

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：62615

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00763

研究課題名(和文) 状態遷移列からの関係ダイナミクス学習

研究課題名(英文) Learning Relational Dynamics from State Transition

研究代表者

井上 克巳 (Inoue, Katsumi)

国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授

研究者番号：10252321

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,200,000円

研究成果の概要(和文)：時間的に変化する系のダイナミクスを理解するために、状態遷移を観測としその背後にある遷移規則を学習する方式について研究した。このために、関係ダイナミクス学習理論の構築、スケーラブルな関係ダイナミクス学習方式の開発、ダイナミック環境におけるチャレンジ問題への適用、というサブテーマを設定した。理論面では、解釈遷移からの学習(LFIT)を多値・連続ドメインや非同期更新等が扱えるように拡張した。実装面では、線形代数手法やニューラルネットワークを用いた学習を可能にした。応用面では、遺伝子制御ネットワーク等の生体系における学習や、チーム形成や提携構造形成等のエージェント系におけるロバスト性について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的には、関係ダイナミクス学習理論の構築、およびスケーラブルな関係ダイナミクス学習方式の開発を通して、ダイナミック制約で表現される系を学習するための計算基盤を確立した。また生物学・社会学・工学等に関係する多くのチャレンジ問題において、ダイナミック環境に関するレジリエントなシステムの設計と応用について多くの知見を得ることができた。社会的には、本研究をより一般化することで、ノイズがある現実世界の環境から機械学習のためのモデルを構築し、記号化された知識を得ることでその上での推論結果を意思決定・問題解決・質問応答に適用することができるため、次世代AIシステムにとって重要な技術となるものである。

研究成果の概要(英文)：To understand the dynamics of dynamic systems, this study explores methods for learning the transition rules behind the observed state transitions. To this end, we set up the following sub-goals: development of theories for learning relational dynamics, implementation of scalable methods to learn relational dynamics, and application to challenging problems in dynamic environments. On the theoretical side, we extended learning from interpreted transition (LFIT) to handle multi-valued and continuous domains as well as asynchronous updates. On the implementation side, we enabled learning using linear-algebraic methods and neural networks. On the application side, we studied learning in biological systems such as gene regulatory networks, and robustness in agent systems such as team formation and alliance structure formation.

研究分野：知能情報

キーワード：推論 機械学習 知識表現 関係学習 表現学習 状態遷移 ダイナミクス学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

(1) **機械学習**(machine learning; **ML**) が人工知能(AI)を含む多くの分野に影響を及ぼしており、中でも深層学習はパターン認識で成功を収めている。AI 基礎研究に位置付けられてきた**知識表現・推論**(knowledge representation and reasoning; **KR**) 分野においても機械学習技術との融合に新たな注目が集まっており、一方の ML 分野でも KR 寄りの記号表現の学習が課題に挙がってきている。記号レベルにおける機械学習としては従来、**帰納論理プログラミング**(inductive logic programming; **ILP**)において、推論に利用可能な知識を論理プログラム形式で学習してきた。ILP では近年、時間に依存しない静的な系における帰納推論から、KR 分野で研究されてきた非単調推論やアクション理論のための学習や関係強化学習などのダイナミック領域での学習に興味が移ってきた[ ]。そこで本研究では、ダイナミック環境下での知識表現・推論システムにおける機械学習に着目し、時系列データや状態遷移列を観測入力とし、これらの遷移を説明しかつ推論や予測に利用できる関係ダイナミクスを学習する技術を開発することを目指している。ここで、**関係ダイナミクス**(relational dynamics)とは、情報がダイナミックに変化する際の動作原理・支配法則・制約が記号表現されたものを指しており、命題・述語・制約式表現に基づく状態遷移規則、方程式を含むダイナミック制約系、制御知識も含んだメタ知識、信念を更新させるための戦略知識等の形式で表現される。

(2) 本研究の先行研究として、研究代表者の井上と研究分担者の坂間は**解釈遷移からの学習**(learning from interpretation transition; **LFIT**) [ ]を ILP 分野で提案している。これはブール変数で記述される系において、変数割り当て(解釈) の遷移列を入力とし、背後に成立している状態遷移規則を[ ]の意味論の下での標準論理プログラムとして学習する。これまでに、遺伝子発現データ系列からのブリアンネットワーク学習、ロボット行動履歴からのアクション規則学習、推論規則学習などに LFIT を応用している[ ]。次に、井上と研究分担者の沖本・Schwind は、擾乱に対するロバスト性と機能損失からの回復可能性を持つような、ダイナミック系の**レジリエンス**についての研究を進めてきており[ ]、レジリエントな系における推論・設計問題をダイナミック環境における制約最適化として解いている[ ]。本研究ではこれら 2 つの先行研究を発展・融合させ、ダイナミック環境において(ブール形式に限定されない) 制約系を学習し本格的な応用に耐える技術を開発する。

## 2. 研究の目的

時間的に変化する系の関係ダイナミクスを、状態遷移列の観測から学習・推定する方式について研究する。系の変数領域がブール値である場合には、ダイナミクスは状態遷移規則の集合で表現され、帰納論理プログラミングにより学習可能である。また、離散・連続値のドメインや遅延のある系を取り扱い、GPU 等の高性能計算に基づくスケーラブルな新学習手法を開発し、ダイナミック制約で表現される系を学習するための計算基盤を確立する。さらに、開発した学習方式を、遺伝子制御ネットワーク推定、不確実状況における行動規則学習、マルチエージェント系におけるダイナミック制約学習、エージェント通信ネットワーク推定等のチャレンジング問題に適用することで有効性を検証する。

