

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：82646

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K12024

研究課題名（和文）利益分配原理に基づく深層強化学習の革新的進化と実問題への応用に関する研究

研究課題名（英文）Research on the innovative evolution of deep reinforcement learning based on the profit sharing principle and its application to real problems

研究代表者

宮崎 和光（Miyazaki, Kazuteru）

独立行政法人大学改革支援・学位授与機構・研究開発部・教授

研究者番号：20282866

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、当初の目的であった「利益分配原理に基づく学習結果のばらつきを抑えた深層経験強化型学習」であるDeep Profit Sharing methodの基本設計を完成させた後、対象問題クラスに関するふたつの副目標を考慮した実問題への応用例を拡充させた。具体的には、当初予定していた「スマートエネルギーシステムへの応用」を達成するとともに、「カリキュラム分析支援システムへの応用」についても一定の成果を得た。さらに、当初想定していなかった応用例として、道路交通信号機制御に適用し一定の成果を得た上で、ネガティブツイートの抑制、Angry Bird AI Competitionへの適用を開始した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では「利益分配原理に基づく学習結果のばらつきを抑えた深層経験強化型学習」であるDeep Profit Sharing method (DeePS) の有効性を主張できた。これは、動的計画法や政策の直接探索に基づく手法が主流を占める深層強化学習の世界に一石を投じるものであり、学術的意義が大きい。通常、それらの手法では、学習に多くの試行錯誤を要するが、DeePSは、より少ない経験でいかに学習するかを主眼に置いており、実問題への応用において、特に、威力を発揮するものと考えられる。実際、本研究では、複数の実問題に応用し、DeePSの有効性を示すことができたので、得られた成果の社会的意義は大きいと言える。

研究成果の概要（英文）：In this study, after completing the basic design of the Deep Profit Sharing method, which is “deep exploitation-oriented learning with reduced variability of learning results based on the profit sharing principle,” which was the original goal of this study, we expanded the application examples to real problems considering two sub-goals related to target problem classes. Specifically, we achieved the originally planned “application to smart energy systems” and also obtained certain results for “application to curriculum analysis support systems.” In addition, as an example of an application not initially envisioned, after achieving a certain level of success with the application to road traffic signal control, we began applying the system to the suppression of negative tweets and the Angry Bird AI Competition.

研究分野：機械学習、人工知能

キーワード：深層強化学習 強化学習 深層学習 利益分配原理 経験強化型学習

1. 研究開始当初の背景

近年、深層学習と強化学習を融合させた深層強化学習が注目されている。そこでは、Q-learning (QL) に代表される動的計画法に基づく手法を利用した Deep Q-Network (DQN) (およびその派生手法) や、学習対象となる政策の直接的な探索を行う REINFORCE アルゴリズムなどの方策勾配法に基づく手法が広く用いられている。一方で、これらの接近法には、学習に多くの試行錯誤を要するという問題がある。

それに対し、研究代表者らは、得られた経験を強く強化することで試行錯誤回数の削減を指向する接近法として、経験強化型学習 (Exploitation-oriented Learning) を提唱している。その上で、これまでに、深層学習と、代表的な経験強化型学習手法である Profit Sharing (PS) とを組み合わせた DQNwithPS などの手法を提案してきた。そこでは、例えば、一部の問題において DQN の 1/10 の試行錯誤回数での学習を実現するなど、従来の深層強化学習手法に対する、試行錯誤回数の観点での優位性が広く確認されていた。

しかし、PS には、学習結果がばらつくという問題が存在する。そのため、PS を利用した各種の提案手法にも、同様の問題が含まれており、解決が望まれていた。実際に、ばらつきを抑えた深層経験強化型学習が完成すれば、新たな選択肢となり得る手法が確立し、実問題への適用レベルを飛躍的に向上することができると考え、本研究課題を着想するに至った。

2. 研究の目的

現在、深層強化学習の中心的手法として広く用いられている DQN やその派生手法などでは、学習に多くの試行錯誤を要するため、迅速な対応が求められる場合には適用し辛いという問題がある。この問題を解決するために、本研究では、経験を強く強化する接近法である経験強化型学習に着目する。

