

Combinando Técnicas de Recomendação e *Smart Posters*

Joedeson Fontana Junior¹, Carlos Vinicius F. Gracioli¹, Daniel Lichtnow¹

¹Colégio Politécnico – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Av. Roraima nº1000, Campus UFSM – 97.105-900 – Santa Maria – RS – Brasil
jrgfbpa@redes.ufsm.br, carlosviniciusf.gracioli@hotmail.com,
dlichtnow@politecnico.ufsm.br

Abstract. *This paper presents an application that use technologies related to Ubiquitous and Mobile Computing for recommending posters to conference participants. In the work, posters are Smart Posters – posters that has affixed to or embedded in it, one or more readable NFC tags. Together with NFC, techniques used in Recommender Systems have been explored. The application shows more information about a poster that a user is viewing, allows that a user to evaluate the poster, and recommend other posters available at the event, take into account the user location.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma aplicação que explora recursos da Computação Ubíqua e Móvel para construção de um sistema que realiza a recomendação de pôsteres aos participantes de uma conferência. Para fazer isto são usados Smart Posters - pôsteres que possuem afixados ou embutidos uma ou mais etiquetas NFC. Junto com NFC, diferentes técnicas utilizadas em Sistemas de Recomendação foram exploradas. A partir disto, a aplicação exibe informações adicionais sobre um pôster que o usuário de um evento consulta, permite que o usuário avalie o pôster e recomenda outros pôsteres disponíveis no evento, considerando a localização do usuário.*

1. Introdução

Sistemas de Recomendação vêm sendo utilizados em aplicações que cobrem distintos domínios (*eCommerce*, bibliotecas digitais, recomendação de filmes, etc.). Atualmente, uma série de recursos relacionados à Computação Ubíqua/Móvel permite vislumbrar novas possibilidades de aplicação das técnicas utilizadas nos Sistemas de Recomendação. Estas novas possibilidades apenas começaram a ser exploradas. A partir desta constatação, o objetivo do presente trabalho é usar recursos relacionados à Computação Ubíqua/Móvel, em um domínio de aplicação específico, que permita demonstrar algumas destas possibilidades.

O domínio de aplicação escolhido é o de sessões de pôsteres em conferências científicas, onde em cada pôster é apresentada uma versão resumida de um artigo científico. Neste cenário, os participantes da conferência vão para a área reservada para a sessão de pôsteres, procurando identificar os trabalhos que são de seu interesse. Ocorre que alguns destes trabalhos podem passar despercebidos por muitos participantes. Neste sentido, seria desejável que os participantes fossem notificados sobre a presença de pôsteres de interesse, o que poderia ser feito mediante o uso das técnicas usadas nos Sistemas de Recomendação.

Atualmente, a recomendação de itens de interesse ocorre normalmente quando o usuário está acessando um sistema na Web. Assim, ao acessar artigos científicos

presentes em uma biblioteca digital na Web, por exemplo, um sistema de recomendação pode recomendar artigos a partir do interesse de um usuário, interesse que poderia ser identificado pela interação com o sistema (e.g. artigos científicos acessados) ou pela avaliação explícita de um artigo (e.g. atribuição de notas). No caso de uma sessão de pôsteres, a dificuldade reside no fato de que o participante não está acessando artigos/itens na Web, mas interagindo com objetos físicos (pôsteres). Assim, existem problemas para identificar os interesses do usuário mediante análise da sua interação com o objeto (e/ou avaliação) e recomendar itens (i.e. pôsteres), e ainda aspectos que em uma biblioteca digital, por exemplo, não são relevantes, como a distância do usuário para os objetos recomendados. Em cenários como este da sessão de pôsteres, em que é preciso identificar a interação dos usuários com objetos físicos, para então gerar recomendações, recursos associados à Computação Ubíqua/Móvel podem ser úteis.

