

自律走行可能なクローラ型農薬散布ロボットの開発

渡邊 悠人† 千葉 慎二†

仙台高等専門学校 †

1. はじめに

近年, ロボットは農業やインフラ, 防災などの幅広い分野での活躍が期待されており, 中でも農業人口が減少傾向にある日本の農業分野においては, 様々な環境下で多様な農作業を自動で行うロボットの開発^{[1][2][3]}は重要である. 特に農薬散布は人体に有害であり^[4], 近年ではドローンによる農薬散布ロボットの例がみられる^[5]. 本研究室では IoT やロボットを活用したスマート農業システムの構築を地元の農家と連携して行っている. 中でもワインのためのブドウを栽培するワイナリーでは, 広大な敷地内で手作業による農薬散布作業や, 作物の発育, 健康状態の確認, 有害鳥獣による被害の対策など, 問題を多く抱えている現状である.

本研究ではこれらの問題に対し, まずは農薬散布に焦点を当て, 人工知能を搭載した自律走行可能なクローラ型農薬散布ロボットの研究, 開発を行う. 自律走行を行うことで人の手による作業の負担を軽減し, 人工知能を搭載することで自動走行性能の向上や, 作物の状態の確認, 農薬散布に限らない幅広い農業分野で運用を可能にする汎用性を備えることを図る.

本件では人工知能を用いた際の自動走行性能向上を目的とし, ロボットの設計, 製作を行い, GPS をもとにカメラを用いた人工知能によってロボット動作の補正を行う自動走行システムの構築を行い, 実際の実証実験によってシステムの有効性を示すことを目的とする.

2. システム構成

設計, 製作したクローラ型ロボットのプロトタイプを図 1 に示す. CuboRex のクローラモジュールと農薬タンク, アルミフレーム, 制御回路, 各種センサで構成されている. 各種センサは自作した治具で取り付けている. 治具等は 3D プリントを用いて製作し, ロボ



図 1 製作したクローラ型ロボット

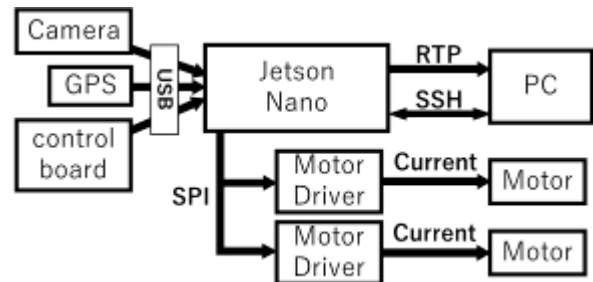


図 2 システム構成図

ットに防水性を持たせている.

図 2 に制御回路と各種センサのシステムの構成図を示す. カメラを用いた画像処理を行うため, GPU を搭載した jetson nano (以下 jetson) を中心にシステムを構成した. 自動制御に必要なカメラ, GPS モジュール, また実験やメンテナンス等で手動動作が必要になった際に外部コントローラの信号を取得するための自作したコントローラボードをそれぞれ USB によって接続している.

コントローラボードは GingerBread (Arduino Pro Mini 互換) とコントローラ受信機 (MR-8 2.4GHz MX-F) で構成されており, ボード上のスイッチからもロボットの走行モードを変更できるように製作した. クローラモジュールの高出力モータを駆動させるためのモータドライバを 2 つ, それぞれ SPI 通信により jetson からモータ回転の指令値を伝えている. jetson は SSH 接続によって PC から開発を行う. また, ロボット走行中のカメラ画像を RTP により PC へ送信し, 動作のモニタリングを行えるようにした.

3. 自動制御の手法

本件は垣根仕立ての栽培方法を対象としており、図3に示すようなブドウ園となる。ロボットは垣根の間を走行して農薬散布を行う。広大なワイナリー敷地内を、ロボットはGPSの測位データをもとに自動制御を行う^[6]。今回使用するGPSモジュール(AE-GYSFDMAXB)の測位精度は2mに対し、垣根の幅は約1.5mであるため、GPSの誤差によってロボットが垣根に衝突し作物を傷つける恐れがある。全方位カメラや複数センサを用いた制御例があるが^{[7][8]}、本件ではロボットの進行方向に向けてカメラを設置し、そのカメラ画像にセマンティックセグメンテーションによる画像処理を施すことで垣根を検知する。図4に示すように検知した垣根と思われる部分の中心から、垣根と垣根の中心座標を求め、画像の中心（ロボット進行方向）から垣根間の中心がどの程度離れているのかを算出し、その値に応じてロボットの旋回動作を制御することで自動制御の誤差を吸収する。



