

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

Society5.0の実現のためには、自動運転、知能ロボット制御、スマート工場など様々な社会課題の解決とこれによる経済発展が望まれ、その中核の一つに地理空間情報処理が位置する。地理空間は、ヒト・モノ・様々な移動体・位置の集合として捉えられ、別の見方をすれば地理空間は現実空間そのものを表現する。一方、地理空間のための情報処理は、多地点最適巡回経路探索や最適基地局設置など、サイバー空間としての「地理空間情報」に、現実空間の「地理空間」を重畳し、サイバー空間と現実空間とが融合した「サイバーフィジカルシステム」を実現するものである。Society5.0の実現には、「地理空間情報」を自在に操る情報処理の高度化は不可欠となる。

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。

上記の目的を達成するために、本研究では、まず①地理空間情報ソフトウェア層(マッピング・エンベッディング・統計的解釈処理)と④地理空間情報アプリケーション層(設計・評価)の2層を設定し、イジング計算機による地理空間情報処理を実現する。同時に②地理空間情報処理のための量子アニーリング理論の構築(量子計算理論)、③地理空間情報処理のための理想イジング計算機アーキテクチャ4要素の設計とイジング計算機シミュレータの開発を行う。①～③は戸川グループ、④は高山グループが実施する。

2019年度においては、戸川グループ・高山グループともに以下の通り、研究全体の基盤体制を構築した。

戸川グループ

① 地理空間情報ソフトウェア層

多種制約付きの地理空間情報処理問題として、容量制約有りの配送計画問題(CVRP 問題)を取り上げ、さらに実問題を念頭に集積所を複数個設定した(CVRP-MD 問題)に対して、これを3段階に論理・物理イジング模型として実現し、イジング計算機実機評価に向けた検討を行った。さらにアミューズメントパークの経路最適化問題を取り上げ、イジング計算機実機評価に向けた検討を行った。

② 地理空間情報量子計算理論

地理空間情報量子計算理論のために、いくつかの量子アニーリング理論と地理空間情報処理問題との関係性を明らかにし、③と連携して理論的な枠組みの一部を構築した。

③ 地理空間情報理想イジング計算機設計

地理空間情報理想イジング計算機設計では、イジング計算機を構成する4要素をパラメタとするシミュレータの構築に取り掛かり、イジング計算機シミュレータの仕様を策定した。

高山グループ

④ 地理空間情報アプリケーション層

地理空間情報アプリケーション層の設計にあたり、その基盤体制を構築した。地理空間情報アプリケーションの諸機能を調査しイジング計算機に対する適性を評価した。実際の地理情報を利用したアプリケーションの試作を通して今後の課題を精査した

【代表的な原著論文】

- [1] Siya Bao and Nozomu Togawa, "Document-level sentiment classification in Japanese by stem-based segmentation with category and data-source information," 14th IEEE International Conference on Semantic Computing, pp.311-314, 2020.

§ 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