

水田管理ビークルの自律走行に関する基礎的研究

井上, 英二
九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生物生産工学分野

高瀬, 敬史
九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生物生産工学分野

矢田, 恵子
九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生物生産工学分野

橋口, 公一
九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生物生産工学分野

他

<https://doi.org/10.15017/21082>

出版情報 : 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 55 (2), pp.199-203, 2001-02. 九州大学大学院農学研
究院

バージョン :

権利関係 :

水田管理ビークルの自律走行に関する基礎的研究

井上 英二・高瀬 敬史・矢田 恵子
橋口 公一・平井 康丸・紺屋 秀之

九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生物生産工学分野
(2000年10月30日受付, 2000年11月10日受理)

Study on the Autonomous Vehicle for Paddy Management Vehicle

Eiji INOUE, Atsushi TAKASE, Keiko YADA,
Koichi HASHIGUCHI, Yasumaru HIRAI and Hideyuki KONYA

Laboratory of Bioproduction Engineering, Department of
Bioproduction Environment Science, Faculty of Agriculture, Kyusyu University

緒 言

現在農業分野において、少子化、過疎化などから後継者不足による農業従事者人口の減少や高齢化、これらによる生産効率の低減、農業従事者の個人当たりの労働負担増加など、多くの問題を抱えている。こういった問題の解決策のひとつとして、農作業機械の自律走行による農作業の省力化が挙げられており、これらは傾斜地作業や農薬散布作業に伴う危険作業にも効果的である(行本, 1990, 寺尾ら, 1998)。現在これらに関する研究は様々な角度から行われている。

圃場内で車両を自律走行させる際に、土壌と車輪の間に生じる滑りなどを含むことによって、重要である車体の位置、向きなどの自己位置認識の精度が落ち、正確な走行が不可能になり、自律走行が困難なものになる(井上ら, 1994)。そこで、本研究ではニューラルネットワーク(以下 NN)の学習によりこの非線形要素を吸収させ、このことを自律走行に適用することを目的とする。また、非線形要素を含む場所での走行誤差を NN の学習を用いて軽減すること、非線形要素に対する NN の有効性の検証も行った。

実験方法

1) 実験条件

実験は、平成12年3月9日、九州農業試験場の圃場内で、水田管理ビークル(図1)を用い、圃場条件は表1に示す。含水比0.401は24h-135度法を用い、実

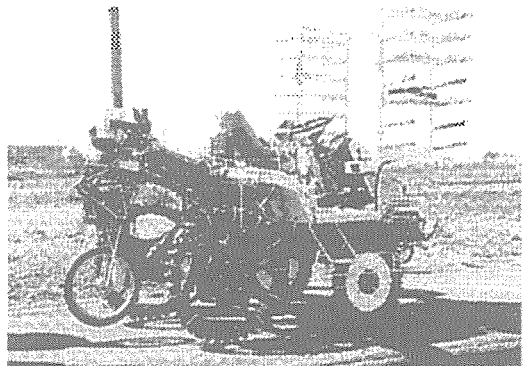


図1 水田管理ビークル

表1 圃場条件

碎土率(単位%)	A	B	C
篩目6cm	4.0	3.5	1.0
篩目3cm	18.0	19.9	13.3
篩目2cm	16.9	16.0	16.1
篩目2cm以下	61.1	60.6	69.6
総計	100	100	100

水稲作耕起跡(クロボク土)
含水比 0.401(圃場平均)
碎土率

験圃場内の10箇所の平均をとった。また、碎土率は実験圃場内の任意の3箇所を測定した。これらの条件下で直進水田管理ビークルの走行を行った。走行速度は一定で25m直進走行を3往復させ、実測値と測定値の比較を行った。走行方法は全てパーソナルコンピュータにより制御が行われた。車両はスタート地点より手前でスタートさせ、一定速度でスタート地点に入り、測定区間を通過後、ブレーキを踏み停止させた。車両の自己位置情報を取得するため、後輪の左右のラグ数をカウントし、ラグ数を走行距離に換算した。また、左右のラグカウント数13で車輪の1周の286cmに相当する。また、これらの測定では土壌、車輪間に滑りが生じるため、実際走行した距離として扱えない。そ

こで、実際走行した距離を得るため、滑りを生じないとされる第五輪（図1内の左から1番目の車輪）を用い、車両が実際に走行した距離の測定を行った。

図2は、3往復の往路復路、6経路のうち、1つの経路における直進走行における一秒毎の左右の車輪と第五輪の滑り量を表す。このグラフより、それぞれの時間毎の滑り量が一定ではないことがわかる。つまり、滑り量は時間に対し、線形的でなく、非線形的に変化している。そこで、本研究では非線形要素を含む圃場での走行において、非線形要素に対して有効とされるNNを用いて、誤差軽減を図り、同時にNNの非線形要素に対する有効性の検証も行った。