A partir disto, foi desenvolvido um aplicativo para *smartphone* que realiza recomendação de pôsteres para os participantes de uma sessão de posterês. Para tornar a interação do usuário com o pôster possível e identificar quando ela ocorre, a aplicação faz o uso da tecnologia *NFC* (*Near Field Communication*), criando os chamados *Smart Posters*. Basicamente, um *Smart Poster* é um objeto/pôster que possui afixado ou embutido uma ou mais etiquetas *NFC*¹. Etiquetas *NFC*, estão relacionadas a tecnologia *RFID - Radio-Frequency Identification* [Want 2006], consistindo de pequenas etiquetas que podem ser colocadas em objetos físicos de modo a permitir a troca de dados com dispositivos móveis que tenham suporte a tecnologia. Assim, no aplicativo desenvolvido, quando o usuário aproxima o *smartphone* com a aplicação da etiqueta *NFC* presente no pôster, ele pode receber informações complementares relacionadas ao artigo apresentado no pôster e também recomendações de outros pôsteres.

Na aplicação desenvolvida, a recomendação é produzida por meio de uma abordagem Híbrida que faz uso da abordagem Baseada em Conteúdo, Filtragem Colaborativa e considera a localização dos pôsteres, priorizando aqueles que estão mais próximos do usuário. Embora voltado para um domínio específico, o desenvolvimento desta aplicação pode servir como base para análise de outras possibilidades de integração entre recursos da computação Móvel/Ubíqua, cada dia mais presentes no cotidiano das pessoas, e os Sistemas de Recomendação, que poderiam passar a indicar então objetos físicos.

O artigo inicia na Seção 2, onde são apresentados trabalhos relacionados à área de Sistemas de Recomendação, sendo dado ênfase aqueles sistemas que usam tecnologias que são frequentemente relacionadas a chamada Computação Ubíqua e a Internet das Coisas (especialmente *RFID* e *NFC*). Na Seção 3 é apresentado o aplicativo, sua arquitetura, cenário de uso e as tecnologias utilizadas. Por fim, a Seção 4 apresenta as considerações finais, sendo destacadas as contribuições do trabalho e perspectivas para sua continuidade.

2. Trabalhos Relacionados

Sistemas de Recomendação tem por objetivo identificar itens (artigos, livros, filmes, etc) que possam ser úteis para seus usuários [Adomavicius e Tuzhilin 2005]. Um grande número de autores considera três abordagens básicas para estes sistemas: Baseada em Conteúdo, Colaborativa e Híbrida [Adomavicius e Tuzhilin 2005]. Na abordagem

¹ <http://nfc-forum.org/wp-content/uploads/2013/12/NFC-Smart-Poster-WIMA-2011.pdf>

Baseada em Conteúdo são recomendados itens que tenham similaridade com itens que o usuário gostou no passado. Na Colaborativa são recomendados itens que foram bem avaliados por pessoas que tenham gosto similar aos do usuário alvo. Já a abordagem Híbrida combina diferentes abordagens, tentando minimizar problemas inerentes a cada uma das diversas abordagens existentes.

Os primeiros Sistemas de Recomendação não levavam em conta o contexto (local, hora, clima, etc.), porém, já há algum tempo, vários sistemas utilizam informações contextuais. A caracterização do contexto e a coleta de dados que permitam sua caracterização são temas fortemente relacionados à Computação Ubíqua que é caracterizada pela integração transparente dos recursos computacionais ao dia a dia das pessoas [Weiser 1991]. Além de relacionada à mobilidade (Computação Móvel), a Computação Ubíqua está relacionada à Computação Pervasiva, que enfatiza o fato dos dispositivos terem a capacidade de obter do ambiente dados que permitam criar modelos computacionais para ajustar o comportamento de aplicações [Araújo 2003]. Relacionada ainda a Computação Ubíqua está a denominada Internet das Coisas - *Internet of Things - IoT* [Ashton, 2009] que aborda questões relacionadas a como possibilitar que objetos físicos (carros, refrigeradores, roupas, etc.) estejam conectados a Internet, possuindo um endereço único, podendo adquirir informações sobre seus estados e sobre o ambiente que os cerca, ser monitorados e comunicar-se entre si [Aggarwal et al. 2013].

