

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INTERESSE NA RECUPERAÇÃO DE VÍDEOS UTILIZANDO-SE LÓGICA FUZZY

Moisés H. R. Pereira, Rafael C. Piva, Flávio L. C. Pádua, Giani D. Silva, Paulo E. M. Almeida

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG.

CEP: 30.510-000 – Belo Horizonte – MG – Brasil.

{moiseshrp,rafaelcaepiva}@gmail.com, cardeal@decom.cefetmg.br, gianids@deii.cefetmg.br, pema@lsi.cefetmg.br

Resumo – Este artigo aborda o uso de lógica fuzzy para a avaliação dos níveis de interesse de usuários durante a recuperação de vídeos em um sistema de informação multimídia para armazenamento e recuperação de vídeos televisivos. Muito embora o sistema de televisão represente um dos mais fascinantes fenômenos de mídia já criados pelo homem, observa-se ainda uma grande ausência de sistemas de informação que viabilizem a recuperação efetiva de informações televisivas relevantes e a avaliação desse acervo para pesquisas em diversas áreas da ciência. Neste contexto, buscando-se instrumentalizar pesquisadores do sistema de televisão brasileiro com uma ferramenta computacional que os auxilie em suas pesquisas, tanto na eficiência da recuperação dos vídeos quanto na avaliação automática dos mesmos para utilização, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um módulo de avaliação de vídeos por meio de lógica fuzzy em um sistema de recuperação multimídia baseado no *framework* de gerência de vídeos *Matterhorn*. A versão atual do sistema realiza a avaliação de vídeos por meio de alguns indicadores, tais como o tempo médio assistido, o número de acessos e o número de dias da última visualização. Testes foram executados sobre uma base de dados contendo 49 vídeos da grade de programação da Rede Minas de Televisão.

Palavras-chave – Avaliação de vídeos, Sistema de informação multimídia, Lógica fuzzy, recuperação de vídeo.

Abstract – This paper discusses about the use of fuzzy logic on the evaluation of the interest levels from users during the video retrieval in a multimedia information system for storage and retrieval of TV video. Although the TV system represents one of the most fascinating phenomena of media ever created by men, there is still a lack of information systems that enable the effective retrieval of TV relevant information and evaluation of this collection for research in several areas of science. In this context, in order to equip researchers of Brazilian television system with a computational tool which may assist them in their researches, both in the efficiency of the video retrieval and in automatic evaluation of them to be used, this work presents the development of an video evaluation module through fuzzy logic in a retrieval multimedia system based on a framework video management *Matterhorn*. The current version of the system makes the video evaluation using some indicators, such as the average watched time, the number of hits and the number of days since the last view. Tests were performed on a database containing 49 videos from TV Rede Minas.

Keywords – Video evaluation, multimedia information systems, fuzzy logic, video retrieval.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção de informações audiovisuais nos últimos anos, em especial informações produzidas por emissoras de televisão, tem intensificado a demanda por sistemas de informação multimídia que sejam capazes de armazenar e recuperar eficientemente arquivos desta natureza em grandes bases de dados [1]. Os programas são fontes inesgotáveis de pesquisas para diferentes áreas do conhecimento e, para realizar essas pesquisas é necessário, fundamentalmente, ter um acervo no qual se preserve esse patrimônio, que o mesmo seja constantemente avaliado e ao qual se permita o acesso. Essa demanda foi observada em uma pesquisa de opinião realizada para esse trabalho, discutida na seção sobre os resultados experimentais.

Os Centros de Documentação (CEDOCs) das emissoras de televisão buscam, de certa forma, realizar trabalhos de gerenciamento dos acervos correspondentes as suas programações. Entretanto, esses centros servem, sobretudo, a demanda internas, mais especificamente, para a produção telejornalística (ver Figura 1). De fato, o funcionamento dos CEDOCs não prevê a disponibilização de informações a sociedade de uma forma geral. Por outro lado, observa-se que os usuários potenciais dos CEDOCs, ou seja, os jornalistas, se deparam cada vez mais com alguns problemas: como encontrar o que se deseja em acervos com milhões de horas de conteúdo, cujas extensões e complexidades aumentam substancialmente com o passar do tempo? E, quando encontrado, o conteúdo audiovisual correspondente vem sendo realmente interessante como fonte de pesquisa?

Recentemente, tem-se observado a proposição frequente de novos métodos para processamento, indexação, recuperação e avaliação de informações multimídia (em especial, vídeos), principalmente, métodos baseados em chaves de pesquisa e índices de avaliação construídos a partir dos próprios conteúdos dos arquivos e os metadados a eles associados. Estes métodos beneficiam-se do fato de que os artefatos são extraídas automaticamente, não sendo necessária a geração de anotações textuais.

