chave por grupo.
- Padrão de semelhanças em um grupo. Cujo objetivo é lidar com a subdivisão de um grupo caso haja algum padrão de imagem superior a um determinado limiar.

A figura 4.3 apresenta a metodologia para a criação do resumo de vídeo.

Figura 4.3: Metodologia para sumarização de vídeo utilizando Árvore Geradora Mínima

4.3 Considerações finais

Uma abordagem à respeito de sumarização de vídeos utilizando árvore geradora mínima foi apresentada neste capítulo. Aqui foram listadas a metodologia proposta e as formas de configuração. Para isto, foram definidos filme, similaridade de imagens, grafo de similaridade, árvore geradora mínima de imagens, sequência ordenada das distâncias, transformação de valores, exclusão das arestas, grupos de imagens e para encerrar, o algoritmo para agrupamento.

Capítulo 5

Experimentos

Em nossos experimentos, utilizamos alguns filmes extraídos a partir do repositório Open Video¹. Foram utilizados 20 filmes para a realização de experimentos preliminares, listados na tabela 5.1, que também contém o tempo de duração e o número de quadros do filme. Nesta etapa foram aplicadas 15 configurações diferentes para cada um dos 20 filmes, dispostas na tabela 5.2. Nesta tabela, dissimilaridade indica o quão semelhantes são as imagens para pertencerem a um mesmo grupo, o agrupamento determina quais grupos pertencerão ao resumo dependendo da quantidade de elementos que cada um destes grupos possui. Por fim, o limiar de amostragem que indica quais imagens do filme serão consideradas no processamento. Pode-se considerar todas as imagens, ou saltar imagens com o intuito de elevar a velocidade de processamento. Em um filme, para se ter a sensação de movimento são necessários em torno de 25 imagens por segundo, sendo assim, muitas destas imagens são iguais ou bem parecidas. Foram escolhidas duas das configurações desta etapa para gerar os resumos que serão comparados com outras abordagens, a denominada AGM2 com as configurações Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 1 e o AGM7 com as configurações Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 10, estas e outras abordagens foram utilizadas na fase de comparação dos resumos apresentados na tabela 5.2. Para realizar uma comparação visual e outras formas de

¹<http://www.open-video.org>

comparação foi considerado o conjunto de dados utilizados no Visto² composto por 50 vídeos de diferentes gêneros (documentário, palestras, efêmero, históricos e educativos), que também contemplam o mesmo universo utilizado por [2] todos disponíveis no Open Video. Desta forma foi possível realizar comparações entre as metodologias utilizadas pelo Open Video, Visto [11], DT [1], (d) VSUMM1 [2], (e) AGM2 - Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 1 e (f) AGM7 - Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 10.

Tabela 5.1: *Filmes utilizados na fase final do experimento.*

Nome	Quadros	Duração
v01 NASA 25th Anniversary Show* Segment 02	2.494	01:23
v02 NASA 25th Anniversary Show* Segment 03	4.267	02:22
v03 NASA 25th Anniversary Show* Segment 04	3.895	02:10
v04 NASA 25th Anniversary Show* Segment 08	2.775	01:32
v05 Hurricanes and Computer Simulation	6.099	03:23
v06 Drag Activity Part One	3.620	02:00
v07 Model Testing	3.534	01:58
v08 Computer Simulation	6.902	03:50
v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing	3.630	02:01
v10 SAGE II and Picasso-Cena	3.609	02:01
v11 Aerodynamic Forces	3.302	01:50
v12 Wind Tunnels	4.662	02:35
v13 Immune System	5.874	03:16
v14 Flying a Plane	3.458	01:55
v15 Flight Pioneers	6.019	03:20
v16 Astronauts in Space	3.269	01:49
v17 Space Suits	4.273	02:22
v18 The Red Planet	4.306	02:23
v19 Moon Phases	6.449	03:35
v20 Oil Clean Up	3.537	01:58

Tabela 5.2: *Filmes utilizados na fase final do experimento.*

Código	Dissilaridade	Agrupamento	Amostragem
AGM1	20	10	1
AGM2	25	10	1
AGM3	30	10	1
AGM4	35	10	1
AGM5	40	10	1
AGM6	20	10	10
AGM7	25	10	10
AGM8	30	10	10
AGM9	35	10	10
AGM10	40	10	10
AGM11	20	10	15
AGM12	25	10	15
AGM13	30	10	15
AGM14	35	10	15
AGM15	40	10	15

²<http://visto.iit.cnr.it/>

Figura 5.1: Exemplo de resumo de vídeo aplicado ao filme “News.mpg” composto por 5 (cinco) tomadas: (a) T(35)-grupos; (b) 3-grupos; (c) T(34)-grupos; e (d) T(25)-grupos.



(a)



(b)



(c)



(d)

A figura 5.1(a), figura 5.1(c) e a figura 5.1(d) ilustram os resultados da aplicação do Algoritmo 1 para $T(35) = 2$, $T(34) = 4$ e $T(25) = 5$. É importante notar que os valores 25, 34 e 35 representam três mais altos valores na árvore geradora mínima, no entanto, existem 1, 2 e 1 arestas com esses pesos, respectivamente. Assim, existem duas opções diferentes para calcular um 3-grupo. A figura 5.1(b) ilustra um 3-grupo.

A tabela 5.3 lista os filmes utilizados nos experimentos com a quantidade de imagens, tempo de duração e o número de tomadas contadas manualmente por um observador. Estes filmes estão com a resolução de 352 X 240 *pixels* a 30 imagens por segundo. Foi utilizada a ferramenta Virtualdub³ para a extração das imagens e características dos filmes utilizados. Para o desenvolvimento das aplicações foi utilizada a linguagem Microsoft C++ 6.0.

O processamento da árvore geradora mínima das imagens, foi inicialmente realizado em dois passos geração histogramas das imagens do filme em 16 tons de cinza, seguido pela geração da árvore geradora mínima das imagens que utiliza estes histogramas. Para a comparação das imagens foi utilizado a interseção dos histogramas.

O procedimento utilizado para avaliar os experimentos, tabelas 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10, foi baseado em [1]. A tabela 5.10 é um resumo comparativo entre os métodos e apresenta as seguintes informações, quantidade de filmes que foram utilizados nos experimentos, quantos resumos o AGM2⁴, AGM7⁵, Visto, DT E SUMM1 tiveram o mesmo número, tiveram mais ou menos imagens chave comparados com o resumo disponível no Open Video. E para encerrar, a última coluna indica o número de imagens parecidas que aparecem nos filmes, identificadas por um observador humano. As tabelas 5.4 e 5.5 para o método AGM2, 5.6 e 5.7 para o AGM7. A primeira coluna apresenta o nome do filme, na segunda a quantidade total de imagens, na coluna seguinte o número total de imagens chave, ou grupos, foi identificado pela respectiva abordagem. Na quarta aparece o percentual do número de imagens do resumo em relação ao número total de imagens, isto é, o percentual entre a terceira e a segunda coluna. Para calcular a quinta coluna, percentual de coincidentes, antes foram coletadas as informações da sexta coluna, importância, que é a quantidade de imagens que cada um dos grupos gerados no resumo apresentou. Em seguida, foram realizadas comparações visuais entre cada uma das imagens geradas no resumo e comparada com o resumo gerado pelo Open Video. Para a imagem que

³<http://www.virtualdub.org/>

⁴Resumo com as configurações Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 1

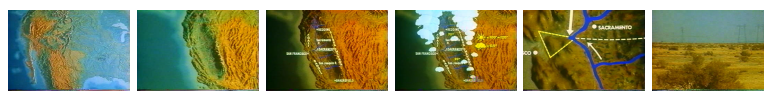
⁵Resumo com as configurações Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10, e Amostragem = 10

foi considerada visualmente igual, o valor do respectivo grupo da sexta coluna foi somado. No final das comparações pega-se esta soma e divide-se pela soma total de todos os grupos. Veja exemplos para os métodos AGM2 e AGM7 figuras 5.2 e 5.3 respectivamente. Para todas as imagens, exceto a segunda, do modelo AGM2, é possível encontrar uma semelhante no resumo do Open Video. Vamos então na sexta coluna da tabela 5.4, 28, 6, 71, 68, 24, 9, são os valores de importância para as imagens. Desta forma, $(28+71+68+24+9)*100/(28+6+71+68+24+9) = 97,09\%$. Agora para AGM7, veja figura 5.6, é visível que todas as imagens da abordagem possui uma semelhante no modelo Open Vídeo. Assim paga-se os valores, 28, 71, 68, 24, da coluna 6, $(28+71+68+24)*100/(28+71+68+24) = 100\%$

Figura 5.2: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) AGM2 Vídeo: v23 The Great Web of Water, segment 2



(a)

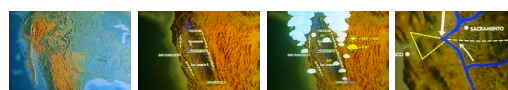


(b)

Figura 5.3: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) AGM7 Vídeo: v23 The Great Web of Water, segment 2



(a)



(b)

Nas tabelas 5.8 e 5.9 é possível comparar os resultados entre os métodos AGM2 e AGM7,

através de relações entre estes métodos e o Open Video.

Na tabela 5.11 foram apresentadas comparações entre os métodos dispostos e o Open Video, com a finalidade de comparar os resultados dos resumos. Nestas tabelas não estão as colunas importância e coincidentes tendo em vista que não existem informações disponíveis para o cálculo. Denominamos compressão relativa a relação entre o número de grupos gerado pelo método e o número de tomadas detectadas por um observador. Desta forma, Compressão relativa = Quantidade de grupos/Número de tomadas.

As tabelas 5.12 e 5.13 apresentam o resultado da comparação entre os grupos formados pelos modelos AGM2, AGM7, Visto, DT e SUMM1. Nelas estão dispostos os nomes dos filmes, quantidade de tomadas, quantidade de grupos gerados pelo resumo Open Video e as imagens coincidentes, isto é, imagens dos modelos AGM2, AGM7, Visto, DT e SUMM1 que tem semelhança com alguma das imagens do resumo do Open Video.

Tabela 5.3: *Filmes utilizados na fase final do experimento.*

Código	Nome	Quadros	Duração	Tomadas
614	v21 The Great Web of Water, segment 01	3.279	01:50	32
615	v22 The Great Web of Water, segment 02	2.118	01:11	5
670	v23 The Great Web of Water, segment 07	1.745	00:59	17
684	v24 A New Horizon, segment 01	1.806	01:01	12
685	v25 A New Horizon, segment 02	1.797	01:00	11
686	v26 A New Horizon, segment 03	6.249	03:29	29
687	v27 A New Horizon, segment 04	3.192	01:47	17
689	v28 A New Horizon, segment 05	3.561	01:59	22
690	v29 A New Horizon, segment 06	1.944	01:05	10
661	v30 A New Horizon, segment 08	1.815	01:01	8
663	v31 A New Horizon, segment 010	2.517	01:24	12
635	v32 Take Pride in America, segment 01	2.691	01:30	15
637	v33 Take Pride in America, segment 03	3.261	01:49	30
4586	v34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	4.204	03:00	10
4923	v35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 01	2.336	01:18	15
422	v36 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 1 presenter	4.221	02:20	19
425	v37 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 2	3.411	01:53	13
430	v38 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 3 presenter	4.566	02:32	41
538	v39 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 4 presenter	5.249	02:55	40
719	v40 Exotic Terrane, segment 01	2.940	01:38	32
720	v41 Exotic Terrane, segment 02	2.776	01:32	28
721	v42 Exotic Terrane, segment 03	2.676	01:29	20
722	v43 Exotic Terrane, segment 04	4.797	02:40	34
724	v44 Exotic Terrane, segment 06	2.425	01:21	12
726	v45 Exotic Terrane, segment 08	2.428	01:21	11
731	v46 America's New Frontier, segment 01	3.591	01:59	12
733	v47 America's New Frontier, segment 03	2.166	01:12	5
734	v48 America's New Frontier, segment 04	3.705	02:03	10
737	v49 America's New Frontier, segment 07	3.615	02:00	19
740	v50 America's New Frontier, segment 10	4.830	02:41	9
744	v51 The Future of Energy Gases, segment 03	2.934	01:37	13
746	v52 The Future of Energy Gases, segment 05	3.615	02:00	9
750	v53 The Future of Energy Gases, segment 09	1.884	01:02	6
753	v54 The Future of Energy Gases, segment 12	2.886	01:36	11
785	v55 Oceanfloor Legacy, segment 01	1.740	00:58	6
786	v56 Oceanfloor Legacy, segment 02	2.325	01:17	8
788	v57 Oceanfloor Legacy, segment 04	3.450	01:55	10
792	v58 Oceanfloor Legacy, segment 08	3.186	01:46	16
793	v59 Oceanfloor Legacy, segment 09	2.106	01:10	14
803	v60 The Voyage of the Lee, segment 05	2.094	01:09	13
813	v61 The Voyage of the Lee, segment 15	2.277	01:15	12
814	v62 The Voyage of the Lee, segment 16	2.619	01:27	5
838	v63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 03	2.310	01:17	12
839	v64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 04	5.310	02:57	19
850	v65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 03	2.742	01:31	11
852	v66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 05	2.187	01:12	7
853	v67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 06	2.425	01:30	10
854	v68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 07	1.950	01:05	4
855	v69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 08	3.618	02:00	14
857	v70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	1.407	00:46	4

Tabela 5.4: Tabela comparativa baseada em [1] - AGM2 1/2

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM2	Compressao AGM2 (%)	Coincidente AGM2 (%)	Importância AGM2
v21 The Great Web of Water, segment 01	3.279	27	0,82	37,74	13, 9, 5, 6, 31, 2, 8, 9, 9, 2, 58, 13, 5, 5, 2, 24, 19, 8, 9, 8, 10, 5, 3, 14, 2, 6, 25
v22 The Great Web of Water, segment 02	2.118	6	0,28	97,09	28, 6, 71, 68, 24, 9
v23 The Great Web of Water, segment 07	1.745	11	0,63	64,95	7, 10, 9, 12, 17, 13, 8, 7, 5, 7, 2
v24 A New Horizon, segment 01	1.806	14	0,78	52,44	2, 10, 11, 11, 9, 17, 9, 11, 15, 4, 3, 10, 13, 39
v25 A New Horizon, segment 02	1.797	13	0,72	58,18	62, 15, 3, 5, 8, 8, 8, 12, 11, 7, 7, 11
v26 A New Horizon, segment 03	6.249	23	0,37	25,29	15, 18, 98, 15, 24, 102, 12, 20, 24, 2, 14, 14, 37, 41, 17, 25, 12, 6, 10, 35, 19, 27, 14
v27 A New Horizon, segment 04	3.192	16	0,50	29,87	57, 22, 14, 24, 2, 6, 40, 14, 19, 7, 17, 11, 28, 19, 10, 18
v28 A New Horizon, segment 05	3.561	24	0,67	33,43	21, 11, 17, 31, 15, 5, 5, 26, 2, 12, 6, 10, 10, 24, 14, 18, 12, 15, 15, 13, 17, 4, 22, 10
v29 A New Horizon, segment 06	1.944	12	0,62	45,70	23, 13, 7, 13, 5, 27, 3, 26, 23, 21, 14, 11
v30 A New Horizon, segment 08	1.815	9	0,50	88,30	19, 10, 22, 26, 25, 27, 13, 22, 7
v31 A New Horizon, segment 010	2.517	11	0,44	40,25	27, 20, 8, 13, 7, 30, 23, 35, 26, 27, 25
v32 Take Pride in America, segment 01	2.691	17	0,63	28,87	20, 7, 13, 8, 3, 9, 8, 13, 8, 9, 3, 6, 11, 67, 8, 6, 40
v33 Take Pride in America, segment 03	3.261	33	1,01	26,20	6, 3, 2, 4, 8, 7, 8, 13, 16, 30, 3, 3, 18, 6, 12, 10, 2, 5, 15, 5, 5, 5, 6, 4, 12, 2, 2, 12, 7, 7, 9, 9, 15
v34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	4.204	4	0,10	89,05	19, 303, 52, 46
v35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 01	2.336	7	0,30	99,11	140, 53, 8, 11, 2, 9, 2
v36 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 1 presenter	4.221	10	0,24	92,27	11, 13, 202, 4, 74, 13, 78, 4, 13, 2
v37 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 2	3.411	6	0,18	88,76	29, 16, 212, 57, 2, 22
v38 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 3 presenter	4.566	16	0,35	76,73	10, 221, 43, 14, 13, 9, 10, 16, 15, 30, 13, 16, 18, 9, 8, 2
v39 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 4 presenter	5.249	11	0,21	90,75	8, 3, 450, 2, 8, 13, 10, 6, 6, 5, 8
v40 Exotic Terrane, segment 01	2.940	15	0,51	100,00	30, 11, 10, 13, 15, 17, 30, 12, 12, 22, 22, 21, 16, 12, 27
v41 Exotic Terrane, segment 02	2.776	5	0,18	100,00	13, 29, 26, 2, 3
v42 Exotic Terrane, segment 03	2.676	13	0,49	66,15	21, 12, 36, 54, 16, 7, 14, 2, 11, 14, 12, 28, 33
v43 Exotic Terrane, segment 04	4.797	20	0,42	84,36	17, 14, 14, 16, 29, 36, 62, 15, 12, 9, 28, 74, 5, 9, 8, 27, 45, 7, 18, 28
v44 Exotic Terrane, segment 06	2.425	8	0,33	0,00	
v45 Exotic Terrane, segment 08	2.428	10	0,41	100,00	49, 14, 21, 23, 20, 19, 16, 24, 39, 9
v46 America's New Frontier, segment 01	3.591	9	0,25	49,15	104, 18, 34, 16, 41, 31, 40, 32, 38
v47 America's New Frontier, segment 03	2.166	7	0,32	99,05	2, 3, 16, 19, 23, 30, 117
v48 America's New Frontier, segment 04	3.705	9	0,24	91,11	65, 59, 59, 21, 12, 29, 32, 40, 54
v49 America's New Frontier, segment 07	3.615	19	0,53	89,37	2, 7, 55, 33, 19, 11, 10, 15, 10, 9, 20, 14, 15, 47, 5, 18, 24, 12, 22
v50 America's New Frontier, segment 10	4.830	10	0,21	100,00	25, 43, 79, 24, 91, 15, 17, 28, 58, 100

