

基于生成对抗网络的多模态医学影像合成研究

专业：软件工程

硕士生：瞿毅力

指导老师：王青 副教授

摘要

医学影像数据的采集和标注一直是医学影像处理任务面临的挑战，尤其是基于配准多模态数据的应用。利用图像合成技术可以有效缓解这一问题。但医学影像包含复杂的生理结构信息，现有方法直接合成医学影像会生成不合理的结构、轮廓和不可控的病灶；合成多种模态的医学影像时如何确保模态之间的配准面临严峻的挑战；如何控制医学影像中最关键的病灶信息的合成也是一大难题；另外，合成影像和合成病灶需要一种更全面的方式来评估其性能。

针对这些问题，本研究提出了一种基于生成对抗网络的多模态医学影像合成方案，可从随机噪声合成具有指定病灶的配准多模态医学影像。多个数据集上的实验验证了合成影像的可用性、病灶的有效性和模态间的配准度。本研究的主要工作包括：

1. 本研究提出了一种基于Sobel算子的结构特征图提取和生成方法，无需额外的结构信息标签或标签提取训练，可直接从真实影像提取出结构特征图并用于变分自编码器的训练，最后得到的模型可从正态分布随机采样合成任意数量的结构特征图。

2. 本研究提出了一种可控制病灶合成的多模态配准医学影像合成方案，可将合成的结构特征图与选定的病灶标签融合后再合成多模态医学影像，通过模态转换器提供合成多模态之间的转换一致性约束以确保合成多模态之间的配准，通过病灶处理器实现对重建合成影像病灶标签的约束从而确保合成影像根据输入标签生成对应病灶。

3. 本研究在采用一般相似性评估对合成和真实数据直接评估的基础上，进一步使用合成影像训练医学影像处理模型，通过评估训练好的模型间接评估合成影像的性能。结果表明合成影像可在多种任务中通过用于预训练和数据增强来提升模型性能。

关键词：医学影像，图像合成，多模态配准，病灶，生成对抗网络