

1. はじめに

近年、農作物の盗難被害が増加しており、盗難防止のために監視の必要性が高まっている。しかし、年々農業従事者の数が減少しており、その上圃場やビニールハウスなどの人手が多く必要な場所での盗難被害が多い傾向がある [1]。農作物の盗難被害と農業従事者数の減少の二つの課題への対応策として、複数台の屋外移動ロボットでの圃場の監視が考えられる。

屋外移動ロボットは、圃場の外周を走行するため圃場全体の監視が可能である。また天候に左右されることなく屋外の監視が行えるため実用的である。さらに屋外移動ロボットは圃場の監視だけではなく、農作物の運搬も可能であるため、監視カメラやドローンなどの他の監視方法より汎用性が高いと考えられる。しかし、1台のロボットだと、大規模な圃場や背の高い農作物を育てている圃場では監視範囲に限界がある。

このことを踏まえ、本研究では圃場を監視するための屋外移動ロボットを複数台導入し、ロボットの巡回経路に対応した経路計画法の実装を行う。

2. 複数台による協調走行

2.1 目標経路の作成

本研究ではあらかじめ取得した圃場外周の GNSS 情報を用いて、二地点間が一定距離離れるように位置情報を選択する。この選択された点を始点から順に繋いでできた経路を補間経路といい、これを目標経路とする。

2.2 協調走行の概要

本研究では2台の走行ロボットを想定した実験を行う。目標経路上を走行し効率よく圃場の監視ができるように、2台目のロボットを経路の半分となる位置に配置し走行開始させる。走行中はそれぞれのロボットが走行距離を取得し、データの送受信を随時行うことで走行距離に応じたロボット制御を行う。

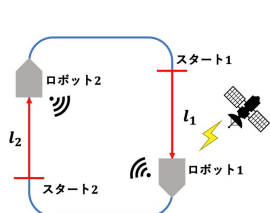


Fig. 1 協調走行イメージ

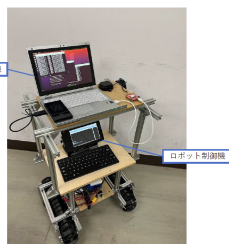


Fig. 2 実機車両

2.3 ロボット制御則

ロボットを目標経路に追従させる制御則として、本研究では以下の旋回角速度 ω を提案する。

$$\omega = K_d d - K_w \delta \quad (1)$$

ここで d はロボットから経路までの垂線距離、 $\delta = \theta_{ref} - \theta$ は方角の誤差とする。またロボットの走行速度に関して、以下の速度 V_r を提案することによって2台のロボットの走行距離に応じた速度制御をする。

$$V_r = V_{ref} + K_l (l_2 - l_1) \quad (2)$$

ここで V_{ref} は基準速度、 l_1, l_2 は2台のそれぞれのロボットの走行距離とする。

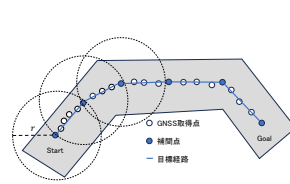


Fig. 3 目標経路作成イメージ

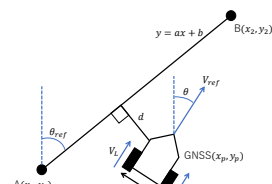
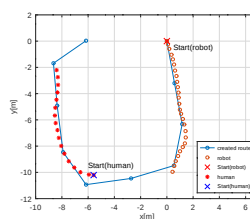


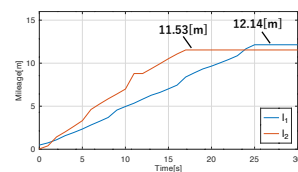
Fig. 4 経路追従制御イメージ

3. 実機による実験結果

本研究では2台目のロボットの代わりに人の歩行をロボットに見立て、人とロボット1台による不整地での走行実験を行い、経路の追従と走行距離に応じた制御ができるかを検証した。Fig. 5(a) より、ロボットは目標経路に追従するように走行できていることがわかる。また Fig. 5(b) では、走行距離によりロボットの走行を制御できていることが確認できる。Fig. 5より2台のロボットを想定した走行で、経路を正しく追従し、走行距離に応じた制御ができたことを確認した。



(a) 車両軌道



(b) 走行距離

Fig. 5 実験結果

4. まとめ

2台のロボットを想定した圃場外周の経路追従は可能であることを確認した。3台以上でも同様の制御で走行可能であると考えられる。

参考文献

- [1] 農林水産省：農作物の盗難の実態と対応策 (2019)