

学号： 212099

表一

东南大学  
专业学位硕士研究生学位申请书

学位论文题目 基于深度学习的乳腺肿块超声  
图像分割算法研究  
学位类型 电子信息硕士  
研究方向 乳腺超声图像分割  
研究生姓名 邹刘文  
指导教师姓名（校内） Jean Louis Coatrieux  
指导教师姓名（校外）  
培养类型 非定向  
培养单位（院系） 计算机科学与工程学院

东南大学学位评定委员会制

2024年05月24日

## 填 写 说 明

- 1、 本表仅适用于东南大学专业学位硕士研究生的学位申请 。
- 2、 本表直接从系统中导出并请双面打印。
- 3、 表中部分信息为直接从信息系统中获取，如发现有误，请及时联系系统管理员进行更新。  
表中未能在信息系统中获取的信息，请用碳素墨水、签字笔等填写完整，不得采用圆珠笔等易褪色材料书写。
- 4、 本表中《东南大学研究生成绩单（答辩存档用）》、《东南大学硕士学位论文答辩申请表》为单独打印，请按目录顺序装订到学位申请书相应位置。
- 5、 因存档需要，原则上不得采用粘贴纸张的方式填充表格内容。确实需要粘贴的，打印件上须有填写人的骑缝签名，打印件的粘贴请务必使用防霉、防蛀功能的胶水，粘贴部分的大小不得超出表格线框规定的范围。

# 目 录

（请按此目录将学位证书装订成册）

- 一、 硕士研究生本人与业务情况简介
  - 1、 基本情况页
  - 2、 《东南大学研究生成绩单（答辩存档用）》
  - 3、 《东南大学硕士学位论文答辩申请表》
  - 4、 学位论文简介
- 二、 指导老师推荐意见
- 三、 思想政治表现
- 四、 学位论文（设计）评阅人
- 五、 硕士学位论文（设计）评审情况汇总
- 六、 答辩委员会组成人员名单及院（系、所）审批意见
- 七、 答辩记录
- 八、 决议书
- 九、 学位评定分委员会审批结果
- 十、 学位评定委员会审批意见

# 一、研究生本人与业务情况简介

姓 名	邹刘文	性 别	男	民 族	汉族	照    片
籍 贯	安徽省/安庆市/怀宁县	身份证号	340822199911182417			
政治面貌	共青团员	研究生入学年月	2021年09月			
学 制	3年	所学专业	计算机技术（专业学位）			
专业领域	计算机技术（专业学位）		学习方式		全日制	
工作单位 (定向培养的研究生填写)						
大学毕业院校、专业和时间			时间：2021年06月25日；学校：西北大学；专业：080611 软件工程			
获学士学位院校、专业和时间			时间：2021年06月25日；学校：西北大学；专业：080611 软件工程			
校内研究生导师姓名 (注明职称)			Jean Louis Coatrieux(教授)	校外研究生导师姓名 (注明职称)		
学习 及 工 作 经 历	起止年月		在何地、何校(或单位)学习(工作)			证明人及工作单位
硕士研 究生在 学期间 何时何 地因何 原因受 过何种 奖励或 处分	获奖日期	荣誉等级	荣誉名称	授予单位	荣誉类型	获奖对象
	2021年11月11日	二等奖	学业奖学金	东南大学	校级	个人
	处分时间		违纪说明		处分类型	



