

循環型農業の運用自動化を支援する センサネットワークシステムの研究開発

村上 諒太[†] 山本 寛[†]

[†]立命館大学情報理工学部

1. はじめに

現在、日本では少子高齢化の進行に伴い、第一次産業の就業人口の減少が問題になっており、作業の軽減化や効率化が求められている。この問題を解決するために水耕栽培と水産養殖を掛け合わせた生産性の高い循環型農業である、アクアポニックスが注目されている。アクアポニックスに関する既存研究として、複数のセンサから取得した情報に基づいて、アクチュエータを自動制御し、適切な環境を維持するシステムが提案されている[1]。一方で、魚や植物の生育状態についてはセンシングされておらず、正しく成長しているかを確認することができない。

本研究では、作物と魚の生育度を定量的に数値化し、様々なセンサから得られた生育環境の状態に関する情報と併せて分析することで、微生物・作物・魚と環境の相互作用を分析・制御し、管理者の運用を支援するセンサネットワークシステムを研究開発する。

2. 循環型農業運用支援システム

本提案システムは、アクアポニックスの生育環境を観測する環境観測ノード、生育度推定ノード、管理サーバから構成されている。本システムの全体像を図1に示す。環境観測ノードでは、アクアポニックスシステムの環境情報を測定・収集する。生育度推定ノードでは、小型コンピュータ(Jetson Xavier NX)を用いて、作物及び魚を撮影した深度データ及び RGB 画像を取得・解析することで生育度を自動推定し、管理サーバに解析結果を送信する。生育度推定ノードの全体像を図2に示す。

本研究では、魚の生育度を推定するために、深層学習の1種である Mask-RCNN を用いて、魚の輪郭情報を推論している。推論した輪郭情報を用いて魚の姿勢が生育度を求めるために適しているかを判定し、適切であると判断した場合には、輪郭情報と深度情報を組み合わせることで標準体長と体高を推定する。

また、作物の生育度としては葉面積を定義している。葉面積を推定するために、まず深度値カメラで撮影した2次元深度画像の各深度値に閾値を設けて、閾値より深度値が大きい場合はそのピクセルは背景として除去する。次に作物部分に該当する緑色の部分のみを抽出するために、RGB 値を HSV 値に変換し、彩度と明度に着目して作物部分の抽出を行っている。作物に該当すると判定されたピクセルに対して深度値を用いることで、実際のピクセルの大

さを求めることができ、葉の面積を推定することが出来る。推定した生育度は管理サーバに送信される。管理サーバは取得した情報を可視化することで、管理者に対してアクアポニックスの運用を支援するための情報を提供する。

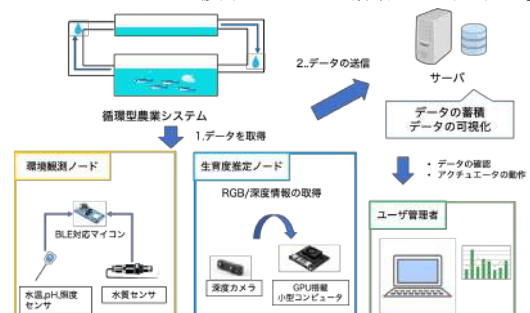


図1. 運用支援システムの全体像

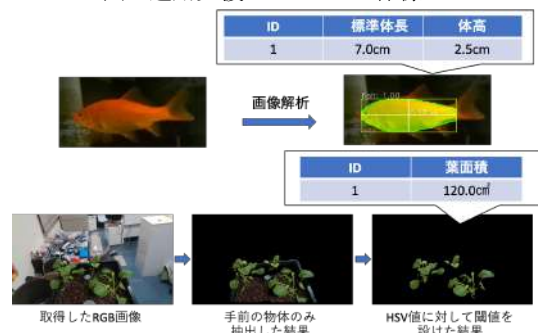


図2. 生育度推定の処理の流れ

3. 性能評価

本システムの有効性を評価するために、実際の葉面積と、推定した葉面積を比較し、相対誤差が6.13%の精度で推定できることを明らかにしている。また魚の生育度推定では体高で±0.21 cm、標準体高で±0.30 cmの誤差で推定することが出来ており、共に高い精度で推定可能であることがわかる。

4. まとめと今後の予定

本研究では、環境情報に加えて、作物や魚の生育状況も自動的に観測することで、アクアポニックスの運用を支援するセンシングシステムを提案した。今後は本システムを用いて長期的な観測を行うとともに、環境データと生育度の相関を推定していく。

参考文献

[1] Kaiming He et al., "Internet of Things (IoT)-Based Mobile Application for Monitoring of Automated Aquaponics System," Information Processing in Agriculture, Volume 6, Issue 3, Pages 375-385, 2019/08