Em algumas aplicações, é comum que os usuários busquem os mais variados recursos para conseguir visibilidade, gerando um evento chamado de apropriação tecnológica [2]. Esse comportamento é encontrado no *Youtube*, onde a escolha de palavras-



Figura 1: Exemplos típicos de Centros de Documentação (CEDOCs).

chave ou *tags* não é definida pelos desenvolvedores do site, baseando-se no bom senso dos usuários. Muitas empresas utilizam desse recurso como estratégias de marketing com específicas intencionalidades de comunicação [3]. Diferentemente de diversos sistemas de recuperação de vídeos encontrados na literatura e disponibilizados comercialmente, esse trabalho propõe uma técnica para se avaliar os vídeos em um ambiente de pesquisa de forma automática utilizando-se lógica fuzzy, sem a intervenção direta do usuário, a fim de se aplicar pontuações sobre o nível de interesse na recuperação dos vídeos.

Pela própria característica intrínseca aos vídeos, a indexação e avaliação automática desse tipo de mídia projetam-se como tarefas bastante complexas, pois existem diversos elementos semânticos facilmente percebidos pelo ser humano, porém não tão triviais para a modelagem computacional correspondente. Para esse tipo de processamento, o uso de ferramentas inteligentes mostra-se como uma alternativa viável e satisfatória como, por exemplo, a avaliação e extração de características semânticas de conteúdo multimídia, bem como de seus metadados, por meio da lógica fuzzy e aprendizagem de máquina [4].

Dessa forma, implementou-se um sistema de informação multimídia utilizando técnicas para obtenção de metadados, indexação, recuperação e avaliação de vídeos, visando disponibilizar o conteúdo audiovisual produzido pelo sistema brasileiro de televisão para os pesquisadores e estimular a análise do perfil dos vídeos conforme o seu nível de interesse avaliado, visto que não existe atualmente esse tipo de aplicação no país. Para tanto, este trabalho conta com o apoio do canal de televisão aberta Rede Minas, mediante um Termo de Cooperação Técnica firmado junto ao CEFET-MG. Por meio deste termo, o canal Rede Minas concede o direito de registro e arquivamento de sua programação aos pesquisadores proponentes deste trabalho, viabilizando-se assim sua execução em perfeito atendimento ao disposto na lei brasileira dos Direitos Autorais.

Entre alguns dos principais trabalhos recentes focados no desenvolvimento de sistemas de informação similares ao proposto nesse artigo, pode-se destacar o *Open Video Digital Library* [5] e o *Opencast Matterhorn* [6]. Estes projetos contribuíram para o avanço das pesquisas na área e se basearam no uso de técnicas robustas para o processamento de informações audiovisuais.

O projeto *Open Video Digital Library* [5] iniciou-se em meados da década de 90, objetivando desenvolver um sistema de informação que fornecesse conteúdos multimídia para atividades educacionais e de pesquisa em escolas norte-americanas. Uma biblioteca digital inovadora foi desenvolvida, contendo não somente vídeos, como também páginas Web, textos e imagens referentes a, por exemplo, documentários produzidos pelo governo norte-americano e pelo Canal de TV *Discovery*. Por meio deste projeto, foram desenvolvidas novas interfaces de consulta e técnicas para recuperação de informação baseada em conteúdo [7,8]. O sistema desenvolvido possui interface Web e utiliza tecnologias abertas, tais como, o sistema operacional Linux, o servidor Web *Apache* e o banco de dados *MySQL*. Devido ao grande volume de informações existente na biblioteca desenvolvida, os arquivos de vídeos são armazenados em vários servidores distribuídos.

O *Opencast Matterhorn* [6] é um projeto de software *open source* para produzir, gerir e distribuir arquivos audiovisuais de conteúdo acadêmico, criado pela *Opencast Community*, uma iniciativa da Universidade da Califórnia (US Berkeley) em 2008 que, atualmente, reúne 13 instituições da América do Norte e da Europa. O projeto combina as experiências e soluções individuais de diferentes universidades em um único produto com licença livre. A criação de um sistema unificado com um processo de desenvolvimento aberto foi projetado para promover a interoperabilidade de conteúdos educativos. O sistema disponibiliza uma interface web bem simples para que o usuário possa indexar e recuperar os vídeos existentes na base de dados. O sistema realiza a segmentação simples dos vídeos em quadros-chave ou *key-frames*, selecionados por um algoritmo de detecção de bordas. O *Matterhorn* utiliza os padrões *Dublin Core* e *MPEG-7* como esquemas de metadados para indexação e permite a implementação de diversos serviços personalizados sobre esses metadados.

No Brasil, os trabalhos realizados pelo Núcleo de Processamento Digital de Imagens (NPDI) do Departamento de Ciência da Computação da UFMG merecem especial destaque, sobretudo aqueles voltados para o desenvolvimento de aplicações hipermídia para gerenciamento de documentos multimídia e preservação de acervos digitais [9]. Utilizando como estudo de caso o Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (CECOR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), os autores apresentam o protótipo de um sistema de informação multimídia, chamado *Restaura*, para armazenar e gerenciar a consulta de documentos digitalizados pertencentes ao acervo de fotografias e slides do CECOR.

