

Aplicativo para posicionamento em ambientes fechados utilizando pontos de acesso *Wi-Fi*

Thamyla Maria de Sousa Lima¹, Sérgio Souza Costa¹, Micael Lopes da Silva¹,
Walysson Carlos Dos Santos Oliveira¹

¹Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Caixa Postal 322 – 65.086-110 – São Luís – MA – Brasil

thamyla.lima@aluno.ecp.ufma.br, sergio.costa@ufma.br

micaelopes32@gmail.com, walysson21@gmail.com

Abstract. *Unlike open environments, there are no consolidated solutions for positioning systems and for representation models and formats for indoor's locations. This paper presents a proposal of a prototype to obtain the position of the user using Wi-Fi access points, more precisely, the Wi-Fi fingerprints technique. The development took place using the Android platform and the database was composed of eleven positions that corresponded to the rooms of the Centro Pedagógico Paulo Freire and with that, it was possible to obtain the position of the user in these rooms. In the future, when accuracy is improved and navigation is implemented, the application can become a very useful tool.*

Keywords: *maps, indoor, location, positioning*

Resumo. *Diferentemente do que ocorre nos ambientes abertos, não existem soluções consolidadas para os sistemas de posicionamento e para os modelos e formatos de representação em ambientes fechados. Este artigo apresenta uma proposta de um protótipo para obter a posição do usuário utilizando pontos de acesso Wi-Fi, mais precisamente, a técnica Wi-Fi fingerprints. O desenvolvimento ocorreu utilizando a plataforma Android e o banco de dados foi composto por onze posições que correspondiam às salas do Centro Pedagógico Paulo Freire e com isso, foi possível obter a posição do usuário nessas salas. Futuramente, quando for melhorada a precisão e implementada a navegação, o aplicativo poderá se tornar uma ferramenta muito útil para alunos e servidores da UFMA.*

Palavras-chaves: *mapas, ambientes fechados, localização, posicionamento*

1. Introdução

O espaço é uma variável importante nas tomadas de decisões e muito explorado em aplicações móveis. Por exemplo, como Waze, Easy Taxi e Google Fit. Todos estes aplicativos fazem uso do sistema de posicionamento GPS (Sistema de Posicionamento Global) e de serviços de mapas de vias urbanas como o *Google Maps* e o *Open Street Map*. Contudo, tanto o sistema de posicionamento como os serviços de mapas são focados em ambiente abertos. Atualmente, as pessoas passam muito tempo em ambientes fechados como universidades, shoppings, museus e centros de convenções. Contudo, ainda não existem soluções globalmente aceitas e consolidadas para o posicionamento e a representação de ambientes fechados. No caso de posicionamento, existem algumas propostas atreladas às

pesquisas em contexto computacional. Essa área de pesquisa estuda serviços que tomam decisões baseadas em contextos. Esse contexto pode ser uma localização espacial ou virtual. Este trabalho tem como foco os serviços que utilizam a localização espacial. Nestes serviços é necessário que associe a posição de um objeto a uma representação do espaço. Por exemplo, a partir destes serviços o usuário pode querer saber em qual prédio e sala ele está localizado. As soluções de representação em ambientes fechados são mais escassas do que para o posicionamento. Em [Ciavarella and Paternò 2004, Nossum 2013], os autores destacam que as pesquisas em serviços baseados em localização tem focado principalmente nos sistemas de posicionamento, raramente na representação espacial. A representação espacial é definida pelos diversos elementos que compõem um ou mais edifícios, como entradas, corredores, salas, portas e escadas [OGC et al. 2014]. Um serviço de localização e navegação em ambientes fechados pode ser a base para a criação de diversos aplicativos inovadores, similar o que ocorreu com os ambientes abertos. Neste trabalho é proposto um protótipo para dispositivos móveis capaz de obter a posição do usuário utilizando os pontos de acesso *Wi-Fi* do ambiente em que este se encontra.

