

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007年度～2010年度

課題番号：19300070

研究課題名(和文) ニューラルネットを用いた強化学習で、どこまで高次機能の創発が説明できるかへの挑戦

研究課題名(英文) Challenge toward seeing how far the emergence of higher functions can be explained by reinforcement learning with a neural network

研究代表者

柴田 克成 (SHIBATA KATSUNARI)

大分大学・工学部・准教授

研究者番号：10260522

研究代表者の専門分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：強化学習、リカレントニューラルネット、高次機能創発、シンボル、予測、探索

1. 研究計画の概要

単にニューラルネットを用いて強化学習を行なうだけで、シンボルの発現、記憶の学習、状態や行動の抽象化といった高次と呼べる機能が、トイプロブレムにおいて発現することがわかってきた。そこで、本研究では、ニューラルネットを用いた強化学習のアプローチによって、『高次機能の創発』がどこまで説明できるのかに挑戦していく。具体的には、

(1) 離散状態間遷移の学習とシンボル・論理的思考

(2) 空間情報の抽象化と予測・概念形成

(3) 決定論的知的探索と時間的抽象化・好奇心

の3つに焦点を当て、視覚センサ信号等を入力とし、リカレントニューラルネットで出力を決定する移動ロボットを、複数の部屋からなる環境において報酬や罰を元に学習させることで、上記の高次機能が創発してくることをわかりやすくアピールしていく

2. 研究の進捗状況

(1)に関しては、購入した視覚センサ付き移動ロボットが故障続きで、本研究のメインの実験として想定していた部屋認識の実験は全く進んでいない。リカレントニューラルネットへの乗算ニューロンの導入に関しては、通常の階層型ニューラルネットとリカレントネットの双方で論理演算が高速化することはわかった。しかし、まだ実際のシンボル、論理的思考への有効性については、まだはっ

きりと示していない。

(2)に関しては、シミュレーションによる途中から見えなくなる移動物体の捕獲タスクにおいて、単に報酬と罰から強化学習をするだけで、リカレントネットが目的に合った「予測」をするようになることを示した。その際、移動物体の速度を検出し、複数の中間層ニューロン間でリレーすることで適切な捕獲タイミングでの捕獲を実現するというメカニズムが獲得されていることを発見した。

また、可動カメラを用いた実験から、複数の矢印画像の矢が向いている方向にカメラを移動すると目標物があつて報酬をもらえるというタスクの学習をすることで、矢印の意味付けとその記憶を、強化学習を通して獲得できることを示した。

異種センサ情報の抽象化の人間における検証は、人間の高度な学習能力により、学習できないと想定していたものまで学習できたため、その効果を明確に示すことはできなかった。

(3)に関しては、リカレントネットと強化学習の組み合わせにより、過去の探索行動を通して必要な情報を記憶することで、より良い探索行動を実現できるようになることを示すことができた。

また、実ロボットでの実験としては、AIBOを用いた相手のAIBOとキスをしたら報酬をもらえるタスクにおいて、照明条件や背景によらない認識が学習によってできたことを確認した。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている

(理由)

購入したロボットが故障続きで、そのメンテナンスのために非常に多くの時間を要した割に、成果が全く出ていないことが一番大きな要因である。また、筆者が研究に割くことができる時間が予想以上に少ないことも大きな要因である。さらに、リカレントニューラルネットの学習が難しく、学習やデバッグに時間がかかることも原因の一つである。

4. 今後の研究の推進方策

残された研究期間は1年しかないが、まず(1)に関しては、シミュレーション上で複数の部屋環境を構築して、部屋の識別ができるかどうかを確認する。また、リカレントネットの基本的な能力を確認する。

(2)に関しては、矢印の意味付けの学習による獲得は確認できたものの、新しい矢印を見せた場合の汎化能力が確認できていない。そこで、生の画像以外に、方位選択セルを通した信号を入力に加えることで、汎化能力が形成されるかどうかを確認する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

[1] Katsunari Shibata and Tomohiko Kawano: “Learning of Action Generation from Raw Camera Images in a Real-World-like Environment by Simple Coupling of Reinforcement Learning and a Neural Network”, Advances in Neuro-Information Processing, Lecture Notes in Computer Science, 査読あり, Vol. 5506, pp.755-762 (2009)

[2] Hioroki Utsunomiya and Katsunari Shibata : “Contextual Behavior and Internal Representations Acquired by Reinforcement Learning with a Recurrent Neural Network in a Continuous State and Action Space Task”, Lecture Notes in Computer Science, 査読あり, Vol. 5507, pp.970-978 (2009)

[3] Katsunari Shibata and Tomohiko Kawano: “Acquisition of Flexible Image Recognition by Coupling of Reinforcement Learning and a Neural Network”, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration (JCMSI), 査読あり, Vol. 2, No. 2 (2008)

[学会発表] (計8件)

[1] 後藤健太, 松本康生, 柴田克成: “リカレントニューラルネットを用いた強化学習による予測機能の創発”, SICE 九州支部学術

講演会 (2009)

[2] 後藤健太, 柴田克成: “リカレントネットを用いた強化学習による記憶を利用した探索行動の学習”, 電気関係学会九州支部連合大会 (2008)

[図書] (計1(1節のみ)件)

[その他]

解説記事 (計1件)

柴田克成, 強化学習とニューラルネットによる知能創発, 計測と制御, Vol. 48, No. 1, pp. 106-111 (2009)