

医学图像分割在医学影像诊断质量控制中的应用

陈云¹ 珊^{*2} 董峰¹ 唐依娜²

1. 邵阳学院信息科学与工程学院 湖南省邵阳市 422000

2. 邵阳学院附属第一医院 湖南省邵阳市 422000

摘要：医学图像分割属于影像学研究的关键部分，目的在于精准地把目标病灶区域和背景组织分离出来，从而给临床诊疗给予可靠的根据。在医疗影像分析里，这项技术的性能直接关系到诊断是否准确，治疗方案是否有效。本文全面整理医学图像分割技术的发展过程，主要手段以及在质量把控中的应用情况，对比分析传统算法和深度学习模型的技术特点，深入探究该技术怎样改善诊断一致性，削减人为错误并改良资源调配，通过研究得知，虽然深度学习方法在提升分割精度和运算速度上具有长处，不过存在数据标注花费昂贵，泛化能力不强等问题。

关键词：医学图像分割；影像诊断；质量控制；深度学习；分割精度

现代医学影像学包含 CT, MRI 以及超声等多种成像技术，其基本目的是借助高精度成像技术达成精准诊断，从而给疾病鉴别和个性化治疗方案制定给予可靠依据。由于影像数据量不断增多，临床医生在信息处理方面所承担的压力明显加大，既影响诊断准确率，又对专业技能和设备性能提出更高要求。为了改善医学影像诊断的整体可信度，医学界正在努力形成系统化的质量控制体系，这套体系把标准化流程，更新技术和人机协同模式整合起来，目的在于大幅度缩减误诊和漏诊现象出现的概率。图像分割是影像学研究的重要一环，准确程度关乎后面分析结果的可信度和临床决策的科学性。传统方法在应对低对比度图像、噪声干扰以及解剖结构变异的时候有着明显的局限性，而深度学习技术的出现给冲破瓶颈供应新的想法，此次研究着重于质量控制领域，全面梳理图像分割技术的发展进程，围绕着应用情况，更新成果以及将来走向展开探讨，希望给改进医学影像分割的质量控制水准给予理论支持和操作指引。

1. 医学图像分割技术分类与核心方法

1.1 基于阈值的分割方法

阈值分割技术属于利用灰度级来进行图像区域分类的方法，主要用以达成前景和背景的精确区分，该技术在目标与背景灰度差别明显的时候表现得非常好，而且其操作步骤简单，计算效率比较高，研究发现，这类型的算法常常对于环境噪音比较敏感，而且还要依靠人工设置的核心参数。在某种程度上约束在复杂情形下的适用范围，尤其是在医学影

像处理方面，像 CT 图像分析这样的过程里，仅仅依靠全局固定的阈值就很难有效地解决灰度分布不均匀的情况，开发出带有局部自适应特点的改良方案较为必要。

1.2 基于区域的分割方法

依靠像素属性展开区域分析的技术主要有区域生长，分裂合并策略以及聚类方法，方法是通过相似性准则来做到图像区域的精确分割和整合的，区域生长法可以很好地聚集同质像素集合，不过效果容易被最初选定的种子点所。而迭代推动的聚类技术可以完成细致的分类，可能会因为事先设定的参数或者数据噪声而影响到稳定程度^[1]。在磁共振成像 (MRI) 当中针对脑组织执行分割的时候，技术有明显的优势，为了避免出现过度融合的现象，最好加上空间约束机制以改良算法的性能。

1.3 基于边缘的分割方法

边缘检测技术主要原理是依靠对像素灰度值的梯度变化趋势加以分析从而获取目标区域的轮廓特征，其代表性方法包括 Sobel 算子、Canny 算法以及 Laplacian 算子等。在高对比度图像处理方面有着明显的优势，不过当遇到噪声干扰或者边界模糊的情况时，其性能就会大幅度下降，并且还存在较大的计算复杂度。在医学影像分析特别是超声成像方面，这种技术被广泛地应用于器官轮廓的精确勾勒工作中，保证结果可靠，一般都会配合使用形态学操作来消除诸如伪影的干扰因素影响。

1.4 基于模型的分割方法

模型分割技术依靠数学建模手段准确描绘目标的形状并刻画其动态变化规律，在处理复杂的解剖结构时有着明显的优势，水平集方法把几何形变转化成高维函数求解问题，从而应对拓扑结构变化所带来的难题，活动轮廓模型凭借内部平滑项和外部能量场的相互作用来达成边界追踪的目的。不过表现会受到初始条件设定的影响，而且在运算效率上存在固有的不足之处，在心脏磁共振成像领域里，算法已经显示出明显的应用前景，提升在复杂场景下的鲁棒性和稳定性，采用先验知识驱动机制较为必要。

1.5 基于深度学习的分割方法

深度学习依靠卷积神经网络（CNN），可以做到图像特征的自动提取和学习，从而做到从原始像素到目标类别的统一映射分类。在医学影像分割方面，U-Net 把编码器和解码器架构融合起来，而且加入跳跃连接机制，有效保存并复现细微的空间纹理信息，有较好的分割效果。Transformer 模型凭借自注意力机制来抓住长距离依赖关系，进一步改善图像分割的精确度和细节还原能力，深度学习方法虽然极大地改善分割任务的效率和准确性，不过对大规模标注数据集的高依赖性以及缺少透明性的固有问题，仍旧是限制其广泛应用的重要障碍^[2]。

