

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 劉 迪超

論 文 題 目

**Towards Efficient and Accurate Attention Learning for
Fine-grained Image Classification**

(詳細画像分類におけるアテンション学習の精度向上と
効率化に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名 古 屋 大 学 教 授 間 瀬 健 二

委 員 名 古 屋 大 学 教 授 石 川 佳 治

委 員 名 古 屋 大 学 准 教 授 出 口 大 輔

委 員 名 古 屋 大 学 講 師 榎 堀 優

委 員 立 命 館 大 学 教 授 加 藤 ジェーン

劉 迪超君提出の論文「Towards Efficient and Accurate Attention Learning for Fine-grained Image Classification (詳細画像分類におけるアテンション学習の精度向上と効率化に関する研究)」は、一般画像認識が、画像を「車」「鳥」などのクラスに分類する技術であるのに対し、クラス内をさらに細かく分類し車種や鳥の名前などのサブクラスに分類する詳細画像認識 (Fine-grained Image Recognition) に関するものである。詳細画像認識は実世界の視覚情報をより深く理解し日常生活をサポートするという点で実用上の価値があるが、微かな差異のある位置をアテンション領域 (注目領域) として有効的に捉えることが不可欠であるため非常に困難な課題でもある。本研究は、詳細画像認識を用いたサブクラス分類におけるアテンション領域の学習精度向上と効率化を目的として、三つのアテンション学習手法を提案している。本論文は6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景を説明し、本論文の動機を述べるとともに、提案するアプローチの概要を説明している。

第2章では、本研究に関連する研究とそれらの研究と本研究の関係を詳述している。

第3章では、ガイド付きアテンション学習フレームワーク (AG-STNs) を提案した。従来の注目領域を抽出する手法は、注目領域を「捉えて」、「認識」するという二段階処理になっており誤差が蓄積する欠点があった。本研究では、深層ニューラルネットワークによる注目領域の特定と認識処理と結合し、これらを同時に最適化する手法を提案した。大きさや向きに多様性のある注目領域の切り出しを学習することは、ニューラルネットワークにとって非常に困難である。その問題点に対して、AG-STNs は、顕著性を固定処理することで得られたアテンションを、ネットワークを初期化するガイド信号として利用することにより、学習困難性を解決している。さらに、AG-STNs は複数のスケールの注目領域を生成することができ、その予測を融合させることでさらに精度を向上させることができる。その結果、従来よりも高精度な分類を達成した。

第4章では、マルチタスク・アテンション学習フレームワーク (CRA-CNN) を提案した。CRA-CNN は、あるタスクから学んだ知識を、関連する別のタスクの学習に役立てるという人間の行動にヒントを得ている。学習中に、主ネットワークと副ネットワークという二つのニューラルネットワークを用いて、主ネットワークが画像を認識し副ネットワークが異なる画像を比較して、お互いの相違点を発見する際の注目領域へのアテンションを強化する。学習後に、副ネットワークを取り外すことで実用時の計算量を削減出来るため、従来手法より演算負荷を軽減させることができた。

第5章では、再帰的に洗練されたマルチスケール・アテンション学習フレームワーク (RMCSAM) を提案した。RMCSAM は、深層特徴において、チャンネル・アテンションと空間アテンションの両方を学習し、学習されたアテンション情報を再帰的に洗練することで、有効なアテンションを捉える。RMCSAM は軽量で強い汎用性を持っており、Progressive Multi-Granularity Training (PMG) という詳細画像認識における最先端のアプローチと組み合わせることで、さらに精度を向上させることができる。また、RMCSAM は他のトレー

ニング・フレームワークとの組み合わせも可能であり発展性がある。

第6章では、本論文を総括し、今後の研究の展望と残された課題をまとめている。

本論文の貢献は、詳細画像認識におけるアテンション学習の精度向上と効率化のための手法を提案し、従来法に比べて精度の高い、また計算量を抑えられる結果を提示した点である。段階的な三つの手法を提案し、それぞれの手法の工夫も明らかであり、今後の詳細画像認識の分野への学術的寄与度は高い。よって、本論文提出者、劉迪超君は博士（情報学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。