

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330258

研究課題名(和文) エージェント開発者育成のための教育用エージェント開発ツール

研究課題名(英文) Educational Agent Development Tool for Cultivation of Agent Programmer

研究代表者

打矢 隆弘 (Uchiya, Takahiro)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10375157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)： エージェントシステム開発者の育成，及び， エージェント技術を応用した実用システムの普及促進を実現することを目的として，既存の分散エージェントシステム開発ツールの高度化・洗練により，エージェント開発者がより容易にエージェントプログラミングが可能な開発環境を構築した．本環境を用いることで，機械学習・ディープラーニング学習を行う学習エージェントの開発効率を90%以上向上することができた．

研究成果の概要(英文)：1. Cultivation of human resources of agent programmer  
2. Realization of practical system based on agent technology

For the above two purposes, we built the agent development environment which agent programmer easily develop the distributed agent system. By using this environment, agent programming cost is reduced over 90%, we are able to improve the development efficiency of agent system. This research result contributes the easy development of intelligent agent system.

研究分野：分散人工知能

キーワード：マルチエージェントシステム 学習エージェント ディープラーニング エージェントフレームワーク

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ネットワーク環境において利用者要求や環境の変化に柔軟に対応し、高度で安定したサービスを提供するための手法として、自律・協調機能を有するマルチエージェントシステム(以下システムと略)により情報システムを構築する手法が徐々に試みられつつあり、具体的な適用例としてエージェント型ネットワークミドルウェアや、知識型ビデオ会議システム、マルチメディア通信システム、分散バックアップシステムなどが提案されている。

こうしたシステムの構築を実現するために、過去の研究ではシステムの集積及び組織化の機能を持つエージェントリポジトリを軸とした「リポジトリ型マルチエージェントフレームワーク」を提案し、システム開発と運用の効果的な支援に関する研究を進めてきた。その研究成果として、システムを系統的に開発・運用するための手法[インタラクティブエージェント開発方式]と支援機能[インタラクティブエージェント開発環境]を体系化して整備し、これらを利用することで開発者・利用者の負担軽減を達成できることを確認している。

一方で、学習機構を伴う知的なエージェントシステムの開発では、これまで十分な開発・運用支援が行われておらず、学習エージェントの円滑な開発が困難であることが課題であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、システムを系統的に開発・運用するための手法[インタラクティブエージェント開発方式]と支援機能[インタラクティブエージェント開発環境]をさらに高度化し、特に学習性を有するエージェントシステム開発における開発者の作業負担の軽減及び開発作業の円滑化を実現する。

### 3. 研究の方法

リポジトリ型エージェントフレームワーク DASH, 及びエージェント開発ツール IDEA の機能拡張により、様々な性質を有するエージェントシステムの容易な開発を支援する。エージェントの性質として、自律性・協調性・拡張性・永続性・学習性・即応性・移動性を対象とする。本研究では、特に”学習性”に焦点を当てる。

### 4. 研究成果

主要な研究成果を2つ抜粋する。

#### (1) Nash-Q 学習エージェント開発支援

従来の学習エージェント設計支援機構を拡張し、Q 学習, Profit Sharing 学習に加え、新たに Nash-Q 学習エージェントの開発・運用を実現した。

#### (S1) Nash-Q 学習の導入

Nash-Q 学習を利用できるように拡張した(図1)。Nash-Q 学習を利用することで従来研究

では不可能だった、相手の行動を妨害しない行動を学習することが可能となった。

#### (S2) グラフ描画機能の改善

複数のエージェントの学習結果を一画面に表示するよう改良した。これにより、学習結果の比較が容易となった。さらに過去の学習結果とも比較できるように改善した。

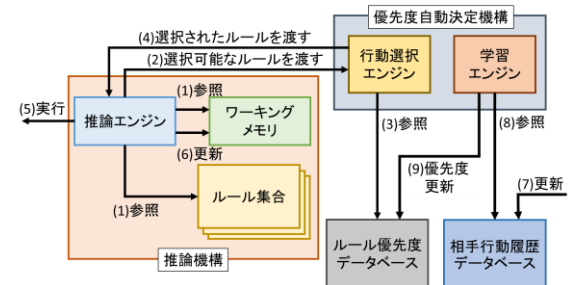


図1 : Nash-Q 学習エージェントの内部構造

#### (S3) 自動パラメータ調整機能の追加

Nash-Q 学習を利用するには利用者が三種類のパラメータ( $\alpha$ :学習率,  $\beta$ :割引率,  $\theta$ :相手行動探索率)を自身で設定しなければならない。そこで、Nash-Q 学習を利用する際に必要なパラメータを自動で調整する機能を追加した。これにより、開発者は学習性に対する専門知識なしで学習エージェントを利用することができる。

