

# クラウドネットワークロボットにおける RNN を用いた知識の獲得と利用法

情報科学科 熊谷 賢弥

指導教員：小林 邦和

## 1 はじめに

近年クラウドネットワークが注目を浴びておりロボットとの連携が可能になってきた。これにより、ロボットが見ている映像を他のロボットも共有できるようになった。しかし、ロボットが学習で獲得した知識を、他のロボットが利用することはあまりみられない。

一方、リカレントニューラルネットワーク (RNN) は神経回路モデルであり、再帰結合に基づき信号をフィードバックさせることができる [1]。RNN を用いて時系列信号を学習させることで、ダイナミカルな信号を生成することが出来る。そのため多くの研究において時系列信号の獲得が行われてきた。

本研究では、RNN を用いて時系列信号を学習させる。学習によって獲得した知識をクラウドネットワークで共有し、学習を行っていない他のロボットにその知識を利用させる。その際に、獲得した知識が利用可能でない場合は新たに学習を行うシステムを提案する [2]。

## 2 提案法

知識を獲得する方法として、図 1 で示す RNN を用いる。また、入力と出力の関係式は式 (1)~(3) のようになる。

$$u_i(t+1) = w_i x(t) + b_i + \sum_{j=1}^N w_{ij} y_j(t) \quad (1)$$

$$y_i(t) = f(u_i(t)) \quad (2)$$

$$z(t) = \sum_{i=1}^N v_i y_i(t) + v_{N+1} \quad (3)$$

ここで  $u_i$  は隠れ層の内部状態、 $y_i$  は隠れ層の出力、 $z(t)$  は出力層の出力を表し、 $x(t)$  は入力値である。また、 $w_i$ 、 $v_i$ 、 $b_i$  は結合荷重である。隠れ層の出力関数  $f$  はシグモイド関数を用いる。

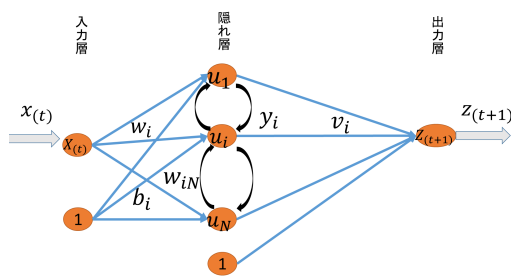


図 1 RNN の構成

RNN は教師付き学習を行い、出力信号と教師信号とを比較し、誤差が小さくなるように学習を行うモデルである。本研究では入力として時系列信号を用いる。そのため BPTT (Back Propagation Through Time) による通時的誤差逆伝播法を用いて誤差を小さくする [3]。BPTT は時間的に最終ステップから最初のステップまで誤差を逆伝搬させることを一回の学習として、何回も学習を繰り返す方法である。

獲得した知識を他のロボットが利用できるような形でクラウドにアップロードする。本研究では結合荷重を知識として利用

する。知識を利用する側は出力値をフィードバックする RNN のモデルを持つことで、他のロボットが獲得した知識を利用する。出力値のフィードバック機能を持つ RNN を利用することで、現在の状態のみを入力とする。

また、本研究では獲得した知識が、利用可能か否かの判断を行う。このとき、利用するための RNN モデルを仮想的に実装し、得られた出力とロボットがとるべき行動値を比較し判断する。

## 3 計算機実験

クラウドに知識が無い状態から始める。そのため、RNN による知識の獲得を行う。このとき、ロボットを実際に動かし、ロボットの肘を伸ばす動作の時系列信号を取得する。学習によって獲得した知識を他のロボットが利用する。評価は実験で実際に得た出力値でロボットを動作させ主観的に行う。主観的による評価で、教師信号と知識利用の出力値を比較し知識利用の有効性を検証する。

肘を伸ばす知識が存在した上で、肘を伸ばす動作と肘を曲げる動作について実験する。まず、肘を伸ばす動作について実装する。知識が存在するため、仮想的に知識を利用し出力を得る。その出力と教師信号の値を比較する。その結果が図 2 である。

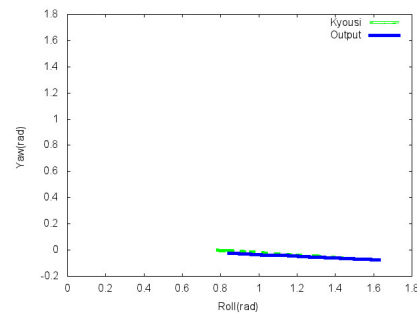


図 2 知識利用の結果

結果から教師信号と出力信号がほぼ重なり、知識が利用可能であると判断できる。また、実際に動作させて評価を行うと、利用しても違和感の無い動作が得られた。

次に、肘を曲げる動作について同様に実装する。その結果、知識を利用した出力と、とるべき行動値が大きく異なっていたため学習により新たな知識を獲得した。

## 4 まとめ

本研究ではクラウドネットワークロボットにおける知識の獲得と利用法について提案した。提案手法を用いることで学習した知識が利用できることが分かった。

## 参考文献

- [1] 谷 淳: “ロボットで「科学」する記号の問題”, 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.4, pp.522-531 (2010)
- [2] 熊谷 賢弥, 小林 邦和: “クラウドネットワークロボットにおける RNN を用いた知識の獲得と利用”, 電気学会システム研究会, ST-14-027, pp.7-12 (2014)
- [3] Paul.J.Werbos: “Backpropagation Through Time: What it Does and How to Do it”, Proceedings of the IEEE, Vol.78, No.10, pp.1550-1560 (1990)