2. Fundamentação

A localização de um objeto ou pessoa pode ser determinada por um sistema de posicionamento. Existem diferentes métodos para obtê-lo, que incluem cálculo da posição, descrição ou referência do espaço e especificação das coordenadas. Estes requerem a utilização de sensores para a medição de várias variáveis, como ângulos, escalas e velocidades. Em [Küpper 2005], os autores destacam três tipos de sistemas: satélite, celular e em ambientes fechados. O primeiro tem como características a grande área de cobertura, ampla disponibilidade e elevada precisão. Contudo, não é acessível no interior dos prédios, estacionamentos ou em áreas urbanas com pouca visibilidade do céu [Lei Fang et al. 2005]. Posicionamento por celular corresponde às tecnologias móveis utilizadas para obter a posição do usuário, por exemplo a GSM (Global System for Mobile Communications em inglês, ou Sistema Global para Comunicação Móvel). Esse tipo de sistema geralmente funciona em ambientes fechados porém com baixa precisão. Posicionamento em ambientes fechados ocorre predominantemente em edifícios, campi universitários, empresas e centros comerciais. A estrutura é baseada na utilização de frequências de rádio, infravermelho e reconhecimento de pontos de acesso *Wi-Fi*. Essa última abordagem é chamada de *Wi-Fi fingerprints* e consiste em colher e sinalizar os pontos fortes de acesso *Wi-Fi* nas proximidades. Sensores do tipo magnético, bússolas, acelerômetros também são muito utilizados. O principal desafio destes sistemas de posicionamento é a falta de uma solução global e aberta.

3. Metodologia

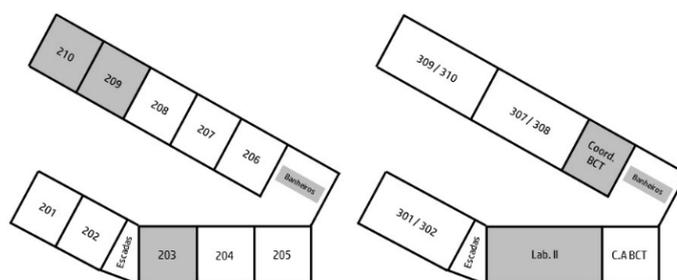
Foi desenvolvido um protótipo de um sistema de posicionamento para ser utilizado dentro das instalações da UFMA - Campus Dom Delgado. Assim, para desenvolver o protótipo, foram realizadas as etapas descritas nas subseções a seguir.

3.1. Área de estudo

A Universidade Federal do Maranhão está em expansão e seus novos edifícios poderão se beneficiar de aplicativos baseados em localização, por exemplo, os novos edifícios da biblioteca e do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BICT).

Contudo, esses edifícios ainda não estavam concluídos durante a execução deste trabalho. Deste modo, para esse experimento foi escolhido o Centro Pedagógico Paulo Freire (CPPF). Informações obtidas através de um boletim informativo, afirmam que o prédio foi construído em uma área de 14.550 metros quadrados e com andar térreo e três andares, divididos entre as asas sul e norte. No total, são 48 salas, seis miniauditórios e dois laboratórios de informática [Portais UFMA 2015]. Na Figura 1 são mostrados os locais que foram selecionados para testar o aplicativo, sendo sete salas do segundo andar na asa sul, três miniauditórios e uma sala do terceiro andar na asa sul. Os locais que não foram escolhidos estão destacados pela cor cinza.

Figura 1. Locais do segundo e terceiro andar do Centro Pedagógico Paulo Freire.



3.2. Sistema de posicionamento

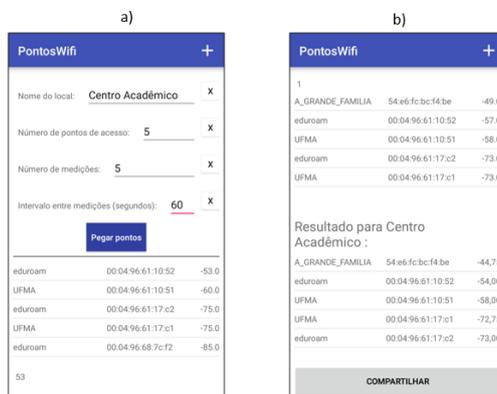
O sistema *Wi-Fi* foi escolhido devido ao grande número de pontos de acesso na UFMA, principalmente no prédio CPPF. A utilização desse sistema permite o desenvolvimento de uma aplicação de baixo custo e de fácil instalação, visto que a arquitetura necessária é o uso da rede *Wi-Fi* que já está presente nos *smartphones* atuais. A técnica selecionada foi a *Wi-Fi fingerprints*. O sistema de posicionamento desenvolvido foi baseado principalmente em [Jiang et al. 2015].