O cenário proposto pela Computação Ubíqua e *IoT* permite vislumbrar uma série de possibilidades em Sistemas de Recomendação, gerando o que alguns autores denominam Sistemas de Recomendação Ubíquos, que são basicamente aqueles que exploram características dos sistemas ubíquos para gerar recomendações, i.e. sistemas que obtêm vantagens dos avanços da telefonia móvel, das conexões *wireless* e da capacidade que dispositivos possuem de obter informações sobre o ambiente onde estão [Mettouris e Papadopoulos, 2014]. Estes sistemas não representam necessariamente uma nova abordagem para Sistemas de Recomendação, podendo utilizar abordagens tradicionais (e.g. Baseada em Conteúdo, Colaborativa, Híbrida). Embora o cenário vislumbrado na Computação Ubíqua e na Internet das Coisas não seja ainda uma realidade plena, já que muitas questões permanecem pendentes de solução, é possível encontrar trabalhos que descrevem sistemas que podem ser considerados Sistemas de Recomendação Ubíquos. Neste sentido, uma análise de trabalhos que envolvem Sistemas de Recomendação e Computação Ubíqua é apresentada em [Rudel; Gubiani; Lichtnow, 2014], sendo alguns destes trabalhos são destacados a seguir.

Em [Walter et al., 2012], por exemplo, é discutido o uso de Sistemas de Recomendação em lojas de varejo, considerando o uso de etiquetas *RFID* (*Radio Frequency IDentification*) nos produtos. A tecnologia *RFID* permite identificar e rastrear objetos por meio de ondas de rádio, sendo apontada como uma das tecnologias básicas para construção da *IoT*. Outro exemplo do uso da tecnologia *RFID* na construção de sistemas de recomendação é apresentada em [Huang et al., 2010] e [Karimi et al., 2012] onde durante a visita a um museu, a interação dos visitantes com os objetos do museu (que possuem etiquetas *RFID*) é acompanhada, sendo feitas recomendações a eles. Usando também etiquetas *RFID* nos objetos, em [Yao et al., 2014] é proposta a recomendação de objetos físicos presentes em um ambiente para seus frequentadores - o sistema procura prever o uso de um objeto (um utensílio de cozinha, por exemplo) a partir da utilização prévia de outro. Já em [Garcia-Perate et al., 2013] é feito um experimento que utiliza a técnica de Filtragem Colaborativa para

recomendar vinhos para os clientes a partir da interação deles com garrafas dispostas em uma mesa (o cliente realiza a leitura de um código de barra presente na garrafa e vinhos são indicados mediante variação das cores dos *RGB Leds* presentes nas garrafas).

Além de trabalhos que fazem uso de etiquetas *RFID*, é possível identificar trabalhos que fazem uso da tecnologia *NFC*, tecnologia presente atualmente em muitos *smartphones*. Em [Luo; Feng, 2015], por exemplo, é descrita a proposta de uma aplicação para *smartphones*, na qual o usuário faz a leitura de *tags NFC* presentes em pôsteres de propaganda de livros em uma livraria, sendo recomendados livros do mesmo gênero daqueles bem avaliados. Neste sistema a recomendação usa técnicas bastante simples (apenas uma taxonomia dos gêneros dos livros é considerada). Outro exemplo do uso da tecnologia *NFC* na criação de *Smart Posters* é apresentado em [Garrido et al., 2010], mas neste trabalho a aplicação apenas apresenta informações que complementam aquelas presentes no pôster. A tecnologia *NFC* tem sido também considerada para estabelecer o relacionamento entre objetos considerando a interação dos usuários [Alves et al., 2015].