## 3. 研究の方法

(1) **関係ダイナミクス学習理論の構築**: 先行研究の LFIT では、系のダイナミックな振る舞いの観測が解釈の遷移で与えられたときに、状態遷移規則の集合を論理プログラムとして学習して

いた。一般の制約系を学習するためには、変数ドメインをブール値から多値・実数値に拡張する必要があり、アルゴリズムを含めた学習理論を整備する。また、遅延や確率的遷移がある多重マルコフ過程における関係ダイナミクスの学習を考え、モデル検査と組み合わせで学習精度を保障する。さらに、遷移状態の極小変化、誤差の最小化、与えられた問題の最適化関数値、の間のトレードオフを考慮しつつ、変数間の制約や変数組み合わせのコストを求める問題を多目的最適化学習として定義しその解法を探る。

(2) スケーラブルな関係ダイナミクス学習方式の開発: 従来 LFIT で用いられてきた論理計算主体による学習方式に加えて、実数ドメインを扱うためにニューラルネットワーク等の最適化学習を導入する。遅延のある系を学習するために、リカレントニューラルネットワーク(RNN)等の利用を考慮する。さらに不確実な観測下において確率遷移モデルの学習を考え、組み合わせ増大に対処するために GPU による並列テンソル計算を用いた新しい高速学習技術を開発する。

(3) ダイナミック環境におけるチャレンジ問題への適用: (1),(2) で開発する関係ダイナミクス学習を、遺伝子制御ネットワーク推定、不確実状況における行動規則学習、提携構造形成やチーム形成のようなマルチエージェント系における制約学習、エージェント通信ネットワークにおけるダイナミクス学習等に適用することで有効性を検証する。

#### 4. 研究成果

(1) 関係ダイナミクス学習理論の構築に関して次のような成果を得た。

関係ダイナミクスを学習するための解釈遷移からの学習(LFIT)について、従来はブール値を取る変数ベクトルで表される状態の遷移について考えたが、多値や連続ドメインの変数ベクトルの状態遷移が扱えるように拡張した。また LFIT の枠組みを実世界でも展開できるようにするために、連続ドメインの変数ベクトルの状態遷移について、離散化手法を複数適用したうえで、より予測性能が高くなる学習方式を考案した。

LFIT の枠組みを発展させ、同期式・非同期式・一般化方式の各更新方式による遷移規則学習を同じ枠組みで扱えるようにした。

動的環境における推論規則の学習として、前提と帰結のペアからなる事例や時系列で変化するデータから、状態変化をもたらす推論規則を機械的に学習するアルゴリズムを開発し実装した。具体的には LFIT を用いて、命題論理の推論規則、アブダクション、フレーム公理、会話の含意のルールを自動生成することを試みた。

人間の言語行為に伴う信念の状態変化を因果理論で形式化し、論理プログラミングを使って表現する方法を導入した。また議論やディベートのように動的に主張が展開される場面において、ある論拠がなぜ正しいと考えられるのかをアブダクティブに説明する枠組を導入し、論理プログラムを使って計算する方法を示した。さらに、議論フレームワークにおける信念ダイナミクス研究において、参加プレイヤーが持つバイアスによって議論の結果が動的に変化する状況をモデル化し計算手続きを導入した。

正規確率論理プログラムによる統計的關係学習を線形空間におけるサンプリングに基づき行う方法を提案・実証した。

(2) スケーラブルな関係ダイナミクス学習方式の開発に関して次のような成果を得た。

従来の LFIT は論理計算に基づいていたが、新たな方式としてニューラルネットワークを用いて学習能力の向上を図った。また遅延を扱うためにリカレントニューラルネットワークを適用した。さらにノイズを含む遷移列からの学習方式を開発した。学習の際に深層学習を利用することで汎化性能を高め、ノイズに対する頑健性を有する手法として LFIT を開発し、さらに多

くの効率化手法を施した LFIT+も実装した。

論理プログラミングで高速推論を実現するために、プログラムを3次元テンソル空間で表現し線形代数的に計算する新しい計算モデルを導入した。また線形代数計算において部分計算の手法を導入し高速化し評価実験を行った。

大量の関係データから帰納的一般化を計算するアルゴリズムを開発し実装した。原子式のユニフィケーションで用いられる変数置換を代数的に結合し、その逆演算としてのアンチコンビネーション演算を導入し、原子式の集合の最小汎化を並列計算する手法を導入した。

(3) ダイナミック環境におけるチャレンジ問題への適用に関して、生体ネットワーク学習、行動規則学習、提携構造形成(CSG)や信念翻意ゲーム(BRG)における学習等について検討した。

時系列データからの生体ネットワーク学習として、遺伝子制御ネットワーク構築のためのDREAMチャレンジ問題を解いた。DREAM 8では従来のベスト解法を凌ぐ方式を開発した。

遺伝子制御ネットワークのモデルであるプリアンネットワークの推論問題を線形空間におけるコスト最小化問題の解として定式化することにより、出芽酵母菌の mRNA に関する時系列発現データからノード数約 10,000 の genome-wide な AND/OR プリアンネットワークを学習することに世界で初めて成功した。

協力ゲーム理論における基本的枠組みである提携構造形成問題(CSG)では、エージェントの不確実な振る舞いを考慮した確率的提携構造形成問題(PCSG)の枠組みを提案した。PCSGにおける計算量の解析を行い、混合線形計画プログラミングによる計算方法を開発実装し、その効率性を検証した。

