

# UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BEACON ASSOCIADA AO MAPA TÁTIL SONORO PARA ORIENTAÇÃO ESPACIAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Palavras-Chave: Acessibilidade, Beacon, Orientação Espacial

Autores/as:

Camila Prata Almeida, FEEC

Prof. Dr. João Vilhete Viegas D'Abreu (orientador), NIED

## INTRODUÇÃO

O Mapa Tátil Sonoro (MTS) é um instrumento de orientação espacial desenvolvido para auxiliar pessoas com deficiência visual na compreensão de um determinado espaço geográfico e contribuir com a demanda de inclusão social e espacial de seu público alvo. Neste sentido, o MTS Figura 1, consiste em uma maquete com os pontos de interesse destacados a partir de objetos volumétricos, com um certo grau de detalhamento arquitetônico, que são identificados por meio de etiquetas NFC (*Near Field Communication*), como apresentado na Figura 2. A leitura das etiquetas é realizada pelo aplicativo *SmartMTS*, que retorna uma mensagem sonora de identificação do local referenciado [1][2].

Com o objetivo de proporcionar maior autonomia na usabilidade do instrumento, o projeto *Utilização da tecnologia Beacon associada ao Mapa Tátil Sonoro para orientação espacial de pessoas com deficiência visual* propõe o estudo e implementação da tecnologia *Bluetooth Low Energy Beacon*, de modo a possibilitar com que a pessoa que estiver, a uma determinada distância, passível de ser alcançada por este tipo de sinal, consiga chegar até o local onde o instrumento está fixado.



Figura 1: Mapa Tátil Sonoro da região da Biblioteca Central Cesar Lattes (BCCL).



Figura 2: Etiqueta NFC utilizada no MTS.

## METODOLOGIA

Baseada no *Bluetooth Low Energy* (BLE), a tecnologia *Beacon* é um dispositivo transmissor de ondas de rádio (RF), com grande capacidade de penetração em estruturas e baixo consumo de energia. Devido ao seu crescente uso e grande desempenho para aplicações de geolocalização em ambientes internos, a tecnologia vem sendo empregada para detecção de proximidade, apresentando boa precisão [3].

O modelo *Estimote Proximity Beacon*, apresentado na Figura 3, possui as seguintes características: alcance máximo de BLE de 100 metros em locais fechados, bateria com duração média de 3 anos e estrutura pequena, por volta de 30 centímetros, sendo este impermeável [4]. Tais características do hardware, ao ser utilizado no projeto, possibilita com que o MTS possa ser instalado em locais abertos sujeitos a intemperes como chuvas, sol, poeiras, etc.



Figura 3: Estimote Proximity Beacons. – Fonte: [4]

Neste projeto, utilizando a linguagem de programação Java, para a detecção de *Beacons* uma aplicação *Android* foi implementada no ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) *Android Studio*, a partir da biblioteca *Nearby* [5] e do Kit de Desenvolvimento de Software (SDK) disponibilizado pela *Estimote*. Em um primeiro momento, avaliou-se o Indicador de Potência do Sinal Recebido (*Received Signal Strength Indicator* - RSSI) da *Beacon*, considerando a máxima potência de transmissão dada pelo fabricante de + 4 dBm. Logo, a distância do usuário à *Beacon* é dada pela variação do RSSI, sendo -27 para distâncias próximas à 10 centímetros e -100 para aproximadamente 50 metros.

O fluxograma da Figura 4 ilustra a implementação da detecção de proximidade utilizando a *Beacon* no aplicativo *SmartMTS*. Deste modo, ao executar a aplicação, o usuário receberá uma breve descrição de áudio sobre como manejar o *SmartMTS* e o MTS, seguida da detecção de uma *Beacon* próxima. Quando a distância estimada é menor que 40 centímetros, indicando assim que o mapa está diante do usuário, a funcionalidade de leitura de etiquetas NFC é ativada, permitindo assim a realização da orientação espacial do ambiente representado no MTS.