O presente trabalho usa técnicas de recomendação e faz uso da tecnologia *NFC*, algo que ainda não foi muito explorado. Em relação aos trabalhos relacionados, no presente trabalho é utilizada uma abordagem Híbrida, que leva ainda em conta a localização do usuário, i.e. a distância do usuário em relação aos objetos recomendados.

3. Sistema de Recomendação para *Smart Posters*

Considerando algumas das possibilidades geradas pelos recursos relacionados à Computação Ubíqua e a Internet das Coisas descritas na Seção 2 e os trabalhos analisados, foi criado um sistema de recomendação onde os itens a serem recomendados pelo sistema consistem de pôsteres cujo conteúdo está relacionado a artigos apresentados em uma conferência. Os pôsteres são *Smart Posters* - pôsteres que possuem afixadas ou embutidas uma ou mais etiquetas *NFC*. A ideia geral é permitir a interação dos participantes das conferências com os objetos (*Smart Posters*), para então gerar recomendações de outros *Smart Posters* para estes participantes. Detalhes sobre aplicação e um cenário de uso são descritos nas próximas seções. A opção pelo uso da tecnologia *NFC* está relacionada ao fato de que ela está presente em um grande número de *smartphones*, e tem um custo e complexidade menor se comparada a soluções que utilizam *RFID*.

3.1. Arquitetura

Basicamente, o sistema desenvolvido consiste em um aplicativo para *smartphones* que utilizam *Android*. O aplicativo permite o cadastro e a autenticação de usuários e uma vez realizado o cadastro e a posterior autenticação, o aplicativo possibilita a leitura de etiquetas *NFC* presentes nos pôsteres, para então mostrar ao usuário informações complementares sobre o pôster de interesse e recomendações.

A arquitetura do aplicativo é mostrada na Figura 1. Existe um repositório de dados da aplicação, construído com *PostgreSQL*, que é acessado usando *Web Services*. O primeiro *Web Service* (na Figura 1 referenciado como *WebService 1*) é responsável por controlar e gerenciar todas as iterações do usuário, seguindo o padrão de projeto *MVC (Model, View, Controller)*. As principais funcionalidades controladas por esta *Web Service* são: i) cadastrar e autenticar o usuário, ii) buscar informações

complementares (texto completo e média de avaliações) sobre o pôster de interesse, iii) possibilitar ao usuário avaliar o pôster e/ou solicitar uma recomendação e iv) apresentar os itens recomendados. Já o segundo *Web Service* (na Figura 1 referenciado como *WebService 2*) é responsável pelo processamento da recomendação, usando para isto, recursos existentes no *Apache Mahout* e no *PostgreSQL* (detalhes são descritos na Seção 3.3).

