

Society5.0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

2021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

§ 1. 研究成果の概要

確率的セルラオートマタ(SCA)に基づくアニーリング方式の収束性向上・実行効率向上・応用実証の研究を推進し, CEATEC2021 でデモ展示を行った. また, 次期ハードウェアの開発を進めている. 決定森に関しては, ExtraFerns の次世代版, 特徴量事前分割方式による推論アーキテクチャ(FPT2022 ベストペーパー受賞), Thermometer エンコーディング特徴量分解による学習アーキテクチャ, 誤りを許す分岐予測に基づく推論高速化など, アーキテクチャ視点での並列化・軽量化・高速化の研究に取り組んだ. 更に粗粒度行列処理の研究も本格始動した.

高信頼性・安全性の学習手法として, 多様な解候補の列挙手法, および適切な改善行動を決定木で予測する「反実仮想説明木」の学習法を開発し, 人工知能のトップ会議 AAAI2022, および機械学習のトップ会議 AISTATS2022 に採択された. 実世界の構造データに対する組合せ最適化についての成果を当該分野の第一級の学術誌と国際会議で発表した.

再生可能エネルギーのナノグリッド群を電気自動車でネットワーク化する自立型地産地消エネルギーシステム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前年度に引き続き開催した. 参加登録者数は 2020 年度が 1716 名(うち 687 名が海外), 2021 年度が 1925 名(うち 813 名が海外)と大盛況であった. また, 過去のコンテスト成果を活かして, アニーリングマシンのグラフ埋込みアルゴリズム(17 年度課題)が学術誌 Springer Soft Computing に採択された. 買物支援サービス(19 年度課題)における時空間最適化技術を国際会議 NOLTA2020, 地域エネルギーシステム(20 年度課題)における多目的時空間最適化技術を国際会議 IEEE EPEC2021 で発表した.

§ 2. 研究実施体制

(1)アーキテクチャグループ

- ① 研究代表者: 本村 真人 (東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)
- ② 研究項目
 - ・ アンサンブル・オンライン学習エッジアクセラレータ
 - ・ 多目的エネルギー最小化エンジン

(2)機械学習グループ

- ① 主たる共同研究者: 有村 博紀 (北海道大学 大学院情報科学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・ 高精度アンサンブル-オンライン学習 HW の研究開発
 - ・ 高信頼性・安全性の学習アルゴリズムの研究開発
 - ・ 時空間展開型-機械学習 HW の自動運用技術・応用技術

(3)社会応用アルゴリズムグループ

- ① 主たる共同研究者: 湊 真一 (京都大学 情報学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・ アニール計算の応用展開・評価
 - ・ 次世代アニール計算モデル
 - ・ 時空間展開 HW-SW 統合アルゴリズム
 - ・ 時空間展開型-最適化問題応用

(4)数理科学グループ

- ① 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)
- ② 研究項目
 - ・ 最適グラフ埋め込み指導原理
 - ・ 確率セルラオートマタ(SCA)型高速サンプリング理論
 - ・ 対結合ゆらぎ基底状態安定性理論
 - ・ 数理モデル社会展開

【代表的な原著論文情報】

Thiem Van Chu, Ryuichi Kitajima, Kazushi Kawamura, Jaehoon Yu, Masato Motomura, "A High-Performance and Flexible FPGA Inference Accelerator for Decision Forests Based on Prior Feature Space Partitioning, International Conference on Field-Programmable Technology (FPT) ", Dec. 2021

Tesshu Hanaka, Yasuaki Kobayashi, Kazuhiro Kurita, See Woo Lee, Yota Otachi,

“Computing Diverse Shortest Paths Efficiently: A Theoretical and Experimental Study,”
Proceedings of The Thirty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-22).

Kentaro Kanamori, Takuya Takagi, Ken Kobayashi and Yuichi Ike, “Counterfactual Explanation Trees: Transparent and Consistent Actionable Recourse with Decision Trees.” In Proceedings of the 25th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS 2022), to appear.

Bruno Hideki Fukushima-Kimura, Satoshi Handa, Katsunori Kamakura, Yoshinori Kamijima, Kazushi Kawamura, Akira Sakai, "Mixing time and simulated annealing for stochastic cellular automata," To appear in Journal of Statistical Physics.

Hiroshi Uchigaito, Mamoru Okamoto, Gleb Astashkin, Yuki Furubayashi, Norihiro Obata, Thantip Krasienapibal, Hiroshi Teramoto, Yuta Mizuno, Masato Kobayashi, Atsuyoshi Nakamura, Tamiki Komatsuzaki, Takashi Takemoto, "Multi-objective Spatiotemporal Optimization of Transportation and Power Management by using Multiple Electric Vehicles in Nanogrid Networks," 2021 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC), pp.1 – 8, Nov., 2021. doi: 10.1109/EPEC52095.2021.9621698.