《东南大学硕士学位论文答辩申请表》（须有学位申请者本人、导师、研究生秘书签名）

论文(设计)简介（硕士生本人填写）			
论文（设计）工作起止时间	选题开始于 2023年05月11日  论文完成于 2024年04月30日	论文（设计）字数	5.78万
论文（设计）主题词	深度学习，超声图像分割，多尺度通道注意力，改进版离散扩散方程，预测不确定性方程	论文（设计）类型	应用研究
<p>（一）论文（设计）的主要见解和成果（扼要说明）：</p> <p>1）基于肿块在位置、形状、数量和尺度这四个特征上的多样性问题（难点一），提出了在U—net的同一尺度层级上组合多尺度通道注意力卷积模块（创新模块一）和空间自注意力残差连接模块（创新模块二）的模型结构。创新模块一用于替换编码器中的两层卷积，其内部含有三条并行的多尺度特征提取分支，并使用基于全局平均池化层的通道注意力获取权重来进行三者的加权融合；创新模块二用于替换普通的残差连接，其对矩阵空间上全部的像素点特征使用自注意力机制来加权原始的编码器特征</p> <p>2）作为肿块分割关键信息点的边界却可能在乳腺超声图像中是模糊的（难点二），从增强图像中潜在边界细节的视角引入了边缘扩散单元。该单元在设计中被放置于U型分割网络单个解码器计算流的中间位置，即上采样之后、通道连接之前。该单元对特征图上的所有像素点都执行特征扩散过程，而该过程是受到热力学中物质扩散过程的启发，将扩散方程离散化然后调整扩散方向为8个邻居像素方位后的深度学习版本。</p> <p>3）不平滑的损失函数和上采样中的信息损失会使得模型存在归纳偏置现象，针对归纳偏置导致的肿块边界像素预测不确定性较高的问题（还是难点二），提出了基于分类多任务分支来减小边界不确定性的乳腺图像超声分割网络。该网络的第一阶段以U—net为主干网络，得到粗糙分割特征图和粗糙分割结果；第二阶段首先从粗糙分割特征图上利用“边界不确定性定位模块”得到标识预测不确定性区域的uncertainty_mask，然后使用“精细特征获取模块（用于乳腺肿块分类的特征金字塔聚合模块）”来得到精细分割特征图，最后在“边界不确定性减小模块”中利用精细分割特征图来增强粗糙分割特征图中uncertainty_mask处的像素特征，得到细化后的分割特征图和最终分割结果。</p>			
<p>（二）论文（设计）内容提要：</p> <p>乳腺癌已成为危害全球女性生命安全的重大疾病之一，对现代女性的生活质量造成了严重影响。目前，基于无放射性、低成本、实时可见和高敏感性的超声成像技术已成为乳腺癌早期大规模筛查的主要手段，它不仅可以提高病人的诊断率，还可以显著改善其存活率。在筛查过程中，乳腺超声图像上肿块的分割任务扮演着至关重要的角色，其能准确地定位潜在的病变区域，并通过分割出来的肿块为治疗方案制定和药物疗效评估等后续诊断步骤提供更多信息。然而，目前的全自动乳腺肿块分割方法面临两大难点：肿块边界会因周围组织的边缘干扰和斑点噪音而模糊，这会导致分割边界不够准确；肿块在位置、形状、数量和尺度上都具备多样性，这要求模型具备较强的数据自适应能力。本文就能更有效地解决这两大难点的深度学习分割模型展开了研究。</p> <p>本文的主要工作和贡献分为三个方面：（1）针对肿块多样性问题，本文在U-net同一尺度位置上同时嵌入了改进版多尺度通道注意力卷积模块和空间自注意力残差连接模块，其中前者创造性地将三个尺度的卷积特征分为两组，在每组内基于通道注意力机制计算不同尺度的权重，再对两组中重复出现的尺度利用组间平均得到其最终权重，最后加权求和以进行多尺度的特征融合。实验结果显示，两模块提升了模型对肿块形状和位置的数据自适应能力。（2）针对边界模糊问题，本文从特征图视角出发，基于改进版离散扩散方程提出了边缘扩散单元并嵌入到解码器计算流程的中间位置，其中方程的改进点包括将邻居像素范围从二维坐标轴的2个方向变成8个邻居像素点所在方向 and 将求和操作改成平均操作。边缘扩散单元利用该方程在特征图上执行了特征扩散过程，即利用邻居像素与当前像素的特征差来更新当前特征。实验结果表明了该单元对肿块边界处细节特征具有放大作用和对整体特征的平滑作用。（3）针对边界模糊问题，本文还从模型结构导致的边界像素预测不确定性较高这个视角来解决，进而提出了基于分类多任务分支来减小边界不确定性的全新分割 workflow：先使用边界不确定性定位模块来定位分割结果中预测不确定性较高的像素区域，该模块中使用“不确定性数学公式”“膨胀操作和腐蚀操作的平均”和“从膨胀操作中减去原图”三种方法来计算不确定性值；然后使用精细特征提取模块来提取精细特征，该模块中增加了一条利用多尺度聚合的解码器特征进行乳腺癌良恶性分类的监督分支，而该分支的输</p>			

