

南京大学“项目制课程”项目申请表

项目名称	面向标注高效与评估公平的医学图像异常检测技术研究
项目依托课程 (课程号)	科研实践（一）(22011680)
所在院系	计算机科学与技术系
负责人姓名	成华睿
成员姓名	成华睿 郭世杰 欧阳瑞泽

一、项目立项依据（主要包括国、内外研究现状和发展动态、目前已完成的前期工作等）

随着医学技术的不断进步和数字化医学图像数据的爆炸式增长，医学图像计算在辅助医生诊断疾病中发挥着越来越重要的作用。其中，异常检测作为医学图像计算的关键环节，对于提高疾病诊断的准确性和效率具有重要意义。然而，在实际应用中，医学图像异常检测面临着标注数据不足和算法评估方法不统一的双重挑战。因此，本项目旨在解决医学图像异常检测中的标注瓶颈问题，并研究更为科学有效的算法评估方法。

当前，国内外在医学图像异常检测领域已经取得了显著的研究成果。利用深度学习等先进技术，研究者们成功实现了医学图像的自动异常检测。这些技术不仅能够提高诊断的准确性，还有助于早期发现疾病迹象，从而为患者提供更好的治疗方案。然而，尽管技术不断进步，标注数据的缺乏依然是制约医学图像异常检测性能提升的关键因素之一。标注数据的不足不仅限制了深度学习模型的训练效果，还影响了算法的泛化能力。因此，解决标注瓶颈问题对于推动医学图像异常检测技术的发展至关重要。

在过去数年医学领域的分布外检测领域研究当中，研究者们通过实施一系列实验和比较，评估了不同算法对医学图像异常的检测能力。这些前期工作为我们提供了宝贵的经验和数据支持，使我们能够更深入地了解现有算法的性能和优缺点。然而，现有的算法评估方法仍存在问题，如评估标准不统一、缺乏对不同算法之间的公平比较等。因此，研究更为科学有效的算法评估方法对于促进医学图像异常检测技术的进一步发展具有重要意义。

综上所述，本项目基于国内外医学图像异常检测领域的研究现状和前期工作成果，旨在解决标注瓶颈问题和研究算法评估方法。通过解决标注问题，我们将能够充分利用现有的医学图像数据，提高深度学习模型的训练效果和泛化能力。同时，通过研究算法评估方法，我们将能够建立更为科学、统一的评估标准，促进不同算法之间的公平比较和性能提升。这将有助于推动医学图像异常检测技术的发展，提高疾病诊断的准确性和效率，为患

者的健康提供更好的保障。
<div><div>二、研究的目的是和主要研究内容</div><div><p>本项目的主要研究目的是探索解决当前医学图像异常检测领域的两个问题，分别是标注瓶颈问题和不公平评估问题。</p><p>医学图像的标注瓶颈问题具体可以分为两个层面。其一，是医学图像标注的数量稀疏。受限于远高于自然图像的标注成本，用于分类、检测、识别的医学图像标注在数量上高度稀疏。其二，则是医学图像标注的类别失衡。在自然场景下，异常语义图像的数量通常远远少于正常图像的数量。这同样不利于模型的训练。对此，本项目拟探索开放环境下的半监督学习等理论方法在医学图像异常检测领域的推广与应用。</p><p>不公平评估问题也包括两个方面。其一，是评估指标(Metrics)的设计。相比与自然图像，医学图像异常检测所涉及的语义内容和任务情景更为复杂。因此，现有的FPR95和AUROC等面向分类任务的评估指标无法完全满足医学图像异常检测算法性能评估的需要。其二，是评估基准(Benchmarks)的设计。已有的医学图像异常检测相关工作大多各自采用不同的网络结构、训练方式、评估标准等，难以在同一个框架内公平地评估算法性能的优劣。对此，本项目拟探索以医学任务为核心的异常检测性能指标，并构建一个开源的医学图像异常检测算法库，实现科学公平的算法评估。</p><p>本项目拟依托于历届Medical Out-of-Distribution Analysis Challenge所提供的异常检测的标准化数据集来进行算法设计与评估。这些数据集主要包括脑部和腹部的医学影像。除了自然异常情形（影像中出现肿瘤等各种疾病信号），数据集中还涵盖不同结构化类型的合成异常情形。目前，在相关数据集上已有一些公开的解决方案，可作为基线方法进行比较。</p></div></div>
<div><div>三、团队分工、项目开展计划（技术路线、拟解决的问题等）</div><div><div>团队分工：</div><div><p>成华睿：作为项目负责人，组织项目的开展；主导深度学习模型的训练和调优；组织算法评估方法的研究和设计。</p><p>郭世杰：负责项目的医学图像数据准备和预处理工作；参与深度学习模型的训练和调试；对实验结果进行分析和总结。</p><p>欧阳瑞泽：负责项目的文献调研和理论基础的建立；参与深度学习模型的训练和调试；对实验结果进行分析和总结。</p></div></div></div>