動的環境で問題が変化した場合にレジリエンスを担保できる枠組みについて検討した。具体的には、回復可能性(recoverability)の概念を入れたチーム形成問題を定義した。またチーム形成問題では、チームメンバーに変動があっても機能を損なわないロバストなチームを構成するために、部分ロバスト性(partial robustness)という概念を提唱し、各施設がカバーする人口を最大化し建設コストを最小化する施設建設問題に応用することで実用的価値を検証した。

ダイナミック環境において複数の評価基準を考慮した多目的最適化アルゴリズムを開発し、公平性と最適性を同時に考慮した麻酔科医スケジューリングに応用した。さらにナース・スケジューリング問題に対してレジリエンスの解概念を導入し、時間割問題にも応用した。スポーツ・スケジューリングの解法にも取り組み、各チームの移動距離の総和が最小となるようなバスケットボールリーグ戦作成に応用した。さらに、制約充足問題(CSP)における大域的な解に影響を及ぼす変数の特定に関する基礎研究を実施した。

信念修正が起こった前後状態を入力とし、どのような情報が新たにもたらされたために翻意が起きたかを推定する方法について検討した。

複数の情報源が与えられた時、これらの情報を反復的にマージし、各ソースの信頼性を動的に更新する枠組みの研究に着手した。シミュレーションを用いた初期実験により、反復プロセスがより多くの情報を与えることを確認した。

(4) 以上の各サブテーマの進展についてまとめると、(1)「関係ダイナミクス学習理論の構築」において、これまで開発してきた LFIT に対する機能拡充を一通り施し(3)における実ドメインでの応用に供している。(2)「スケーラブルな関係ダイナミクス学習方式の開発」においては、線形代数手法とニューラルネットワーク手法のいずれも経験を積むことができ、GPU 等の高性能計算に基づくスケーラブルな新学習手法として、ダイナミック制約で表現される系を学習するための計算基盤を確立した。(3)「ダイナミック環境におけるチャレンジ問題への適用」は、生物学・社会学・工学等に関係する多くの重要な問題を解決してきており、ダイナミック環境に

関係するレジリエントなシステムの設計と応用についても多くの知見を得ることができた。

(5) 本研究課題で取り組んだ関係ダイナミクス学習をより一般化すると、知識表現・推論技術と機械学習技術の融合という一大テーマとなる。ノイズがある現実世界環境から表現学習によって機械学習のためのモデルを構築し、さらに記号化された知識を得ることでその上で推論を行い意思決定・問題解決・質問応答に適用することができる。こうした AI システムは通常ダイナミック環境に置かれることから、レジリエントな AI としての要件を満たす必要がある。本研究を推進することで、こうした次世代の AI 研究テーマに対してアプローチすることが可能となる。

#### <引用文献>

Muggleton, S., De Raedt, L., Poole, D., Bratko, I., Flach, P., Inoue, K., Srinivasan, A., ILP turns 20: Biography and future challenges, *Machine Learning*, 86(1):3-23 (2012).

Inoue, K., Ohwada, H., Yamamoto, A., Inductive Logic Programming: Challenges, *Proc. 30th AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-16)*, pp.4330-4332 (2016).

Inoue, K., Sakama, C., Ribeiro, T., Learning from interpretation transition, *Machine Learning*, 94(1):51-79 (2014).

Inoue, K., Logic Programming for Boolean Networks, *Proc. 22nd Int'l Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI-11)*, pp.924-930 (2011).

Ribeiro, T., Magnin, M., Inoue, K., Sakama, C., Learning delayed influences of biological systems, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2:81 (2015).

Martínez, D., Alenyà, G., Torras, C., Ribeiro, T., Inoue, K., Learning Relational Dynamics of Stochastic Domains for Planning, *Proc. 26th Int'l Conf. on Automated Planning and Scheduling (ICAPS 2016)*, pp.235-243 (2016).

Sakama, C., Ribeiro, T., Inoue, K., Learning Inference by Induction, in: Inoue, K., Ohwada, H., Yamamoto, A. (eds.), *Inductive Logic Programming: Revised Selected Papers from the 25th International Conference (ILP 2015)*, LNAI, 9575, pp.183-199, Springer (2016).

Schwind, N., Okimoto, T., Inoue, K., Chan, H., Ribeiro, T., Minami, K., Maruyama, H., Systems Resilience: A Challenge Problem for Dynamic Constraint-Based Agent Systems, *Proc. 12th Int'l Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'13)*, pp.785-788 (2013).

Schwind, N., Magnin, M., Inoue, K., Okimoto, T., Sato, T., Minami, K., Maruyama, H., Formalization of resilience for constraint-based dynamic systems, *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 2(1):17-35, Springer (2016).

Okimoto, T., Schwind, N., Clement, M., Ribeiro, T., Inoue, K., Pierre Marquis, How to Form a Task-Oriented Robust Team, *Proc. 14th Int'l Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'15)*, pp.395-403 (2015).

