

Literature Study Report

Central focused convolutional neural networks
Developing a data-driven model for
lung nodule segmentation

冯浩哲

2017 年 10 月 26 日

提纲

这篇论文是唯一一篇发表在 MIA 上的用深度学习方法进行肺结节分割的文章，它的主要价值在于其详细的背景介绍部分，包括肺结节分割的医疗价值，肺结节的主要分类以及每一类的分割难点，以及现有工作的成果与困难，可以当作一篇优秀的综述来看，而我的论文报告也主要介绍这一部分。

论文本身提出的方法还是基于传统的对每个 voxel 进行单独分类的做法，整个方法直观感受为各种 trick 与尝试的堆砌，对问题的解决也没有一个优雅的策略。文中的 3D 卷积的本质只是对每个 slice 取前一张与后一张构成一个空间序列然后对这个 $3 \times \text{Width} \times \text{Height}$ 的 patch 进行多通道的 2D 卷积。

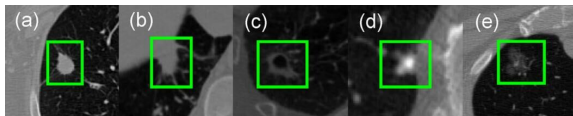
不过论文提出对 maxpool 层的优化可以借鉴。论文提出对于重点主要在中心位置的区域识别模型来说，maxpool 层应该对边缘大规模缩减，对中心则保留精细特征这一自然的想法，也证明了该想法的有效性。

肺结节分割的医学背景

在医学意义上，肺结节分割问题主要应用在对结节精准的形态分析上。精准的形态分析可以对肺癌进行早期检测，同时对于肺癌治疗的疗效做定量判断。

同时，用计算机进行肺结节分割的优越之处在于避免医生手动繁琐的分割过程，以及减少医生之间的主观偏差。

肺结节分类与各类分割难点



如图所示是五类肺结节类型，从左到右依次为孤立结节、肺壁结节、空洞结节、钙化结节、毛玻璃结节，下面列出这五类结节的分割难点。

肺结节分割的医学背景

- 粘连结节

粘连结节的难度在于它与周围组织极为相似的密度，这导致大部分传统模型在面对粘连结节时鲁棒性受损。

- 空洞结节与钙化结节

空洞结节与钙化结节的难度在于结节内部较大的密度变化，这意味着模型必须对结节部位的变化具有鲁棒性。

- 毛玻璃结节

毛玻璃结节的难度在于结节自身密度很低，因此识别该结节需要对环境的密度变化很敏感，但是这一点与上面的空洞结节与钙化结节是矛盾的，因此单一的模型很难应对复杂的结节分割。

- 孤立结节

孤立结节分割最为容易，一般模型都能完美分割。

肺结节分割的传统方法对比

肺结节分割传统方法对比如图所示：

	结节类型					
		粘连	不规则形态	毛玻璃	孤立	钙化空洞
方法	形态学	☹	☹	☺	☺	☹
	多模板匹配形态学	☺	☹	☺	☺	☹
	区域生长	☹	☺	☺	☺	☺ / ☹
	形状限制区域增长	☺	☹	☺	☺	☹
	图割法	☹	☹	☹	☺	☹
	CRF	☹	☹	☹	☺	☹
	Level Set Function	☹	☹	☹	☺	☹
	符号注解:	☺: 程度大		☹: 程度中等		☹: 程度小

肺结节分割的传统方法总结

概括来说，各个方法对于孤立结节已经做到了完善的分割，但是因为结节种类与形态不同，导致了很多矛盾的情形，因此需要分割方法的模型容量足够大。同时手动提取特征的方法 (CRF, Level Set Function) 依赖于人工对特征的判定，机器只是学习对这些特征打分而并非学习新特征，因此深度学习方法是唯一途径。