O sistema proposto se enquadra neste grupo de trabalhos que buscam desenvolver sistemas de informação multimídia, especificamente vídeos televisivos, combinando técnicas e conceitos empregados em trabalhos recentes relacionados com a representação, descrição, classificação e processamento de vídeos digitais [10–12], incluindo o processo de recuperação e a avaliação dos arquivos audiovisuais por meio de métodos inteligentes, bem como abordagens propostas por diversos pesquisadores ao longo dos últimos anos [3, 5, 13].

2. SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE VÍDEOS E O MÓDULO DE AVALIAÇÃO

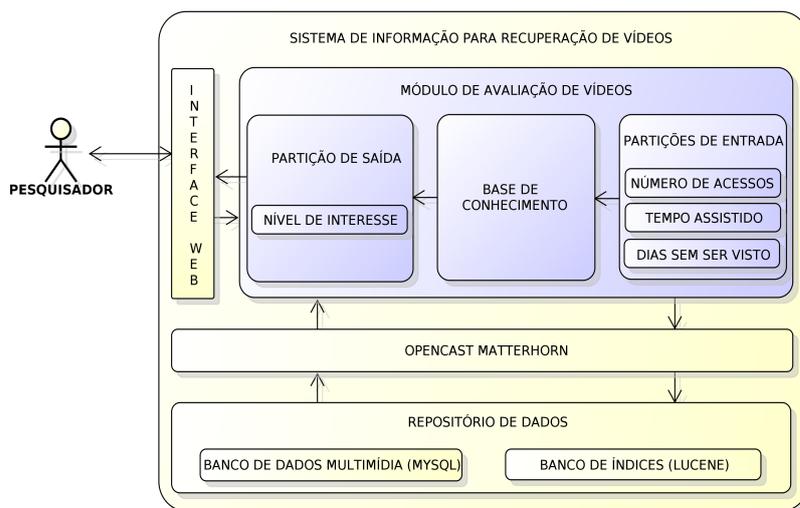


Figura 2: Arquitetura do sistema de informação e o módulo de avaliação implementado.

O sistema implementado realiza o arquivamento e permite a descrição do material audiovisual transmitido, bem como disponibilizá-lo para os pesquisadores. À medida que os usuários acessam os vídeos obtidos em suas pesquisas, o sistema registra alguns dados dessa visualização, armazenando-os no repositório de dados. Em tempo real, o sistema exibe uma nota percentual de avaliação informando quanto aquele determinado vídeo vem sendo interessante como artefato para pesquisa, ou seja, qual o peso que aquele vídeo possui para os pesquisadores, geralmente jornalistas.

O insumo principal do sistema são vídeos televisivos exibidos na grade programática da Rede Minas de Televisão, disponibilizados para o projeto por meio de uma placa de TV e baixados do site da empresa. Estes vídeos são armazenados em um grande banco de dados multimídia suportado pelo sistema e processados por diversos métodos de indexação automática e manual. O sistema foi desenvolvido utilizando-se o *framework* de gerência de vídeos *Matterhorn*; um banco de dados *MySQL*; a biblioteca *Lucene* para indexação e busca de vídeos sobre um banco de índices; e a biblioteca *jFuzzyLogic* para a implementação do módulo de avaliação de vídeos. A Figura 2 apresenta a arquitetura do sistema que possui um repositório de dados gerenciado pelos bancos de dados multimídia e de índices. Estes dados alimentam o *framework* de gerência de vídeos que permite ao módulo de avaliação obter os valores dos indicadores de visualização de vídeos, realizar o processamento fuzzy e apresentar para o usuário, por meio de uma interface Web, a nota referente ao nível de interesse que o vídeo em exibição possui nas pesquisas.

O módulo fuzzy para avaliação de vídeos foi implementado com modelo de inferência de *Mamdani*. Os indicadores são mapeados em partições de entrada com 3 termos primários cada. Os níveis de interesse são representados em uma partição fuzzy de saída de 3 funções, promovendo uma base de conhecimento com 25 regras de produção. O cálculo do centro de gravidade ou massa sobre o conjunto fuzzy de saída será a operação de conversão fuzzy-escalar, gerando diretamente uma pontuação dos vídeos em uma escala de 0 a 100.

2.1 PARTIÇÕES FUZZY DE ENTRADA

O módulo de avaliação de vídeos possui três partições fuzzy de entrada para processar, respectivamente, a quantidade de acessos de cada vídeo, o tempo gasto em cada exibição e a quantidade de dias que o mesmo não é visualizado.

