

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL APLICADA AO PROCESSO DE INSPEÇÃO DE QUALIDADE POR VISÃO COMPUTACIONAL

Adriano Camargo De Luca¹; Roberto Luiz Ciuccio²; Ricardo Luiz Ciuccio³

¹ Centro Universitário Senac. (adriano.cdluca@sp.senac.br).

² Faculdade SENAI – Roberto Simonsen. (roberto.ciuccio@senai.br).

³ Centro Universitário Senac. (ricardo.leiuccio@sp.senac.br).

Resumo: A transformação digital destaca-se como um dos principais vetores de competitividade industrial ao promover processos mais eficientes, integrados e orientados por dados. Em ambientes produtivos nos quais a inspeção visual ainda é predominantemente manual, observam-se limitações significativas relacionadas à subjetividade do avaliador, variações na interpretação de defeitos, falta de padronização e elevada demanda de tempo, fatores que comprometem o desempenho global da operação. Dentro desse contexto, o presente projeto propõe o desenvolvimento e implementação de um sistema de visão computacional baseado em inteligência artificial, voltado especificamente à otimização do processo de inspeção de qualidade por meio da comparação automática de imagens de produtos bons, ruins e refugos. A solução se alinha aos princípios da Indústria 4.0 ao promover um ambiente produtivo mais inteligente, conectado e capaz de apoiar decisões de maneira objetiva, consistente e rastreável. O objetivo central do projeto é a criação de um sistema capaz de identificar, de forma automática e com alta acurácia, desvios visuais relacionados a falhas dimensionais, riscos, manchas, deformações superficiais e demais anomalias que possam comprometer a conformidade do produto. Pretende-se, com isso, reduzir o tempo total do processo de inspeção, minimizar retrabalhos e elevar a confiabilidade na detecção de não conformidades. Entre os objetivos complementares, destacam-se: fortalecer o registro digital e a rastreabilidade dos resultados de inspeção, padronizar critérios de avaliação e oferecer uma base robusta para análises quantitativas e ações de melhoria contínua. A metodologia aplicada envolveu diversas etapas estruturadas. Inicialmente, realizou-se a coleta de um conjunto representativo de imagens de produtos classificados como conformes, não conformes e passíveis de retrabalho, contemplando variações importantes de iluminação, ângulo de captura e características físicas das peças. Após a coleta, procedeu-se ao pré-processamento das imagens, incluindo normalização, segmentação e organização em bancos de dados anotados. Em seguida, foram treinados modelos de deep learning com base em arquiteturas de redes neurais convolucionais, com destaque para modelos inspirados no ResNet, reconhecidos por sua robustez no reconhecimento de padrões visuais. O sistema foi integrado ao fluxo produtivo, permitindo captura contínua de imagens, classificação automática e armazenamento dos dados em plataforma digital. A etapa de validação comparou o desempenho do sistema automatizado ao processo tradicional de inspeção manual, considerando precisão, tempo de execução, taxa de retrabalho evitado e confiabilidade dos diagnósticos. Os resultados obtidos evidenciaram ganhos expressivos proporcionados pela adoção do sistema inteligente de inspeção. Observou-se um **aumento de 40% na eficiência do processo de inspeção**, decorrente principalmente da redução do tempo necessário para a análise e da eliminação da

variabilidade humana. Constatou-se também um **incremento de 34% na produtividade total do processo**, alcançado pela diminuição dos retrabalhos, maior fluidez operacional e tomada de decisões mais fundamentada. Adicionalmente, o sistema permitiu registro automático e contínuo dos dados de inspeção, ampliando a rastreabilidade das informações e fornecendo subsídios consistentes para melhorias futuras. Os resultados demonstram que a solução é tecnicamente viável, economicamente vantajosa e alinhada às demandas de digitalização e automação das organizações contemporâneas.

Palavras-chave: Transformação Digital; Integração; Visão Computacional.

DIGITAL TRANSFORMATION APPLIED TO THE COMPUTER VISION QUALITY INSPECTION PROCESS

Adriano Camargo De Luca¹; Roberto Luiz Ciuccio²; Ricardo Luiz Ciuccio³

¹ Centro Universitário Senac. (adriano.cdluca@sp.senac.br).

² Faculdade SENAI – Roberto Simonsen. (roberto.ciuccio@senai.br).

³ Centro Universitário Senac. (ricardo.leiuccio@sp.senac.br).

Abstract: Digital transformation stands out as one of the main vectors of industrial competitiveness by promoting more efficient, integrated and data-driven processes. In production environments where visual inspection is still predominantly manual, there are significant limitations related to the evaluator's subjectivity, variations in the interpretation of defects, lack of standardization and high time demands, factors that compromise the overall performance of the operation. Within this context, the present project proposes the development and implementation of a computer vision system based on artificial intelligence, specifically aimed at optimizing the quality inspection process through the automatic comparison of images of good, bad and scrap products. The solution aligns with the principles of Industry 4.0 by promoting a more intelligent, connected production environment capable of supporting decisions in an objective, consistent and traceable way. The main objective of the project is the creation of a system capable of identifying, automatically and with high accuracy, visual deviations related to dimensional flaws, scratches, stains, surface deformations and other anomalies that may compromise the conformity of the product. It is intended, with this, to reduce the total time of the inspection process, minimize rework and increase reliability in the detection of non-conformities. Among the complementary objectives, the following stand out: strengthening the digital record and traceability of inspection results, standardizing evaluation criteria and offering a robust basis for quantitative analysis and continuous improvement actions. The methodology applied involved several structured steps. Initially, a representative set of images of products classified as compliant, non-conforming and subject to rework was collected, contemplating important variations in lighting, capture angle and physical characteristics of the pieces. After collection, the images were pre-processed, including normalization, segmentation and organization in annotated databases. Then, deep learning models based on convolutional neural network architectures were trained, with emphasis on models inspired by ResNet, recognized for their robustness in recognizing visual patterns. The system was integrated into the production flow, allowing continuous image capture, automatic classification and data storage on a digital platform. The validation stage compared the performance of the automated system to the traditional manual inspection process, considering accuracy, execution time, avoided rework rate, and reliability of diagnostics. The results obtained showed significant gains provided by the adoption of the intelligent inspection system. A **40% increase in the efficiency of the inspection process** was observed, mainly due to the reduction of the time required for analysis and the elimination of human variability. There was also a **34% increase in the total productivity of the process**, achieved by the reduction of rework, greater operational fluidity and more informed decision-making. In

addition, the system allowed automatic and continuous recording of inspection data, expanding the traceability of information and providing consistent subsidies for future improvements. The results demonstrate that the solution is technically feasible, economically advantageous and aligned with the demands of digitalization and automation of contemporary organizations.

Keywords: Digital Transformation; Integration; Computer Vision.