

研究種目： 若手研究 (B)
研究期間： 2007~2010
課題番号： 19700215
研究課題名 (和文) 部分観測マルコフ決定過程理論に基づく高次脳機能の自動的かつ高速な実装
研究課題名 (英文) Automatic and rapid realization of higher brain functions by partially observable Markov decision processes
研究代表者
伊藤 秀昭 (ITO HIDEAKI)
佐賀大学・理工学部・講師
研究者番号： 20345375

研究分野： 総合領域
科研費の分科・細目： 分科は情報学、細目は感性情報学・ソフトコンピューティング
キーワード： POMDP、確率的最適制御、高次脳機能、推論、報酬最大化、適応制御、階層モデル、階層制御

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、ゴール指向性推論・選択的注意・作業記憶の利用などの高次脳機能を包括的に実現するエージェントを設計することである。このような諸機能を設計者が作りこむのは容易ではなく、例えばいつ何に注意を向けるのがよいか、また、いつどのような推論をしたらよいかなどをあらかじめ設計者が決めておくのは困難である。そこで本研究では、報酬最大化原理に基づきエージェントが環境にあわせて自動的に必要な機能を発現するように設計する。

このようなアプローチについては代表者によるものを含めてこれまでも既にいくつかの研究がなされているが、本研究ではそれらを発展させ、複雑な機能であっても現実的な時間内に発現できるよう、部分観測マルコフ決定過程(POMDP)理論に基づく高性能なモデル有り学習法を用いて高速な実装を目指す。

POMDP に関しては近年よい解法が次々と開発されてきているが、問題によっては満足な解が得られないことも考えられる。これは予想される困難のうちで最も大きなものであるが、必要に応じて新たな手法や POMDP 以外の解法も検討する。

また、環境モデルの学習手法としては代表者が研究した経験のあるダイナミックベイジアンネットワークの online 学習法を想定しているが、online 学習は性能あるいは計算量の面で問題がある可能性も考えられる。その場合は batch 学習を採用するなど適切に対

処する。

2. 研究の進捗状況

まず1年目は、「POMDP に基づくモデル有り学習」を可能とする既存の手法を実装し、有効性を調べる研究を行った。その結果、選択的注意および作業記憶の利用については簡単な問題を解くことに成功し、本研究のアプローチが有効であることを確認することができた。

しかしながら、ゴール指向性推論を始めとして、本研究が実現目標として掲げているような複雑な機能を実際に実現するためには、既存手法では学習に無駄な部分が多いため学習時間がかかりすぎることが明らかとなり、より学習効率の高い手法が必要であることが分かった。

そこで、2年目と3年目では、より高性能な手法の開発に取り組んだ。特に、階層性を取り入れたモデル推定法およびその最適制御法を研究し、理論的に優れた性質を持つ新たな手法の開発に成功した。この手法は、環境モデルの online 学習と、学習されたモデルの最適制御とをどちらも階層的に行うもので、既存手法で扱うことが困難であった複雑な環境を高速に学習および制御できることを目指したものである。これについては、まず簡単な問題を対象とした数値実験により既存手法との性能比較を行い、どのような場合に有効であるかを調べた。さらに性能の解析も行い、どのような場合に本手法が有効であるかについて理論的に明らかにすること

もできた。これらの結果については論文を準備中である。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

既存手法では十分な性能が出なかったため、残念ながら当初期待していた達成度からは遅れている。しかし既存手法の不足部分を補うことのできる新たな手法の開発には既に成功しており、それを実際に用いることができる段階までには到達している。

4. 今後の研究の推進方策

今後は、新たに開発した手法を具体的な問題に適用する研究を行う計画である。特に、選択的注意および作業記憶の利用、さらにはゴール指向性推論機能を自動的に実現するという問題にこの手法を適用し、既存手法と比較してどの程度高速化できるかを調べる予定である。

さらに、個々の機能だけではなく複数の機能を同時に実現する問題も対象とする予定である。「報酬最大化原理に基づいてエージェントが環境にあわせて自動的に必要な機能を発現するように設計する」という本研究のアプローチは、個々の機能の実現と同じ枠組みによって複数の機能を同時に実現することもできる点が長所の一つである。そのためこの長所が明確になるような結果を示すようにしたい。

平成 21 年度は職場を異動したため研究体制の再構築に時間がかかってしまった面もあったが、現在はおおむね完了している。新たに他の研究者とのネットワークを広げることのできたので、今後はそれを活かして研究を進めていきたい。

平成 22 年度が本研究課題の最終年度であるが、研究目的を早く達成できるよう力を尽くしたい。

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)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 清川舞、伊藤秀昭、中村清彦、情動状態の思考による鎮静化現象の分析の試み、「脳と心のメカニズム」冬のワークショップ、2008.1.10、北海道
- ② Toshisada Mariyama, Hideaki Itoh, Towards a Comparative Theory of the Primates' Tool-use Behavior, International Conference on Neural Information Processing, 2008.11.26, Auckland, New Zealand

- ③ Kenji Aoki, Hiroki Takahashi, Hideaki Itoh, Kiyohiko Nakamura, Comparison of Near-Threshold Characteristics of Flash Suppression and Forward Masking, International Conference on Neural Information Processing, 2009.12.3, Bangkok, Thailand