Okimoto, T., Ribeiro, T., Bouchabou, D., Inoue, K., Mission Oriented Robust Multi-Team Formation and its Application to Robot Rescue Simulation, *Proc. 25th Int'l Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI-16)*, pp.454-460 (2016).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計61件（うち査読付論文 60件 / うち国際共著 42件 / うちオープンアクセス 24件）

1. 著者名 Maxime Clement, Tenda Okimoto, Katsumi Inoue	4. 巻 100-D(12)
2. 論文標題 Distributed Pareto Local Search for Multi-Objective DCOPs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 2897-2905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2016AGP0006	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 Katsumi Inoue, Hayato Ohwada, Akihiro Yamamoto	4. 巻 106(12)
2. 論文標題 Special Issue on Inductive Logic Programming	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Machine Learning	6. 最初と最後の頁 1863-1865
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10994-017-5679-8	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 David Martinez, Guillem Alenya, Carme Torras, Tony Ribeiro, Katsumi Inoue	4. 巻 18(78)
2. 論文標題 Relational Reinforcement Learning for Planning with Exogenous Effects	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Machine Learning Research	6. 最初と最後の頁 1-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5555/3122009.3176822	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 該当する
1. 著者名 Chiaki Sakama	4. 巻 155(3)
2. 論文標題 Representing Argumentation Frameworks in Answer Set Programming	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fundamenta Informaticae	6. 最初と最後の頁 261-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/FI-2017-1585	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 該当する

1. 著者名 Huynh Thanh Trung, Pham Quang Dung, Emir Demirovic, Maxime Clement, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Balanced Clustering Based Decomposition Applied to Master Thesis Defense Timetabling Problem	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 8th Multidisciplinary International Conference on Scheduling: Theory and Applications (MISTA 2017)	6. 最初と最後の頁 214-228
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 該当する

1. 著者名 Chiaki Sakama	4. 巻 10465
2. 論文標題 A Causal Theory of Speech Acts	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 6th International Workshop on Logic, Rationality, and Interaction (LORI 2017), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 658-663
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-662-55665-8_48	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 Chiaki Sakama, Katsumi Inoue, Taisuke Sato	4. 巻 10412
2. 論文標題 Linear Algebraic Characterization of Logic Programs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 10th International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management: (KSEM 2017), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 520-533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-63558-3_44	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 Kotaro Okazaki, Katsumi Inoue	4. 巻 1
2. 論文標題 Modeling Trans-Device Content Experience and Knowledge Development for Detection of TV Audiences	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Business Informatics (CBI 2017)	6. 最初と最後の頁 53-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CBI.2017.87	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 Mutsunori Banbara, Katsumi Inoue, Hiromasa Kaneyuki, Tenda Okimoto, Torsten Schaub, Takehide Soh, Noyuki Tamura	4. 巻 10377
2. 論文標題 catnap: Generating Test Suites of Constrained Combinatorial Testing with Answer Set Programming	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 14th International Conference on Logic Programming and Non-monotonic Reasoning (LPNMR 2017), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 265-278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-61660-5_24	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 該当する

1. 著者名 Sophie Tourret, Enguerrand Gentet, Katsumi Inoue	4. 巻 10261
2. 論文標題 Learning Human-Understandable Description of Dynamical Systems from Feed-Forward Neural Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Advances in Neural Networks: Proceedings of the 14th International Symposium (ISNN 2017), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 483-492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-59072-1_57	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 該当する

1. 著者名 Enguerrand Gentet, Sophie Tourret, Katsumi Inoue	4. 巻 1865
2. 論文標題 Learning from Interpretation Transition using Feed-Forward Neural Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 In: Late Breaking Papers of the 26th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2016), CEUR Workshop Proceedings	6. 最初と最後の頁 27-33
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 該当する

1. 著者名 Jacopo Panerati, Nicolas Schwind, Stefan Zeltner, Katsumi Inoue, Giovanni Beltrame	4. 巻 13(8): e0202337
2. 論文標題 Assessing the Resilience of Stochastic Dynamic Systems Under Partial Observability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0202337	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 該当する



1. 著者名 Tobias Kaminski, Thomas Eiter, Katsumi Inoue	4. 巻 18(3-4)
2. 論文標題 Exploiting Answer Set Programming with External Sources for Meta-Interpretive Learning	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Theory and Practice of Logic Programming	6. 最初と最後の頁 571-588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1471068418000261	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 該当する

1. 著者名 Hien D. Nguyen, Chiaki Sakama, Taisuke Sato, Katsumi Inoue	4. 巻 11248
2. 論文標題 Computing Logic Programming Semantics in Linear Algebra	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 12th International Conference on Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence (MIWAI 2018), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 32-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-03014-8_3	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 該当する

1. 著者名 Guillaume Lorthioir, Gauvain Bourgne, Katsumi Inoue	4. 巻 11248
2. 論文標題 Identifying Goals of Agents by Learning from Observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 12th International Conference on Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence (MIWAI 2018), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 125-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-03014-8_11	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 該当する

1. 著者名 Tenda Okimoto, Nicolas Schwind, Emir Demirovic, Katsumi Inoue, Pierre Marquis	4. 巻 11224
2. 論文標題 Robust Coalition Structure Generation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 21st International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA 2018), Lecture Notes in Computer Sciencei	6. 最初と最後の頁 140-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-03098-8_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 該当する

1. 著者名 Nicolas Schwind, Tenda Okimoto, Katsumi Inoue, Katsutoshi Hirayama, Jean-Marie Lagniez, Pierre Marquis	4. 巻 0
2. 論文標題 Probabilistic Coalition Structure Generation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 16th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR 2018).	6. 最初と最後の頁 663-664.
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 該当する

1. 著者名 Chiaki Sakama, Hien D. Nguyen, Taisuke Sato, Katsumi Inoue	4. 巻 1811.11435
2. 論文標題 Partial Evaluation of Logic Programs in Vector Spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 11th International Workshop on Answer Set Programming and Other Computing Paradigms (ASPOCP 2018), CoRR abs	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.48550/arXiv.1811.11435	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 該当する

