

Blindnavind: Sistema de Localização Indoor para Auxiliar Pessoas com Deficiência Visual

Vinícius M. Monte, Tomaz C. Soares Júnior, Francisco J. A. de Aquino, Anaxágoras M. Girão

Resumo— Este artigo explora o uso de mapas indoor, posicionamento e navegação em ambientes fechados, destacando sua importância e os desafios. Ele aborda também o uso do Flutter e da linguagem Dart para desenvolver aplicações nativas em múltiplas plataformas. A pesquisa utiliza a biblioteca oficial do Google Maps para visualização detalhada de mapas e geolocalização. Para contornar desafios na renderização de mapas indoor, são utilizadas formas geométricas diretamente no mapa, junto a algoritmos de posicionamento e navegação. A implementação do aplicativo foi integrada a um sistema de posicionamento indoor baseado em Beacons BLE, apresentando resultados satisfatórios.

Palavras-Chave— Mapas Indoor, Flutter, Dart, Bluetooth Low Energy, Google Maps.

Abstract— This paper explores the use of indoor maps, positioning, and navigation in closed environments, highlighting its importance and challenges. It also addresses the use of Flutter and the Dart language to develop native applications on multiple platforms. The research utilizes the official Google Maps library for detailed map visualization and geolocation. To overcome challenges in rendering indoor maps, geometric shapes are used directly on the map, along with positioning and navigation algorithms. The application implementation was integrated with an indoor positioning system based on BLE Beacons, yielding satisfactory results.

Keywords— Indoor Maps, Flutter, Dart, Bluetooth Low Energy, Google Maps.

I. INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de tecnologias que facilitam a navegação e o posicionamento em ambientes internos tem impulsionado o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes. Ambientes fechados, como *shopping centers*, aeroportos, hospitais e edifícios corporativos, representam um desafio significativo para tecnologias de localização tradicionais, como o GPS, que apresentam limitações de precisão e funcionalidade em tais espaços. A localização *indoor* emerge como uma resposta a essas dificuldades, oferecendo diversas aplicações, desde o auxílio a pessoas em grandes edificações complexas até o suporte a robôs autônomos e o rastreamento de equipamentos [1].

Neste artigo, apresentamos uma solução (aplicativo para *smartphone*) para navegação em ambientes fechados usando mapas *indoor*. A implementação do aplicativo inclui a integração com um sistema de posicionamento indoor baseado em

Beacons Bluetooth Low Energy (BLE), que se mostrou uma tecnologia promissora devido ao seu baixo custo, consumo reduzido de energia e ampla adoção em dispositivos inteligentes [2, 3]. O objetivo final deste projeto é auxiliar pessoas com visão limitada a se locomoverem nesses ambientes.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Beacons

A localização *indoor* com BLE utiliza beacons para estimar a distância até um *smartphone* via intensidade do sinal (RSSI). Filtros digitais, como a média móvel e a média exponencial móvel (EMA), suavizam as variações do sinal, mantendo o baixo custo computacional. Esta abordagem é eficiente e econômica, adequada para navegação em espaços fechados e monitoramento de ativos [3].

B. Mapas Indoor, Posicionamento e Navegação

Mapas *indoor* são representações detalhadas de espaços internos, como edifícios, centros comerciais e aeroportos, projetados para facilitar a navegação e localização de pontos de interesse dentro dessas estruturas. Diferente dos mapas tradicionais, os mapas *indoor* capturam a complexidade de ambientes internos, incluindo paredes, divisórias, pavimentos e diferentes níveis de elevação.

Posicionamento *indoor* refere-se à determinação precisa da localização de uma pessoa ou objeto dentro de um ambiente fechado. Envolve o uso de várias tecnologias para identificar a posição atual em um mapa interno, focando-se em fornecer coordenadas exatas que servem como ponto de referência.

Navegação *indoor* vai além do simples posicionamento. Envolve o processo de guiar uma pessoa ou objeto de uma localização inicial até um destino específico dentro de um ambiente fechado. Isso inclui a criação de rotas, fornecimento de direções e, possivelmente, informações contextuais adicionais ao longo do caminho.

C. Flutter e Dart

Flutter é um *framework* de código aberto do Google para desenvolver aplicações nativas em múltiplas plataformas com um único código-fonte. Utiliza o motor gráfico Skia para renderizar interfaces de usuário em Android, iOS, web e desktop [4].

A linguagem Dart, também criada pelo Google, é utilizada pelo Flutter. Conhecida por sua simplicidade e eficiência, a sintaxe de Dart é familiar para desenvolvedores de JavaScript, Java e C. Dart suporta programação assíncrona e concorrente, essencial para operações de I/O e processamento em segundo plano [4].