<p>项目开展计划：</p> <p>第一阶段（3月）：项目立项。团队将进行文献的调研与理论基础建立，分析相关文献，了解医学图像异常检测领域的研究现状和发展趋势。掌握医学图像处理和深度学习模型设计的基本理论知识，为后续工作打下基础。整理现有公开数据集，确定本项目研究所需的数据范围。实施数据预处理，包括去噪、图像增强、尺寸标准化等操作。</p> <p>第二阶段（4月~6月）：深度学习模型设计与训练。团队将设计并实现医学图像异常检测模型，包括选择适当的神经网络结构和优化算法。对模型进行训练和改良。利用数据增强技术对已有数据集进行扩充，提高模型的泛化能力。对医学图像异常检测中的标注高效以及评估公正的关键问题进行研究，探索提高异常检测的准确性和效率的方法。</p> <p>第三阶段（7月）：项目结项。团队将对实验结果进行分析和总结。撰写项目总结报告，总结项目的研究过程、技术路线和成果。</p> <p>技术路线：</p> <p>本项目将针对立项依据中所阐述的标注瓶颈问题和评估标准问题进行研究。项目将基于国内外医学图像异常检测领域的研究现状和工作成果，进行文献调研和理论基础建立，深入研究医学图像异常检测领域的文献，以了解当前研究进展和主流方法。项目将收集医学图像数据，进行预处理后，对深度学习模型进行设计和训练，设计并实现适用于医学图像异常检测的深度学习模型。可能采用的模型包括传统的卷积神经网络（CNN）以及更新颖的ViT、Mamba等骨干网络架构；同时尝试结合扩散模型等新技术。使用PyTorch框架搭建模型，根据医学图像的特点进行调整和优化。项目将重点针对标注数据不足的问题，研究更为科学有效的算法评估方法、探索促进医学图像异常检测技术的有效路径。并将设计统一的评估标准和公平的比较框架。通过以上技术路线，项目将致力于研究医学图像异常检测中的标注高效以及评估公正的关键问题，提高异常检测的准确性和效率。</p>
<p>四、项目的特色与创新之处</p> <p>（1）在立项选题上，关注兼具理论和应用价值的医学图像异常检测场景；</p> <p>（2）在研究内容上，着眼于标注瓶颈和不公平评估在内的具体问题挑战；</p> <p>（3）在技术路线上，尝试与扩散模型、Mamba架构等前沿新技术相结合。</p>
<p>五、项目预期成果</p> <p>（1）设计一种标注高效的医学图像异常检测新算法，撰写一篇技术报告；</p> <p>（2）构建一个评估公平的医学图像异常检测算法库，在GitHub上进行开源；</p>

(3) 基于上述成果参与在MICCAI 2024国际会议上举行的Medical Out-of-Distribution Analysis Challenge (MOOD) 2024竞赛。

<p>导师意见:</p> <p>同意 不同意</p> <p>签名: _____</p> <p>年 月 日</p>	<p>院系意见:</p> <p>同意 不同意</p> <p>签名盖章: _____</p> <p>年 月 日</p>
---	---