

WoCCES 2017:

Metodologia para Localização de Ativos por Técnicas de Fusão de Sensores para Rastreamento Autônomo

Igor Prata e Andressa Siqueira

Maj Anderson dos Santos e Paulo Fernando Ferreira Rosa
(Orientadores)

Instituto Militar de Engenharia - IME
Programa de Pós-graduação em Sistemas e Computação

19 de Maio de 2017

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Introdução

- A estimativa precisa de posicionamento de um agente é uma das grandes áreas de estudo em robótica avançada [1];
- Diversas pesquisas buscam otimizar o custo computacional para localização de um recurso, considerando limitações de **processamento e consumo de energia** [2].

Introdução I

- O Drone-sense [3] é uma proposta de coleta autônoma de sinais de redes WiFi em um ambiente para otimizar o estudo sobre a propagação de ondas de RF;
- Técnicas que consideram apenas um referencial podem apresentar imprecisões. A utilização de Fusão de Sensores melhoram a estimativa [4], diversificando cenários de aplicação.

Introdução I

Oportunidade

- Redução dos custos de produção tecnológica;
- Miniaturização de componentes eletrônicos;
- Popularização de sistemas de comunicação portáteis;
- Diversificação de aplicações sensíveis ao contexto.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Objetivos

Proposta

Este trabalho tem por objetivo propor uma plataforma que permita a melhoria de localização de ativos, através de sinais de radiofrequência em diferentes padrões.

Objetivos

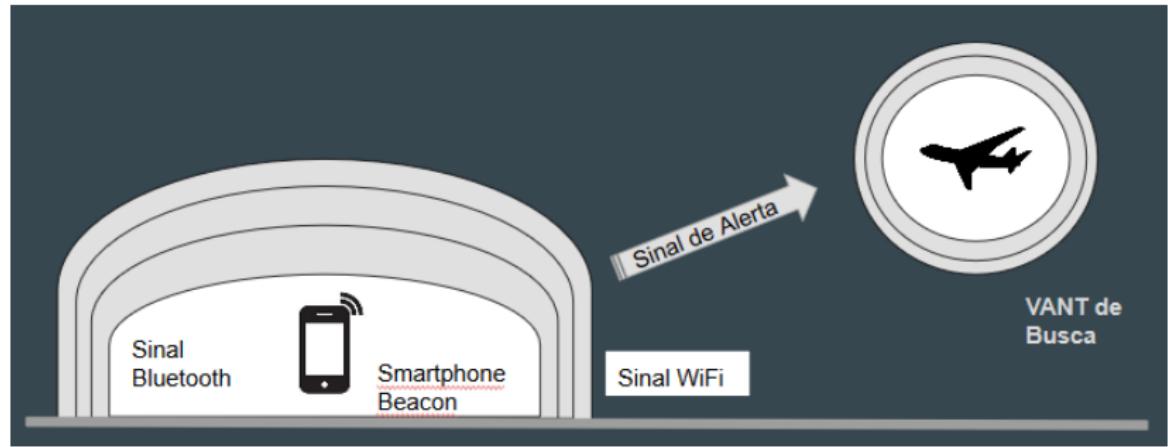


Figura: Esquema de detecção de um emissor de radiofrequência nos padrões WiFi e bluetooth

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Problemas Pesquisa

Tópicos relevantes para a pesquisa

- ① Wardriving;
- ② Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs);
- ③ Técnicas de Fusão de Sensores.

Problemas Pesquisa

Wardriving

- Wardriving é a técnica de busca por redes sem fio durante um deslocamento;
- Seu principal objetivo é o mapeamento de Pontos de Acesso;
- Por si só não deve ser considerado como um tipo de ataque;
- Grandes bases de geolocalização alimentadas por *crowdsourcing* utilizam essa técnica.