これまで、研究代表者らは、経験強化型学習の中心に位置する利益分配原理 (PS 原理) に基づく手法と深層学習とを組み合わせた各種の深層経験強化型学習手法を提案してきた。しかし、試行により学習結果がばらつく場合が多く、解決が望まれていた。

そこで本研究課題では、「ばらつきを抑えた深層経験強化型学習の提案」を主目標に掲げる。さらに副目標として、実問題への応用において特に重要となる、「マルコフ決定過程を超えるクラス」や「マルチエージェント環境下」での挙動の明確化を掲げる。これらを踏まえた手法を提案するとともに、未知状態に対し迅速な対応が求められる実問題に応用することで、提案手法の有効性を主張する。

3. 研究の方法

本研究では、PS 原理に基づく、学習結果のばらつきを抑えた深層経験強化型学習の基本設計を初年度において完成させる。その後、主目標である「ばらつきを抑えた深層経験強化型学習の提案」を実現する手法として、PS 原理を利用した「深層利益分配法 (Deep Profit Sharing method; DeePS)」を構築する。

一般に、PS 原理を利用した手法は、マルコフ決定過程 (MDPs) を超える一部のクラスでの合理性が保証されるとともに、マルチエージェント環境下での同時学習問題に頑健であるという特徴を持つが、深層学習と組み合わせたときの性質は明らかとなっていない。そこで本研究では、これらの特徴を明確化するために、次年度以降に解決すべき課題として、次のふたつの副目標を設定する。「副目標 1 : PS 原理と適格度トレースとの関係を整理し、DeePS の MDPs を超えるクラスでの有効性を明らかにする」「副目標 2 : DeePS とマルチエージェント環境下での間接報酬に関する定理との関係を整理し、DeePS のマルチエージェント環境下での有効性を明らかにする」

これらの副目標を達成するために、本研究では、次のふたつの応用例を考える。

「応用例 1 : スマートエネルギーシステムへの応用」

「応用例 2 : カリキュラム分析支援システムへの応用」

これらはともに、未知状態に対し迅速な対応が求められる可能性がある点で共通している。すなわち、リアルタイムな学習を行う前に、シミュレータを用いた学習が行えたとしても、天候の急激な変化や各大学による非同期的な情報更新などの不測の事態への迅速なる対応が要求される可能性のある応用例となっている。加えてこれらは、副目標で掲げた MDPs を超えるクラスやマルチエージェント問題として定式化可能であり、主目標で提案する手法の検証に適した応用例と言える。

特に、応用例 1 では、近年普及が進んでいる太陽光パネルや蓄電池からなる家庭用発電システムの制御への適用を図る。このシステムでは、日射量が不確実性を伴うため、太陽光パネルの発電量も不確実性を伴う。したがって、その不確実性を考慮して蓄電池の充放電を適切に制御する必要がある。また、そのような不確実な電力需給の中、適切な室温を保持するための空調制御を行う必要がある。そのため、このようなシステムでは、MDPs を超えるクラスに頑健な手法が求められる。さらに、異なる地域での発電システムを協調して制御することによって、地域全体として、より効率的なエネルギーシステムを構築できる可能性がある。これはマルチエージェント

環境となる。また、応用例2では、各大学のカリキュラム等を深層学習で分類・整理した上で、強化学習や経験強化型学習による意思決定支援システムを構築することで、受験生の大学選びや、大学の教職員によるカリキュラム編成の支援等につながることを期待できる。そこでは、各大学の独自性により情報が不均一となり、MDPs を超えるクラスとなる可能性が高い。また、利用者間のインタラクションを導入することでマルチエージェント学習の検証も可能である。