#### ・評価実験

(S1) が有用であるかを評価するために、Nash-Q 学習を利用する際にエージェント一体につき記述するコード量がどの程度削減されるかを求めた。従来の DASH に対して Nash-Q 学習エージェントを作成するのに必要な記述量を A, 提案機構を利用して同エージェントを利用するのに必要な記述量を B として削減率を求めた。記述量 A, B は共にエージェントのルール記述などは含まずエージェント一体に学習性を導入するのに必要な記述量であるので、求めた削減率は利用環境に因らない値である。また、単位はステップ数とした。

結果は表1であり、開発者の負担軽減を確認できた。

表1 : Nash-Q 学習における記述量の削減効果

記述量 A	記述量 B	削減率 (%)
392	6	98.5

#### (2) ディープラーニング学習エージェント開発支援

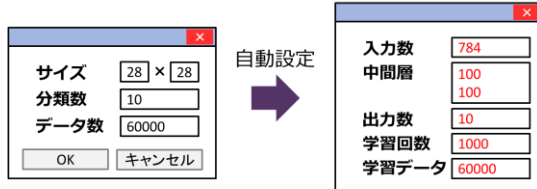
画像認識や音声認識分野で特に有効な学習手法であるディープラーニング学習を、様々なエージェント応用システムで利用可能とすべく、ディープラーニング学習エージェントの設計支援機構を開発した。

提案機構により下記の開発支援を行う。

- Stacked Denoising Autoencoder モデルに基づくディープラーニング機能の追加
- パラメータ設定機能の追加(図2)：詳細なパラメータ設定が不要な簡易設定が利用可能
- 学習状況確認機能の追加(図3)：学習状況の確認や途中での学習打ち切りを行う

#### パラメータ簡易設定機能

最小限のパラメータを設定するのみで学習可能  
画像認識のみ対応



パラメータ簡易設定画面

パラメータ設定画面

図2：パラメータ設定機能

#### 学習打ち切り機能

一定の精度に達した時点で学習を終了  
精度が伸びなくなった場合にも学習を終了

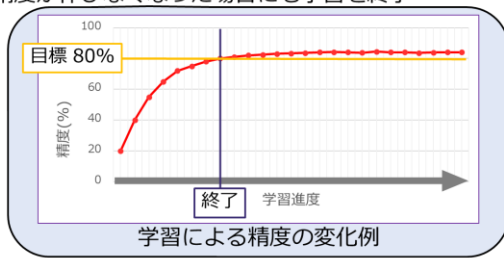


図3：学習状況確認機能

動作確認による学習時間と識別率

打ち切り回数	打ち切り精度	学習時間	識別率
20回	0%	4時間20分22秒	87.18%
	1%	1時間45分28秒	83.72%
	2%	1時間17分38秒	82.00%
	3%	1時間13分47秒	81.17%
	5%	50分32秒	76.95%
学習打ち切りなし		12時間18分58秒	88.90%

識別率が5%程度低下するが学習時間を80%程度削減

図4：学習打ち切りの効果

#### ・評価実験1

数字文字認識を対象として、ディープラーニング学習のアルゴリズムに基づき、学習エージェントが学習処理と識別処理を正常に行えることを確認した。また、ディープラーニング学習では学習時間の長さが大きな課題であるが、学習打ち切りの機能を効果的に使用することで、数字文字の認識識別率の低下を抑えつつ、学習時間を大幅に短縮可能であることが示された(図4)。

#### ・評価実験2

ディープラーニングはアルゴリズムが複雑であるが、提案機構のディープラーニング機能を用いることにより、学習に関するコード

の記述を削減することが可能となる。この記述量について調査し、開発者の負担軽減について検証した。

以下の記述量を比較する。いずれも学習に係るコードの行数とし、空行、コメントのみの行は含まない。

A：提案機構のディープラーニング機能を実装するために必要な DASH エージェントおよびベースプロセスのコード記述量

B：提案機構によりディープラーニング機能を利用するために必要な DASH エージェントのコード記述量

A, B それぞれの記述量に対し、記述量削減率を求めることにより、開発者の負担軽減について考察する。

表2：ディープラーニング学習における記述量の削減効果

記述量A[行]	記述量B[行]	記述量削減率 [%]
806	2	99.75%

表2より、コード記述量を十分に削減できていることを確認できた。これにより、開発者はディープラーニングに関するコーディングを必要としないため、開発者の負担の軽減を実現していると考えられる。すなわち、学習エージェントの開発支援という点において、提案機構は有効であると言える。

#### ・評価実験3

学習エージェント開発に必要な操作数を調査し、開発者の負担軽減について検証した。提案機構を用いて学習エージェントを開発する際、以下のA~Cの各操作を1ステップとし、学習エージェントが学習を行うまでのステップ数、および識別エージェントが識別を行うまでのステップ数を調査する。また、パラメータ簡易設定機能を利用する場合のステップ数についてもそれぞれ調査する。ステップ数の計測は DASH フレームワークを起動した直後から開始とし、学習エージェントは training アクション、識別エージェントは classify アクションの実行を目標とする。

A：エージェントのコードを記述する(1行あたり1ステップとする)

