



Tema:

## Warehouse Management System Posicional

### Introdução

O estudo de técnicas de localização indoor e outdoor tem crescido muito nos últimos anos. Com a informação da localização de algum ativo em um ambiente controlado, processos podem ser simplificados e dados valiosos podem ser obtidos para os mais variados usos, desde a localização de algum aparelho médico em um hospital, até o de mercadorias em um armazém que é o foco do presente trabalho.

O trabalho é feito em um armazém da Samsung SDS Cello Logistics onde as localizações para armazenamento de produtos não são fixas e nem delimitadas. Para solucionar o problema, levando-se em conta custos, eficiência energética e precisão, o uso do Bluetooth low energy 5 (BLE) se mostra como a solução mais adequada quando em comparação com outras tecnologias, permitindo precisões na faixa de 1m a baixos custos.

### Objetivos

- Localização em tempo real de funcionários num armazém, a partir da qual pode-se localizar ativos;
- Integração e melhoria de algoritmos existentes para obtenção da maior precisão;

### Motivação

Nos últimos anos, os armazéns vêm cada vez mais enfrentando maiores demandas por custo e produtividade[1]. Estão se tornando uma parte vital para muitas empresas, porém sua complexidade também está aumentando. Nesse contexto, diversas soluções estão sendo exploradas para abaixar os custos, aumentar a produtividade, e melhorar o planejamento dos processos. Um ponto de melhoria, é a localização de ativos em um armazém.

Com dados precisos da localização de todos os ativos em tempo real é possível utilizar algoritmos que visam melhorar a eficiência do armazém. Esse é justamente o ponto do trabalho

### Metodologia

Para se resolver o problema em questão a abordagem proposta utiliza como técnicas a intensidade do sinal recebido (RSSI) para estimar a distância e a partir disso realiza um algoritmo de mínimos quadrados para estimar a posição.

O uso do RSSI puro no Bluetooth, geralmente não fornece bons resultados. Dessa forma, no trabalho, realizamos o tratamento do RSSI de duas formas diferentes: Separação do RSSI de cada canal de advertising do bluetooth [3] e além disso uma técnica de compensação de erro com um sinal de RSSI de referencia. [4]

