

走行ロボットの操縦データに基づく 2次元最適速度モデルのパラメータ推定

世良田 竜平¹, 本田 泰²

¹ 室蘭工業大学大学院 工学研究科 情報電子工学系

² 室蘭工業大学大学院 しくみ解明系領域

概要

我々は以前、2次元最適速度旋回アルゴリズムを用いた複数台走行ロボットでのひも状走行に成功した。また、2次元最適速度モデルのパラメータを変化させることで、ロボットに4つの性格を持たせ、様々な走行実験を実施した。本研究では、人間の操縦データを取得し、そのデータに基づいてモデルのパラメータを推定した。結果として、走行において個性の影響を特に強く受けるパラメータは α と β であることが明らかとなった。

Parameter Estimation for a 2D Optimal Velocity Model Based on Mobile Robot Control Data

Ryuuhei Serata¹, Yasushi Honda²

¹ Division of Information and Electronic Engineering, Graduate school of Engineering, Muroran Institute of Technology, Japan

² College of Information and System, Muroran Institute of Technology, Japan

Abstract

We have previously successfully performed string running with multiple robots using the 2D optimal velocity turning algorithm. Furthermore, by varying the parameters of the optimal velocity model, we endowed the robots with four distinct personalities and conducted various motion experiments. In this study, we acquired human driving data and estimated the model parameters based on that data. As a result, it became clear that the parameters particularly influenced by personality during driving are α and β .

1 はじめに

人間の行動に必要な最小限の知能を発見するというのが、我々の研究背景である。

先行研究 [1] では、2次元最適速度旋回アルゴリズムを用いた複数台ロボットでのひも状走行に成功していた。また、前年度の研究 [2] では、2次元最適速度モデルのパラメータを変化させることで、ロボットに4つの性格を付与し、それらの様々な組み合わせを用いて走行実験を試みた。その結果、異なる

性格を混ぜた走行の中には、全てのロボットを同じ性格で統一した走行よりも、よりひも状走行になりやすい組み合わせが存在した。しかし、これらの性格パラメータは様々な走行実験でのロボットの振る舞いから経験的に決定したものであり、根拠に乏しかった。そのため、本研究では人間の操縦から走行データを取得し、そのデータを元にモデルのパラメータを推定する。

2 2次元最適速度旋回アルゴリズム

2次元最適速度モデルは以下の運動方程式 (1) で表される．最適速度 \vec{V} と速度 \vec{v} の差によって，速度の変化率 (加速度) $\dot{\vec{v}}$ を求めるモデルである．

$$\dot{\vec{v}} = a(\vec{V} - \vec{v}) \quad (1)$$

ロボット自身の進行方向と，自分以外のロボットとの相対角度を θ とすると，最適速度ベクトル \vec{V} は，以下のように表される．

$$\vec{V} = V \begin{pmatrix} \sin \theta \\ \cos \theta \end{pmatrix} \quad (2)$$

最適速度ベクトルの大きさ V は，ロボット間の距離 x を用いて，以下のように表される．

$$V = \alpha(\tanh \beta(x - b) + c) \cos \theta \quad (3)$$

3 走行実験

半径 2[m] の円形コース上で走行実験を行った．コース内に 2 台の走行ロボットを配置し，10 分の間 1 台は自由に走行，もう 1 台はその後方を追従するように人間が操縦した．追従ロボットは 0.1 秒ごとに，前方の写真と左右モータ出力値を取得した．実験終了後，収集したデータから最適速度ベクトルの大きさ V を算出し，最小二乗法を用いてフィッティングを行い，最適速度モデルのパラメータ α, β, b, c を推定した．フィッティングの初期値には，従来研究 [2] における同調性性格のパラメータ $\alpha = 1, \beta = 16, b = 0.3, c = 0.9$ を用いた．

4 実験結果

8 名の操縦データを収集し，フィッティングを実施した結果，パラメータの差異が認められた．

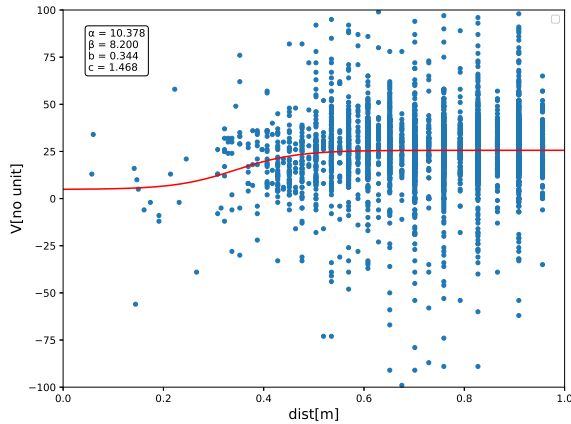


図 1: 操縦者 A の最適速度及びフィッティング結果

表 1: 各操縦者における最適速度モデルのパラメータ

	α	β	b	c
操縦者 A	10.38	8.20	0.34	1.47
操縦者 B	9.13	4.39	0.46	2.00
操縦者 C	34.90	23.14	0.11	-0.32
操縦者 D	9.80	5.11	0.36	2.00
操縦者 E	9.36	100.00	0.00	2.00
操縦者 F	22.52	0.00	0.01	1.03
操縦者 G	8.27	3.26	0.31	2.00
操縦者 H	86.97	2.89	0.00	-0.65

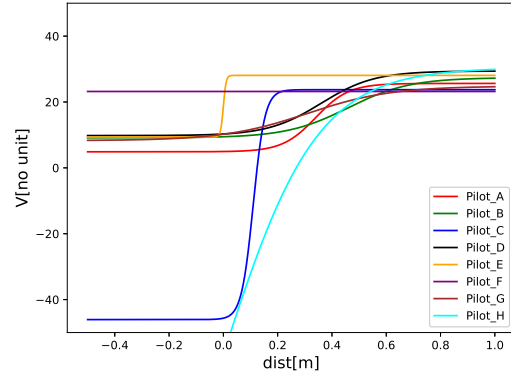


図 2: 各操縦者における最適速度モデル

表 1 および図 2 より，8 名の操縦データにおいて，差が特に大きいパラメータは α と β であることが示された．したがって，走行において個性の影響を強く受けるパラメータは α と β であると言える．

5 まとめと今後の課題

本研究では，人間の操縦データから 2 次元最適速度モデルのパラメータを推定することで，特に個性の影響を受けやすいパラメータを特定した．今後，自律走行においてパラメータにより性格の違いを表現する場合には，主に α と β を変更することで調整したい．

参考文献

- [1] 山田将司，李方正，本田泰，最適速度アルゴリズムによるスキッドステアリング 2D ロボットのひも状走行，第 27 回交通流と自己駆動粒子系のシンポジウム論文集，p47-p50，(2021)
- [2] 世良田竜平，本田泰，最適速度旋回アルゴリズムによるヘテロ群ロボットが創発する行動，第 30 回交通流と自己駆動粒子系のシンポジウム論文集，p13-p16，(2024)