A partição fuzzy de entrada para o indicador de quantidade de acessos foi definida para a variável *quantidade_acessos* com três termos primários: *pouco_acesso*, *acesso_medio* e *muito_acesso*. Por simplificação, a partição foi criada com três funções triangulares para os respectivos termos. Definiu-se o universo de discurso no intervalo normal [0,1] para obter o percentual de acessos sobre um vídeo em relação a todos os acessos feitos na base de dados e modelar, de forma mais semântica, os vídeos que possuem poucos acessos, um número de acessos médio ou se possuem muitos acessos.

Para a partição fuzzy referente ao tempo em que um vídeo é assistido foi definida a variável *tempo_assistido* com as variáveis linguísticas *pouco_tempo*, *tempo_medio* e *muito_tempo* modeladas sobre três funções triangulares. Definiu-se o universo de discurso no intervalo normal [0,1] para obter o percentual do tempo médio assistido em um vídeo em relação a duração total do mesmo a fim de identificar se o vídeo foi “mais ou menos” assistido até o final ou se foi interrompido pelo usuário depois de pouco tempo de exibição.

Finalmente, a partição fuzzy que implementa a quantidade de dias da última visualização do vídeo foi definida para a variável *dias_sem_ser_visto* com os termos primários *pouco*, *medio* e *muito* modelados sobre três funções triangulares posicionadas em um universo de discurso no intervalo [0,10], pois, diferente das outras partições que tratam dados percentuais, essa partição trabalha

com o valor real máximo de 10 dias desde a última exibição do vídeo para considerar o processamento, ou seja, depois de 10 dias, a partição já considera que o vídeo possui muitos dias que não é visto, impactando no processo de inferência sobre seu grau de interesse nas pesquisas.

O número de acessos (n) de um vídeo é calculado pelo somatório de todas as vezes que o vídeo foi visualizado em um período, ou seja, é a contagem de todos os momentos de visualização do vídeo registrados na base de dados. Para a normalização do valor de n , o sistema consulta no banco de dados o número de acessos a todos os vídeos no momento do processamento (N) e processa na respectiva partição o valor obtido da razão entre n e N .

O indicador referente ao tempo médio assistido (T_{medio}) será calculado da seguinte forma:

$$T_{medio} = \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n t_i \quad (1)$$

onde,

t_i é a duração do tempo assistido do vídeo em um momento i ;

T é o tempo de duração total do vídeo;

n é o número de acessos que o vídeo teve.

A quantidade de dias que o mesmo não é visualizado (d) é dada pelo número de dias entre a data atual e a data da última visualização do vídeo registrada na base.

2.2 PARTIÇÃO FUZZY DE SAÍDA

A partição fuzzy de saída do módulo de avaliação de vídeos foi modelada para processar o nível de interesse na recuperação de vídeos no sistema. A partição, nomeada por *nível interesse*, possui as três variáveis linguísticas *pouco interessante*, *interessante* e *muito interessante* descritas, respectivamente, em uma função sinal com ganho de $-0,25$ e centro em $x = 20$; uma função gaussiana com média em $x = 50$ e desvio padrão de 15 ; e outra função sinal com ganho de $0,25$ e centro em $x = 80$. A etapa de conversão fuzzy-escalar utiliza o cálculo do centro de gravidade da região formada pelos coeficientes de disparo das regras de produção sobre a partição de saída.

No processo de implementação dessa partição, optou-se pelas funções definidas acima, mais complexas que aquelas descritas para as partições de entrada, a fim de se obter transições de valores de saída mais suaves entre os níveis de interesse, pois essa partição possui um nível de abstração e semântica maior para o usuário do que aquelas definidas para os valores de entrada do processo de avaliação. O universo de discurso foi definido para o intervalo $[0,100]$, pois o número real resultante do processo de conversão fuzzy-escalar corresponde ao valor percentual do nível de interesse do vídeo para o usuário e esse valor é usado diretamente pela aplicação.

A Figura 3 ilustra os elementos da partição criada para modelar os níveis de interesse pelos termos primários *pouco interessante*, *interessante* e *muito interessante*. Os valores de saída obtidos pelo processamento fuzzy não são armazenados no banco de dados, pois a avaliação é realizada em tempo real a partir dos dados de entrada existentes no repositório.

