

SISTEMA DE CAPTURA DE IMAGENS EM TEMPO REAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE LARANJAS

Maria Eduarda Ito Kodama (PIBIC/CNPq/FA /UEM), Igor Rossi Fermo (coorientador),
Cid Marcos Gonçalves Andrade (Orientador). E-mail:

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Elétrica, medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas, instrumentação.

Palavras-chave: processamento de imagens, aprendizado de máquinas, processamento de frutos.

RESUMO

A citricultura e seus subprodutos são uma fonte importante de empregos e desempenham um grande papel na economia de muitos países. Nesse mercado, o Brasil é considerado o maior produtor mundial de laranjas. A qualidade externa da fruta é um fator de extrema importância para a venda de frutas, principalmente laranjas, onde o processo de classificação deve ser preciso e constantemente aprimorados para atender a demanda crescente do mercado mundial. Uma solução é a aplicação de Processamento de Imagens para desenvolver um sistema de inspeção automática de laranjas. A principal etapa do processo de classificação é a obtenção da imagem. A metodologia empregada utiliza a subtração de fundo e a detecção de movimento combinadas, utilizando a biblioteca OpenCV em linguagem de programação Python. A subtração de fundo foi realizada em fundo azul royal e a detecção de movimento calculada pela diferença de três frames consecutivos. Os resultados obtidos mostram que o sistema teve maior sucesso em detectar movimentos rápidos e nas extremidades das laranjas, porém problemas como borrões afetaram a qualidade das imagens com maior velocidade das frutas. Embora tenha havido desafios na remoção completa do fundo azul causados pela luminosidade do ambiente, a mudança dos ângulos de captura proporcionou resultados melhores.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior país produtor de laranjas do mundo. A laranja e seus subprodutos como suco, polpa, óleos essenciais e essências provêm um mercado rentável que constitui uma parte substancial da economia de muitos países (Maione et al., 2017). O PIB do setor citrícola é de US\$ 6,5 bilhões (2009), sendo US\$ 4,3 bilhões no mercado interno e US\$ 2,1 bilhões no mercado externo. A citricultura gera empregos diretos e indiretos com um contingente de milhares de 230 mil posições, com um montante salarial de R\$ 676 milhões (Neves, 2010).

A qualidade externa é considerada um item de extrema importância no mercado de venda de frutas. O processo de classificação das laranjas na produção citrícola de acordo com sua qualidade pode não ser preciso na avaliação dos parâmetros de qualidade do produto, pois depende do julgamento de avaliadores (pessoas). O fator humano, aliado a diferentes tipos de percepção e relevância de características pode levar a imprecisão durante o processo de classificação dos frutos, fator este que é agravado devido a necessidade de uma resposta imediata. Uma das soluções é o uso de métodos de Processamento de Imagens (Gonzalez, 2010). Sistemas de inspeção automática, principalmente baseados em câmera-computador tem sido utilizado para sistemas de sensores na agricultura e processamento de alimentos.

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema de captura de imagens em tempo real para otimizar a classificação, empregando processamento digital de imagens na detecção de laranjas na linha de produção com a finalidade de aperfeiçoar a qualidade da seleção de frutas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python na versão 3.10, na IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) Spyder. As bibliotecas utilizadas ao longo do projeto consistem em: Numpy (Numerical Python) e OpenCV (Open Source Computer Vision Library).

Para registrar o movimento entre frames foi utilizada a função `absdiff()`, presente na biblioteca OpenCV. Essa função busca calcular a diferença absoluta, pixel por pixel, entre dois arranjos e retorna um arranjo de mesmo tamanho. Com intuito de reduzir o impacto de pequenas flutuações ou ruídos na operação de diferença entre frames, foram utilizados os últimos três frames extraídos da captura de vídeo. Devido à função `absdiff()` não suportar a análise de três imagens simultaneamente, os frames foram analisados em pares. Para combinar as duas etapas houve a necessidade de utilizar a função `bitwise_and()`, proveniente da biblioteca OpenCV.

Para proporcionar uma melhor segmentação entre objeto e fundo, um ambiente de cor azul royal foi selecionado como fundo. A escolha de uma tonalidade azul para o fundo foi devido à sua disposição no círculo cromático por proporcionar uma melhor separação das cores presentes na laranja em relação ao fundo.

Foi identificado o intervalo aproximado que abrange a cor azul royal na matiz de cores (círculo cromático) do espaço de cor HSV, sendo mantidos os níveis de valor e intensidades em todo o espectro. Para remover esse intervalo de cor do frame capturado foi realizada a subtração de fundo, no qual a coloração azul royal é removida totalmente da imagem, restando apenas a fruta.

Com o objetivo é detectar apenas o movimento dos objetos que não se encaixem na faixa de cor estabelecida, houve a necessidade de aplicar a operação lógica AND ao resultado obtido com a subtração do fundo em cor azul e da detecção de movimento em cada dimensão da imagem RGB utilizando as função `bitwise_and()`.

Foram capturadas imagens em três diferentes perspectivas: frontal, lateral e superior. O objetivo é proporcional a análise de melhor angulação pra posicionamento da câmera na linha de classificação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras de 1 a 3 mostram a captura das imagens de laranjas em movimento sobre o fundo azul, com a remoção da cor azul e com a implementação da detecção de movimento sob as perspectivas lateral, superior e frontal respectivamente.



