

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K22884

研究課題名（和文）心理学理論を用いた記号処理人工知能とパターン処理人工知能の統合

研究課題名（英文）Integrating symbolic-based AI and pattern-based AI using psychological findings

研究代表者

市瀬 龍太郎（Ichise, Ryutaro）

国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・准教授

研究者番号：00332156

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：人工知能には、記号処理とパターン処理の2つの対立する代表的なアプローチがある。従来の人工知能では、2つのアプローチを問題領域に応じて選択し、それぞれ別個に応用されてきた。本研究では、これまでに別個で使われていた記号的人工知能とパターンの人工知能の判断を有機的に統合する手法を解明することを目的とする。そのために、2つの手法による違いの解明、2つの処理手法の統合を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能の世界においては、人工知能が使う原理に関して、長年、パターンか記号かの論争が続いている。本研究では、それぞれの長所を統合する挑戦的な課題を設定した。学術的には、人工知能のアプローチを根本から見直す意義がある。また、社会的には、2つのアプローチを統合することで、意思決定の透明化がなされ、安心して人工知能技術の導入を進められるようになる意義がある。

研究成果の概要（英文）：There are two representative approaches to Artificial Intelligence: symbolic-based approach and pattern-based approach. The purpose of this research is to elucidate a method to integrate symbolic-based AI and pattern-based AI. For this purpose, we investigated the characteristics of the two approaches and developed a technique to integrate them.

研究分野：知能情報学

キーワード：人工知能 機械学習 記号処理 パターン処理

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

人工知能には、記号処理とパターン処理の2つの対立する代表的なアプローチがある。前者は、人間と同様に、記号を用いて事物や概念などを表現して処理を行うため、人間が機械の処理内容を理解可能で、人間の思考とも親和性が高い。しかし、全てを記号で表すのは困難であるため、曖昧な事象などを取り扱うことには向かない。一方、後者は、事物や概念などを数値などのパターンで表現して処理を行うため、人工知能の思考過程を理解することが困難である。しかし、曖昧にしか規定できないことを表現して、判断するのに向く。従来の人工知能では、2つのアプローチを問題領域に応じて選択し、それぞれ別個に応用されてきた。

2. 研究の目的

人間は2つのアプローチを組み合わせることで、高度な知能を実現している。2つの思考を利用することで、相補的な判断が可能であるが、単体のアプローチでは、このような判断は難しい。本研究では、これまでに別個で使われていた記号的人工知能とパターンの人工知能の判断を有機的に統合する手法を解明することを目的とする。そのために、本研究では、心理学の理論に基づき、この2つを統合することを目指す。

3. 研究の方法

2年間の研究は、下記のような形式で遂行した。

(1) 2019年度

1. 基本機構・実験環境の整備

本研究では、記号処理とパターン処理の2つが、環境とのインタラクションを行う状況を想定している。そのため、最初に、研究で使う環境を整備する必要がある。本研究では、そのような環境としていくつかの状況を設定し、そのような環境で記号処理とパターン処理の基本的な手法の実装を行った。

2. 2つの処理手法による違いの解明

本研究では、記号処理とパターン処理の2つを研究の対象としている。記号処理に関しては、自動車運転のシミュレーション環境を用いて研究を行った。そのシミュレーション環境において、記号的な知識を自動的に学習するアルゴリズムの開発を行った。パターン処理に関しては、ゲーム環境を用いて研究を行った。そのゲーム環境において、効率的な意思決定を行うアルゴリズムの開発を行った。そして、異なる環境において、それぞれで獲得される意思決定の違いについて考察を行った。

(2) 2020年度

1. ストリームデータからの記号的知識の生成手法の解明

パターン処理と記号処理の関係を解明するために、パターン処理が得意とするストリームデータを対象として、そこから記号的知識を生成する手法の解明を行った。具体的には、2019年度に構築した運転シミュレーション環境を用いて、ストリームデータを生成し、そこから記号的知識への変換を行うアルゴリズムの設計を行った。

2. 2つの処理手法の統合

2019年度の考察を踏まえ、記号的に表される知識を利用できる強化学習の設計、および実装を行った。その結果、2つの処理手法を統合することで、少量の知識を利用するだけでも、大幅に学習を加速できることができることが分かり、複数のドメインにおいて、有効性を示した。

4. 研究成果

(1) 2019年度

前章で述べた研究で得られた成果に基づき、以下の論文2本の出版を行った。

- Juha Hovi, Ryutaro Ichise: Feasibility Study: Rule Generation for

Ontology-based Decision-making Systems, Proceedings of the 9th Joint International Semantic Technology Conference, pp. 88-99, Springer, 2019.

- Nicolas Bougie, Ryutaro Ichise: Skill-based Curiosity for Intrinsically Motivated Reinforcement Learning, Machine Learning, Vol. 109, pp. 493-512, Springer, 2020

(2) 2020年度

前章で述べた研究で得られた成果に基づき、論文2本の出版を行った。

- Nicolas Bougie, Ryutaro Ichise: Towards Interpretable Reinforcement Learning with State Abstraction Driven by External Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E103.D, No. 10, pp. 2143-2153, 2020
- Juha Hovi, Ryutaro Ichise: Explanatory Rule Generation for Advanced Driver Assistant Systems, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E104.D, 印刷中, 2021

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Juha Hovi, Ryutaro Ichise	4. 巻 CCIS 1157
2. 論文標題 Feasibility Study: Rule Generation for Ontology-based Decision-making Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th Joint International Semantic Technology Conference	6. 最初と最後の頁 88-99
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nicolas Bougie, Ryutaro Ichise	4. 巻 109
2. 論文標題 Skill-based Curiosity for Intrinsically Motivated Reinforcement Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Machine Learning	6. 最初と最後の頁 493-512
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nicolas Bougie, Ryutaro Ichise	4. 巻 E103.D
2. 論文標題 Towards Interpretable Reinforcement Learning with State Abstraction Driven by External Knowledge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2143-2153
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Juha Hovi, Ryutaro Ichise	4. 巻 E104.D
2. 論文標題 Explanatory Rule Generation for Advanced Driver Assistant Systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------