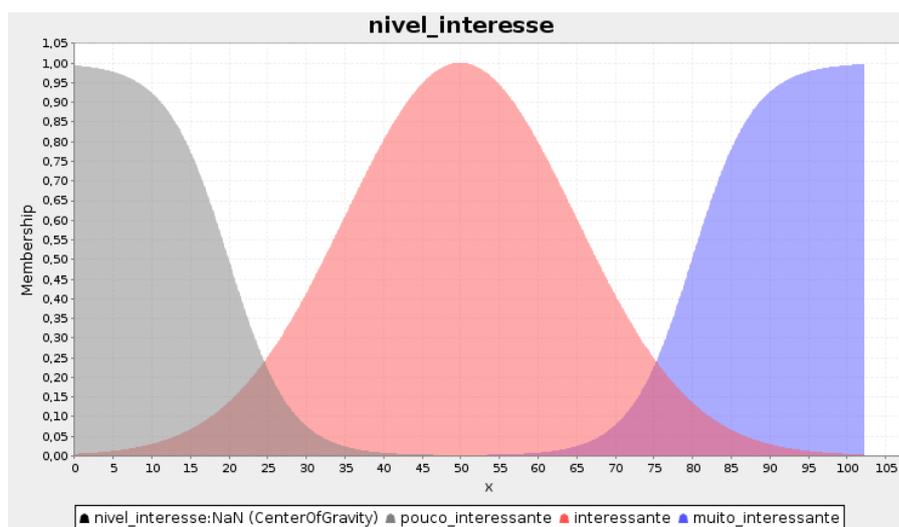


Figura 3: Apresentação gráfica da partição de saída fuzzy para o Nível de Interesse.

2.3 BASE DE CONHECIMENTO FUZZY

Depois de definidas as partições fuzzy do módulo de avaliação, tem-se a construção da base de conhecimento conforme o modelo de inferência de *Mamdani* que mapeia os conjuntos de valores das variáveis de entrada para um conjunto de valores da variável de saída por meio de regras de produção fuzzy.

Inicialmente, todos os termos primários das partições de entrada *quantidade_aceessos*, *tempo_assistido* e *dias_sem_ser_visto* foram combinados com as variáveis linguísticas da partição fuzzy de saída *nivel_interesse* a fim de se mapear todas as situações possíveis. Em seguida, a base de conhecimento foi analisada, gerando 25 regras de produção fuzzy, pois decidiu-se que vídeos que possuem pouco acesso e são assistidos por pouco tempo quando acionados são considerados pouco interessantes, independente da quantidade de dias em que os mesmos não são visto, mesmo em visualizações recentes.

A máquina de inferência implementada pela biblioteca *jFuzzyLogic* processa as regras existentes no base de conhecimento e gera um conjunto fuzzy, a partir da composição de todas as regras disparadas. A partição de saída de saída recebe um conjunto fuzzy para cada variável de saída e o converte em um valor escalar correspondente, gerando um valor entre 0 e 100 para pontuar o percentual de interesse do vídeo avaliado.

O módulo de avaliação utiliza a inferência Máx-Mín para empregar a propriedade semântica empregada no processamento de inferência dos níveis de interesse, ou seja, aplica as operações de união e interseção entre os conjuntos fuzzy gerados pelas regras de produção, por meio dos operadores de máximo e de mínimo, respectivamente.

Durante a execução da fase de testes, a biblioteca de lógica fuzzy utilizada mostrou-se bastante eficiente no que se refere ao tempo de processamento, permitindo ao módulo de avaliação ser executado paralelamente à recuperação de vídeos, sem prejudicar as pesquisas dos usuários.

3. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Esta seção apresenta os resultados obtidos na execução de testes do módulo de avaliação de vídeos, bem como os resultados que motivaram esse trabalho por meio da análise de alguns itens abordados em uma pesquisa de opinião feita com pesquisadores de algumas áreas do conhecimento. Dessa forma, os resultados são analisados em dois momentos: (i) a discussão sobre a pesquisa de opinião para validar a implementação do sistema e (ii) uma breve análise dos testes realizados sobre os vídeos do banco de dados multimídia suportado pelo sistema.

3.1 PESQUISA DE PERFIL DOS USUÁRIOS

No período compreendido entre 04 de Fevereiro e 18 de Abril de 2011, foi disponibilizado um formulário no site do Laboratório de Pesquisas Interdisciplinares em Informação Multimídia (PIIM-Lab), onde o sistema foi desenvolvido, contendo 14 questões abertas e 20 questões fechadas preenchido por 108 pesquisadores de diversas áreas. Dentre os esses usuários, 82% possuem curso superior completo, incluindo 35% de mestres e doutores, e 60% atuam nas áreas da Comunicação e Linguística em diferentes empresas e instituições acadêmicas. O objetivo da pesquisa é identificar os públicos que poderiam se beneficiar com as propostas do projeto para o processamento de vídeos e as principais demandas de pesquisa, acadêmicas e profissionais.

A qualidade de vídeos televisivos foi uma das abordagens feita na pesquisa e, por meio de algumas respostas dissertativas apresentadas e pela análise gráfica, como ilustrado na Figura 4, indicou que a ausência de avaliação dos vídeos televisivos disponibilizados na Internet dificulta o processo de pesquisa, pois os usuários perdem muito tempo na busca pelo material desejado e, quando o encontram, os mesmos possuem baixa qualidade de resolução, estão demasiadamente editados e contêm descrição pobre (apenas título e um resumo geral). Dentre os pesquisadores, 78% consideram a qualidade dos vídeos muito importante, apresentando a necessidade de um recurso automático de avaliação para indicar, previamente em suas pesquisas, se os vídeos possuem boa qualidade por meio do interesse gerado sobre os mesmos.

