

# Auto-localização de Veículos: um Serviço usando a Plataforma 4WD Arduino

Ricardo Silveira Rodrigues<sup>1</sup>, Marcia Pasin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Av. Roraima 1.000 – Cidade Universitária – Santa Maria – RS – Brasil

{rrodrigues, marcia}@inf.ufsm.br

**Resumo.** Auto-localização é um serviço chave no contexto de redes veiculares e serve como base para outros serviços, como busca de vaga em estacionamentos, controle de interseções, e navegação. Enquanto a tecnologia para redes veiculares não é amplamente disponibilizada, plataformas de prototipação, como a Arduino, permitem investigar e avaliar novos serviços. Este trabalho apresenta um serviço de auto-localização para uma rede veicular usando como suporte a plataforma Arduino 4WD. Os resultados inferidos pelo algoritmo foram comparados à medição manual e a taxa de erro mostrou-se adequada.

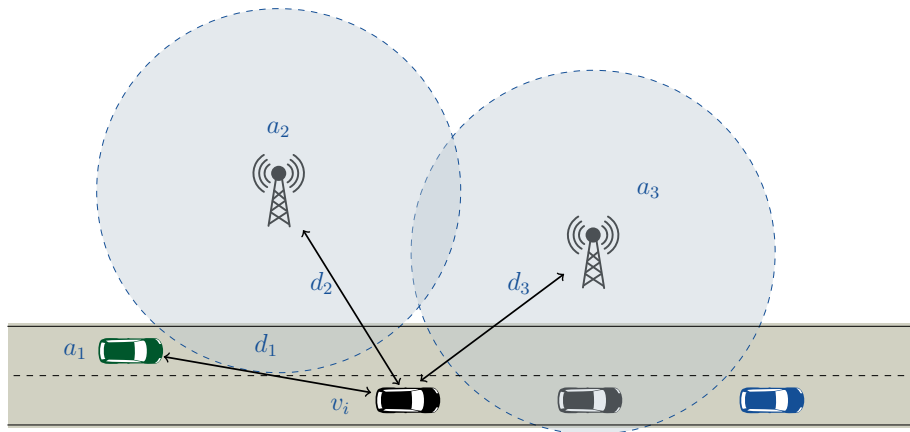
**Abstract.** Auto-localization is a building block for vehicular networks services such as finding a parking place, intersection control, and navigation. As the technology for vehicular network is not widely available, Arduino platform allows to investigate and evaluate new services before the real implementation. This paper presents a auto-localization service for a vehicular network using the support Arduino 4WD platform. The results inferred by the algorithm were compared to manual measurements and the error rate we found was adequate.

## 1. Introdução

A auto-localização é um serviço chave para muitos problemas envolvendo redes veiculares (VANETs). Usando informação captada da infraestrutura, um veículo pode inferir sua localização e usar este valor como base para outros serviços, como busca de vaga em estacionamentos, controle de interseções, e navegação.

Sistemas de localização, de propósito geral, são essencialmente baseados em GPS (Global Positioning System) ou em serviços oferecidos por redes de computadores (através de protocolos 3G, 4G e Wi-Fi). O GPS possui EPE (Estimated Position Error) entre 5 e 15 m. No contexto de VANETs, para implementar um serviço de navegação, este erro é aceitável. Entretanto, o controle automatizado de interseções de trânsito [Pasin *et al.* 2015, Dresner & Stone 2004, Gradinescu *et al.* 2007, Ferreira *et al.* 2010], por exemplo, requer maior precisão para evitar colisões. Outro problema do GPS é a incapacidade de operar em sub-solos, o que pode comprometer um serviço de busca automatizada de vaga em estacionamentos.

No futuro, com a implantação de VANETs, o serviço de localização deverá ter as seguintes características: escalabilidade, precisão, disponibilidade inclusive em ambientes fechados. As VANETs são compostas por um conjunto de sensores, atuadores e processadores instalados na infraestrutura e nos veículos. Infraestrutura e veículos têm poder computacional e são capazes de enviar e receber mensagens. Como os satélites



**Figura 1.** O cenário alvo com uma via, três âncoras e um carro  $v_i$  que deseja saber a sua localização.

não operam em ambientes fechados (como túneis e sub-solos) e depressões, e as redes de computadores, juntamente com os satélites, não oferecem a precisão necessária, a ideia de aproveitar sensores espalhados na infraestrutura de VANETs para determinar a localização de veículos é bem interessante.