出特征图即为精细特征；最后在边界不确定性减小模块中使用精细特征来对不确定性区域进行特征增强而得到细化分割结果。该工作流在定性评估中展现出优异的性能，其DSC值达到77.57。而预测不确定性计算方法的定量实验和定性可视化对比结果，则证实了三种方法的有效性和合理性。

注： 论文类型系指（1）基础研究；（2）应用研究；（3）综合研究；（4）其它。



二、指导教师推荐意见

<p>（一）对研究生论文（设计）的主要见解、成果、论文水平的评价：</p> <p>论文针对乳腺超声图像分割任务中的“肿块边界模糊”和“肿块多样性”两大问题展开研究，结合通道注意力重新设计了三个不同尺度特征图的权重计算方式，结合空间自注意力重新设计了残差连接，增加了模型对于肿块形状多样性和位置多样性的数据自适应能力。论文水平达到硕士毕业要求。</p>
<p>（二）对研究生的理论知识、外语水平、科研工作、业务能力的评价：</p> <p>该学生充分掌握了乳腺超声图像上肿块分割相关的知识。拥有不错的英语能力，可以无障碍阅读国外学术成果。已具备从事科研工作的能力。</p>

序号	评价指标	评价参考尺度				项目 满分	实际得分
1	选题	解决实际问题；明确的应用背景和应用价值				20	18
2	技术与理论	技术难度、理论深度、学术性、工作量				10	8
3	应用价值	经济效益、社会效益、参考价值、可操作性				30	27
4	综合能力	综合运用知识能力、分析问题能力、调查研究能力、独立工作能力				30	24
5	写作能力	逻辑性、系统性、规范性、写作水平、计量单位				10	8
总分		优秀90~100分；良好80~89分； 中等70~79分；及格60~69分。				100	85
是否同意答辩 (请在相应空格内划“√”)		同意答辩	√	修改后答辩		不同意 答辩	
论文存在问题	无						
	<div>校外指导教师（签名）：<div>校内指导教师（签名）：<div><div>Leanlous</div></div></div></div> <div>年 月 日<div>2024年05月16日</div></div>						

三、思想政治表现

对硕士研究生政治思想品德的评议, 以及是否同意申请硕士学位的意见。  
该生在读期间思想政治表现良好, 无违法行为, 同意其申请学位答辩。

院系分党委主管领导（签名）



2024年05月16日

注：本栏由院系分党委负责研究生思想政治工作的领导填写。

四、论文（设计）评阅人

姓名	专业技术职称	工 作 单 位	备注
盲审1			
盲审2			
<div></div> <div>2024年05月16日</div>			

注： 1、评阅人应为具有副教授以上或相当职称的校内、外专家各一名。评阅人中应有相关行业实践领域具有高级专业技术职称的专家。  
2、如论文盲审，评审人信息无需填写。只需在姓名处填写论文编号，备注栏标注盲审。

五、硕士学位论文评审情况汇总

评审 次数	论文编号	评审意见			
		A. 修改后需导师审核（80~100分）	B. 修改后需导师、院系审核（70~79分）	C. 重新送审（60~69分）	D. 不同意答辩（小于60分）
1	YS009240099	√			
	YS009240100	√			

2024年05月16日

注： 盲审的论文请填写论文编号。

六、答辩委员会组成人员名单及院（系、所）审批意见

姓名	专业技术职称	是否硕导	工 作 单 位	备注
薛以锋	高级工程师		南京天印山医院	答辩主席
季续	副教授		计算机科学与工程学院	答辩委员
罗立民	教授		东南大学	答辩委员
吴战	助理研究员		计算机科学与工程学院	答辩秘书

