

未来社会創造事業 探索加速型
「超スマート社会の実現」領域
終了報告書(探索研究)

令和元年度
終了報告書

平成 30 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:鈴木 賢治]

[国立大学法人東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 特任教授]

[研究開発課題名:画像と記号を繋ぐ深層学習の開発と人との相互作用]

実施期間 : 平成 30 年11月15日～令和 2 年3月31日

§ 1. 研究実施体制

「鈴木」グループ(東京工業大学)

① 研究開発代表者:鈴木 賢治 (東京工業大学科学技術創成研究院、特任教授)

② 研究項目

- ・少サンプル学習可能な深層学習の検討
- ・特徴量型機械学習と深層学習の融合の検討
- ・賢いAIと医師の診断能の評価のための準備

§ 2. 研究実施の概要

近年、深層学習と呼ばれるAIが革新的な技術として世界中で注目されており、これを中心としたAIが第4次産業革命をもたらすと言われている。現在、世界中の研究者達が、深層学習が従来の技術を置き換え、人を超越する能力を持つAIになり得るものと考え、様々な分野で精力的に研究を行っている。

一般的に、深層学習モデルの学習には、大量の画像データサンプル(5,000から10万枚)が必要であることが知られている。しかしながら、多くの応用(医療、自動車、産業など)では、そのような大量のデータを集めることは困難である。医療画像を対象とした場合、現実的に収集できる症例数は、せいぜい数十から数百症例が限界である。たとえ症例を収集できたとしても、症例毎に正解を付与するラベル付けに気の遠くなるような時間と労力を要する。このため、AIのためのデータベースとして収集できる現実的な症例数は、300~400程度に留まる。以上のように、少数サンプルで学習可能な深層学習の開発が、深層学習AIの社会実装には必要不可欠である。

このようなAIの社会実装における深刻な課題を解決するため、深層学習モデルを比較的少ないサンプルで学習する方法を検討した。まず、多くの分野で標準的に利用されている転移学習を検討した。医用画像上の病変の分類問題に、現在最も使われている深層学習モデルである Convolutional Neural Networks (CNN)を適用した。大量(128万枚)の自然画像データで学習した大規模な CNN モデルを転移学習し、医用画像のデータベースを用いてファインチューニングした。その結果、転移学習を用いれば、大規模の CNN を比較的少ない症例数(230症例)の医用画像で学習することができた。しかし、転移学習による CNN の性能(正確度 88%)は、従来の特徴量型機械学習の性能(正確度 85%)と比較して、それほど高いものとはならなかった。これは、深層学習の性能を引き出すためには、当該のデータベースで一から学習しなければならないことを示している。

次に、我々が先駆的に開発してきた深層学習モデルを発展させ、少数サンプルで学習可能な深層学習モデルを開発することを検討した。次段落で述べる小規模モデル融合型深層学習を 100 症例の医用画像データで学習した。先の転移学習 CNN モデルを同じ 100 症例でファインチューニングし比較評価した。その結果、小規模モデル融合型深層学習は、100 症例で学習でき、転移学習 CNN より高い性能がでることが分かった。

また、深層学習と特徴量型機械学習を融合することを目標とし、これを達成するための基礎的な検討として、深層学習を複数の小規模なモデルに分割して学習することを検討した。医用画像の病変を判別する問題に対し、大規模な深層学習モデルと複数の小規模な深層学習モデルを学習した。医用画像データベース中の病変を複数のカテゴリーに分け、それぞれのカテゴリー毎に小規模深層学習モデルを学習した。独立に学習した複数の小規模深層学習モデルを融合し、小規模モデル融合型深層学習を開発した。小規模モデル融合型深層学習の判別性能が、元の大規模深層学習モデルの性能と同等であったことから、本手法の有効性が確認できた。これにより、画像などの高次元データを直接学習する深層学習と、特徴量などによる記述を学習する従来の特徴量型機械学習を融合するための基礎ができた。

新しい賢いAIを利用した医師の診断能を評価するための準備として、従来のAIを利用し、医師の診断能がAIの利用により向上するか否かを読影実験によって評価した。まず、医師にAI無しで病変を検出してもらい、医師単独の診断能を測定した。次に、AI有りで読影してもらい、医師の診断能の変化を測定、記録した。その結果、AIを利用することで、医師の診断能が向上することを示した。

以上のように、本研究では、少数サンプルで学習可能な深層学習の検討、特徴量型機械学習と深層学習の融合の検討、賢いAIと医師の診断能の評価のための準備を行い、比較的少数のサンプルで学習可能な深層学習モデルを開発し、画像などの高次元データを直接学習する深層学習モデルと特徴量などによる記述を学習する従来の特徴量型機械学習モデルを融合するための基礎的な方法を検討し、AIを利用した医師の診断能を評価するための読影実験を行い、AIの効果を測定する基礎的な準備をした。