

【助成 41-25】

大規模農地を対象としたエゴマ栽培における株間除草ロボットの走行時雑草判別の研究

研究代表者 富山県立大学 情報工学部 知能ロボット工学科 准教授 澤井 圭

共同研究者 富山県立大学 情報工学部 データサイエンス学科 高木昇, 本吉達郎

富山県立大学 情報工学部 情報システム工学科 大倉裕貴

〔研究の概要〕

農業従事者の減少・高齢化により、先進技術を農業に取り入れるスマート農業が提唱され、国内で幅広く議論されている。このような中で、本研究では農作業において軽労化支援が求められる雑草除去をターゲットとした自律型除草ロボットシステムの議論を行ってきた。本研究課題では、農業ロボットの自律走行時におけるロバストな雑草判別システムの構築を目的とし、雑草判別システムの開発とともに、畝上自律走行システムへの実装・評価を実環境にて行った。評価実験は、富山県富山市と連携し、エゴマ圃場にて実施し、提案手法の有効性を確認した。

1. はじめに

農業分野における労働力不足が問題となっており、申請者らは軽労化が求められる除草に着目し、富山市と共同でエゴマ栽培における除草ロボットの開発を行ってきた。本申請ではロボットの自律走行時における雑草判別システムを議論し、ロボットへの実装と実環境での実利性を評価した。

研究では、農業ロボットの自律走行時におけるロバストな雑草判別システムの構築を目的とし、実環境での実利的な議論を交えた雑草判別システムの開発を行ったので、その成果について述べる。

2. 除草ロボットを用いた除草における課題

除草ロボットの実現には、天候による畝形状や路面状態の変化、そして環境の明るさの変動等の環境外乱が課題となる。またロボットによる除草は、本課題を考慮し、かつ走行制御も合わせた議論が求められる。すなわち除草作業はエゴマ認識だけの議論だと難しく、外乱やロボットの実機を交えた研究が重要となる。

申請者は、これまでに畝上走行システムと停止時のエゴマ認識システムを議論しており、これらの成果をも

とに雑草判別システムの開発を行なった。

3. YOLOによるエゴマ領域検出実験

本研究ではエゴマの検出を行い、検出領域外を雑草領域と判別する。領域抽出方法には、画像内の物体を矩形領域で囲む物体検出モデルYOLOを用いる。

3.1 データセット

画像収集はGoPro Hero Black9を用い、ロボットの鉛直下向きに実装して行なった。エゴマ画像は、本年5月から8月の期間で実際の圃場にて2日おきに1920*1440 pixel, 30fpsで動画撮影により取得した。動画は15 fpsで分割し、12174枚の画像を得た。画像は、エゴマ領域にエゴマラベルとして矩形情報を付与するアノテーション作業を行い、データセットを学習用画像、評価用画像およびテスト用画像に分割した。

3.2 エゴマ領域検出を行いながらの畝上自律走

ロボットの機能は、「LiDAR計測による畝追従走行」、「除草領域検出」、そして「除草」である。ロボットを図1、上記3つのシステム連携のフローチャートを図2に示す。手順①にて畝追従走行を行いながらエゴマを検出し、手順②では除草領域を判別し除草領域情報を出力、

手順③にて除草領域内の除草を想定している。そして本システム構成にて評価実験を行なった。



Fig. 1 Appearance of Weeding Robot (Front Side)

3.3 評価方法

評価は畝上走行時にエゴマ検出を行わせ、適合率と再現率を算出した。適合率は検出したエゴマの適正さ、再現率は未検出率を示す。本研究では誤った刈り取りを防ぐために再現率を重視する。また、画像1枚あたりの処理速度の計測を行なった。

3.4 結果・考察

実験の結果、適合率96.2%と再現率99.4%となり、共に99%を超える値を得た。また図3にエゴマ検出画像を示す。テストデータにおけるエゴマ1460株のうち、検出漏れは8株のみであり、誤った刈り取りを防げることを確認した。また誤検出・未検出は、エゴマが画面外にフレームアウトしているもの、雑草の葉脈がエゴマの葉脈と酷似していることが原因であった。これらの原因は、判別エリアの制限によって対応可能である。

また画像1枚の平均処理時間はGPU環境下で約37.4ms、CPU環境下で307.7msであった。この結果から、GPU処理は高い処理速度を持つが、熱管理問題からGPUの圃場利用が難しいことも合わせて確認した。

4. おわりに

本研究では、ロボットの自律走行時における雑草

判別システムの構築のためYOLOを用いた雑草判別システムを開発し、有効性を実環境評価にて確認した。今後は、圃場内の別畝への移動手法の議論を行うことで実利性向上を図り、圃場全体を除草対象とするシステムについての研究活動を行う。

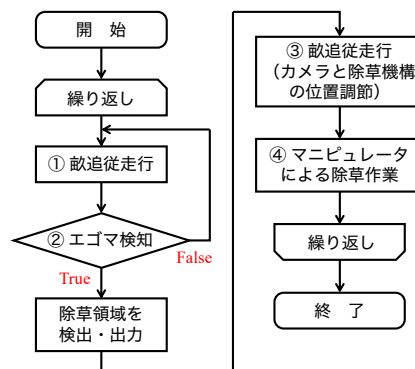


Fig. 2 Flowchart of Weeding Robot



Fig. 3 Flowchart of Weeding Robot

〔発表論文〕

1. Tatsuya Sugie, Noboru Takagi, Tatsuo Motoyoshi, Kei Sawai and Hiroyuki Masuta, “Consideration of constructing a weed detection method for an agricultural robot in perilla fields”, 2024 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, ICMLC-7022, 2024.
2. 山田晃誠, 澤井圭, 大倉裕貴, 高木昇, 増田寛之, 本吉達郎, 布施陽太郎, Myagmardulam Bilguunmaa, “エゴマ畑作圃場における除草ロボットのための遠隔操作支援を想定した畝追従走行”, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, 38P2, 2024.