

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | 畳み込みニューラルネットワークによる画像劣化推定および画像復元に関する研究 |
| Title(English) | |
| 著者(和文) | 内田和隆 |
| Author(English) | Kazutaka Uchida |
| 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11091号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥富 正敏,蜂屋 弘之,倉林 大輔,大山 真司,塚越 秀行,田中 正行 |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11091号, Conferred date:2019/3/26, 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 |

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

| 報告番号 | 乙 第 号 | 学位申請者 | 内田 和隆 | |
|-------|---------|-------|-------|-------|
| | 氏 名 | 職 名 | 氏 名 | 職 名 |
| 論文審査員 | 主査 奥富正敏 | 教授 | 塚越秀行 | 准教授 |
| | 蜂屋弘之 | 教授 | 田中正行 | 特定准教授 |
| | 倉林大輔 | 教授 | | |
| | 大山真司 | 准教授 | | |

本論文は「畳み込みニューラルネットワークによる画像劣化推定および画像復元に関する研究」と題し、全6章から構成されている。

第1章「緒言」では、本研究の目的と背景について述べている。深層学習の応用例は多岐に渡っており、画像認識、動画認識、高画質化、カラー化、画像生成などにおいて、深層学習の性能向上や適用手法に関する研究が盛んである背景が述べられている。このような背景の中、ネットワークに基づく頑健な画像復元、画像撮像系を仮定した劣化推定と画像復元およびニューラルネットワークの性能向上を目的とすると述べている。

第2章「ノンブラインド型画像復元ネットワーク」では、ノンブラインド型の画像復元ネットワークを提案している。多くの畳み込みニューラルネットワークに基づく画像復元では、ブラインド型画像復元が用いられていると指摘している。一方、ブラインド型画像復元では、劣化モデルの摂動に対して画像復元性能が著しく低下する問題があることを提示している。次に、劣化パラメータをユーザーが設定するノンブラインド型画像復元ネットワークを提案している。ノンブラインド型画像復元では、画像劣化パラメータに設定する必要があるものの、劣化モデルの摂動に対して頑健に復元できることが示されている。さらに、提案のノンブラインド型画像復元ネットワークが、さまざまな劣化の揺動や学習時に用いていない劣化モデルに対しても、頑健に画像復元が正しく行われることが実験により示されている。加えて、提案の画像復元ネットワークでは、画像復元の処理種別やその強弱を外部パラメータにより制御できることを実験的に示し、ユーザー対話型の画像復元において有用な性質があることを明らかにしている。

第3章「画像劣化の劣化パラメータ推定ネットワーク」では、入力された劣化画像の劣化パラメータを推定するための畳み込みニューラルネットワークが提案されている。具体的な劣化として JPEG 圧縮による劣化を対象とし、JPEG 品質および JPEG 圧縮の有無を推定する畳み込みニューラルネットワークを学習させ、その性能評価が行われている。これにより、JPEG 圧縮の有無および JPEG 品質を精度良く推定できることが示されている。さらに、改ざん画像判定への適用、および、評価用に広く利用されている画像データセットに存在する JPEG 圧縮による劣化の推定、及び既存の画像データセットの品質評価が行われている。

第4章「画像撮像系の一連の劣化を考慮した画像復元ネットワーク」では、第2章および第3章で提案した手法に基づき、画像撮像系を想定した一連の劣化モデルに対する画像復元ネットワークを提案している。まず、画像撮像系における代表的な画像劣化要因をモデル化し、画像劣化が逐次的に発生する劣化モデルが構築されている。さらに、各劣化要因の劣化パラメータを推定する画像劣化パラメータ推定ネットワークと、推定された劣化パラメータに基づいて画像復元を行うネットワークとを連結したブラインド型画像復元ネットワークが提案されている。

第5章「パラメータ拘束型畳み込み層」では、畳み込みニューラルネットワーク自体の性能向上を目的とし、新しい畳み込み層の提案が行われている。まずヒトの視細胞構造に着目して、ヒトの視細胞構造をモデル化し、活性化関数としてモジュール化することが提案されている。さらに、その概念を一般化させ、チャンネル間のフィルタ係数がお互いに拘束関係にある畳み込み層も提案している。提案の畳み込み層を用いて画像分類タスクでの性能評価を行い、一般的な畳み込み層に比べて高い性能が得られることが示されるとともに、従来の畳み込み層よりも大幅にパラメータ数を削減できることが示されている。

最後に、第6章「結言」では、研究成果のまとめと将来展望について述べている。

以上のように、本論文は、ニューラルネットワークに基づく画像復元手法を新しく提案し、実験によりその有用性を示しており、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。