

コンバインロボットの作業速度向上

Improvement of operating speed of a combine robot

Key word: Agriculture robot, combine harvester, rice harvesting

フィールドロボティクス分野 渡邊 俊樹

1. 緒言

現代の日本の農業は農業就業者の高齢化や後継者不足といった問題を抱えている。そこで農業機械は、多くの生産過程において導入され農業の近代化をもたらし、労働者への農作業の負担を軽減した。その結果稲作の作業時間は機械が導入される以前に比べると、およそ1/6までに減少した。さらなる要望として全過程を機械自身が判断し、作業を進行することが可能な農業ロボットが期待されている。そこで私たちはその中でもロボットコンバインについて研究を進めており、ある程度の刈り取り作業を無人で行うことが可能となった。しかし作業時間が長くなるため、本研究の目的はロボットコンバインの作業を高速化し作業時間を短縮することである。

2. 先行研究

現在ロボット走行による刈り取りはあらかじめ、4周分手動による刈り取りを行ったのちに、図1のようなラセン状経路(周回刈り)に沿って行っている。旋回は図2のように二度停車し、90°旋回を行っている。この時の刈り取り速度は最高1.0m/s、旋回速度は最高0.5m/sである。今回はロボットコンバインの作業を刈り取りと旋回の二つに分けてそれぞれについての高速化を図った。直進は供試車両の最高刈取速度1.65m/sを目標に、旋回については180°旋回を行うことを目標にした。

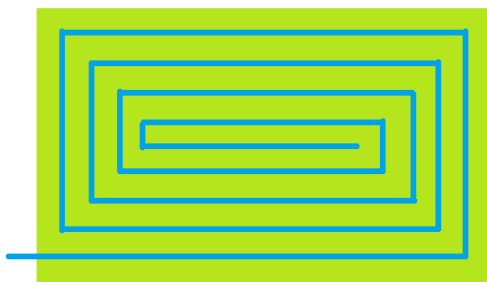


図1 刈り取り経路

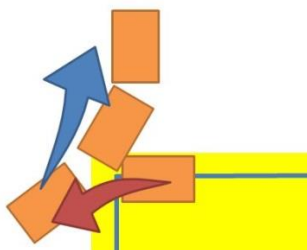


図2 回り刈りにおける90°旋回
(模式図)

3. 供試車両

実験に使用したコンバインは(株)クボタの4条刈りコンバイン ER467 である(図3)。キャビン上部にGNSS (AGI-3, トプコン) とGPSコンパス (ssV102, ヘミスフィア) を取り付け、コンバインの位置情報と方位角情報を取得できるようにした。



図3 供試車両

4. 実験1—刈り取り—

4.1 実験方法1—刈り取り—

刈り取りについては2014年9月14日京都府南丹市八木町氷所で実験を行った。具体的には、1周ごとに速度を1.0m/s, 1.3m/s, 1.5m/s, 1.65m/s の4段階に変えて、その走行軌跡を計測した。走行軌跡から目標経路に対する横偏差と方向偏差を求め、稲の刈り残しの有無を目視で確認した。

4.2 実験結果1—刈り取り—

走行軌跡から求めた目標経路に対する横偏差と方向偏差は以下の表4のようになった。作業速度1.5m/sまでは刈り残しなく作業を行うことができた。ただし、入力速度に対する横偏差のrmsのグラフを描くと図5のようになったことから、速度が高くなると横偏差、方向偏差ともに大きくなる傾向が見られるといえる。その結果0.25mのオーバーラップまでを想定しているため、それを大きく超えている1.65mでは刈残しが発生したと考えられる。原因は制御周期が100msと長く、行き過ぎ量が大きくなるためと考えられる。対策として制御周期を短くして、行き過ぎ量を小さくすることが有効と考えられる。

