

移動ロボットのニューラルネットワークを用いた縦列駐車制御

4N-7

柴田修吾^{*}, 横内保行^{*}, 宮田仁志^{**}, 大北正昭^{*}
 (*鳥取大学工学部, **米子高専)

1. はじめに

ニューラルネットワークは、コンピュータに知的な振舞いをさせられると言う点で、近年特に注目されている。我々のグループが設計試作した自律型移動ロボット「DREAM-1」の縦列駐車制御にニューラルネットワークを導入し、その走行軌跡を確認するために、四輪モデルを用いた計算機シミュレーションを行った¹⁾。

本研究では、ニューラルネットワークの縦列駐車制御への導入手順とシミュレーション結果について述べる。

2. ニューラルネットワークの導入

本研究では、道路と駐車場を持つコースを領域分割し、各領域内で移動ロボットが、存在位置と前回の走行パターンからニューラルネットワークで判断させて次回の走行に適したファジィ制御規則(8通りの制御規則群(名称:BL1, M1orM2, ML1, SR2, ML2, SR3, M3, ML3)の内の1つ)を選び、より柔軟な走行制御を試みた。本研究の前提条件を以下に掲げる。

- (1) 移動ロボットは極低速度で走行する。
- (2) コース内に障害物はない。
- (3) コースの形はあらかじめ分かっている。

図1は、移動ロボットが各領域で選ぶ主なファジィ制御規則の名称を示したものである。

BLはBIGLEFTで左に大きく、MLはMIDDLELEFTで左に中くらい、SRはSMALLRIGHTで右に小さく、Mは領域の中央を通るという事を示し、また数字1, 2はバック走行時、3は前進走行時を示す。

図2に、今回適用した階層型のニューラルネットワーク²⁾を示すが、入力層には、移動ロボットの存在領域、移動ロボットの前後にある壁までの

距離(X_4, X_3)の遠近を示す値、および単純なフィードバックにより前回の出力値を入力信号として入れる。ネットワークにより学習すれば出力層からは後に記すファジィ制御規則に対するパラメータを出力する。

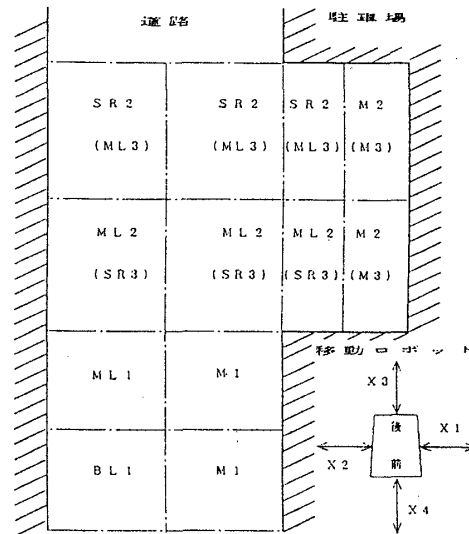


図1. 各領域内で選ぶ主なファジィ制御規則の名称

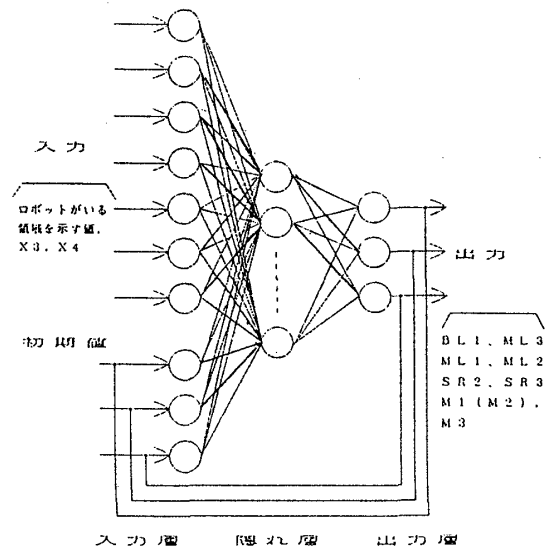


図2. 階層型ニューラルネットワーク

A Parallel Parking Control with Neural Networks for the Autonomous Mobile Robot. S. Sibata, Y. Yokouchi and M. Ohkita (Faculty of Engineering, Tottori University), H. Miyata (Yonago National College of Technology).