4. 研究成果

3で述べた研究の目的に従い実施した研究の成果をまとめると図1のようになる。以下では、順次、この図に従って研究成果を述べる。

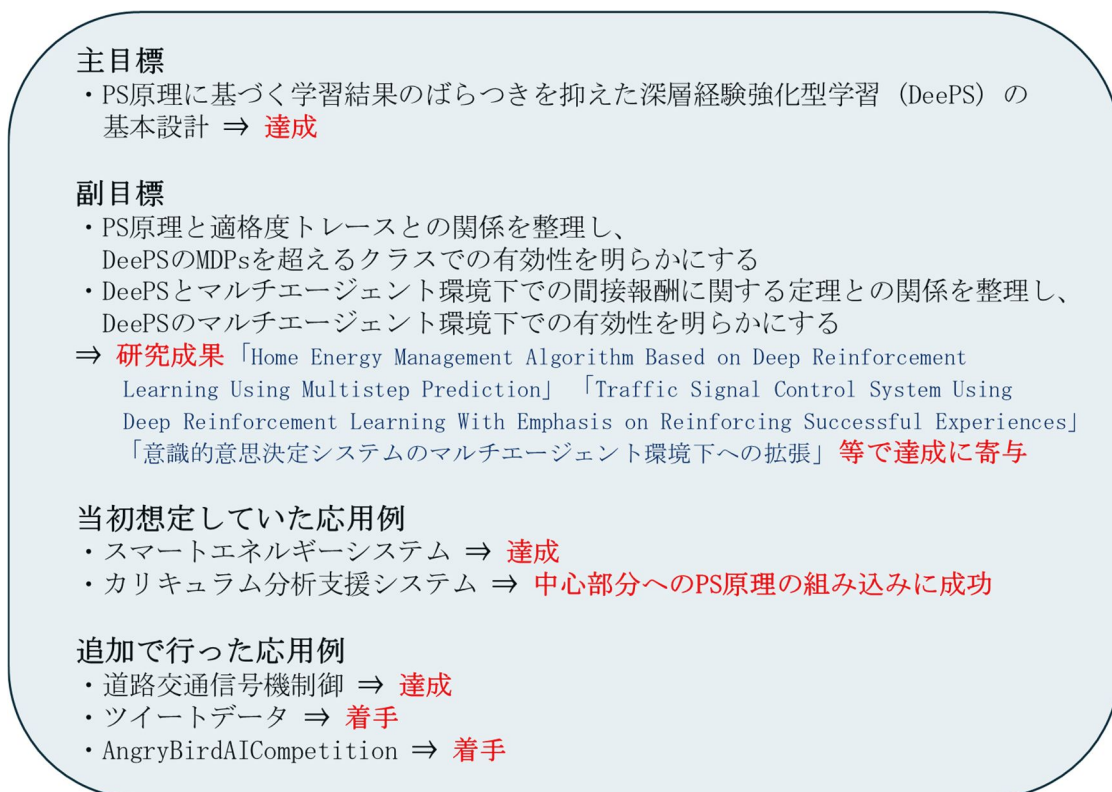


図1：研究の目的と研究成果の対応関係

本研究課題では、初年度に、PS 原理に基づく学習結果のばらつきを抑えた深層経験強化型学習 (DeePS) の基本設計を完成させた後、最終年度までに、PS 原理に基づく手法の応用例の探究と副目標の達成を中心に研究を進めた。

特に、最終年度に SSI2023 で優秀論文賞を受賞した「意識的意思決定システムのマルチエージェント環境下への拡張」においては、状態遷移の不確実性を制御できる環境における、複数エージェントの存在意義を確認するための実験を行った。シングルエージェントの場合と比較することで、マルチエージェント環境下での提案システムの有効性を示すことができ、本研究課題の副目標である「DeePS とマルチエージェント環境下での間接報酬に関する定理との関係を整理し、DeePS のマルチエージェント環境下での有効性を明らかにする」ことの達成に寄与する成果を得た。

さらに、当初想定していた応用例に対しては、初年度に学術論文「Home Energy Management Algorithm Based on Deep Reinforcement Learning Using Multistep Prediction」において、「スマートエネルギーシステムへの応用」を達成した。ここでは東京における7月1日から8月31日を対象期間とし、期間中のホームエネルギーマネジメントシステムの制御を対象問題とした。本システムの目的は、不確実な電力需給の下で蓄電池制御と空調制御の両方を学習し、適温の維持と電気料金の削減の両立を目指すことにある。結果として、既存の深層強化学習手法とDeePSを比較することで、電気料金は維持しつつ、高い不確実性の下での学習が必要な室温制御において、特に有効であることがわかった。具体的には、表1に示した既存の深層強化学習手法

表1：各手法の適温超過時間数 (単位：時間)

