

2 Trabalhos Relacionados

Diferentes trabalhos mostram como a digitalização da TV contribuiu para mudar o comportamento dos telespectadores. Por exemplo, Simons [Simons, 2009] apresenta uma pesquisa com diferentes telespectadores, analisando como principais características da prática tradicional de assistir TV estão sendo desafiadas (e mudadas) pela digitalização. Tecnologias como PVR, vídeo sob-demanda, entre outras, são responsáveis por desacoplar o conteúdo televisivo da TV. Com isso, os programas de TV mais populares não estão restritos apenas à televisão. Na mesma linha, Brown e Barkhuss [Brown & Barkhuus, 2006] dissertam que a TV está sendo revolucionada pelo uso de PVRs e compartilhamento de conteúdo televisivo pela Internet. Para os autores, a prática atual de assistir TV inclui descobrir novos programas, selecionar o que gravar, escolher o que assistir, arquivar e compartilhar os programas, além de discuti-los com outras pessoas.

As informações sobre os programas transmitidos são os chamados metadados. Os principais sistemas de TV Digital terrestre definem um conjunto de tabelas padronizadas para prover os metadados multiplexados com outros conteúdos em um único fluxo de transporte. Nos sistemas Europeu [ETSI, 2010], Japonês [ARIB, 2005] e Brasileiro [ABNT, 2009a], essas tabelas são chamadas de SI (*Service Information*). Já no Americano [ATSC, 2003], as tabelas são chamadas de PSIP (*Program and System Information Protocol*).

Dentre essas tabelas, há um padrão específico, chamado de EIT (*Event Information Table*), encarregado de encapsular, no fluxo de transporte, os metadados relativos à grade de programação, como por exemplo, hora de início e tempo de duração, nome do programa e uma breve descrição do mesmo [Moreno *et al.*, 2009]. Assim, normalmente, as informações da EIT são usadas para a geração do Guia Eletrônico.

Como os Guias Eletrônicos³ não são aplicações específicas para sistemas de TV por difusão, eles também podem ser usados em outros sistemas, incluindo sistemas IPTV ou P2PTV, por exemplo. No entanto, para esses sistemas, há diferentes padrões de metadados que podem ser usados para construir Guias Eletrônicos, como, por exemplo, o MPEG-7 [Rovira *et al.*, 2004] e TV Anytime [Lee *et al.*, 2002].

Guias Eletrônicos não são um assunto recente e, portanto, a literatura é vasta em exemplos. A grande maioria dos trabalhos relacionados com Guias Eletrônicos concentra-se em sistemas de recomendação ou na pesquisa e desenvolvimento de formas de interação com o usuário. Ainda há aqueles que focam na implementação da aplicação do Guia e suas funcionalidades.

Para melhor explorar os trabalhos relacionados, o restante desta seção está organizado da seguinte forma. A Seção 2.1 apresenta os trabalhos de sistemas de recomendação. A Seção 2.2 apresenta um exemplo de trabalho com foco na interface de Guias Eletrônicos. A Seção 2.3 apresenta trabalhos que focam nas aplicações de Guias Eletrônicos e suas funcionalidades. Por fim, a Seção 2.4 discute a adaptabilidade dos Guias Eletrônicos apresentados no decorrer deste capítulo.

2.1. Sistemas de Recomendação

Como mencionado no Capítulo 1, uma das consequências da TV Digital é o aumento da quantidade de provedores de conteúdo e de conteúdos oferecidos. A função de um Guia Eletrônico é exibir essas diferentes opções de programas para o telespectador. Entretanto, se a quantidade de provedores e de conteúdos for grande, o Guia Eletrônico irá sobrecarregar mentalmente o usuário com tanta informação, que ele não será capaz de processar. Para solucionar esse problema, sistemas de recomendação são utilizados junto às aplicações de Guias Eletrônicos.