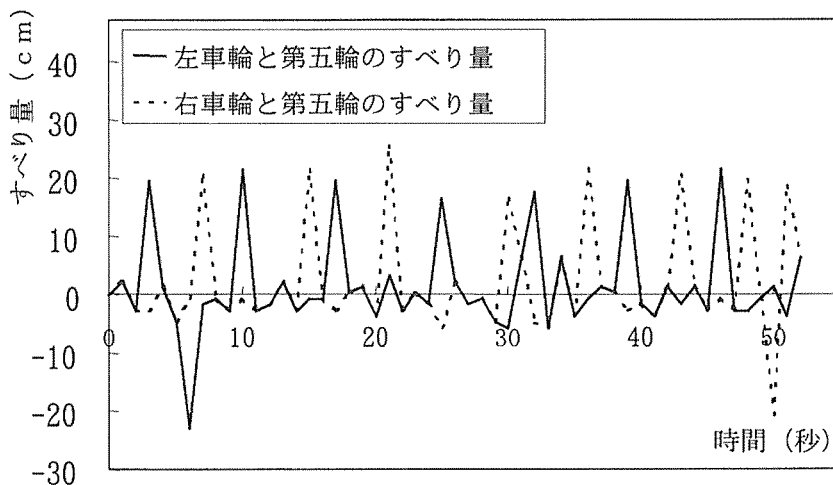


図2 1秒毎の左右の車輪と第五輪のすべり量

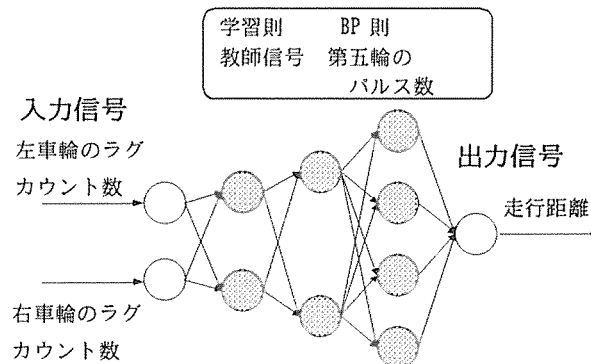


図3 ニューラルネットワークの構成図

2) ニューラルネットワーク

今回、NNの学習則としてBP則（バックプロパゲーション則）を用い、ネットワークは図3のように入力層に左右の車輪のラグカウント数を、中間層は2、2、4の3層、教師信号として、実際の走行距離である第五輪から得るパルス数を、出力層に走行距離を出力させるネットワークを構築した（合原, 1988, 今井1990, 菊池, 1990）。まず、図2の経路において、ネットワークに左右ラグカウント数を入力し、ネットワークから出力される出力値が第五輪の走行距離に一致するようネットワークを学習させた。次に、他の経路において、学習後のネットワークを用い、その経路における走行

距離を出力させる。そして、出力された走行距離とその経路における第五輪のパルス数を比較する。

結果と考察

図4にNN学習後の出力値と第五輪の比較を表す。走行開始から5秒前後までに大きな誤差が見られるが、この理由としては、まだ学習に対応しきれていないことが考えられる。しかし、その後は、ほとんど学習後の出力値は第五輪の値に沿って出力されていることがわかる。図5は1秒毎のNN学習後の出力値と第五輪の走行誤差を表す。図4と同様走行開始から5秒前後までに大きな誤差が見られるが、次第に誤差が減少