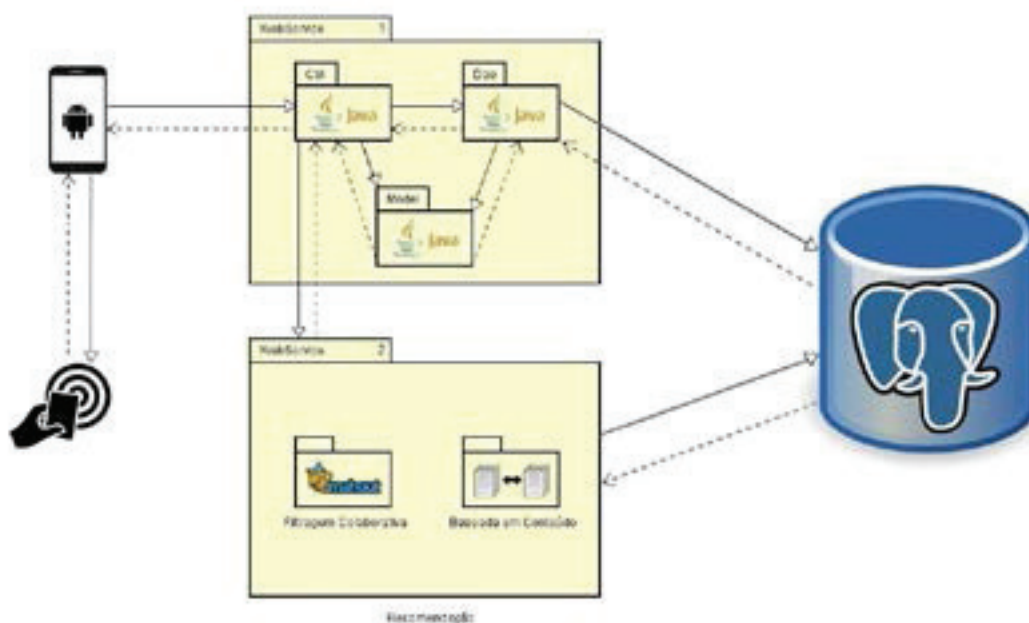


Figura 1. Arquitetura do aplicativo.

No repositório de dados da aplicação são armazenadas informações sobre o usuário (nome, *login*, *email* e senha), dados sobre os artigos relacionados aos pôsteres apresentados em uma sessão (título, texto do artigo, autores, etc.), a localização do pôster no ambiente onde é realizada a sessão de pôsteres da conferência, as notas atribuídas pelos usuários aos pôsteres (ver Seção 3.2), dados sobre a interação do usuário (e.g. quando o usuário efetua a leitura de uma etiqueta *NFC* esta ação é registrada, quando o usuário acessa uma recomendação realizada esta ação é registrada) e as recomendações geradas para o usuário.

3.2. Cenário de Uso do Sistema

O diagrama de atividades da Figura 2 ilustra o uso e funcionamento do aplicativo. Após a autenticação, o aplicativo apresenta ao usuário a interface mostrada na Figura 3(A), sendo possível ao usuário aproximar o *Smartphone* da etiqueta presente no pôster para efetuar sua leitura.

A etiqueta *NFC* presente no pôster armazena um identificador para o pôster, que uma vez lida com o uso do *smartphone*, apresenta por meio do aplicativo informações complementares sobre o trabalho presente no pôster e permite ao usuário realizar a avaliação, ou visualizar a recomendação conforme indicado na Figura 3 (B).

