

論文審査の結果の要旨

氏名 牧野 貴樹

本論文は、6章からなり、第1章において、論文の主課題である言語理解のための神経回路網シミュレーション構築の意義に関して、また第2章においてこの分野における従来の研究（ニューラルネットワークでの時間コーディングの利用、接続リスト言語処理）の不十分な点を整理し、3章以降で展開される研究の課題を整理している。

第3章では、言語を取り扱う神経回路網が備えているべき要素について、理解した結果である意味表現と緊密に関連するという仮定から、言語理解メカニズムの構成を捉える試みを展開している。特に、意味表現において重要な部分となる属性と値の束縛を表現することについて、言語に含まれる未知の束縛をも記憶内で表現可能とするためには加算的意味表現が必要であることを述べ、単純な表現形式では重複表現破局を避けられないことを指摘している。そして、加算的でありながら重複表現破局を避ける束縛表現として時間によるコード化が好ましいこと、その際に時間コーディングへの入力を制御するための位相調停機構が必要であることを議論し、従来研究とは異なる角度から言語を取り扱う神経回路網の構成を浮かび上がらせている。

第4章においては、高効率で時間的精度の高い神経回路網シミュレーションの構築技術について述べている。まず、高い時間的精度を達成するためには、従来の離散時間式シミュレーション方式を用いると効率が大幅に落ちるため、離散イベント式シミュレーション方式を採用する必要があることを述べている。そして、ニューロンの遅延発火について正確な予測が必要であること、複雑なニューロンモデルにおいて正確な予測法が従来存在しなかったことを指摘し、実用的なニューロンモデルを効率的にカバーできる新たな予測法、二次漸進分割法を提案している。また、予測のコストを抑える技術として既知の到着パルス時刻を利用した高速検査法も併せて導入している。そして、計算機上での効率試験の結果を示し、その考察を通してこれらの手法の有効性を示すことに成功している。

第5章においては、第3章で研究した構成と第4章で提示した構築技術を使い、言語理解モデルを神経回路網シミュレーション上に実際に構築する研究について述べている。ここでは、第3章で論じた位相調停機構に相当する、大脳生理学で研究されている機構を導入し、そこに神経網で構成された文法知識を付加することで、単語列から束縛を含む意味表現に変換する神経回路網の構成を説明している。その上で、計算機上のシミュレーションにこの構成を実装し、実際に単語列でから意味表現への変換が働くことを実証することで、している。そのうえで、ここで構築したモデルの妥当性や、言語学的な含意について議論している。

最後に、第6章では、本論文で展開された神経回路網シミュレーションの構築、および、言語理解システムにおいて残された課題を整理し、この分野における将来の研究課題を簡潔にまとめている。

なお、本論文第3章は、合原 一幸・辻井 潤一との共同研究であるが、論文提出者が主体となって構築された議論であり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。