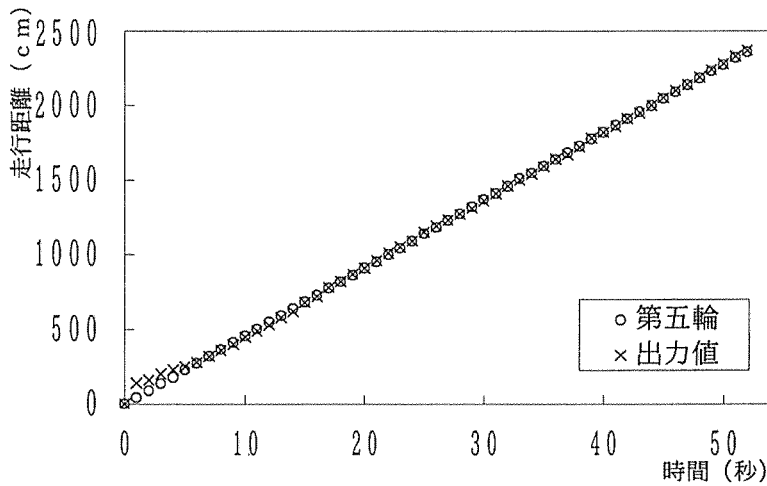


図4 第五輪とNN学習後の出力値の比較

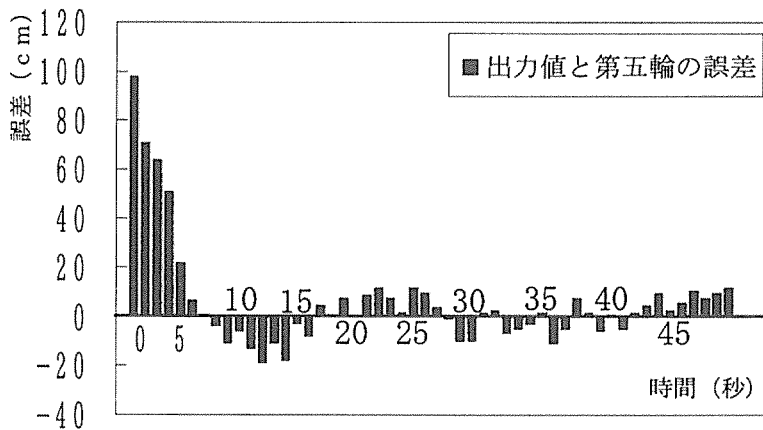


図5 1秒毎の第五輪とNN学習後の出力値の比較

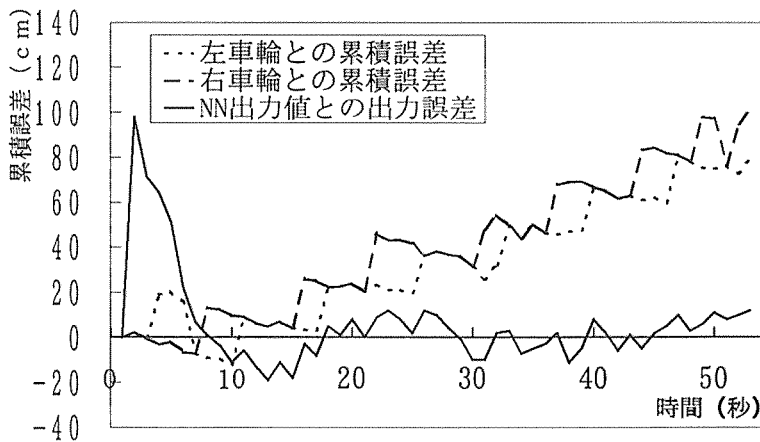


図6 第五輪と NN 学習後の出力値の累積誤差

する傾向が見られる。誤差の変化は、出力値が小さくマイナスの誤差が大きくなれば、出力値を大きくするよう、出力値が大きく誤差がプラスになれば、出力値は小さくなるような誤差の変化が見られる。この事より、NN が非線形要素に対応していることがわかる。図6は第五輪と NN 学習前の左右の車輪ラグ数を走行距離に換算した累積誤差と NN 学習後の出力値との累積誤差の比較を表す。図6の左右のラグカウント数からも、誤差が上下に変動しながら増加しているため走行が非線形的であることがわかる。また、NN 出力値と第五輪の走行誤差を見るとやはり走行開始時に大きな誤差が見られる。このことも、学習に対応しきれていないことがわかる。また、走行終了後の誤差を比較してみると、NN の学習により左車輪、右車輪、それぞれ約79cm、101cmの誤差を約12cmまで減少させることができた。

以上より、NN の学習により非線形要素を吸収させることができ、自律走行させる際に、重要な自己位置認識に、センサから手得した位置データなどの誤差軽減でセンサの精度を向上させ、NN 適用が自律走行に生かしていけることがわかった。また、滑りなどの非線形要素を含む走行で生じる誤差を NN を用いることで軽減でき、学習後の出力値が第五輪に追従することから非線形に対する NN の有効性も認められた。

要 約

農用車両が自律走行を行う際、走行に必要なデータ

に対して非線形要素が含まれている場合に、自律走行が困難になる。

そこで今回は、圃場において車両を直進進行させた際に取得したデータを用いて走行時における必要なデータの状態を確認、その際に生じる非線形要素を吸収させる事で、取得したデータを自律走行に生かせるようニューラルネットワークによる学習を行った。さらに、学習前後の出力値の比較を行い、NN の非線形に対する有効性を検証した。その結果、NN による非線形要素の吸収に関して NN の有効性が示された。

文 献

- 行本 修 1990 農用車両の自律走行 [1] 農業および園芸 第65巻 第1号
- 行本 修 1990 農用車両の自律走行 [2] 農業および園芸 第65巻 第2号
- 寺尾秀雄他 1998 精密ほ場管理を目指した知作用多機能移動ロボットシステムに関する研究 平成7年度～平成9年度科学研究費補助金(基礎研究(B)(2))研究成果報告書 1-5
- 井上英二他 1994 農用履帯車両の自律走行に関する基礎的研究 農業機械学会九州支部誌 第43号
- 合原一幸 1988 ニューラルコンピュータ脳と神経に学ぶ
- 合原一幸 1988 ニューラルコンピュータ脳とコンピュータに学ぶ一
- 今井兼範 1990 ニューラルネットワークコレクション 共立出版株式会社
- 菊地豊彦 1990 入門ニューロコンピュータ オーム社

Summary

On traveling agricultural autonomous vehicle, when there are nonlinear factors in traveling, it is difficult to control the travel with this information. In this study, requisite traveling data such this information was verified under straight traveling in field. Then, NN was applied in order to be available for this data by controlling nonlinear factors at that time. Furthermore, the availability of NN to nonlinear factors was inspected through comparison between output from left and right wheel (before learning by NN) and learned output (after learning by NN). As a result, it was shown that absorbing nonlinear factors by NN is effective.