



# Análise de visão computacional para aplicações em IoT : projeto integrador multidisciplinar

## Computer vision analysis for IoT applications: multidisciplinary integrative project

Gregory Marcelo Vergilino<sup>1</sup>, Lucas Prado Lone<sup>2</sup>, Paulo Rogério Scalassara<sup>3</sup>

### RESUMO

Este trabalho aborda a aplicação da visão computacional na Indústria 4.0, onde a obtenção de informações em tempo real se torna crucial para o gerenciamento eficiente dos processos produtivos. Com o crescimento da produção em larga escala, a capacidade humana se torna insuficiente, logo a implementação de tecnologias inovadoras é inevitável. Dispositivos IoT e machine learning desempenham um papel central nesse cenário. A visão computacional é destacada como a abordagem principal, permitindo a extração de conhecimento valioso a partir de dados visuais capturados por dispositivos IoT. O objetivo principal deste estudo é analisar as técnicas de visão computacional, com foco na automação industrial, e implementá-las em uma plataforma microcontrolada. Entre as aplicações da visão computacional estão a leitura de códigos de barras, detecção de defeitos, rastreabilidade e robótica de visão. O estudo de caso se concentra na detecção de cores por meio de um microcontrolador ESP32-CAM. Os resultados obtidos indicam a viabilidade dessa abordagem, mas também destacam novas oportunidades. Este trabalho destaca a importância da visão computacional como solução para os desafios da Indústria 4.0, abrindo possibilidades para futuras pesquisas e aplicações práticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação Industrial; Indústria 4.0; Visão Computacional.

### ABSTRACT

This work addresses the application of computer vision in Industry 4.0, where real-time information acquisition becomes crucial for efficient management of production processes. With the growth of large-scale production, human capacity becomes insufficient, hence the implementation of innovative technologies is inevitable. IoT devices and machine learning play a central role in this scenario. Computer vision is highlighted as the primary approach, enabling the extraction of valuable knowledge from visual data captured by IoT devices. The main objective of this study is to analyze computer vision techniques, with a focus on industrial automation, and implement them on a microcontroller platform. Computer vision applications include barcode reading, defect detection, traceability, and vision-based robotics. The case study focuses on color detection using an ESP32-CAM microcontroller. The results obtained indicate the feasibility of this approach but also highlight new opportunities. This work underscores the importance of computer vision as a solution to the challenges of Industry 4.0, opening possibilities for future research and practical applications.

**KEYWORDS:** Industrial Automation; Industry 4.0; Computer vision.

### INTRODUÇÃO

A necessidade de informações em tempo real sobre cada etapa do processo produtivo é essencial para o gerenciamento das empresas no contexto do desenvolvimento da Indústria 4.0. Com

<sup>1</sup> Bolsista do(a) FINEP via AGENO Digital. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: gregoryvergilino@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4772265432708483.

<sup>2</sup> Aceno Digital Tecnologia em Sistemas Ltda. Londrina, Paraná, Brasil E-mail: lucas@acenodigital.com.br. ID Lattes: 3964693295315654.

<sup>3</sup> Docente no Curso de Engenharia Elétrica / DAELE . Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: prscalassara@utfpr.edu.br. ID Lattes: 5016119298122922.



a dimensão da produção diária e em larga escala, a capacidade humana de trabalho acaba sendo pouco eficiente. É nesse cenário desafiador que a implementação de tecnologias inovadoras torna-se inevitável para atender a grande demanda e aumentar eficiência do processo produtivo. Surgindo um dos grandes desafios de planejamento de produção na Indústria 4.0 que será tratado neste trabalho, como aplicar estas tecnologias inovadoras de modo eficiente.

O surgimento dos dispositivos IoT (*Internet of Things*) proporcionaram um impulso no desenvolvimento industrial neste sentido. Dentre eles, dispositivos baseados em *machine learning* (aprendizado das máquinas) têm tomado o cenário atual pois são capazes de analisar uma grande quantidade de dados. Essas tecnologias avançadas incluem robótica, inteligência artificial, visão computacional, *big data* (termo dado aos conjuntos de dados muito grandes), computação em nuvem e educação de máquinas (JAVOID et al., 2022).

