

Universidade Federal de Catalão (UFCAT)

Faculdade de Engenharia

Chamada Highway Manager 2022

Detecção de falhas em estruturas de engenharia através do uso de técnicas de aprendizado profundo

Dr. Wanderlei Malaquias Pereira Junior

Resumo

Este projeto tem o objetivo de criar um modelo de aprendizado de máquina para classificar imagens de pavimentos em defeituoso e defeituoso. Para criação deste modelo de aprendizado de máquina será utilizada a biblioteca pandas e scikit-learn do Python, além de ferramentas adicionais de plotagem. Esperasse que este projeto de pesquisa consolide o grupo de pesquisa GPPE na ferramenta de aprendizado de máquina além de desenvolver uma IA prática para área de inspeção de vias.

Catalão - Goiás - Brasil - 2022

1. INTRODUÇÃO

As patologias construtivas sempre fizeram parte do dia a dia operacional de um canteiro de obras ou de departamentos de manutenção predial, sendo que estas podem se manifestar em diversos formatos, como por exemplo, fissuras, trincas, manchas, corrosão, entre outros (GIACOMELLI, 2016). Em termos de aspectos patológicos a deterioração do material é um processo importante na avaliação de qualquer tipo de estrutura, visto que estes podem induzir a interrupção do uso desta estrutura ou até mesmo provocar o colapso do sistema (DONG; CATBAS, 2021). Portanto, buscar formas de avaliar o sistema estrutural do ponto de vista da segurança do sistema perante o seu nível de deterioração é uma importante etapa no cálculo da vida útil de uma estrutura (DE CASTRO, 1994).

Neste campo do conhecimento a constante evolução da computação permitiu que fossem criadas técnicas como a de avaliação estrutural por ensaios não destrutivos (WAHAB et al., 2019) e visão computacional (BADUGE et al., 2022). Tais técnicas permitem que qualquer sistema estrutural possa ser avaliado ainda em situação de uso, de maneira eficiente e sem ocasionar nenhum tipo de dano ao material analisado. Nesta perspectiva de aplicações de técnicas computacionais na manutenção de edificações este artigo tem como foco a técnica de visão computacional para reconhecimento de padrões.

O reconhecimento de padrões é uma importante ferramenta de classificação dentro do âmbito da Inteligência Artificial. Em termos de aplicações Jain et al. (2000) afirma que a mesma possui as seguintes aplicações em diversos setores, são eles:

- Bioinformática: análise de sequências do genoma;
- Mineração de dados (*data mining*);
- Classificação de documentos da Internet;
- Análise de imagens de documentos para reconhecimento de caracteres;
- Inspeção visual para automação industrial;
- Busca e classificação em base de dados multimídia;
- Reconhecimento biométrico, incluindo faces, íris ou impressões digitais;
- Sensoriamento remoto por imagens multiespectrais;
- Reconhecimento de fala.

1.1 Objetivos

Dentro deste vasto campo de aplicação este projeto de pesquisa tem o objetivo de trabalhar com o reconhecimento de padrões em imagens de estruturas de pavimento asfáltico considerando a possibilidade ou não de defeitos na estrutura da pista de rolamento. No caso o algoritmo desenvolvido deverá ser capaz de classificar uma imagem em fissurada e não fissurada.

1.2 Justificativa e relevância do projeto

Logo este artigo visa contribuir na temática de monitoramento estrutural com o desenvolvimento de sistemas computacionais inteligentes que permitirão em um futuro breve a inspeção de uma rodovia por meio de objetos autônomos, de forma que esta tarefa de inspeção possa ser realizada mais rapidamente e de maneira mais assertiva.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 Metodologia

O plano de trabalho será executado de forma a se iniciar por um mapeamento sistemático de literatura que permitirá aos pesquisadores do projeto obterem um panorama detalhado sobre a aplicação de IA ou técnicas correlatas na inspeção de pavimentos asfálticos.

De posse dos dados obtidos no mapeamento sistemático, os recursos existentes já desenvolvidos pelo grupo serão reavaliados para permitir a tomada de decisão em relação à montagem da rede neural profunda que fará a classificação. Essa etapa terá foco no desenvolvimento na configuração inicial da rede neural.

Todo o embasamento teórico para desenvolvimento das aplicações computacionais será feito através do uso de técnicas de classificação como por exemplo a regressão Logística, KNN (K-Nearest Neighbors) e Redes Neurais Convolucionais. Para isso será empregado os algoritmos pré-existentes em bibliotecas da linguagem Python que já possuem estes métodos pré-carregados. A construção da rede neural será realizada pelo grupo de pesquisa em quatro grandes marcos, são eles:

- a) Mapeamento sistemático e estabelecimento do método de aprendizado de máquina;
- b) Configuração do método de aprendizado para problemas de *benchmark*;
- c) Treinamento do modelo com o contexto de pavimentos asfálticos;

d) Teste da base de dados.

O projeto de pesquisa será gerenciado utilizando técnicas de desenvolvimento ágil, portanto todas as etapas são controladas por meio de *sprints*. Nestes marcos os *sprints* são agrupados de forma a cumprir cada uma das metas estabelecidas com entregáveis. O sistema de documentação dos *softwares* desenvolvidos pelo grupo é uma variação do sistema PEP-8 desenvolvido para a linguagem Python. Adaptações foram realizadas de forma que esse sistema de estilo de codificação fosse estendido a outras linguagens. O banco de dados será fornecido pela empresa Highway Manager.