Na utilização de *Wi-Fi fingerprints* é necessária a construção de um banco de dados. Esse banco de dados é composto pelas posições, que no caso do prédio CPPF, são as salas, e pelos seus pontos de acesso correspondentes. Cada posição contém cinco pontos de acesso. Este número de pontos de acesso depende do ambiente escolhido: quanto maior for o número de pontos de acesso disponíveis nesse ambiente, melhor será a diferenciação entre as posições cadastradas no banco. Cada ponto de acesso é composto por dois atributos: o endereço MAC (*Media Access Control*) e o RSS (*Received Signal Strength*). O endereço MAC é um endereço físico associado à interface de comunicação. É utilizado para controlar o acesso em redes de computadores, já que pode ser considerado um endereço único por não haver duas portas com a mesma numeração [Maia 2009]. O RSS corresponde a intensidade do sinal recebido pela onda de rádio. É medido em dBm (*decibel miliwatt*) e geralmente possui valores negativos entre 0 (sinal excelente) e -110 (sinal extremamente fraco). O RSS diminui com o aumento da distância entre o dispositivo que está recebendo o sinal e o dispositivo *Wi-Fi* que está transmitindo o sinal.

Para coletar os pontos de acesso cadastrados no banco foi desenvolvido um aplicativo específico. Nele, o usuário preenche os campos referentes ao local e as especificações dos pontos de acesso. Ao final, o algoritmo seleciona os n pontos de acesso de maior

frequência e de menor RSS (melhores sinais) e, por fim, calcula a média dos RSS desses pontos. O aplicativo pode ser visualizado na Figura 2.

Figure 2. Aplicativo para coleta de pontos de acesso.



No prédio CPPF foram realizadas seis medições em cada sala, com intervalos de um minuto. A média dos RSS dessas seis medições foram cadastradas no banco de dados, juntamente com seus respectivos endereços MAC. Foram escolhidos intervalos de um minuto porque foi observado que o sinal de *Wi-Fi* sofria variações durante o tempo e, em aproximadamente um minuto, esse sinal tornava-se mais estável.

3.3. Localização

De forma geral, o algoritmo desenvolvido compara cada endereço MAC dos pontos de acesso do usuário com os endereços MAC de cada posição no banco. Quando são encontradas duas ou mais posições no banco com o mesmo número de pontos de acesso correspondentes ao do usuário (ou seja, endereços MAC iguais), é utilizada a distância entre os RSS como critério de desempate. Para calcular as distâncias entre os RSS foi utilizado o algoritmo k-NN (*K-Nearest Neighbours*) [Faceli et al. 2009]. Este algoritmo de interpolação calcula a distância das amostras desconhecidos (RSS dos pontos de acesso da posição do usuário) e cada amostra do conjunto de treinamento (RSS dos pontos de acesso das posições cadastradas no banco) [Faceli et al. 2009]. As distâncias entre os RSS foram calculadas pela distância Euclidiana e pela distância de *Manhattan*.

3.4. Aplicação e validação

Foi desenvolvido um protótipo de um aplicativo para testar e validar a proposta utilizando a plataforma Android. Esta foi escolhida devido à sua ampla utilização. O banco de dados utilizado foi o banco SQLite já suportado pela plataforma Android através de classes e métodos específicos para extração de código SQL (*Structured Query Language*), que é a linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional. Na Figura 3 é possível observar as telas do protótipo. Há três telas, um "Menu", a "Ajuda", a "Localize-se", na qual a posição do usuário é mostrada no mapa e a tela "Ir para" que, quando desenvolvida, irá permitir a navegação entre locais.

4. Resultados

Para ilustrar uma aplicação da proposta, foi utilizada uma posição desconhecida coletada por um dispositivo móvel. Os pontos de acesso recebidos compõem a Tabela 1

Figure 3. Telas do protótipo.