	0 0.5度超過	0.5 1.0度超過	1.0 1.5度超過	1.5 2.0度超過
既存深層強化学習	222	84	26	8
DeePS	217	59	7	0

と DeePS の室温制御に関する比較結果において、既存手法に対して DeePS の 0.5 度以上超過している時間数は約 17%削減されていることが確認された。特に 1.0 度以上の超過時間数に関しては、約 80%の削減と大きな成果が確認された。これらの結果より、DeePS の MDPs を超えるクラスでの有効性が示され、本研究課題の副目標である「PS 原理と適格度トレースとの関係を整理し、DeePS の MDPs を超えるクラスでの有効性を明らかにする」ことの達成に寄与する成果となった。

もうひとつの「カリキュラム分析支援システムへの応用」については、最終年度に公表した学術論文「Proposal of a Course-Classification-Support System using a Deep Learning and its Evaluation when combined with Reinforcement Learning」において、カリキュラム分析のコアとなる「科目分類支援システム」への PS 原理の組み込みに成功した。ここでは、伝統的な動的計画法に基づく強化学習手法に対する、PS 原理に基づく手法の有効性を確認するとともに、「科目分類支援システム」自体に対しても、伝統的な自然言語処理に基づく手法に対する、深層学習を活用した手法の有効性を確認した。これらの結果を総合し、最終的には、深層学習を利用した「科目分類支援システム」に PS 原理を組み込むことで、申請者の特性に合わせた科目の分類支援が可能となることを示した。科目の分類は、カリキュラム分析の最も重要な要素なので、今後、本格的なカリキュラム分析支援システムを作成する際の重要なステップが達成されたものとする。

また、当初想定していなかった応用例として、「道路交通信号機制御」に適用するとともに、「ネガティブツイートの抑制」や「Angry Bird AI Competition」への適用を開始した。

そのうち、「道路交通信号機制御」については、学術論文「Traffic Signal Control System Using Deep Reinforcement Learning With Emphasis on Reinforcing Successful Experiences」において、3×3 のグリッド式の道路ネットワーク上の各交差点に道路交通信号機を設置した環境下でのシミュレーションを行った。本シミュレーションの目的は、ランダムに環境内へ侵入する自動車による交通渋滞の緩和にある。それを実現するために、深層強化学習および DeePS を利

