数字 PCR 荧光图像阈值分割算法研究

一. 成果完成人及所在单位：余跃　光电与通信工程学院　　指导教师：肖旻、唐骏

二. 成果简介

数字 PCR (polymerase chain reaction, PCR)是新一代核酸检测技术，与传统 qPCR 相比，具有更加出色的精确性、灵敏度和特异性。针对传统阈值法难以快速准确分割光照不均匀数字 PCR 荧光图像的问题，提出了自适应图像增强算法和自动阈值分割方法，实现了光照不均匀数字 PCR 荧光图像快速准确的分割。与当前几种主流算法相比，所提方法能有效克服非均匀光照的干扰，分割结果准确、算法复杂度低且鲁棒性好。

三. 主要研究内容及创新点

为了改善光照不均匀数字 PCR 荧光图像分割准确度低的问题，提出了两阶段分割算法。首先利用自适应图像背景差法对图像进行预处理后进行初步分割。然后确定初步分割不完全区域灰度范围后计算最优分割阈值。同时，在第二阶段又提出峰值削弱法，该方法可使最终计算的阈值位于直方图的波谷或接近波谷的位置，并通过数学理论证明了该算法的有效性。结果表明，所提算法能高效分割光照不均匀数字 PCR 荧光图像，算法平均分割精度达到 99.7%，平均执行时间仅为 0.139 s。

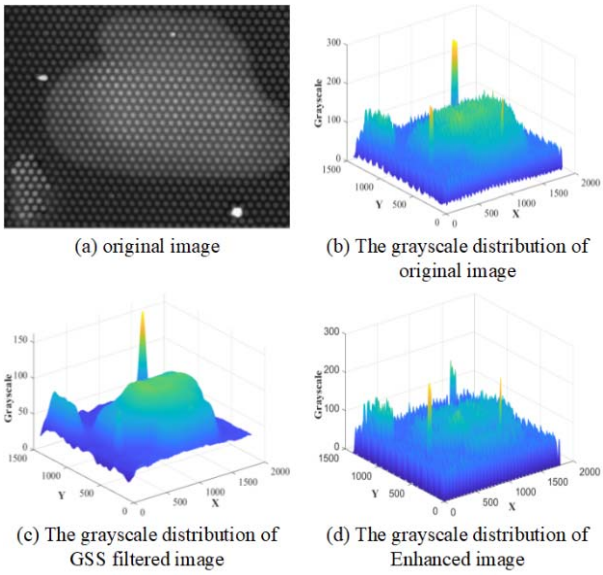


图 1 数字 PCR 荧光图像预处理

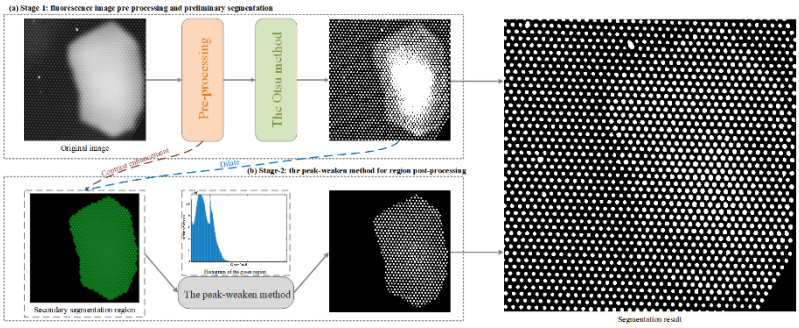
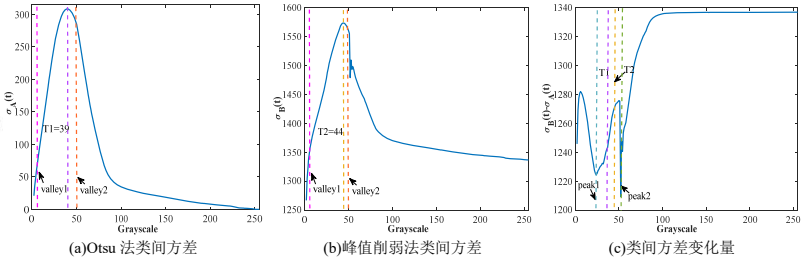


图 2 数字 PCR 荧光图像分割框架图



(a)Otsu 法类间方差　(b)峰值削弱法类间方差　(c)类间方差变化量

图 3 不同算法类间方差比较

四. 主要研究成果及应用情况

[1] 余跃,唐骏*,肖旻.一种感光不均匀数字 PCR 荧光图像分割算法[J].电讯技术:1-8. (核心，已录用)

[2] Yue Yu, Min Xiao*, Jun Tang, et al., An automatic segmentation algorithm for high-throughput digital PCR fluorescence images[C] // 2021 Chinese Automation Congress (CAC), Beijing, China. (EI，已录用)

[3] Yue Yu, Lin Chen, Xuyang Zhang, Jun Tang*, Automatic thresholding method for high-throughput digital PCR fluorescence images with uneven illumination. (已投 SCI 刊物)

[4] 唐骏,余跃,肖旻.一种数字 PCR 微阵列图像分析方法[P]. 福建省：CN112927182A, 2020-12-31. (国家发明专利，审核中)

联系人：余跃　　电　话：18150398582　　Email: philyueyue@163.com