

分类号      xxxx  
U D C      xxxx

学校代码      xxxx  
密 级      公开

# 硕士学位论文

基于 xxxxxxx 分析

学位申请人姓名      xxxxxxxx

学位申请人学号      xxxxxxxxx

专业（领域）名称      xxxxxxxxx

学 位 类 别      xxxxxxxx

学院（部、研究院）      xxxxxx

导 师 姓 名      xxxxxx

二〇二四年五月

## XXX 大学

### 学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文基于 xxxx 与 xxxx 分析是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律后果由本人承担。

论文作者签名：

日期： 年 月 日

## XXX 大学

### 学位论文使用授权说明

本学位论文作者完全了解深圳大学关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属深圳大学。学校有权保留学位论文并向国家主管部门或其他机构送交论文的电子版和纸质版，允许论文被查阅和借阅。本人授权深圳大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

(涉密学位论文在解密后适用本授权书)

论文作者签名：

导师签名：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日

## 摘要

光学相干断层扫描 (OCT) 图像语义分割是激光焊接熔池检测等工业视觉任务中的关键环节。受散斑噪声、边界模糊及目标与背景对比不足等因素影响，常规卷积分割模型易出现全局语义理解不足与局部边界刻画不精的现象。针对上述问题，本文提出一种基于改进 DeepLabV3+ 的 OCT 图像语义分割方法。

该方法以 DeepLabV3+ 为基础框架，结合多尺度上下文聚合与注意力建模：在 ASPP 输出后引入 TR (Transformer Routing) 模块以增强全局上下文表达，提升对长程依赖与整体结构的刻画能力；在解码器高低层特征融合后引入 SAE (Spatial Attention Enhancement) 模块以强化局部细节与边界信息表征；同时采用交叉熵损失与 Dice 损失的组合以缓解类别不平衡带来的训练偏置。

本文工作的主要贡献体现在：面向 OCT 图像分割“全局语义不足—局部边界不清”的矛盾，在统一的编码器—解码器框架内协同引入全局与局部注意力机制，使网络在保持多尺度表征能力的同时进一步强化对关键区域与边界的判别；并通过损失函数设计提升对小目标与类别不平衡场景的适应性，从而提高分割结果的稳定性与可用性。

在包含 912 张训练图像与 228 张测试图像的 OCT 数据集上，所提方法取得 mIoU 为 0.911，较基线 DeepLabV3+ 提升 7.1%，目标类别 IoU 提升 16.3%。实验结果表明，所提出方法能够兼顾全局语义理解与局部边界刻画，为 OCT 图像的高精度分割与工程应用提供有效支撑。

**关键词：**语义分割；DeepLabV3+；注意力机制；OCT 图像；激光焊接

## ABSTRACT

Optical Coherence Tomography (OCT) image semantic segmentation is a critical component in industrial vision applications such as laser welding molten pool inspection. Due to speckle noise, blurred boundaries, and weak contrast between the target and background, conventional convolutional segmentation models often suffer from limited global context understanding and inaccurate boundary delineation. To address these challenges, we propose an improved DeepLabV3+-based method for OCT image semantic segmentation.

Built upon the DeepLabV3+ encoder–decoder architecture, the proposed approach integrates attention modeling to balance global semantics and local details. Specifically, a TR (Transformer Routing) module is introduced after ASPP to enhance global context representation and long-range dependency modeling, while an SAE (Spatial Attention Enhancement) module is applied after decoder feature fusion to strengthen local detail and boundary-aware features. In addition, a hybrid loss combining cross-entropy and Dice loss is adopted to mitigate class imbalance during training.

The main contributions are three-fold: (1) a unified enhancement scheme that jointly improves global semantic understanding and local boundary characterization for OCT images by combining global and local attention in a single encoder–decoder framework; (2) improved robustness to challenging cases such as small target regions and severe class imbalance via a hybrid loss; and (3) a practical segmentation solution that is readily applicable to high-precision industrial inspection scenarios.

Experiments on an OCT dataset with 912 training images and 228 test images demonstrate that the proposed method achieves an mIoU of 0.911, outperforming the baseline DeepLabV3+ by 7.1%, with the target-class IoU improved by 16.3%. These results indicate that the proposed method effectively improves OCT segmentation performance and provides practical value for high-precision industrial inspection.

**Key words:** Semantic Segmentation; DeepLabV3+; Attention Mechanism; OCT

Image; Laser Welding

## 符号和缩略语说明

OCT	光学相干断层扫描 (Optical Coherence Tomography)
ASPP	空洞空间金字塔池化 (Atrous Spatial Pyramid Pooling)
TR	变换器路由 (Transformer Routing)
SAE	空间注意力增强 (Spatial Attention Enhancement)
mIoU	平均交并比 (Mean Intersection over Union)
mAcc	平均准确率 (Mean Accuracy)
HD95	豪斯多夫距离 95% 分位数 (95th Percentile Hausdorff Distance)