2.2 Cronograma

O cronograma da pesquisa encontra-se detalhado abaixo:

Item	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mapeamento sistemático dos bancos de dados relacionados a reconhecimento de padrões;	x	x	x									
Estudo dos modelos de Aprendizado de Máquina para classificação;	x	x	x									
Levantamento dos métodos específicos para a detecção, classificação e avaliação de defeitos na infraestrutura civil;		x	x	x	x							
Redação da teoria empregada das técnicas de IA;			x	x	x	x	x					
Tratamento do banco de dados das imagens, limpeza e estudo estatístico das imagens;				x	x	x	x	x	x			
Criação do algoritmo para detecção de defeito em vias asfálticas empregando a biblioteca scikit-learn;					x	x	x	x	x	x		
Elaboração das rotinas de testes com os algoritmos classificadores;						x	x	x	x	x	x	
Testes e análise dos resultados;								x	x	x	x	x

2.3 Orçamento

O orçamento da pesquisa encontra-se detalhado abaixo:

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN (R\$)	QUANT.	TOTAL (R\$)
				12 MESES
1	BOLSAS			R\$ 16.800,00
1.1	Aluno Apoio Técnico - AT	R\$ 1.000,00	12	R\$ 12.000,00
1.2	Aluno graduação - IC / IT	R\$ 400,00	12	R\$ 4.800,00
2	CAPITAL			R\$ 7.881,07
2.1	SSD 240 GB para lab. modelagem comp.	R\$ 220,00	1	R\$ 220,00
2.2	Memória RAM DDR3 8GB	R\$ 195,00	1	R\$ 195,00
2.3	Pacote Office 2021	R\$ 768,07	1	R\$ 768,07
2.4	Licença Windows	R\$ 1.099,00	2	R\$ 2.198,00
2.5	Notebook	R\$ 4.500,00	1	R\$ 4.500,00
3	CUSTEIO			R\$ 1.370,00
3.2	Publicação de artigo	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
3.3	Registro de software no INPI	R\$ 185,00	2	R\$ 370,00
4	ADM			R\$ 3.948,97
4.1	FUNAPE			R\$ 3.948,97
TOTAL GERAL (CAPITAL + CUSTEIO + BOLSAS)				R\$ 30.000,00

3 RESULTADOS ESPERADOS

De forma geral esta pesquisa pretende contribuir com a consolidação da inteligência artificial e suas aplicações na engenharia de modo geral tornando também o estado de Goiás um grande exportador de tecnologia neste sentido.

Inicialmente, será desenvolvido um modelo de inteligência artificial na área da visão computacional para a análise dos pavimentos asfálticos. O programa será baseado em técnicas de aprendizado de máquina, mais especificamente no aprendizado profundo, do inglês *deep learning*. Neste sentido, o modelo será desenvolvido para ser capaz de auxiliar na detecção de falhas em estruturas de engenharia.

Sobre a formação de recursos humanos o projeto prevê o pagamento de bolsas de iniciação científica que permitirão que o grupo se estruture em torno desta temática e possa então criar os recursos para desenvolvimento das técnicas de IA.

Em relação ao grupo de pesquisa, esse trabalho virá a auxiliar na consolidação deste grupo que já trabalha a cerca de 2 anos na proposta de criação de simuladores, permitindo assim que o grupo evolua nesta temática e então possa criar um centro de pesquisa relacionado à educação 4.0 no estado de Goiás. Com a consolidação desse grupo de pesquisa, é possível que este centro auxíliio start up ou empresas do setor evoluem nesta temática.

Além disso, espera-se que os recursos deste edital permitam que o projeto possa ser regularmente desenvolvido, pois no estado o mesmo foi feito apenas em regime de iniciação e TCC voluntários. Neste momento, o aporte financeiro no projeto seria de grande valia para alavancar a ideia e potencializar os resultados descritos anteriormente.

4 EQUIPE EXECUTORA

A equipe executora é constituída por professores da universidade do proponente (UFCAT). O Quadro 1 apresenta maiores detalhes da equipe executora do projeto de pesquisa proposto.

Quadro 1. Equipe executora do projeto.

Nome	Titulação máxima	Instituição	Responsabilidade
Wanderlei Malaquias Pereira Junior	Doutor	UFCAT	Coordenação geral do projeto e acompanhamento dos planos de trabalho da proposta. Atuará como pesquisador orientando alunos do projeto. O foco será voltado no teste e implementação da rede neural profunda.
Antônio Nilson Zamunér Filho	Doutor	UFCAT	Vice Coordenação geral do projeto e acompanhamento da parte administrativa do projeto como também geração de indicadores de desempenho do grupo.
João Vitor Coelho Estrela	Graduação	UFCAT	Discente de engenharia de minas da UFCAT e atuará como colaborador no projeto visto sua experiência prévia na área de IA. Trabalhará com a aquisição de dados e montagem da rede neural profunda.
Alunos de graduação	Graduação	UFCAT	Discentes voluntários ou bolsistas que atuarão no projeto desenvolvendo as ferramentas computacionais.

REFERÊNCIAS

BADUGE, S. K. et al. Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. **Automation in Construction**, v. 141, p. 104440, 1 set. 2022.

DE CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. Mestrado em Estruturas—Brasília: Universidade de Brasília, 1994.

DONG, C.-Z.; CATBAS, F. N. A review of computer vision-based structural health monitoring at local and global levels. **Structural Health Monitoring**, v. 20, n. 2, p. 692–743, mar. 2021.

GIACOMELLI, D. V. **Principais patologias encontradas nos prédios da UFSM executados pelo programa REUNI - Campus sede**. Mestrado em Engenharia Civil—Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

JAIN, A. K.; DUIN, P. W.; JIANCHANG MAO. Statistical pattern recognition: a review. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v. 22, n. 1, p. 4–37, jan. 2000.

WAHAB, A. et al. Review on microwave nondestructive testing techniques and its applications in concrete technology. **Construction and Building Materials**, v. 209, p. 135–146, jun. 2019.