

スケーラによるリカレント型ニューラルネットワークの 学習性能の改善とロボット制御

永田研究室 E105057 上田 昌樹

1. 目的

数値計算ソフトウェア「MATLAB」上で PUMA560 マニピュレータの動力学モデルを用いて軌道追従制御の実験を行った。フィードバック(FB)機構を有するリカレント型ニューラルネットワーク(NN)のフィードフォワード(FF)制御器としての応用について検討する。また、学習性能を改善するためにスケーラを提案し、その性能を評価する。

2. 実験内容

ロボットの先端の位置・姿勢の目標軌道を作成し、モデルベースサーボ系の一つであるトルク計算制御法を用いて NN の学習のための教師信号を作成した。教師信号は関節角度 $\theta \in \mathcal{R}^{6 \times 1}$ とロボットの関節駆動トルク $\tau \in \mathcal{R}^{6 \times 1}$ である。目標軌道は半径 10 cm の円軌道である。図 1 には関節座標系における目標軌道である角度を示す。ロボットの各関節が図 1 のように同期して制御されるとロボットアーム先端が円軌道を描く。使用した NN は 7 入力 1 出力のリカレント型であり、各軸独立に構成する。リカレント型 NN は時間空間に広がったダイナミクスを獲得することができる。学習については、各軸それぞれ 50,000 回学習させた。出力側の教師信号であるトルクの値が大きな第 2 軸については、ネットワークの麻痺を起こし学習速度が著しく遅くなったのでトルクの値を 0.1 倍にスケール調整し学習を行った。つぎに、6 軸それぞれの学習結果を一つに統合することで FF 制御器を構成した。このとき、第 2 軸の出力については 10 倍にスケール調整した値を用いたことを注記しておく。

3. 結果

本研究では、リカレント型 NN を用いたロボットの軌道追従制御について検討した。図 2 には第 2 関節において、スケール調整を行った場合とそうでない場合の学習結果を示す。スケールの調整を行うことによって、実用的な学習効果が得られなかった第 2 軸についても良好に学習することができた。その後、学習した NN による FF 制御器とモデルベース部分を含まない FB 制御器を併用したところ、優れた軌道追従特性が得られた。このことから NN がモデルベース部分の出力特性を獲得しているものと考察できる。今後、スケーラを用いることで大きな教師信号を必要とする他の学習問題にも柔軟に対応していくことができるようになった。

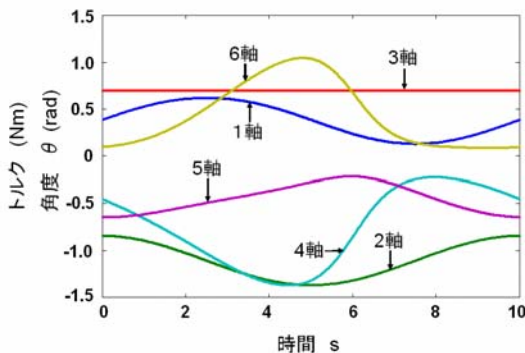


図 1 関節座標系における目標軌道

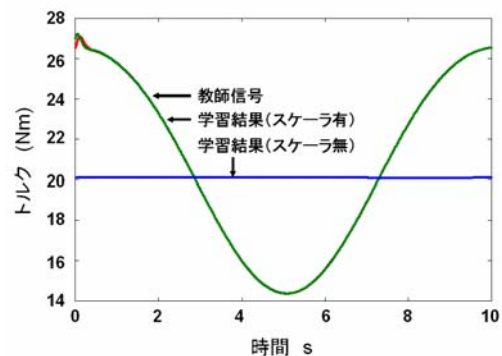


図 2 第 2 軸の学習におけるスケーラの性能評価