Tabela 5.5: *Tabela comparativa baseada em [1] - AGM2 2/2*

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM2	Compressao AGM2 (%)	Coincidente AGM2 (%)	Importância AGM2
v51 The Future of Energy Gases, segment 03	2.934	10	0,34	53,58	42, 102, 4, 59, 34, 3, 5, 11, 22, 11
v52 The Future of Energy Gases, segment 05	3.615	9	0,25	77,05	4, 81, 12, 17, 56, 64, 53, 35, 31
v53 The Future of Energy Gases, segment 09	1.884	5	0,27	100,00	82, 31, 43, 9, 20
v54 The Future of Energy Gases, segment 12	2.886	14	0,49	56,69	88, 17, 4, 2, 3, 8, 10, 7, 5, 8, 6, 2, 2, 122
v55 Oceanfloor Legacy, segment 01	1.740	5	0,29	34,10	32, 25, 2, 111, 3
v56 Oceanfloor Legacy, segment 02	2.325	10	0,43	55,07	3, 42, 19, 6, 20, 19, 12, 9, 11, 86
v57 Oceanfloor Legacy, segment 04	3.450	14	0,41	77,48	4, 96, 36, 2, 2, 13, 23, 29, 12, 12, 5, 21, 76, 2
v58 Oceanfloor Legacy, segment 08	3.186	17	0,53	13,59	81, 10, 9, 2, 2, 9, 9, 17, 12, 34, 82, 4, 6, 3, 10, 11, 8
v59 Oceanfloor Legacy, segment 09	2.106	16	0,76	57,00	2, 41, 14, 20, 11, 9, 14, 6, 2, 20, 15, 5, 6, 19, 13, 3
v60 The Voyage of the Lee, segment 05	2.094	8	0,38	95,63	21, 16, 3, 9, 127, 9, 8, 13
v61 The Voyage of the Lee, segment 15	2.277	8	0,35	28,07	28, 49, 105, 13, 14, 6, 4, 9
v62 The Voyage of the Lee, segment 16	2.619	5	0,19	93,46	19, 6, 38, 11, 186
v63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 03	2.310	13	0,56	67,70	2, 54, 9, 5, 12, 10, 5, 14, 23, 50, 15, 12, 15
v64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 04	5.310	16	0,30	87,87	7, 21, 9, 11, 36, 251, 31, 26, 10, 5, 2, 8, 9, 11, 42, 32
v65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 03	2.742	12	0,44	51,69	14, 23, 54, 27, 16, 23, 10, 12, 9, 30, 21, 28
v66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 05	2.187	11	0,50	57,42	13, 27, 35, 12, 9, 7, 25, 39, 38, 2, 2
v67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 06	2.425	8	0,33	80,15	14, 97, 18, 12, 18, 55, 30, 23
v68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 07	1.950	5	0,26	83,77	14, 22, 29, 9, 117
v69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 08	3.618	11	0,30	28,21	14, 45, 24, 95, 17, 17, 13, 39, 29, 24, 41
v70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	1.407	5	0,36	67,97	35, 19, 28, 41, 5

Tabela 5.6: *Tabela comparativa baseada em [1] - AGM7 1/2*

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM7	Compressao AGM7 (%)	Coincidente AGM7 (%)	Importância AGM7
v21 The Great Web of Water, segment 01	3.279	9	0,27	72,95	13, 31, 58, 13, 24, 19, 10, 14, 25
v22 The Great Web of Water, segment 02	2.118	4	0,19	100,00	28, 71, 68, 24
v23 The Great Web of Water, segment 07	1.745	11	0,63	75,00	10, 12, 17, 13
v24 A New Horizon, segment 01	1.806	9	0,50	79,56	10, 11, 11, 17, 11, 15, 10, 13, 39
v25 A New Horizon, segment 02	1.797	5	0,28	69,37	62, 15, 12, 11, 11
v26 A New Horizon, segment 03	6.249	21	0,34	25,63	15, 18, 98, 15, 24, 102, 12, 20, 24, 14, 14, 37, 41, 17, 25, 12, 10, 35, 19, 27, 14
v27 A New Horizon, segment 04	3.192	13	0,41	26,28	57, 22, 14, 24, 40, 14, 19, 17, 11, 28, 19, 10, 18
v28 A New Horizon, segment 05	3.561	19	0,53	38,34	21, 11, 17, 31, 15, 26, 12, 10, 10, 24, 14, 18, 12, 15, 15, 13, 17, 22, 10
v29 A New Horizon, segment 06	1.944	9	0,46	63,74	23, 13, 13, 27, 26, 23, 21, 14, 11
v30 A New Horizon, segment 08	1.815	8	0,44	92,07	19, 10, 22, 26, 25, 27, 13, 22
v31 A New Horizon, segment 010	2.517	9	0,36	39,82	27, 20, 13, 30, 23, 35, 26, 27, 25
v32 Take Pride in America, segment 01	2.691	17	0,63	34,76	20, 13, 13, 11, 67, 40
v33 Take Pride in America, segment 03	3.261	10	0,31	15,69	13, 16, 30, 18, 12, 10, 15, 12, 12, 15
v34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	4.204	4	0,10	89,05	19, 303, 52, 46
v35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 01	2.336	3	0,13	100,00	140, 53, 11
v36 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 1 presenter	4.221	7	0,17	93,56	11, 13, 202, 74, 13, 78, 13
v37 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 2	3.411	5	0,15	88,69	29, 16, 212, 57, 22
v38 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 3 presenter	4.566	12	0,26	84,25	10, 221, 43, 14, 13, 10, 16, 15, 30, 13, 16, 18
v39 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 4 presenter	5.249	3	0,06	0,00	450, 13, 10
v40 Exotic Terrane, segment 01	2.940	15	0,51	100,00	30, 11, 10, 13, 15, 17, 30, 12, 12, 22, 22, 21, 16, 12, 27
v41 Exotic Terrane, segment 02	2.776	3	0,11	100,00	13, 29, 26
v42 Exotic Terrane, segment 03	2.676	11	0,41	68,53	21, 12, 36, 54, 16, 14, 11, 14, 12, 28, 33
v43 Exotic Terrane, segment 04	4.797	15	0,31	93,56	17, 14, 14, 16, 29, 36, 62, 15, 12, 28, 74, 27, 45, 18, 28
v44 Exotic Terrane, segment 06	2.425	8	0,33	0,00	
v45 Exotic Terrane, segment 08	2.428	9	0,37	100,00	49, 14, 21, 23, 20, 19, 16, 24, 39
v46 America's New Frontier, segment 01	3.591	9	0,25	49,15	104, 18, 34, 16, 41, 31, 40, 32, 38
v47 America's New Frontier, segment 03	2.166	5	0,23	100,00	16, 19, 23, 30, 117
v48 America's New Frontier, segment 04	3.705	9	0,24	91,11	65, 59, 59, 21, 12, 29, 32, 40, 54
v49 America's New Frontier, segment 07	3.615	15	0,41	93,85	55, 33, 19, 11, 10, 15, 10, 20, 14, 15, 47, 18, 24, 12, 22
v50 America's New Frontier, segment 10	4.830	10	0,21	100,00	25, 43, 79, 24, 91, 15, 17, 28, 58, 100

Tabela 5.7: Tabela comparativa baseada em [1] - AGM7 2/2

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM7	Compressao AGM7 (%)	Coincidente AGM7 (%)	Importância AGM7
v51 The Future of Energy Gases, segment 03	2.934	7	0,24	100,00	42, 102, 59, 34, 11, 22, 11
v52 The Future of Energy Gases, segment 05	3.615	8	0,22	100,00	81, 12, 17, 56, 64, 53, 35, 31
v53 The Future of Energy Gases, segment 09	1.884	4	0,21	100,00	82, 31, 43, 20
v54 The Future of Energy Gases, segment 12	2.886	4	0,14	0,00	88, 17, 10, 122
v55 Oceanfloor Legacy, segment 01	1.740	4	0,23	33,93	32, 25, 111
v56 Oceanfloor Legacy, segment 02	2.325	7	0,30	55,50	42, 19, 20, 19, 12, 11, 86
v57 Oceanfloor Legacy, segment 04	3.450	9	0,26	88,99	96, 36, 13, 23, 29, 12, 12, 21, 76
v58 Oceanfloor Legacy, segment 08	3.186	8	0,25	46,30	81, 10, 17, 12, 34, 82, 10, 11
v59 Oceanfloor Legacy, segment 09	2.106	9	0,43	52,69	41, 14, 20, 11, 14, 20, 15, 19, 13
v60 The Voyage of the Lee, segment 05	2.094	4	0,19	28,25	21, 16, 127, 13
v61 The Voyage of the Lee, segment 15	2.277	5	0,22	36,36	28, 49, 105, 13, 14
v62 The Voyage of the Lee, segment 16	2.619	4	0,15	95,67	19, 38, 11, 186
v63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 03	2.310	9	0,39	73,66	54, 12, 10, 14, 23, 50, 15, 12, 15
v64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 04	5.310	10	0,19	95,33	21, 11, 36, 251, 31, 26, 10, 11, 42, 32
v65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 03	2.742	11	0,40	53,49	14, 23, 54, 27, 16, 23, 10, 12, 30, 21, 28
v66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 05	2.187	7	0,32	81,48	13, 27, 35, 12, 25, 39, 38
v67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 06	2.425	8	0,33	80,15	14, 97, 18, 12, 18, 55, 30, 23
v68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 07	1.950	4	0,21	87,91	14, 22, 29, 117
v69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 08	3.618	11	0,30	28,21	14, 45, 24, 95, 17, 17, 13, 39, 29, 24, 41
v70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	1.407	4	0,28	43,90	35, 19, 28, 41

Tabela 5.8: Tabela comparativa modificada baseada em [1] - AGM2/AGM7 1/2

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM2	Grupos AGM7	Compressao AGM2 (%)	Compressao AGM7 (%)	Coincidente AGM2 (%)	Coincidente AGM7 (%)
v21 The Great Web of Water, segment 01	3.279	27	9	0,82	0,27	37,74	72,95
v22 The Great Web of Water, segment 02	2.118	6	4	0,28	0,19	97,09	100,00
v23 The Great Web of Water, segment 07	1.745	11	11	0,63	0,63	64,95	75,00
v24 A New Horizon, segment 01	1.806	14	9	0,78	0,50	52,44	79,56
v25 A New Horizon, segment 02	1.797	13	5	0,72	0,28	58,18	69,37
v26 A New Horizon, segment 03	6.249	23	21	0,37	0,34	25,29	25,63
v27 A New Horizon, segment 04	3.192	16	13	0,50	0,41	29,87	26,28
v28 A New Horizon, segment 05	3.561	24	19	0,67	0,53	33,43	38,34
v29 A New Horizon, segment 06	1.944	12	9	0,62	0,46	45,70	63,74
v30 A New Horizon, segment 08	1.815	9	8	0,50	0,44	88,30	92,07
v31 A New Horizon, segment 010	2.517	11	9	0,44	0,36	40,25	39,82
v32 Take Pride in America, segment 01	2.691	17	17	0,63	0,63	28,87	34,76
v33 Take Pride in America, segment 03	3.261	33	10	1,01	0,31	26,20	15,69
v34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	4.204	4	4	0,10	0,10	89,05	89,05
v35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 01	2.336	7	3	0,30	0,13	99,11	100,00
v36 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 1 presenter	4.221	10	7	0,24	0,17	92,27	93,56
v37 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 2	3.411	6	5	0,18	0,15	88,76	88,69
v38 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 3 presenter	4.566	16	12	0,35	0,26	76,73	84,25
v39 Senses And Sensitivity, Introduct. to Lecture 4 presenter	5.249	11	3	0,21	0,06	90,75	0,00
v40 Exotic Terrane, segment 01	2.940	15	15	0,51	0,51	100,00	100,00
v41 Exotic Terrane, segment 02	2.776	5	3	0,18	0,11	100,00	100,00
v42 Exotic Terrane, segment 03	2.676	13	11	0,49	0,41	66,15	68,53
v43 Exotic Terrane, segment 04	4.797	20	15	0,42	0,31	84,36	93,56
v44 Exotic Terrane, segment 06	2.425	8	8	0,33	0,33	0,00	0,00
v45 Exotic Terrane, segment 08	2.428	10	9	0,41	0,37	100,00	100,00
v46 America's New Frontier, segment 01	3.591	9	9	0,25	0,25	49,15	49,15
v47 America's New Frontier, segment 03	2.166	7	5	0,32	0,23	99,05	100,00
v48 America's New Frontier, segment 04	3.705	9	9	0,24	0,24	91,11	91,11
v49 America's New Frontier, segment 07	3.615	19	15	0,53	0,41	89,37	93,85
v50 America's New Frontier, segment 10	4.830	10	10	0,21	0,21	100,00	100,00

Tabela 5.9: Tabela comparativa modificada baseada em [1] - AGM2/AGM7 2/2

Nome	Quantidade de imagens	Grupos AGM2	Grupos AGM7	Compressao AGM2 (%)	Compressao AGM7 (%)	Coincidente AGM2 (%)	Coincidente AGM7 (%)
v51 The Future of Energy Gases, segment 03	2.934	10	7	0,34	0,24	53,58	100,00
v52 The Future of Energy Gases, segment 05	3.615	9	8	0,25	0,22	77,05	100,00
v53 The Future of Energy Gases, segment 09	1.884	5	4	0,27	0,21	100,00	100,00
v54 The Future of Energy Gases, segment 12	2.886	14	4	0,49	0,14	56,69	0,00
v55 Oceanfloor Legacy, segment 01	1.740	5	4	0,29	0,23	34,10	33,93
v56 Oceanfloor Legacy, segment 02	2.325	10	7	0,43	0,30	55,07	55,50
v57 Oceanfloor Legacy, segment 04	3.450	14	9	0,41	0,26	77,48	88,99
v58 Oceanfloor Legacy, segment 08	3.186	17	8	0,53	0,25	13,59	46,30
v59 Oceanfloor Legacy, segment 09	2.106	16	9	0,76	0,43	57,00	52,69
v60 The Voyage of the Lee, segment 05	2.094	8	4	0,38	0,19	95,63	28,25
v61 The Voyage of the Lee, segment 15	2.277	8	5	0,35	0,22	28,07	36,36
v62 The Voyage of the Lee, segment 16	2.619	5	4	0,19	0,15	93,46	95,67
v63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 03	2.310	13	9	0,56	0,39	67,70	73,66
v64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 04	5.310	16	10	0,30	0,19	87,87	95,33
v65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 03	2.742	12	11	0,44	0,40	51,69	53,49
v66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 05	2.187	11	7	0,50	0,32	57,42	81,48
v67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 06	2.425	8	8	0,33	0,33	80,15	80,15
v68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 07	1.950	5	4	0,26	0,21	83,77	87,91
v69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 08	3.618	11	11	0,30	0,30	28,21	28,21
v70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	1.407	5	4	0,36	0,28	67,97	43,90

Tabela 5.10: Resultados experimentais resumidos comparados com Open Vídeo - baseada em [1]

Método	Total de filmes	Menos imagens chave	Mesmo número de de imagens chave	Mais imagens chave	Imagens Parecidas
AGM2	50	18	3	29	24
AGM7	50	28	3	19	3
Visto	50	14	5	31	50
DT	50	30	8	12	10
SUMM1	50	20	3	27	5

Tabela 5.11: Resultados experimentais - Tomadas observadas por usuários X Imagens chaves dos resumos

Nome	Grupos							Compressão relativa					
	Tomadas	Open Video	AGM2	AGM7	Visto	DT	SUMM1	Open Video (%)	AGM2 (%)	AGM7 (%)	Visto (%)	DT (%)	SUMM1 (%)
v21	32	9	27	9	13	4	15	28,13	84,38	28,13	40,63	12,50	46,88
v22	5	5	6	4	7	4	4	100,00	120,00	80,00	140,00	80,00	80,00
v23	17	11	11	4	7	7	15	64,71	64,71	23,53	41,18	41,18	88,24
v24	12	10	14	9	11	6	9	83,33	116,67	75,00	91,67	50,00	75,00
v25	11	5	13	5	6	4	10	45,45	118,18	45,45	54,55	36,36	90,91
v26	29	4	23	21	22	8	17	13,79	79,31	72,41	75,86	27,59	58,62
v27	17	6	16	13	10	7	13	35,29	94,12	76,47	58,82	41,18	76,47
v28	22	14	24	19	11	7	19	63,64	109,09	86,36	50,00	31,82	86,36
v29	10	5	12	9	6	7	9	50,00	120,00	90,00	60,00	70,00	90,00
v30	8	7	9	8	7	7	8	87,50	112,50	100,00	87,50	87,50	100,00
v31	12	5	11	9	8	6	11	41,67	91,67	75,00	66,67	50,00	91,67
v32	15	7	17	6	10	3	11	46,67	113,33	40,00	66,67	20,00	73,33
v33	30	13	33	10	16	6	16	43,33	110,00	33,33	53,33	20,00	53,33
v34	10	7	4	4	14	9	4	70,00	40,00	40,00	140,00	90,00	40,00
v35	15	15	7	3	7	6	11	100,00	46,67	20,00	46,67	40,00	73,33
v36	13	11	10	7	14	6	11	84,62	76,92	53,85	107,69	46,15	84,62
v37	13	4	6	5	11	4	5	30,77	46,15	38,46	84,62	30,77	38,46
v38	41	10	16	12	15	8	14	24,39	39,02	29,27	36,59	19,51	34,15
v39	40	9	11	3	17	6	11	22,50	27,50	7,50	42,50	15,00	27,50
v40	32	18	15	15	9	6	13	56,25	46,88	46,88	28,13	18,75	40,63
v41	28	14	5	3	9	9	10	50,00	17,86	10,71	32,14	32,14	35,71
v42	20	14	13	11	8	5	7	70,00	65,00	55,00	40,00	25,00	35,00
v43	34	28	20	15	16	10	16	82,35	58,82	44,12	47,06	29,41	47,06
v44	12	14	8	8	11	5	11	116,67	66,67	66,67	91,67	41,67	91,67
v45	11	15	10	9	10	3	7	136,36	90,91	81,82	90,91	27,27	63,64
v46	12	8	9	9	11	8	10	66,67	75,00	75,00	91,67	66,67	83,33
v47	5	7	7	5	7	5	5	140,00	140,00	100,00	140,00	100,00	100,00
v48	10	12	9	9	12	7	7	120,00	90,00	90,00	120,00	70,00	70,00
v49	19	22	19	15	12	9	13	115,79	100,00	78,95	63,16	47,37	68,42
v50	9	15	10	10	16	6	8	166,67	111,11	111,11	177,78	66,67	88,89
v51	13	15	10	7	9	8	8	115,38	76,92	53,85	69,23	61,54	61,54
v52	9	14	9	8	12	4	8	155,56	100,00	88,89	133,33	44,44	88,89
v53	6	6	5	4	6	5	5	100,00	83,33	66,67	100,00	83,33	83,33
v54	11	8	14	4	9	6	7	72,73	127,27	36,36	81,82	54,55	63,64
v55	6	2	5	3	6	3	4	33,33	83,33	50,00	100,00	50,00	66,67
v56	8	5	10	7	7	8	8	62,50	125,00	87,50	87,50	100,00	100,00
v57	10	7	14	9	11	7	9	70,00	140,00	90,00	110,00	70,00	90,00
v58	16	5	17	8	10	8	12	31,25	106,25	50,00	62,50	50,00	75,00
v59	14	7	16	9	8	8	12	50,00	114,29	64,29	57,14	57,14	85,71
v60	13	10	8	4	7	8	11	76,92	61,54	30,77	53,85	61,54	84,62
v61	12	12	8	5	8	5	7	100,00	66,67	41,67	66,67	41,67	58,33
v62	5	7	5	4	8	4	4	140,00	100,00	80,00	160,00	80,00	80,00
v63	12	6	13	9	7	6	9	50,00	108,33	75,00	58,33	50,00	75,00
v64	19	12	16	10	17	11	15	63,16	84,21	52,63	89,47	57,89	78,95
v65	11	6	12	11	9	8	11	54,55	109,09	100,00	81,82	72,73	100,00
v66	7	6	11	7	7	8	9	85,71	157,14	100,00	100,00	114,29	128,57
v67	10	6	8	8	15	7	7	60,00	80,00	80,00	150,00	70,00	70,00
v68	4	4	5	4	6	4	4	100,00	125,00	100,00	150,00	100,00	100,00
v69	14	5	11	11	12	5	9	35,71	78,57	78,57	85,71	35,71	64,29
v70	4	5	5	4	5	5	5	125,00	125,00	100,00	125,00	125,00	125,00