1. 著者名 Tony Ribeiro, Maxime Folschette, Morgan Magnin, Olivier F. Roux, Katsumi Inoue	4. 巻 11105
2. 論文標題 Learning Dynamics with Synchronous, Asynchronous and General Semantics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 28th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2018), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 118-140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-99960-9_8	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 該当する

1. 著者名 Tobias Kaminski, Thomas Eiter, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Efficiently Encoding Meta-Interpretive Learning by Answer Set Programming	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 28th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2018)	6. 最初と最後の頁 6p
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 該当する

1. 著者名 Xinwei Chai, Tony Ribeiro, Morgan Magnin, Olivier Roux, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Using Reachability Properties of Logic Program for Revising Biological Models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 28th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2018)	6. 最初と最後の頁 7p
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 該当する

1. 著者名 Xinwei Chai, Tony Ribeiro, Morgan Magnin, Olivier Roux, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Static Analysis and Stochastic Search for Reachability Problem	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Static Analysis in Systems Biology (SASB 2018), affiliated with Static Analysis Symposium	6. 最初と最後の頁 12p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.entcs.2020.06.008	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 該当する

1. 著者名 Yin Jun Phua, Tony Ribeiro, Katsumi Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning Representation of Relational Dynamics with Delays and Refining with Prior Knowledge	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 13th International Workshop on Neural-Symbolic Learning and Reasoning (NeSy 2018)	6. 最初と最後の頁 12p
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 該当する

1. 著者名 Taisuke Sato, Katsumi Inoue, Chiaki Sakama	4. 巻 0
2. 論文標題 Abducing Relations in Continuous Spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2018)	6. 最初と最後の頁 1956-1962
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/ijcai.2018/270	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 Benjamin Wu, Alessandra Russo, Mark Law, Katsumi Inoue	4. 巻 64(12)
2. 論文標題 Learning Commonsense Knowledge Through Interactive Dialogue	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Technical Communications of the 34th International Conference on Logic Programming (ICLP 2018), OASICS	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/OASICS.ICLP.2018.12	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 該当する

1. 著者名 Emir Demirovic, Nicolas Schwind, Tenda Okimoto, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Recoverable Team Formation: Building Teams Resilient to Change	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2018)	6. 最初と最後の頁 1362-1370
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 該当する

1. 著者名 Maxime Clement, Tenda Okimoto, Katsumi Inoue	4. 巻 0
2. 論文標題 Multi-Objective Distributed Pseudo-Tree Optimization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Proceedings of the 17th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2018)	6. 最初と最後の頁 1903-1905
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 Hien Nguyen, Nhon Do, Vuong Pham, Katsumi Inoue	4. 巻 1(1-2)
2. 論文標題 Solving Problems on a Knowledge Model of Operators and Application	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Digital Enterprise Technology	6. 最初と最後の頁 37-59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJDET.2018.092632	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 該当する

1. 著者名 Tony Ribeiro, Sophie Tourret, Maxime Folschette, Morgan Magnin, Domenico Borzacchiello, Francisco Chinesta, Olivier Roux, Katsumi Inoue	4. 巻 10759
2. 論文標題 Learning Programs with Continuous Domains from State Transitions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Inductive Logic Programming: Revised Selected Papers from the 27th International Conference (ILP 2017), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 124-139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-78090-0_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 該当する

1. 著者名 Yin Jun Phua, Sophie Tourret, Katsumi Inoue	4. 巻 2085
2. 論文標題 Learning Logic Program Representation for Delayed Systems with Limited Training Data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In: Late Breaking Papers of the 27th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP 2017), CEUR Workshop Proceedings	6. 最初と最後の頁 27-33
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 該当する

1. 著者名 Chiaki Sakama, Katsumi Inoue, Tony Ribeiro	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 Learning Inference Rules from Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Kuenstliche Intelligenz	6. 最初と最後の頁 267-278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13218-019-00597-y	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 該当する

1. 著者名 井上 克巳, 坂間 千秋, 佐藤 泰介	4. 巻 34(5)
2. 論文標題 推論とAIプログラミング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人工知能学会誌	6. 最初と最後の頁 703-713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/jjsai.34.5_703	査読の有無 無
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 Katsumi Inoue, Chiaki Sakama	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 Disjunctive Abduction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Generation Computing	6. 最初と最後の頁 219-243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00354-019-00059-x	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 Tomonobu Ozaki, Randy Goebel, Katsumi Inoue	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 From Fifth Generation Computing to Skill Science: A Biographical Essay of Koichi Furukawa	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Generation Computing	6. 最初と最後の頁 141-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00354-019-00058-y	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 該当する

1. 著者名 Yin Jun Phua, Tony Ribeiro, Katsumi Inoue	4. 巻 6(4)
2. 論文標題 Learning Representation of Relational Dynamics with Delays and Refining with Prior Knowledge	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Logics	6. 最初と最後の頁 695-708
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 該当する

1. 著者名 Mutsunori Banbara, Katsumi Inoue, Benjamin Kaufmann, Tenda Okimoto, Torsten Schaub, Takehide Soh, Naoyuki Tamura, Philipp Wanko	4. 巻 275(1)
2. 論文標題 teaspoon: Solving the Curriculum-Based Course Timetabling Problems with Answer Set Programming	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annals of Operations Research	6. 最初と最後の頁 3-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10479-018-2757-7	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 該当する

1. 著者名 Gauvain Bourgne, Yutaro Totsuka, Nicolas Schwind, Katsumi Inoue	4. 巻 11873
2. 論文標題 Identifying Belief Sequences in a Network of Communicating Agents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA'19), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 370-386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-33792-6_23	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 該当する