A visão computacional será utilizada como abordagem principal do estudo. Esta é um método baseado em *machine learning* que pode ser usada como solução promissora para esse desafio. Dentro desse contexto dinâmico das empresas, é uma ferramenta essencial usada para extrair conhecimento valiosos dos dados visuais capturados por esses dispositivos IoT (LAI; SUDA; CHANDRA, 2018). Este projeto integrador multidisciplinar busca explorar a interseção entre a visão computacional e as aplicações em IoT, destacando sua relevância crescente e sua capacidade de impulsionar soluções inovadoras.

O objetivo principal, o estudo das técnicas de visão computacional, em especial, para aplicações de automação industrial. E em específico, a busca por implementar as técnicas estudadas em plataforma microcontrolada, por meio de dispositivos com melhor custo benefício para produção industrial.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, os conceitos principais de forma a facilitar a compreensão do desenvolvimento do projeto, os materiais utilizados e a metodologia abordada.

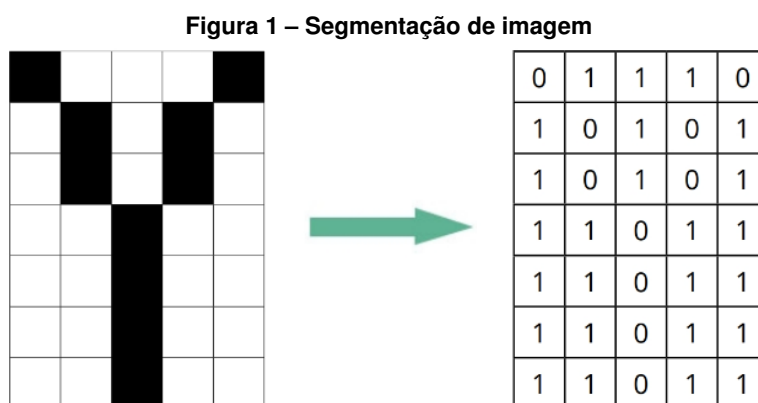
### VISÃO COMPUTACIONAL

Com relação à visão computacional para identificação, a utilização de câmeras digitais já é amplamente difundida. Porém o uso desses dispositivos em larga escala em ambientes industriais ainda é um grande paradigma, principalmente devido ao alto custo, geralmente necessitando de uso de computadores (LAI; SUDA; CHANDRA, 2018). Para tanto, foi usado um ESP32-CAM pois além de ter relação custo benefício é fácil de utilizar.

Abordagens modernas focam na utilização de microcontroladores de baixo custo, objetivando funções elementares, como detectar objetos e realizar contagens. Isso pode ser feito com algoritmos clássicos ou com técnicas neurais (ORĂȘAN; CĂLEANU, 2020).

## SEGMENTAÇÃO DE IMAGEM

Das técnicas clássicas, a segmentação de imagem é o processo que consiste em separar a imagem por regiões de importância, convertendo em números, que futuramente redes neurais convolucionais analisarão segundo a qualidade desejada pelo cliente. Hoje existem diversas técnicas para segmentação e análise. Um exemplo simples, é a por contraste, onde todas as cores tornam tonalidades apenas de preto e branco (Figura 1). Mas existem, outras técnicas como meanshift e camshift, por densidade, barcode recognition etc.



Fonte: (SÁ, 2021).

## OPENCV

Todas estas técnicas de análise estão disponíveis na biblioteca OpenCV. Foi escolhida esta biblioteca por ser a mais utilizada nesta área, livre de licença comercial e seu alto número de recursos. Também creditado a sua licença de código aberto está a versatilidade e extensibilidade, podendo funcionar em diversos sistemas operacionais. Ela é escrita em C++, uma linguagem base de muitas outras linguagens, também muito conhecida no mercado (SÁ, 2021).

Para tanto, como citado anteriormente foi utilizado um microcontrolador ESP32-CAM. Por meio da plataforma Arduino, usando como principal biblioteca a OpenCV, foram estudados os códigos fontes. Assim sendo, iniciou-se o estudo de caso das aplicações da visão computacional em ambiente controlado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados esperados eram obter um comparativo de arquiteturas e dispositivos embarcados que atendam às exigências da aplicação industrial, mostrando vantagens e desvantagens das combinações analisadas de hardware e software (algoritmos clássicos versus abordagens neurais).