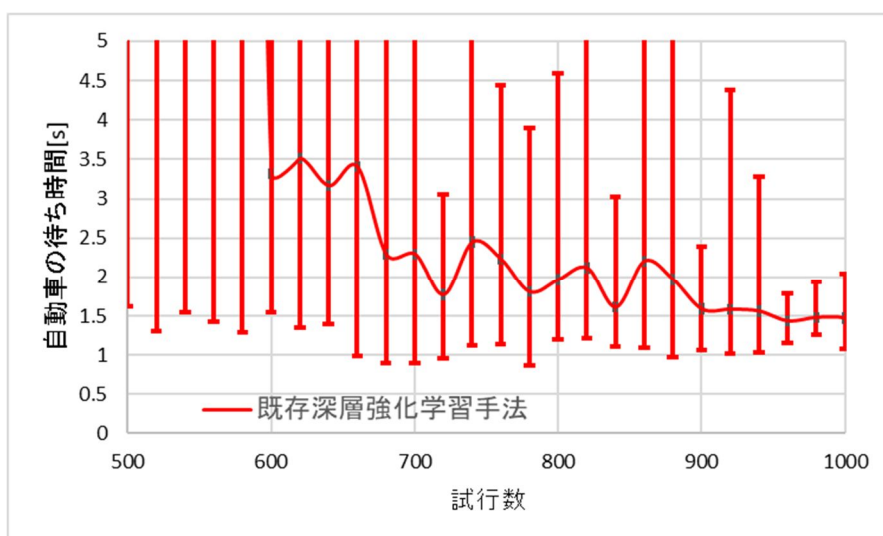


図 2：既存の深層強化学習手法による道路交通信号機 1 台当たりの待ち時間

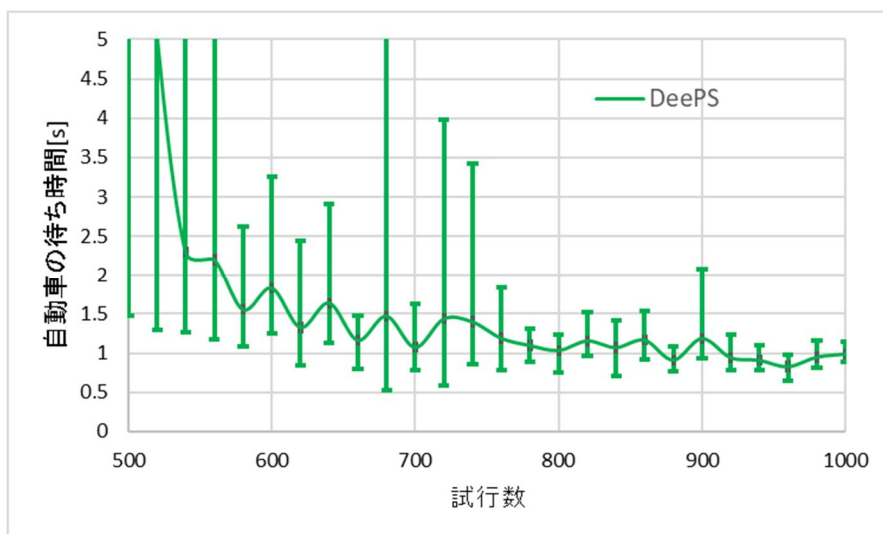


図 3：DeePS による道路交通信号機 1 台当たりの待ち時間

用した各交差点の道路交通信号機制御を行った。このとき計 9 機の道路交通信号機全てが学習対象であり、本シミュレーション環境はマルチエージェント環境として定式化される。図 2 および図 3 に示すように、既存の深層強化学習手法と DeePS とを比較することで、マルチエージェント環境下における DeePS の渋滞緩和に対する有効性の検証を行った。ここで、図中のエラーバーは 10 回の実験によるばらつきの範囲を示している。本結果より、DeePS では学習結果のばらつきを抑えながら道路交通信号機 1 台当たりの待ち時間を約 30%低減していることが確認された。これらの結果より、主目標に掲げた「ばらつきを抑えた深層経験強化型学習の提案」の効果を大いに発揮できていることが確認できた。また、副目標として掲げた「DeePS のマルチエージェント環境下での挙動の明確化」の達成に大きく貢献し、実問題への応用における DeePS の有効性を示す成果を得た。

加えて、「ネガティブツイートの抑制」や「Angry Bird AI Competition」への適用では、マルチエージェント環境下での間接報酬に関する定理を利用した実験を行い、その有効性を確認した。これらの成果は、本研究課題の副目標である「DeePS とマルチエージェント環境下での間接報酬に関する定理との関係を整理し、DeePS のマルチエージェント環境下での有効性を明らかにする」ことの達成につながるものである。

以上の成果により PS 原理の有効性を明らかにするとともに、今後の応用例の拡充に一定の道筋を与えることができたので、本研究課題の当初の目標は十分に達成されたと考える。特に、本研究で得られた成果は、今後、DeePS に関する研究を推進・発展させる上で、中心的な役割を担うものばかりである。また、すべての成果は、国内の学会や国際会議等で発表し高い評価を得るとともに、一部の成果は、原著論文として学術雑誌に掲載されており、学術的意義が高いものとなっている。