1. 著者名 Chiaki Sakama, Katsumi Inoue	4. 巻 11726
2. 論文標題 Ordering Argumentation Frameworks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 15th European Conference on Symbolic and Quantitative Approaches to Reasoning with Uncertainty (ECSQARU 2019), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 87-98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-29765-7_8	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 Chiaki Sakama, Tran Cao Son	4. 巻 11670
2. 論文標題 Epistemic Argumentation Framework	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 16th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICA 2019), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 718-732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-29908-8_56	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 該当する

1. 著者名 Tobias Kaminski, Thomas Eiter, Katsumi Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Meta-Interpretive Learning Using HEX-Programs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-19)	6. 最初と最後の頁 6186-6190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/ijcai.2019/860	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 該当する

1. 著者名 Nicolas Schwind, Katsumi Inoue, Sebastien Konieczny, Jean-Marie Lagniez, Pierre Marquis	4. 巻 -
2. 論文標題 What Has Been Said? Identifying the Change Formula in a Belief Revision Scenario	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'19)	6. 最初と最後の頁 1865-1871
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/ijcai.2019/258	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 該当する

1. 著者名 Tenda Okimoto, Katsutoshi Hirayama	4. 巻 -
2. 論文標題 Identifying Influential Variables in CSP	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 20th International Symposium on Advanced Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 320-325
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 Motoki Yoshida, Tenda Okimoto, Katsutoshi Hirayama	4. 巻 -
2. 論文標題 Resilient Nurse Scheduling Problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Scheduling 2019	6. 最初と最後の頁 162-167
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 Mutsunori Banbara, Katsumi Inoue, Benjamin Kaufmann, Tenda Okimoto, Torsten Schaub, Takehide Soh, Naoyuki Tamura, Philipp Wanko	4. 巻 275(1)
2. 論文標題 teaspoon: Solving the Curriculum-Based Course Timetabling Problems with Answer Set Programming	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annals of Operations Research	6. 最初と最後の頁 3-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10479-018-2757-7	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 該当する



1. 著者名 Taisuke Sato, Ryosuke Kojima	4. 巻 12158
2. 論文標題 Logical inference as cost minimization in vector spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In: Amal El Fallah Seghrouchni, David Sarne (Eds.), Artificial Intelligence, IJCAI 2019 International Workshops, Revised Selected Best Papers, Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 239-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-56150-5	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 Yin Jun Phua, Katsumi Inoue	4. 巻 11770
2. 論文標題 Learning Logic Programs from Noisy State Transition Data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In: Dimitar Kazakov (ed.), Inductive Logic Programming: Proceedings of the 29th International Conference (ILP 2019), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 72-80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-49210-6_7	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 Hien D. Nguyen, Chiaki Sakama	4. 巻 11770
2. 論文標題 A New Algorithm for Computing Least Generalization of a Set of Atoms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In: Dimitar Kazakov (ed.), Inductive Logic Programming: Proceedings of the 29th International Conference (ILP 2019), Lecture Notes in Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 81-97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-49210-6_8	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 該当する

1. 著者名 Xinwei Chai, Tony Ribeiro, Morgan Magnin, Olivier F. Roux, Katsumi Inoue	4. 巻 350
2. 論文標題 Static Analysis and Stochastic Search for Reachability Problem	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Workshop on Static Analysis and Systems Biology, Electronic Notes in Theoretical Computer Science	6. 最初と最後の頁 139-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.entcs.2020.06.008	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 該当する

1. 著者名 Mitsuhiro Odaka, Katsumi Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Computational Modeling and Simulation of Viral Load Kinetics in SARS-CoV-2 Replication	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Computational Systems-Biology and Bioinformatics (CSBio 2020; online)	6. 最初と最後の頁 75-82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3429210.3429214	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 Taisuke Sato, Chiaki Sakama, Katsumi Inoue	4. 巻 2
2. 論文標題 From 3-Valued Semantics to Supported Model Computation for Logic Programs in Vector Spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2020)	6. 最初と最後の頁 758-765
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0009093407580765	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 Ali A. Atiia, Corbin Hopper, Katsumi Inoue, Silvia Vidal, Jerome Waldispuehl	4. 巻 5(1)
2. 論文標題 Computational Intractability Law Molds the Topology of Biological Networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Network Science	6. 最初と最後の頁 34p.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41109-020-00268-0	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 該当する

1. 著者名 Chiaki Sakama, Tran Cao Son	4. 巻 69
2. 論文標題 Epistemic Argumentation Framework: Theory and Computation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Artificial Intelligence Research	6. 最初と最後の頁 1103-1126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1613/jair.1.12121	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 該当する

1. 著者名 加藤 浩晃, 沖本 天太, 平山 勝敏	4. 巻 J103-D, No.12
2. 論文標題 エージェントのタイプを用いた特性関数の簡略表記法に基づく制限付き提携構造形成問題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会和文論文誌D	6. 最初と最後の頁 853-859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2020JDT0004	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 Kouki Matsumura, Bojana Kodric, Tenda Okimoto, Katsutoshi Hirayama	4. 巻 34(1)
2. 論文標題 Two Approximation Algorithms for Probabilistic Coalition Structure Generation with Quality Bound	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Autonomous Agents and Multi-Agent Systems	6. 最初と最後の頁 No.25(27p.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10458-020-09449-8	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 該当する