移動ロボットは以下のファジィ制御規則の中から適切なものを選んで走行する。

ニューラルネットの出力層にBL1を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is BL,} \\ \text{If } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is SL,} \end{cases}$$

出力層にM1かM2を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } d \text{ is L and } \phi \text{ is M then } \theta \text{ is R,} \\ \text{If } d \text{ is R and } \phi \text{ is M then } \theta \text{ is L,} \\ \text{If } \phi \text{ is L then } \theta \text{ is L,} \\ \text{If } \phi \text{ is R then } \theta \text{ is R,} \end{cases}$$

出力層にML1を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is ML,} \\ \text{If } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is SL,} \end{cases}$$

出力層にSR2を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_3 \text{ is S then } \theta \text{ is BR,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M and } X_3 \text{ is S then } \theta \text{ is MR,} \\ \text{If } X_1 \text{ is S and } X_3 \text{ is S then } \theta \text{ is SR,} \end{cases}$$

出力層にML2を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is BL,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M and } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is ML,} \\ \text{If } X_1 \text{ is S and } X_3 \text{ is B then } \theta \text{ is SL,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M then } \theta \text{ is R,} \end{cases}$$

出力層にSR3を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_4 \text{ is S then } \theta \text{ is BR,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M and } X_4 \text{ is S then } \theta \text{ is MR,} \\ \text{If } X_1 \text{ is S and } X_4 \text{ is S then } \theta \text{ is SR,} \end{cases}$$

出力層にM3を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } d \text{ is L and } \phi \text{ is M then } \theta \text{ is R,} \\ \text{If } d \text{ is R and } \phi \text{ is M then } \theta \text{ is L,} \\ \text{If } \phi \text{ is L then } \theta \text{ is R,} \\ \text{If } \phi \text{ is R then } \theta \text{ is L,} \end{cases}$$

出力層にML3を示すパラメータが出力された時、

$$\begin{cases} \text{If } X_1 \text{ is B and } X_4 \text{ is B then } \theta \text{ is BL,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M and } X_4 \text{ is B then } \theta \text{ is ML,} \\ \text{If } X_1 \text{ is S and } X_4 \text{ is B then } \theta \text{ is SL,} \\ \text{If } X_1 \text{ is M then } \theta \text{ is R.} \end{cases}$$

ここで X_1 は移動ロボットの左側面の中心から壁までの距離、 X_2 は移動ロボットの右側面の中心から壁までの距離、 X_3 と X_4 は先の記載通り(以上、図1右下参照)、 θ は移動ロボットの前輪の切り角、 ϕ は移動ロボットの姿勢角、 d はロボット存在領域の中央線からロボットの中心までの距離である。尚、BはBIG、MはMEDIUM、SはSMALL、LはLEFT、RはRIGHTの意味である。

3. シミュレーション結果及び検討

本ニューラルネットワークの学習回数と誤差(教師信号と出力信号の差の2乗平均値)の関係を図3に示す。これは64個の学習パターンについて

で学習させた結果であり、100回足らずで収束しているのが分かる。

最後に、走行シミュレーションの結果を図4に示す。移動ロボットは任意の位置からスタートしてバック走行により駐車場に近づいた後、駐車場で数回前進、後退を繰り返して奥に到達し壁に平行になるような操作をしてから停車している。

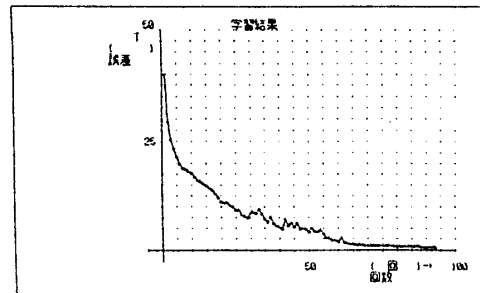


図3. 学習回数と誤差の関係

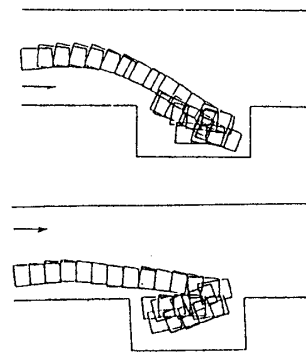


図4. シミュレーション結果の例

4. おわりに

ニューラルネットワークを縦列駐車制御に導入し移動ロボットはニューラルネットワークを用いない場合より柔軟な状況判断で駐車出来るようになった。

参考文献

- 1) H. Miyata and M. Ohkita: Control of an autonomous mobile robot, in Robotics and Flexible Manufacturing Systems (North-Holland, Amsterdam, 1992).
- 2) 平野広美: Cでつくるニューラルネットワーク (1991)