2. 医学图像分割在诊断质量控制中的应用场景

2.1 诊断一致性提升

医学影像学当中，专家意见常常是多种多样的情况，图像分割技术通过设定一致的目标边界，可以排除人为因素的干扰，保证诊断过程客观又统一，在针对肺部结节筛查时，依靠分割算法做到自动识别和准确定位，提高结节量化评价的精确度，而且明显提升诊断结果的可靠性和稳定性。分割技术应用到医学影像分析流程后，生成的数据可以变成专家复核时的重要参照依据，和临床医师的判断做比较检验，从而有效地减小出现误诊的可能性。

2.2 噪声与伪影抑制

医学影像常受噪声、运动伪影以及部分容积效应明显地降低影像品质，给诊断带来极大困难，图像分割技术凭借精准划分目标区域并有效地抑制背景噪声，给数据预处理步骤，诸如降噪，对比度提升等创建起坚实的基础。在磁共振成像 MRI 脑部图像分析当中，采用的分割算法可以高效地区分出灰质，白质等主要组织结构及其与周围软组织的界

限，并且利用局部平滑手段去除非脑区信号，抑制噪声干扰，保证关键脑区信息的完整，对于病灶的精确定位以及临床决策有着重要意义^[3]。

2.3 三维重建与手术规划

利用体积渲染技术，分割出来的二维图像可以被转换成三维模型，能给手术规划给予直观的立体参照，从而提升操作的精准度和安全性。在肝癌外科医治方面，三维重建技术凭借对肿瘤空间分布情况，形态特点以及与周围血管关系的准确描述，给个性化诊治方案的设计给予关键支撑。在放射医治计划制订时，技术通过对病灶区域实施细致划分，有益于达成剂量分布的优化设计，进而保证靶区剂量的均一性，改善总体的医治效果。

2.4 疗效评估与随访监测

图像分割技术可以精准地提取出病变组织的空间分布情况，从而给临床疗效评判给予客观而且量化的数据支撑。在肿瘤诊疗范畴里，算法可以做到对肿瘤体积变化规律实施即时追踪，凭借其动态演变特点来判定治疗效果，技术还被普遍应用到多模态影像融合当中，特别是在 PET/CT 功能成像同解剖影像的联合分析之中，有益于改进后随访评价的准确度和可信度^[4]。

2.5 医疗资源优化

传统手工分割方法存在步骤繁杂、所费时间长的特点，因此所得结果准确取决于操作人员的专技水平，自动化分割技术提高了工作效率。关键贡献在于大幅度降低因为人为失误所带来的风险概率，在大型医疗机构环境中运行的依靠深度学习实现的肺部自动分割模型可以瞬间处理一张图像的任务需求。但传统人工做法却往往需要数分钟才可以实现类似效果，应用缓解医护工作人员的压力，在更多时间里投入到对疑难病症的诊断当中，相应地进一步优化相关资源配置与服务质量水平的优化。

3. 深度学习技术在图像分割质量控制中的挑战与对策

3.1 数据标注依赖于标注质量

深度学习算法若想良好运转就需要大量被标注的数据集支撑，尤其是针对医疗影像方面的分析处理工作时，通常情况下这个流程还需要直接由临床专家去参与才行，带来成本压力，人为因素还可能会导致决策带有主观性色彩。针对以上的问题可以实施这样的改善策略，可以在传统的机器学习架构里加入半监督的学习技术，利用被标出的样本去加强

模型的效果，大量缩减对标注资源的需要量，可以创建起弱监督的学习结构，在训练过程中仅仅依靠着图像的类别标签就完成所有相关操作，极大地削减人工用于对像素级别信息进行标注的强度。推进多中心数据共享平台构建发展进程，尽可能多地汇集更多更高质量水平的被标注的数据，为深度学习模型赋予更为全面及充足的训练条件。

3.2 模型泛化性与跨模态适应

不同设备、扫描参数的波动、个体解剖学特征的差异性，有可能对模型的泛化能力产生不良影响，针对此问题可以实施的改善办法包括。利用数据加强技术来创建多种类样本，从而扩充训练集的数量。搭建结合多种信息的分割网络，如 CT 和 MRI 的数据融合起来，以此加强算法的鲁棒性。采取迁移学习的办法，凭借预训练过的模型加快新任务的适应速度，进而改良总体性能。

结论

医学图像分割属于影像学诊断的重要部分，关键在于准确提取目标区域并去除干扰因素，从而提升诊疗的准确度和效率。加强技术的可靠程度和适应范围，促使医学影像分析朝着高精度和智能化方向前进，给精准医疗操作给予有力的技术支撑。

参考文献：

- [1] 王晓崴, 邢树礼, 毛国君. 多尺度特征融合的轻量化 Transformer 医学图像分割研究 [J]. 中国生物医学工程学报, 2025, 44(2):165–173.
- [2] 杨子瑶, 雷涛, 杜晓刚, 等. 基于可疑像素相互修正的半监督医学图像分割 [J]. 电子学报, 2025, 53(5):1607–1621.
- [3] 周涛, 柴文文, 王亚星, 等. MSP–YOLACT: 面向多模态 PET/CT 肺部肿瘤医学图像的实例分割模型 [J]. 光学学报, 2025, 54(4):198–212.
- [4] 赵宏伟, 周明珠, 刘萍萍, 等. 基于置信学习和协同训练的医学图像分割方法 [J]. 吉林大学学报 (工学版), 2025, 55(5):1675–1681.

基金项目：本文系湖南省教育厅科学项目“基于深度学习的子宫内膜癌影像分析与研究”（编号：23C0297）

作者简介：陈云 (1990.08–)，男，汉，湖南邵阳人，硕士，邵阳学院信息科学与工程学院讲师，主要研究方向为机器学习、数据挖掘、图像处理。

肖珊 通讯作者 (1991.05)，女，汉，湖南邵阳人，本科，邵阳学院，邵阳学院附属第一医院主治医师，主要研究方向为妇产科。