Problemas Pesquisa

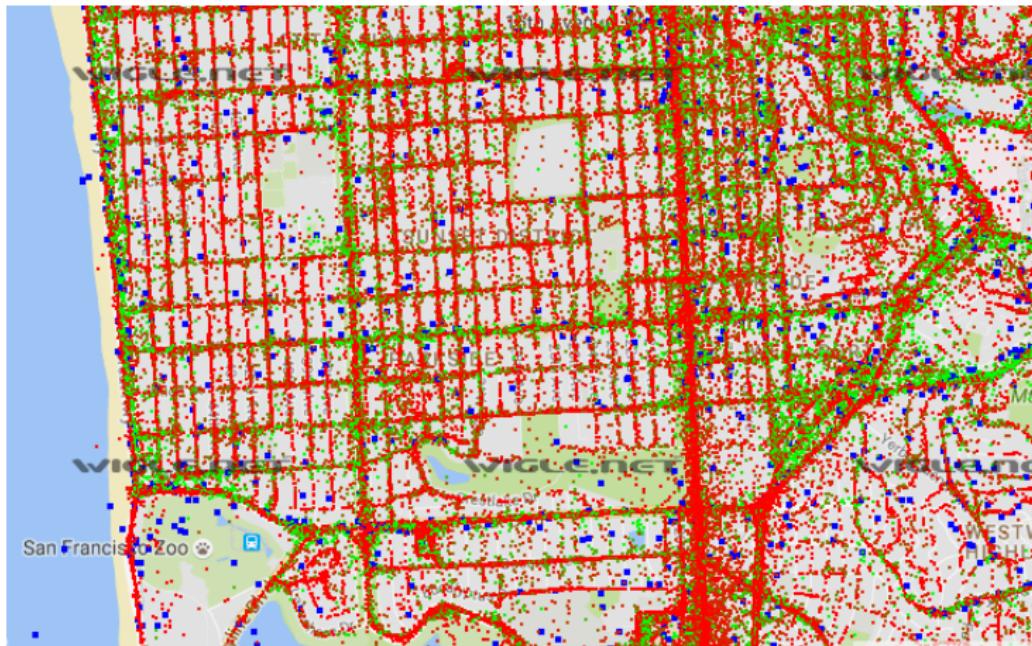


Figura: WAPs descobertos pelo Projeto Wigle em São Francisco

Problemas Pesquisa

Utilizado em técnicas de localização:

- **Indoor** Como substituto à sinalização GPS. Dentro de edificações;
- **Outdoor** Em ambientes urbanos, acelerando a estimativa de localização.

Problemas Pesquisa

Protocolos WIFI e *bluetooth* para sensoriamento

- Podem ser detectados por assinaturas (*fingerprint*) [5];

Problemas Pesquisa

Protocolos WIFI e *bluetooth* para sensoriamento

- Podem ser detectados por assinaturas (*fingerprint*) [5];
- Boa relação entre consumo de energia e transmissão;

Problemas Pesquisa

Protocolos WIFI e *bluetooth* para sensoriamento

- Podem ser detectados por assinaturas (*fingerprint*) [5];
- Boa relação entre consumo de energia e transmissão;
- **Alcance de transmissão consideravelmente limitado.**

Problemas Pesquisa

Uso de VANTs autônomos

- *Hardware* embarcado de baixo custo computacional;

Problemas Pesquisa

Uso de VANTs autônomos

- *Hardware* embarcado de baixo custo computacional;
- Restrições de consumo de energia;

Problemas Pesquisa

Uso de VANTs autônomos

- *Hardware* embarcado de baixo custo computacional;
- Restrições de consumo de energia;
- **Não devem depender de fontes de informação externas;**

Problemas Pesquisa

Uso de VANTs autônomos

- *Hardware* embarcado de baixo custo computacional;
- Restrições de consumo de energia;
- **Não devem depender de fontes de informação externas;**
- **Precisão e tempo de estimativa devem ser aplicáveis à missão.**

