

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700242

研究課題名（和文）

感性的なかかわり合いを援助するための概念空間分節化エージェントに関する研究

研究課題名（英文）

Research about a conceptual space segmenting agent for emotional communications

研究代表者

野津 亮 (NOTSU AKIRA)

大阪府立大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：40405345

研究成果の概要（和文）：

本研究において、学習エージェントは自らの学習のための探索空間を自らの試行錯誤の過程の中で徐々に分節化していく（分割，統合，軸のぶれ等を繰り返す）．この自動的な分節化の方法についていくつか提案，実験，検討した．さらに派生的な研究として，鎖型強化学習と名付けた手法を開発し，目標状態につながる状態と行動の組をつなげていくように保存する学習アルゴリズムにより，Q学習と比較して大幅にメモリ使用量を減らすことに成功した．PSOの学習への応用，複素強化学習の改良，主成分分析による転移学習への影響調査，CO<sub>2</sub>排出量を検討するための都市シミュレータの開発なども行った．

研究成果の概要（英文）：

In this research, learning agents segment its learning space gradually during their trial-and-error processes. We proposed, experienced and discuss several methods about its automation. Additionally, we proposed chain form reinforcement learning for small memory agent. PSO for learning, improvement of complex reinforcement learning, effect of PCA for learning, and multi-agent simulator for CO<sub>2</sub> emission are done.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性情報処理

## 1. 研究開始当初の背景

近年、人間はインターネットなどの情報ネットワーク技術によって他の人間と相互に関連づけられ、いくつものコミュニティが誕生し、多様な価値観が生まれて来ている。しかし、これに伴い家族や地域社会等の従来型のコミュニティはその力を失い、家の中においても孤独を感じる人々を多く生むことになった。このように様々なメディアを通して種々のあり方が提示される反面、アイデンティティや自分らしさの喪失に代表される

新しい問題に我々は直面し、自己概念やコミュニケーションの捉え直しが必要とされている。そのような情勢の中で、人のうなずき行為や会話のリズムといった身体レベルでのより深い共感的なコミュニケーションを支援する研究やそのような機能を持たせたエージェントによるプレゼンテーション支援などはヒューマンインタフェース学会等でも一つの大きなトピックになっており、新しい様々なコミュニケーションのあり方が提示されてきている。

## 2. 研究の目的

本研究は共感的なコミュニケーションを支援するエージェントを設計し、実装することを目標とする。本研究のエージェントの持つ一番大きな特性は、エージェントが自らの学習のための探索空間を自らの試行錯誤の過程の中で徐々に分節化していく点（分割、統合、軸のぶれ等を繰り返す）にある。これにより、分解能が足りず通常では全く学習が進まないような状況においてさえ、同等の条件で適切な行動を獲得していくことを確認している。また、扱える情報量やメモリの中で状況をどのように分けて考えていけばよいかを学習していく様子は、人間の観察者にエージェントの成長のプロセス、ストーリーの捉え直しの様子を提供する。たとえば従来の自律移動ロボットであれば、エージェントは設計者が分割した概念空間の中でいくつかの行動の中から期待値の高いものを徐々に学習していき、そこでは人間であればトラウマを生じさせるような意味づけがなされる出来事があっても淡々と流れ作業のように単なる事故として処理されていく。本研究で提案するエージェントは概念空間の分割の自由度と処理できる情報量、メモリの制限を適度に組み合わせることによって、人間のような過ちや思いこみをするのであり、癒しやケアといったこれからのエージェント研究に求められるであろう、エージェントを思わず応援してしまうというような認知的なレベルでの共感、親しみの持つエージェントという側面を担うものである。たとえば、本研究の基礎的な研究では、ある自律移動エージェントはその学習過程の中で致命的なミスを犯したが、その後の学習過程において自らの誤った思いこみを訂正しつつ適応的な概念空間を獲得している。これは通常の強化学習では観察することのできない学習のプロセスを端的に示している。

