

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 生物集団移動の専門家が利用可能な説明・意思決定のための基盤技術

2. 個人研究者名

藤井 慶輔（名古屋大学大学院情報学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

人間やその他生物の多様な集団移動運動を研究対象とし、自然科学、社会科学、交通、都市基盤分野など、実環境での集団移動を扱う専門家にとって、説明・操作・意思決定可能な人工知能基盤技術を開発するという独創的かつ発展性の高い研究である。計測技術の発展により、様々な生物や人工物の集団移動・行動データが収集可能となり、社会や科学分野への貢献が期待される一方で、情報技術に詳しくない実環境の集団運動の専門家（例えば生物学の研究者やスポーツチームの監督等）にとって、これらの集団行動データの分析や活用は難しい課題となっている。そこで、単なる予測ではなく、学習で得られた機械学習モデルから、集団行動の分析と意思決定を支援する信頼される AI 技術を研究開発した。本研究により、以下の3つの主要な成果をあげた。

(1) 観察データに基づく集団運動規則の抽出に関して、自然科学分野の多種多様な生物を研究対象とする研究者と協力し、機械学習技術を用いて、動物行動学の理論モデルとデータを統合し、集団の移動軌跡から個体間の相互作用規則を推定可能な画期的な情報抽出技術を研究開発した。この技術は、群体移動のシミュレーションデータや、コウモリ、カツオドリ、マウス、ハエ等の様々な野生動物の行動データに基づき評価・改良され、多くの研究論文が出版されるなど、スポーツ科学や生物学におけるさまざまな研究に活用されており、その有効性は高く評価できる。(2) 反事実予測に基づく介入効果推定などの集団運動評価技術に関して、マルチエージェントの複雑なシナリオにおける反事実的な経時的介入結果を推定する手法を提案した。従来の機械学習方法では考慮されていなかった共変量の反事実的予測とマルチエージェント関係の構造を組み入れることで、集団行動の予測だけでなく、推定結果に基づいた能動的な意思決定を実現する画期的な手法である。その他にも、反事実予測をデータから実現可能な特性をもつ、様々な集団スポーツに適用可能な評価手法を研究開発した。(3) 強化学習に基づく集団運動シミュレーションと意思決定評価に関しては、スポーツデータに基づく価値関数の推定手法と、生物のように協力的な移動を行う自律型強化学習モデルのシミュレーション技術を研究開発した。従来の課題であった強化学習における実世界と仮想環境との間のドメインギャップを解決する新手法も提案した。

本研究の成果は、機械学習分野とシミュレーション分野等の当該分野の最難関学術誌と国際会議を含む多くの論文として採択・発表されるなど、その独創性と有用性が国際的に高い評価を受けている。集団移動研究に AI 技術を導入するという独創的な発想に基づき、生物学、スポーツ科学、交通科学など、幅広い分野への応用を切り拓いている。提案技術のコードの実装と、シミュレーションと実データを用いた技術検証による実効性の保証だけでなく、将来の社会実装に向けて、実社会における多様な応用の検討と、データを収集・保有する団体や企業との連携の検討がなされていることも高く評価できる。今後、さきがけ研究で得られた研究成果を継続的に理論展開し、社会実装方式を明らかにすることで、実世界の人間や生物の集団行動の理解を深め、多様な社会問題の解決に貢献するだけでなく、集団行動への AI 応用の第一人者として、信頼される AI 基盤技術の新たな可能性を拓くことを期待する。