Tabela 5.12: *Comparação de modelos 1/2*

Filme	Quant Tomadas Usuário	Grupos Open Video	Imagens Coincidentes com Open Video				
			AGM2	AGM7	Visto	DT	SUMM1
v21 The Great Web of Water, segment 01	32	9	11	5	4	2	6
v22 The Great Web of Water, segment 02	5	5	5	4	5	3	3
v23 The Great Web of Water, segment 07	17	11	10	7	4	4	9
v24 A New Horizon, segment 01	12	10	9	7	8	4	8
v25 A New Horizon, segment 02	11	5	5	2	2	3	4
v26 A New Horizon, segment 03	29	4	4	4	1	0	2
v27 A New Horizon, segment 04	29	4	4	4	1	0	2
v28 A New Horizon, segment 05	22	14	8	7	8	5	10
v29 A New Horizon, segment 06	10	5	6	6	4	4	4
v30 A New Horizon, segment 08	8	7	7	7	6	6	6
v31 A New Horizon, segment 010	12	5	5	4	2	3	5
v32 Take Pride in America, segment 01	15	7	6	6	2	1	5
v33 Take Pride in America, segment 03	30	13	12	2	8	2	6
v34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life	10	7	3	3	10	6	3
v35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 01	15	15	6	3	4	5	8
v36 Senses And Sensitivity, Introdut. to Lecture 1 presenter	13	4	4	3	5	3	3
v37 Senses And Sensitivity, Introdut. to Lecture 2	41	10	8	8	8	7	8
v38 Senses And Sensitivity, Introdut. to Lecture 3 presenter	40	9	3	0	7	1	4
v39 Senses And Sensitivity, Introdut. to Lecture 4 presenter	32	18	15	15	9	6	13
v40 Exotic Terrane, segment 01	28	14	5	3	6	5	9
v41 Exotic Terrane, segment 02	20	14	8	8	5	5	6
v42 Exotic Terrane, segment 03	34	28	19	14	10	9	13
v43 Exotic Terrane, segment 04	12	14	4	4	7	4	8
v44 Exotic Terrane, segment 06	11	15	10	9	9	2	6
v45 Exotic Terrane, segment 08	12	8	3	3	2	3	4
v46 America's New Frontier, segment 01	5	7	6	5	6	5	6
v47 America's New Frontier, segment 03	10	12	7	7	11	7	7
v48 America's New Frontier, segment 04	19	22	17	14	12	9	13
v49 America's New Frontier, segment 07	9	15	10	10	14	6	10
v50 America's New Frontier, segment 10	13	15	8	7	7	6	7

Tabela 5.13: *Comparação dos modelos 2/2*

			Imagens Coincidentes com Open Video				
Filme	Quant Tomadas Usuário	Grupos Open Video	AGM2	AGM7	Visto	DT	SUMM1
v51 The Future of Energy Gases, segment 03	9	14	9	8	8	3	6
v52 The Future of Energy Gases, segment 05	6	6	5	4	2	3	3
v53 The Future of Energy Gases, segment 09	11	8	6	0	2	2	3
v54 The Future of Energy Gases, segment 12	6	2	3	2	2	2	1
v55 Oceanfloor Legacy, segment 01	8	5	5	3	4	4	4
v56 Oceanfloor Legacy, segment 02	10	7	9	7	3	6	6
v57 Oceanfloor Legacy, segment 04	16	5	4	4	1	3	5
v58 Oceanfloor Legacy, segment 08	14	7	7	5	2	4	7
v59 Oceanfloor Legacy, segment 09	14	7	7	5	2	4	7
v60 The Voyage of the Lee, segment 05	13	10	7	3	6	4	8
v61 The Voyage of the Lee, segment 15	12	12	4	3	5	3	6
v62 The Voyage of the Lee, segment 16	5	7	3	3	5	3	3
v63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 03	12	6	6	5	3	3	5
v64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 04	19	12	8	8	6	4	7
v65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 03	11	6	6	6	5	5	7
v66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 05	7	6	7	6	6	6	7
v67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 06	10	6	5	5	4	5	5
v68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 07	4	4	3	3	4	3	3
v69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 08	14	5	4	4	2	4	4
v70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10	4	5	4	2	4	5	5

Capítulo 6

Conclusão

Diversas são as áreas de pesquisa que envolve sumarização de vídeo, elas estão num processo de evolução bem avançado. Entretanto, ainda existem várias oportunidades. Atualmente diversos mecanismos têm sido criados para a realização de sumarização de vídeo. Alguns utilizando ainda meios manuais para a construção, outros semi-automáticos dependendo de interação com o usuário e, finalmente, os automáticos. Ainda faltam recursos e existe muito a se fazer a respeito de sumarização de vídeo.

Este trabalho apresentou uma proposta de metodologia para a elaboração automática de resumos estáticos de vídeos. Resgatando as vantagens do algoritmo da árvore geradora mínima bem difundido, considerado o algoritmo mais utilizado para problemas de agrupamento, e rápido. Proposto para a área de sumarização de vídeos. Eliminando os passos de formação de grupos e segmentação do vídeo, além de não ter limitação quanto ao número de grupos formados. Para as relações de entre as imagens foi utilizado a interseção dos histogramas.

Verifica-se através do resultado apresentado que o resumo gerado com a utilização da árvore geradora mínima apresentou resultados que condizem com a realidade visual. Possibilitou a formação de grupos de imagens semelhantes seguida pela apresentação de uma imagem representando cada um dos principais grupos formados dispensando aqueles com poucos elementos. Disponibiliza três possíveis configurações, a dissimilaridade que define o quão semelhantes são as imagens para pertencerem a um mesmo grupo, o limiar de exclusão que determina quais gru-

pos pertencerão ao resumo dependendo da quantidade de elementos que cada um destes grupos contém e, finalmente, o limiar de amostragem que determina quais imagens serão consideradas no processamento, o que reduz a quantidade de imagens processadas e incrementa a velocidade de processamento.

Foram apresentadas diversas informações a respeito de sumarização de vídeo, destaque para [11] e [1] que disponibilizaram eletronicamente resumos e filmes que possibilitaram fazer comparativos com o método proposto, respectivamente Visto¹ e Open Vídeo².

Baseado nas avaliações feitas anteriormente a abordagem da árvore geradora mínima para geração de resumos de vídeo pode ser utilizada. Vamos continuar trabalhando para sua melhoria.

6.1 Trabalhos futuros

- Refinar os resultados dos resumos, buscando evitar imagens repetidas.
- Determinação automática dos limiares de agrupamento e exclusão baseados em estudos estatísticos do filme realizados a priori.
- Testar outras técnicas em substituição à interseção do histograma [32] para as comparações entre as imagens, por exemplo Sift [44] [45] [46], e verificar se altera o comportamento do programa.
- Seleção estatística da imagem chave de um grupo, buscando uma imagem que tenha mais semelhanças com todas as outras do grupo.
- Experimentar a utilização desta abordagem em filmes de outros gêneros, esportivo, caseiros, desenhos animados e etc, para verificar se o comportamento se mantém o mesmo.

¹<http://visto.iit.cnr.it/>

²<http://www.open-video.org>

- Alteração no tamanho das imagens seguindo o padrão [6], colocando cada imagem do resumo num determinado tamanho de acordo com a quantidade de imagens no grupo correspondente.
- Inserção de âncoras html nas imagens do resumo para direcionamento ao trecho do filme correspondente [17].

Apêndice A

Comparações entre Resumos

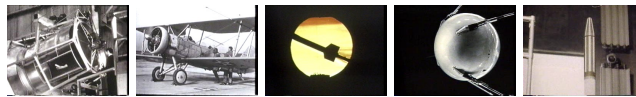
Aqui no apêndice, foram apresentados diversos resumos de filmes produzidos por diferentes abordagens. A fase inicial, das figuras A.1 até a A.60, estão os resumos gerados pela árvore geradora mínima em diferentes configurações. Nas figuras A.61 até A.110, estão ilustrados os resumos gerados a partir das abordagens do Open Video, Visto [11], DT [1], VSUMM1 [2], AGM2 - Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 1 e AGM7 Dissimilaridade = 25, Agrupamento = 10 e Amostragem = 10.

A.1 Diferentes configurações

Figura A.1: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02



(a)



(b)



(c)



(d)

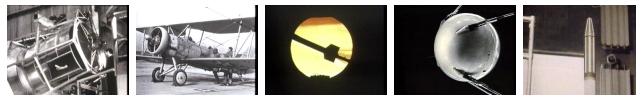


(e)

Figura A.2: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02



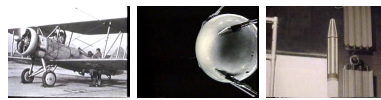
(a)



(b)



(c)



(d)

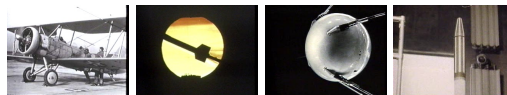


(e)

Figura A.3: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v01 NASA 25th Anniversary Show, Segment 02



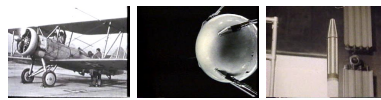
(a)



(b)



(c)

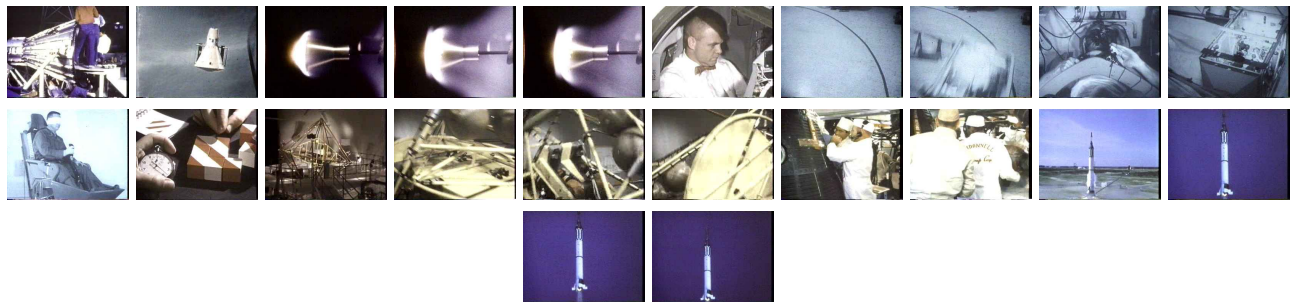


(d)



(e)

Figura A.4: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.5: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.6: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v02 NASA 25th Anniversary Show, Segment 03



(a)



(b)



(c)



(d)

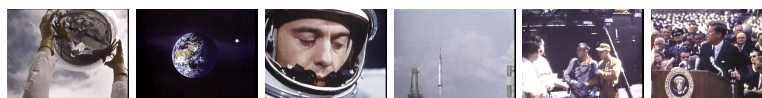


(e)

Figura A.7: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04



(a)



(b)



(c)



(d)

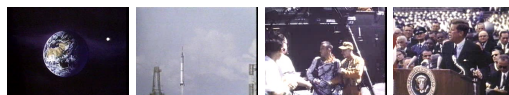


(e)

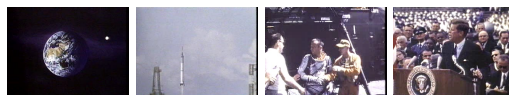
Figura A.8: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.9: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v03 NASA 25th Anniversary Show, Segment 04



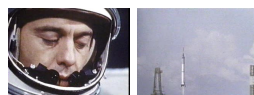
(a)



(b)



(c)

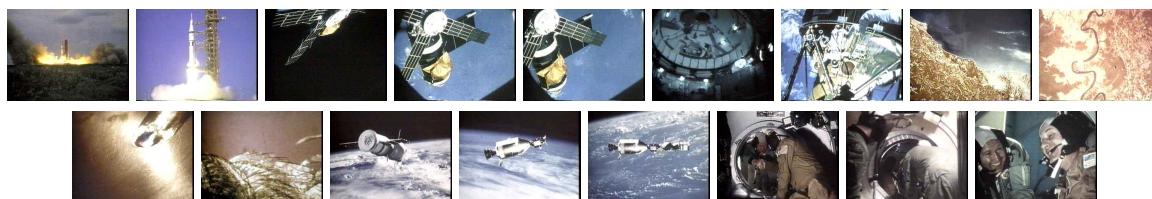


(d)

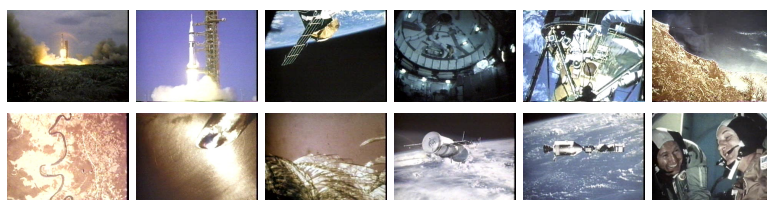


(e)

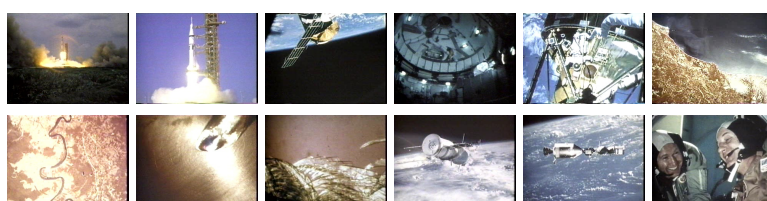
Figura A.10: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08



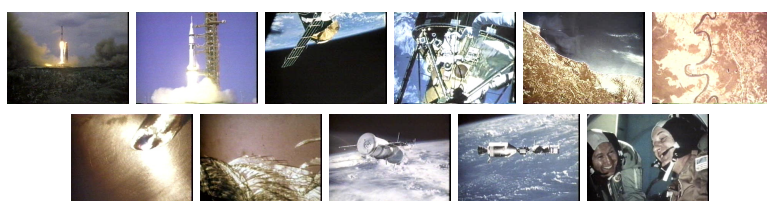
(a)



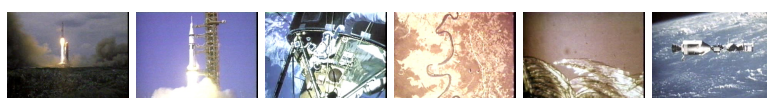
(b)



(c)

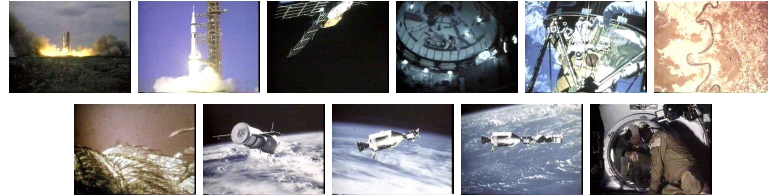


(d)



(e)

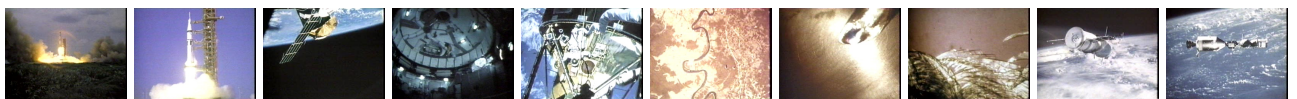
Figura A.11: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08



(a)



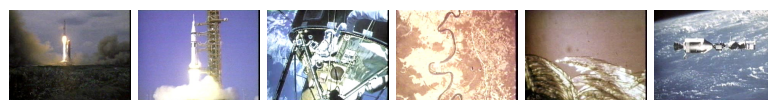
(b)



(c)

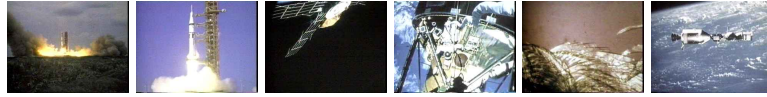


(d)



(e)

Figura A.12: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v04 NASA 25th Anniversary Show, Segment 08



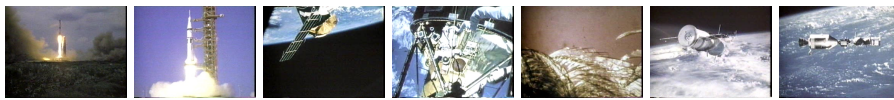
(a)



(b)



(c)

