

中图分类号:

单位代号: 10280

密 级:

学 号:

上海大学



硕士学位论文

SHANGHAI UNIVERSITY
MASTER'S DISSERTATION

| | |
|--------|---------------------------|
| 题 目 | 基于全卷积神经网络的自然图像 中物体骨架检测 |
|--------|---------------------------|

作 者 赵凯

学科专业 信号与信息处理

导 师 沈为

完成日期 2017 年 5 月 13 日

姓 名：

学号：

论文题目：基于全卷积神经网络的自然图像中物体骨架检测

上海大学

本论文经答辩委员会全体委员审查, 确认符合上海大学硕士学位论文质量要求。

答辩委员会签名：

主任：

委员：

导 师：

答辩日期：

姓 名：

学号：

论文题目：基于全卷积神经网络的自然图像中物体骨架检测

原 创 性 声 明

本人声明：所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作。除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已发表或撰写过的研究成果。参与同一工作的其他同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

签 名：_____日 期：_____

本论文使用授权说明

本人完全了解上海大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留论文及送交论文复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

签 名：_____导师签名：_____日期：_____

上海大学工学硕士学位论文

基于全卷积神经网络的自然图像
中物体骨架检测

姓 名： 赵凯

导 师： 沈为

学科专业： 信号与信息处理

上海大学通信与信息工程学院

2017 年 5 月

A Dissertation Submitted to Shanghai University for the
Degree of Master in Engineering

Object Skeleton Detection with Fully Convolutional Neural Network

MA Candidate:

Supervisor:

Major: Information and Signal processing

**School of Communication and Information Engineering,
Shanghai University**

May, 2017

摘 要

计算机视觉研究的关键是识别图像中的物体。物体骨架包含物体的几何特征和部件连接信息，可以为目标检测提供简洁有用的特征表示，在基于形状的物体检索，物体检测与识别等方面有着的广泛运用，越来越受到国内外研究者的关注。从已分割好的二值图像中提取骨架已有了很多研究成果，但是如何从自然图像得到分割是一个尚未解决的问题。从自然图像中直接检测骨架是一个非常困难的问题，因为自然图像中背景复杂，物体也千变万化。特别是自然场景中物体的尺寸未知，因此要求骨架检测算法具有提取多尺度特征的能力。

本文的主要工作集中在自然图像中的物体骨架检测上，本文的主要贡献包括以下几个方面：

1. 基于全卷积网络的骨架检测：设计了一种新的包含多个尺度相关的边输出(side-output)的全卷积神经网络模型。在训练阶段根据各边输出的感受野给予不同尺度骨架的监督，利用边输出感受野的变化，解决骨架尺度多变的问题；在测试阶段通过融合不同尺度的边输出得到检测结果。在多个公开数据集上的实验结果表明，本文所提出的骨架检测方法具有明显优势，取得了公开算法中最好的检测结果。
2. 基于骨架和骨架尺度的前景分割：在多输出网络的基础上拓展出了一种同时检测骨架和预测骨架尺度的多任务网络，利用检测到的骨架和骨架尺度，通过作以骨架为中心、骨架尺度为半径的圆得到物体分割。实验结果表明，本文所提出的物体分割算法在多种评价标准下都能取得不错的分割结果，甚至优于基于深度学习的图像分割算法。
3. 基于物体骨架的候选窗口提取：提出了一种新的基于骨架和前景分割的候选窗口评分机制。由于骨架恢复出的物体分割包含了物体的形状和尺寸信息，通过计算候选窗口内物体分割所占比例对候选窗口进行评分可以抑制位于背景上的候选窗口，提高正好包围目标物体的候选窗口的得分。在 ETHZ Shape Classes 数据集上的实验表明，本文所提出的候选窗口评分机制能显著提升现有候选窗口提取算法的性能。
4. 基于对称性的目标检测：对称性是许多图像中目标所具有的共同属性，例如航拍图中的道路和自然图像中的文本行。本文提出通过骨架检测算法得到这些物体的对称轴，从而实现对称物体的检测。在航拍图数据集和文本检测权威数据集 ICDAR2011 上的实验结果表明，本文所提出的骨架检测算法在对称性物体检测上具有明显优势。

本文所研究的骨架检测、前景分割、候选窗口检测以及基于对称性的目标检测都是计算机视觉中的基础问题，本文所提出的模型和方法对其他计算机视觉任务和应用也有积极的推动作用。

关键词：神经网络，骨架检测，目标检测，候选窗口检测，对称性检测

ABSTRACT

Object recognition is the key to computer vision. Skeleton contains both geometry and object parts topological information, provides a compact representation for object detection and recognition. Object skeleton has a wide range of applications in shape-based object retrieval, object detection and many other aspects of computer vision, so skeleton extraction and related research have drawn more and more attentions. Extracting skeleton from segmented binary image has been well studied and applied to many fields of computer vision research, but segmenting object from natural images is still unsolved. Extracting object skeleton from natural image is very challenging because the background in natural scene is complex and the object varies. Local skeleton segments have a variety of patterns and scales, thus requiring skeleton extractor has the ability to capture features in multiple scales.

The works of this dissertation mainly focus on addressing the problem of skeleton detecting from natural images. Main contributions of this dissertation are summarized as follow:

- 1) Skeleton detection with fully convolutional neural network: proposed a new FCN architecture consists of multiple scale-associated side-outputs. These side-outputs are supervised with different ground-truth according to their receptive fields, address the unknown-scale problem in skeleton detection. Experiments on two public datasets demonstrate that our method significantly outperforms other competitors, achieving the best performance over other methods.
- 2) Image foreground segments with a multi-task network: developed a multi-task network which can simultaneously detect object skeleton and predict skeleton scale, and then recover object segments with predicted skeletons and skeleton scales. Experiments show that the proposed algorithm achieves promising segmentation results under several evaluation protocols, and even better than a popular deep learning based segmentation method.
- 3) Object proposal detection based on object skeletons: a new scoring mechanism for object proposal detection. Object segments recovered from skeletons contain the shape information about objects. Scoring bounding boxes by computing the ratio of object segments in them can suppress bounding boxes located on the background. Experimental results on ETHZ Shape Classes dataset indicate that the proposed scoring mechanism can significantly boost the performance of an existing object proposal detection algorithm.

- 4) Symmetry-based object detection: Symmetry is a common property existing in many objects, such as road in aerial images and text lines in natural images. To perform symmetric object detection, symmetry axes can be detected first by the proposed skeleton detection method. Experiments on an aerial image dataset and ICDAR2011 dataset indicate our skeleton detection method has remarkable advantages over other methods.

All problems addressed in this dissertation are fundamental in computer vision, thus other tasks and problems in computer vision will also benefit from the algorithms proposed in this dissertation.

Keywords: Neural Network , Object Skeleton Detection, Object Detection, Object Proposal Detection, Symmetry Detection