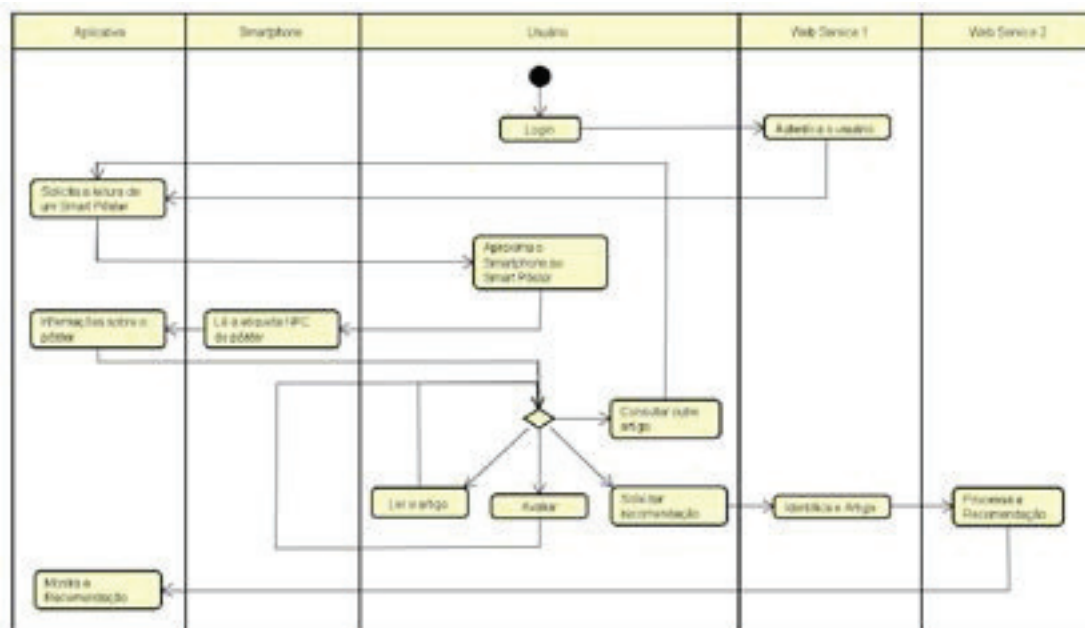


Figura 2. Uso do Aplicativo

Caso o usuário opte pela opção “*ler o texto avaliar*” - Figura 3(B) –, será mostrada a interface da Figura 4(A) permitindo que o usuário faça a leitura do texto, visualize os demais dados do pôster e realize a avaliação. Já caso o usuário opte por receber as recomendações, ele pode escolher a opção *similaridade* - Figura 3(B) – sendo então mostrados pôsteres similares ao que ele está visualizando (i.e. lendo a etiqueta *NFC*) ou a opção *avaliação* que faz uso da Filtragem Colaborativa para gerar a recomendação. Detalhes sobre o processo de recomendação são descritos na Seção 3.3.



Figura 3. Interface do aplicativo para Smart Posters.



Figura 4. Interface do aplicativo para Smart Posters.

3.3. Processo de Recomendação

A abordagem utilizada para gerar a recomendação é híbrida, combinando as abordagens Baseada em Conteúdo e Colaborativa. Seguindo [Burke, 2002] o método de combinação usado é misto (*mixed*), uma vez que as duas formas de recomendação são apresentadas ao usuário – ver Figura 4(B), cabendo ao usuário escolher entre uma das duas abordagens. Inicialmente, em uma versão preliminar da ferramenta, apenas a abordagem Baseada em Conteúdo era usada [Gracioli e Lichtnow, 2016].

O uso das duas abordagens aqui é justificado pelas já conhecidas limitações das abordagens Baseada em Conteúdo e Colaborativa. Estas limitações referem-se ao problema do novo usuário (*new user* – usuários novos não possuem um perfil formado) e do novo item (*new item* – pôsteres não avaliados não serão recomendado para nenhum usuário) e a questão da ausência de avaliação de qualidade e super especialização (sempre mais do mesmo) presente na abordagem Baseada em Conteúdo.

Seguindo a abordagem Baseada em Conteúdo, o sistema irá recomendar outros pôsteres cujo texto do artigo relacionado é similar em relação ao artigo associado pôster de interesse i.e. o pôster cuja etiqueta *NFC* foi lida pelo usuário. O grau de similaridade é calculado usando recursos presentes no *PostgreSQL*, que é o banco utilizado para armazenar os dados da aplicação. O principal recurso utilizado é a função *similarity*, esta função está disponível no módulo *pg_trgm*², que disponibiliza funções e operadores para determinar a similaridade entre textos baseado na comparação de trigramas. Assim, a função *similarity* compara um texto de um pôster com todos os outros armazenados no banco de dados e para cada comparação retorna um valor entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é a similaridade.

Já na Filtragem Colaborativa serão recomendados pôsteres bem avaliados por usuários com gostos similares ao usuário alvo, levando em consideração os pôsteres avaliados pelos usuários. Na Filtragem Colaborativa, é feito uso dos algoritmos

² <https://www.postgresql.org/docs/9.6/static/pgtrgm.html>

presentes no *Apache Mahout*³, basicamente é usado o coeficiente de *Pearson* para determinar a similaridade entre usuários. Como o número de usuários e itens não é grande como em alguns domínios (*eCommerce*, por exemplo), o processamento é feito sempre que um usuário indicar que deseja obter o resultado deste tipo de recomendação.

