

審査の結果の要旨

氏 名 ミシュラ ソーラヴ

本論文は、「**Rapid and Robust Learning for Homogeneous Image Data** (同質画像に対する高速・堅牢な学習)」と題し、英文より書かれており6章よりなる。近年、深層学習による物体認識の性能向上は目覚ましい。しかし、物体認識などの標準データセットでは高い性能を発揮できるものの、実社会のデータに適用すると所望の性能が得られない場合が存在する。それは、クラスごとの学習データ数が不均衡であったり、クラス間分散が小さい、すなわち似たような同質の画像が多く含まれたりするなどの原因に起因する。そこで本論文では、皮膚の疾病画像などを対象としながら同質画像データセットであっても素早く学習の最適化を行う手法を提案し、またその理論的解釈や認識精度が低下する場合の原因について実験的に議論した。

第1章は「**Introduction** (序論)」であり、これまで取り組まれてきた画像認識タスクの特徴・傾向をまとめ、標準的な手法の概略を説明している。

第2章は「**Background Literature** (関連研究)」であり、転移学習、学習高速化、学習最適化、敵対的画像生成などの本論文に関連する技術について従来研究のまとめを行っている。

第3章は「**Robust Model Learning** (頑健なモデル学習手法)」と題し、本論文で対象とする同質画像認識を定義し、その難しさについて議論した上で**Stochastic Gradient Descent with Restarts**, **Discriminative learning rates (DLR)**, **Cycle Length Multiplication (CLM)**という手法を組み合わせた高速かつ高精度な学習方法を提案し、従来手法に比べて高精度でかつ高速に学習が行え、かつ他のデータセットにも一般的に適用できることを3種類のデータセットを用いて実験的に検証している。

第4章は「**Preliminary Interpretations** (認識誤りに対する予備的な検討)」と題し、皮膚の疾病画像分類における認識誤りの例の列挙とその原因について議論している。特に、背景の影響、医師が目印のために書き込んだマーカーの影響、学習データの不均衡の影響、画角・明るさの違いによる影響などを具体例とともに例示している。

第5章は「**Adversarial Perturbations and Distribution Shifts** (混入するノイズの画像認識への影響)」と題し、トレーニングデータ・テストデータそれぞれにインパルスノイズやフォーカスずれによるボケなどの一般的に想定しうる外乱が混入したときの認識精度の低下について述べている。一般物体認識用データセットである**CIFAR-10**と皮膚の疾病画像データセットの比較では、**CIFAR-10**に比べて皮膚の疾病画像のように同質画像のほうがノイズの影響をより強くことが示唆された。加えて、敵対的画像生成技術を用いてそれらしい画像を生成することで学習データを増やす**Data Augmentation**の効果に

についても議論している。実験の結果、一般物体認識では一定の効果が期待できるものの、同質画像においては過学習を引き起こす可能性があり適用しないほうがよいという知見も得られた。

第6章は「Conclusion (結論)」であり、本論文の成果と残された課題をまとめている。

以上これを要するに、本論文は、一般物体認識で高い性能をもつとされる深層学習技術について、医用画像のように実世界ではよく見られる同質画像へ適用した際の高速・かつ堅牢な学習手法を提案するとともに、認識精度低下を引き起こしうる様々な要因について網羅的に調査・議論することで同質画像における深層学習技術の限界と理由を示したものであり、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。