

## 摘要

边缘检测旨在提取图像中物体的轮廓以及用户感兴趣区域的边界。对于给定输入图像，边缘检测算法需要准确检测出图像中的所有边缘点。边缘检测是计算机视觉领域的基本任务，有广阔的应用前景，不仅可以帮助其他视觉任务优化结果，也是很多实际应用的关键技术，如图像分割、指纹提取和细胞检测等。边缘检测可以应用到图像语义分割任务中，解决图像语义分割在边缘附近分割不准确的问题；可以帮助光流估计得到更精细的估计结果；可以辅助物体候选框生成。本文主要围绕多尺度特征学习和网络训练策略，对边缘检测算法及其在其他视觉任务中的应用开展研究。本文的主要工作和贡献可以总结如下：

**(1) 基于双向级联网络结构的边缘检测算法：**多尺度特征表达对于提取不同尺度的边缘至关重要。为此，本文提出了尺度增强模块。该模块采用多个并行的空洞卷积进行特征提取和融合，以增强网络各层特征的表达能力。另外，本文提出了双向级联网络结构。该结构通过双向级联的方式为网络不同层生成尺度相关的特定监督信息，从而有效的提升网络训练效率。实验表明，本文提出的算法能够有效提取图像不同层次的多尺度特征，大幅提升边缘检测的性能。尺度增强模块使得我们能够构建参数更少、更加紧凑的网络用于边缘检测，并实现比其他方法更好或可比的检测性能。

**(2) 边缘检测结果在视觉任务中的应用及系统设计：**本文对边缘检测在其他视觉任务中的应用进行了研究，包括图像语义分割、光流估计和物体候选框提取。针对图像语义分割，本文提出了基于边缘检测结果的图像分割优化算法。该算法根据边缘检测结果对分割特征进行平滑。此外，我们通过边缘检测结果生成图像相似度矩阵并采用 BNF 算法优化分割结果。对于光流估计，我们采用 EpicFlow 算法优化光流估计结果。该算法利用边缘检测结果对视频相邻帧的稀疏匹配进行插值生成密集匹配，来帮助光流估计得到更加精细的结果。本文还将边缘检测结果应用到 MCG 算法中来辅助生成物体候选框。实验结果表明，边缘检测能够有效帮助其他视觉任务优化结果并提升性能。

然后，本文根据所提出图像边缘检测算法以及基于边缘的图像分割、光流估计、物体候选框提取算法，设计了边缘检测应用系统 EAGER。EAGER 系统包括图像/视频边缘提取，图像语义分割，基于边缘的图像语义分割、物体候选框生成，光流估计等子系统。我们将边缘检测应用系统部署在一台小型服务器上，用户可以通过网页浏览器进行访问与操作。

关键词： 边缘检测，双向级联网络，尺度增强，边缘检测的应用