

田植機の自動操舵制御の最適化とロボット化に関する研究

環境資源学専攻 生物生産工学講座 ビークルロボティクス 和田 健志

1. 緒言

近年, 国内の農業では, 高齢化や新規就業者の不足などにより, 担い手の不足が深刻な問題となっており, ロボット技術や ICT などによるスマート農業の実現に向けて, 多くの研究が行われている。その中で田植機は, 田植機を操作する操舵者と苗台に苗を補給する苗補給者で使用されているが, 田植機を自動で操作できれば省人化することができる。私が所属する研究室でこれまで研究されてきた田植機の自動化は, 直進走行の操舵のみであったが, 本研究では旋回や速度などを自動化し, 苗補給した後次の苗補給の場所まで無人走行する田植機のシステム構築を目的とする。また, 従来と比べ直進精度向上も目指す。

2. 方法

まず, GPS や IMU などのセンサの情報から操舵角を算出するアルゴリズムを考える必要がある。本研究では, 図1のような田植機の運動モデルと誤差を表す評価関数を構築し, 最適制御を利用したアルゴリズムを2つ考案した。

1つ目は運動モデルを目標経路近傍で線形近似し評価関数を最小にする操舵角を求める手法(LQR),

2つ目は運動モデルを線形近似せず, CGMRES 法を用いて評価関数を最小にする操舵角を求める手法(NMPC)である。評価関数は, 横方向誤差, 角度誤差, 舵角の誤差, 入力二次形式で定義した。次に, 速度や苗台の操作を自動化し, 適切な場所, 時に操作する必要がある。自動化には CAN を用い, 適切な場所, 時の判定は, 田植機の状態と予め作ったマップとを照らし合わせて何をするか判断するプログラムを構築することで行った。

3. 結果と考察

自動走行実験を南幌町の農家が保有する生産圃場と北海道大学附属の研究圃場で行った。従来のアルゴリズムでは直進精度が 10cm 以上あったのに対し, 本研究で考えた2つのアルゴリズムはどちらも 5cm 程度の精度で走行することができた。これまでは, 舵角の情報を考慮していなかったため, 圃場の土が重いなどの理由で直進精度が悪かったが, 本研究では, 舵角の情報を運動モデルに組み込んだことで, 圃場の状態を考慮し走行でき, 直進精度を向上できたと考えている。また, 苗補給が終わった後, 自動走行開始ボタンを押すことで, 次の苗補給地点まで無人走行することを確認した。南幌の圃場(片道約 130m)では, 苗台いっぱいまで苗を積むことで, 無人走行中苗補給なしで次の苗補給の地点まで苗を植えられることも確認した。

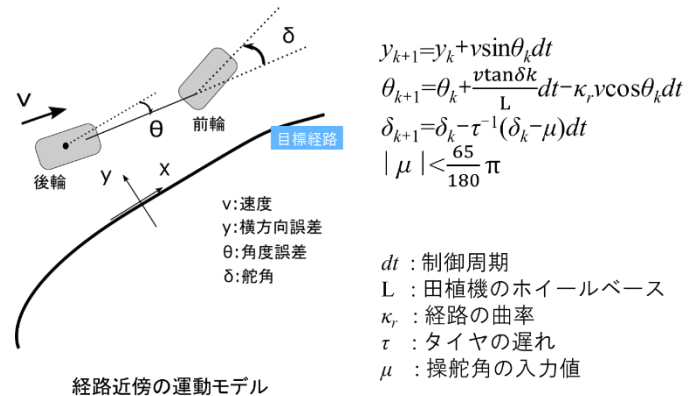


図1. 田植機の運動モデル