

1. はじめに

近年、農業では就業人口の減少と高齢化による作業負担が問題となっている。そのような背景から、ロボットを導入し農作業における省力・軽労化を進めるとともに新規就農者の確保などが期待されている。しかし、圃場整備された大面積な田地と比べて果樹園のような樹木自体が障害物となる複雑な圃場での農機自動化は進んでいないのが現状である [1]。

本研究では農業用作業車の GPS による自動運転を実装することを目的としている。果樹収穫作業での重量のある収穫かごを持ち上げトラックに積む動作は腰に負担がかかってしまう。そこで、満杯になった収穫かごを自動で運搬することにより、収穫かごを持ち運ぶ作業工程を省き、作業負担の軽減と作業効率の向上を図る。

2. 自動運転の概要

本研究は果樹園から選果場までの決定している運搬経路上を作業車に自動運転させることを目的とする。GPS による自動運転制御のイメージを Fig. 1 に示す。あらかじめ走行経路の座標を取得し通過点として一定間隔で配置する。作業車は経路上にいるか GPS で確認しつつ、出発地点から通過点を目指して走行し目標地点に到達するという制御を行う。

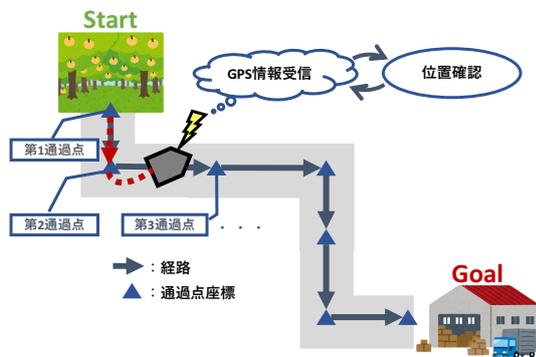


Fig. 1 自動運転制御のイメージ

3. GPS による自己位置推定

GPS の受信情報はセンテンスの集まりである NMEA フォーマットに準拠している。Fig. 2 に示す測定データは GPRMC センテンスから取得しており、左から日付、時刻、緯度、経度、方角の数値である。日付は年 (y) 月 (m) 日 (d) とした ddmm yy, 時刻は時 (h) 分 (m) 秒 (s) とした hhmmss.sss で表される。緯度経度の情報は度 (d)・分 (m) とした dddmm.mmmm で表され、度のみの表記とするためには (1) 式によって変換する。

$$\text{度数} = \text{度数} + (\text{分数} \div 60) \quad (1)$$

方角情報は真北を基準とした時計回りに 0° ~ 359.99° であり、真北境界で値が不連続になるため補正を行った。

200619	030101.000	3530.7010	13410.2956	315.26
日付	時刻	緯度	経度	方角

Fig. 2 GPS 測定データ

4. 経路追従シミュレーション

経路追従アルゴリズムの図を Fig. 3 に示す。車両位置座標  $(x_p, y_p)$  から求めた目標経路  $y = ax + b$  までの垂線距離  $d$ , 目標角度  $\theta_{ref}$  と車両角  $\theta$ ,  $n$  経路目の車両初期角  $\theta_n$  より (2) 式から操舵角を計算する。計算結果より行った経路追従シミュレーションの結果を Fig. 4 とする。車両が目標経路と重なったため経路追従することを確認した。

$$\begin{cases} \phi = K_p(\theta_{ref} - \theta) - K_d d & (\theta_{ref} < \theta_n) \\ \phi = K_p(\theta_{ref} - \theta) + K_d d & (\theta_{ref} > \theta_n) \end{cases} \quad (2)$$

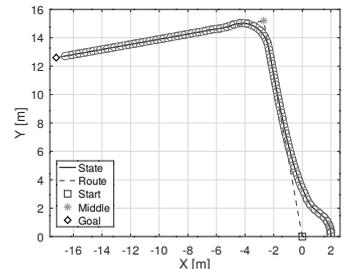
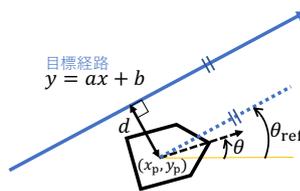


Fig. 3 経路追従アルゴリズム

Fig. 4 シミュレーション結果

5. 作業車にむけた屋外実験

車両の位置座標を経度  $x_0$ , 緯度  $y_0$  とするとき、目標経路  $y = ax + b$  までの垂線距離  $d$  は (3) 式から求める。

$$d = \frac{a \cdot x_0 - y_0 + b}{\sqrt{a^2 + 1}} \quad (3)$$

垂線距離の計算を確認するため移動実験を行った。移動測定から目標経路の始点、終点座標を求め、2 点間を結ぶ直線経路を決定した。始点、終点座標とそれを結んだ目標経路、GPS の位置座標、目標経路までの垂線距離を示した経度緯度グラフを Fig. 5, 横軸を時間、縦軸を垂線距離としたグラフを Fig. 6 とする。目標経路に対する自己位置座標とその時の垂線距離が一致しているため正確な値を求めることができた。

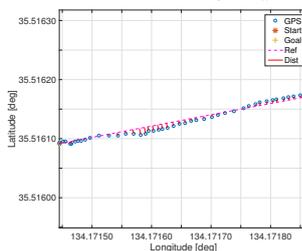


Fig. 5 経度-緯度

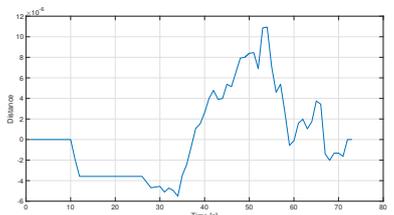


Fig. 6 時間-垂線距離

6. おわりに

GPS を用いて自動運転制御のための検証実験を行い、車両の自己位置推定や操舵角、目標経路までの垂線距離などを得ることができた。このことから、農業用作業車の収穫物運搬を自動化し作業者の負担を軽減できる可能性を示した。

参考文献

[1] 農林水産省, 果樹をめぐる情勢 (令和元年 9 月): <https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/attach/pdf/meguzi1909050.pdf>