## 3. 研究の方法

まず、研究の基盤を確立するために、基礎実験で明らかにした提案するエージェントの有用性がどのような点で通用するのかを、様々な条件でのシミュレーション実験を中心に明らかにしていく。特に、研究代表者が中心となり従来研究のエージェントによるコミュニケーション支援研究と同様の実験に適用させる。具体的には、まず、うなずきエージェントなどの概念空間獲得の様子を観察するとともにそのアンケートデータの取得と分析を行う。強化学習エージェントとしての性能を上げるためのマルチエージェントシステムの設計、自律移動ロボットシミュレーター環境をプログラミングを行う。研究の初年度ではあるが、繰り返し四人のジレンマやライトレースロボットのような

一般的な問題に対する提案エージェントの有用性は既に確認しており、その研究成果について共同研究者や京都大学、ATR等の研究者との打ち合わせの中で検討し、国際学術誌等に発表する。特に、提案しているモデルで導入している計算能力の制限やメモリの制限は群知能、進化計算の分野において注目されつつあるトピックであり、人間の持つ種全体としての計算能力を模した提案エージェントは状態空間の爆発問題に対する新しい手法ということができ、この点においても研究成果を挙げることができると思われる。また、提案するモデルを実装することを研究の中心的な目標とし、そのコミュニケーション支援システムとしての性能をアンケート調査する。プレゼンテーション支援エージェントとうなずきロボットに対する提案モデルの実装、実機でのライトレースロボット、自律移動ロボット実験へ応用し、研究発表を行う。ヒューマンインタフェース学会でのエージェント支援に関する研究発表、論文投稿、社会的な知的エージェントに関する国際会議での発表や論文投稿を行う。

また、研究代表者が中心となり、同時に地域社会活性化についての研究への応用を目的とした社会シミュレータとしてのマルチエージェント系の設計、調査をする。

## 4. 研究成果

本研究で提案するエージェントは概念空間の分割の自由度と処理できる情報量、メモリの制限を適度に組み合わせる。強化学習エージェントとしての性能を上げるためのマルチエージェントシステムの設計、自律移動ロボットシミュレーター環境をプログラミングを行い、国際会議、国内、国際学術誌で発表、投稿した。

粒子群を用いた探索空間の分割について研究を進め、従来手法を学習用にアレンジし、少ない粒子数を保持しつつその粒子の多様性を失わないための方法を提案し、発表した。認知的な仕組みを保持する強化学習エージェントのマルチエージェントシステムの設計、何種類かの倒立振り子シミュレータのプログラミングを行い、国際会議、国内、国際学術誌で発表、投稿した。

学習を極限まで簡素化することによって、強化学習における認知的な負担を軽減するアルゴリズムを開発した。鎖型強化学習と名付けたこの手法は目標状態につながる状態と行動の組をつなげていくように保存する学習アルゴリズムで、Q学習と比較して大幅にメモリ使用量を減らすことに成功した。また、当初検討予定だった転移学習では、エージェント間のコミュニケーションをその伝達される情報の情報量を必要最低限の状態にまで削減することの学習に対する影響を調査し、発表した。特に、主成分

分析によって得られた大まかな情報を利用し,単純な2次元グリッド上の迷路問題で,設定次第では学習時間を半分程度に減らすことが可能となった.双方とも国際会議で発表し,国際学術誌,国内学術誌での査読が終わり,掲載が決まっている.さらに,社会シミュレータとして学習エージェントによるCO<sub>2</sub>排出量を検討するための都市シミュレータを開発した.これは国内会議,国際会議での発表が決定している.

