

Society 5.0 を支える革新的コンピューティング技術
2018 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

本村 真人

東京工業大学 科学技術創成研究院
教授

学習/数理モデルに基づく時空間展開型アーキテクチャの創出と応用

主たる共同研究者:

坂井 哲 (北海道大学 大学院理学研究院 教授)

中村 篤祥 (北海道大学 大学院情報科学研究院 教授)

湊 真一 (京都大学 大学院情報学研究科 教授)

研究成果の概要

確率的セルラオートマタ(SCA)とそのチップ STATICA の評価解析結果に基づく新たなアニーリング方式 Ratio-Controlled Annealing(RPA)を提案し、新たなアニーリングチップ Amorphica を開発し集積回路トップ会議 ISSCC2023 で本チップを発表・デモ展示し、JST との共同広報も行った。バイナリ分割型決定木学習手法とそのアーキテクチャを提案し、リコンフ分野トップ会議 FCCM2023 にポスター採択された。

多様性を最大化する解集合を求める問題における近似アルゴリズム設計の一般的な枠組みを提案した(AI トップ会議 AAAI2023)。また、指定信頼度保証解を出力する純粋探索バンディットアルゴリズムの開発(ML トップ会議 AISTATS2023)、様々な重要な列挙問題に適用できるアルゴリズムの開発(DB トップ会議 PODS2022)、数値系列データに対する高速な検索アルゴリズムの開発(文字列処理トップ会議 CPM2022)を行った。信頼される AI 技術に関しては、昨年度の成果が人工知能学会論文賞を受賞した他、決定木アンサンブルの材料科学における触媒探索への応用を行った。

高齢化と大規模化が進む過疎地域の農業効率化に向けて、農業資産シェアリングプラットフォームを提案し、農機の移動・農作業スケジューリングに関する最適化問題の例を数学的に定義し、この問題に取り組むプログラミングコンテストを引き続き開催し大盛況であった(1484 名参加)。これまで開催してきた各年度のコンテストにおいて入賞者と共同研究を行い、アルゴリズムを改良して国際会議で発表している。ハードウェアとソフトウェアを統合的に扱う新しいアルゴリズム基盤技術の構築を目指し技術検討を進めた。

複数のスピンの同時に反転しうる SCA や RPA が高温相で高速混合性を示すことや、SCA を対数温度スケジュールで駆動して基底状態を探索できることを数学的に証明し、論文を発表した。化学反応デザインにおいて重要である Atom-to-Atom マッピングに対してイジング計算機を適用し、既存のバックトラック法に対する優位性を確認した。量子アニーリングによる化学反応ネットワーク上の経路探索問題定式化・パラメータ自動調整法・系統的な性能評価を進めた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kazushi Kawamura, Jaehoon Yu, Daiki Okonogi, Satoru Jimbo, Genta Inoue, Akira Hyodo, Ángel López García-Arias, Kota Ando, Bruno Hideki Fukushima-Kimura, Ryota Yasudo, Thiem Van Chu, Masato Motomura, Amorphica: 4-Replica 512 Fully Connected Spin 336MHz Metamorphic Annealer with Programmable Optimization Strategy and Compressed-Spin-Transfer Multi-Chip Extension, International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), Feb. 22, 2023.
- 2) Tesshu Hanaka, Masashi Kiyomi, Yasuaki Kobayashi, Yusuke Kobayashi, Kazuhiro Kurita and Yota Otachi, A Framework to Design Approximation Algorithms for Finding Diverse Solutions in Combinatorial Problems, Proceedings of The 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-23), Feb. 12, 2023.
- 3) B.H. Fukushima-Kimura, S. Handa, K. Kamakura, Y. Kamijima, K. Kawamura and A. Sakai. Mixing time and simulated annealing for the stochastic cellular automata. Journal of Statistical Physics **190**, Article 79 (2023).