

氏名（本籍）	かまた しん 鎌田 真（広島県）
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第134号
学位授与年月日	平成31年3月22日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第36条第2項及び広島市立大学学位規程第3条第2項の規定による
学位論文題目	Deep Belief Network の構造適応型学習に関する研究
論文審査委員	主査 教授 高濱 徹行 副査 教授 高橋 健一 副査 教授 松原 行宏 副査 准教授 原 章 副査 教授 市村 匠（県立広島大学）

論文内容の要旨

深層学習は、多数の層で構成される大規模な階層型ニューラルネットワーク (NN) を用いた機械学習であり、特に画像データに対する分類精度の高さから注目を集めている。しかし、学習対象によって適切なネットワーク構造やパラメータは異なるため、その設計は困難である。本論文では、学習対象に応じてネットワーク構造を適応的に探索するという構造適応型学習手法を提案し、様々なデータの学習に適用することにより、その有効性を示している。

本論文では、Restricted Boltzmann Machine (RBM) において、学習時に結合荷重とパラメータの変化が大きいニューロンの隣に新しいニューロンを追加し、発火確率の低いニューロンを削除するという方法を提案している。さらに、RBM を多層重ねて Deep Belief Network (DBN) を生成する際に、既存の層における結合荷重などの変化とエネルギーが大きければ新しい層を追加するという方法を提案している。本手法を様々な画像ベンチマークデータに適用した結果、適切なネットワーク構造が構築され、従来手法よりも高い分類精度が得られることを示している。この他に以下の4つの成果がある。

(1) 医療検診データのようなマルチモーダルデータに対して、関連するデータブロックを推定し、関連ブロックを近くに配置するという方法を提案し、分類精度を維持しつつ計算時間が削減できることを示している。(2) リカレント NN に基づき時系列データ学習を行う RNN-RBM に構造適応型学習手法を導入することにより、従来手法よりも高い予測精度が得られることを示している。(3) 学習された NN からの知識獲得として、忘却学習により結合荷重を明確化し、発火パターンに決定木学習を適用する方法と、学習誤り修正法を提案

している。決定木による推論によって精度はやや劣るが非常に高速な推論が実現できることを示している。(4) 医療検診データに提案手法を適用して診断支援システムを構築し、癌に関する推論ルールを発見している。胸部 X 線画像ベンチマークデータに対して高い分類・検出精度を示している。

第 1 章では研究の背景と目的について述べている。第 2 章では RBM, DBM に対する構造適応型学習法を提案し、ベンチマークデータに対する分類精度を評価している。第 3 章ではマルチモーダルデータに対する構造適応型 DBM の学習法を提案し、観光情報データと医療検診データに対する性能評価について述べている。第 4 章では時系列データに対する構造適応型 DBM の学習法を提案し、時系列ベンチマークデータに対する性能評価について述べている。第 5 章では学習後の構造適応型 DBM からの知識獲得手法を提案し、性能評価を行っている。第 6 章では、提案手法を実際の医療検診データに適用し、得られた学習結果により診断を支援するシステムの開発と、提案手法を胸部 X 線画像ベンチマークデータに適用した結果について述べている。最後に、第 7 章でまとめと今後の課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

平成 31 年 2 月 4 日 (月) 10 時 40 分から 12 時 10 分まで博士学位論文発表会 (公聴会) を開催した。申請者が論文内容について発表を行い、その後、論文内容に関する質疑応答および議論を行った。発表会 (公聴会) では、将来の発展的課題も含めた議論が活発に行われ、すべての質疑に対して申請者は的確に回答した。本研究では、深層学習において、学習対象に応じてネットワーク構造を適応的に探索する構造適応型学習手法とその拡張手法を提案し、画像データ、マルチモーダルデータ、時系列データなど多種多様なデータの学習に適用することにより、その有効性を示している。これらの研究成果は深層学習分野の研究に寄与すると考えられ、博士論文として十分な内容であると判断された。上述の研究成果は、ジャーナル論文 4 編、査読付き国際会議論文 8 編として公表済みである。

以上により審査委員会は論文審査を合格とした。