Enquanto a tecnologia de VANETs não está amplamente disponibilizada, plataformas de prototipação, como a Arduino<sup>1</sup>, permitem investigar e avaliar novos serviços, de forma prática e experimental. A plataforma Arduino oferece um ambiente de desenvolvimento de baixo custo e de fácil implementação, tanto de *software* quanto de *hardware*. Neste sentido, este trabalho explora a implementação de um serviço de auto-localização para VANETs usando como suporte a plataforma Arduino 4WD (*Four-Wheel Drive*).

Mais especificamente, este trabalho apresenta um serviço de auto-localização para veículos aproveitando a infraestrutura de VANETs. Para avaliar o serviço, uma implementação foi realizada para a plataforma Arduino. Em um esquema baseado em trileração que comunica sensores e veículos, um algoritmo de auto-localização (*Automatic Vehicle Location* ou AVT) possibilita que um veículo se auto-localize no ambiente. Esta solução pode ser combinada com um esquema de calibração [Aglimazanov *et al.* 2015], para obtenção de melhores resultados.

Este trabalho está organizado como segue. A seção 2 explica detalhes do serviço de auto-localização de veículos. A seção 3 reporta os experimentos com o serviço usando a plataforma Arduino. A seção 4 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

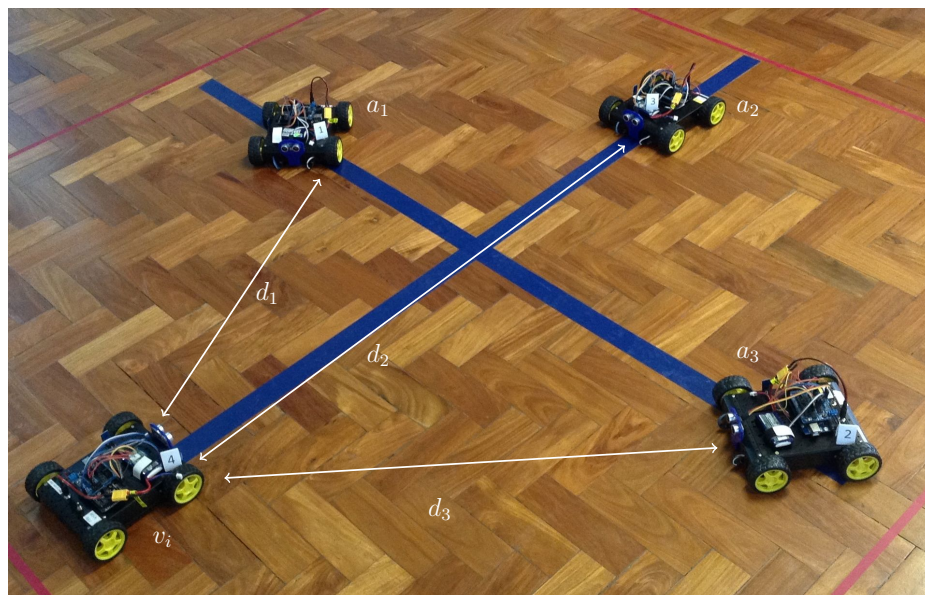
## 2. Auto-localização de veículos

O serviço de localização opera para uma rede veicular composta por veículos (componentes móveis) e infraestrutura (nós âncoras com processadores). Os nós âncoras e os veículos têm a capacidade de estabelecer comunicação. Um nó âncora  $a_i$  é um nó fixo e a suas coordenadas de localização são conhecidas. Nós âncoras podem ser antenas de telefonia celular, sinalizadores inteligentes ou ainda veículos estacionados.

<sup>1</sup><https://www.arduino.cc>

A problemática auto-localização é ilustrada na Figura 1 usando uma via, um conjunto de veículos e diferentes âncoras ( $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$ ). A âncora  $a_1$  é um veículo estacionado e as demais são antenas. O raio de alcance apresentado na figura é ilustrativo. De fato, na prática, o raio pode ser mais amplo. O veículo  $v_i$  está interessado em descobrir sua localização.

