

Society5.0を支える革新的コンピューティング技術
2019年度採択研究代表者

2021年度 年次報告書

戸川 望

早稲田大学理工学術院
教授

地理空間情報を自在に操るイジング計算機の新展開

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、Society5.0 の実現に不可欠な「地理空間情報処理」の高度化に焦点をあて、これを非ノイマン型計算機の一つとしてイジング計算機によって解決することを目的とする。地理空間情報処理向けイジングプログラミングを確立し、現実の地理空間情報処理問題を論理イジング模型にマッピング、実イジング計算機にエンベッドし、実規模・実制約を持った地理空間情報処理問題を解法・評価する。これに加え、実地理空間情報処理問題の解法・評価のもと、地理空間情報処理に理想的なイジング計算機アーキテクチャ 4 要素の設計を行う。地理空間情報処理をキラーアプリケーションとし、そのためのイジング計算理論を確立する。

2021年度においては戸川グループ・高山グループは以下の通り、研究を実施した。

[戸川グループ]

① 地理空間情報ソフトウェア層

多様な実地理空間情報処理問題として、複数日にまたがる旅程最適化、「新しい生活様式」のための密回避経路最適化を取り上げ、これらを効率的に定式化し、実イジング計算機実機にて評価した。加えて大規模問題の分割や係数削減の検討を行い基礎評価を行った。

② 地理空間情報量子計算理論

これまで地理空間情報処理の多くの問題において存在する制約等式を含む組み合わせ最適化問題に対する新規量子ゆらぎの構成方法を提案した。今年度さらに提案した新規量子ゆらぎを用いた量子アニーリングの従来手法に対する優位性を確認した。

③ 地理空間情報理想イジング計算機設計

多数の制約を持つ地理空間情報処理問題に効果的なスピンドリップ方式を、ソフトウェアで実現するスピンマージ手法を構築し、イジング計算機シミュレータならびに実イジング計算機を用いてその性能を評価した。

[高山グループ]

④ 地理空間情報アプリケーション層

MaaS 分野に対応する旅程最適化機能に続き、スマートシティ分野において需要の高い最適配置機能を選定し、実データを適用したアプリケーションの試作を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1) 戸川グループ

- ① 研究代表者: 戸川 望 (早稲田大学理工学術院 教授)
- ② 研究項目
 - ・ 地理空間情報ソフトウェア層
 - ・ 地理空間情報量子計算理論
 - ・ 地理空間情報理想イジング計算機設計

(2) 高山グループ

- ① 主たる共同研究者: 高山 敏典 (ゼンリンデータコム技術本部先端技術推進室 エキスパートエンジニア)
- ② 研究項目
 - ・ 地理空間情報アプリケーション層

【代表的な原著論文情報】

- 1) Tomokazu Yoshimura, Tatsuhiko Shirai, Masashi Tawada, and Nozomu Togawa, "QUBO Matrix Distorting Method for Consumer Applications," IEEE 40th International Conference on Consumer Electronics (ICCE-2022), 2022 (DOI: 10.1109/ICCE53296.2022.9730601).
- 2) Siya Bao, Masashi Tawada, Shu Tanaka, and Nozomu Togawa, "Multi-day Travel Planning Using Ising Machines for Real-world Applications," 2021 IEEE International Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), pp. 3704-3709, 2021 (DOI: 10.1109/ITSC48978.2021.9564593).
- 3) Siya Bao, Masashi Tawada, Shu Tanaka, and Nozomu Togawa, "An Approach to the Vehicle Routing Problem with Balanced Pick-up Using Ising Machines," 2021 International Symposium on VLSI Design, Automation and Test (VLSI-DAT), 2021 (DOI: 10.1109/VLSI-DAT52063.2021.9427355).
- 4) Yosuke Mukasa, Tomoya Wakaizumi, Shu Tanaka, and Nozomu Togawa, "An Ising Machine-Based Solver for Visiting-Route Recommendation Problems in Amusement Parks," IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E104-D, no. 10, pp. 1592-1600, 2021 (DOI: 10.1587/transinf.2020EDP7264).