

Convolutional Neural Networks with Superpixels: Toward Detail-Preserving Image Segmentation

December 2021

Teppei Suzuki

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	鈴木 哲平
主 論 文 題 名 :					
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)					
(内容の要旨)					
<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。そのような課題は、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) によって実現されている。FCNs は従来の画像分割手法の精度を大きく上回り、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、認識精度の低下の原因となっている。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ぐ枠組みを提案する。提案手法を従来の FCNs に組み込むことで、詳細情報の損失を防げることを示す。</p> <p>第 1 章では画像分割の問題設定とその応用、本論文の研究課題について述べた。</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た。また、スーパーピクセル分割に関する従来研究について述べた。</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た。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た。</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する。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た。</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た。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た。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た。</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た。</p>					

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	SUZUKI, Teppei
Thesis Title <div style="text-align: center; padding: 10px;"> <h3>Convolutional Neural Networks with Superpixels: Toward Detail-Preserving Image Segmentation</h3> </div>			
Thesis Summary <p>In the computer vision field, image recognition and understanding are the main tasks. In particular, dense prediction tasks, such as image segmentation and depth estimation, are important for image editing and scene understanding in autonomous driving. To solve such tasks, fully convolutional networks (FCNs), which is a variant of convolutional neural networks (CNNs), have been proposed and have become a de fact standard method. Although FCNs achieved better accuracy for image segmentation tasks than traditional methods, detailed information, such as image edges, boundaries, and small and/or thin objects, is often missed due to the downsampling layers, which are used for reducing computational costs and expanding receptive fields. In this thesis, the detail-preserving framework utilizing superpixels in downsampling layers is proposed. The proposed method mitigates the detailed information loss by incorporating it into existing FCNs.</p> <p>Chapter 1 describes image segmentation, its application, and research questions.</p> <p>Chapter 2 describes existing image segmentation methods using classical Markov random fields and deep neural networks and their variants.</p> <p>Chapter 3 defines superpixel segmentation as the maximization of mutual information and then proposes an unsupervised superpixel segmentation framework using CNNs. The proposed method shows the CNNs have a strong prior for superpixel segmentation.</p> <p>Chapter 4 describes graph convolution networks and then defines convolution operations for superpixel images. Comparing general CNNs and the model using proposed convolution shows the effectiveness of superpixels in CNNs.</p> <p>Chapter 5 proposes the framework implicitly incorporating a superpixel scheme into FCNs. The proposed framework demonstrates its effectiveness in various tasks and models. Moreover, the proposed framework improves the computational speeds of existing models.</p> <p>Chapter 6 summarizes the results of this study and discusses future work.</p>			