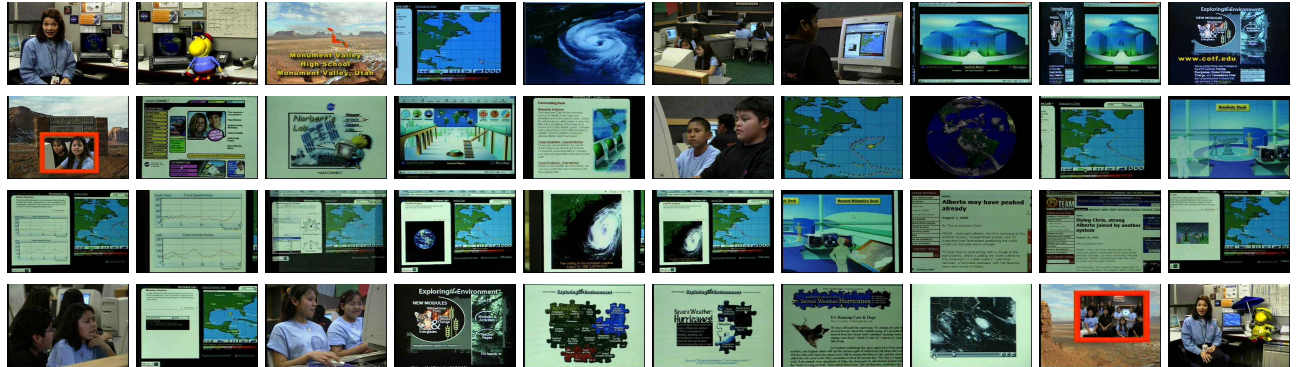


(d)

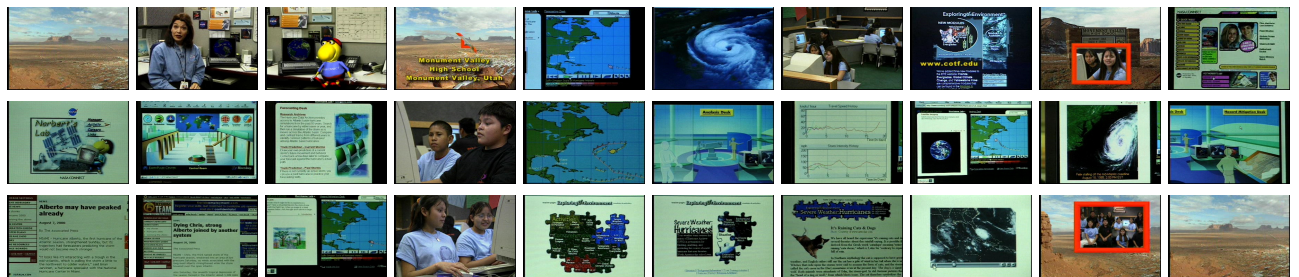


(e)

Figura A.13: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation



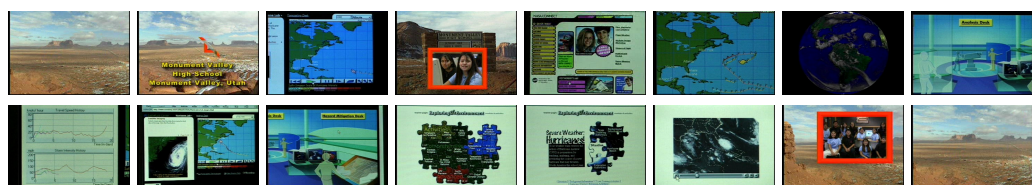
(a)



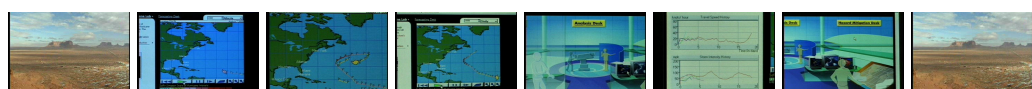
(b)



(c)

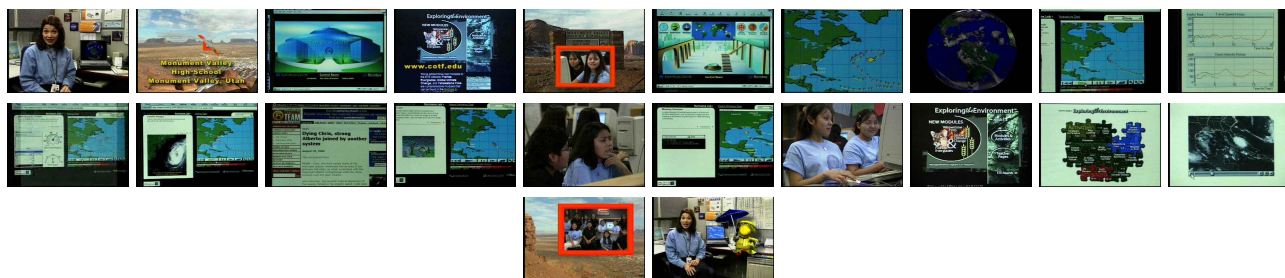


(d)



(e)

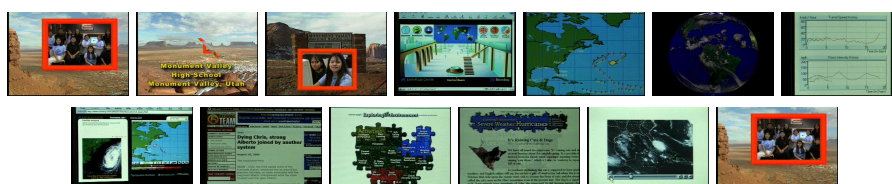
Figura A.14: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation



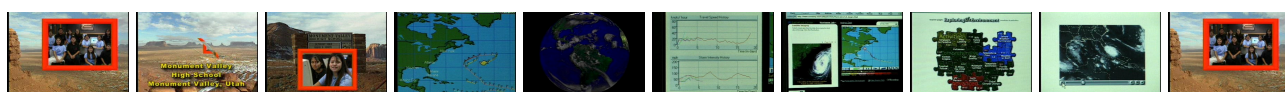
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.15: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v05 Hurricanes and Computer Simulation



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

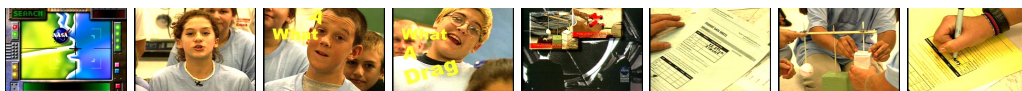
Figura A.16: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

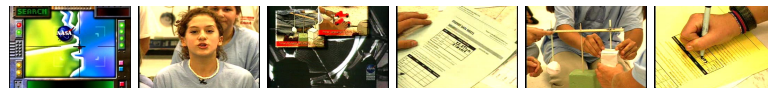
Figura A.17: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One



(a)



(b)



(c)



(d)

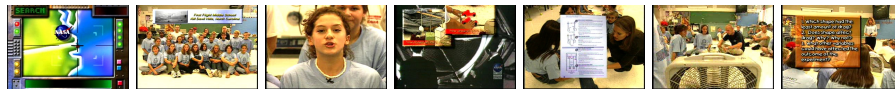


(e)

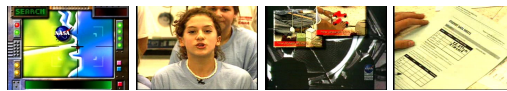
Figura A.18: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v06 Drag Activity Part One



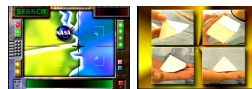
(a)



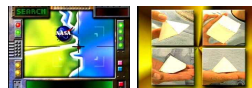
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.19: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing



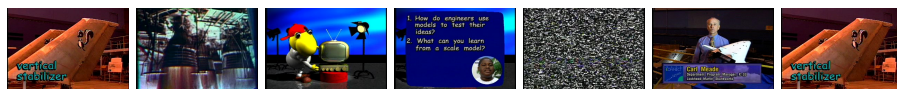
(a)



(b)



(c)

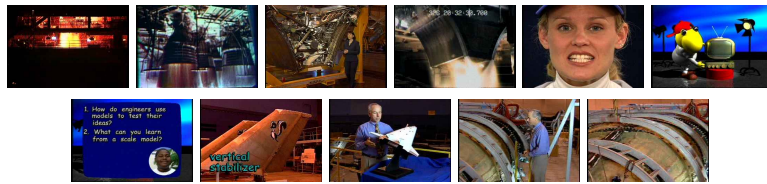


(d)



(e)

Figura A.20: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing



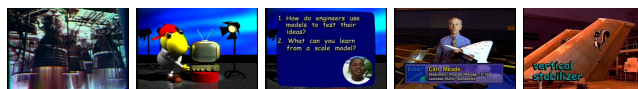
(a)



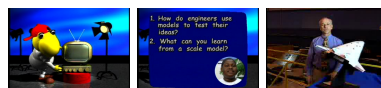
(b)



(c)



(d)



(e)

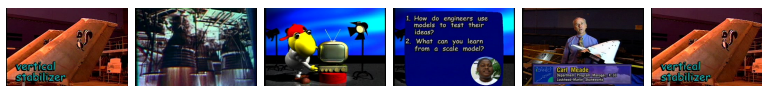
Figura A.21: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v07 Model Testing



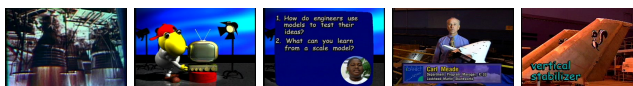
(a)



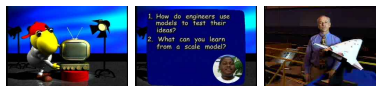
(b)



(c)

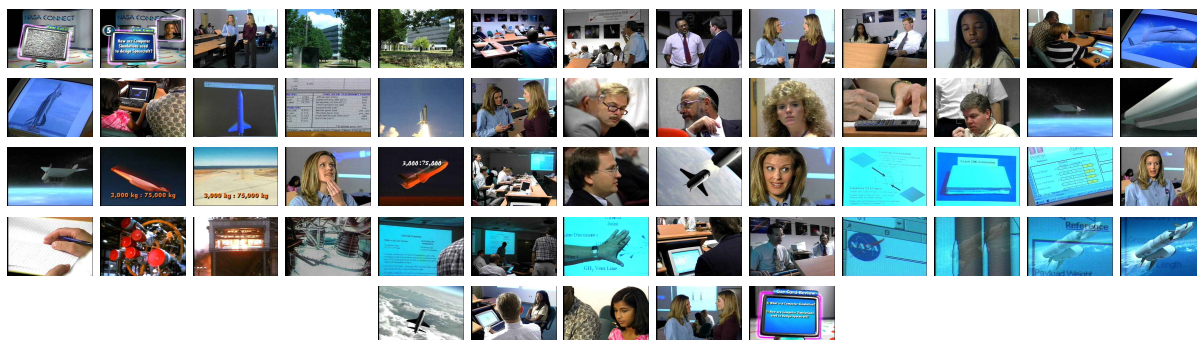


(d)

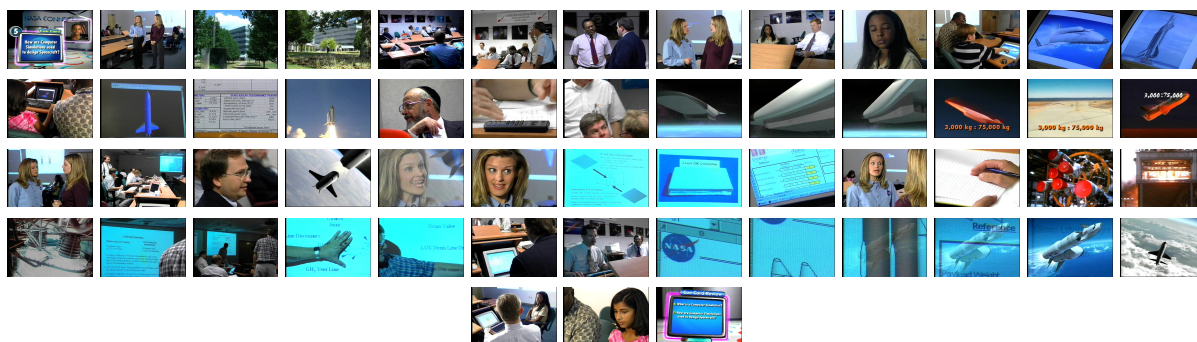


(e)

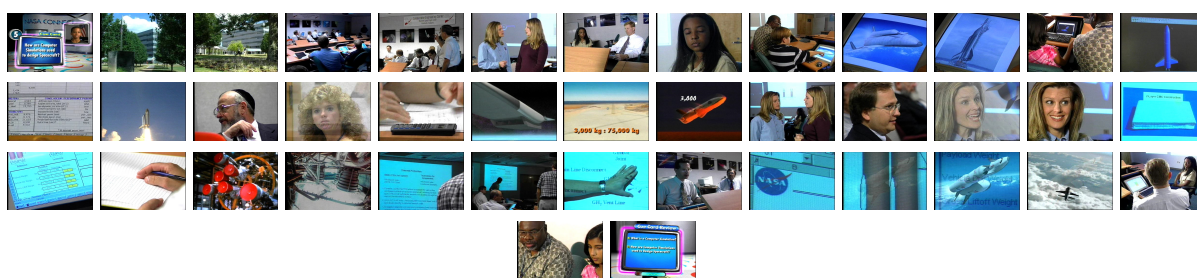
Figura A.22: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation



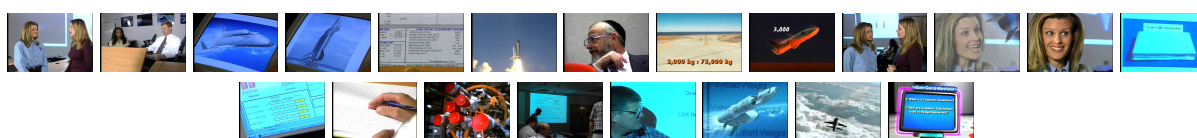
(a)



(b)



(c)

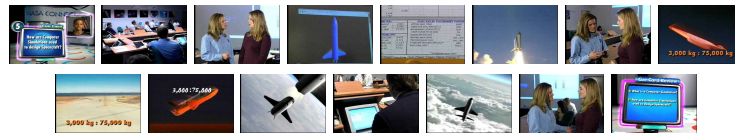


(d)

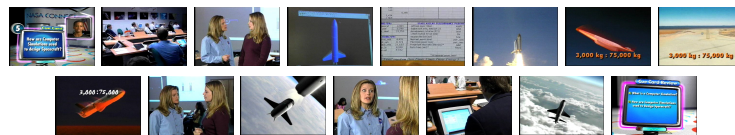


(e)

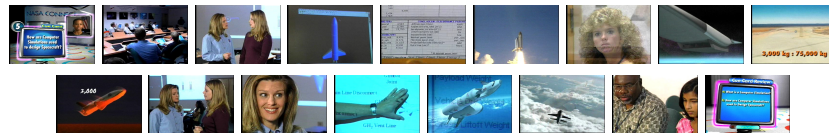
Figura A.23: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation



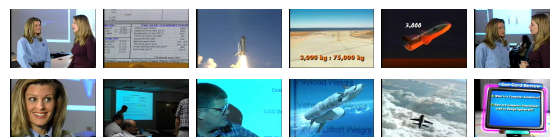
(a)



(b)



(c)

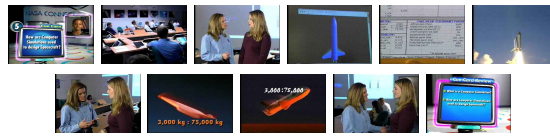


(d)

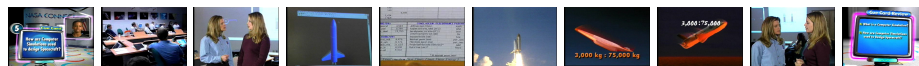


(e)

Figura A.24: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v08 Computer Simulation



(a)



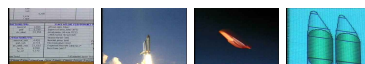
(b)



(c)



(d)

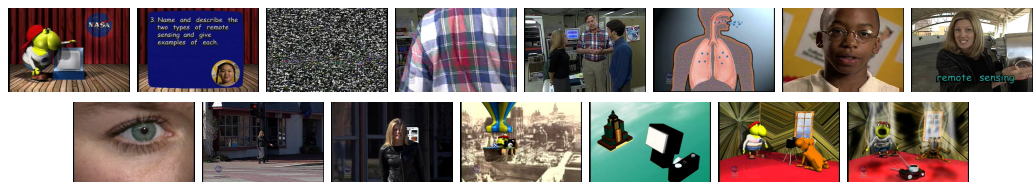


(e)

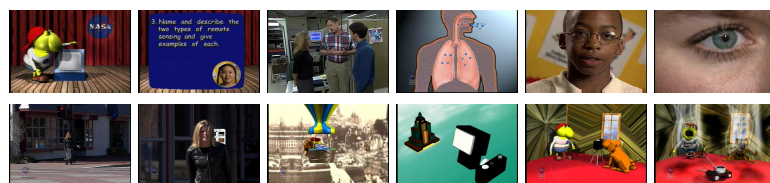
Figura A.25: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing



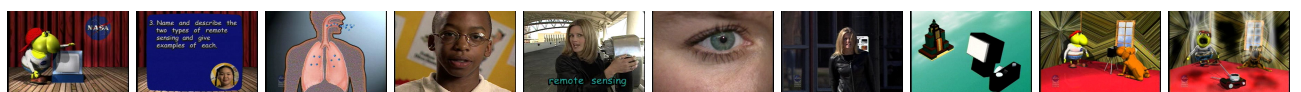
(a)



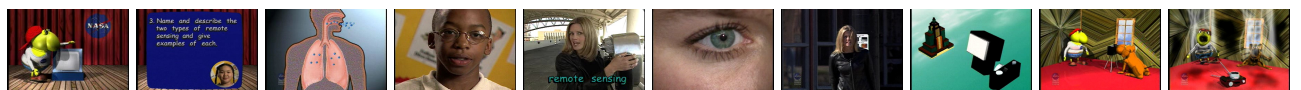
(b)



(c)



(d)

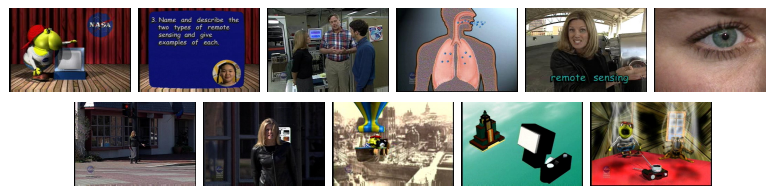


(e)