Problemas Pesquisa

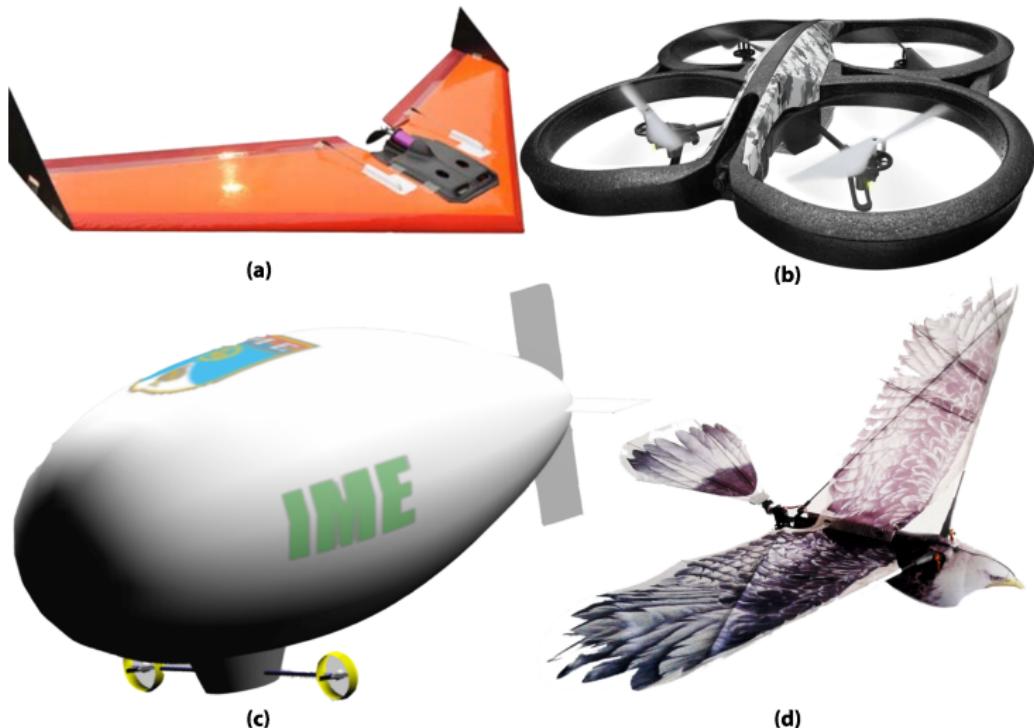


Figura: Exemplos de VANTs de diferentes categorias

Problemas Pesquisa

Uso de múltiplos sensores de RF:

- Adicionam mais um sinal de sensibilidade;

Problemas Pesquisa

Uso de múltiplos sensores de RF:

- Adicionam mais um sinal de sensibilidade;
- Propiciam redundância para a análise;

Problemas Pesquisa

Uso de múltiplos sensores de RF:

- Adicionam mais um sinal de sensibilidade;
- Propiciam redundância para a análise;
- **Podem conter informações contraditórias.**

Problemas Pesquisa

Responder as seguintes Questões de Pesquisa

1. Quais os parâmetros a serem considerados na estimativa de posição?

Problemas Pesquisa

Responder as seguintes Questões de Pesquisa

1. Quais os parâmetros a serem considerados na estimativa de posição?
2. *Probes bluetooth* serão bons sensores?

Problemas Pesquisa

Responder as seguintes Questões de Pesquisa

1. Quais os parâmetros a serem considerados na estimativa de posição?
2. *Probes bluetooth* serão bons sensores?
3. Quantos pontos de amostragem de sinal devem ser considerados para uma estimativa razoável da localização de um ativo?