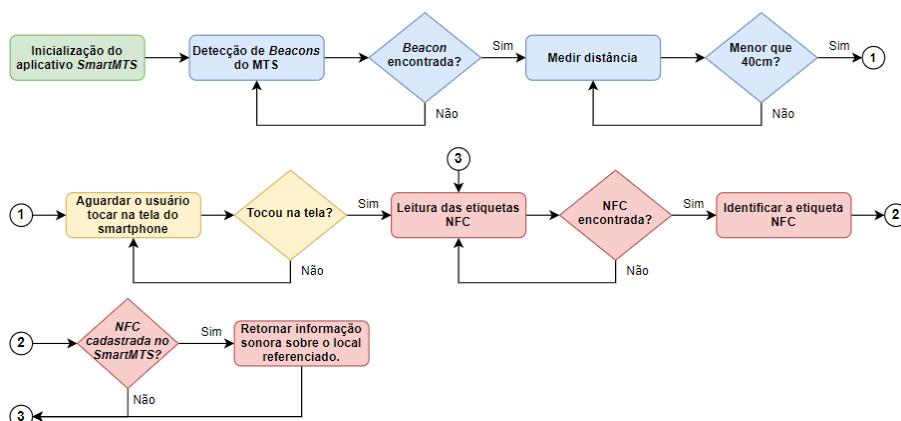


Figura 4: Fluxograma do software *SmartMTS*, com a implementação da tecnologia *Beacon*.

Por fim, sabendo que a antena da *Beacon* não é direcional, isto é, não indica a direção do sinal transmitido, utilizou-se o sistema de localização por triangulação, tendo como base as propriedades geométricas dos triângulos.

Assim, a partir da instalação de três *Beacons* em torno do MTS, e não mais apenas uma como realizado anteriormente, a distância do usuário pode ser estimada com melhor precisão. Os dispositivos *Beacons* foram alocados de modo que ocorra a intersecção das circunferências de alcance dos 3 dispositivos transmissores de Rádio Frequência (RF), onde o MTS está localizado no centro geométrico do triângulo formado, como ilustrado na Figura 4.

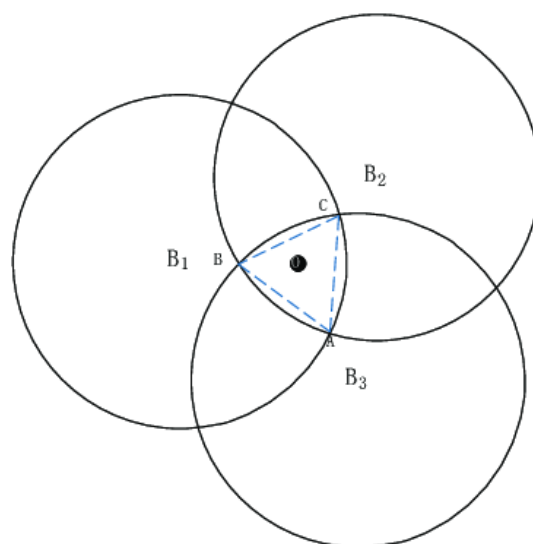


Figura 5: Esquema do método de triangulação de sinal aplicado em 3 dispositivos Beacon. – Fonte: [6]

Devido as condições sanitárias consequentes da pandemia de COVID-19, todos os testes foram realizados na residência da estudante bolsista e em localidades no entorno. Os testes *indoor* e *outdoor* foram limitados a regiões de aproximadamente 150 e 200 metros quadrados, respectivamente. Testes futuros possivelmente poderão ser realizados quando as condições sanitárias permitirem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao utilizar apenas um dispositivo *Beacon*, os testes em ambiente fechado apresentaram desempenho semelhante ao encontrado em outras pesquisas, com um erro médio de 1 metro [7]. Já em ambientes abertos, o erro na indicação da distância foi maior, estando próximo a 1,8 metros. As condições ambientais como chuva e presença de obstáculos como árvores e poste interferiram nas medições do RSSI, gerando erros na ordem de 2,5 metros na indicação da localização.