DeePS のもととなる PS 原理は、本研究の成果から明らかになったように、MDPs を超えるクラスやマルチエージェント環境下で特に威力を発揮する。これは、現在、主流を占めている動的計画法や方策勾配法に基づく深層強化学習手法に対する、PS 原理を利用した手法の優位性を示すものである。特に、実問題では、MDPs を超えるクラスやマルチエージェント環境下での学習が要求されることが多々あるので、本研究で得られた成果の社会的意義は大きく、PS 原理の有効性は、今後ますます増大するものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Miyazaki Kazuteru, Yamaguchi Shu, Mori Rie, Yoshikawa Yumiko, Saito Takanori, Suzuki Toshiya	4. 巻 28
2. 論文標題 Proposal of a Course-Classification Support System Using Deep Learning and its Evaluation When Combined with Reinforcement Learning	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 454 ~ 467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jaciii.2024.p0454	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 Miyazaki Kazuteru, Miyazaki Hitomi	4. 巻 84
2. 論文標題 Suppression of negative tweets using reinforcement learning systems	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Cognitive Systems Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cogsys.2023.101207	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 Miyazaki Kazuteru, Ida Masaaki	4. 巻 29
2. 論文標題 Performance evaluation of character-level CNNs using tweet data and analysis for weight perturbations	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 266 ~ 273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10015-024-00944-9	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 Miyazaki Kazuteru	4. 巻 掲載予定
2. 論文標題 Enhanced Naive Agent in Angry Birds AI Competition via Exploitation-oriented Learning	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 -
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 Kodama Naoki, Harada Taku, Miyazaki Kazuteru	4. 巻 10
2. 論文標題 Traffic Signal Control System Using Deep Reinforcement Learning With Emphasis on Reinforcing Successful Experiences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 128943 ~ 128950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2022.3225431	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 Miyazaki Kazuteru, Yamaguchi Syu, Mori Rie, Yoshikawa Yumiko, Saito Takanori, Suzuki Toshiya	4. 巻 477
2. 論文標題 Proposal and Evaluation of a Course-Classification-Support System Emphasizing Communication with the Sub-committees Within the Committee of Validation and Examination for Degrees	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering	6. 最初と最後の頁 123 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-29126-5_10	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 Miyazaki Kazuteru	4. 巻 213
2. 論文標題 Modeling of placebo effect in stochastic reward tasks by reinforcement learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 255 ~ 262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2022.11.064	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 Yamasaki Tomoyuki, Iimura Soshi, Hosono Hideo, Yamaguchi Shu	4. 巻 127
2. 論文標題 Surface Hydroxyl-Ion Diffusion and Hierarchical Structure of Adsorbed Water on Hydrated Layered Double Hydroxides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 6045 ~ 6053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c00275	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 Kodama Naoki, Harada Taku, Miyazaki Kazuteru	4. 巻 9
2. 論文標題 Home Energy Management Algorithm Based on Deep Reinforcement Learning Using Multistep Prediction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 153108 ~ 153115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/access.2021.3126365	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 Miyazaki Kazuteru	4. 巻 70
2. 論文標題 Proposal and evaluation of deep exploitation-oriented learning under multiple reward environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cognitive Systems Research	6. 最初と最後の頁 29 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cogsys.2021.07.002	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 宮崎和光、高橋望、森利枝	4. 巻 142
2. 論文標題 学位に付記する専攻分野の名称とディプロマ・ポリシーの整合性に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 117 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.142.117	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 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Miyazaki Kazuteru, Miyazaki Hitomi
2. 発表標題 Suppression of Negative Tweets using Reinforcement Learning Systems in a Multi-Agent Environment
3. 学会等名 2023 Annual International Conference on Brain-Inspired Cognitive Architectures for Artificial Intelligence, the 14th Annual Meeting of the BICA Society (BICA*AI 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yamada Nodoka、Sakaguchi Kikue、Nakamura Yu、Miyazaki Kazuteru、Yamaguchi Shu
2. 発表標題 Competencies to Be Cultivated in Higher Education and Their Evaluation in the Era of Generative AI: Through the Experiences With Self-Study Degree-Awarding Program in NIAD-QE
3. 学会等名 The 15th Higher Education International Conference, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PEDAGOGICAL TRANSFORMATION: IMPLICATIONS FOR HIGHER EDUCATION QUALITY ASSURANCE (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yamamura Masayuki、Sekine Ryoji、Miyazaki Kazuteru、Okuda Sota、Kodama Naoki、Kiga Daisuke