## DESENVOLVIMENTO

Desta maneira, na busca por aplicações da visão computacional pela literatura, tem-se que a leitura de códigos de barras, detecção de defeitos, rastreabilidade, robótica de visão, etc.(Figura2),

tornaram ainda mais adequadas e apropriadas as aplicações da MV (*machine vision*) na Indústria 4.0 (JAVAID et al., 2022).

Figura 2 – Aplicações da visão computacional na indústria 4.0



Fonte: Editado(JAVAID et al., 2022).

A leitura de códigos de barras ou *QR-codes*, permite o acesso a uma grande quantidade de dados simultaneamente (como por exemplo: origem, destino, código de verificação, armazenamento, entre outros dependendo do cliente). No caso da detecção de defeitos, a MV busca por padrões pré-definidos no processo produtivo e através de redes neurais convolucionais determina se o produto está com defeito ou não, hoje muito utilizada pela empresa MVISIA, da WEG Group ((MVISIA, 2020)). Já em questão de rastreabilidade pode ser a MV pode ser usada para encontrar objetos por meio das cores, formatos ou até por padrões estabelecidos. Robótica de visão, pode ser considerada os robôs orientados por visão, neste caso são braços robóticos capazes de realizar operações pela orientação de câmeras na garra.

Assim, existem diversas aplicações que podem ser inseridas no ambiente fabril. Mas para realizar um estudo de caso que pudesse ser replicado em um ambiente controlado foi escolhido a rastreabilidade por cor. Através do ESP32-CAM foi realizado um teste em que a câmera pudesse detectar a cor azul (Figura 3).

Figura 3 – Detecção de cor



Fonte: Autoria própria.



Como pode ser visto, foi obtido o resultado esperado. Porém, durante o processo notou-se certa dificuldade quando ocorre alteração na luminosidade. Desta maneira, o próximo passo seria alterar o código fonte para que a câmera fosse capaz de distinguir a duas cores diferentes e suas tonalidades.

## CONCLUSÃO

Portanto, com o término deste trabalho foi possível inferir que as diversas aplicações da visão computacional podem ser significantes para o contexto da Indústria 4.0. Os objetivos principal e específicos foram atingidos, como também os resultados esperados alcançados.

Como resultado, a pesquisa pode ser expandida para explorar ainda mais as oportunidades oferecidas pela visão computacional, considerando a ampla gama de possibilidades que os resultados geraram. À medida que ocorre o avanço na era da Indústria 4.0, o papel da visão computacional na otimização dos processos industriais será mais vital do que nunca.

## Agradecimentos

Agradecimentos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, à Empresa Aceno Ltda e à Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

- JAVOID, Mohd et al. Exploring impact and features of machine vision for progressive industry 4.0 culture. **Sensors International**, v. 3, 2022. DOI: [10.1016/j.sintl.2021.100132](https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100132).
- LAI, Liangzhen; SUDA, Naveen; CHANDRA, Vikas. CMSIS-NN: Efficient Neural Network Kernels for Arm Cortex-M CPUs. **CoRR**, 2018. DOI: [10.48550/arXiv.1801.06601](https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.06601).
- MVISIA. SISTEMAS DE VISÃO INDUSTRIAIS. **WEG Group**, 2020. Disponível em: <https://mvisia.com.br/produtos/sistemas-de-visao-industriais/>. Acesso em: 26 out. 2023.
- ORĂȘAN, I. Lucan; CĂLEANU, C. Daniel. ARM Embedded Low Cost Solution for Implementing Deep Learning Paradigms. **International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC)**, p. 1–4, 2020. DOI: [10.1109/ISETC50328.2020.9301130](https://doi.org/10.1109/ISETC50328.2020.9301130).
- SÁ, Yuri Vasconcelos de A. **Desenvolvimento de aplicações IA: robótica, imagem e visão computacional**. São Paulo: Editora Saraiva, 2021.