1. 著者名 Nicolas Schwind, Tenda Okimoto, Katsumi Inoue, Katsutoshi Hirayama, Jean-Marie Lagniez, Pierre Marquis	4. 巻 35(14)
2. 論文標題 On the computation of probabilistic coalition structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Autonomous Agents and Multiagent Systems	6. 最初と最後の頁 No.14(38p.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10458-021-09498-7	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 該当する

1. 著者名 Guillaume Lorthioir, Katsumi Inoue, Gauvain Bourgne	4. 巻 11(9)
2. 論文標題 Inferring Agents' Goals from Observing Successful Traces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 No.4116(22p.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11094116	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 該当する

1. 著者名 Jose Barambones, Florian Richoux, Ricardo Imbert, Katsumi Inoue	4. 巻 15 (3)
2. 論文標題 Resilient Team Formation with Stabilisability of Agent Networks for Task Allocation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems	6. 最初と最後の頁 No.7(24p.)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3463368	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 該当する

1. 著者名 Guillaume Lorthioir, Katsumi Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Design Adaptive AI for RTS Game by Learning Player's Build Order	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2020; online, January 7-15, 2021)	6. 最初と最後の頁 5194-5195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/ijcai.2020/737	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 Schwind, Emir Demirovic, Katsumi Inoue, Jean-Marie Lagniez	4. 巻 -
2. 論文標題 Partial Robustness in Team Formation: Bridging the Gap between Robustness and Resilience	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 20th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2021; online)	6. 最初と最後の頁 1154-1162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5555/3463952.3464086	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 該当する

1. 著者名 Tianyu Chen, Florian Richoux, Javier M. Torres, Katsumi Inoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Interpretable Utility-Based Models Applied to the FightingICE Platform	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 IEEE Conference on Games (CoG 2021; Copenhagen, Denmark, August 17-20)	6. 最初と最後の頁 8p.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/CoG52621.2021.9619121	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 該当する

1. 著者名 Taisuke Sato, Ryosuke Kojima	4. 巻 -
2. 論文標題 Boolean Network Learning in Vector Spaces for Genome-wide Network Analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 18th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR 2021, Online event)	6. 最初と最後の頁 560-569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24963/kr.2021/53	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41件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 竹村 彰浩
2. 発表標題 解集合プログラミングによる決定木アンサンブルからのルール抽出
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ポア インジュン
2. 発表標題 説明可能な論理規則のグラフ埋め込みによる学習
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Guillaume Lorthioir
2. 発表標題 Inferring Player 's Strategy to Design Adaptive Agents in RTS Game
3. 学会等名 The 34th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence (JSAI 2020 International Session) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 隆太
2. 発表標題 U12バスケットボールにおけるブレイク数最小化問題
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会 (JSAI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 基輝
2. 発表標題 患者の症状と看護師の医療スキルを考慮したナース・スケジューリング問題
3. 学会等名 第18回科学技術フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 克巳
2. 発表標題 記号推論と科学
3. 学会等名 JST-CRDS 俯瞰セミナーシリーズ「機械学習と科学」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸塚 悠太郎
2. 発表標題 例による信念改訂関数の推論 (in English)
3. 学会等名 人工知能基本問題研究会(第112回)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akihiro Takemura
2. 発表標題 Rule Extraction from Decision Tree Ensembles by Answer Set Programming
3. 学会等名 The 17th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR 2020; online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Maxime Folschette, Tony Ribeiro
2. 発表標題 GULA: Learning (from any) Semantics of a Biological Regulatory Network
3. 学会等名 Journées Bioss-IA (4eme edition), Groupe de travail sur la biologie systemique symbolique, France (virtual) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akihiro Takemura
2. 発表標題 Rule Extraction from Decision Tree Ensembles by Answer Set Programming
3. 学会等名 The 17th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR 2020; online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田 光
2. 発表標題 解釈遷移からの学習を用いた遺伝子制御ネットワーク推論手法の開発
3. 学会等名 人工知能学会 第112回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸塚 悠太郎
2. 発表標題 Inducing belief revision operator from examples
3. 学会等名 人工知能学会 第112回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宋 剛秀
2. 発表標題 CEGARと反例の共有を用いたSAT型CSPソルバーの並列化方法の考察
3. 学会等名 人工知能学会 第112回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯野 有軌
2. 発表標題 解集合ソルバーを用いた様相命題論理の充足可能性判定
3. 学会等名 日本ソフトウェア科学会 第22回プログラミングおよびプログラミング言語ワークショップ (PPL 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yin Jun Phua
2. 発表標題 Scalable Learning of Logic Programs with Neural Networks
3. 学会等名 The 3rd International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Tenda Okimoto
2. 発表標題 Identifying Influential Variables in CSP
3. 学会等名 The 20th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoki Yoshida
2. 発表標題 Resilient Nurse Scheduling Problem
3. 学会等名 International Symposium on Scheduling 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 浩晃
2. 発表標題 エージェントのタイプを用いた特性関数の簡略表記法に基づく制限付き提携構造形成問題
3. 学会等名 第18回科学技術フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沖本 天太
2. 発表標題 U12バスケットボールにおけるリーグ戦スケジューリング
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会 (JSAI 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ポア インジュン
2. 発表標題 ノイズを含む遷移データからの論理プログラム学習
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会 (JSAI 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Guillaume Lorthioir
2. 発表標題 Inferring Agent's Goals from Observing Successful Traces
3. 学会等名 The 33th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2019 (JSAI 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 浩晃
2. 発表標題 エージェントのタイプに基づく制限付き提携構造形成問題
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会 (IPSJ 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤本 真育
2. 発表標題 不確実性を考慮したタイプ付き提携構造形成アルゴリズム
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会 (IPSJ 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村 一輝
2. 発表標題 スポーツ・スケジューリング：ミニバスケットボールにおける戦作成問題
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会 (IPSJ 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田 基輝
2. 発表標題 0-1 整数計画法によるレジリエントなナース・スケジューリング
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会 (IPSJ 2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沖本 天太
2. 発表標題 レジリエントなナース・スケジューリング問題
3. 学会等名 第 17 回科学技術フォーラム (FIT-2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tobias Kaminski
2. 発表標題 Exploiting Answer Set Programming with External Sources for Meta-Interpretive Learning
3. 学会等名 The 31st International Conference on Logic Programming (ICLP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yin Jun Phua
2. 発表標題 Learning from Noisy Transition Data
3. 学会等名 The 2nd International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2017) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Emir Demirovic
2. 発表標題 Recoverable Team Formation: Building Teams Resilient to Change
3. 学会等名 The 15th International Conference on the Integration of Constraint Programming, Artificial Intelligence, and Operations Research (CPAIOR 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mutsunori Banbara
2. 発表標題 teaspoon: Solving the Curriculum-Based Course Timetabling Problems with Answer Set Programming
3. 学会等名 The 28th International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS 2018), (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ポア インジュン
2. 発表標題 重み予測を用いたMLPの初期化による少数例からのダイナミクス深層学習
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会 (JSAI 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝俣 翔太
2. 発表標題 Neural Programmer-Interpretersの拡張と四則演算を用いる文章問題の解答
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会 (JSAI 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山中 悠介
2. 発表標題 公平性を考慮した麻酔科医スケジューリング問題に関する一検討
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会 (IPSJ 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 克巳
2. 発表標題 システムズレジリエンスへの数理アプローチ
3. 学会等名 「レジリエンス・エンジニアリング理論の医療の質・安全における実用化研究」研究会議 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Katsumi Inoue
2. 発表標題 Learning Programs from Observations
3. 学会等名 Dagstuhl Seminar 17382: Approaches and Applications of Inductive Programming (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沖本 天太
2. 発表標題 確率的な提携構造形成フレームワークの提案
3. 学会等名 第16回科学技術フォーラム (FIT-2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yin Jun Phua
2. 発表標題 Learning Logic Program Representation from Delayed Interpretation Transition Using Recurrent Neural Networks
3. 学会等名 The 1st International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沖本 天太
2. 発表標題 不確実性を考慮した提携構造形成問題に関する一検討
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nicolas Schwind
2. 発表標題 Building Teams Resilient to Change.
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ボア インジュン
2. 発表標題 リカレントニューラルネットワークによる遅延を伴う解釈遷移からの論理プログラム表現学習
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI 2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡崎 孝太郎
2. 発表標題 多デバイス接触履歴からの視聴行動モデル化と知識更新
3. 学会等名 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI 2017)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tony Ribeiro, Maxime Folschette, Laurent Trilling, Nicolas Glade, Katsumi Inoue, Morgan Magnin, Olivier Roux	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ISTE Sciences	5. 総ページ数 40 (to appear)
3. 書名 Les enjeux de l'inference de mode`les dynamiques des syste`mes biologiques a` partir de series temporelles. In: Elisabeth Remy, Cedric Lhoussaine (eds.), Approches Symboliques de la Modelisation et de l'Analyse des Systeme`mes Biologiques	