Para usar o serviço de localização, o veículo  $v_i$  difunde (via *multicast*) uma mensagem  $m_i$ , para as três âncoras, e recebe como resposta uma mensagem  $m_{i-1}((x_i, y_i), d_i)$  contendo as coordenadas da posição de cada uma das âncoras e a distância  $d_i$  de cada âncora em relação ao veículo. A partir dessas informações, um esquema de trilateração é usado para calcular a posição do veículo  $v_i$  no ambiente. Em sua essência, a trilateração é uma aplicação do cálculo da distância Euclidiana.



**Figura 2.** Cenário com quatro veículos 4WD: três âncoras ( $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$ ) e o veículo  $v_i$  que desconhece a sua localização.

### 3. Implementação e avaliação

Foi implementado um protótipo do serviço de auto-localização usando a plataforma Arduino 4WD. Um veículo 4WD é composto por um chassi com 4 rodas, uma placa Arduino Mega 2560, quatro motores para controlar as rodas de forma independente, uma placa para controlar os motores (L298N DC Dual H-Bridge), uma bateria Li-Po de 1000 mAh, um sensor ultrasônico (HC-SR04), um par de sensores seguidores de linha, e um módulo Wi-Fi (ESP8266) usado para a comunicação. O sensor de linha serve para o veículo percorrer um caminho guiado por uma linha instalada no piso. Figura 2 ilustra o cenário usando um campo  $2m \times 2m$ .

Na implementação, um ponto fixo (computador) questiona três antenas sobre a distância em relação ao veículo  $v_i$ . O programa cliente opera em Java e os programas

servidores (sketch) operam na linguagem Arduino, semelhante à C/C++. Clientes e servidores comunicam-se via Sockets. Nesta implementação, a distância entre veículo e âncoras é medida pelo sensor ultrassônico instalado em cada veículo. Foram efetuados três diferentes testes para verificar os valores das coordenadas  $x$  e  $y$  de  $v_i$ . Para os três testes, as antenas (veículos estacionados) estão nas seguintes posições (0, 0), (0, 100) e (100, 50). Os valores obtidos nos testes estão apresentados na Tabela 1. Como pode ser observado na tabela, a discrepância entre os valores é pequena e pode ser aceitável em redes veiculares ( $\approx 1,5$  unidades).

**Tabela 1. Valores obtidos para as coordenadas do veículo  $v_i$  para três medições manuais e automáticas (calculadas pela implementação).**

	Manual		Calculada	
	x	y	x	y
Teste 1	0,00	50,00	0,01	50,00
Teste 2	50,00	50,00	48,61	50,00
Teste 3	75,00	75,00	76,60	76,04

#### 4. Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho apresentou um serviço de auto-localização para uma rede veicular usando como suporte a plataforma Arduino 4WD. Os resultados inferidos pelo algoritmo foram comparados à medição manual e a taxa de erro mostrou-se adequada. Uma nova implementação baseada no tempo de envio e recepção da mensagem deverá ser realizada. Para prover maior precisão ao esquema apresentado, trabalhos futuros também incluem uma técnica de calibração descrita como algoritmo AVT (*Automatic Vehicle Localization*) [Aglimazanov *et al.* 2015].

#### Referências

- R. Aglimazanov, O. Gurcan, A. Belbachir, K. S. Yildirim. "Robust and efficient self-adaptive position tracking in wireless embedded systems", In *Proceedings of the 8th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC 2015)*. Munich, Germany, October 2015, pp. 152-159.
- K. Dresner, P. Stone. "Multiagent traffic management: a reservation-based intersection control mechanism", In *Proc. 3rd International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2004)*, July 2004, pp. 530-537.
- M. Ferreira, R. Fernandes, H. Conceição, W. Viriyasitavat, O. K. Tonguz. "Self-organized traffic control", In *Proceedings of the 7th ACM International Workshop on Vehicular InterNetworking (VANET '10)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 85-90, 2010.
- V. Gradinescu, C. Gorgorin, R. Diaconescu, V. Cristea, L. Iftode. "Adaptive traffic lights using car-to-car communication", In *Proceedings of the IEEE 65th Vehicular Technology Conference (VTC2007-Spring)*, April 2007, pp. 21-25.
- M. Pasin, B. Scheuermann, and R. Fao de Moura. "VANET-based intersection control with a throughput/fairness tradeoff", In *Proceedings of the 8th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC 2015)*, Munich, Germany, October 2015.