Quando a aplicação do Guia possui um sistema de recomendação, o Guia é adaptado para sugerir conteúdos para cada telespectador de acordo com suas

³ Como usual na literatura, a partir deste ponto o termo Guia Eletrônico é usado tanto para a aplicação geradora do guia, como para o resultado da geração. O contexto torna claro o significado do termo.

preferências, o que é chamado de Guia Eletrônico personalizado (pEPG - *personalized Electronic Program Guide*) [Smyth & Cotter, 2001].

Para sugerirem conteúdos de forma automática e adaptada a diferentes telespectadores, os sistemas de recomendação necessitam de perfis (ou modelos) dos telespectadores, que devem expressar seus desejos, gostos, demandas e desgostos [Ehrmantraut *et al.*, 1996]. Assim, a qualidade das personalizações depende diretamente da qualidade e habilidade dos perfis em representar as preferências dos telespectadores [Smyth & Cotter, 2001]. Então, para que a acurácia das sugestões seja a melhor possível, alguns trabalhos optam por discutir também as técnicas usadas para a construção desses perfis e não só as técnicas de recomendação.

Os sistemas de recomendação podem utilizar diferentes formas de modelar os usuários, com objetivo de derivar suas preferências com maior acurácia, gerando, com isso, os perfis ou modelos que melhor representam os usuários. Por exemplo, o perfil explícito é gerado através das preferências que o usuário informa diretamente ao sistema. Já no perfil implícito, o próprio sistema é quem gera as preferências através da observação do comportamento do telespectador.

As recomendações que utilizam apenas preferências explícitas estão sujeitas a falhas, porque os telespectadores não declaram suas preferências com frequência. Já as recomendações baseadas apenas no perfil implícito levam tempo para serem eficientes e, espelhando as escolhas dos usuários, falham por não suportar a variedade de conteúdos disponíveis. Por isso, alguns sistemas combinam diferentes fontes de informação a respeito das preferências dos telespectadores. Além disso, a forma como cada modelagem é implementada pode variar de sistema para sistema.

O sistema de recomendação apresentado em [Weiss *et al.*, 2008] combina os perfis explícito e implícito. No seu perfil explícito, o usuário informa numericamente quanto os conteúdos o agradaram. Por sua vez, o perfil implícito é gerado pela duração que o telespectador assiste aos programas: aqueles assistidos por mais tempo são os que mais agradaram. Já o sistema proposto em [Ardissono *et al.*, 2004] utiliza também o perfil estereotípico, que prediz as preferências do telespectador de acordo com seu estereótipo (por exemplo, dona de casa), definido pelos interesses e informações sócio-demográficas informadas pelo usuário. A utilização desse perfil baseia-se no fato de que pessoas com o mesmo estereótipo

tendem a gostar dos mesmos programas de TV. Além disso, no perfil explícito, o usuário apenas fornece dados pessoais (profissão, idade etc), interesses gerais e categorias de programas favoritas (esporte, filme etc).

Com o perfil do telespectador definido, os sistemas podem apresentar as recomendações assim que forem solicitadas pelo telespectador. As diferentes técnicas utilizadas para a geração das recomendações podem ser classificadas em vários tipos. Em [Basso *et al.*, 2009] cinco diferentes tipos de técnicas são listados, além de serem apresentadas vantagens e desvantagens de cada tipo. Mas, normalmente, para Guias Eletrônicos personalizados, a literatura foca principalmente na filtragem baseada em conteúdo (*content-based filtering*) e na filtragem colaborativa (*collaborative filtering*).

O objetivo da filtragem baseada em conteúdo é recomendar conteúdos que são similares a outros conteúdos que o telespectador gostou. Para possibilitar esse tipo de recomendação, além das informações dos programas e perfis dos usuários (nesse caso, contendo as descrições dos conteúdos que os agradaram), é necessário um algoritmo para comparar a similaridade entre um conteúdo e um usuário [Smyth & Cotter, 2001]. Como exemplo, o sistema de recomendação apresentado em [Weiss *et al.*, 2008] utiliza esse tipo de filtragem.

