

4N-6

ホップフィールドネットワークによるロボット手先姿勢の決定と軌道追跡のニューロ・ファジィ制御

金子 裕良 成嶋 和行 大嶋 健司

埼玉大学工学部

山根 敏

舞鶴工業高等専門学校

1. 緒言

本研究では多関節ロボットを用いて3次元構造物上の軌道を追跡する方法について検討する。溶接分野においては、ロボット手先の姿勢が被溶接物および軌道に対して垂直であることが望ましい。しかし被溶接物の形状によってはロボット手先と被溶接物との干渉を避けるために手先姿勢を変化させる必要がある。特に直角の曲がり角を持つ軌道を追跡する場合の手先姿勢の決定は重要な課題である。このために、望ましい溶接姿勢、追跡性能および被溶接物との干渉を考慮し、ホップフィールドネットワークにより手先姿勢を予見的に決定する。軌道はCCDカメラを用いてセンシングし、ニューロ・ファジィ制御により追跡を行う。

2. 溶接線追跡システム

図1に本実験で用いた5軸アーム型ロボットと追跡システムを示す。まず、タッチセンサを用いて被溶接物と軌道の概略の位置を検出し、手先姿勢をホップフィールドネットワークにより予見的に決定する。つぎにCCDカメラを用いて軌道を撮影し、それと手先先端の距離(偏差 e_i)を画像処理計測する。偏差とその変化分 Δe_i より、図2に示すニューロ・ファジィ推論器を用いて現在の手先進行方向からの修正角度 Δu_i を決定し、ロボットに出力する。

Tracking of Orbit with Neuro-Fuzzy Controller and Hopfield Network

Yasuyoshi Kaneko, Kazuyuki Narushima, Kenji Ohshima

Electrical Engineering, Saitama Univ.
255 Shimo Okubo, Urawa, Saitama 338, Japan
Satoshi Yamane

Electrical Engineering, Maizuru College of Tech.
234 Shiroya, Maizuru, Kyoto 625, Japan

3. ホップフィールドネットワークによる手先姿勢の決定

手先姿勢は被溶接物および溶接線に対して垂直であることが望ましいが、被溶接物との干渉を避けるためロボット手先根元角の θ 軸を回転させる必要がある。ホップフィールドネットワークはエネルギー関数の値を最小化