Problemas Pesquisa

Tabela: Largura de banda, consumo e alcance entre padrões de rádio

	Banda de dados	Idle(W)	Procura(W)	Alcance(m)
GSM (3g)	Menos de 1Mbps	-	-	500
WiFi	11-54 Mbps	0.77	1.29	100
<i>bluetooth</i>	700kbps	0.01	0.12	10

Modelagem do problema de localização que se busca resolver:

$$\langle \mathbf{p}_i, \mathbf{t}_i, \mathbf{l}_i^W, \mathbf{e}_i^W, \mathbf{l}_i^B, \mathbf{e}_i^B \rangle_{\alpha} \quad i \quad (1)$$

$$\mathbf{e}_i^j = \mathbf{f}(\mathbf{d}_{p\theta}) \quad (2)$$

onde $j \in \{WIFI, bluetooth\}$

$$\text{mine}_i^j$$

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Metodologia Proposta

Metodologia Proposta

- Estimar de maneira autônoma a localização de alvos emissores de RF nos padrões WIFI e *bluetooth*, aproveitando a redundância de sinais, por uma aeronave que conhece a sua posição por coordenadas GPS.

Metodologia Proposta

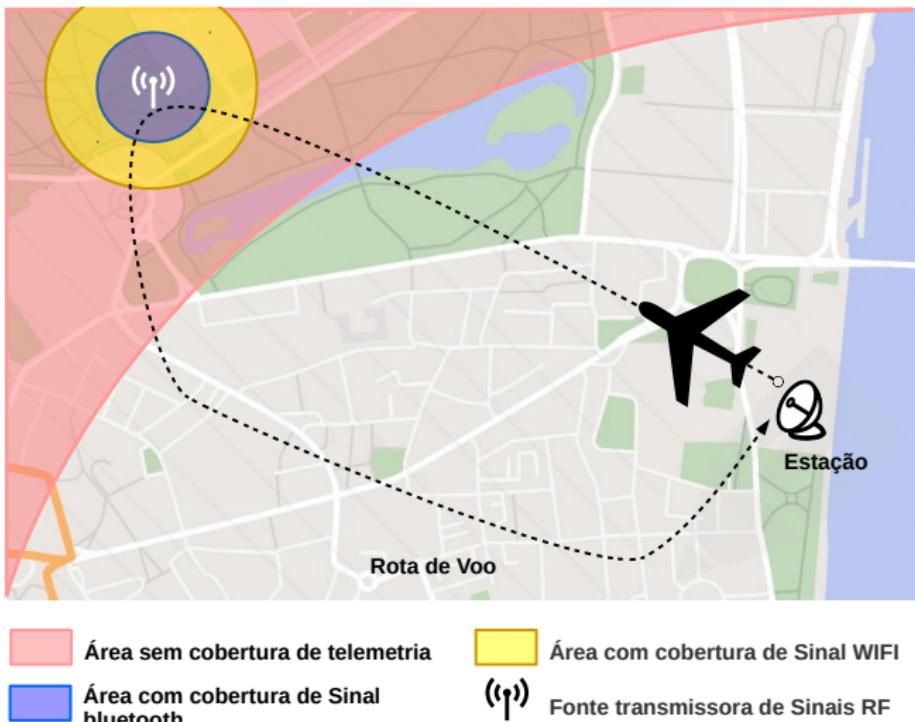


Figura: Uma rota de voo com diferentes regiões sem sinal

Metodologia Proposta

Contribuições Esperadas

- ① Determinar variáveis relevantes na localização autônoma de ativos;
- ② Colaborar com outras linhas de pesquisa em localização por RF;
- ③ Comparação de métodos existentes de localização por *wardriving*; e
- ④ Desenvolver um *framework opensource* escalar, capaz de comportar mais sensores e técnicas, acoplados por bibliotecas auxiliares.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Arquitetura Proposta

Componentes da Arquitetura

- Plataforma de voo (VANT) customizado;

Arquitetura Proposta

Componentes da Arquitetura

- Plataforma de voo (VANT) customizado;
- Requisitos de *hardware*;

Arquitetura Proposta

Componentes da Arquitetura

- Plataforma de voo (VANT) customizado;
- Requisitos de *hardware*;
- Requisitos de *software* e suas dependências;