A filtragem colaborativa busca sugerir os conteúdos que outros telespectadores com perfis similares tenham gostado. Nesse caso, ao invés de comparar os perfis com conteúdos, são utilizados algoritmos para estabelecer as similaridades entre os perfis dos telespectadores.

A filtragem colaborativa tem bom desempenho quando o conjunto de conteúdos a serem recomendados é estável [Ardissono *et al.*, 2004]. Quando novos conteúdos são considerados, o resultado não é satisfatório, porque eles não serão recomendados até que estejam em diferentes perfis [Basso *et al.*, 2009] [Smyth & Cotter, 2001].

Outra desvantagem da filtragem colaborativa é que a mesma necessita que os receptores se comuniquem (por exemplo, através de um servidor) para que os perfis possam ser comparados. Com isso, as recomendações não são geradas apenas com base nas informações locais. É justamente por isso que o sistema proposto em [Ardissono *et al.*, 2004] não utiliza filtragem colaborativa.

Para o problema de novos conteúdos, a filtragem baseada em conteúdo atinge melhores resultados, porém tende a sugerir programas bastante similares a

outros já recomendados no passado [Smyth & Cotter, 2001], e essa não é a única desvantagem: tais sistemas necessitam de metadados bastante ricos para possibilitar a comparação do perfil com os programas. Nesse caso, a filtragem colaborativa é mais satisfatória, uma vez que os perfis dos telespectadores contam apenas com avaliações dos diferentes programas e não descrições mais detalhadas (gênero, atores, diretor, língua etc) dos conteúdos que agradaram [Basso *et al.*, 2009]. Por exemplo, o sistema [Basso *et al.*, 2009] utiliza a filtragem colaborativa para gerar as recomendações justamente pela falta de descrições ricas dos conteúdos.

Pelas vantagens e desvantagens de ambos os tipos, alguns trabalhos procuram utilizar ambas as técnicas. Smyth e Cotter [Smyth & Cotter, 2001] afirmam que o sucesso do sistema desenvolvido por eles está numa abordagem híbrida, utilizando tanto filtragem baseada em conteúdo, buscando recomendar novos conteúdos, quanto filtragem colaborativa, assegurando a diversidade da lista de recomendação. Como outro exemplo, o sistema de recomendação integrado ao PVR TiVo⁴, que é vastamente utilizado nos Estados Unidos, também utiliza a filtragem baseada em conteúdo e a filtragem colaborativa [Ali & van Stam, 2004].

Outro trabalho em pEPG que merece ser citado é [Buczak *et al.*, 2002], que apresenta formas para aperfeiçoar características que um Guia personalizado deve ter. Tais características são: uma interface de fácil utilização para o telespectador encontrar o que procura, alta acurácia nas recomendações, além de explicar de forma simples por qual razão a recomendação foi feita. Essa última necessidade se deve ao fato de que, segundo os autores, quando um usuário recebe uma sugestão de um programa desconhecido, ele acredita que o sistema não está funcionando corretamente. Nessa mesma linha, as razões por que tal conteúdo foi recomendado também são exibidas no sistema proposto em [van Barneveld & van Setten, 2004], com o intuito de ganhar a confiança do telespectador. Entretanto, de acordo com a pesquisa realizada, não são todos os usuários que querem explicações durante todo o tempo de utilização do sistema. Por isso, as explicações devem ser requisitadas pelo telespectador.

⁴ <http://www.tivo.com/>

2.2. Interação com o usuário

Os Guias Eletrônicos são componentes vitais da televisão digital interativa, já que permitem aos telespectadores encontrar o que desejam assistir [Obrist *et al.*, 2009]. Entretanto, se os telespectadores não conseguirem achar os programas de seu interesse de forma rápida e simples, os Guias Eletrônicos perdem seu propósito. Por essa razão, diferentes trabalhos focam em estudar os desejos e as necessidades dos usuários ao interagir com Guia, propondo, por exemplo, diferentes leiautes e interfaces.