Figura 1 – Fruta em movimento sob vista lateral em imagem original, remoção de fundo azul e detecção de movimento respectivamente.

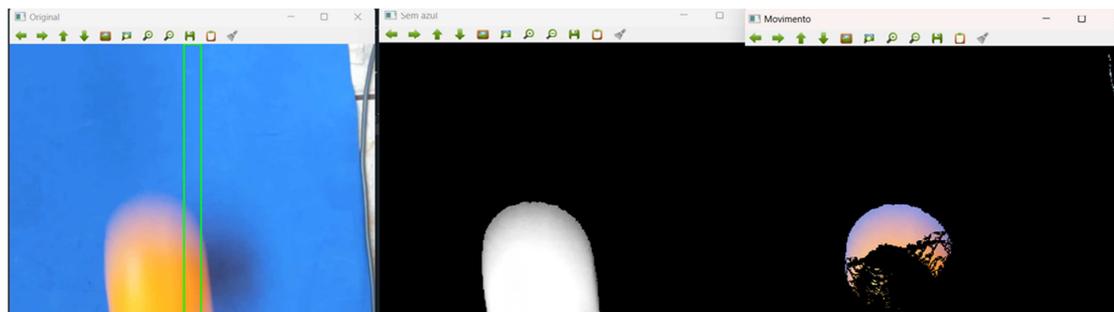


Figura 2 – Fruta em movimento sob vista superior em imagem original, remoção de fundo azul e detecção de movimento respectivamente.

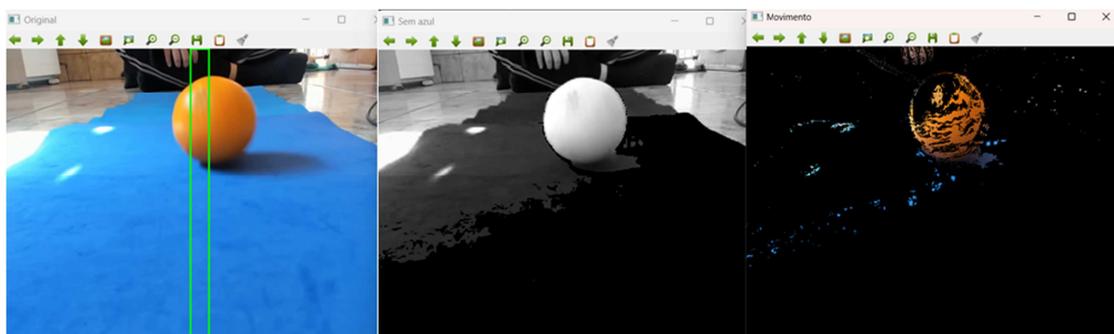


Figura 3 – Fruta em movimento sob vista frontal em imagem original, remoção de fundo azul e detecção de movimento respectivamente.

Foram identificadas limitações relacionadas à subtração do fundo azul royal, resultando em ruídos e detecções equivocadas de partes desse fundo quando a fruta estava em movimento. A imprecisão pode ter ocorrido devido à iluminação local não uniforme, como pode ser visto nas Figuras de 1 a 3. A subtração de fundo quando em frutos estáticos apresentou resultados satisfatórios, com uma boa segmentação entre objeto e fundo, necessitando e alguns casos apenas de um ajuste no limiar de segmentação.

A detecção de movimento foi mais eficaz em visão frontal, no entanto, pontos mais próximos ao fundo azul tiveram uma melhor detecção em relação aos mais distantes ou que sofreram interferência de outras cores. A presença do efeito "motion blur" prejudicou a detecção em visão lateral e superior, sugerindo a necessidade da adaptação da resolução temporal da câmera e dos limiares de segmentação para reduzir esse problema.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o sistema alcançou êxito em condições específicas, destacando a influência da iluminação e ângulo de captura da câmera. Os resultados estabelecem pontos de melhoria a serem abordados em projetos futuros, como melhoria da qualidade do ambiente de captura e necessidade de equipamentos mais sofisticados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq, à Fundação Araucária e a Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade de participar desse projeto de pesquisa e proporcionar um espaço para expandir meu conhecimento relacionado à área do projeto.

REFERÊNCIAS

GONZALEZ, Rafael. Processamento Digital de Imagens: processamento de imagens. Editora da Pearson, 2009.

Image Processing in OpenCV. Disponível em: https://docs.opencv.org/3.4/d2/d96/tutorial_py_table_of_contents_imgproc.html

MAIONE, C., TURRA, C., FERNANDES, E. A. D. N., BACCHI, M. A., JÚNIOR, F. B., BARBOSA, R. M., "Finding the most significant elements for the classification of organic oranges leaves: A data mining approach", Analytical Letters, Vol. Ed. pp., junho 2017.

NEVES, M. F., TROMBIN, V. G., MILAN, P., LOPES, F. F., CRESSONI, F., KALAKI, R., O Retrato da Citricultura Brasileira. Consultado em 28 de fevereiro de 2020. Disponível em: http://www.citrusbr.com.br/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_Marcos_Fava.pdf.