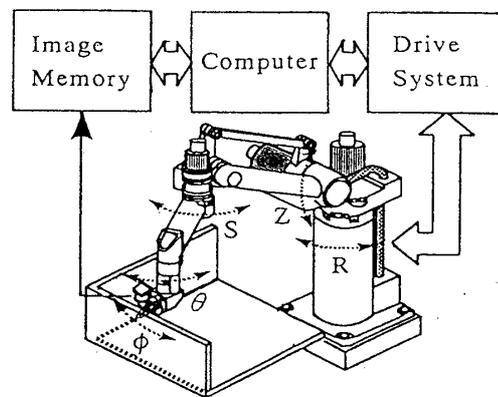


図1 システム構成図

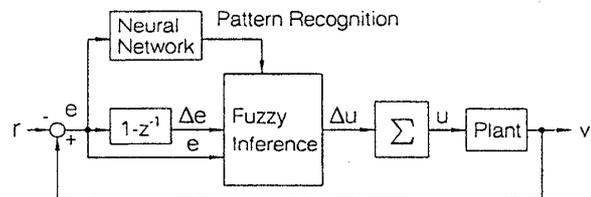


図2 ニューロ・ファジィコントローラ

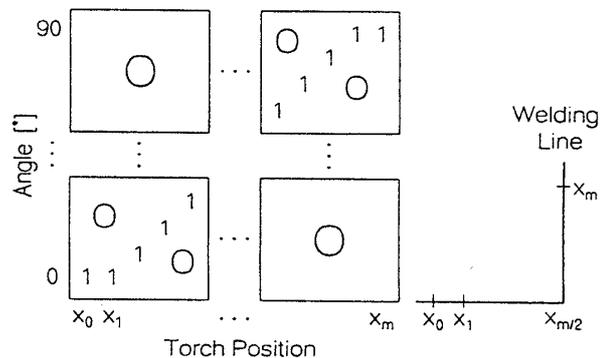


図3 ホップフィールドネットワーク構成図

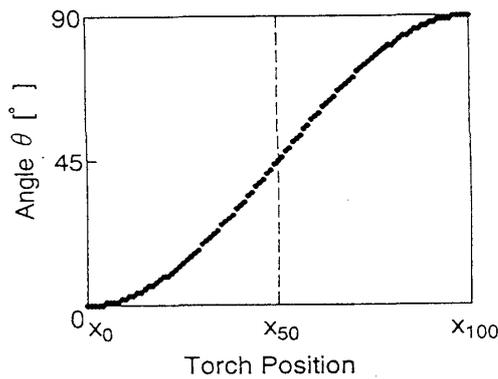


図4 ネットワークの最終状態

表1 ファジィ制御規則

Δe \ e	L	Z	R	
R	Z	L	L	R=Right
Z	R	Z	L	Z=Zero
L	R	R	Z	L=Left

↓
 Δu

することができるが、これを用いて θ 軸の回転動作の最適化を行う。エネルギー関数は、

- (1) 手先の軌道に対する垂直度
- (2) 単位時間あたりのロボット各軸角度の変化量
- (3) 干渉を避けるための条件

から決定する。ネットワークのユニットは図3に示すようにマトリクス状に配置する。行は θ 軸角度に、列は手先先端の位置 x_i に対応する。ネットワークの最終状態を図4に示す。このときエネルギー関数は最小値である。 θ 軸はユニットが1の状態である部分をたどり回転する。

4. ファジィ変数のパラメタ調整

表1に制御規則、図5にファジィ変数を示す。軌道の角における制御性能を向上させるために、ニューラルネットワークにより角を検出し、ファジィ変数のパラメタ(ke,kde,kdu)を変化させる。パラメタは、基礎実験結果から次式に示す評価関数 J を最小にするように、最急降下法を用いて決定する。

$$J = w_1 \sum_i e_i^2 + w_2 \sum_i \Delta u_i^2 \quad (1)$$

ただし w_1, w_2 は評価重みである。

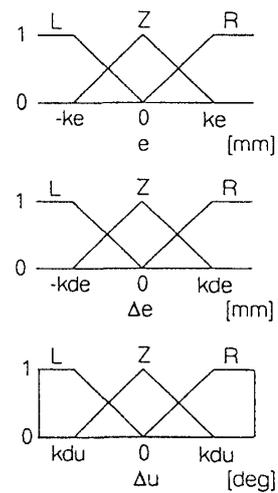


図5 ファジィ変数

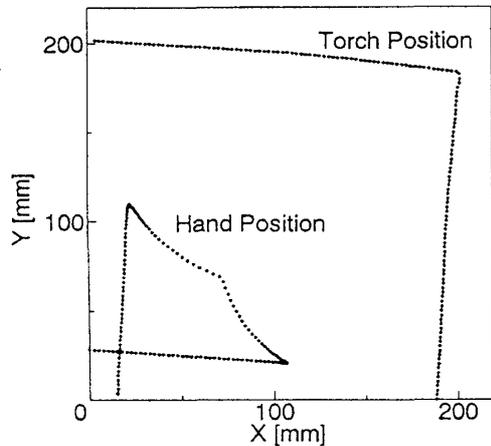


図6 追跡結果

この結果、直線、角部分における最適値は各々(0.4mm,0.6mm,3°)、(0.2mm,1.0mm,35°)となった。

5. 実験結果

追跡速度30mm/sにおいて追跡実験を行った。このときの手先先端と手先根元位置の軌跡を図6に示す。図より、手先はほぼ偏差なく軌道に追従し、根元位置もスムーズに移動しているのがわかる。

6. 結言

ホップフィールドネットワークを用いてワークと干渉がなくエネルギー関数を最小化するロボット手先姿勢を決定し、ニューロ・ファジィ制御により溶接線追跡を行い良好な結果を得た。