

基于肺部 CT 影像的新型冠状病毒肺炎自动诊断方法研究

2019 冠状病毒病疫情是由一种名为严重急性呼吸综合征冠状病毒 2（英语：Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2，缩写：SARS-CoV-2）导致的 2019 冠状病毒病（亦称为新型冠状病毒肺炎，英语：Coronavirus Disease 2019，缩写：COVID-19）所引发的全球大流行疫情[1]。至今，全球多个国家和地区已累计报告逾 1.7 亿例新型冠状病毒肺炎确诊病例，这场疫情给世界各国的政治、经济和社会发展都带来前所未有的影响。

新型冠状病毒肺炎的常见症状包括发烧、咳嗽、疲劳、呼吸急促、味嗅觉丧失等，而病毒的主要传播方式包括咳嗽、打喷嚏和说话产生的呼吸道飞沫，在相对密闭的空间内，病毒也可能通过在空气中悬浮较长时间的气溶胶传播。有研究显示约 40%-45%的患者为新型冠状病毒肺炎无症状感染者[2]，实验室数据表明感染者在症状出现前（症状出现之前 2 天）和发病早期最具传染性[3]，但在症状出现前和无症状的人身上都有可能传播。在实际中，对新型冠状病毒肺炎进行检测的主要方法是采用逆转录聚合酶链式反应（英语：Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction，缩写：RT-PCR）和（或）NGS（Next Generation Sequencing）方法在鼻咽拭子、痰和其他下呼吸道分泌物、血液、粪便、尿液等标本中可检测新型冠状病毒核酸，但核酸检测会受到病程、标本采集、检测过程、检测试剂等因素的影响，在使用过程中可能会造成不少假阳性或假阴性的结果。

在医学领域中，肺部计算机断层扫描（英语：Computed Tomography，缩写：CT）检查具有扫描速度快、密度分辨率高等优势，是 CT 成像中最常见的诊断任务之一。由于肺部 CT 能够显示肺部多发结节的分布特点、背景及内部结构，医生能够通过胸部 CT 影像快速发现患者肺部的病变、肺炎或血栓等并发症，因此，肺部 CT 检查已成为医生诊断患者肺部感染性疾病的重要检查手段。在此背景下，在新型冠状病毒肺炎诊断中引入肺部 CT 检查对新型冠状病毒肺炎的临床早期治疗和及时干预具有重要价值。为向国家新型冠状病毒肺炎诊疗做出贡献，请参考新型冠状病毒肺炎的肺部 CT 影像特征：磨玻璃影、实变影、小叶中心结节、铺路石征、病变内空气支气管征、病变区支气管壁向心性增厚、支气管黏液栓、胸腔积液和淋巴结肿大等[4, 5]，研究以下问题：

（1）根据题目附件所提供的肺部 CT 影像数据集 I（共 10 张肺部 CT 图像，其中包括受新型冠状病毒肺炎感染的肺部与未受新型冠状病毒肺炎感染的肺部），建立相应的数学模型

策略提取肺部区域。

(2) 根据第一问所建立的方法, 将肺部从复杂的胸腔环境中分离出来。请根据感染后的肺部 CT 影像特征的变化, 建立合理的数学模型判断肺部 CT 影像数据集 II (共 200 张肺部 CT 图像, 其中有 20 张肺部受到感染的图像) 中肺部的健康状况, 找出 20 张肺部受到感染的 CT 图像后提取肺部感染区域, 以及建立判断和评估机制为患者们区分病情的严重程度。

(3) 计算机断层扫描技术已被广泛的应用于各个国家的医疗体系中。受新型冠状病毒肺炎感染的肺部常常出现特殊的特征, 请建模完成新冠肺炎检测模型并区分肺部 CT 影像数据集 III (共 10 张 CT 图像, 其中 5 人感染新冠, 5 人为其他肺炎) 中患者是否感染新型冠状病毒肺炎?

(4) 肺部或呼吸道传染病很容易造成世界性的大流行, 为了更好的预防和应对突发状况, 通常我们亦需要一种能在小样本下完成的检测模型。以 CT 图像为例, 请尝试在只有 200 张肺部 CT 图像下, 通过传统策略完成受新型冠状病毒肺炎感染的肺部 CT 影像检测。此外, 请向国家卫生健康委员会和世界卫生组织提供至少 3 条应对疫情的合理建议, 简易可不限定在医疗范围。

注: 以上 CT 影像数据 I、II 和 III 见题目附件。

参考文献

- [1] Simon James Fong, Nilanjan Dey, Jyotisma Chaki (2021). An Introduction to COVID-19. *Artificial Intelligence for Coronavirus Outbreak*, Springer, Singapore.
- [2] Daniel P. Oran, Eric J. Topol (2020). Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection: A Narrative Review. *Annals of Internal Medicine*, 173(5), 362-367.
- [3] 世界卫生组织 (2021). 2019 冠状病毒病 (COVID-19) 是如何传播的? <https://www.who.int/zh/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted>.
- [4] 汪锴, 康嗣如, 田荣华, 王艳, 张小舟, 李红梅 (2020). 新型冠状病毒肺炎胸部 CT 影像学特征分析. *中国临床医学*, 27(1), 27-31.
- [5] 郭佑民, 陈欣, 牛刚 (2020). 新型冠状病毒肺炎影像学诊断, 西安交通大学出版社, 中国西安.