
DETECÇÃO DE FALHAS EM PROCESSOS PRODUTIVOS UTILIZANDO SINAIS SONOROS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Cristiny de Sousa Silva, Valéria

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Senador Canedo.

Christina Oliveira, Karla

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Senador Canedo.

Peres de Oliveira, Thaylla

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Senador Canedo.

Pacheco Calixto, Wesley

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Inhumas.

Eduardo Bento Ribeiro, Luiz

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Senador Canedo.

Rodrigues da Cunha Reis, Márcio

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Senador Canedo.

O presente estudo investigou a detecção e classificação de falhas em máquinas rotativas por meio da análise de sinais acústicos associada a algoritmos de Aprendizado de Máquina, tendo como justificativa a necessidade de aumentar a confiabilidade e reduzir custos de manutenção em ambientes industriais, uma vez que falhas em motores, bombas e compressores podem ocasionar prejuízos significativos e riscos à segurança. O objetivo geral consistiu em desenvolver sistema de manutenção preditiva capaz de identificar anomalias operacionais antes que estas levassem a paradas não planejadas. Para tanto, foram coletados sinais acústicos em condições normais e com dois tipos distintos de falha, organizados em formato tabular (CSV). Esses sinais foram submetidos ao processo de pré-processamento envolvendo normalização, segmentação e extração de características no domínio da frequência por meio da Transformada Rápida de Fourier (FFT), cujas magnitudes foram utilizadas como principais

atributos de entrada para o modelo de classificação. O desenvolvimento metodológico contemplou a implementação de um classificador baseado em Florestas Aleatórias (Random Forest), configurado com 1000 estimadores, aplicado sobre conjunto de dados dividido em treinamento (70%), validação (15%) e teste (15%). O modelo apresentou desempenho expressivo, atingindo acurácia geral de 95,2%, com métricas de precisão, recall e F1-Score equilibradas para as três classes (condição normal, falha A e falha B). A matriz de confusão revelou que a maioria dos erros de classificação ocorreu entre as duas condições de falha, dada a semelhança das assinaturas acústicas, mas a distinção entre estados normais e defeituosos foi altamente consistente. A análise dos resultados indicou que a utilização de sinais acústicos, embora menos explorada que a de vibração, mostra-se eficaz e acessível para diagnóstico de falhas, especialmente quando associada a técnicas robustas de aprendizado supervisionado. Constatou-se ainda que a extração de características via FFT foi determinante para o sucesso do modelo, fornecendo atributos discriminatórios capazes de evidenciar as assinaturas frequenciais das falhas. A discussão apontou a possibilidade de aprimoramento futuro por meio da inclusão de técnicas de extração de características mais sofisticadas, como coeficientes da escala de Mel (MFCC), e pela integração de diferentes fontes de dados, como vibração e temperatura, com vistas a compor sistemas de diagnóstico multimodais e mais robustos. A conclusão evidencia que a abordagem proposta representa avanço relevante para a manutenção preditiva em máquinas rotativas, demonstrando a viabilidade de aplicar modelos de Florestas Aleatórias em dados acústicos para antecipar falhas, contribuindo diretamente para a redução de custos operacionais, o aumento da segurança e a melhoria da confiabilidade de equipamentos industriais, além de abrir perspectivas para implantação em tempo real em ambientes produtivos.

Palavras-chave

Manutenção preditiva; Sinais acústicos; Aprendizado de máquina; Florestas Aleatórias.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Goiás. Agradecemos ao CNPq pela bolsa concedida.