Arquitetura Proposta

Componentes da Arquitetura

- Plataforma de voo (VANT) customizado;
- Requisitos de *hardware*;
- Requisitos de *software* e suas dependências;
- Especificação do *framework* proposto;

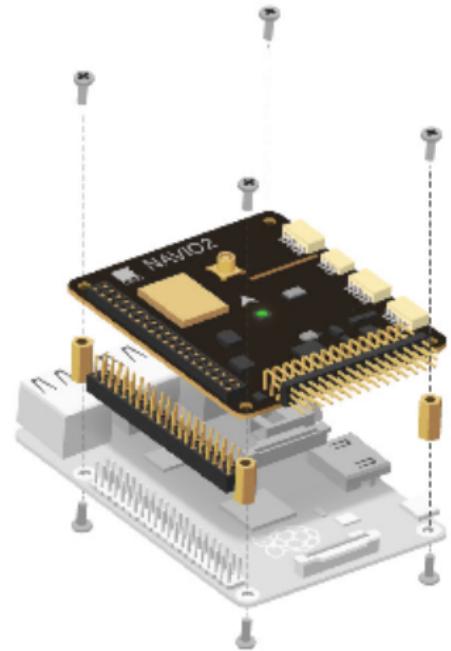


Figura: o VANT com *frame* DJI F450 e montagem do sistemas de bordo adotado

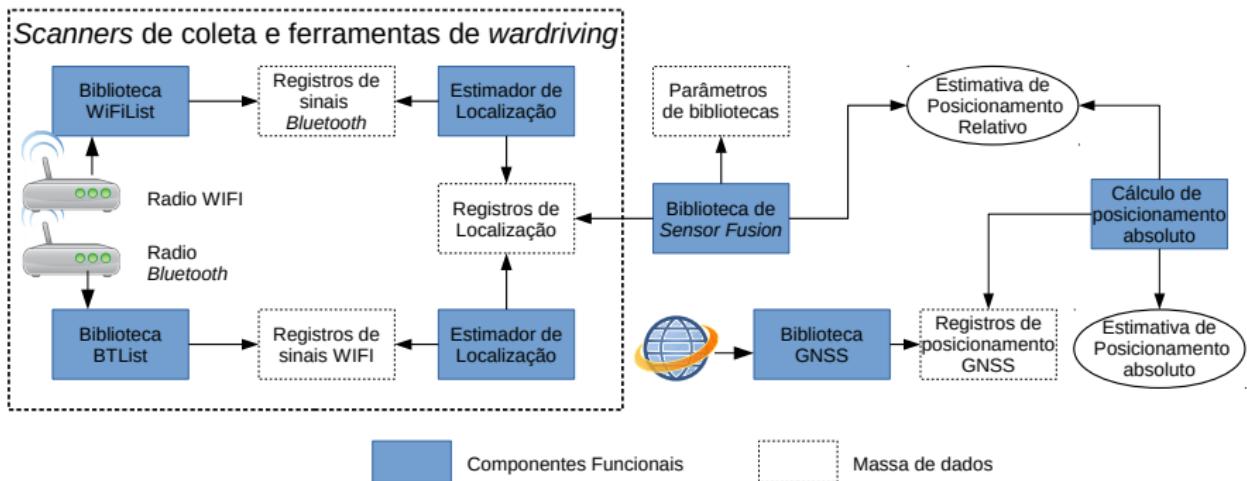


Figura: Framework proposto para a metodologia de localização

Experimentos Preliminares

Resultados obtidos

- Aplicabilidade da técnica de *wardriving* pela biblioteca WIFIList utilizando o *hardware* embarcado na placa Raspberry Pi;

Experimentos Preliminares

Resultados obtidos

- Aplicabilidade da técnica de *wardriving* pela biblioteca WIFIList utilizando o *hardware* embarcado na placa Raspberry Pi;
- Detecção de redes já instaladas e configuradas do Instituto Militar de Engenharia, no padrão IEEE 802.11;

Experimentos Preliminares

Resultados obtidos

- Aplicabilidade da técnica de *wardriving* pela biblioteca WIFIList utilizando o *hardware* embarcado na placa Raspberry Pi;
- Detecção de redes já instaladas e configuradas do Instituto Militar de Engenharia, no padrão IEEE 802.11;
- A biblioteca WIFIList foi executada 50 vezes por dia em cinco dias diferentes.