〔産業財産権〕

〔その他〕

井上研究室ホームページ <a href="http://research.nii.ac.jp/il/">http://research.nii.ac.jp/il/</a>
受賞 1.C. Sakama, K. Inoue, T. Sato: Best Paper Award, The 10th International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (2017) 2.T. Kaminski, T. Eiter, K. Inoue: Best Paper Award, The 34th International Conference on Logic Programming (ICLP 2018) 3.Y.J. Phua, K. Inoue: Best Student Paper Award, 29th Int. Conf. Inductive Logic Programming (ILP 2019) 4.T. Okimoto, K. Hirayama: Best Paper Award, 20th Int. Symp. Advanced Intelligent Systems (2019)

## 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	坂間 千秋  (Sakama Chiaki)  (20273873)	和歌山大学・システム工学部・教授    (14701)	
研究分担者	沖本 天太  (Okimoto Tenda)  (10632432)	神戸大学・海事科学研究科・准教授    (14501)	
研究分担者	Nicolas Schwind  (Schwind Nicolas)  (60646397)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員    (82626)	

## 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7件

国際研究集会 "Learning Relational Dynamics from State Transition" The 1st Project Meeting (Kobe)	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 "Learning Relational Dynamics from State Transition" The 2nd Project Meeting (Kanazawa)	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 "Learning Relational Dynamics from State Transition" The 3rd Project Meeting (Kobe)	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 "Learning Relational Dynamics from State Transition" The 4th Project Meeting (Fukuoka)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 "Franco-Japanese Meeting on Knowledge Representation and Reasoning in CRIL" (Lens, France)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 "Franco-Japanese Meeting on Learning and Reasoning about Dynamics in LIP6" (Paris, France)	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 "Learning Relational Dynamics from State Transition" The 5th Project Meeting (Online)	開催年 2021年～2021年

## 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



フランス	LS2N / Ecole Centrale de Nantes	CRIL CNRS / University of Artois	LIP6 / Sorbonne University	
オーストリア	Technische Universitaet Wien			
ドイツ	University of Potsdam			
カナダ	Ecole Polytechnique de Montreal			
英国	Imperial College London			