
LABORATÓRIO DE PROJETO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

SISTEMA DE DETEÇÃO DE FENDAS EM PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

DAVID AFONSO | EDUARDO CRUZ

ORIENTADOR PRINCIPAL: PROFESSOR ANTÓNIO SOUSA

Junho de 2023

RESUMO

A qualidade dos pavimentos rodoviários implica uma vigilância e manutenção regulares. No entanto, a inspeção visual tradicional é morosa e adequada apenas para trajetos curtos, o que resulta em intervenções lentas e danos estendidos, aumentando os custos de reparação. Com o objetivo de criar um algoritmo capaz de analisar imagens e delinear as áreas danificadas nos pavimentos rodoviários, utilizamos o algoritmo de threshold adaptativo no software Spyder para a detecção de falhas.

Este projeto demonstra a importância de identificar defeitos nos pavimentos para a correta manutenção das estradas. Através da utilização de algoritmos desenvolvidos a partir de uma base de dados de imagens de estradas desgastadas, conseguimos agilizar o processo de detecção de falhas e fornecer informações precisas para a tomada de decisões relacionadas à manutenção das estradas.

1. INTRODUÇÃO

Ao utilizar bases de dados públicas de imagens de estradas disponíveis online, foi possível realizar um estudo por meio de técnicas avançadas de processamento de imagem. Essas técnicas têm como objetivo extrair informações valiosas das imagens, permitindo a detecção de características relevantes do pavimento rodoviário e uma análise da qualidade mais precisa. No processamento de imagem, são aplicados algoritmos e métodos computacionais para manipular e analisar as imagens digitais. Nesse contexto, foram utilizadas técnicas específicas para identificar e mapear as falhas no pavimento, como buracos, rachaduras e irregularidades. Essas informações são fundamentais para a manutenção de estradas, contribuindo para melhorias na infraestrutura rodoviária. Essa abordagem baseada em processamento de imagem oferece uma alternativa prática e eficiente para o levantamento das condições das estradas evitando a necessidade de inspeção manual, além disso é uma solução muito mais rápida e de baixo custo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo, foram utilizados materiais e métodos específicos para a análise e detecção de defeitos em estradas utilizando bases de dados de imagens disponíveis online e o software Spyder como ferramenta de processamento de dados. O primeiro método adotado foi o "adaptive thresholding" (limiarização adaptativa), uma técnica que permite a segmentação das imagens com base na variação local de intensidade. Esse algoritmo é capaz de identificar os diferentes níveis de desgaste e danos presentes nas estradas, tornando possível a detecção de falhas como buracos, rachaduras e irregularidades.

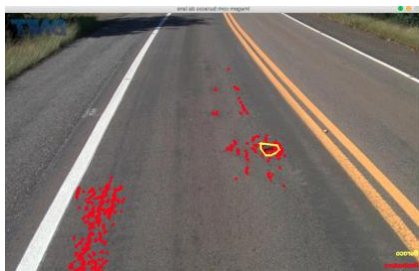
Além do método de "adaptive thresholding", também foi aplicada uma técnica adicional para limitar o espaço de detecção de defeitos nas estradas. Essa abordagem consistiu em delimitar uma região específica da imagem conhecida como "lane" (faixa de rodagem). A máscara de marcação é criada invertendo a máscara binarizada resultante, para que as áreas de interesse (marcações) sejam representadas como pixels brancos (valor máximo) na máscara.



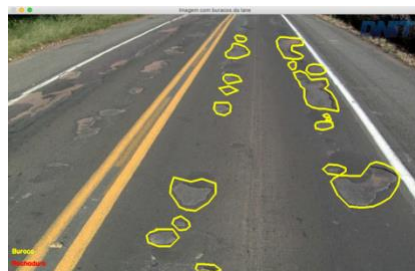
Algoritmo 3

Essa estratégia de delimitação da "lane" é fundamental para a precisão e eficácia do processo de detecção de defeitos. Ao restringir a área de interesse apenas à faixa de rodagem, é possível obter resultados mais confiáveis na identificação de falhas, como buracos, rachaduras e irregularidades, sem ser afetado por elementos indesejados presentes nas imagens.

