

2026年 8月20日

豊橋技術科学大学長 殿

機械工学専攻
学位審査委員会
委員長 土井 謙太郎



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	MUHAMMAD HAZIQ BIN NOOR AKASHAH		学籍番号	第239103号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学専攻	
博士学位 論文名	Image Processing and K-Nearest Neighbor Based Object-Size Estimation for Agricultural and Fishing Industrial Applications (農業および漁業応用のための画像処理とK近傍法による物体の大きさ推定)			
論文審査の 期間	2026年7月16日 ～ 2026年8月19日			
公開審査会 の日	2026年8月19日		最終試験の 実施日	2026年8月19日
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 永井 萌土 委員 高橋 淳二 内山 直樹				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

労働人口減少に伴い、農業や製造業では品質検査の自動化・省力化が広く求められている。特に、イチゴのような不定形で接触による損傷のおそれのある農産物や、網のような柔軟構造の製品では、非接触かつ安定した計測手法の確立が重要である。深層学習による画像計測手法は多く研究されているが、計測精度の点で上記のような対象への応用は限定的である。本研究は産業応用での実装コストを考慮し、単眼カメラのみを用いて、深層学習による画像特徴抽出と K 近傍法により対象物の大きさを高精度に推定する実用的な計測フレームワークの提案と、実験による有用性検証を目的としている。

本論文は全 7 章より構成される。第 1 章では、研究背景、目的と論文構成について述べている。第 2 章では、関連研究と基礎となる手法を紹介し、本研究の位置付けを明確にしている。第 3 章では、対象物の大きさ計測の前処理として複数のイチゴ画像からのセグメンテーションを扱い、深層学習に基づく代表的なソフトウェアを比較している。551 枚のデータセットを用いた評価により、YOLO が高精度 ($mAP@50:95 = 96.0\%$) かつ高速な推論を達成し、後段の計測処理に適した果実領域抽出が可能なことを示している。第 4 章では、抽出した果実領域を物理量へ変換するため、YOLO による検出と K 近傍法を組み合わせた質量推定法を提案している。ピクセル面積を特徴量として質量を推定し、決定係数 0.974、誤差 0.71- 10.15% と高い精度を達成している。第 5 章では対象を、柔軟構造を有する網製品のメッシュサイズ計測へ拡張している。円形特徴抽出と K 近傍法により、静止・動的条件ともに誤差約 1% で安定した推定を達成している。第 6 章では、より実運用に近い環境を想定し、YOLO による結節検出、網構造の推定、歪み補正を組み合わせた高信頼な計測システムを構築している。1,054 枚の産業用画像を用いた評価では、検出精度 94.87%、網構造推定の成功率 89.80%、K 近傍法によるメッシュサイズ推定誤差 $\pm 3.53\%$ を達成している。第 7 章では、本論文の結論と今後の展望を述べている。

審査結果の要旨

国内労働人口の減少に伴い、特に第 1 次関連産業において、現実的な実装コストを考慮した品質検査の自動化・省力化が望まれている。本論文では、単眼カメラのみにより、不定形や柔軟構造の対象物の大きさを高精度で非接触計測する方法の提案を目的としている。3 次元カメラを用いて深層学習のみにより質量推定する方法が存在するが、突発的に大きな推定誤差が生じる問題が報告されている。本研究では、深層学習が得意とするパターン認識に非線形回帰手法である K 近傍法を組み合わせる新たな計測フレームワークを提案し、安定的な大きさ推定を実現する点で学術的新規性を有する。提案法より、表面が傷みやすく非接触計測が望まれるイチゴの質量計測および柔軟構造を有する漁網メッシュサイズの生産ライン内でのリアルタイム計測に成功し、工学的有用性も認められる。

本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。1) 農産物としてイチゴの質量計測を対象とし、複数のイチゴ画像からのセグメンテーションにおいて YOLO が精度と処理速度の点で優位なことを実験的に示している。続くピクセル面積を特徴量とした質量推定では 10 種類の方法の比較を行い、K 近傍法が最も高い決定係数 (0.974) を達成することを示し、2 次元画像のみによる非接触質量推定に関する有用な指針を得ている。2) 提案するフレームワークを、柔軟反復構造を有する網製品の結節位置を利用したメッシュサイズ計測に適用し、円形特徴抽出法と K 近傍法により高精度推定 (誤差約 1%) を達成している。3) 網製品のメッシュサイズ計測において、生産ラインでの不確実性に対応するために、YOLO と K 近傍法を用いた結節検出・網構造の推定、歪み補正を統合したシステムを提案している。1,054 枚の産業画像により検証を行い、検出精度 94.87%、推定誤差 $\pm 3.53\%$ を達成し、ロバスト性を示している。

深層学習と K 近傍法を組み合わせた計測フレームワークは、低コストな単眼カメラによる非接触検査の実装可能性を広げ、システム工学分野での学術的独創性が高い。また、検証実験に成功し、特に第 1 次関連産業の省力化・品質保証に貢献する工学的価値の高い研究である。以上より、本論文を博士 (工学) の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は 1 ページ以上可)