

Universidade de Pernambuco

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

Proposta de Dissertação de Mestrado

Área: Inteligência Computacional

Título: Visão Baseada em Eventos para Monitoramento e Controle de Sistemas/Processos

Orientador: Bruno José Torres Fernandes (bruno.fernandes@upe.br)

Coorientador: George Oliveira de Araújo Azevedo (george.azevedo@upe.br)

Descrição – A transformação digital na indústria, impulsionada pela Indústria 4.0, tem aumentado a demanda por sistemas de monitoramento e controle capazes de operar em tempo real, com alta confiabilidade e baixo consumo energético. Processos dinâmicos em setores como geração eólica, manufatura e linhas de produção de alta velocidade são conduzidas por eventos muito rápidos, muitas vezes difíceis de capturar de forma robusta com câmeras convencionais, que sofrem com borramento de movimento, latência e grande volume de dados redundantes [1]. Na indústria eólica, por exemplo, o monitoramento de pás, torres e componentes girantes é crucial para evitar falhas catastróficas e reduzir o tempo de parada, e técnicas de visão e monitoramento estrutural vêm ganhando relevância nesse contexto.

A visão baseada em eventos surge como uma alternativa promissora aos sistemas de visão tradicionais. Sensores neuromórficos (event based cameras) registram apenas mudanças locais de intensidade luminosa, de forma assíncrona, com latência de microssegundos, alta faixa dinâmica e uso reduzido de dados e energia[1], [2], [3]. Isso permite observar movimentos muito rápidos, vibrações e rotações sem que a imagem fique desfocada, mesmo em condições de iluminação desafiadoras. Recentemente, esses sensores vêm sendo explorados para inspeção industrial, análise de vibrações, contagem de peças e detecção de falhas em máquinas e estruturas, além de aplicações em robótica, navegação e controle em tempo real [2].

Apesar do potencial dessa tecnologia, ainda há lacunas importantes: (i) a maior parte dos trabalhos concentra-se em tarefas de visão de alto nível, como detecção de objetos ou rastreamento [8], e não em variáveis físicas diretamente úteis ao controle [6], [7] (como velocidade de rotação, deslocamento ou vibração); (ii) faltam métodos consolidados para integrar fluxos de eventos em laços de controle em malha fechada, com garantias de estabilidade e robustez; (iii) o tratamento de dados assíncronos e sua fusão com outros sensores (acelerômetros, encoders, SCADA) ainda é um desafio aberto. Além disso, aplicações em setores específicos, como turbinas eólicas, sistemas robóticos industriais e linhas de montagem, ainda são pouco exploradas, embora já existam indícios de uso de visão e técnicas de machine learning para detecção de eventos e falhas nesses contextos [4], [5].

O presente projeto propõe investigar e desenvolver métodos que usem câmeras de eventos para monitorar e atuar sobre sistemas dinâmicos industriais. A pesquisa contemplará o estudo e modelagem de sinais de eventos provenientes de sistemas rotativos dinâmicos; desenvolvimento de algoritmos capazes de extrair grandezas de interesse (por exemplo, velocidade de rotação, padrões de vibração e deslocamento) diretamente do fluxo de eventos, em tempo real; e avaliação da incorporação dessas saídas em estratégias de controle ou detecção de falhas para aplicações como turbinas eólicas, motores e linhas de produção. Espera-se avaliar o uso da visão baseada em eventos como um sensor não intrusivo de alta performance, complementando ou substituindo sensores tradicionais em cenários de alta velocidade e ambientes adversos, contribuindo para monitoramento preditivo, redução de paradas e aumento da confiabilidade em sistemas industriais modernos.

Referências Bibliográficas

- [1] GALLEGO, Guillermo et al. Event-based vision: A survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, v. 44, n. 1, p. 154-180, 2020.
- [2] LU, Yunfan et al. From Events to Enhancement: A Survey on Event-Based Imaging Technologies. *arXiv preprint arXiv:2505.05488*, 2025.
- [3] GHOSH, Suman; GALLEGO, Guillermo. Event-based stereo depth estimation: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2025.
- [4] AITSAM, Muhammad et al. Vibration Vision: Real-Time Machinery Fault Diagnosis with Event Cameras. In: *European Conference on Computer Vision*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 293-306.
- [5] SHEIATI, Shohreh; CHEN, Xiao. Advances in computer vision-based structural health monitoring techniques for wind turbine blades. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 224, p. 116078, 2025.
- [6] AZEVEDO, George Oliveira de Araújo et al. Event-based angular speed measurement and movement monitoring. *Sensors*, v. 22, n. 20, p. 7963, 2022.
- [7] AZEVEDO, George O. de A. et al. Multiple Simultaneous Rotation Event-Based Angular Speed Measurement. *IEEE Sensors Journal*, 2025.
- [8] MUEGGLER, Elias; HUBER, Basil; SCARAMUZZA, Davide. Event-based, 6-DOF pose tracking for high-speed maneuvers. In: *2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. IEEE, 2014. p. 2761-2768.