Mesmo com os avanços dos receptores e *displays*, o formato de apresentação padrão dos Guias Eletrônicos é, ainda, uma tabela, que mostra os diferentes programas a serem exibidos. A tabela pode ser organizada por canal e hora (se o Guia Eletrônico mostra a programação de todos os canais) ou apenas pelo horário (quando é exibida apenas a programação do canal sintonizado). Assim, os usuários procuram e selecionam o programa que querem assistir navegando por essa tabela [Harrison *et al.*, 2008].

Algumas interfaces de Guias permitem buscar por uma entidade particular, como, por exemplo, buscar por um determinado ator para descobrir em quais programas ele aparece. Entretanto, a maioria dos Guias não permite navegar por diferentes tipos de entidades em uma interface única [Harrison *et al.*, 2008].

Com a finalidade de solucionar o problema citado, o Guia Eletrônico apresentado em [Harrison *et al.*, 2008] permite navegar por diferentes tipos de entidades em uma única interface. Para isso, os metadados dos programas são exibidos em forma de um grafo não direcionado, com as arestas representando diferentes tipos de relacionamentos entre as entidades, que são representadas pelos nós, conforme pode ser observado na Figura 3.

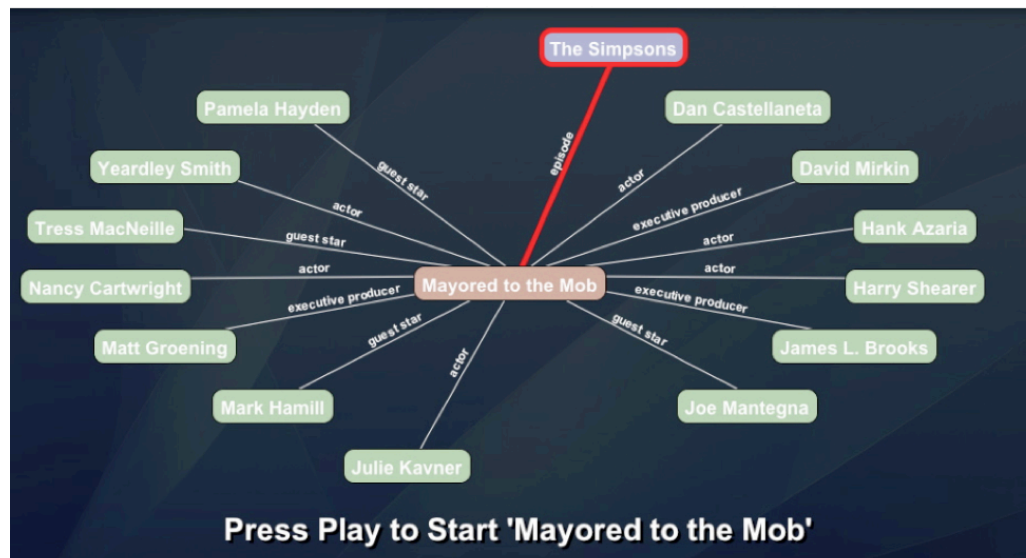


Figura 3 – Exemplo de grafo da interface do Guia apresentado em [Harrison *et al.*, 2008]

No grafo ilustrado na Figura 3, uma aresta “produtor executivo” (*executive producer*) relaciona as entidades “David Mirkin” e “Mayored to the Mob”, que o usuário pode facilmente descobrir, pela aresta “episódio” (*episode*), tratar-se de um episódio do seriado “The Simpsons”. O grafo ainda permite explorar as entidades, centralizando a entidade desejada, gerando os relacionamentos em sua função. Exemplificando, um telespectador pode selecionar a entidade “The Simpsons”, que, com isso, será centralizada e seus relacionamentos, como diferentes episódios, serão exibidos. Esse tipo de visualização e navegação não só exibe os metadados dos conteúdos, mas permite que os metadados sejam usados para buscar por outros conteúdos.