Departamento de Telemática - IFCE, Campus Fortaleza, Brasil. Instituto Iracema de Pesquisa e Inovação, Fortaleza. Emails: vinicius.menezes.monte08@aluno.ifce.edu.br, tomaz-costa@institutoiracema.org.br, {fcovalves_aq, anaxa}@ifce.edu.br. Os autores agradecem à Canon Medical Systems do Brasil (Departamento de Pesquisa e Informática Médica) pelo suporte financeiro e pelo apoio no desenvolvimento dessa pesquisa.

III. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Para garantir a portabilidade do aplicativo e aproveitar as habilidades da equipe, escolhemos o framework **Flutter**, que utiliza a linguagem **Dart**. Esse framework permite aplicar boa parte do código-fonte em qualquer plataforma com hardware Bluetooth Low Energy. Optamos por **Android** para o suporte inicial, devido à sua ampla adoção global, especialmente no Brasil.

As vantagens dessa tecnologia incluem: ser uma plataforma Open Source, facilitando colaboração; disponibilizar uma biblioteca abrangente do **Material Design**, permitindo interfaces modernas e consistentes; e integração nativa com outras tecnologias.

Utilizamos a biblioteca oficial do **Google Maps**, que oferece funcionalidades como visualização detalhada de mapas, modos variados (normal, satélite, híbrido, terreno), adição de marcadores personalizados, e desenho de formas geográficas. Aplicamos algoritmos de posicionamento e navegação, utilizando representações de mapas conforme as necessidades do sistema.

O sistema de posicionamento usa a intensidade do sinal (RSSI) para estimar a distância entre o smartphone e os beacons BLE. Para suavizar variações no RSSI, aplicamos uma filtragem por média móvel, seguida de média móvel exponencial (EMA). Beacons são estrategicamente posicionados em um ambiente fechado, formando um triângulo de navegação. A posição do smartphone é calculada por média ponderada das distâncias dos beacons, oferecendo robustez contra erros de medição, especialmente em ambientes com variação significativa do sinal.

IV. RESULTADOS

Os testes foram realizados em um ambiente controlado, com *beacons* posicionados em pontos conhecidos. A interface do aplicativo, conforme mostrado na Figura 1, ilustra a funcionalidade e a precisão do sistema em um cenário real. O sistema foi capaz de calcular a posição do *smartphone* utilizando a intensidade do sinal (RSSI) dos *beacons* BLE. Para aferir o sucesso da solução proposta, o principal critério utilizado foi a precisão de localização, medida pela diferença entre a posição estimada e a posição real do *smartphone*. Os resultados experimentais indicaram que o sistema alcançou uma precisão de localização com erros menores que um metro, sendo essa margem de erro definida como aceitável para avaliar a eficácia do sistema.

A integração com o leitor de tela *TalkBack*, desenvolvido pelo Google, foi essencial para garantir a acessibilidade e usabilidade do aplicativo para usuários cegos ou com baixa visão. O *TalkBack* utiliza *feedback* de voz e vibração, permitindo que esses usuários naveguem pelo aplicativo de forma eficiente e segura, aumentando sua autonomia em ambientes internos.

V. CONCLUSÕES

Neste artigo, apresentamos um aplicativo inovador de baixo custo computacional para auxiliar pessoas cegas a se locomoverem em ambientes fechados usando um *smartphone*. O sistema utiliza *beacons* BLE estrategicamente posicionados



Fig. 1

INTERFACE DO APLICATIVO.

e um algoritmo de média ponderada para estimar a posição do usuário. Os resultados obtidos mostram que o sistema é eficaz e acessível. Trabalhos futuros incluirão a avaliação do aplicativo em ambientes mais complexos e a implementação de melhorias para lidar com situações de visibilidade limitada dos *beacons*. Essas evoluções visam garantir a robustez e a confiabilidade do sistema em uma variedade de cenários, ampliando seu potencial de uso e beneficiando um número maior de usuários.

REFERÊNCIAS

- [1] ZHUANG, Y., YANG, J., Li, Y., Qi, L., & EL-SHEIMY, N. (2016). Smartphone-based indoor localization with bluetooth low energy *beacons*. *Sensors*, 16(5), 596.
- [2] S. Sadowski and P. Spachos, RSSI-Based Indoor Localization With the Internet of Things, in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 30149-30161, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2843325.
- [3] Ramirez R, Huang CY, Liao CA, Lin PT, Lin HW, Liang SH. A Practice of BLE RSSI Measurement for Indoor Positioning. *Sensors (Basel)*. 2021 Jul 30;21(15):5181. doi: 10.3390/s21155181. PMID: 34372415; PMCID: PMC8347277.
- [4] PAYNE R, Rap. **Beginning app development with flutter**: Create cross-platform mobile apps. Apress, 2019.
- [5] Google Developers. (n.d.). *Google Maps Platform Documentation*. Link: <https://developers.google.com/maps/documentation>. Acesso: 06 de junho de 2024.