

# Using Humans, Mobile Devices and Multiples Sensors for Localization of People Indoor

Luis Gustavo Cardoso Lima  
Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia da Bahia  
R. Emídio dos Santos, s/n - Barbalho  
Salvador, Bahia 40301-015  
luislima@ifba.edu.br

Manoel Carvalho Marques  
Neto  
Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia da Bahia  
R. Emídio dos Santos, s/n - Barbalho  
Salvador, Bahia 40301-015  
manoelnetom@ifba.edu.br

Renato Lima Novais  
Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia da Bahia  
R. Emídio dos Santos, s/n - Barbalho  
Salvador, Bahia 40301-015  
renato@ifba.edu.br

## ABSTRACT

Monitoring environments is a increasing need in different contexts, such as emergency, safety and health. Obtaining the location of people and setting the best route to evacuate a burning building; restrict access to an environment only to authorized people; or monitoring seniors or people in medical treatment in their homes are necessities in these three contexts. Thus, monitoring by identifying and locating people indoors is still a nontrivial task considered by some as an open challenge. The difficulties in identify and locate people result from the lack of precision of the various sensors and the cost to getting it. This project aims to develop a solution based not only on the usual sensors but also through the collaboration of people as sensors to help detect other people. The objective of this paper is to show that the human factor can be the difference in increased precision of identification and detection systems people in indoor environments.

## KEYWORDS

identify people, detect people, identification indoor, human sensor.

## 1 INTRODUÇÃO

Monitorar ambientes é uma necessidade crescente, principalmente, nos seguintes contextos: emergência, segurança e saúde. Obter a localização das pessoas e definir a melhor rota de evacuação de um prédio em chamas ou restringir acesso a um ambiente somente para pessoas autorizadas ou, mais ainda, monitorar idosos ou pessoas em tratamento médico em suas residências são respectivamente necessidades desses três contextos. Diante disso, o monitoramento através da identificação e localização de pessoas em ambientes fechados ainda é uma tarefa não trivial considerada por alguns um desafio em aberto.

Identificar e detectar pessoas em locais fechados (*indoor*) passa por diversas dificuldades, dentre as quais pode-se destacar dois fatores: custo e precisão. As técnicas usadas para identificação/detecção de pessoas em ambientes fechados misturam abordagens diferentes. Elas são tipicamente divididas em dois grupos: 1) Rastreamento não visual e 2) Rastreamento visual. Cada técnica de rastreamento (visual ou não visual) possui pontos fortes e fracos que influenciam

diretamente a eficácia e o custo de sua utilização. Desta forma, exige-se uma abordagem híbrida que combine os pontos fortes dessas técnicas de rastreamento para melhorar a eficácia em identificar/detectar pessoas em ambientes fechados. Visando contribuir para esse fim, este trabalho propõe criar uma abordagem que combina sensores tradicionais e pessoas como sensores. A hipótese é que essa combinação alcançará melhores resultados quando comparada às técnicas que utilizam somente sensores físicos: [4], [7] e [8].

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado um breve referencial teórico que apresentará algumas das dificuldades na construção de um sistema de localização *indoor*. A solução desenvolvida é apresentada na seção 3. Por fim, as conclusões deste trabalho são vistas na Seção 4.

## 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Obter a localização de uma área, objeto ou pessoa é uma necessidade relevante que cresce a cada dia. Essa localização associada a uma contexto torna-se ainda mais relevante principalmente para fins militares e comerciais. Quando pensamos em mecanismo de localização, talvez a primeira palavra que venha à cabeça seja GPS.

Tabela 1: tecnologias baseadas em ondas de rádio

*Dados obtidos em: [1] [6]			
**Custo: U = Usuário; I = Infraestrutura			
	Precisão	Custo**	Limitações
Wi-Fi	1,5 m	U:baixo I:baixo	segurança e precisão
Bluetooth	30 cm - Metros	U:baixo I:baixo	mapeamento de sinal; intrusivo
RFID	1 m - 5 m	U:Baixo I:Alto	alto custo e baixa precisão
ZigBee	25 cm	U:Alto I:Baixo	necessidade de usar equipamentos especiais
UWB	15 cm	U:Alto I:Alto	alto custo de manutenção

Embora o GPS seja um sistema de posicionamento maduro e amplamente difundido para localização em ambientes abertos (*outdoor*), o seu sinal sofre atenuações em ambientes fechados (*indoor*)

ao colidir com as paredes das edificações, gerando desta forma o problema de oclusão de sinal [1] [6]. Diante disso, os últimos 10 ou 15 anos foram marcados por grandes esforços da indústria e da comunidade científica em pesquisas na área de localização *indoor*.

As tecnologias baseadas em ondas de rádio possuem precisão, custo e limitações distintas. Devido a sua ampla adoção, permite-se criar sistemas de localização *indoor* mais baratos tanto do ponto de vista da utilização pelo usuário final quanto da manutenção do sistema (veja Tabela 1).

### 3 SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

O projeto possui três componentes principais: *Tandera*, *Passport* e *Portal*. O componente *Tandera* é composto por um conjunto de serviços web criados em NodeJS [2]. Esse componente é a parte principal do sistema, responsabilizando-se pela guarda dos dados e o recebimento e envio de notificações para os outros componentes. O componente *Passport* é representado por uma aplicação compatível com o sistema operacional *Android* [5]. Ele é utilizado para solicitar a abertura de porta através da leitura do QR CODE do ambiente. Além disso, permite que os usuários respondam as notificações enviadas pelo componente *Tandera*. Por fim, a interação com sensores é responsabilidade do componente *Portal*, embarcado em um dispositivo *Raspberry PI* [3]. Esse componente é responsável pela notificação dos eventos ocorridos no ambiente: 1) *ON* - disparado ao solicitar abertura de porta; 2) *IN* - disparado quando alguém entra na sala; e 3) *OUT* - disparado quando alguém sai da sala. A figura 1 mostra a arquitetura da solução e o cenário inicial de interação entre a aplicação e um usuário no ambiente controlado.

