

Universidade de Pernambuco

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação (PPGEC)

Proposta de Tese de Doutorado

Área: Computação Inteligente

Título: Sistema Inteligente para Mapeamento da Qualidade de Vias Urbanas utilizando Sensores Inerciais e modelos de *Machine Learning* em Sistemas Embarcados

Orientador(a): José Paulo G. de Oliveira (email: jpgo@ecomp.poli.br)

Descrição:

O monitoramento da infraestrutura urbana é essencial para a manutenção de vias e a melhoria da mobilidade em cidades. Entretanto, a identificação de problemas como buracos em vias públicas ainda depende de inspeções manuais ou sistemas caros e pouco escaláveis. Neste projeto, propomos o desenvolvimento de um sistema inteligente para mapeamento de buracos em vias urbanas, integrando aprendizado de máquina (ML – *Machine Learning*) e sistemas embarcados. O sistema embarcado utilizará sensores ambientais, tais como localização (GPS – *Global Positioning System*), temperatura, luminosidade e vibração (acelerômetro), para capturar dados em tempo real durante deslocamentos em veículos. Um modelo de aprendizado de máquina será embarcado no dispositivo, permitindo a detecção de buracos com base em padrões vibracionais e ambientais. O projeto também abordará a georreferenciação dos buracos detectados, permitindo a construção de mapas digitais para auxiliar prefeituras, empresas de transporte e cidadãos. A análise dos dados incluirá a correlação entre os eventos detectados e fatores ambientais como temperatura e horário, fornecendo percepções valiosas sobre padrões de desgaste das vias. A metodologia proposta inclui:

- Modelagem do sistema de aquisição + veículo + pavimento;
- Desenvolvimento de um sistema de coleta de dados integrado ao hardware;
- Treinamento de modelos de aprendizado de máquina para detecção/classificação de buracos com base em dados inerciais;
- Integração do modelo treinado a um sistema embarcado para inferência em tempo real;
- Testes de campo para validação do sistema e geração de mapas georreferenciados.

A aplicação de técnicas de aprendizado de máquina em sistemas embarcados para monitoramento e mapeamento de buracos em vias urbanas contribui para a evolução dos métodos de sensoriamento e processamento de dados em tempo real em ambientes urbanos. Este trabalho também amplia o uso de sistemas embarcados de baixo custo para tarefas de monitoramento ambiental, promovendo a integração entre sensores de diversas naturezas (GPS, temperatura, luminosidade, aceleração) para análise preditiva e tomada de decisão. Entre os objetivos do projeto, destaca-se ainda a estimativa do índice IRI (*International Roughness Index*), utilizado para avaliar a qualidade das estradas. Esse índice será calculado a partir dos dados dos sensores inerciais, processados por meio de modelos de aprendizado de máquina. Os resultados esperados incluem a validação de modelos de aprendizado de máquina em um novo contexto de monitoramento urbano, com potencial para impactar tanto a teoria quanto a prática de sistemas inteligentes aplicados à infraestrutura pública.

Palavras-chave: *Machine Learning*, sistemas embarcados, *International Roughness Index*, monitoramento urbano.

Referências Bibliográficas:

- [1]. HASSAIN, Md Mehedi et al. Design and Implementation of Road Monitoring System using Embedded System and IoT. In: 2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). IEEE, 2024. p. 739-743.
- [2]. ZANG, Kaiyue et al. Assessing and mapping of road surface roughness based on GPS and accelerometer sensors on bicycle-mounted smartphones. *Sensors*, v. 18, n. 3, p. 914, 2018.
- [3]. Yulu Luke Chen et al., "Inexpensive multimodal sensor fusion system for autonomous data acquisition of road surface conditions", *IEEE Sensors Journal*, vol. 16(21), pp. 7731 – 7743, 2016.
- [4]. GHAFOR, Kayhan. Iot and cloud based automated pothole detection model using extreme gradient boosting with texture descriptors. *Scalable Computing: Practice and Experience*, v. 24, n. 4, p. 713-728, 2023.
- [5]. C. Chellaswamy, H. Famitha, T. Anusuya and S. B. Amirthavarshini, "IoT Based Humps and Pothole Detection on Roads and Information Sharing," 2018 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC), Chennai, India, 2018, pp. 084-090, doi: 10.1109/ICCPEIC.2018.8525196.
- [6]. A. Sumuk and Q. A. Khan, "A Sensing Device for Highly Efficient Real-Time Road Condition Monitoring and Drive Assistance System," 2023 IEEE Asia Pacific Conference On Postgraduate Research In Microelectronics And Electronics (PRIMEAsia), Hyderabad, India, 2023, pp. 23-25, doi: 10.1109/PRIMEAsia60757.2023.00015.
- [7]. W. Irawan, A. Fadillah, N. Uddin, H. Hermawan, I. Nurhaida and F. J. Philip Sitorus, "Smart Road Quality Monitoring System Based on Measurement of Vehicle Vibrations," 2023 International Conference on Information Technology and Computing (ICITCOM), Yogyakarta, Indonesia, 2023, pp. 215-220, doi: 10.1109/ICITCOM60176.2023.10442506.
- [8]. D. Soni, R. Kumar, P. Kumar and N. Yadav, "Smartphone Sensor-Based Road Health Monitoring and Classification for Rural Roads: A Case Study of Punjab and Haryana States in India," 2023 4th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT), Bangalore, India, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/GCAT59970.2023.10353426.
- [9]. M. M. Hassain, M. F. U. Mazumder, K. M. Abdullah, M. R. Arefin and M. A. Rahman, "Design and Implementation of Road Monitoring System using Embedded System and IoT," 2024 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Ceske Budejovice, Czech Republic, 2024, pp. 739-743, doi: 10.1109/ACIT62333.2024.10712498.