図3 実際のブドウの垣根
画像中心

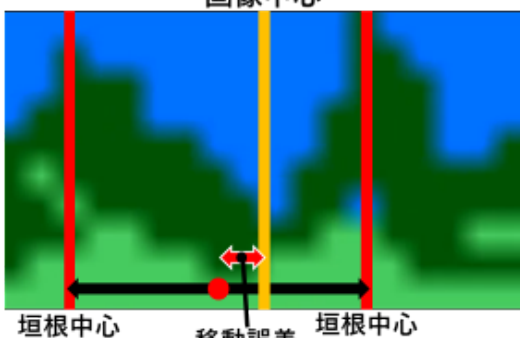


図4 画像処理の様子

4. 進捗状況

実験に協力頂いている秋保ワイナリーのブドウ園にて、ロボットを手動動作により走行させて走行時のカメラ画像を録画し、自動化のための学習用画像データのサンプリングを行った。また、GPSのみによる自動制御実験を行った。GPSの測位データから現在の座

標、進行方向、目標座標までの進行方向を算出し自動制御を行ったがロボットは正しく走行することができなかった。手動操作によりGPSの測位データを調べたところ、図5に示すように赤矢印に沿った実際のロボットの走行軌跡に対し、GPSによる走行軌跡は黒点のように記録された。この結果は測定誤差2mを大幅に超える誤差を示していた。本件ではGPSモジュールに非常に安価な製品を用いたため、周囲環境の変化に対するロバスト性や、測位のリアルタイム性等、自動制御を実現するための十分なスペックがなかったと思われる。

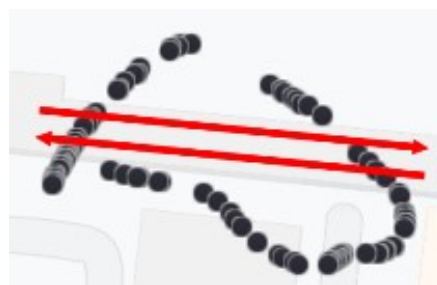


図5 GPSによる走行軌跡

5. まとめ

GPSによる自動化の実験を行ったが、思うような精度が得られなかった。今後はより精度の高いセンサを用いて再度自動化の実験、及び画像処理システムの構築、統合を行っていく。

【参考文献】

- [1] 岡崎紘一郎, 宮崎昌宏, 長崎裕司, 糸川 信弘: “樹上走行モノレールによるカンキツ園の農作業自動化”, 農業機械学会誌, 第58巻, 第3号, pp. 103-109, 1996
- [2] 嘉数侑昇: “自律農業ロボットの課題と現状”, 日本ロボット学会誌, 第18巻, 第7号, pp. 951-954, 2000-10
- [3] 長坂善禎, 玉城勝彦, 齋藤正博: “農作業の自動化技術の現状と基盤整備への期待”, 農業農村工学会誌, 第84巻, 第8号, pp. 681-684, 2016-8
- [4] 高宮恒治, 内田昭夫, 石毛 忠雄: “農薬の残留による人体汚染について”, 日本農村医学会雑誌, 第27巻, 第4号, pp. 765-771, 1978-11
- [5] 室伏春樹, 丁洛築: “スマート農業におけるドローン活用の現状と課題”, 情報処理学会研究報告, vol.2017-CE-140, No.3, 2017-7
- [6] 野口伸: “GPS とその応用”, 農業機械学会誌, 第58巻, 第4号, pp. 130-134, 1996
- [7] 永田純平, 開田宏介, 倉鋪圭太, 深尾隆則, 石山健二, 神谷剛志, 村上則幸: “果樹園 UGV の全方位カメラの画像に基づく制御”, 日本ロボット学会誌, 第29巻, 第9号, pp. 857-866, 2011-11
- [8] 吉田英一, 菅野雄大, 近野裕太, 柿崎正貴, 清野若菜: “GPS とセンサの組み合わせによる自己位置推定システムの開発(第3報)”, 令和2年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告