B：GUI上のボタン、チェックボックスを押す  
C：GUI上のテキストボックスに文字を入力する(1回の入力を1ステップとする)

調査したステップ数を表3に示す。表3より、十分少ないステップ数で学習エージェントを開発可能であることを確認できた。また、表4より、パラメータ簡易設定機能を利用することで学習用のパラメータ設定に必要なステップ数を削減していることを示した。よってパラメータ簡易設定機能の有効性を確認できた。以上により、開発者によるコード記述、パラメータ設定の負担の軽減を実現していると言える。すなわち、学習エージェン

トの開発支援という点において、提案機構は有効であると言える。

表 3:開発ステップ数

処理内容		A	B	C	合計ステップ
学習	学習エージェントの実装	14	3	0	17
	学習用のパラメータ設定	0	6	12	18
	学習状況確認機能用のパラメータ設定	0	2	4	6
	合計	14	11	16	41
識別	識別エージェントの実装	14	3	0	17
	識別用のパラメータ設定	0	3	0	3
	合計	14	6	0	20

表 4:パラメータ簡易設定機能利用時の開発ステップ数

処理内容		A	B	C	合計ステップ
学習	学習エージェントの実装	14	3	0	17
	学習用のパラメータ設定	0	3	4	7
	学習状況確認機能用のパラメータ設定	0	2	4	6
	合計	14	8	8	30
識別	識別エージェントの実装	14	3	0	17
	識別用のパラメータ設定	0	3	0	3
	合計	14	6	0	20

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 1 件)

- ① Takahiro Uchiya, Motohiro Shibakawa, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "Multiagent-based distributed backup system for individuals", Proc. of 2005 IEEE/ACIS 14th International Conference on Computer and Information Science (ICIS), 査読有, 2015, pp. 361-366, DOI: 10.1109/ICIS.2015.7166620
- ② Masato Hibino, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "Development Tool of Q-Nash Learning Agent for Intelligent System", Proc. of the 18th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2015), 査読有, 2015, pp. 582-585, DOI: 10.1109/NBIS.2015.85
- ③ Masato Hibino, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "Development Support of Nash-Q Learning Agent on Agent Framework DASH", Proc. of the IEEE GCCE 2015, 査読有, 2015, pp. 296-29, DOI: 10.1109/GCCE.2015.7398649
- ④ Yuki Kishigami, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "Proposal of Snapshot Management Mechanism for DASH Agent Framework", Proc. of the 13th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI\*CC2014), 査読有, 2014, pp. 501-505, DOI: 10.1109/ICCI-CC.2014.6921506
- ⑤ Motohiro Shibakawa, Takahiro Uchiya, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "Development of the Distributed Backup System using Multi-Agent Technology",

Proc. of the 12th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI\*CC2013), 査読有, 2013, pp.268-273, DOI: 10.1109/ICCI-CC.2013.6622254

- ⑥ Takahiro Uchiya, Syo Itazuro, Ichi Takumi, Tetsuo Kinoshita, "IDEAL: Interactive Design Environment for Agent System with Learning Mechanism", Proc. of the 12th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI\*CC2013), 査読有, 2013, pp.153-160, DOI: 10.1109/ICCI-CC.2013.6622238

〔学会発表〕(計 1 5 件)

- ① 渡邊賢人, 打矢隆弘, 内匠逸, "ディープラーニング学習を行う学習エージェント開発支援機構の構築", 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016 年 3 月 10 日~2016 年 3 月 12 日, 神奈川県・横浜市.
- ② 林幸汰, 打矢隆弘, 内匠逸, "災害時の無線通信路確立におけるマルチエージェントを用いたロボット制御", 情報処理学会第 78 回全国大会, 2016 年 3 月 10 日~2016 年 3 月 12 日, 神奈川県・横浜市.
- ③ 宮原悠輔, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, "公共利用向けのクラウド型エージェントフレームワークの試作", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02015)シンポジウム, 2015 年 7 月 8 日~2015 年 7 月 10 日, 岩手県・八幡平市.
- ④ 大野健, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, "エージェントフレームワーク DASH におけるセキュリティ機構の開発", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02015)シンポジウム, 2015 年 7 月 8 日~2015 年 7 月 10 日, 岩手県・八幡平市.
- ⑤ 加藤義隆, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, "広域分散エージェントトリポジトリに対する管理運用機構の開発", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02015)シンポジウム, 2015 年 7 月 8 日~2015 年 7 月 10 日, 岩手県・八幡平市.
- ⑥ 石田大明, 打矢隆弘, 内匠逸, 木下哲男, "個人間分散バックアップにおける重複排除手法の導入", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02015)シンポジウム, 2015 年 7 月 8 日~2015 年 7 月 10 日, 岩手県・八幡平市.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

打矢 隆弘 (UCHIYA Takahiro)  
名古屋工業大学・工学研究科・  
准教授  
研究者番号: 1 0 3 7 5 1 5 7