O método de triangulação de sinal reduziu os erros médios em 13% e 22% em testes *indoor* e *outdoor*, respectivamente, quando comparados aos resultados obtidos acima. A aplicação deste método mostrou-se eficiente para a localização do MTS a distâncias menores que 10 metros em ambientes abertos, mesmo com condições ambientais adversas. Notou-se que a associação de mais de um dispositivo transmissor de RF traz melhor desempenho para a implementação realizada no *SmartMTS*. Pesquisas sugerem o uso de múltiplos dispositivos *Beacon*, por meio da técnica de multilateração para melhorar a precisão da localização. [6].

Apesar de proporcionar melhores resultados, o uso de três dispositivos *Beacon* apresentou maior complexidade de implementação junto ao aplicativo *SmartMTS*, assim como na instalação dos dispositivos. Quanto ao posicionamento da *Beacon*, a diferença entre as alturas não foi considerada no algoritmo, sendo este fator significativo para o aumento de imprecisões nas estimativas de distâncias.

Outra importante observação diz respeito as limitações de alcance da *Beacon* utilizada. Mesmo com a especificação de 100 metros de alcance, para valores maior que 20 metros as incertezas são bastante consideráveis para aplicações em dispositivos para pessoas com deficiência visual. Uma possível solução seria a associação desta tecnologia a uma outra de maior alcance, mas de menor precisão, como o *Wi-Fi* [8]. Esta última poderia ser utilizada para auxiliar o público alvo do MTS a encontrar a região onde há boa cobertura do sinal transmitido pelas *Beacons*.

## CONCLUSÕES

O uso da tecnologia *BLE Beacon* mostrou-se promissor quando associada ao Mapa Tátil Sonoro. Apesar de suas limitações à longas distâncias, a associação desta tecnologia ao aplicativo *SmartMTS* mostrou-se uma solução de baixo custo e acessível para a orientação espacial de pessoas com deficiência visual. Esperamos que esta inovação possa alcançar em um curto espaço de tempo um maior número de pessoas do público alvo do instrumento, como forma de inclusão social e melhoria de qualidade de vida.

---

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ROCHA, D. F.; PICCOLOTTO, B. P.; d'ABREU, J. V. V. Relatório Final do Projeto: Implementação em smartphones de leitor de tags NFC associado à Mapa Tátil Sonoro para acessibilidade urbana de pessoas com deficiência visual. 2017.
- [2] ALMEIDA, C. P.; D'ABREU, J. V. V. Aprimoramento e desenvolvimento de ferramentas de hardware e software para o Mapa Tátil Sonoro (MTS). Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP, Campinas, SP, n. 26, 2018. DOI: 10.20396/revpibic262018263. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/eventos/index.php/pibic/article/view/263>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- [3] KAJIOKA, S., MORI, T., UCHIYA, T., TAKUMI, I., & MATSUO, H. (2014). Experiment of indoor position presumption based on RSSI of Bluetooth LE beacon. 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE). DOI:10.1109/gcce.2014.7031308
- [4] ESTIMOTE. Products. Disponível em: <<https://estimote.com/products/>>. Acesso em 20 ago 2021.
- [5] GOOGLE. Nearby. Disponível em: <<https://developers.google.com/nearby>>. Acesso em 18 ago 2021.
- [6] You, Yuan & Wu, Chang. (2019). Indoor Positioning System With Cellular Network Assistance Based on Received Signal Strength Indication of Beacon. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2019.2963099.
- [7] Wook Song, Hwa-Min Lee, Seung-Hyun Lee, Min-Hyung Choi, Min Hong, "Implementation of Android Application for Indoor Positioning System with Estimote BLE Beacons," Journal of Internet Technology, vol. 19, no. 3, pp. 871-878, May. 2018.
- [8] KANARIS, Loizos et al. Fusing bluetooth beacon data with Wi-Fi radiomaps for improved indoor localization. Sensors, v. 17, n. 4, p. 812, 2017.