Table 1. Lista de pontos de acesso medidos pelo usuário.

MAC	RSS
54:e6:fc:bc:f4:be	-45 dbm
00:04:96:61:10:51	-52 dbm
00:04:96:61:10:52	-53 dbm
00:04:96:61:17:c1	-74 dbm
00:04:96:61:17:c2	-74 dbm

Essa lista de endereços MAC e RSS, que representa os pontos de acesso da posição do usuário, é comparada com a lista de posições no banco. Nesse caso em particular, o usuário pode estar na posição que representa o Centro Acadêmico ou na posição que representa a Sala 307/308 Asa Sul, visto que as duas posições possuem os mesmos endereços MAC que a lista fornecida pelo usuário. Esse fato pode ser observado na Tabela 2.

Table 2. Lista de posições do banco.

Sala	Número de endereços MAC correspondentes	Sala	Número de endereços MAC correspondentes
201	0	301/302	3
202	2	301/302	2
204	3	307/308	4
205	3	307/308	5
206	3	309/310	2
207	2	309/310	2
208	1	Centro Acadêmico	5

Como existem duas posições com o mesmo número de endereços MAC correspondentes, é utilizado o algoritmo KNN para encontrar a posição mais próxima ao usuário considerando o valor do RSS. As distâncias Euclidiana e de *Manhattan* para as posições que representam o Centro Acadêmico e a Sala 307/308 estão mostradas na Tabela 3.

Table 3. Distâncias para as posições no banco.

	Centro Acadêmico	Sala 307/308
Distância Euclidiana	1.737 dbm	7.483 dbm
Distância Manhattan	26.183 dbm	34.817 dbm

Assim, como as duas distâncias são menores para o Centro Acadêmico, é possível concluir que o usuário está mais próximo deste.

5. Considerações finais

Atualmente passa-se muito tempo em universidades, shoppings e centros de convenções. Muitos aplicativos e serviços poderiam ser desenvolvidos utilizando a localização dentro destes ambientes. Neste artigo foi apresentado um protótipo de posicionamento em ambientes fechados utilizando pontos de acesso *Wi-Fi*. A precisão é um dos fatores que poderiam ser melhorados, visto que o sinal de *Wi-Fi* tem uma variação conforme a posição do usuário muda dentro da sala. Outra funcionalidade que poderia ser adicionada é a navegação, a partir dela, o usuário informaria seu destino, o aplicativo localizaria sua posição e, posteriormente, geraria uma rota a ser seguida. Assim, a expansão do aplicativo para os demais prédios poderá se tornar uma ferramenta útil para a comunidade acadêmica.

References

- Ciavarella, C. and Paternò, F. (2004). The design of a handheld, location-aware guide for indoor environments. *Personal and ubiquitous computing*, 8(2):82–91.
- Faceli, A. C. L. K., Gama, J., and de Carvalho, A. (2009). *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina*. LTC.
- Jiang, P., Zhang, Y., Fu, W., Liu, H., and Su, X. (2015). Indoor mobile localization based on wi-fi fingerprint's important access point.
- Küpper, A. (2005). *Location-Based Services: Fundamentals and Operation*. John Wiley and Sons.
- Lei Fang, P. J. A., Montestruque, L., McMickell, M. B., Lemmon, M., Sun, Y., Fang, H., Koutroulis, I., Haenggi, M., Xie, M., and Xie, X. (2005). Design of a wireless assisted pedestrian dead reckoning system - the navmote experience.
- Maia, L. P. (2009). *Arquitetura de redes de computadores*. LTC.
- Nossum, A. S. (2013). Developing a Framework for Describing and Comparing Indoor Maps. *The Cartographic Journal*, 50(3):218–224.
- OGC, Li, K.-J., Lee, J., Kolbe, T. H., Zlatanova, S., Morley, J., Nagel, C., and Becker, T. (2014). Open Geospatial Consortium IndoorGML. Technical report.
- Portais UFMA (2015). Centro pedagógico paulo freire: um marco da revitalização da ufma. <http://www.ufma.br/portalUFMA/arquivo/LFu1SwWPniStcqr.pdf>. [Acessado em 21/12/2016].