

基于深度学习网络的半监督医学图像分割方法

刘桥

(湖南工学院)

摘要: 为了提升半监督深度学习对抗博弈算法在医学影像学检查图像通用分割系统中的应用效果, 该研究引入空间卷积神经网络、模糊二值化神经网络、模糊多列神经网络对半监督深度学习对抗博弈神经网络算法进行优化。仿真分析中发现该算法具有较佳的主观视觉效果, 且相比较人工初审判读结果, 该算法具有更高的敏感度和更低的精度误差。最终认为, 该算法可以同时适用于 MRI、MRA、TCD、XCT、ECT 等影像学检查的检查结果图像分割处理。

关键词: 深度学习; 对抗博弈; 医学图像; 空间卷积神经网络; 模糊神经网络;

医学图像分割算法, 是根据影像学检查结果, 在非解剖关系黑白图像基础上生成解剖关系彩色图像的算法。如 MRI (Magnetic Resonance Imaging) 利用体内原子的励磁反馈特性, 在交变强磁场激励下记录体内励磁反馈, 其灰度特征代表体内对应位置的励磁反馈特征而非解剖学特征。不同的成像方式图像灰度特征的生物学意义也有所差距。早期医学图像分割算法针对特定影像学检查方式执行分割, 而该研究通过深度学习网络设计一种具有通用性的半监督条件下的医学图像分割算法。

1 半监督医学图像分割算法中的深度学习神经网络设计

半监督深度学习神经网络的统计学技术路径是在小样本基础上完成基于对抗博弈的机器学习, 其一般包含生成模块、判断模块、反馈模块等, 系统中共设置 2 个神经网络模块: ①分割图像生成模块为空间卷积神经网络模块, 使用不断修正的卷积核, 对原始图像阵列的灰度图像进行卷积上色, 得到输出图像阵列; ②判断模块为模糊二值化神经网络和模糊多列神经网络, 其中: 模糊二值化神经网络是将输出图像阵列深度模糊卷积形成 1 个经过二值化的输出数据, 即 1 个接近于 0.000 或 1.000 的[0,1]区间上的数据, 当该数据接近 0.000 时, 触发重生成激发模块, 之前输出图像阵列丢弃, 当该数据接近 1.000 时, 触发输出激发模块, 将之前输出图像阵列输出到打印显示设备; 模糊多列神经网络是 1 个 75 列的模糊神经网络, 输出数据构成 1 个 (5×5×3) 的三维卷积核, 该卷积核会

在重生成激发模块被激发时输入到生成模块的空间卷积神经网络中, 供输出图像阵列的重生过程调用。

数据训练过程中, 原始图像输入到生成模块的输入端, 验证图像输入到生成模块的输出端及判断模块的输入端, 即对生成模块和判断模块分别训练。实际数据训练中, 生成模块的数据训练主要依靠半监督模式下生成模块和判断模块之间的对抗博弈, 所以, 数据训练的核心任务是使判断模块拥有足够高的判断敏感度。该研究进行算法仿真验证分析时, 分析基础为生成模块和判断模块均经过了充分训练。

2 半监督医学图像分割算法的计算效能分析

因为该研究不仅仅涉及到 MRI 图像的分割分析, 还涉及到 MRA (Magnetic Resonance Angiography, 磁共振血管造影)、TCD (transcranial Doppler, 经颅多普勒超声)、XCT (X-ray Computed Tomography, X 光计算机断层扫描)、ECT (Electron Computed Tomography, 电子束计算机断层扫描) 等影像学检查结果, 所以, 针对颅脑部分扫描结果, 在上述基于 Python 大数据仿真平台下加载空间卷积神经网络控件和模糊卷积神经网络控件的仿真环境, 每种影像学检查灰度图像数据均导入 300 例近期检查结果并进行解剖学病理对照, 从而分析其病灶敏感度、成像精度等。对比组数据为人工初审判读结果。比较结果如表 1 所示:

表 1 图像分割分析算法与人工初审判读结果的对照表

分组		MRI	MRA	TCD	XCT	ECT	
敏感度	图像分割	97.2	97.9	92.4	94.3	95.3	
	人工判读	95.3	96.8	88.6	91.5	92.4	
	%	t	4.239	8.313	3.126	6.094	4.881
	P	0.016	0.028	0.013	0.015	0.024	
精度误差	图像分割	0.13	0.12	0.43	0.25	0.18	
	人工判读	1.24	1.18	2.06	1.54	1.29	
	± mm	t	0.125	0.084	0.113	0.076	0.089
	P	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	

表 1 中, 敏感度指检查阳性结果在总阳性结果中的占比, 精度误差指判读的病灶长短轴与实际手术切除病灶长短轴只差中的最大值与对应长短轴的比值。比较图像分割算法结果和人工初判断结果, 图像分割算法的敏感度高于人工判读的敏感度, 数据差异经过双变量 t 检验, $t < 10.000$, $P < 0.05$, 具有可置信的数据差异, 图像分割算法的精度误差大幅度低于人工初判断结果, 数据差异经过双变量 t 检验, $t < 10.000$, $P < 0.01$, 具有显著的统计学差异。

3 总结

半监督深度学习神经网络用于图像分割识别的基本理论已经相对成熟, 该研究倾向于面向医学影像学检查结果的通用图像分割处理算法, 且该算法的核心难点在于对抗博弈数据反馈体系的设计及判断模块的机器学习功能设计, 该研究中设计的判断模块使用了

二值化模糊神经网络和多列模糊神经网络, 在返回生成模块输出图像的可用性同时, 对生成模块的三维卷积核进行重写更新加速图像识别的更新效能。仿真分析中发现, 该算法具有良好的可视化主观效果和较高的诊断敏感度、较低的精度误差。且该算法可以同时适用于 MRI、MRA、TCD、XCT、ECT 等影像学检查的检查结果图像分割处理。

参考文献

[1] 颜俊哲, 张灵荣, 郝绍志, 方芳, 刘东. 基于对称响应滤波和分水岭的脊椎图像分割方法[J]. 湘南学院学报, 2021, 42(05): 120-125.

作者简介: 刘桥, 1985 年, 硕士, 湖南株洲, 主要研究方向为人工智能, 机器学习, 应用于医学图像领域