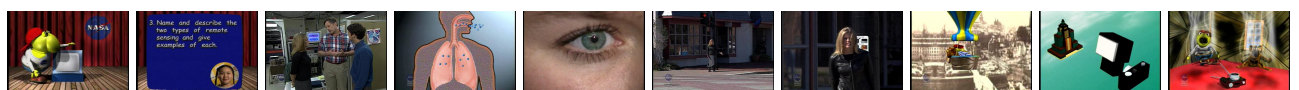
Figura A.26: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing



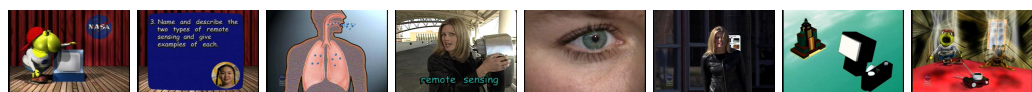
(a)



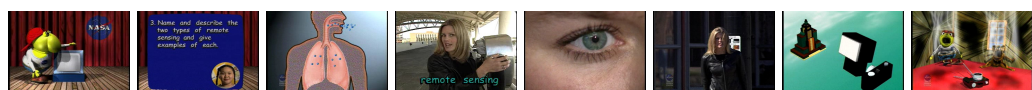
(b)



(c)



(d)

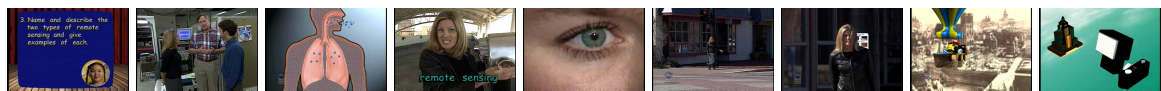


(e)

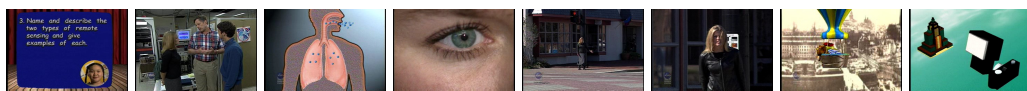
Figura A.27: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v09 Aerosol Measurement and Remote Sensing



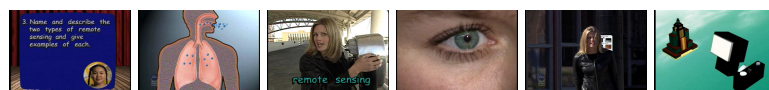
(a)



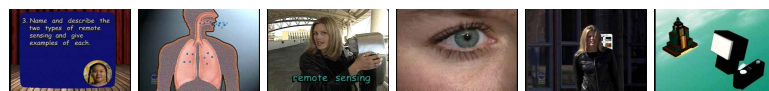
(b)



(c)



(d)



(e)

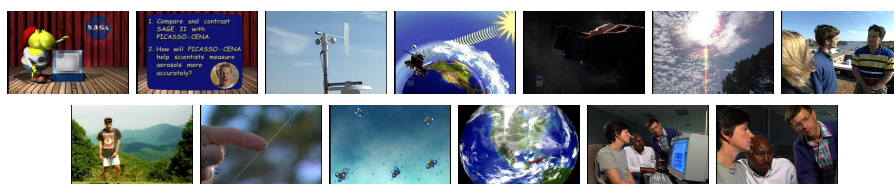
Figura A.28: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena



(a)



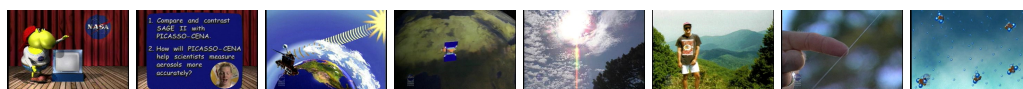
(b)



(c)

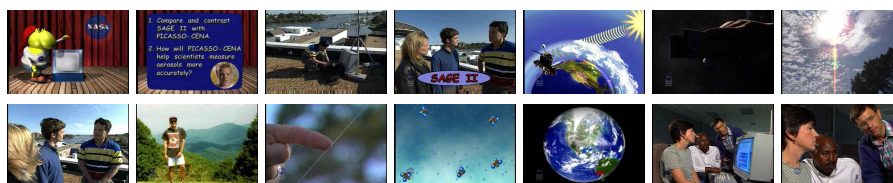


(d)

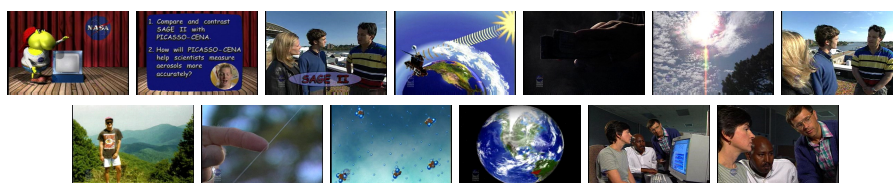


(e)

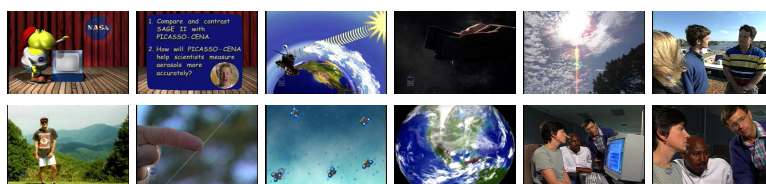
Figura A.29: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena



(a)



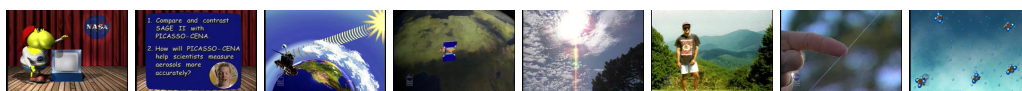
(b)



(c)



(d)

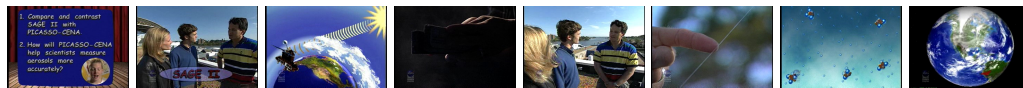


(e)

Figura A.30: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v10 SAGE II and Picasso-Cena



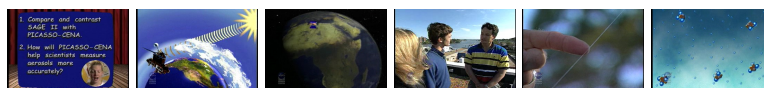
(a)



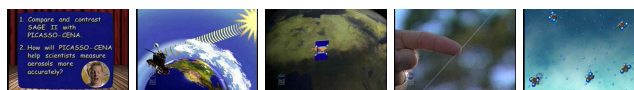
(b)



(c)

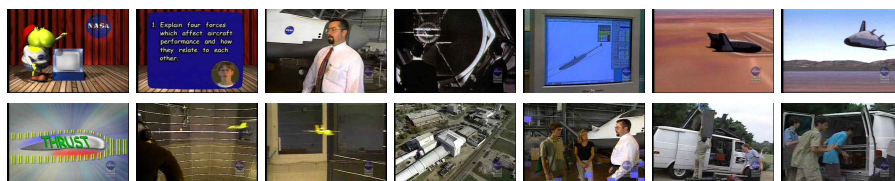


(d)

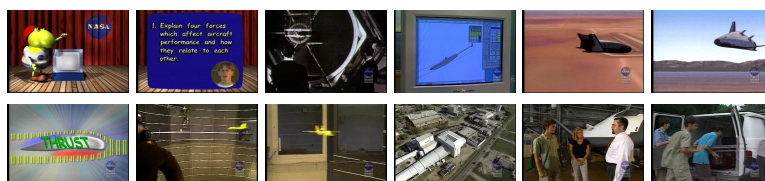


(e)

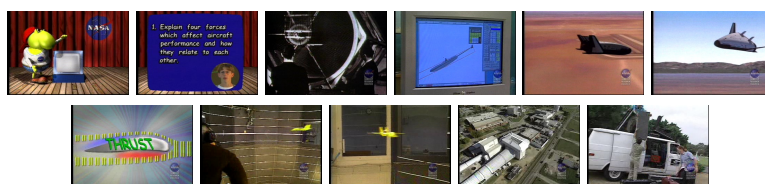
Figura A.31: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces



(a)



(b)



(c)

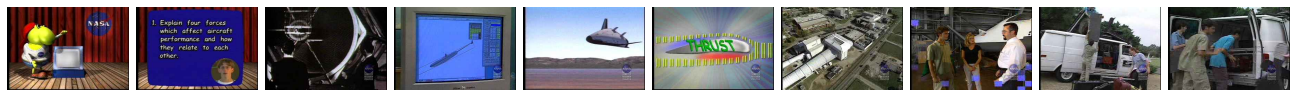


(d)



(e)

Figura A.32: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.33: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v11 Aerodynamic Forces



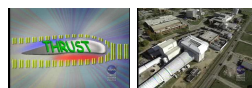
(a)



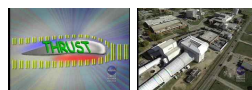
(b)



(c)



(d)

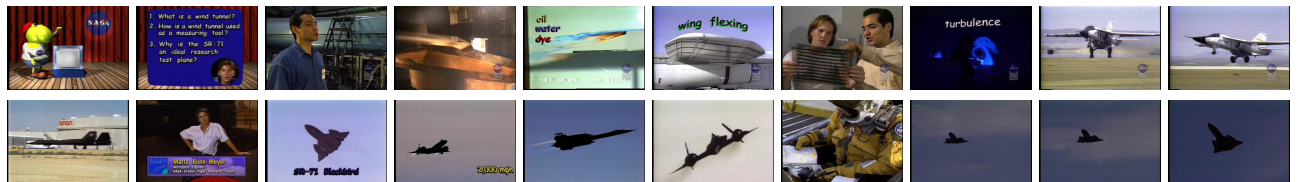


(e)

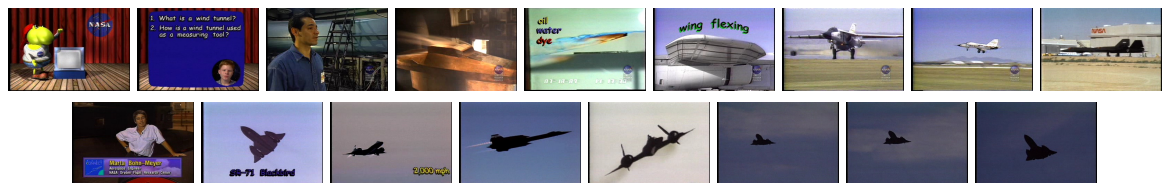
Figura A.34: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.35: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.36: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v12 Wind Tunnels



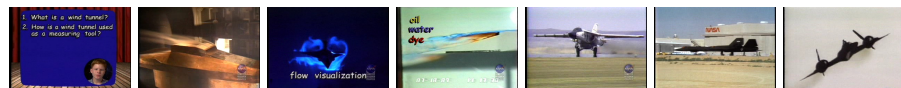
(a)



(b)



(c)

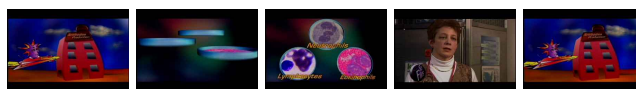


(d)



(e)

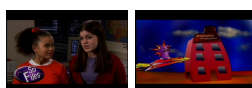
Figura A.37: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System



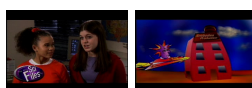
(a)



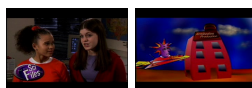
(b)



(c)

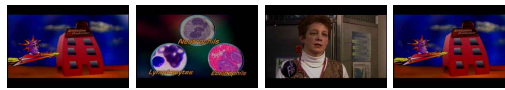


(d)



(e)

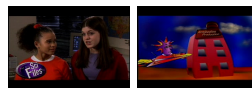
Figura A.38: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System



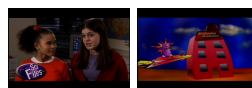
(a)



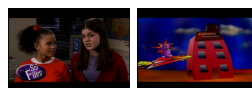
(b)



(c)

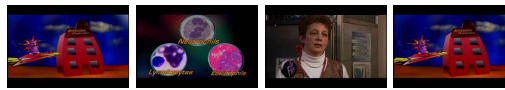


(d)



(e)

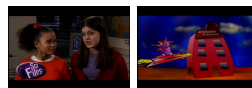
Figura A.39: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v13 Immune System



(a)



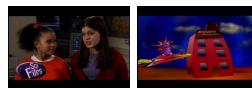
(b)



(c)

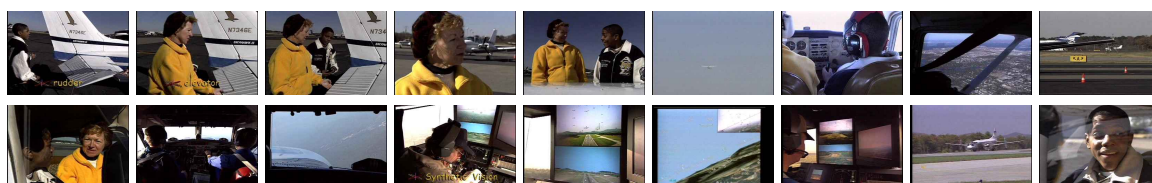


(d)



(e)

Figura A.40: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.41: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane



(a)



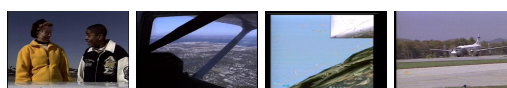
(b)



(c)



(d)

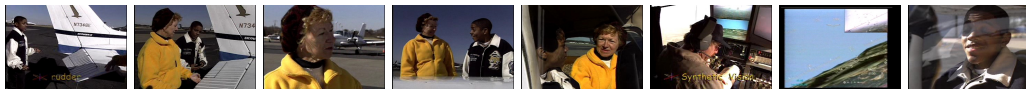


(e)

Figura A.42: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v14 Flying a Plane



(a)



(b)



(c)

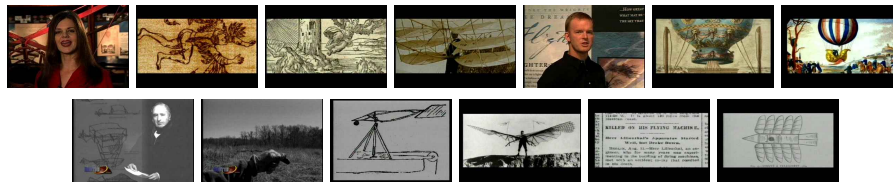


(d)



(e)

Figura A.43: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers



(a)



(b)



(c)

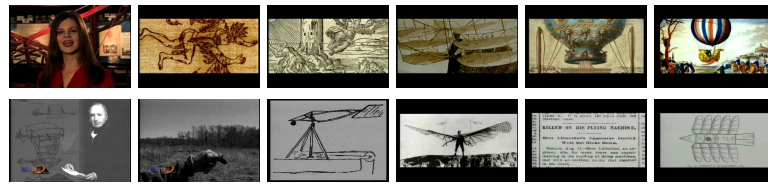


(d)



(e)

Figura A.44: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers



(a)



(b)



(c)

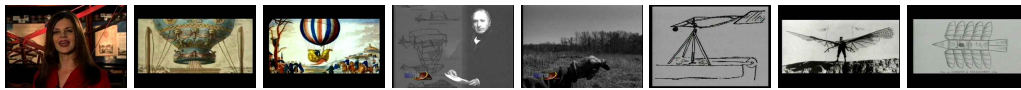


(d)



(e)

Figura A.45: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v15 Flight Pioneers



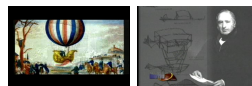
(a)



(b)



(c)

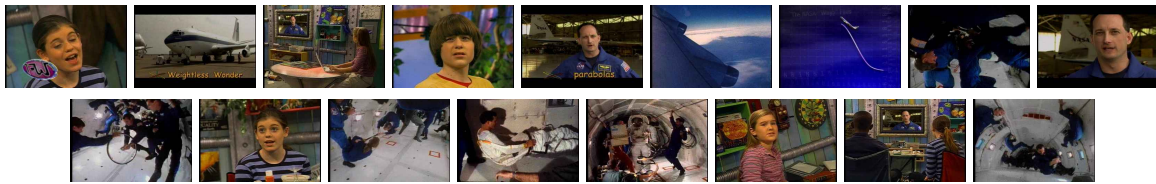


(d)



(e)

Figura A.46: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space



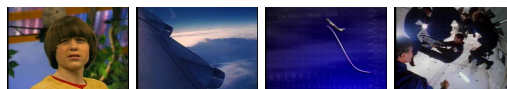
(a)



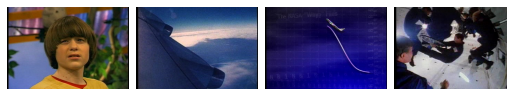
(b)



(c)



(d)



(e)

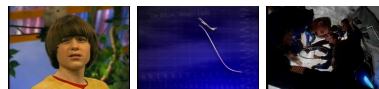
Figura A.47: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space



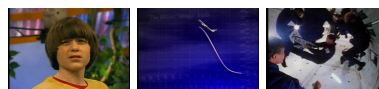
(a)



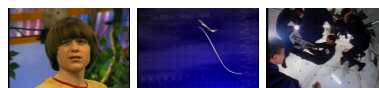
(b)



(c)



(d)

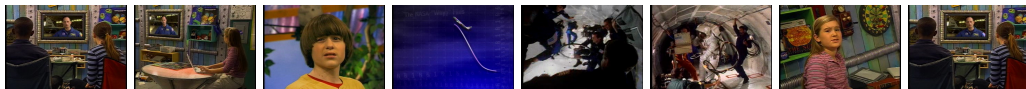


(e)

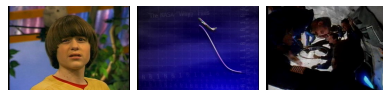
Figura A.48: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v16 Astronauts in Space



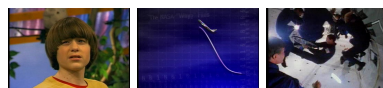
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.49: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

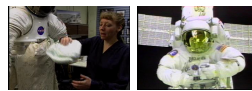
Figura A.50: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits



(a)