Já a Figura 5 mostra a necessidade, apontada por cerca de 93% dos pesquisadores, da implementação de um sistema de avaliação dos vídeos por meio da análise do seu conteúdo e dos metadados que os descrevem, bem como o uso que o usuário faz da informação. Vale informar que não foi realizado cálculo amostral para esta pesquisa, uma vez que ela não tem como objetivo comparar ou apresentar índices rigorosos de opinião, mas apenas o levantamento de percentuais de opiniões dos pesquisadores visando a identificação de um perfil prévio de usuário e a estruturação das funcionalidades iniciais necessários para um sistema de informação multimídia para recuperação e avaliação de vídeos televisivos.

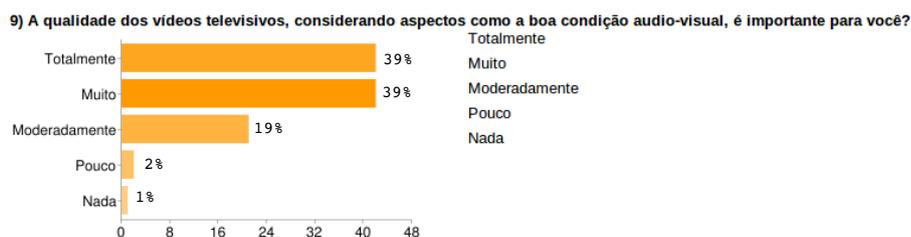


Figura 4: Gráfico da pergunta 9 sobre o interesse na qualidade dos vídeos.

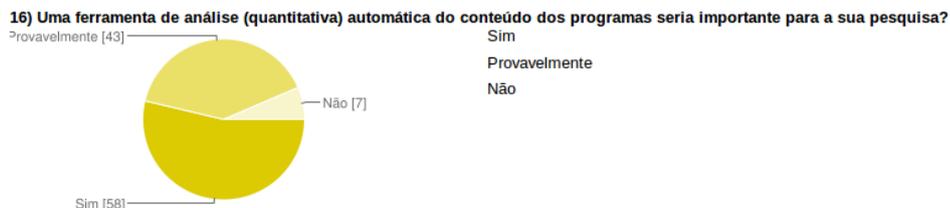


Figura 5: Gráfico da pergunta 16 sobre a necessidade de uma ferramenta de avaliação e análise.

3.2 TESTES DE AVALIAÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE VÍDEOS

Para a execução dos testes, foi utilizada uma base de dados contendo 49 vídeos referentes aos programas Conexão Roberto D'Ávila e Roda Viva, ambos da TV Brasil, e os programas Brasil das Geraís, Opinião Minas e Rede Mídia da TV Rede Minas. Todos os programas são divididos em 3 a 6 blocos, cada um com duração média de 27 minutos. Os vídeos foram indexados no início do mês de junho e os testes de avaliação foram acompanhados entre os dias 20 e 24 do mesmo mês durante o processamento das consultas dos usuários na recuperação de vídeos.

No início dos testes, como era esperado, todos os vídeos da base apresentaram notas entre 0% e 2% de interesse, visto que os mesmos tinham um ou nenhum acesso e nem ao menos foram reproduzidos. Durante a semana de testes, com o apoio de alguns alunos do curso de Engenharia da Computação do CEFET-MG, o sistema de informação foi utilizado e definiu-se dois grupos de vídeos: um para os vídeos a serem mais acessados e um para os vídeos a serem ignorados ou pouco acessados. Para o primeiro grupo, foram escolhidos os dois primeiros blocos de cada programa totalizando 29 vídeos, e para o segundo grupo, o restante.

O primeiro tipo de teste foi formulado para analisar a evolução positiva ou negativa do nível de interesse dos vídeos ao longo de alguns dias. Esse tipo de abordagem é relevante, pois uma das variáveis de entrada do módulo de avaliação fuzzy processa o valor real, não-normalizado, da quantidade de dias em que um vídeo não é visualizado. Além disso, ao longo do tempo, conforme o uso do sistema feito pelos usuários, a quantidade de acessos aos vídeos pode crescer muito e, dessa forma, influenciar no processamento do nível de interesse de todos os vídeos da base, pois a partição de entrada correspondente processa valores normalizados a partir da razão da quantidade de acessos de cada vídeo pela quantidade de acessos feita na base. Já o tempo médio assistido auxilia o processo de avaliação dos vídeos de forma isolada. Para facilitar a medição da evolução dos níveis de interesse dos vídeos testados, calculou-se a média entre os níveis de interesse de todos os vídeos pertencentes a um mesmo grupo durante o período de 5 dias da realização dos testes. A tabela 1 apresenta os valores médios dos níveis de interesse dos vídeos ao final de cada dia da semana de testes.