#### 5. 主な発表論文等

(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13件)

- ① A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, Y. Komori  
Simple Reinforcement Learning for Small-Memory Agent  
Proc. of 10th International Conference on Machine Learning and Applications 査読有 1 2011 458-461
- ② A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, Y. Komori, Y. Iwamoto  
Improvement of Particle Filter for Reinforcement Learning  
Proc. of 10th International Conference on Machine Learning and Applications 査読有 1 2011 454-457
- ③ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, Y. Komori  
PCA-Guided Information Compression in State-Action Space for Reinforcement Learning Agent  
Proc. of 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems 査読有 1 2011 112-115
- ④ Y. Komori, A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi  
The Automatic Adaptive Space Segmentation for Reinforcement Learning  
Proc. of 12th International Symposium on Advanced Intelligent Systems 査読有 1 2011 108-111
- ⑤ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi  
Proposed Particle-Filtering Method for Reinforcement Learning  
Proc. of 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems 査読有 1 2011 1715-1718
- ⑥ A. Notsu, Y. Komori, K. Honda, H. Ichihashi  
Influence of the Space Segmentation and its Adaptive Automation for Reinforcement Learning  
Proc. of 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems 査読有 1 2011 1079-1083
- ⑦ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi  
Social Simulation Based on Perceptual Balance on the Influence of Communication Styles  
Proc. of SICE Annual Conference 2010 査読有 番号なし 2010 2186-2187
- ⑧ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi  
Couple Particles in Action Space for Reinforcement Learning  
International Journal of Computer Science and Network Security 査読有 10, 12 2010 200-203
- ⑨ 野津 亮, 山本 優, 本多克宏, 市橋秀友  
認知的経済性に基づいた社会シミュレーションモデルにおけるコミュニケーション形態の影響  
知能と情報 (日本知能情報フuzzy学会誌) 査読有 22, 2 2010 154-164
- ⑩ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi  
Proposal for Notion Learning of Reinforcement Learning  
Proc. of Social Intelligence Design 2009 査読有 番号なし 2009 なし (USBフラッシュメモリ)
- ⑪ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, H. Wada  
Particle Swarm in State and Action Space for Q-learning  
Proc. of 10th International Symposium on Advanced Intelligent Systems 査読有 番号なし 2009 102-105
- ⑫ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, H. Wada  
Contraction Algorithm in State and Action Space for Q-learning  
Proc. of 10th International Symposium on Advanced Intelligent Systems 査読有 番号なし 2009 93-96
- ⑬ A. Notsu, K. Honda, H. Ichihashi, O. Katai  
Visualization of Balancing Systems Based on Naive Psychological Approaches  
AI & Society 査読有 23, 2 2009 281-296

[学会発表] (計7件)

- ① 野津亮, 本多克宏, 市橋秀友, 別府剛至  
粒子群による学習状態行動空間分割  
第27回フuzzyシステムシンポジウム  
2011/9/12-14 福井
- ② 野津亮, 本多克宏, 市橋秀友, 小森祐希

強化学習におけるParticle-filter の導入

第 27 回ファジィシステムシンポジウム  
2011/9/12-14 福井

- ③ 小森祐希, 野津亮, 本多克宏, 市橋秀友  
主成分分析に基づく強化学習エージェントの状態行動空間の圧縮

第 21 回インテリジェントシステムシン  
ポジウム 2011/9/1-2 神戸

- ④ 野津亮, 本多克宏, 市橋秀友, 小森祐希  
マルチエージェント強化学習における局  
所解保持のためのパーティクルフィルタ  
第 21 回インテリジェントシステムシン  
ポジウム 2011/9/1-2 神戸

- ⑤ 小森祐希, 野津亮, 本多克宏, 市橋秀友  
Q学習における状態空間の分割の影響と  
その自動化について

第 55 回システム制御情報学会  
2011/5/17-19 大坂

- ⑥ 野津 亮, 本多克宏, 山本 優, 市橋秀友  
社会シミュレーションにおけるコミュニ  
ケーション形態の影響

第 26 回ファジィシステムシンポジウム  
2010/9/13-15 東広島

- ⑦ 野津 亮, 本多克宏, 市橋秀友  
認知的均衡に基づいた社会シミュレーシ  
ョン

第 11 回日本感性工学会大会  
2009/9/8-10 東京

[その他]

ホームページ等

<http://www.cs.osakafu-u.ac.jp/hi/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

**野津 亮 (NOTSU AKIRA)**

大阪府立大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：40405345