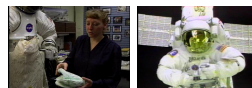
(b)



(c)



(d)

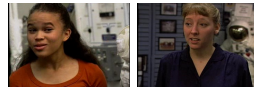


(e)

Figura A.51: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v17 Space Suits



(a)



(b)



(c)

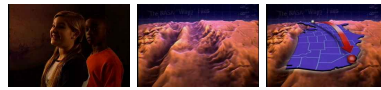


(d)

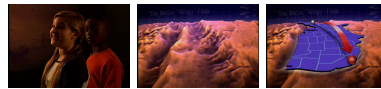


(e)

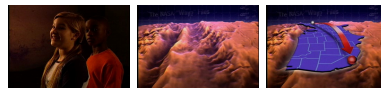
Figura A.52: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet



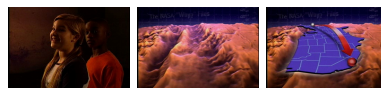
(a)



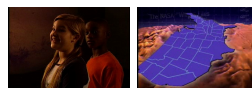
(b)



(c)

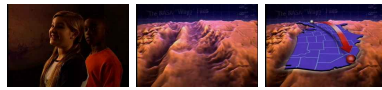


(d)

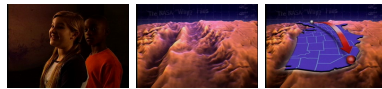


(e)

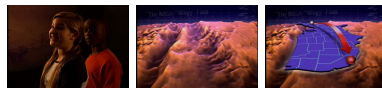
Figura A.53: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet



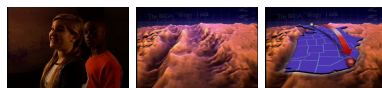
(a)



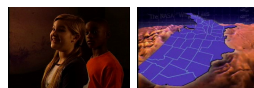
(b)



(c)



(d)



(e)

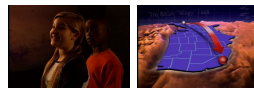
Figura A.54: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v18 The Red Planet



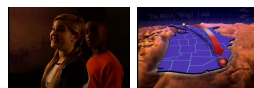
(a)



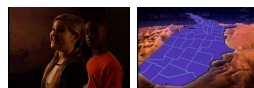
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.55: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases



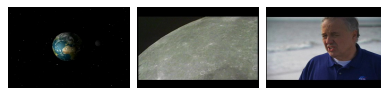
(a)



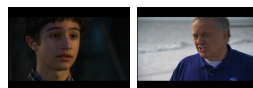
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.56: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases



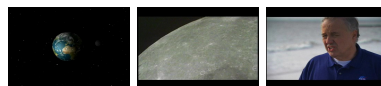
(a)



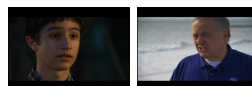
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura A.57: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v19 Moon Phases



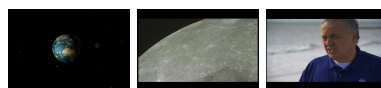
(a)



(b)



(c)



(d)

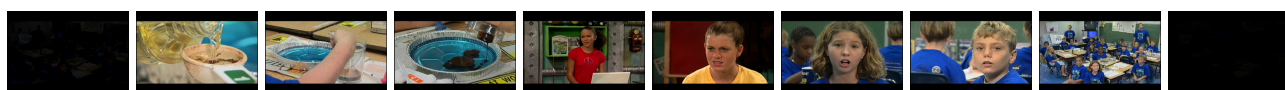


(e)

Figura A.58: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 1 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

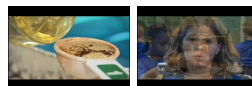
Figura A.59: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 10 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up



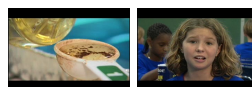
(a)



(b)



(c)

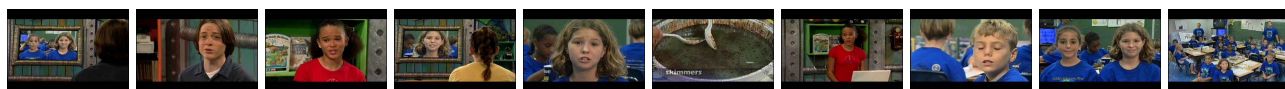


(d)



(e)

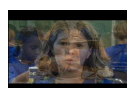
Figura A.60: Comparações entre modelos Agrupamento = 10, Amostragem = 15 e (a) Dissimilaridade = 20 (b) Dissimilaridade = 25 (c) Dissimilaridade = 30 (d) Dissimilaridade = 30 (e) Dissimilaridade = 35 (f) Dissimilaridade = 40 - Filme: v20 Oil Clean Up



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

A.2 Comparações entre Resumos

Figura A.61: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V21 The Great Web of Water, segment 1



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

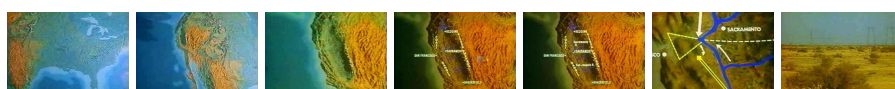


(f)

Figura A.62: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V22 The Great Web of Water, segment 2



(a)



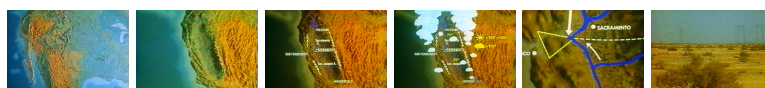
(b)



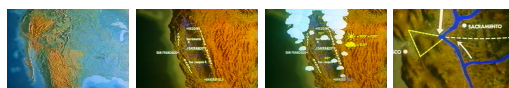
(c)



(d)

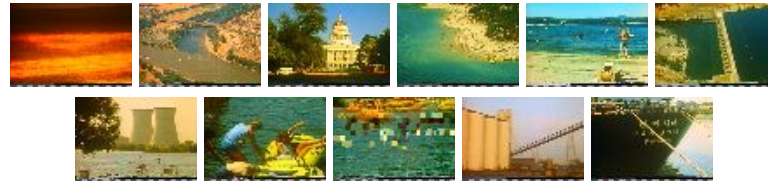


(e)



(f)

Figura A.63: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: Vídeo: V23 The Great Web of Water, segment 7



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.64: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V24 A New Horizon, segment 1



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

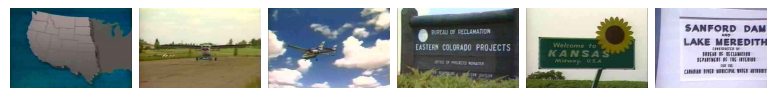


(f)

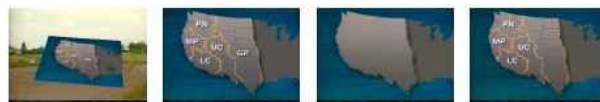
Figura A.65: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V25 A New Horizon, segment 2



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.66: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V26 A New Horizon, segment 3



(a)



(b)



(c)



(d)

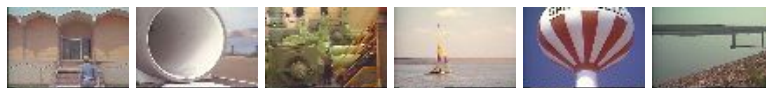


(e)

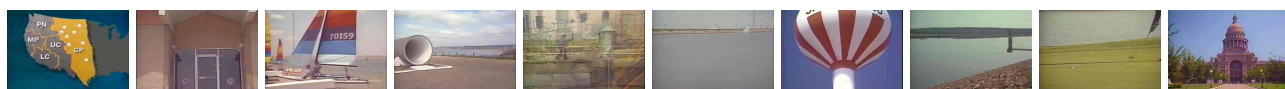


(f)

Figura A.67: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V27 A New Horizon, segment 4



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

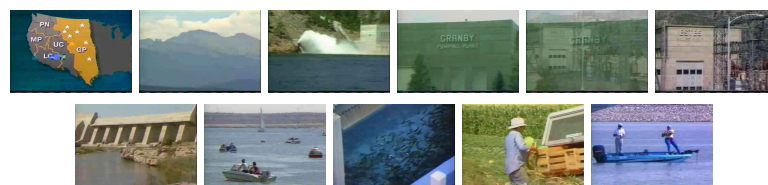


(f)

Figura A.68: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V28 A New Horizon, segment 5



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



Figura A.69: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V29 A New Horizon, segment 6



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.70: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V30 A New Horizon, segment 8



(a)



(b)



(c)



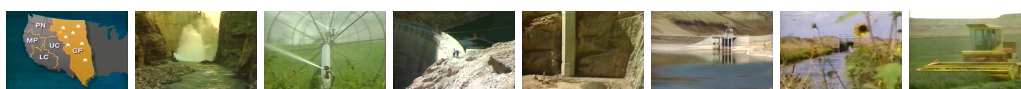
(d)



(e)



(f)

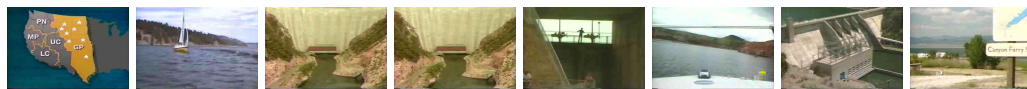


(g)

Figura A.71: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V31 A New Horizon, segment 10



(a)



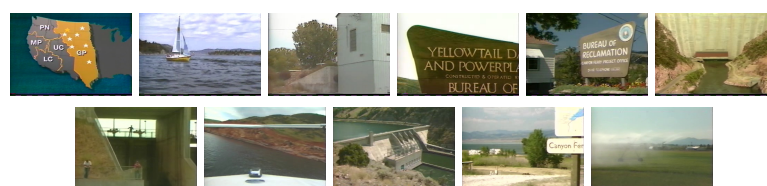
(b)



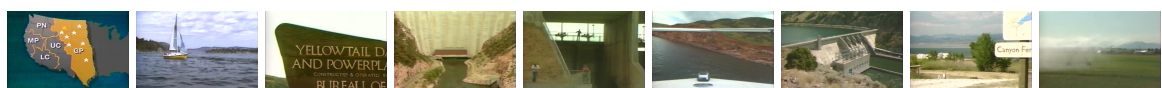
(c)



(d)



(e)

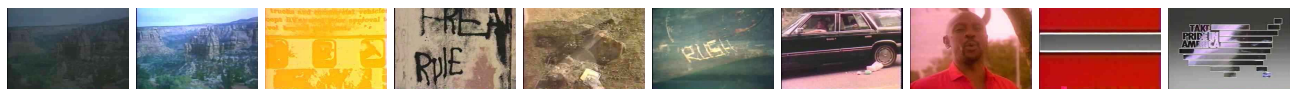


(f)

Figura A.72: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V32 Take Pride in America, segment 1



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.73: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V33 Take Pride in America, segment 3



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.74: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V34 Digital Jewelry: Wearable Technology for Every Day Life



(a)



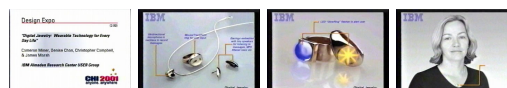
(b)



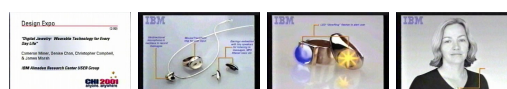
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.75: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V35 HCIL Symposium 2002 - Introduction, segment 1

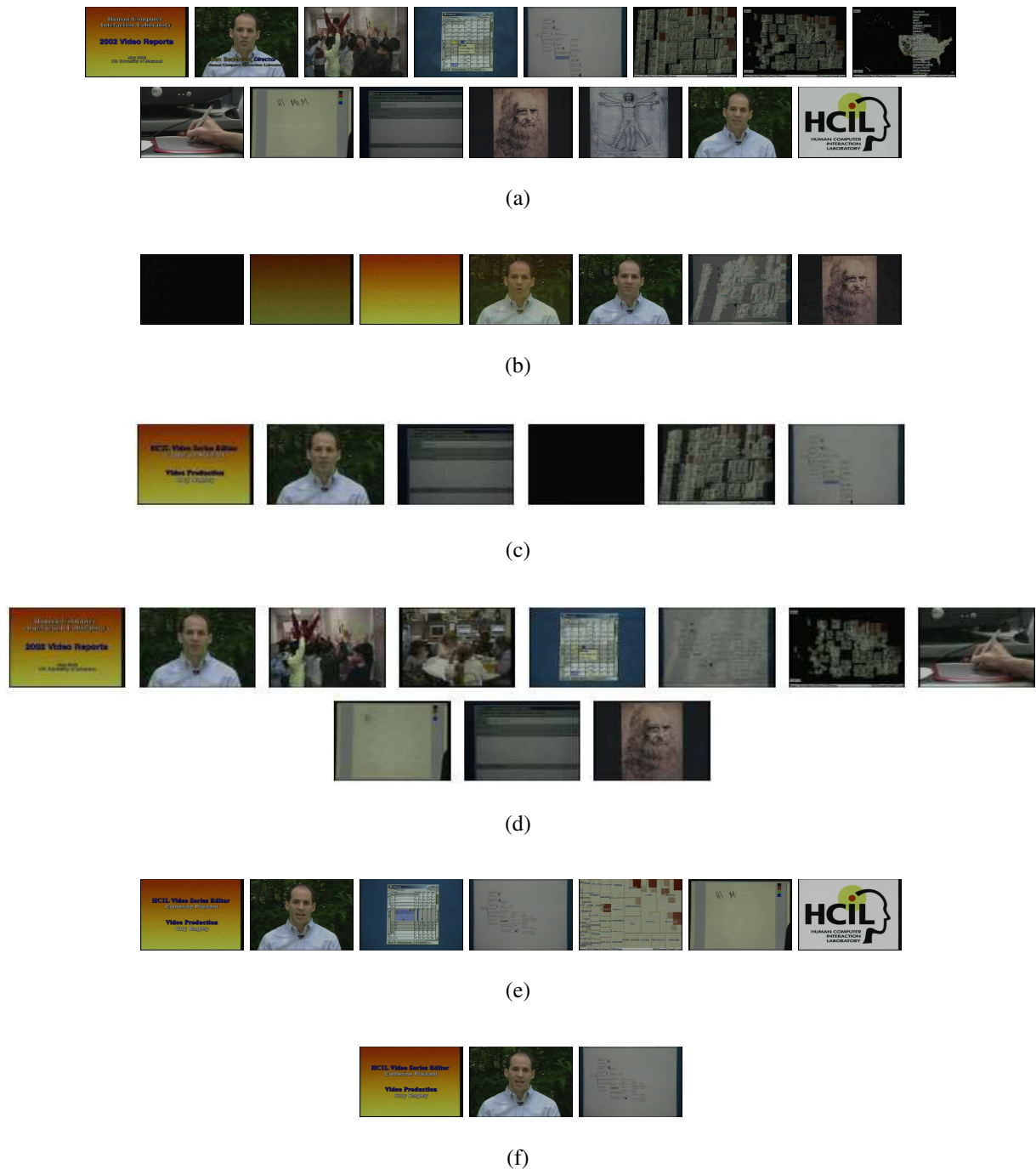


Figura A.76: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V36 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 1 presenter



(a)



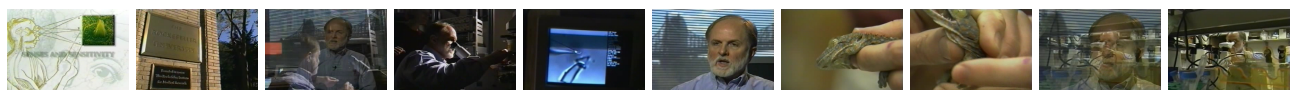
(b)



(c)



(d)

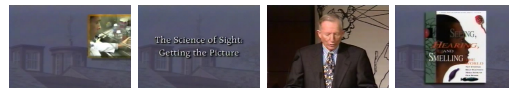


(e)



(f)

Figura A.77: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V37 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 2



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

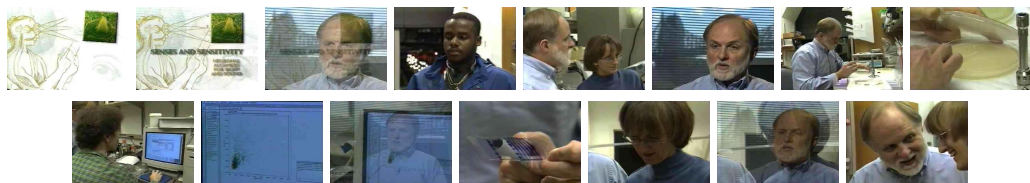


(f)

Figura A.78: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Víde: V38 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 3 presenter



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.79: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V39 Senses And Sensitivity, Introduction to Lecture 4 presenter



(a)



(b)



(c)



(d)

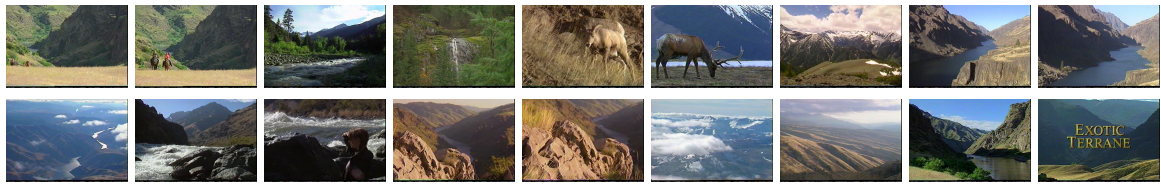


(e)

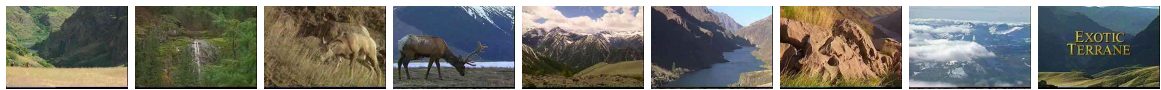


(f)

Figura A.80: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V40 Exotic Terrene, segment 1



(a)



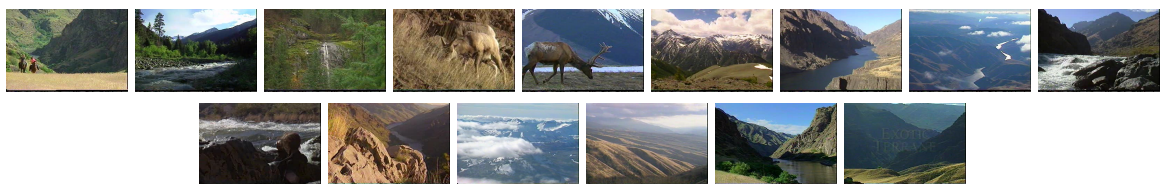
(b)



