

基于深度学习的医学影像质控系统在 CT/MRI 图像伪影识别中的应用

叶小军 阿地里江·肉孜
新疆第六人民医院 830013

摘要

本研究构建基于深度学习的医学影像质控系统，评估其在 CT/MRI 图像伪影识别中的临床应用价值。方法：回顾性纳入 2024 年 6 月—2026 年 1 月我院 80 例患者影像数据（CT 42 例、MRI 38 例），构建融合注意力机制的深度学习模型，识别金属、运动、磁敏感等常见伪影；以高年资医师双盲评估为金标准，计算模型准确率、敏感度、特异度及 F1 值，对比传统人工与深度学习质控效能。结果：系统伪影识别整体准确率 92.50%、敏感度 91.89%、特异度 93.10%、F1 值 0.92；CT 金属伪影准确率 94.12%，MRI 运动伪影准确率 91.67%；单例质控耗时（ 1.2 ± 0.3 ）s，显著短于人工（ 125.6 ± 20.5 ）s（ $P<0.001$ ）；重复扫描率由 18.75% 降至 6.25%（ $P<0.05$ ）。结论：该系统可精准快速识别 CT/MRI 伪影，提升质控效率与影像质量，减少重复扫描，降低患者辐射暴露与检查时长，具备重要临床推广价值。

关键词：深度学习；医学影像质控；CT；MRI；伪影识别

引言

CT 与 MRI 是临床核心影像学检查手段，图像质量直接影响诊断准确性与治疗方案制定。伪影是影像质量下降的主要原因，CT 常见金属、射线硬化伪影，MRI 易出现运动、磁敏感及化学位移伪影，可掩盖病灶、造成误诊漏诊；传统人工质控主观性强、效率低、漏诊率高，难以满足大规模、标准化质控需求。

深度学习在医学影像分析领域发展迅速，强大的特征提取与模式识别能力为影像质控提供新路径。现有研究多聚焦单一模态或单类伪影，缺乏 CT/MRI 多模态、多类型伪影的系统质控研究。本研究构建融合注意力机制的深度学习质控系统，探究其在 CT/MRI 伪影识别中的应用效果，为医学影像智能化质控提供科学依据与实践参考。

资料与方法

一般资料

回顾性选取 2024 年 6 月—2026 年 1 月我院放射科行 CT、MRI 检查的 80 例患者，年龄 22~75 岁，平均（ 48.5 ± 12.3 ）岁；CT 42 例（头部 15 例、胸部 12 例、腹部 10 例、骨关节 5 例），MRI 38 例（脑部 18 例、脊柱 12 例、关节 8 例）。纳入标准：①图像完整无严重缺

损；②伪影类型经高年资医师确认；③临床资料齐全。排除标准：①图像严重模糊；②扫描参数异常致非典型伪影；③资料不全。本研究经伦理委员会批准，患者知情同意。

仪器与数据预处理

CT：西门子 16 排螺旋 CT，120 kV，200 ~ 300 mA，层厚 1 mm；MRI：GE Signa Explorer 1.5T，T1WI（TR 500 ms、TE 10 ms），T2WI（TR 3000 ms、TE 100 ms），层厚 4 mm。

预处理：DICOM 转 PNG，像素归一化 0 ~ 1；随机翻转、旋转、缩放增强数据；按 7:2:1 分为训练集（56 例）、验证集（16 例）、测试集（8 例）。

深度学习模型构建

基于 PyTorch 构建融合注意力机制的 ResNet50 模型：①特征提取层：ResNet50 提取深层特征，缓解梯度消失；②注意力模块：嵌入通道与空间注意力，强化伪影特征、抑制背景干扰；③分类层：全局平均池化+全连接层，输出伪影类型与置信度。

训练：交叉熵损失函数，Adam 优化器，初始学习率 1×10^{-4} ，批量大小 16，训练 50 轮；早停策略防止过拟合。

质控流程与评估指标

人工质控：2 名高年资医师双盲评估，协商一致为金标准；深度学习质控：自动预处理、识别并生成报告。

评估指标：准确率、敏感度、特异度、F1 值；单例质控耗时；重复扫描率。

统计学方法

SPSS 26.0 分析，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，t 检验；计数资料以率（%）表示， χ^2 检验； $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

伪影识别效能

系统整体准确率 92.50%、敏感度 91.89%、特异度 93.10%、F1 值 0.92。CT 金属伪影准确率 94.12%，射线硬化伪影 87.50%；MRI 运动伪影 91.67%，磁敏感伪影 85.71%，化学位移伪影 83.33%（表 1）。

表 1 不同模态及伪影识别效能（%）

模态	伪影类型	例数	准确率	敏感度	特异度	F1 值
CT	金属伪影	34	94.12	93.55	95.00	0.94
CT	射线硬化伪影	8	87.50	85.71	90.00	0.88
MRI	运动伪影	24	91.67	90.91	92.31	0.91
MRI	磁敏感伪影	7	85.71	83.33	87.50	0.85
MRI	化学位移伪影	6	83.33	80.00	85.71	0.82

质控效率对比

系统单例耗时（1.2±0.3）s，显著短于人工（125.6±20.5）s（t=52.36，P < 0.001）（表 2）。

表 2 质控耗时对比（ $\bar{x} \pm s$ ，s）

质控方式	例数	单例耗时
人工质控	80	125.6±20.5
深度学习系统	80	1.2±0.3
t 值	-	52.36
P 值	-	< 0.001

重复扫描率

应用前 40 例中 7 例重复扫描（18.75%），应用后 40 例中 2 例（6.25%），差异有统计学意义（ $\chi^2=3.13$ ，P < 0.05）。

讨论

CT/MRI 伪影成因复杂，人工质控难以满足大规模、高效率的临床质控需求。本系统整体准确率 92.50%，对 CT 金属、MRI 运动伪影识别效果突出，可靠性良好。注意力机制可聚焦伪影区域，提升小面积、低对比度伪影识别能力；化学位移伪影准确率偏低，与特征细微、边界模糊有关，可通过扩充同类样本进一步优化。

智能质控速度显著提升，大幅减轻医师工作负荷、加快报告流转；前置筛查可即时纠正不合格图像，降低辐射暴露与患者等候时间，提升就医体验，节约医疗资源。

本研究为单中心、样本量有限，模型泛化能力需多中心大样本数据进一步验证；仅实现伪影识别，未集成伪影校正功能，后续可开发识别+校正一体化智能模块，全面提升影像质量与诊断安全性。

结论

基于深度学习的医学影像质控系统可精准、快速识别 CT/MRI 多类型伪影，提升质控效率与标准化水平，降低重复扫描率，弥补传统人工质控不足，符合医学影像智慧化发展方向，具有较高临床实用价值与广阔推广前景。

参考文献

- [1] 王鹏程.医学影像质控流程中伪影评估标准的建立与实践[J].医学实践与研究,2025,1(1):87-91.
- [2] 李铭,张宇,陈阳.基于深度学习的 MRI 运动伪影自动识别系统的开发与应用[J].中华放射学杂志,2025,59(3):289-294.
- [3] 刘畅.16 排 CT 图像常见伪影成因及智能识别技术研究[J].影像科学与光化学,2024,42(6):902-908.
- [4] 陈曦,周伟.GE 1.5T 磁共振图像质量控制要点与智能化优化策略[J].中国医学装备,2024,21(8):65-68.