

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Study on Robust Image Classification Networks against Known and Unknown Degradations
著者(和文)	DAULTANIDINESH
Author(English)	Dinesh Daultani
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12849号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:田中 正行,倉林 大輔,中臺 一博,原 精一郎,川上 玲,奥富 正敏
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12849号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	DAULTANI Dinesh	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	田中 正行	教授	審査員	川上 玲	准教授
	審査員	倉林 大輔	教授		奥富 正敏	特任教授
		中臺 一博	教授			
		原 精一郎	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「A Study on Robust Image Classification Networks against Known and Unknown Degradations」と題して、全 5 章から構成されている。 第 1 章「Introduction」では、本研究の背景と目的を述べている。画像認識分野において深層学習を応用した技術が大きく発展し、期待されていることが述べられている。画像認識の研究では、劣化等を含まない原画像の認識が多い。近年、劣化画像に対する研究も行われているものの、多くの研究では、劣化モデルが既知の劣化画像の認識が対象であると指摘している。一方、現実世界では、ひとつの劣化モデルばかりではなく、また、未知の劣化モデルによる劣化画像も認識する必要があると述べられている。このような背景のもと、まず、劣化モデルと画像認識の関係を次の三つの問題設定に分類している。1) 既知かつひとつの劣化モデルによる劣化画像の認識、2) 既知の複数の劣化モデルのいずれかで劣化した画像の認識、3) 未知の劣化モデルも含む劣化画像の認識、の三つである。これらの問題に対して、有効な深層学習ネットワークを構築することが研究目的であると述べられている。 第 2 章「Single Known Degradations: Knowledge Distillation and Robust Data Augmentation」では、知識蒸留を利用し、既知かつひとつの劣化モデルによる劣化画像の認識に関する高性能な画像認識ネットワークを提案している。特に知識蒸留とデータ拡張の関係を詳細に調査している。まず、既存のデータ拡張を、幾何学変形・色変換データ拡張とマスキングデータ拡張に分類している。この分類に基づき、知識蒸留を活用した知識蒸留学習する手法を提案している。提案手法では、劣化のない画像に対して、幾何学変形・色変換データ拡張を適用し、学習済みの教師ネットワークに入力する。一方で、幾何学変形・色変換データ拡張された画像に対して、劣化モデルに基づき劣化させ、さらにマスキングデータ拡張を適用し、学生ネットワークに入力し、教師ネットワークの出力と一貫性を保つように学生ネットワーク学習する手法を提案している。このような手法を利用することにより、従来の劣化画像認識ネットワークよりも高い性能を得られることが実験的に示されている。具体的には、JPEG 歪み、ごま塩ノイズ、ガウスブラー、および正規性ノイズによる劣化画像に対して、他手法と比較し、提案手法は高い識別性能であることが示されている。 第 3 章「Multiple Known Degradations: Knowledge Distillation and Weights Fusion」では、複数の教師ネットワークに基づく知識蒸留を利用し、既知の複数の劣化モデルのいずれかで劣化した画像に対する画像認識ネットワークを提案している。知識蒸留においては、教師ネットワークはひとつであることが多い。一方で、提案手法では、複数の教師ネットワークを用いることが特徴的であると述べられている。具体的には、提案手法においては、ガウスブラー、正規性ノイズ、および JPEG 歪みによる三種類の劣化に関して、それぞれ教師モデルを学習する。学習された三つの教師ネットワークの知識を引き継ぐように学生モデルを学習することの特徴であると述べられている。このように学習された学生ネットワークが、劣化画像の認識に用いられる。評価の際には、前述の三種類のいずれかの劣化を想定し、劣化画像を生成し、それぞれの劣化画像に対する画像認識精度
--

の比較を行っている。このような実験的な比較より、提案手法が他の関連手法よりも高い性能であることが示されている。

第4章「Multiple Unknown Degradations: Diffusion-Based Adaptation」では、未知の劣化を含む劣化画像の認識問題のため、第3章の手法と Denoising Diffusion Probabilistic Model (DDPM) を用いた画像適合を組み合わせた手法を提案している。DDPM は拡散モデルに基づくデノイジング手法の一種であり、正規性ノイズの拡散過程に基づき学習された拡散モデルを利用してデノイジングを行う。この DDPM を適用することを画像適合と呼んでいる。これは、DDPM は、必ずしも全ての劣化を復元できるとは限らないためであると説明されている。このように DDPM により適合された画像に基づき、第三章の手法で学習されたネットワーク、さらに劣化画像から直接第三章の手法で学習されたネットワークの出力結果をアンサンブルする手法を提案している。既知のガウスブラー、正規性ノイズ、および JPEG 歪みによる三種類の劣化に基づき、学習を行い、性能評価においては、15 種類の劣化、ならびにガウスブラー、正規性ノイズ、および JPEG 歪みを組み合わせた劣化に対する画像認識性能を評価している。このような実験的な評価を行い、提案手法が他手法に比較して、高性能であることが示されている。

第5章「Discussion」では、論文のまとめとして、研究における貢献がまとめられ、研究成果のまとめと将来展望について述べられている。

以上のように、本論文は、劣化モデルに関して問題設定を明確にすると共に、それぞれの問題設定に対して、画像認識手法を提案し、その有効性を実験的に示しており、その成果は工学上・工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として、十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。