# 目 录

<b>摘要</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>符号和缩略语说明</b> .....	<b>IV</b>
<b>符号和缩略语说明</b> .....	<b>VII</b>
<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 研究背景及意义 .....	2
<b>第二章 XXXXXX</b> .....	<b>3</b>
2.1 引言 .....	3
2.1.1 研究问题表述 .....	3
2.1.2 研究问题表述 .....	3
2.2 引言 .....	4
2.2.1 研究问题表述 .....	4
2.2.2 研究问题表述 .....	4
<b>第三章 XXXXXX</b> .....	<b>5</b>
3.1 引言 .....	5
3.1.1 研究问题表述 .....	5
3.1.2 研究问题表述 .....	5
3.2 引言 .....	6
3.2.1 研究问题表述 .....	6
3.2.2 研究问题表述 .....	6
<b>第四章 XXXXXX</b> .....	<b>7</b>
4.1 引言 .....	7
4.1.1 研究问题表述 .....	7
4.1.2 研究问题表述 .....	7
4.2 引言 .....	8
4.2.1 研究问题表述 .....	8
4.2.2 研究问题表述 .....	8
<b>第五章 总结与展望</b> .....	<b>9</b>
5.1 论文总结 .....	9
5.2 研究展望 .....	9

参考文献.....	10
致谢.....	11
攻读硕士学位期间的研究成果 .....	12

## 符号和缩略语说明

VAE	变分自编码器 (Variational Auto-Encoder)
CNN	卷积神经网络 (Convolutional Neural Network)
GAN	生成对抗网络 (Generative Adversarial Network)
RNN	循环神经网络 (Recurrent Neural Network)
LSTM	长短期记忆网络 (Long Short-Term Memory)
ReLU	整流线性单元 (Rectified Linear Unit)
NLP	自然语言处理 (Natural Language Processing)
CV	计算机视觉 (Computer Vision)
RL	强化学习 (Reinforcement Learning)
A*T	注意力机制 (Attention Mechanism)
SGD	随机梯度下降 (Stochastic Gradient Descent)
ADAM	自适应矩估计 (Adaptive Moment Estimation)
BERT	来自 Transformer 的双向编码器表示 (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)
GPT	生成式预训练 Transformer (Generative Pre-trained Transformer)
MLP	多层感知器 (Multilayer Perceptron)
SVM	支持向量机 (Support Vector Machine)
K-NN	K-近邻算法 (K-Nearest Neighbors)
PCA	主成分分析 (Principal Component Analysis)
DL	深度学习 (Deep Learning)
HMM	隐马尔可夫模型 (Hidden Markov Model)

VGG	牛津大学视觉几何组（Visual Geometry Group）
ResNet	残差网络（Residual Network）
IoU	交并比（Intersection over Union）
mAP	平均精度均值（Mean Average Precision）
FPN	特征金字塔网络（Feature Pyramid Network）
DBSCAN	基于密度的带噪声空间聚类应用（Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise）
GCN	图卷积网络（Graph Convolutional Network）
RLHF	人类反馈强化学习（Reinforcement Learning from Human Feedback）
LLM	大语言模型（Large Language Model）
FLOPs	浮点运算次数（Floating Point Operations）

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景及意义

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。<sup>①</sup>学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

如图1-1所示



图 1-1 11111

如表1-1所示

---

<sup>①</sup>这是脚注

**表 1-1 评估结果**

模型	F1	F2	F3
AE	xx	0.111	0.111
VAE	<b>0.222</b>	0.312	0.44

## 1.2 研究背景及意义

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

## 第二章 XXXXXXXX

### 2.1 引言

#### 2.1.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题<sup>[1]</sup>。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

#### 2.1.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系<sup>[2]</sup>。

## 2.2 引言

### 2.2.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

### 2.2.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

## 第三章 XXXXXXXX

### 3.1 引言

#### 3.1.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题<sup>[1]</sup>。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

#### 3.1.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系<sup>[2]</sup>。

## 3.2 引言

### 3.2.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

### 3.2.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

## 第四章 xxxxxxxx

### 4.1 引言

#### 4.1.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题<sup>[1]</sup>。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

#### 4.1.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系<sup>[2]</sup>。

## 4.2 引言

### 4.2.1 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

### 4.2.2 研究问题表述

研究生生活是一段充满智慧和探索的旅程。在这个阶段，学生们接触到更深层次的学术内容，面对更具挑战性的问题，并在学术界展开独立研究。研究生院的学术氛围让学生们有机会深入研究他们感兴趣的领域，与导师和同行们共同探讨和解决复杂的问题。

除了学术挑战，研究生生活也涵盖了更广泛的社交和职业发展。学生们与来自不同背景和领域的同学共同学习，建立起深厚的人际关系。同时，与导师的交流和合作为学生们提供了更广泛的职业发展机会，帮助他们在未来的职业生涯中更好地发展。

在研究生院，学生们有机会参与各种学术和社会活动，拓展他们的视野。这包括学术研讨会、专题讲座、学术合作项目等。通过这些活动，他们能够更全面地了解自己的专业领域，并与其他研究者建立联系。

## 第五章 总结与展望

### 5.1 论文总结

XXX

### 5.2 研究展望

XXXXX

## 参 考 文 献

- [1] CRYER J D, CHAN K-S, OTHERS. 时间序列分析及应用: R 语言 [M]. [S.I.]: 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [2] ATAMURADOV V, MEDJAHER K, DERSIN P, et al. Prognostics and health management for maintenance practitioners-Review, implementation and tools evaluation.[J]. International Journal of Prognostics and Health Management, 2017, 8(3) : 1–31.

## 致 谢

感谢

## 攻读硕士学位期间的研究成果

### 学术论文

[1] xxxx, xxxx, xxxx. xxxx. (SCI 收录, 对应学位论文第三章)