

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	鈴木 哲平
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 青木 義満
副査	慶應義塾大学	教授	工学博士 池原 雅章
	慶應義塾大学	教授	博士（工学） 斎藤 英雄
	慶應義塾大学	准教授	博士（工学） 湯川 正裕
<p>学士（工学）、修士（工学）鈴木哲平君提出の学位請求論文は「Convolutional Neural Networks with Superpixels: Toward Detail-Preserving Image Segmentation」（スーパーピクセルを利用した畳み込みニューラルネットワーク：詳細情報を保持した画像分割に向けて）と題し、6章から構成されている。</p> <p>画像の認識及び理解はコンピュータビジョンの分野において主要課題の一つである。中でも、画像分割や深度推定といった画像を画素単位で認識する課題は画像編集や自動運転における環境認識などの高度なシステムにおいて重要な課題である。近年、Fully Convolutional Networks (FCNs) と呼ばれる、畳み込みニューラルネットワーク (CNNs) がこの課題の解決方法として利用されている。FCNs は従来の画像分割手法の精度を大きく上回り、当該分野に大きな影響を及ぼした。一方で、計算効率化と受容野拡大のために利用されるダウンサンプリング処理により、画像エッジなどの空間の詳細な情報の損失を招き、認識精度の低下につながっていた。</p> <p>本論文では、画像処理で古くから利用されているスーパーピクセルを利用することで、ダウンサンプリング時の情報損失を防ぎつつ、高精度に画像分割を実現する手法を提案している。提案手法を従来の FCNs に組み込むことで、画像の詳細な情報の損失を防げることを示している。</p> <p>第1章では、画像分割の問題設定とその応用、本論文における研究課題について概説している。</p> <p>第2章では、マルコフ確率場を用いた画像分割手法から、近年研究されている CNNs による画像分割手法について述べている。また、スーパーピクセル分割に関する従来研究を紹介している。</p> <p>第3章では、相互情報量最大化に基づくクラスタリング問題としてスーパーピクセル分割を定式化し、CNNs を利用して学習データを用いることなくスーパーピクセルを生成する枠組みを提案している。代表的なスーパーピクセル分割手法と比較することで、CNNs がスーパーピクセル分割において強い事前分布を持つことを示している。</p> <p>第4章では、グラフ畳み込みネットワークについて述べた後、スーパーピクセルのためのグラフ畳み込み演算を定義している。一般的な CNNs と提案した畳み込みを利用したモデルを比較することで、CNNs でスーパーピクセルを処理することによる利点を示している。</p> <p>第5章では、既存の FCNs にスーパーピクセルの枠組みを暗黙的に組み込む手法を提案している。様々な課題において、既存モデルに提案法を組み込むことで、画像エッジなどの詳細情報を保持した画像分割が可能となることを示している。また、既存の手法に比べ計算速度が向上することを確認している。</p> <p>第6章では、本論文のまとめを述べた後、今後の展望について議論している。</p> <p>以上要するに、本論文では既存の FCNs にスーパーピクセル分割を組み込むことで、画像エッジなどの詳細情報を保持した画像分割が可能となることを示しており、画像工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		