Tabela 1: Nível de interesse médio entre grupos de vídeos igualmente acessados ao final de cada dia.

Dia	Nível de Interesse do Grupo 1	Nível de Interesse do Grupo 2
1	55, 13%	1, 92%
2	62, 30%	0, 31%
3	70, 59%	0, 02%
4	78, 01%	0, 00%
5	89, 93%	0, 00%

Percebe-se que o nível médio de interesse do grupo 1 de vídeos atinge altas pontuações durante os testes na recuperação dos respectivos vídeos, com uma taxa de acréscimo notavelmente maior que a taxa de decaimento no nível de interesse médio do grupo 2 a partir do segundo dia. Pode-se explicar esse fenômeno por meio do número de acessos calculado sobre cada vídeo em relação à base inteira e, como são cada vez mais acessados, os vídeos do grupo 1 ganham mais contribuições desse indicador no processo de inferência dos níveis de interesse do que os vídeos do grupo 2. Como esse indicador é normalizado pela razão entre n e N , definidos na seção anterior, e como os vídeos do grupo 2 têm o valor de n pequeno e N cresce muito com o tempo, como era esperado, os valores de seus níveis de interesse tendem a zero. Os valores para a quantidade de dias desde a última visualização entre os dois grupos são completamente opostos e contribuíram com os resultados obtidos: enquanto no grupo 1 é praticamente nulo, no grupo 2 aumenta durante a semana.

O segundo teste, realizado paralelamente ao primeiro, foi formulado para analisar a velocidade da evolução entre dois vídeos específicos durante o dia. Dessa forma, é possível quantificar estatisticamente o grau de influência que os indicadores possuem sobre o nível de interesse dos vídeos. Como os testes foram baseados em vários acessos sobre os vídeos durante o dia, logo não foi avaliado o indicador referente a quantidade de dias em que os mesmos não são vistos, pois o valor é sempre nulo nesse tipo de processamento. Para a realização desse teste, foram utilizados os vídeos pertencentes ao grupo 1 definido para o primeiro teste, pois fossem escolhidos os vídeos do outro grupo, o primeiro teste seria invalidado ao longo da semana. A metodologia para a esse segundo teste foi acessar várias vezes um dos vídeos, inclusive por mais de uma pessoa, não sendo necessário assistir ao

respectivo vídeo até o final. Já o segundo vídeo foi acessado a metade das vezes em relação ao primeiro, porém sempre assistido até o final ou, pelo menos, tendo uma visualização de 90% de seu conteúdo. A tabela 2 apresenta os valores absolutos, medidos ao final de cada dia, dos níveis de interesse dos vídeos referentes ao bloco 2 do programa Conexão Roberto D'Ávila, sobre a entrevista do jornalista e escritor Carlos Heitor Cony, e ao bloco 1 do programa Roda Viva com a entrevista de José Dirceu, ex-ministro da Casa Civil.

Tabela 2: Níveis de interesse absolutos de dois vídeos com acessos estimulados sob indicadores diferentes.

Níveis de Interesse por Indicadores Diferentes		
Dia	Conexão Roberto D'Ávila (<i>quantidade acessos</i>)	Roda Viva (<i>tempo assistido</i>)
1	69, 41%	71, 08%
2	72, 15%	75, 71%
3	75, 06%	79, 24%
4	79, 17%	83, 01%
5	82, 39%	86, 99%

Conforme os valores apresentados no segundo teste, os níveis de interesse para o primeiro vídeo (*Conexão Roberto D'Ávila*) evoluiu com uma taxa média de 2, 59% ao dia e de 3, 18% ao dia para o segundo vídeo (*Roda Viva*), informando que o processo de avaliação sobre o indicador referente ao tempo médio assistido pode contribuir mais que indicadores mais técnicos e estatísticos, porém a integração de indicadores com características diferentes ainda se mostra relevante para o processamento global utilizando-se métodos inteligentes. A seção sobre as conclusões desse trabalho apresenta uma reflexão sobre esse assunto, bem como apresenta as aplicações viáveis que podem ser desenvolvidas como trabalhos futuros.

4. CONCLUSÕES

Esse trabalho discutiu o uso de técnicas inteligentes, em especial a lógica fuzzy, para a avaliação do nível de interesse que pode ser inferido na fase de recuperação de vídeos televisivos sobre um determinado acervo digital. Essa técnica permite modelar, de forma direta, as características semânticas existentes em arquivos audiovisuais que, naturalmente, suportam diferentes mídias no processo de comunicação. Esse processamento qualitativo do conhecimento, imitando o modo humano de raciocínio, facilita a representação explícita do conhecimento, gerando respostas determinísticas a partir de dados históricos.