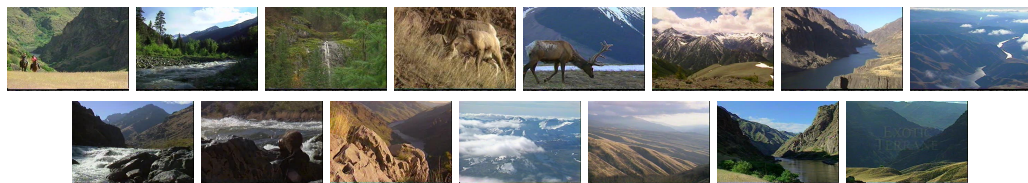
(c)



(d)

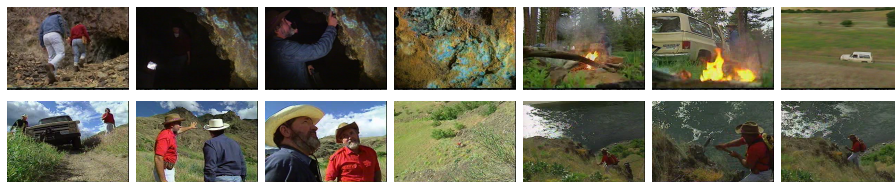


(e)



(f)

Figura A.81: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V41 Exotic Terrene, segment 2



(a)



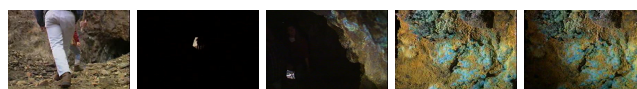
(b)



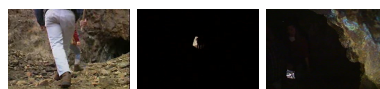
(c)



(d)

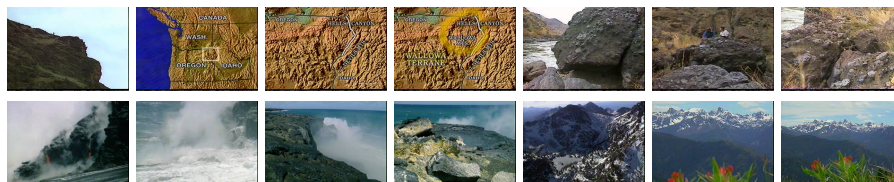


(e)



(f)

Figura A.82: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V42 Exotic Terrene, segment 3



(a)



(b)



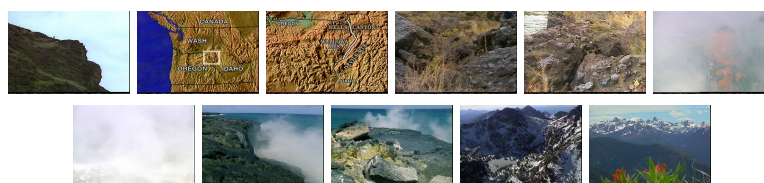
(c)



(d)

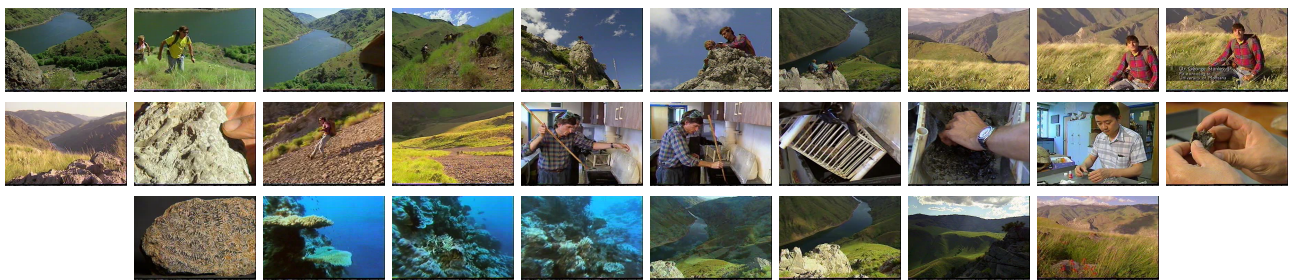


(e)



(f)

Figura A.83: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V43 Exotic Terrene, segment 4



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

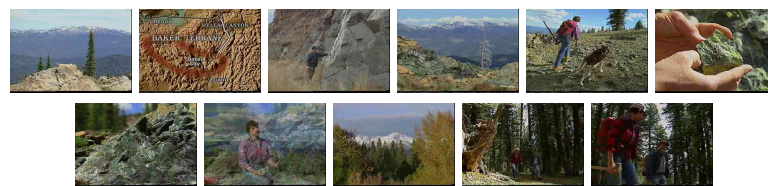


(f)

Figura A.84: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V44 Exotic Terrene, segment 6



(a)



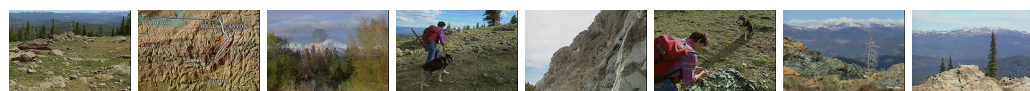
(b)



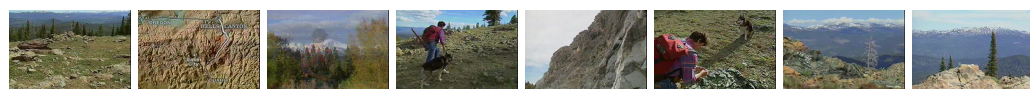
(c)



(d)

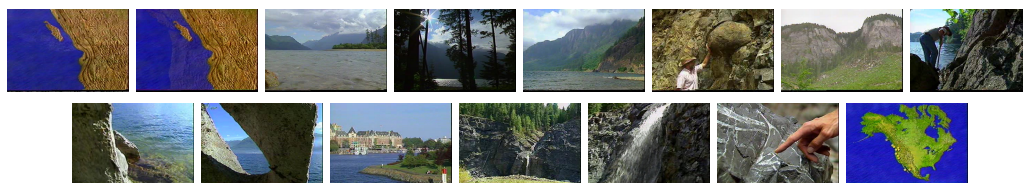


(e)



(f)

Figura A.85: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V45 Exotic Terrene, segment 8



(a)



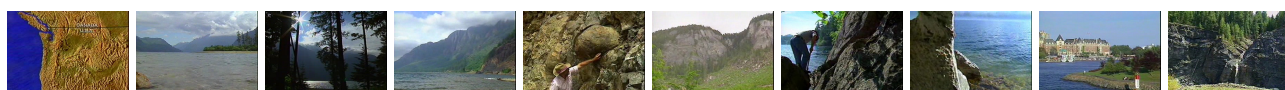
(b)



(c)



(d)

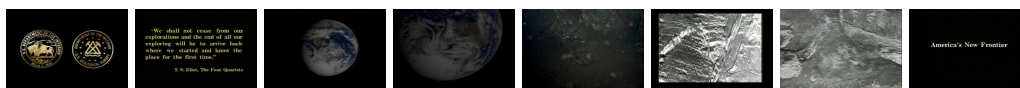


(e)

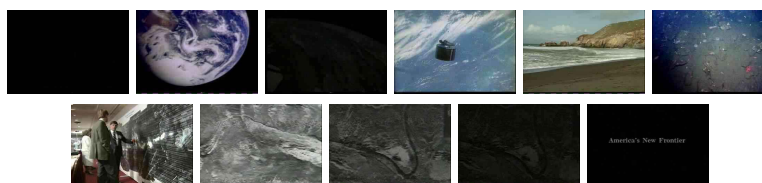


(f)

Figura A.86: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V46 America's New Frontier, segment 1



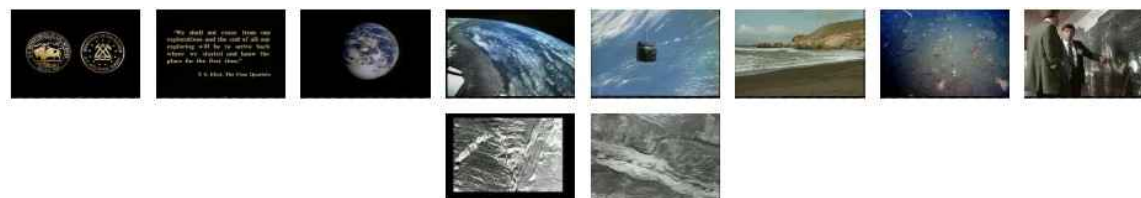
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

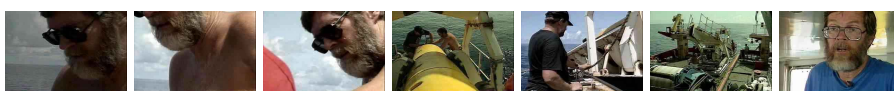


(f)

Figura A.87: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V47 America's New Frontier, segment 3



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.88: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V48 America's New Frontier, segment 4



(a)



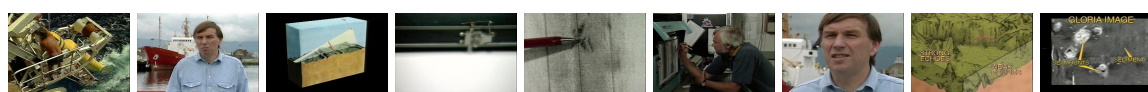
(b)



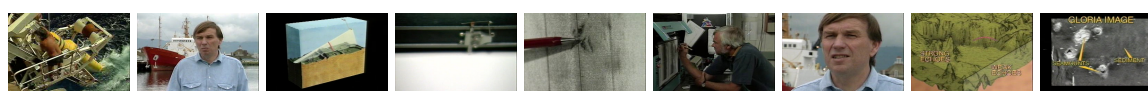
(c)



(d)

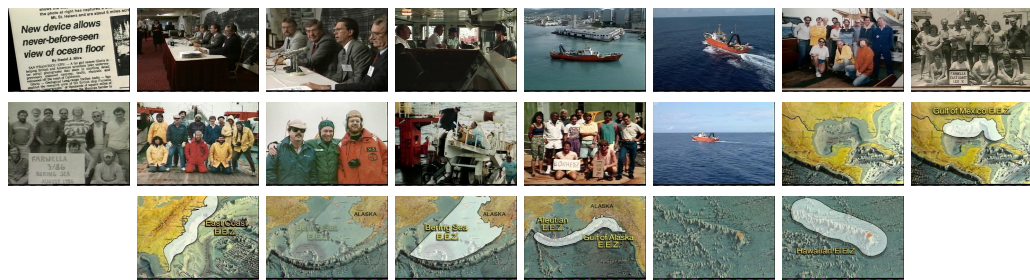


(e)



(f)

Figura A.89: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V49 America's New Frontier, segment 7



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.90: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V50 America's New Frontier, segment 10



(a)



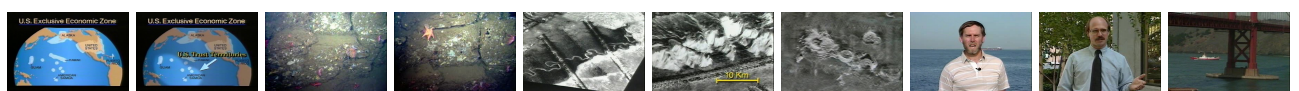
(b)



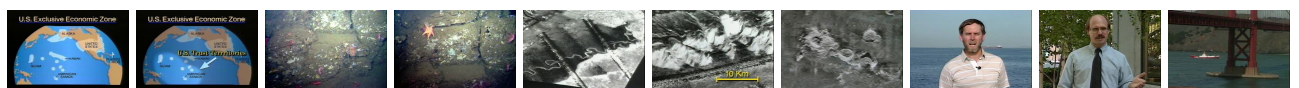
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.91: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V51 The Future of Energy Gases, segment 3



(a)



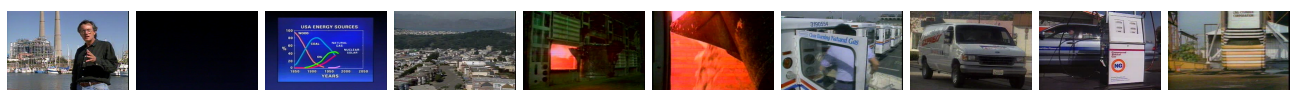
(b)



(c)



(d)

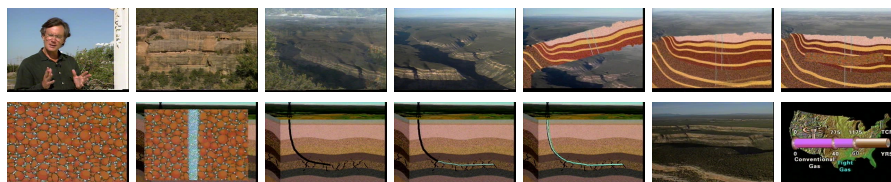


(e)

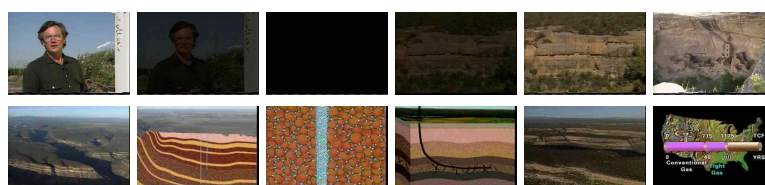


(f)

Figura A.92: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V52 The Future of Energy Gases, segment 5



(a)



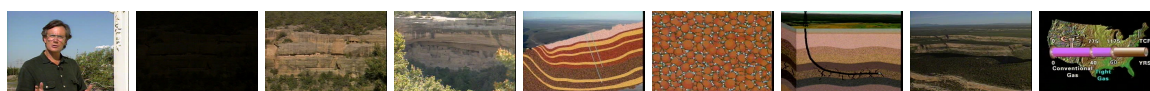
(b)



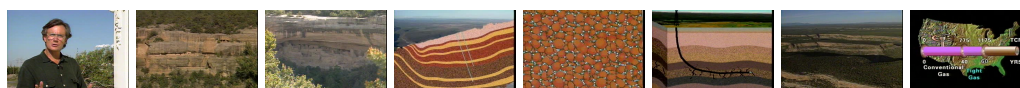
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.93: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V53 The Future of Energy Gases, segment 9



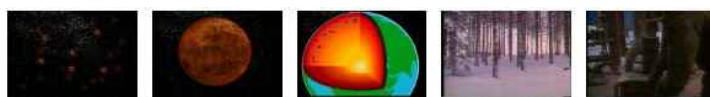
(a)



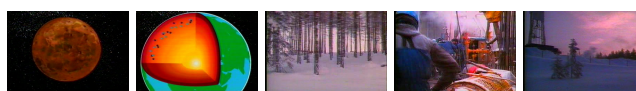
(b)



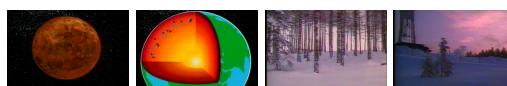
(c)



(d)



(e)

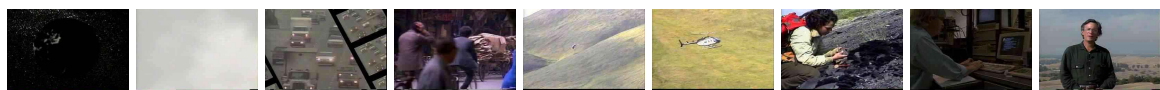


(f)

Figura A.94: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V54 The Future of Energy Gases, segment 12



(a)



(b)



(c)



(d)

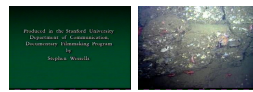


(e)



(f)

Figura A.95: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V55 Ocean floor Legacy, segment 1



(a)



(b)



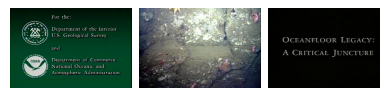
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.96: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V56 Ocean floor Legacy, segment 2



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

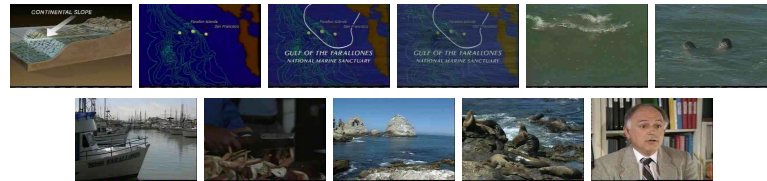


(f)

Figura A.97: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V57 Ocean floor Legacy, segment 4



(a)



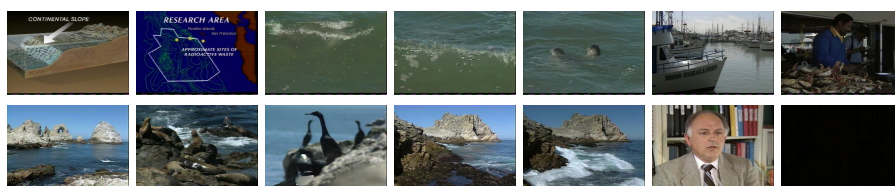
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.98: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V58 Ocean floor Legacy, segment 8



(a)



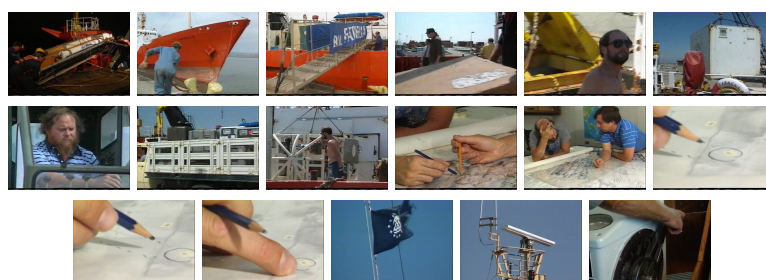
(b)



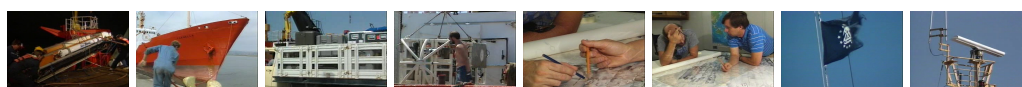
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.99: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V59 Ocean floor Legacy, segment 9



(a)



(b)



(c)



(d)