Experimentos Preliminares

Tabela: Frequência de detecção de uma rede durante a execução, média do Valor de RSSI e da qualidade de sinal (0-70 pontos).

ID	Detecções	RSSI (dBm)	Qualidade do sinal
1	208	-28	69
2	125	-61	49
3	125	-59	51
4	124	-67	43
5	125	-62	48
6	111	-78	32
7	66	-67	15
8	106	-83	27
9	105	-77	33
10	70	-57	26
11	62	-66	16
12	10	-24	4

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões**
- 8 Referências

Conclusões

Vantagens da Metodologia

- Múltiplos sensores permitem diferentes disposições das antenas;
- O *framework* proposto é escalável - suportando mais bibliotecas;
- Independência de recursos computacionais não-embarcados;
- Apresenta uma solução de baixo custo se comparado com técnicas de visão computacional.

Conclusões

Casos de Uso

- Alternativa para *Docking* independente de visão computacional;
- Solução eficaz para manobras "*follow me*" ;
- Falta de soluções acessíveis para localização de vítimas e ativos utilizando padrões de mercado, como EPIRBs e mPERS.

Conclusões



Figura: exemplos de aparelhos de localização de emergência

Conclusões



Figura: Drone Lily Camera antes de ser encerrado

Conclusões



Figura: Drone Yacob da Dronematrix e o seu *docking station* [6]

Conclusões

Próximos passos

- Testes com diferentes disposições das antenas;
- Implementação da biblioteca de coleta de parâmetros *bluetooth*;
- Ensaios embarcados em VANTs considerando as restrições de voo.

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Problemas Pesquisa
- 4 Metodologia Proposta
- 5 Arquitetura Proposta
- 6 Experimentos Preliminares
- 7 Conclusões
- 8 Referências

Referências I

-  Guoqiang Mao, Ba Fidan, and Brian D. O. Anderson.
Wireless sensor network localization techniques.
Comput. Netw., 51(10):2529–2553, jul 2007.
2016-11-28.
-  F. Gu, J. Niu, and L. Duan.
Waipo: A fusion-based collaborative indoor localization system on smartphones.
IEEE/ACM Transactions on Networking, PP(99):1–14, 2017.
-  Ethan Yu, Xi Xiong, and Xia Zhou.
Automating 3d wireless measurements with drones.
In *Proceedings of the Tenth ACM International Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental Evaluation, and Characterization*, number 1 in WiNTECH '16, pages 65–72, New York, NY, USA, 2016. ACM.
2016-11-28.

Referências II

 Wolfgang Effelsberg Thomas King, Stephan Kopf.

A location system based on sensor fusion: Research areas and software architecture.

Proc. of 2nd GI/ITG KuVS Fachgespräch "Ortsbezogene Anwendungen und Dienste", Stuttgart, Germany, 1:28–32, june 2006.

2016-11-28.

 Y. Kim, Y. Chon, and H. Cha.

Smartphone-based collaborative and autonomous radio fingerprinting.

IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 42(1):112–122, Jan 2012.

 Dronematrix.

Drone yacob da dronematrix, 2017.

2017-04-24.

WoCCES 2017:

Metodologia para Localização de Ativos por Técnicas de Fusão de Sensores para Rastreamento Autônomo

Igor Prata e Andressa Siqueira

igorprata@ime.eb.br e siq.andressa@gmail.com

Maj Anderson dos Santos e Paulo Fernando Ferreira Rosa

anderson@ime.eb.br e rpaolo@ime.eb.br

