

論文審査の結果の要旨

氏名 杉田 祐也

本論文はロボットの行動に基づいた文の学習のモデルを構成することを中心テーマとし、具体的には、力学系人工神経回路網モデルを用いた学習モデルを提案し、2単語文とロボットの行動パターンの対応関係の学習実験の結果としてモデルが獲得した意味表現の性質について論じたものである。意味表現が持つべき非常に広汎な性質のなかで、特に、文の意味がそれに含まれる語の意味の合成として理解できるとする「意味の合成性」について、文の意味を文と行動パターンの対応関係であるとする抽象化の下で論じている。

本論文は4章からなる。第1章では、人工知能モデルや統計モデルを用いた従来研究について紹介し、それらの問題点について論じている。これらの従来モデルが共通に用いている記号接地問題のフレームワークが抱える問題点を明らかにし、その代替案として、学習モデルの汎化能力を記号の創発として捉える考え方を提示している。第1章後半から第2章にかけて、その実装として力学系人工神経回路網モデルを用いる方法論を検討している。

本論文の中心である第3章では、学習モデルを提案し、学習実験の後に観察されたロボットの行動と、モデル内部に獲得された意味表現の構造の関係について議論している。実験タスクは、動詞・名詞の2語から成る文と行動パターンの対応関係をロボットが学習した後に、ロボットが与えられた未知の文を認識し、適切な行動を生成できることをテストするものである。言語セットは、3語の動詞、6語の名詞の組み合わせの18種類の可能な文を含む。文は語の時系列として教示し、また、行動はロボットをジョイスティックで操作して実験者が生成した行動に伴うセンサモータ情報の時系列として教示した。また、文と行動の間の対応関係を部分的に教示している。

提案された学習モデルは2つの相互作用するモジュールから成り、一方が文を、もう一方が行動パターンを学習する。各モジュールは谷によって提案されたパラメタバイアスノード付き再帰神経回路網によって実装されており、教示された各文、各行動パターンの内部表現を学習の過程で自己組織化する。文と行動の対応関係の学習は、対応する文と行動のそれぞれの内部表現を等しい値に収束させるモジュール間の制約として定式化されており、両モジュールがこの制約の下でそれぞれの教示データを同時に学習する。

言語セットに含まれる可能な18の文のうち、14の文について対応関係を教示した学習実験の結果、ロボットは4つの未知の文を含む全ての文を認識し、正しい行動を生成できることが観察された。この対応の汎化が、学習によって獲得された各モジュール間で共有されている内部構造によって実現されていることが、学習後のモデルの解析によって示された。この文と行動全体に渡るグローバルな構造的結び付きが、学習時の制約による各文と各行動のローカルな結び付きによって獲得できたことは興味深い。また、行動パターンとして与えられた文の意味を語の意味にあらかじめ文節化しなくても、組み合わせ的な意味表現の獲得を実現できたことから、このタスクにおいて、複数の文の意味の関係性から語の意味が創発できたことが示唆される。このような語の意味の全体論的解釈について、ロボットを用いた実験結果に基づいた具体的な議論がなされている点は、本研究に独自で

あると言える。

第4章では、第3章の結果を簡潔にまとめ、また今後のロボットが行なうタスクに基づいた言語学習研究において、今後達成すべき課題について検討している。

以上のように、論文提出者の研究結果においては、単に文と行動の結びつけが表面的に学習されるのではなく、経験した文および行動の束の相互の関係性から、意味の空間が物理世界に接地した形で構造をもって自己組織化されるという点が、非常に興味深い。将来の一つの方向として、如何により複雑な文および行動について発達的に学習されうるか、人間の場合と比較しながら研究することは重要であろう。その時、本研究は高次脳機能発達研究、言語発達研究などより広い研究範囲にインパクトを与えるであろうことが期待される。

したがって、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものと認定する。