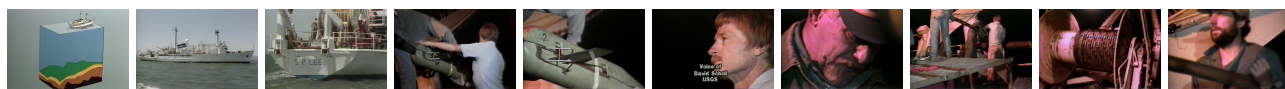


(e)



(f)

Figura A.100: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V60 The Voyage of the Lee, segment 5



(a)



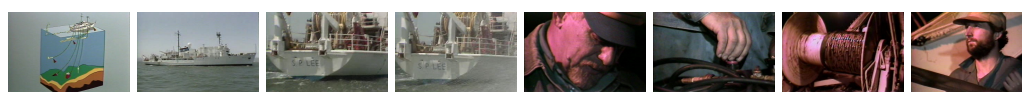
(b)



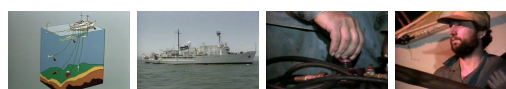
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.101: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V61 The Voyage of the Lee, segment 15



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.102: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V62 The Voyage of the Lee, segment 16



(a)



(b)



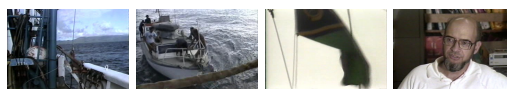
(c)



(d)

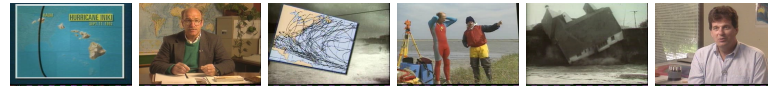


(e)



(f)

Figura A.103: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V63 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 3



(a)



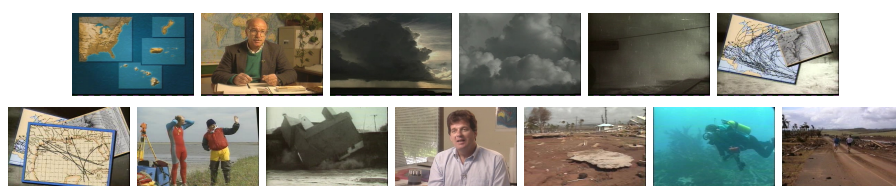
(b)



(c)



(d)

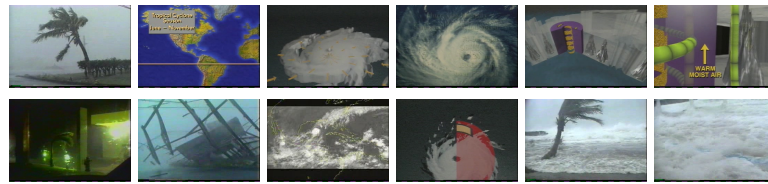


(e)

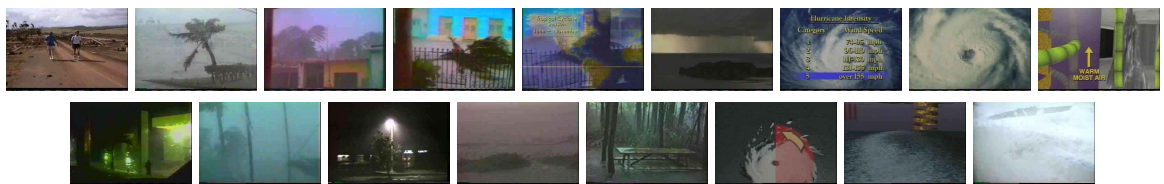


(f)

Figura A.104: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V64 Hurricane Force - A Coastal Perspective, segment 4



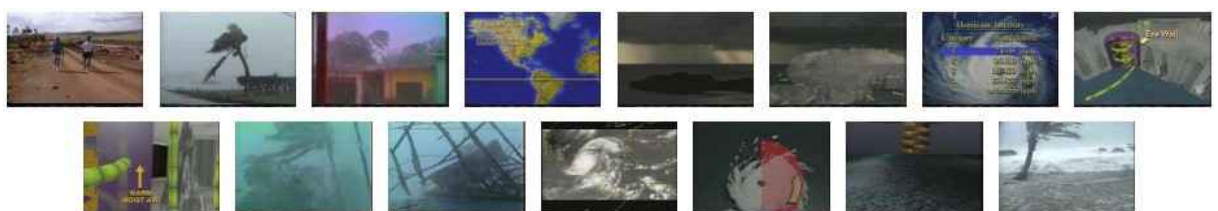
(a)



(b)



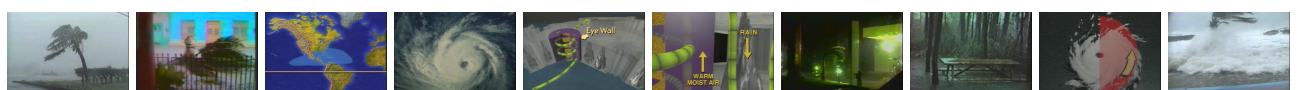
(c)



(d)

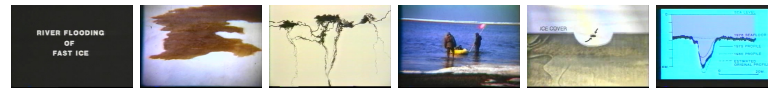


(e)



(f)

Figura A.105: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V65 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 3



(a)



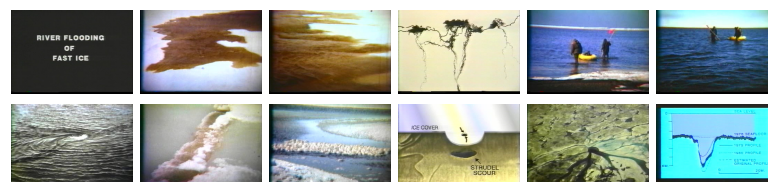
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura A.106: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V66 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 5



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

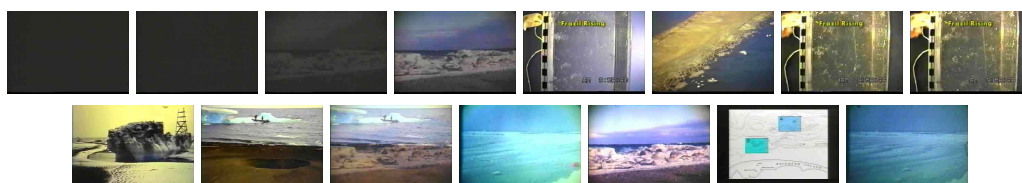


(f)

Figura A.107: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V67 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 6



(a)



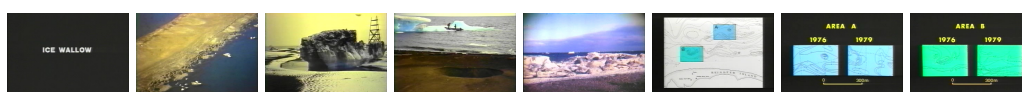
(b)



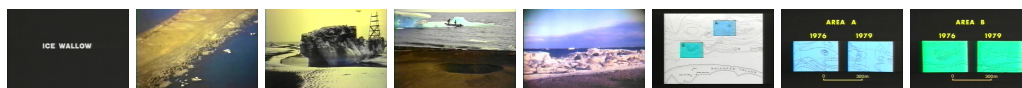
(c)



(d)

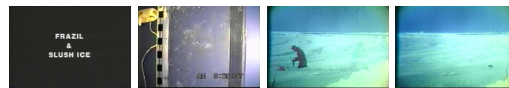


(e)

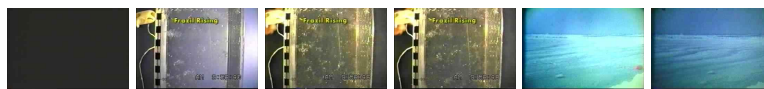


(f)

Figura A.108: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V68 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 7



(a)



(b)



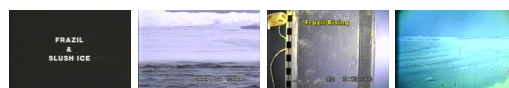
(c)



(d)



(e)

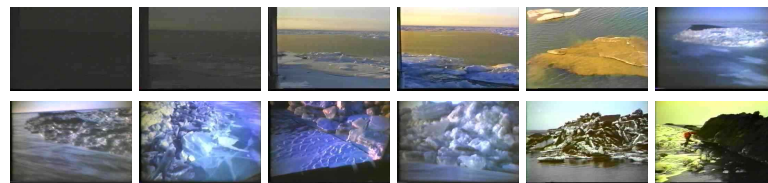


(f)

Figura A.109: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V69 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 8



(a)



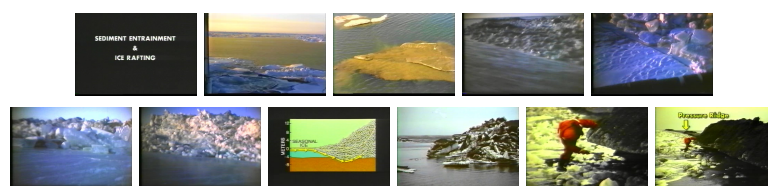
(b)



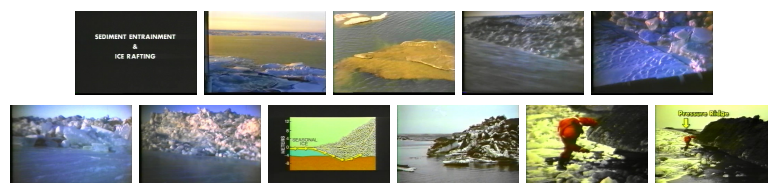
(c)



(d)

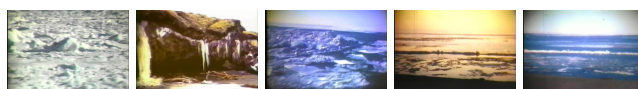


(e)



(f)

Figura A.110: Comparações entre modelos (a) Open Video (b) Visto (c) DT [1] (d) VSUMM1 [2] (e) AGM2 (f) AGM7 Vídeo: V70 Drift Ice as a Geologic Agent, segment 10



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Referências Bibliográficas

- [1] Padmavathi Mundur, Yong Rao, and Yelena Yesha. Keyframe-based video summarization using delaunay clustering. *Int. J. Digit. Libr.*, 6(2):219–232, 2006.
- [2] de Avila Sandra E. F., da Luz Jr. Antonio, de A. Araújo Arnaldo, and Matthieu Cord. Vsumm: An approach for automatic video summarization and quantitative evaluation. In *SIBGRAPI '08: Proceedings of the 2008 XXI Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing*, pages 103–110, Washington, DC, USA, 2008. IEEE Computer Society.
- [3] Daniel M. Russell and Andreas Dieberger. Synthesizing evocative imagery through design patterns. In *HICSS*, page 101, 2003.
- [4] Yap-Peng Tan and Hong Lu. Video scene clustering by graph partitioning, , iee. *Electronics Letters*, 39:841–842, 2003.
- [5] Farshid Arman, Remi Depommier, Arding Hsu, and Ming-Yee Chiu. Content-based browsing of video sequences. In *ACM Multimedia*, pages 97–103, 1994.
- [6] Boon-Lock Yeo and Minerva M. Yeung. Video visualization for compact presentation and fast browsing of pictorial content. *IEEE Trans. CSVT*, 7(5):771–785, 1997.
- [7] Song-Hao ZHU and Yun-Cai LIU. Automatic video partition for high-level search. *IJCSES International Journal of Computer Sciences and Engineering Systems*, Vol.2, No.3, July 2008, pages 163–172, 2008.

- [8] Yong Rui, Thomas S. Huang, and Sharad Mehrotra. Constructing table-of-content for videos. *Multimedia Systems*, 7(5):359–368, 1999.
- [9] Y. Rui, T. Huang, and S. Mehrotra. Browsing and retrieving video content in a unified framework, 1998.
- [10] de Avila Sandra E. F., da Luz Jr. Antonio, and de A. Araújo Arnaldo. Vsumm: A simple and efficient approach for automatic video summarization. pages 449–452, June 2002.
- [11] Marco Furini, Filippo Geraci, Manuela Montangero, and Marco Pellegrini. Visto: visual storyboard for web video browsing. In *CIVR '07: Proceedings of the 6th ACM international conference on Image and video retrieval*, pages 635–642, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [12] A. K. Jain, M. N. Murty, and P. J. Flynn. Data clustering: a review. *ACM Comput. Surv.*, 31(3):264–323, September 1999.
- [13] Yong Rui, Ziyong Xiong, Regunathan Radhakrishnan, Ajay Divakaran, and Thomas S. Huang. A unified framework for video summarization, browsing and retrieval. technical report, mitsubishi electric research laboratories, 2004.
- [14] A.G. Money and H. Agius. Video summarisation: A conceptual framework and survey of the state of the art. 19(2):121–143, February 2008.
- [15] Fleming Lampi Wolfgang Effelsberg, Stephan Kopf and Thomas Haenselmann. Automatic movie content analysis - the moca project. 2006.
- [16] Ying Li, Shih-Hung Lee, Chia-Hung Yeh, and C. C. J. Kuo. Techniques for movie content analysis and skimming: tutorial and overview on video abstraction techniques. *Signal Processing Magazine, IEEE*, 23(2):79–89, 2006.

- [17] Yu-Fei Ma, Xian-Sheng Hua, Lie Lu, and HongJiang Zhang. A generic framework of user attention model and its application in video summarization. *IEEE Transactions on Multimedia*, 7(5):907–919, 2005.
- [18] J. Li, S.G. Nikolov, C.P. Benton, and N.E. Scott Samuel. Adaptive summarisation of surveillance video sequences. pages 546–551, 2007.
- [19] P. Rao, Y.; Mundur. Automatic video summarization for wireless and mobile environments. In *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS*, page 1532, 2004.
- [20] Klaus Schöffmann. Towards interactive video browsing. *smap*, 0:237–240, 2007.
- [21] Zhu Li, Guido M. Schuster, and Aggelos K. Katsaggelos. Minmax optimal video summarization. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.*, 15(10):1245–1256, 2005.
- [22] Boon-Lock Yeo and Minerva M. Yeung. Retrieving and visualizing video. *Commun. ACM*, 40(12):43–52, 1997.
- [23] M. M. Yeung, B.-L. Yeo, W. Wolf, and B. Liu. Video browsing using clustering and scene transitions on compressed sequences. In A. A. Rodriguez and J. Maitan, editors, *Proc. SPIE Vol. 2417, p. 399-413, Multimedia Computing and Networking 1995*, Arturo A. Rodriguez; Jacek Maitan; Eds., pages 399–413, March 1995.
- [24] Arnaldo de Albuquerque Araújo and Silvio Jamil Ferzoli Guimarães. Recuperação de informação visual com base no conteúdo em imagens e vídeos digitais. *RITA*, 7(2):43–72, 2000.
- [25] Chong-Wah Ngo, Yu-Fei Ma, and Hong-Jiang Zhang. Automatic video summarization by graph modeling. In *ICCV '03: Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Computer Vision*, page 104, Washington, DC, USA, 2003. IEEE Computer Society.

- [26] Chong-Wah Ngo, Yu-Fei Ma, and HongJiang Zhang. Video summarization and scene detection by graph modeling. *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Techn.*, 15(2):296–305, 2005.
- [27] Shingo Uchihashi, Jonathan Foote, Andreas Girgensohn, and John S. Boreczky. Video manga: generating semantically meaningful video summaries. In *ACM Multimedia (1)*, pages 383–392, 1999.
- [28] Silvio Jamil F. Guimarães. Hugo Bastos de Paula Zenilton K. G. do Patriocínio Jr. Bipartite graph matching for video clip localization. 2007.
- [29] L. Latecki, D. de Wildt, and J. Hu. Extraction of key frames from videos by optimal color composition matching and polygon simplification, 2001.
- [30] V. Rajaraman. *Introduction to Information Technology*. PHI Learning Pvt. Ltd., Bangalore, 2004.
- [31] Md. Farooque. Image indexing and retrieval. In *DRTC Workshop on Digital Libraries: Theory and Practice*, Bangalore, 2003.
- [32] Michael J. Swain and Dana H. Ballard. Color indexing. *Int. J. Comput. Vision*, 7(1):11–32, November 1991.
- [33] Jon Kleinberg and Eva Tardos. *Algorithm Design*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2005.
- [34] J. B. MacQueen. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In L. M. Le Cam and J. Neyman, editors, *Proc. of the fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, volume 1, pages 281–297. University of California Press, 1967.

- [35] David Arthur and Sergei Vassilvitskii. k-means++: The advantages of careful seeding. Technical Report 2006-13, Stanford InfoLab, June 2006.
- [36] C.T. Zahn. Graph-theoretical methods for detecting and describing gestalt clusters. *C-20*(1):68–86, 1971.
- [37] G. J. S. ROSS. *Classification techniques for large sets of data*. Ed. Academic Press, Inc., New York, NY., 1968.
- [38] J. L. Bentley and J. H. Friedman. Fast algorithms for constructing minimal spanning trees in coordinate spaces. *IEEE Trans. Comput.*, 27(2):97–105, 1978.
- [39] J ZUPAN. *Clustering of Large Data Sets*. Research Studies Press Ltd., Taunton,UK., 1982.
- [40] N. B. Venkateswarlu and P. S. V. S. K. Raju. Fast isodata clustering algorithms. *Pattern Recogn.*, 25(3):335–342, 1992.
- [41] William F. Eddy, Audris Mockus, and Shingo Oue. Approximate single linkage cluster analysis of large data sets in high-dimensional spaces. *Comput. Stat. Data Anal.*, 23(1):29–43, 1996.
- [42] Raymond T. Ng and Jiawei Han. Efficient and effective clustering methods for spatial data mining. In *VLDB '94: Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, pages 144–155, San Francisco, CA, USA, 1994. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [43] Tian Zhang, Raghu Ramakrishnan, and Miron Livny. Birch: an efficient data clustering method for very large databases. In *SIGMOD '96: Proceedings of the 1996 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, pages 103–114, New York, NY, USA, 1996. ACM.

- [44] David G. Lowe. Local feature view clustering for 3d object recognition. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 682–688. Springer, 2001.
- [45] David G. Lowe. Object recognition from local scale-invariant features. pages 1150–1157, 1999.
- [46] David G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *Int. J. Comput. Vision*, 60(2):91–110, 2004.