院、系、所负责人是否同意答辩申请的审批意见：  
同意答辩

院（系、所）负责人（签名）

2024年05月16日

注： 答辩委员会由三至五人的校内、外专家（校外专家至少一人）组成，成员应全部具有副高级及以上职称；指导教师不参加答委会。答辩委员会成员中应有相关行业实践领域具有高级专业技术职称的专家。

七、答辩记录

论文题目	基于深度学习的乳腺肿块超声图像分割算法研究		
研究生姓名	邹刘文	专业	计算机技术（专业学位）
指导教师	Jean Louis Coatrieux	答辩秘书	吴战
主任委员	薛以锋		
出席委员	罗立民, 季续, 薛以锋		
缺席委员		旁听人数	
答辩时间	2024-05-21 10:30	地点	东南大学四牌楼校区群贤楼2楼影像实验室会议室
研究生学位论文答辩记录：（委员提出的主要问题和研究生回答内容的摘要。答辩秘书把记录整理后进入“网上服务大厅-答辩管理应用-答辩结果”中，提交答辩记录。）			
<div>1. 第四章“基于边缘扩散的模型结构”的两小节前加上一段创新点的总体描述；</div> <div>2. “总结与展望”部分的总结不应写打算怎么做或者要怎么做，而是应该把重点放在“做的结果”；</div> <div>3. 在摘要部分对于“肿块边界模糊”问题的技术二和技术三的关联不要分开为两小段，而是先描述两者的关系，再分开阐述，确保论文读者无需看完全部摘要就可理解核心要点；</div> <div>4. 摘要部分和绪论部分还可以进一步凝炼。</div>			

八、决议书

论文答辩 表决结果	参与投票    3    人， 其中：通过    3    票；不通过    0    票；弃权    0    票。				
对授予学位 的意见	参与投票    3    人， 其中：建议授予学位    3    票；建议不授予学位    0    票； 弃权    0    票。				
未通过的论文	是否同意一年内修改后重新组织答辩，参与投票            人， 其中：通过            票；不通过            票；弃权            票。				
是否推荐参评校级及校级以上优秀学位论文			不推荐		
学术评语及决议（请答辩秘书及时将答辩结果（包括答辩成绩，答辩决议等）录入系统，答辩决议书需请答辩委员会主席签字确认，系统中需上传答辩委员会主席签字确认的答辩决议扫描件）					
<p>邹刘文同学的硕士论文针对乳腺肿块超声图像分割任务开展研究，选题具有重要的研究意义和应用价值。</p> <p>论文主要工作包括：针对“肿块多样性”问题，设计了改进版多尺度通道注意力卷积模块和空间自注意力残差连接模块组合的网络模型；针对“肿块边界模糊”问题，一方面从特征图的视角出发设计了边缘扩散单元并嵌入到解码器计算流程的中间位置；另一方面从边界预测不确定性较高的视角出发设计了一种乳腺肿块超声图像分割工作流。实验验证了以上研究的有效性。</p> <p>论文概念明确、结构合理、条理较清楚，论文工作达到了电子信息硕士学位论文的要求和水平。论文工作表明作者具有较为坚实的专业理论基础和知识,具有较强的科研工作能力。</p> <p>邹刘文同学在答辩过程中表达较清晰、回答问题正确。经辩委员会无记名投票表决，一致同意通过邹刘文同学的电子信息硕士学位论文答辩，并一致建议授予其电子信息硕士学位。</p> <p>论文总评成绩：良好</p>					
论文总评 成绩	优秀	良好	中等	及格	不及格
		√			
<div>论文答辩委员会主席（签名）</div> <div>年            月            日</div>					

注：决议中必须明确是否建议授予硕士学位。

## 九、学位评定分委员会审批结果

学科学位评定分委员会人数	人
--------------	---

出席委员

人

建议授予学位	人
--------	---

不建议授予学位	人
---------	---

弃权 人

推荐校级优秀学位论文	人
------------	---

建议授予学号：                      姓名：                      学位。

学位评定分委员会主席（签名）

年      月      日

十、学位评定委员会审批意见

学位评定委员会主席（签名）

年 月 日