



Title	Segmentation of Blood Vessels and Pathological Regions from Computed Tomography Images using Convolutional Neural Networks
Author(s)	鈴木, 裕紀
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/88141
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名（鈴木裕紀）	
論文題名	Segmentation of Blood Vessels and Pathological Regions from Computed Tomography Images using Convolutional Neural Networks (畳み込みニューラルネットワークを用いたCT画像からの血管および病変領域のセグメンテーション)
<p>論文内容の要旨</p> <p>Semantic segmentation plays fundamental roles in today's medical fields from both clinical and scientific viewpoints.</p> <p>Automating semantic segmentation is highly valuable and desired because manually performing segmentation is far too cost-ineffective and time-consuming.</p> <p>The segmentation targets in medical images can be divided into the following three categories.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Large anatomical structures such as abdominal organs, muscle, bones, lung, and brains. 2) Inter and intra structures of organs such as blood vessels and bronchi. 3) Pathological abnormalities such as tumors, hemorrhage, and aneurysms. <p>The goal of this thesis is to address following two problems that found in 2) and 3) respectively.</p> <p>The problem found in category 2) is that there are few comparative studies of methods while there are numerous studies that propose new methods.</p> <p>The problem found in category 3) is that it is hard to collect large-scale dataset that is annotated by qualified experts because of its higher cost for annotation.</p> <p>The first problem was addressed through a study on abdominal artery segmentation.</p> <p>Two methods that use convolutional neural network and one method that is based on analytical filter were compared through the experiments that used 30 cases of contrast enhanced abdominal computed tomography images.</p> <p>The experiments showed that the newer method (namely UNet) was the best in the training region of interests.</p> <p>However, the experiments also showed that the other two methods outperformed the newer method in other regions.</p> <p>The second problem was addressed through a study on diffuse lung abnormality patterns segmentation.</p> <p>A new method that takes full advantage of partially annotated dataset is proposed.</p> <p>The experiments that used 372 patients of chest CT images were conducted to evaluate the proposed method.</p> <p>The experimental results showed that the proposed method improved segmentation accuracy by reducing the leakage of the segmentation.</p> <p>Further analysis of the results showed that the proposed method effectively utilized unannotated pixels, which were mostly comprised of healthy lung pixels, and improved the segmentation accuracy between normal lung pixels and other pixels with abnormal textures.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名(鈴木 裕紀)	
	(職)
論文審査担当者	氏名
主査	教授
副査	教授
副査	教授
副査	教授
	伊野 文彦
	八木 康史
	長原 一
	佐藤 嘉伸

論文審査の結果の要旨

本学位論文は、深層学習法の一種である畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Networks) を用いて、医用画像である3次元CT(Computed Tomography)画像から、人体内の血管の抽出、および病変領域の抽出に関する手法をまとめたものであり、抽出性能の評価、および効率的な学習データの活用方式に関して、以下の2つの研究成果を得ている。

1. CT画像からの血管抽出に関する複数のCNN法と解析的フィルタ法の性能比較とパラメータ最適化

学位論文の2章では、腹部CT画像からの血管抽出に関して、異なる部位の血管の抽出に対して、複数のCNNネットワーク構造と学習によらない解析的フィルタ法を比較し、学習時やネットワーク構造におけるハイパーパラメータの違いによる抽出精度や振舞の違いを分析した。従来、血管抽出については、比較という観点での研究が行われておらず、抽出対象に適した方法の選択、パラメータ設定の方法等についての知見が十分でなかった。本研究により、比較対象とした手法の中では、学習データと同じ部位の血管に対する感度と特異度については、CNNの一種であるU-netが最も優れていることがわかり、パラメータの最適な設定により性能を最大化できることが示された。学習データとは異なる部位の血管については、別のCNN手法や解析的フィルタ法が優れている場合があることも示され、それらの傾向を系統的に論じ、最適な方法の選択とパラメータ調整に関する新しい知見を与えた。

2. 部分的教師付き学習による胸部CT画像からのびまん性肺疾患の領域抽出

3章では、胸部CT画像からのびまん性肺疾患領域の多クラスセグメンテーションに関して、部分的教師付き学習を用いた効率的なCNNの学習方法を提案した。従来、部分的にしかアノテーションされていないデータを用いて学習する際は、データの一部分のみしか学習に使用できないため、データの一部が無駄になってしまっていたが、新たな損失関数を用いることで従来では無駄になっていたデータも学習に組み込むことに成功した。本研究で提案した手法を用いることでびまん性肺疾患でない領域の誤抽出を削減できることを実験によって示した。完全にアノテーションされた大規模データセットを用意するのが容易ではない医用画像において、現実的に作成可能な学習データの作成方法およびそれらの効率的な活用方法を示すことで、セグメンテーション用の学習データセット作成方法に新たな知見を与えた。

以上のように、本学位論文で得られた研究成果は、畳み込みニューラルネットワークを用いた医用画像からの血管および病変の検出に関して、最適な手法と最適パラメータの選択、および、学習データの効果的活用に役立ち、医用画像認識の性能向上と学習データ作成の効率化に寄与する。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。