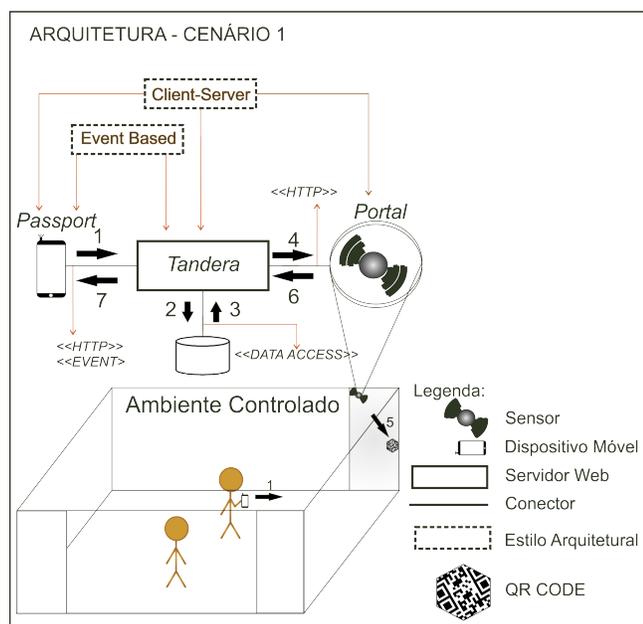


Figura 1: Arquitetura da aplicação - cenário 1.

Conforme visto nas Seções 1 e 2, a precisão dos sensores não é 100% garantida. Desta forma, ao detectar a entrada ou saída de

alguém do ambiente, o sistema notifica as pessoas dentro desse ambiente para que informem quem entrou ou saiu.

### 4 CONCLUSÃO

Como visto, a identificação e detecção de pessoas em ambientes fechados ainda é um área de estudo em ampla exploração. Se considerarmos qualquer tecnologia citada neste trabalho para atender a demanda de um sistema de localização em ambientes fechados - ILS (*Indoor Location System* em inglês), chegaremos a conclusão que nenhuma delas, ou mesmo suas combinações, atendem satisfatoriamente.

A seção 2 apresentou os principais aspectos que dificultam a construção de um ILS: **precisão, custo e limitações**. De acordo com os dados resultantes desta e de pesquisas de outros autores, o custo é diretamente proporcional a precisão.

Este trabalho aposta na utilização de pessoas como sensores para ajudar na identificação e detecção de outras pessoas, além da utilização de sensores tradicionais. Para tal fim, utiliza-se o contexto de salas previamente configuradas com acesso controlado e monitorado por sensores ultrassônicos. Por conseguinte, permite-se que as pessoas autorizadas respondam as notificações de entrada e saída delas e de outras pessoas.

#### 4.1 Limitações deste Trabalho

O projeto possui algumas limitações que futuramente podem ser sanadas. A primeira limitação é sua restrição a um ambiente que possui portas. Supondo uma empresa que deseje monitorar somente a localização das pessoas, sem a necessidade de controle de acesso interno através de portas, o sistema necessitaria de adequações. O segundo fator limitante é a necessidade de confirmação da entrada/saída de uma pessoa. Embora a interação das pessoas seja importante, seria mais interessante a detecção delas de modo mais silencioso. Utilizando-se da confirmação do usuário somente no último caso.

### REFERÊNCIAS

- [1] Ramon F. Brena, Juan Pablo Garcia-Vázquez, Carlos E. Galván-Tejada, David Muñoz-Rodríguez, Cesar Vargas-Rosales, and James Fangmeyer. 2017. Evolution of Indoor Positioning Technologies: A Survey. *Journal of Sensors* 10.1155/2017/2630413 (2017). <https://doi.org/10.1155/2017/2630413>
- [2] Node.js Foundation. 2016. NodeJS. (2016). <https://nodejs.org/en/> [Online; accessed 27-September-2016].
- [3] RASPBERRY PI FOUNDATION. 2017. Raspberry PI. (2017). <https://www.raspberrypi.org/> [Online; accessed 03-March-2017].
- [4] Carlos E. Galván-Tejada, Juan Pablo García-Vázquez, and Ramon F. Brena. 2014. Magnetic Field Feature Extraction and Selection for Indoor Location Estimation. *Journal of Sensors* 10.3390/s140611001 (2014). <http://dx.doi.org/10.3390/s140611001>
- [5] Google. 2016. Android. (2016). <https://www.android.com> [Online; accessed 27-September-2016].
- [6] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello. 2001. Location Systems for Ubiquitous Computing. *Computer* 34, 8 (Aug. 2001), 57–66. <https://doi.org/10.1109/2.940014>
- [7] Timothy W. Hnat, Erin Griffiths, Ray Dawson, and Kamin Whitehouse. 2012. Doorjamb: Unobtrusive Room-level Tracking of People in Homes Using Doorway Sensors. In *Proceedings of the 10th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems (SenSys '12)*. ACM, New York, NY, USA, 309–322. <https://doi.org/10.1145/2426656.2426687>
- [8] Jaeseok Yun and Sang-Shin Lee. 2014. Human Movement Detection and Identification Using Pyroelectric Infrared Sensors. *Sensors* 14, 5 (2014), 8057–8081. <https://doi.org/10.3390/s140508057>