Mesmo apresentando bons resultados nos testes de usabilidade, o sistema possui uma desvantagem: seu objetivo é ajudar os telespectadores a selecionar os conteúdos que desejam assistir entre os que já foram gravados (através de um PVR) e, assim, estão armazenados nos receptores. Com isso, todos os testes de usabilidade da interface foram feitos apenas com conteúdos gravados. Tais conteúdos não possuem uma informação que é relevante para um Guia Eletrônico e seus usuários: a hora de exibição. Além disso, a quantidade de programas armazenados em um receptor é menor do que a quantidade de conteúdos e serviços oferecidos por diferentes provedores, sendo esses conteúdos transmitidos por difusão ou adquiridos sob demanda. Por essas razões, testes de usabilidade ainda são necessários para avaliar se tal interface é útil para um Guia Eletrônico e

como essa forma de visualização e navegação através de um grafo pode ser utilizada para exibir conteúdos com diferentes horas de início.

2.3. Aplicação Geradora de Guia Eletrônico

Os trabalhos apresentados na Seção 2.1 discutem apenas a implementação dos sistemas de recomendação desenvolvidos. Entretanto, não são mencionados detalhes a respeito da implementação do restante da aplicação do Guia Eletrônico, como, por exemplo, padrões de metadados usados e como eles são obtidos.

A aplicação de um Guia Eletrônico pode ser implementada de diferentes maneiras. Na maioria dos receptores, o Guia é gerado por uma aplicação residente e embutida no receptor. Mas nada impossibilita de ser implementada parcialmente como uma aplicação de TV digital interativa recebida pela rede.

Faz da parte aplicação do Guia Eletrônico, o suporte oferecido pelo *middleware*, que é o componente de software que oferece um conjunto de APIs necessárias ao desenvolvimento das aplicações.

Como as aplicações de TV digital podem usar o suporte oferecido pelos ambientes imperativos ou declarativos do *middleware*, cada emissora pode utilizar o paradigma desejado para implementar um Guia Eletrônico. Além disso, como já mencionado, essa aplicação interativa pode estar residente ou pode ser transmitida sem solicitação, ou ainda, pode ser adquirida sob demanda.

Uma vez no receptor, a aplicação interativa é executada pelo *middleware*, que, geralmente em um sistema de TV digital terrestre, recebe e demultiplexa fluxos de transportes associados às emissoras, capturando, processando e entregando os metadados enviados à aplicação interativa do Guia.

No contexto de TV digital terrestre, um dos problemas para a geração de um Guia Eletrônico que mostre a programação de todas as emissoras é que cada emissora transmite apenas as informações relativas à sua própria grade de programação. É normal que uma determinada emissora não queira gastar seus recursos com informações de outras emissoras.

A referência [Jang & Moon, 2006] apresenta uma aplicação interativa imperativa para o *middleware* americano de TV digital, ATSC-ACAP [ATSC, 2009], capaz de gerar um Guia Eletrônico com informações de todas as emissoras.

Conforme mencionado no início deste capítulo, o sistema americano utiliza as tabelas PSIP para a multiplexação dos metadados dos programas. Dessa forma, para obter as informações do canal sintonizado, o *middleware* é responsável por demultiplexar as tabelas PSIP, passando os metadados para a aplicação interativa.

Para prover o gênero do conteúdo, o padrão PSIP define duas tabelas, que, por serem opcionais, as emissoras podem não transmiti-las. Então, com a finalidade de obter o gênero dos conteúdos do canal sintonizado, assim como a grade de programação das outras emissoras, é utilizado o canal de retorno, adquirindo metadados armazenados nos servidores das próprias emissoras.