No processo de recomendação são levados em conta aspectos relacionados ao contexto do usuário, mais especificamente sua localização. Cabe ressaltar que esta localização não é obtida através de um sistema de posicionamento global (como coordenadas de um *GPS*, por exemplo), pois um sistema de posicionamento global tende a sofrer interferências quando utilizado em um ambiente interno, propício ao cenário da aplicação atual. Assim, a abordagem assume os pôsteres dispostos em um sistema de coordenadas (uma matriz) onde cada espaço/célula é identificado (Figura 5), sendo calculada a distância entre os pôsteres usando a Distância de *Manhattan*, que determina a distância entre dois pontos $p_1(x_1, y_1)$ e $p_2(x_2, y_2)$ é calculada conforme demonstrado em (1).

$$|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (1)$$

A1	B1	C1
A2	B2	C2
A3	B3	C3

Figura 5. Distribuição dos pôsteres.

Assim, as recomendações são apresentadas ao usuário de forma a ordenar os pôsteres do mais próximo para o mais distante em relação ao pôster que ele está interagindo (i.e. o pôster onde o usuário leu a etiqueta *NFC*). Portanto, se o usuário estiver, por exemplo, visualizando detalhes do pôster que está na posição C3 e se fossem recomendados, usando ou a abordagem Baseada em Conteúdo ou a Filtragem Colaborativa, os pôsteres localizados nas posições A1, B1 e C2, a ordem em que a recomendação seria apresentada seria C2, B1 e A1.

4. Considerações Finais

Existem expectativas expressas em alguns trabalhos de que os Sistemas de Recomendação poderão ser úteis no mundo físico como vem sendo no mundo digital, “preenchendo um importante gap na Computação Ubíqua” [McDonald 2003]. A partir disto, este trabalho descreveu um sistema de recomendação que faz uso de abordagens tradicionais de recomendação e de recursos relacionados à Computação Ubíqua/Móvel

³ <https://mahout.apache.org/>

para recomendar objetos físicos - pôsteres de uma conferência, dispostos em um ambiente para participantes desta conferência.

Em relação aos trabalhos relacionados, o trabalho faz uso de técnicas de recomendação de uma forma que não foi encontrada nos trabalhos analisados, que se utilizam alguma das técnicas tradicionais de recomendação não consideram a localização do usuário. Cabe destacar a opção pelo uso de *NFC*, hoje presente em um grande número de *smartphones*, o que facilita o desenvolvimento de sistemas para outros domínios que utilizem abordagens similares.

Um dos principais desafios encontrados no desenvolvimento da aplicação é a da localização em um ambiente fechado, como um salão de exposições. O *GPS* (tecnologia disponível na maioria dos *smartphones* atuais) não possui a precisão necessária para determinar localização de cada pôster em um evento (especialmente se realizado dentro de um prédio). Para isso foi utilizada a Distância de Manhattan, dispondo os pôsteres em forma de matriz e informando ao usuário a localização com base na linha e coluna da matriz. Outras soluções podem ser pensadas, mas cabe dizer que a localização *indoor* é um problema ainda carente de solução [Lymberopoulos et al., 2015].

É esperado que a aplicação exibida neste artigo ajude a aprimorar a experiência de um usuário que frequente um evento em que *Smart Posters* são exibidos. Foram feitas avaliações e testes preliminares e pretende-se aprofundar esta avaliação do por meio do Modelo de Aceitação Tecnológica proposto em [Davis, 1989] que observa que dois fatores principais influenciam na aceitação de uma tecnologia: percepção da utilidade (*perceived usefulness*) e facilidade de uso percebida (*perceived ease of use*).

Embora desenvolvido para um domínio específico, é possível pensar em outros cenários de aplicação da abordagem usada no desenvolvimento do sistema. Etiquetas *NFC* podem ser colocadas em outros objetos, dentro de ambientes (quadro de avisos, por exemplo), conforme visto em alguns trabalhos citados na Seção 2. Além disto, dados sobre interação do usuário podem enriquecer o processo de recomendação.