2. 発表標題 Rule-based generation of synthetic genetic circuits
3. 学会等名 15th International Workshop on Bio-Design Automation (IWBDA 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shirasaka Shogo、Kodama Naoki、Harada Taku
2. 発表標題 Application of Deep Reinforcement Learning to Decentralized Control of Traffic Signals Considering Fairness in a Road Traffic Network Including Intersections Without Traffic Signals
3. 学会等名 The 10th IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 宮崎和光
2. 発表標題 意識的意思決定システムのマルチエージェント環境下への拡張
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2023 (SSI2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Li Zhaoxi、原田拓
2. 発表標題 燃料消費および走行時間を考慮したハイブリッド自動車走行制御に対する深層強化学習の適用
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会2023 (SSI2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮崎和光、木質大介、安田翔也、濱田立輝、小玉直樹、山村雅幸
2. 発表標題 機械学習手法を利用したBioDOS にとって有用な論文の発見
3. 学会等名 電気学会 システム/制御合同研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮崎和光
2. 発表標題 マルチエージェント環境下における強化学習を用いたネガティブツイートの抑制
3. 学会等名 第50回知能システムシンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Miyazaki Kazuteru、Ida Masaaki
2. 発表標題 Effectiveness of Character-level CNN and its Examination of Perturbation for Weights
3. 学会等名 28th International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB 28th 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮崎和光
2. 発表標題 強化学習を用いたネガティブツイートの抑制
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小玉直樹、原田拓、宮崎和光
2. 発表標題 経験強化型深層強化学習による Atari2600 シミュレーション
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小玉直樹、原田拓、宮崎和光
2. 発表標題 説明可能な深層強化学習法の提案
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎和光、木賀大介、安田翔也、濱田立輝、小玉直樹、山村雅幸
2. 発表標題 深層学習を利用したBioDOS にとって有用な論文の発見
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kiga Daisuke、Miyazaki Kazuteru、Yasuda Shoya、Hamada Ritsuki、Okuda Sota、Sekine Ryoji、Kodama Naoki、Yamamura Masayuki
2. 発表標題 Rule-based generation of synthetic genetic circuits
3. 学会等名 14th International Workshop on Bio-Design Automation (IWBDA 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Matsuta Shinya、Kodama Naoki、Harada Taku
2. 発表標題 Learning Thresholds to Select Cooperative Partners by Applying Deep Reinforcement Learning in Distributed Traffic Signal Control
3. 学会等名 38th International Conference on Computers and Their Applications (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shirasaka Shogo、Kodama Naoki、Harada Taku
2. 発表標題 Distributed Traffic Signal Control with Fairness Using Deep Reinforcement Learning
3. 学会等名 SICE International Symposium on Control Systems 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小玉直樹、宮崎和光、原田拓
2. 発表標題 Profit Sharing による方策の直接強化手法の提案
3. 学会等名 第49回知能システムシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Miyazaki Kazuteru
2. 発表標題 Proposal and Evaluation of Deep Profit Sharing Method in a Mixed Reward and Penalty Environment
3. 学会等名 2021 Annual International Conference on Brain-Inspired Cognitive Architectures for Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小玉直樹、宮崎和光、原田拓
2. 発表標題 状態遷移予測型Deep Q-Networkの提案
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎和光
2. 発表標題 確率的報酬課題におけるプラセボ効果の強化学習によるモデル化
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小玉直樹、宮崎和光、原田拓
2. 発表標題 状態遷移予測型強化学習法の提案
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎和光
2. 発表標題 報酬と罰が混合する環境における深層経験強化型学習に関する一考察
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎和光、吉田望、森利枝
2. 発表標題 学位に付記する専攻分野の名称とディプロマ・ポリシーの整合性判定支援システムの性能改善
3. 学会等名 電気学会 システム/制御 合同研究
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyazaki Kazuteru, Ida Masaaki
2. 発表標題 Evaluation of Character-Level CNNs using the NTCIR-13 MedWeb Task
3. 学会等名 The 22nd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎和光、井田正明
2. 発表標題 Character-level CNN の重みの摂動に関する一考察 - NTCIR-13 MedWeb タスクを題材として -
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎和光、井田正明
2. 発表標題 NTCIR-13 MedWebタスクを用いたCharacter-level CNNの性能評価
3. 学会等名 電気学会C部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Matsuta Shinya, Kodama Naoki, Harada Taku
2. 発表標題 Proposal for selecting a cooperation partner in distributed control of traffic signals using deep reinforcement learning
3. 学会等名 Proceedings of the 8th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 川口昭彦、栗田佳代子、山口周、吉田壘、長谷川壽一（編集協力）、福田秀樹（編集協力）	4. 発行年 2022年
2. 出版社 株式会社ぎょうせい	5. 総ページ数 172
3. 書名 危機こそマネジメント改革の好機（第3部 第3章「研究者養成としての大学院教育」を山口周が執筆）	

〔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
研究 分担者	山口 周 (Yamaguchi Shu) (10182437)	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構・研究開発部・特任教授 (82646)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	原田 拓 (Harada Taku) (70256668)	東京理科大学・創域理工学部経営システム工学科・准教授 (32660)	
研究分担者	小玉 直樹 (Kodama Naoki) (60908747)	明治大学・理工学部・助教 (32682)	

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