

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 機械理解の創成に向けた随伴関手の統計的推定理論の構築

2. 個人研究者名

日高 昇平（北陸先端科学技術大学院大先端科学技術研究科 准教授）

3. 事後評価結果

人の理解の認知過程を捉える新しい枠組みとして視覚・言語の理解を統一的に扱う新しい学問分野「機械理解」の分野の創成を目指した独創的かつ野心的な研究である。従来の深層学習と異なる、群に代表される代数的構造に基づく理論的枠組みを提案し、視覚・言語の理解の認知メカニズムを提案するとともに、実証実験を行い、提案の有効性を実証している。従来の深層学習は、ブラックボックスであり、予測の理解や説明が困難であった。このことが、深層学習を、信頼性や透明性を必要とする社会応用から遠ざけている。この観点に基づき、本研究では、視覚・言語の理解に潜む群の代数構造に着目し、連続空間上に埋め込まれた視覚や言語データを、その深層構造である群構造へ橋渡しして、有限かつ離散な組み合わせ論的構造で表現することで、理解の透明性を向上させた。具体的な研究成果として以下の2つが挙げられる。

(1) 視覚的理解に関しては、複数の立体像を視覚に生起させる、ネッカーキューブなどの線画データを用いて、視覚理解を、群構造の最大化による曖昧性を解消する情報処理として捉えた数理モデルを提案した。このモデルは、多様な線画が人間によって立体と知覚される度合いを定量的に予測し、同時に、対称性を増減させることで、立体と知覚される度合いを制御した画像生成に成功した。本研究成果は、視覚の心理学分野で長年議論されてきた2つの仮説に包括的な説明を与えることを可能とする画期的な成果である。(2) 言語理解に関しては、高次元ベクトル空間への単語埋め込みに基づく自然言語処理技術に着目し、なぜこうした言語モデルが単語共起関係に基づく統計量を用いた機械学習手法によって構成可能かを説明する理論を構築した。この理論は、現代の大規模言語モデルの成功の理由を説明できる可能性をもち、興味深い成果である。

本研究の成果は、多くの学術論文誌や、国際会議、国際・国内研究集会などで発表された。視覚理解に関する成果は、認知科学分野の論文誌で論文賞を受賞し、言語理解に関する成果は、言語処理分野の国内会議発表で委員特別賞を受賞するなど、独創性が高い評価を得ている。提案の研究テーマに関する2回のオーガナイズドセッションを人工知能分野の国内学会で企画・開催するとともに、新聞・テレビ等で関連研究の報道発表を行うなど、研究成果に関する情報発信も積極的に行った。

本研究で推進した表層構造と深層構造の代数的融合に基づく機械理解の研究は、現在のAI研究で主流となっている、機械学習と数理統計に基づく理解の研究を補完する重要な試みであり、将来の信頼されるAIの実現に寄与すると思われる。独自の発想に基づき、新しい枠組みの提案と、粘り強い研究推進により着想を実証した点は高く評価できる。今後、さきがけ研究の成果を継続的に発展させて、その有効性を実証することで、次世代の人工知能と認知科学を根本から革新し、「機械理解」という新しい融合的学問分野を確立することを期待する。