

## 1. はじめに

近年、農業就業者数の減少と高齢者の割合の増加が問題となっている。このことから、農作業の負担軽減のための農業機械の導入が求められているが、機械化による効率化、軽労化が進んでいないのが現状である。

そこで、本研究では果実収穫作業時に対する農作業への補助技術の提案、開発を行う。移動ロボットには一般的な後輪駆動前輪操舵型のものを使用している。後輪駆動前輪操舵型の車両は、最小旋回半径が決まっており、最小旋回半径より小さい半径での旋回は不可能である。現在開発されている自動操舵システムとして前進運動のみで農園を移動するものがあるが、旋回時に広い場所が必要になり、作物を育てられる畑の面積が小さくなってしまふ可能性がある。

そのため、本研究では移動ロボットが1列ずつ走行できる巡回軌道の探索を行う。移動ロボットの後退運動を活用した軌道を計画し、その軌道の総距離が最小になるときの巡回軌道を探索する。

## 2. 研究の概要

農業機械が作物を栽培する田畑で作業するには、畑の端で車両を切り返す場所が必要になる。その場所のことを枕地という。現在開発されている農業用機械向け自動操舵システムとして前進運動のみで農園を走行するものがあるが、旋回時に広い場所が必要になってしまう。

そのため、本研究ではFig. 1のようなロボットが1列ずつ走行できる総距離が最小になる巡回軌道の探索を行う。本研究で使用する移動ロボットのモデルをFig. 2に示す。これにより、小回りの利く旋回が可能になり、旋回時に必要であった場所を畑の面積に置き換えることができるため、収穫量の増加が期待できる。

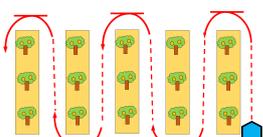


Fig. 1 本研究のコンセプト図

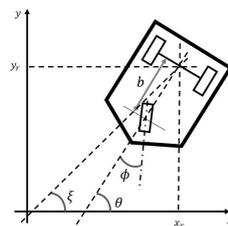


Fig. 2 移動ロボットのモデル

## 3. 最適な切り返し軌道

### 3.1 探索方法

切り返し軌道の総距離が最小かつ、軌道上のy座標の最大値が最小になる実現可能な軌道を探索する。最適な切り返し軌道の探索手順は以下の通りである。巡回軌道探索の様子をFig. 3に示す。

- (1) 第1切り返し点を固定点とする。
- (2) 第2切り返し点のy座標の値を1.0mから3.0mまでの範囲を0.1m間隔で変化させる。

(3) 変化させた軌道のうち、最大操舵角が制限範囲外になるものを除外し、総距離順に並べ替えて軌道の総距離が最小になるものを探索する。

(4) 第1切り返し点のx座標の値を0.1m減少させる。

(5) (1)から(4)の手順を繰り返す。

### 3.2 探索結果と考察

総距離の変化の様子をFig. 4、切り返し軌道の総距離が最小かつ、軌道上のy座標の最大値が最小になる巡回軌道Fig. 5、そのときの操舵角の変化の様子をFig. 6に示す。Fig. 5より、第3軌道が目標地点xlimitに到達していることから、この軌道は目標を達成できていることが分かる。また、Fig. 6より、操舵角が連続で変化しており、最大操舵角が制限範囲の $-35\text{deg} < \phi < 35\text{deg}$ を超えていないことが確認できる。よって、この軌道は実現可能であると考えられる。Fig. 5から、第1切り返し点のx座標が0.8m、第2切り返し点のy座標が1.1mのときの軌道が、総距離が最小になる巡回軌道であることが確認できる。

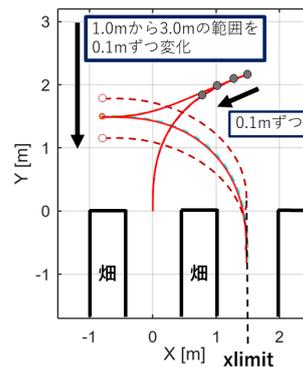


Fig. 3 巡回軌道探索の様子

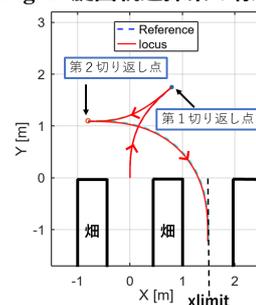


Fig. 5 総距離が最小な切り返し軌道

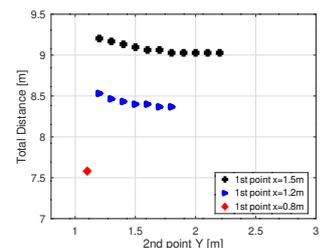


Fig. 4 総距離の変化の様子

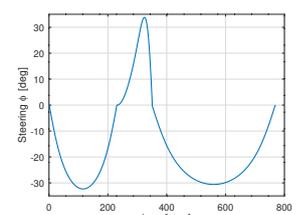


Fig. 6 総距離が最小となるときの操舵角の変化

## 4. まとめ

本研究では、農業用作業車の後退運動を活用した巡回軌道の総距離が最小になる最適な巡回軌道の探索を行った。これにより、旋回時の畑の使用面積を縮小することが可能になり、農作業の負担軽減と収穫量の増加が期待できると考えられる。

今後の課題としては、より旋回性能の高い機材を用いて切り返し旋回時のむだ時間をより小さくすることが可能な移動ロボット機構の開発等が挙げられる。