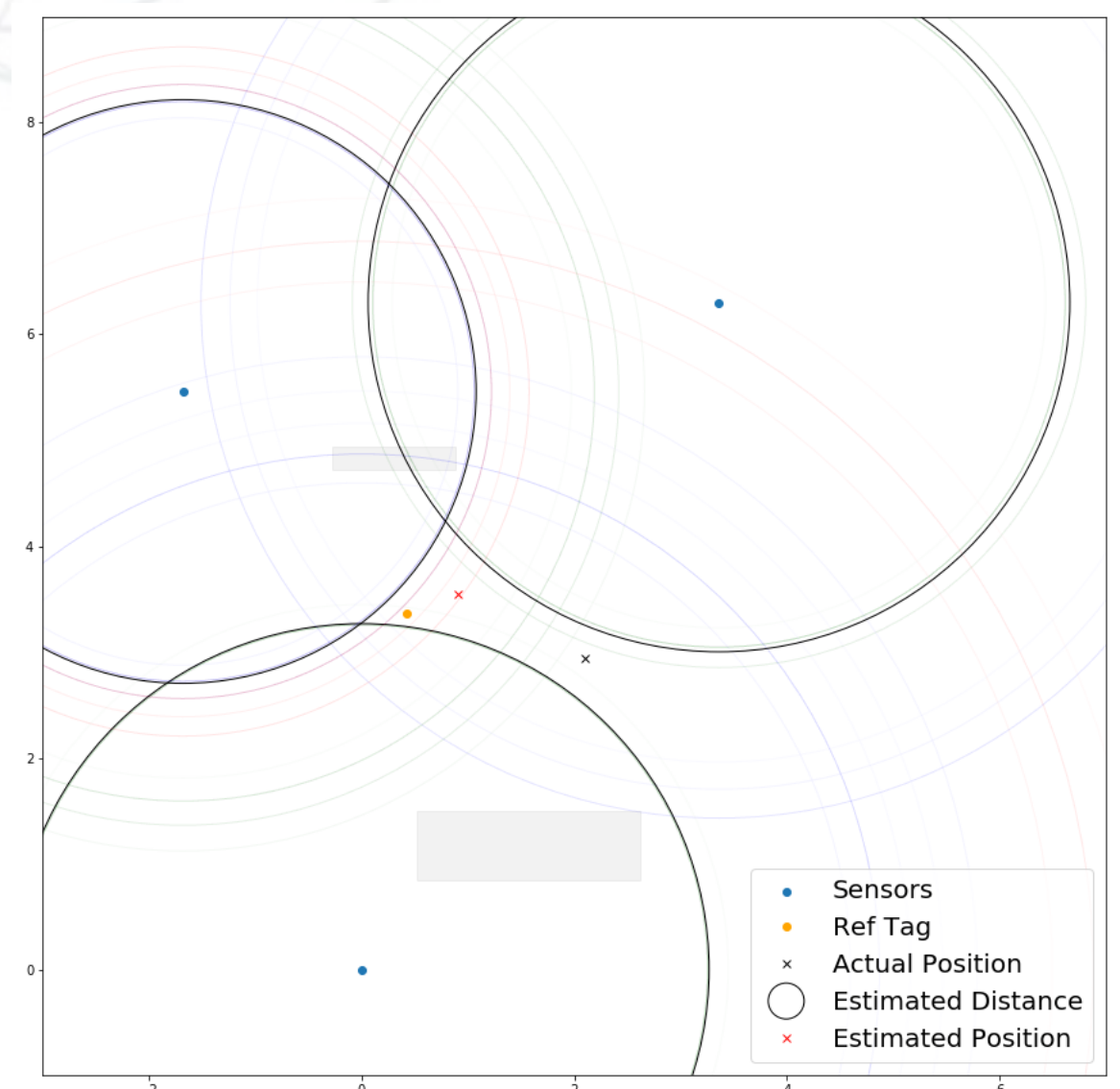
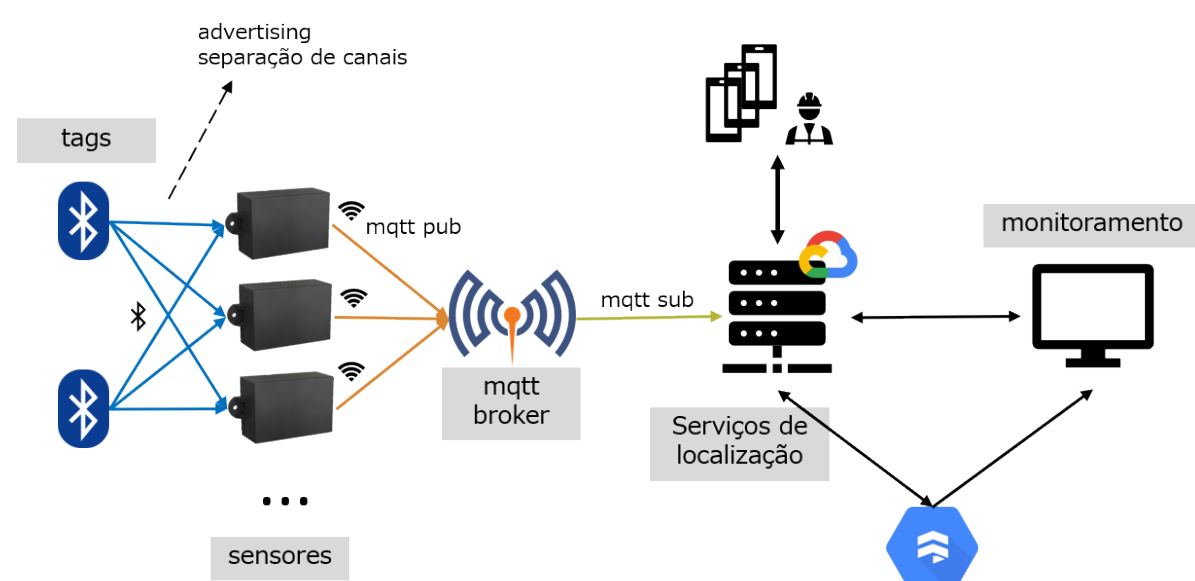


### Implementação e Resultados

Para a implementação do projeto foram utilizados sensores capazes de ler os canais separados das tags bluetooth e publicar os dados dos RSSI via MQTT em um broker. Um servidor assina os tópicos dos sensores relevantes e, a partir dos dados de RSSI recebidos toma a melhor decisão para calcular a posição das tags a partir do algoritmo mencionado.

Todos os dados são salvos no Firestore e podem ser consultados em tempo real pelo frontend de gerenciamento, que mostra a localização da tag no ambiente desejado.

Ao lado pode-se ver um exemplo de localização num ambiente de testes, neste caso em específico obteve-se um erro de 1.4m, mas esse erro varia de acordo com a distância e sensores envolvidos.



### Bibliografia

[1] KOSTER, R. de; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. European Journal of Operational Research, ELSEVIER, v. 182, 2007.

[2] ZAFARI, F.; GKELIAS, A.; LEUNG, K. K. A survey of indoor localization systems and technologies. IEEE Communications Surveys and Tutorials, IEEE, 2019

[3] PATERNA, V. C. et al. A bluetooth low energy indoor positioning system with channel diversity, weighted trilateration and kalman filtering. Sensors, Basel Suica, v. 17, n. 12, 2017

[4] LI, G. et al. Indoor positioning algorithm based on the improved rssi distance model. Sensors, Basel Suica, v. 18, n. 9, 2018.

Integrantes: Daniel Nery Silva de Oliveira  
Marco Enrique dos Santos Abensur

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rehder Pamplona  
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Cugnasca