

博士論文審査の結果の要旨

氏名	NOR AZIANA BINTI ALITEH
学位名	博士（工学）
学位番号	甲 第 787 号
論文題目	Oil palm fruit maturity evaluation with inductive coil and fruit battery method (誘導コイルと果実電池法を用いたオイルパーム成熟度評価)
論文審査委員	主査 田代 晋久 小林 一樹 田中 清 佐藤 光秀 Norhisam Misron (Universiti Putra Malaysia)

(博士論文審査の結果の要旨)

本学位論文は、オイルパームの成熟度評価に関する研究である。

第 1 章では、世界で最も消費されている油であるオイルパームの重要性の説明と、従来のヒトの目による成熟度評価の問題提起を行い、本研究の目的を述べた。

第 2 章では、オイルパームの概略とマレーシアオイルパーム省 (MPOB) による成熟度分類ガイドラインについて述べ、オイルパーム農園管理において収穫前 (Preharvest) と収穫後 (Postharvest) の成熟度評価の重要性を述べた。また、ヒトの目以外の成熟度評価法に関する文献調査結果をまとめ、本論文で提案する誘導コイルと果実電池法の位置付けを示した。

第 3 章では、Preharvest 評価へ向け新たな誘導コイルセンサ (Triple flat-type air coil sensor) を提案した。得られた結果より、コイルの共振周波数、果実の静電容量、および果実の成熟度を決める水分量の関係を明らかにした。先行研究で使用されてきた 1 つのコイルを用いたセンサ (Single flat-type coil sensor) と比較し、3 つのコイルを用いる Triple flat-type air coil sensor の構成法で検出感度を増減できることが分かった。開発したセンサによる収穫前オイルパームの一週間おきの計測結果から、オイルパーム成熟度変化の検出を実証した。また先行研究で提案されてきた Ring-type, Single flat-type, Dual flat-type との比較を通じ、本研究で提案した Triple flat type の特徴についても考察を行った。

第 4 章では、Postharvest 評価へ向けた果実電池法の提案を行った。得られた結果より、果実電池法に使用する負荷抵抗、果実の水分量および負荷抵抗両端の出力電圧の関係を明らかにし、成熟度判別に最適な負荷抵抗と 1 k Ω と定めた。特筆すべき点として、サポートベクターマシーン (SVM) を用いた機械学習による Accuracy スコアの検討により、成熟度評価の性能を定量的に議論した点にある。まずは提案例が多い画像を用いた評価手法 (Computer Vision method) について実験を行い、色特徴量を用いて Accuracy スコアを算出した。先行研究で報告されている 85 % と同程度の値となる 86.5 % が得られ、定量的議論が行えたこと示した。本研究で提案した果実電池法による出力電圧特徴量を用いた Accuracy スコア算出の結果、90.4 % という高い性能を確認することができた。興味深い点として、両者の特徴量を用いることで 94.2 % という最も高い Accuracy スコアを達成できることも提案した。

第 5 章では、本論文を統括するとともに、本論文でも提案した複数の手法の組み合わせによる性能向上の可能性についても言及した。

学位論文は、申請者を筆頭著者とする審査付き原著論文 2 編に基づいてまとめられたものであり、学術的に十分高い評価を得ている。本論文は博士（工学）の学位論文として十分価値があるものと審査委員全員一致で判断した。

(公表主要論文名)

- 1) Nor Aziana Aliteh, Kaiko Minakata, Kunihisashi Tashiro, Hiroyuki Wakiwaka, Kazuki Kobayashi, Hirokazu Nagata, Norhisam Misrom, "Fruit Battery Method for Oil Palm Fruit Ripeness Sensor and Comparison with Computer Vision Method", *Sensors* 2020, 20(3), 637; <https://doi.org/10.3390/s20030637>, 2020 (Jan. 23).
- 2) Nor Aziana Aliteh, Norhisam Misron, Ishak Aris, Roslina Mohd Sidek, Kunihisashi Tashiro, Hiroyuki Wakiwaka, "Triple Flat-Type Inductive-Based Oil Palm Fruit Maturity Sensor", *Sensors* 2018, 18(8), 2496; doi.org/10.3390/s18082496, 2018 (Aug. 1)