Como foi desenvolvida para o *middleware* americano, a aplicação imperativa foi implementada na linguagem Java, utilizando a API Xlet definida pela API JavaTV. As informações oriundas do canal de retorno são recebidas no formato XML, utilizando a API SAX para a realização do *parser*. Jang e Moon [Jang & Moon, 2006] concluem que a implementação realizada tem a vantagem de prover informações do gênero dos programas, além de informações de todas as emissoras. Os autores também ressaltam que, como a aplicação pode ser enviada por difusão pelas emissoras, é possível a substituição da interface (GUI – *Graphic User Interface*) do Guia Eletrônico e dos conteúdos exibidos pelo mesmo, sempre que uma emissora desejar.

Conforme descrito, a aplicação obtém demais metadados em XML armazenados nos servidores das emissoras, utilizando o canal de retorno. Entretanto, em nenhum momento é mencionado como as mensagens XML são estruturadas. Além disso, a aplicação desenvolvida só atinge seu objetivo completamente se todas as emissoras disponibilizarem um servidor para responder às requisições da aplicação do Guia, enviando os metadados em um mesmo formato, o que nem sempre acontece. Por fim, a substituição da interface é possível mas exige o desenvolvimento de uma nova aplicação interativa e a sua transmissão integral. Quando o usuário interagir com a nova aplicação, o Guia será exibido com uma interface diferente.

2.4. Adaptação em Guias Eletrônicos

As seções anteriores apresentaram trabalhos com diferentes focos, com o objetivo de contextualizar o cenário de Guias Eletrônicos.

No contexto de sistemas de recomendação para TV, é bastante comum que os Guias sejam chamados de adaptáveis e adaptativos. Essa nomenclatura deve-se ao fato de que tais sistemas adaptam, com base em informações fornecidas pelo usuário (adaptável), e de forma automática (adaptativo), o Guia Eletrônico exibido. Entretanto, apenas as informações a serem apresentadas são adaptadas, e nenhuma adaptação no próprio sistema de recomendação é mencionada. Em outras palavras, nenhuma adaptação é feita na aplicação geradora do Guia Eletrônico.

Adaptação nos próprios sistemas de recomendação cria uma flexibilidade que pode ser explorada de diferentes maneiras. Por exemplo, uma determinada emissora pode não estar satisfeita como o modelo de perfil dos telespectadores que estão sendo gerados. Se a aplicação fosse passível de adaptação, a emissora poderia modificar o gerador de perfil. Como outro exemplo, se um novo tipo de técnica de recomendação for desenvolvida e apresentar melhores resultados do que a utilizada pelo sistema de recomendação, bastaria adaptar a parte desejada.

No cenário de desenvolvimento de interfaces para os Guias Eletrônicos, a adaptação da própria aplicação também é interessante, uma vez que diferentes interfaces e leiautes podem ser utilizadas pela mesma aplicação para gerar Guias Eletrônicos distintos. Por exemplo, cada emissora pode usar seu próprio leiaute, compartilhando os outros componentes da aplicação com as demais emissoras. A adaptação pode facilitar também testes de usabilidade das próprias interfaces, já que interface e leiaute podem ser adaptados quantas vezes for desejado. Uma emissora, por exemplo, pode oferecer para seus telespectadores diferentes interfaces de Guias Eletrônicos, que podem ser modificadas de acordo com o horário ou ainda de acordo com o próprio programa sendo exibido.

Cabe observar que algumas aplicações podem ser modificadas através da sua substituição. Porém, o que se deseja é que adaptações sejam possíveis sem desenvolver novamente, retransmitir e substituir integralmente a aplicação. Além

disso, as adaptações devem ser realizadas sem a necessidade de interromper a execução da aplicação para adaptá-la.

Com o objetivo de prover uma aplicação adaptativa geradora de Guia Eletrônico, uma arquitetura genérica é definida em [Moreno *et al.*, 2009]. A arquitetura inclui um meta-serviço responsável pelas atualizações dinâmicas dos componentes da própria arquitetura. O objetivo deste trabalho é avaliar e validar a arquitetura através de sua implementação, provendo uma revisão e melhoras na mesma, assim como fornecer uma implementação para o *middleware* Ginga do Sistema Brasileiro de TV Digital. Essa arquitetura é detalhada no Capítulo 4.