表4 目標経路に対する横偏差と方向偏差

	入力速度	1.00	1.30	1.50	1.65
	平均速度	1.05	1.38	1.56	1.69
横偏差 (m)	average	-0.001	-0.006	0.010	0.001
	max-min	0.201	0.208	0.255	0.283
	rms	0.050	0.051	0.067	0.073
方向偏差 (°)	average	1.456	1.094	0.772	1.138
	max-min	5.757	5.930	8.760	8.455
	rms	2.067	1.679	2.142	2.297

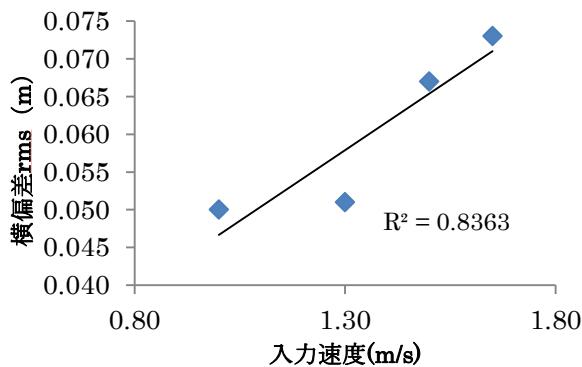


図5 入力速度に対する横偏差のrms

5. 実験2—旋回—

5.1 実験方法2—旋回—

180°旋回を取り入れると刈り取り経路は図6のようになり、旋回領域が既存の方法よりも広がる。その面積を求めイネ領域の外を走行する時間を推定する実験を行う。そのために長方形の経路に沿ってコンバインを自動走行させ、4回90°旋回する実験を行った。本実験は2014年11月17日に京都大学農学部高槻農場の空地で行った。

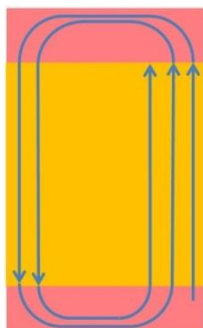


図6 180°旋回を取り入れた刈り取り経路

5.2 実験結果2—旋回—

実際の走行経路の例が以下の図7であり、それをもとに図7のdとrを求め、それをまとめたものが表8である。旋回に必要な領域はイネ領域の端から7.79mとなり、

これは周回刈り8周分に相当する。既存手法では事前に4周分周回刈りが必要なので、この手法では2倍の旋回領域が必要である。

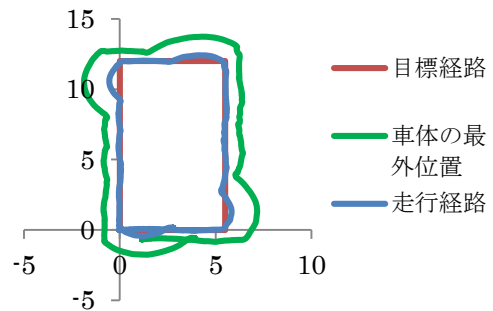


図7 走行経路

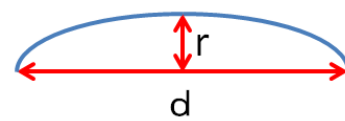


図8 旋回距離

表9 旋回距離と旋回時間

	r [m]	d [m]	旋回時間[s]
average	2.12	4.51	4.59
max	2.49	5.30	6.30
rms	2.12	4.52	4.61

6. 考察

以上の結果より、縦50m横12mの圃場を既存の方法と提案する方法で刈り取った場合の時間を表にすると以下の表9のようになり、64%ほど時間が短縮できると予測された。先行研究の刈り取り速度は1.0m/s、旋回速度は0.5m/s、本研究の刈り取り速度は1.5m/s、旋回速度は1.0m/sとした。

表10 作業時間の試算

	刈取時間 [min]	旋回時間 [min]	作業時間 [min]
先行研究	8.33	6.00	14.33
本研究	5.56	3.59	9.15

7. 結言

刈り取りでの作業速度は1.5m/sまで高速化することができたが、最高作業速度1.65m/sでは刈り残しを生じた。旋回については必要な面積が大きくなるものの旋回時間は大幅に短縮できると予想される。以上から刈り取り速度の高速化と旋回方法の変更によって作業時間の短縮が見込まれる。