Conforme os resultados experimentais obtidos, percebeu-se que a avaliação automática de vídeos utilizando indicadores que representam algum significado para o usuário, geralmente modelados a partir de características próprias dos vídeos e seus metadados, pode contribuir mais para o processo de análise de conteúdo.

De fato, no contexto desse trabalho, pode-se dizer que o indicador sobre o tempo em que um vídeo é assistido (*partição tempo assistido*) possui um significado mais semântico que os demais. Enquanto o número de acessos a um vídeo sofre influência de toda a base de dados e a quantidade de dias sem visualização reflete uma influência temporal, o tempo assistido modela, semanticamente, se o vídeo contém um assunto interessante que prende a atenção do usuário até o fim da visualização ou se o mesmo é descartado ao se perceber, logo de início, que o conteúdo não corresponde ao objetivo da pesquisa.

É importante ressaltar que, em conjunto, todos indicadores oferecem suporte na tentativa de avaliação de vídeos, pois, além do indicador de tempo assistido, o número de acessos representa se mais usuários acessam a informação por ela ser realmente interessante e a quantidade de dias tenta modelar o desuso da informação pelo público-alvo. Dessa forma, diversos padrões de vídeos podem ser descobertos com a utilização da lógica fuzzy ao se integrar vários indicadores que mapeiam parte de uma característica semântica do conteúdo informacional. Dentre algumas aplicações, destacam-se a detecção de vídeos *spams* que geralmente são muito acessados, em poucos dias, mas descartados no início da reprodução ao se perceber o conteúdo não-interessante; e a recuperação de vídeos históricos, principalmente produzidos por ferramentas ultrapassadas, que não são exibidos a muito tempo, porém possuem registros antigos de muito acesso e alto tempo de visualização, devido ao conteúdo extremamente relevante para acervos de memória cultural.

Outra abordagem interessante para o uso dessa técnica seria estender o estudo realizado em [11], gerando indicadores multimodais por meio do mapeamento de elementos audiovisuais, tais como quadros-chave (*key-frames*) e sinais de áudio, em partições fuzzy para avaliação de vídeos quanto ao nível de interesse dos mesmos considerando informações afetivas [11].

REFERÊNCIAS

- [1] D. Petrelli and D. Auld. "An Examination of Automatic Video Retrieval Technology on Access to the Contents of an Historical Video Archive". *Information Systems*, vol. 42, no. 2, pp. 115–136, 2008.
- [2] A. Lemos. *Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea*. 8520503055, Porto Alegre, first edition, 2002.
- [3] R. Zhou, S. Khemmaratand and L. Gao. "The impact of YouTube recommendation system on video views". In *IMC '10 Proceedings of the 10th annual conference on Internet measurement - ACM*, 2010.

- [4] G. Stamou and S. Kollias. *Multimedia Content and the Semantic Web*. John Wiley and Sons, Inc, 2005.
- [5] G. Marchionini, B. Wildemuth and G. Geisler. “The Open Video Digital Library: A Mobius Strip of Research and Practice”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 57, no. 12, pp. 1629–1643, 2006.
- [6] M. Ketterl, O. A. Schult and A. Hochman. “Opencast Matterhorn: A Community-driven Open Source Solution for Creation, Management and Distribution of Audio and Video in Academy”. *11th IEEE International Symposium on Multimedia*, pp. 687–692, 2009.
- [7] G. Geisler, G. Marchionini, B. M. Wildemuth, A. Hughes, M. Yang and T. Wilkens. “Video Browsing Interfaces for the Open Video Project”. *ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 514–515, 2002.
- [8] W. Ding, D. Soergel and G. Marchionini. “Performance of Visual, Verbal, and Combined Video Surrogates”. *Annual Conference of the American Society for Information Science and Technology*, pp. 651–664, 1999.
- [9] L. A. C. Souza, A. A. Araújo, F. H. C. Nunes and M. A. Correa. “Um Sistema de Informação Multimídia para o CECOR”. *Brazilian Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems (SBMIDIA)*, pp. 391–394, 2002.
- [10] F. L. C. Pádua, R. L. Carceroni, G. A. M. R. Santos and K. Kutulakos. “Linear Sequence-to-Sequence Alignment”. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 32, no. 2, pp. 304–320, 2010.
- [11] L. Zhaoming, W. Xiangming, L. Xinqi and Z. Wei. “A Video Retrieval Algorithm Based On Affective Features”. *IEEE Ninth International Conference on Computer and Information Technology*, vol. 1, pp. 134–138, 2009.
- [12] M. Lew, N. Sebe, C. Djeraba and R. Jain. “Content-Based Multimedia Information Retrieval: State of the Art and Challenges”. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–19, 2006.
- [13] H. Wactlar, M. Christel, Y. Gong and A. Hauptmann. “Lessons Learned from the Creation and Development of a Terabyte Digital Video Library”. *IEEE Computer*, vol. 32, no. 2, pp. 66–73, 1999.