

SISTEMA DE DETECÇÃO DE BURACOS E IMPERFEIÇÕES NA PISTA PARA VEÍCULOS AUTÔNOMOS

Lucas Guilherme Nobre Fuentes (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Igor Rossi Fermo (Coorientador), Rafael Krummenauer (Orientador). E-mail: rkrummenauer2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Maringá, PR.

Engenharias/Engenharia Elétrica

Palavras-chave: redes neurais, visão computacional, sistemas inteligentes

RESUMO

O presente projeto busca contribuir para o avanço dos Sistemas de Transporte Inteligente, voltados à melhoria da mobilidade urbana, da segurança no trânsito e da qualidade de vida. A principal proposta é o desenvolvimento de um sistema capaz de detectar, em tempo real, buracos e irregularidades em vias pavimentadas através da análise de imagens das vias captadas por uma câmera monocular. O processamento é realizado em um computador pessoal por meio de técnicas consolidadas de processamento de imagens e aprendizagem de máquina. Este trabalho traz informações do desenvolvimento do projeto, técnicas e ferramentas utilizadas, principais resultados obtidos até o momento e discussões importantes para a continuidade das pesquisas nesta linha.

INTRODUÇÃO

A manutenção adequada das vias urbanas é essencial para garantir a segurança e o conforto dos usuários, além de preservar a integridade dos veículos. Buracos e outras imperfeições nas estradas representam problemas significativos, contribuindo para acidentes de trânsito e aumentando os custos de manutenção veicular. Tradicionalmente, a identificação e reparo dessas falhas dependem de inspeções manuais, processos demorados e sujeitos a erros humanos. Com o avanço da tecnologia, a aplicação de técnicas de visão computacional, especialmente utilizando algoritmos de visão computacional e aprendizagem de máquina, surge como uma alternativa promissora para a detecção automática de buracos em pavimentos asfálticos.

O modelo de rede YOLO (*You Only Look Once*) é um algoritmo de detecção de objetos em tempo real que se destaca por sua eficiência e precisão (REDMON et al., 2016). Sua aplicação na identificação de defeitos viários tem sido objeto de diversas pesquisas, demonstrando resultados promissores na detecção e classificação de imperfeições nas estradas. Por exemplo, um estudo comparativo entre os algoritmos YOLOv7 e SSD revelou que o YOLOv7 atingiu uma média de precisão (mAP) de 80% na detecção de buracos, enquanto o SSD obteve 73%, indicando maior

eficiência e precisão do YOLOv7 nesse contexto (MELLO, VIPIANA e ARRUDA, 2024).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe a aplicação de um descritor computacional que utiliza a arquitetura YOLO para extração de características de imagens de pavimentos com imperfeições, visando sua classificação automática e facilitando a manutenção viária. Com isso, busca-se melhorar a precisão na identificação de buracos, reduzir a necessidade de inspeções manuais e otimizar os processos de reparo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido em Python na versão 3.13.1, utilizando o ambiente de desenvolvimento Anaconda, que facilita o gerenciamento de pacotes e ambientes virtuais. Para o desenvolvimento do código, foram utilizadas as bibliotecas Ultralytics YOLO, OpenCV e Torch, que são fundamentais para a realização da detecção de objetos e processamento de vídeos. As funções do YOLO foram empregadas para a criação e aplicação do modelo de detecção, enquanto o OpenCV foi utilizado para a manipulação e visualização dos vídeos processados.

O trabalho teve início com um estudo aprofundado sobre os fundamentos do processamento digital de imagens, utilizando como principal referência o livro (GONZALEZ e WOODS, 2018). Esse estudo permitiu compreender os conceitos essenciais da área, servindo como base para as etapas subsequentes da pesquisa. Na sequência foi realizado o treinamento do modelo de detecção de objetos com a YOLOv11x.

Para a construção de um banco de imagens foram utilizadas três bases de dados distintas disponíveis no GitHub (GALA, 2023; MICHEL, 2023; ACHIREI, 2023), que foram combinadas em um único conjunto de dados para garantir uma maior diversidade de cenários e informação. Ao todo, foram utilizadas 8.167 imagens para o treinamento da rede e 570 imagens para a validação. Na próxima etapa do trabalho está prevista a junção deste conjunto com imagens das vias pavimentadas da cidade de Maringá e da Universidade Estadual de Maringá, visando promover um enriquecimento das informações para o treinamento da solução proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No treinamento do modelo de detecção, o algoritmo fornece automaticamente, junto com o arquivo do melhor modelo encontrado, uma série de imagens e dados que ilustram o desempenho alcançado. Na Figura 1 são apresentadas comparações entre o que era esperado na detecção de uma série de imagens e os resultados obtidos pelo modelo, respectivamente.



Figura 1 – Amostras de imagens contendo as detecções esperadas (seis amostras à esquerda) e alcançadas pelo modelo treinado (respectivas seis amostras à direita).

Em alguns casos, o modelo confundiu o que deveria ser uma única detecção de buraco com a presença de dois objetos distintos, embora um deles fosse identificado com baixa probabilidade. Além disso, percebe-se que as melhores detecções obtidas neste lote não ultrapassaram a marca de 0,8 de confiança, indicando que há potencial para melhorias no treinamento. Esses resultados salientam a necessidade de refinar o conjunto de dados para alcançar maior precisão no modelo de detecção, o que será alcançado por meio da construção de uma base de dados própria, criada através de fotografias das vias da Universidade Estadual de Maringá e das vias pavimentadas da cidade de Maringá.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi proposto um sistema inteligente para detectar os buracos e imperfeições presentes nas vias de rodagem de veículos, com capacidade de operar em tempo real. O algoritmo YOLO foi utilizado em um conjunto de dados composto por três bases de dados abertas e disponíveis na internet. Os resultados de treinamento e validação demonstraram potencial na solução proposta, com expectativas de melhoras através aperfeiçoamento do treinamento e especialmente da formação da base de dados. As perspectivas futuras são de enriquecimento do conjunto de dados de treinamento e validação com uma base de imagens das vias da Universidade Estadual de Maringá e da cidade de Maringá.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária e ao CNPq pelo financiamento do projeto, SGP processo nº 845/2024.

REFERÊNCIAS

MELLO, L. F.; VIAPIANA, E. L.; ARRUDA, L. F. M. Análise Comparativa de Algoritmos de Detecção de Objetos para Reconhecimento de Buracos em Vias e Estradas. In: XV COMPUTER ON THE BEACH, 10-13 de abril de 2024, Balneário Camboriú, SC. **Anais do XV COMPUTER ON THE BEACH**. Balneário Camboriú: UNIAVAN, 2024.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 4th ed. Pearson, 2018.

REDMON, J. et al. You Only Look Once: Unified, real-time object detection. **Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**, p. 779 – 788, 2016.

GALA, J. Pothole Detection. **GitHub**, 2023. Disponível em: <https://github.com/jaygala24/pothole-detection>. Acesso em: 26 ago. 2025.

MICHEL, F. Dataset Pothole. **GitHub**, 2023. Disponível em: <https://github.com/michelpf/dataset-pothole>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ACHIREI, S. D. Pothole Detection. **GitHub**, 2023. Disponível em: <https://github.com/achireistefan/Pothole-Detection>. Acesso em: 26 ago. 2025.