

Efficiency of Training Costs in Semantic Segmentation

November 2024

Yasufumi Kawano

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	川野 恭史
主 論 文 題 名 :					
Efficiency of Training Costs in Semantic Segmentation (セマンティックセグメンテーションにおける学習効率化)					
(内容の要旨) セマンティックセグメンテーションとは、画像中の全画素にクラスラベルを付与するタスクである。しかし、その学習はピクセルレベルのアノテーションと大規模な計算リソースが必要である。また、教師付き学習は事前定義されたカテゴリセットに依存しているため、予測時に珍しいクラスや完全に新しいクラスを検出することは難しいといった課題がある。本論文ではセマンティックセグメンテーションにおけるアノテーションや計算リソースなどの学習コストを効率化するための新しい手法を複数のアプローチで開拓する。本研究で提案する方法は、実際のアプリケーションにおいても有効であり、特にアノテーションのコストが高い状況や専門知識が求められる状況において、大きな利益をもたらすことが期待できる。 第1章では、セマンティックセグメンテーションの位置付けと課題を提示し、本研究の問題定義と研究目的について述べる。 第2章では、セマンティックセグメンテーションにおける学習効率化に関する既存手法を概観する。 第3章では、モデルの出力から計算できる不確実性指標を用いた Active Learning 手法によりアノテーションコストを低下させ、従来手法よりも精度と時間の面でコスト削減が可能なモデルを提案する。 第4章では、モデルの出力から計算できる不確実性を loss として最小化する新たな教師無しドメイン適応手法によりアノテーションを不要にしつつ、よりターゲットドメインに頑健なモデルになり最先端の結果を実現する。 第5章では、学習済み Diffusion モデルの内部特徴を分析し、セマンティックセグメンテーションにおける応用の可能性を探り、追加の学習やアノテーションなしで効果的なセグメンテーションを実現する新しい手法を提案して、従来手法と比較して、様々なドメインの画像に対してオープンボキャブラリセマンティックセグメンテーション性能における優位性を実証する。 第6章では、外部データベースからクラスタのカテゴリを検索することで、事前に定義されたクラスに依存せず、追加学習、アノテーション、ガイダンス不要なオープンボキャブラリセマンティックセグメンテーションを実現する新しいアプローチを提案し、従来手法と比較して、様々なドメインの画像に対してオープンボキャブラリセマンティックセグメンテーション性能における優位性を実証する。 第7章では、本研究の成果をまとめ、今後の課題について議論する。					

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	☒ “KOU” ☐ “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	KAWANO, Yasufumi
Thesis Title Efficiency of Training Costs in Semantic Segmentation			
Thesis Summary Semantic segmentation is the task of assigning a class label to every pixel in an image. It can accurately recognize complex images, such as urban scenes, and is applied in various fields including robotics and satellite image analysis. However, training for semantic segmentation requires pixel-level annotations and extensive computational resources. Furthermore, supervised learning depends on predefined category sets, making detecting rare or entirely new classes challenging during prediction. This paper develops several new approaches to optimize the learning costs associated with semantic segmentation, such as annotations and computational resources. The methods proposed in this study are effective in practical applications and are particularly beneficial in situations where annotation costs are high or where specialized knowledge is required. Chapter 1 presents the status and issues of semantic segmentation and defines the problem and objectives of this research. Chapter 2 reviews existing methods for improving learning efficiency in semantic segmentation. Chapter 3 introduces a model that can reduce annotation costs more effectively in terms of accuracy and time than traditional methods by active learning using an uncertainty metric calculated from the model's output. Chapter 4 proposes a new unsupervised domain adaptation method to reduce annotation costs and achieves state-of-the-art results by making the model more robust to the target domain by minimizing the uncertainty calculated from the model's output as a loss. Chapter 5 analyzes the internal features of pre-trained diffusion models, explores their applicability in semantic segmentation, and proposes a new method that enables effective segmentation without additional training or annotations, demonstrating the superiority of this method in open vocabulary semantic segmentation performance compared to traditional methods. Chapter 6 proposes a new approach that uses external database searches to identify cluster categories, enabling open vocabulary semantic segmentation without dependence on predefined classes, additional learning, annotations, or guidance, and to demonstrate the superiority of this method in open vocabulary semantic segmentation performance compared to traditional methods. Chapter 7 summarizes the results of this work and discusses future work.			