Agradecimentos

Trabalho apoiado pelo Programa de Bolsas de Ensino, Pesquisa e Extensão do Colégio Politécnico da UFSM.

Referências

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 17(6), 734-749.
- Aggarwal, C. C., Ashish, N. and Sheth, A. (2013) The internet of things: A survey from the data-centric perspective, in *Managing and mining sensor data*, p. 383-428.
- Alves, T. M., da Costa, C. A., da Rosa Righi, R., and Barbosa, J. L. V. (2015) Exploring the social Internet of Things concept in a university campus using NFC, in *Computing Conference (CLEI), 2015 Latin American*, p. 1-12.
- Araújo, R. B. (2003). Computação ubíqua: Princípios, tecnologias e desafios. In *XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (Vol. 8, pp. 11-13)*.
- Ashton, K. (2009) That 'internet of things' thing, *RFID Journal*, 22(7), p. 97-114.

- Burke, R. (2002) Hybrid recommender systems: Survey and experiments, *User modeling and user-adapted interaction*, 12(4), p. 331-370.
- Davis, F.D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3), pp. 319-340.
- Garcia-Perate, G., Dalton, N., Conroy-Dalton, R., and Wilson, D. (2013) Ambient recommendations in the pop-up shop, in *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing*, p. 773-776.
- Garrido, P. C., Miraz, G. M., Ruiz, I. L., and Gómez-Nieto, M. Á. (2010) A near field communication tool for building intelligent environment using smart posters, in *International Journal of Computers and Communications*, 4(1), p. 9-16.
- Gracioli, C. V. F.; Lichtnow D. Um sistema de recomendação baseado em conteúdo para smart posters de conferências. in *Proceedings of Jornada Acadêmica Integrada – JAI*, 2016, p.1.
- Huang, Y. P., Chang, Y. T., and Sandnes, F. E. (2010) “Experiences with RFID-based interactive learning in museums”, in *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems*, 3(1), p. 59-74.
- Karimi, R., Nanopoulos, A., and Schmidt-Thieme, L. (2012) RFID-enhanced museum for interactive experience, in *Multimedia for Cultural Heritage*, p. 192-205.
- Lymberopoulos, D., Liu, J., Yang, X., Choudhury, R. R., Handziski, V., & Sen, S. (2015). A realistic evaluation and comparison of indoor location technologies: Experiences and lessons learned. In *Proceedings of the 14th international conference on information processing in sensor networks* p. 178-189.
- Luo, J., and Feng, H. (2015) A Framework for NFC-based Context-aware Applications, in *International Journal of Smart Home*, 9(1), p. 111-122.
- McDonald, D. W. (2003). Ubiquitous recommendation systems. *Computer*, 36(10), 111-112.
- Mettouris, C., Papadopoulos, G. (2014) Ubiquitous recommender systems. *Computing*. Springer Vienna, p. 1-35.
- Rudel, I. E. V., Gubiani, J. S. and Lichtnow, D. (2014) Sistemas de Recomendação e Computação Ubíqua: Um Survey. in *Escola Regional de Banco de Dados*, 2015, Caxias do Sul-RS. *Anais ERBD*, 2015, p. 1-10.
- Walter, F. E., Battiston, S., Yildirim, M. and Schweitzer, F. (2012) Moving recommender systems from on-line commerce to retail stores., in *Information Systems and e-Business Management* 10(3), p. 367-393.
- Want, R. (2006). An introduction to RFID technology. *IEEE pervasive computing*, 5(1), 25-33.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3), 94-104.
- Yao, L., Sheng, Q. Z., Ngu, A. H., Ashman, H., and Li, X. (2014) Exploring recommendations in internet of things. in *Proceedings of the 37th international ACM SIGIR conference on Research & development in information retrieval*, p. 855-858.