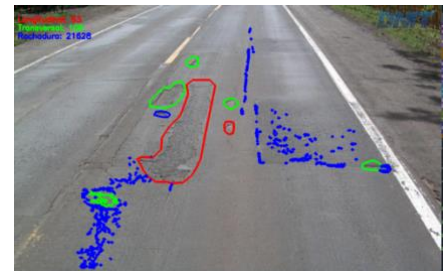
Já nos outros algoritmos que implementamos a análise é diferente, pois não é utilizada apenas a imagem principal, mas também as máscaras da lane, crack e pothole. Usando essas máscaras o algoritmo realiza uma operação lógica chamada "bitwise AND" para obter as regiões onde as rachaduras e buracos estão presentes dentro da área da lane. Isso cria novas máscaras que representam apenas as rachaduras e buracos na estrada. Com os contornos dos defeitos encontrados, desenha esses contornos nas imagens originais para visualização como podemos ver nas imagens abaixo.



Algoritmo 2



Algoritmo 2



Algoritmo 1

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise das imagens utilizando os três algoritmos mencionados anteriormente, realizou-se uma comparação dos resultados obtidos. Essa comparação teve como objetivo avaliar a eficácia e o desempenho de cada algoritmo na detecção de defeitos nas estradas.

Para realizar essa comparação, foram considerados critérios como a precisão na identificação dos defeitos, a sensibilidade na detecção de falhas reais e a especificidade na exclusão de regiões não danificadas. Esses critérios são essenciais para determinar a confiabilidade e a capacidade dos algoritmos em reconhecer corretamente as condições do pavimento.

Ao analisar os resultados, observou-se que cada algoritmo apresentou vantagens e limitações distintas. O algoritmo de "adaptive thresholding" demonstrou ser eficaz na segmentação das imagens com base na variação local de intensidade, permitindo a detecção precisa de falhas como buracos, rachaduras e irregularidades. No entanto, pode ter apresentado dificuldades em lidar com variações complexas de textura ou intensidade nas estradas.

Por sua vez, os outros dois algoritmos, que utilizaram máscaras fornecidas junto com as imagens originais, demonstraram ser úteis na delimitação das regiões de interesse e na identificação de defeitos específicos na estrada. Essas máscaras contribuíram para uma maior precisão e confiabilidade na detecção de falhas, minimizando a interferência de elementos indesejados nas imagens. Podemos ver na tabela abaixo que claramente os algoritmos que usaram as máscaras todas tiveram o melhor desempenho na identificação de buracos e rachaduras.

	Rachaduras	Buracos	Transversais	Longitudinais
Algoritmo 1	321139	2458	1729	729
Algoritmo 2	322264	1490	_____	_____
Algoritmo 3	2762	1092	_____	_____

4. CONCLUSÃO

Apesar dos resultados promissores obtidos neste estudo, é importante ressaltar que existem algumas limitações a serem consideradas. A qualidade e a diversidade das bases de dados de imagens utilizadas, assim como os parâmetros específicos de cada algoritmo, podem afetar os resultados. Portanto, sugerimos que em futuras pesquisas procurem melhorar os métodos aplicados e considerem sempre um conjunto abrangente de imagens para validação.

REFERÊNCIAS

2023 [PyImageSearch](#). All Rights Reserved.

Open Source Computer Vision <https://docs.opencv.org/>

<https://repositorio-aberto.up.pt/>

<https://stackoverflow.com/>

<https://data.mendeley.com/>

[1] Brazil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (National Department of Transport Infrastructure) . Edital Pregão Eletrônico No 0268/16-00, 2016.

[2] NDTI. Norma DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro. 2003.

[3] Fernandes Jr, J. L.; Oda, S.; Zerbini, L. F. Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo (SP), 1999.