

水田用除草ロボットにおける機械学習を用いた稲列推定

島田孝輝（富山高専） 金子慎一郎（富山高専）

1. はじめに

昨今、農業フィールドでのロボット応用が行われている。稲作では、生態環境汚染の懸念から減農薬指向が高くなっている現在において、高付加価値米生産の方面から除草ロボットの実用化の期待も高い。

国内の標準的な水田は田植機によって整然と作付けされ、高規格化されている。この点から、稲列の推定により自律走行するシンプルな水田用除草ロボットシステム構築が期待できる。しかしながら、稲列推定において従来の画像処理手法では入射光外乱等に対して脆弱である。そこで、本稿では機械学習を取り入れた水田内における稲列の推定手法について述べる。

2. 稲列推定の概要

ロボットの野外使用は、視覚センサが太陽光による外乱の影響を大きく受ける。また、ロボットによる除草作業は昼夜問わず動作することが望ましい。この点から本研究では、夜間は赤外光投光を想定して近赤外線カメラを採用し、稲の色情報に拠らずグレースケール画像ベースで稲の識別を行なう。

水田をロボットの移動経路および視野を想定して手動で動画を撮影し、間引きしたフレーム画像よりアノテーションを行った。生成した教師データとYOLOv5を用いて機械学習を行なっている。

2.1 稲列の推定

視野画像から機械学習による稲識別に基づき、稲列を推定する。本稿では2つの手法について説明する。

・手法1

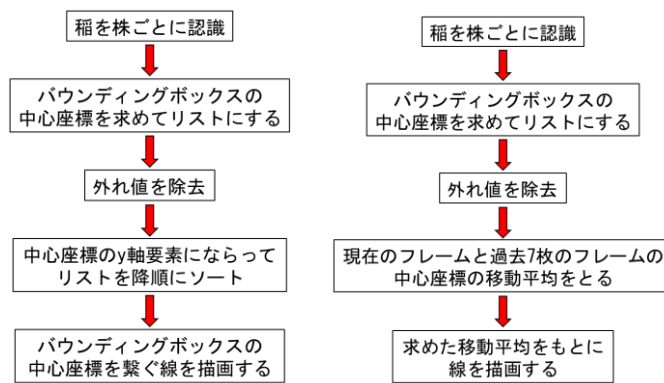
認識した稲のバウンディングボックスの中心を導出し、それぞれの中心を繋いだ線を描画する (Fig.1(a))。稲は完全な直線上に植え付けられている訳では無く、多少のうねりを持った線上にある。稲列のディテール感を拾い上げる場合に有効と考えられる。

・手法2

ある時刻のフレームを基準として過去6フレームの視野画像からそれぞれ認識した稲のバウンディングボックスの中心を導出し、7フレーム分の中心座標から移動平均をとる。得られた移動平均より、稲列に沿った線を描画する (Fig.1(b))。単純かつブレの少ない稲列推定手法であり、水田に対するカメラ位置のブレに強いと考えられる。

2.2 適用結果と考察

考案した2つの手法について、日中に撮影したサンプル動画に適用した。手法1は、点と点を繋いだ折れ線として示され、稲列との一致度は高いが (Fig.2(b))、1フレームで認識される稲が極端に少ない場合は不十分な推定結果となる場合があり (Fig.2(a))、現状のままロボット制御に用いることは難しい。一方、手法2は認識した



(a)手法1

(b)手法2

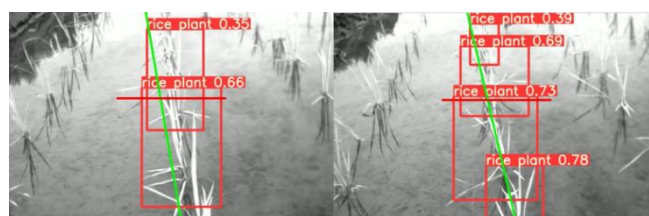
Fig.1 生成手法の流れ図



(a)

(b)

Fig.2 手法1の生成図



(a)

(b)

Fig.3 手法2の生成図

稲数が少なくても、7フレーム分の移動平均を利用するためローパスとして作用し、安定して稲の並びに沿った稲列推定が行なわれている (Fig.3(a))。線の傾き情報はロボットのステアリング制御に利用可能だと考えられる。

機械学習による稲単体の識別は、環境光の変化によって生じるカメラの自動露出に伴う視野画像輝度の急激な変化に対して強いことが確認され、除草ロボットナビゲーションに利用に有効であると考えられる。

3. おわりに

本稿では、機械学習を用いた稲識別に基づく稲列推定手法について述べた。今後は、夜間時のサンプル動画での適用結果を評価するとともに、模擬稲を用いた模擬フィールドにおいて除草ロボットのナビゲーション実験を行なう予定である。