



中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

Suzhou Institute of Biomedical Engineering and Technology
Chinese Academy of Sciences

研究生工作汇报

日期：2022/07/03



本周工作总结

- 1 散斑数据数据方向性分析
- 2 文献阅读



1 本周工作：动物实验方向性结果

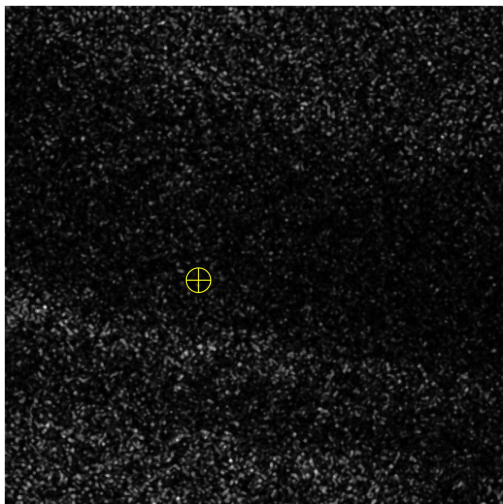


图1 原始动物血管散斑图像

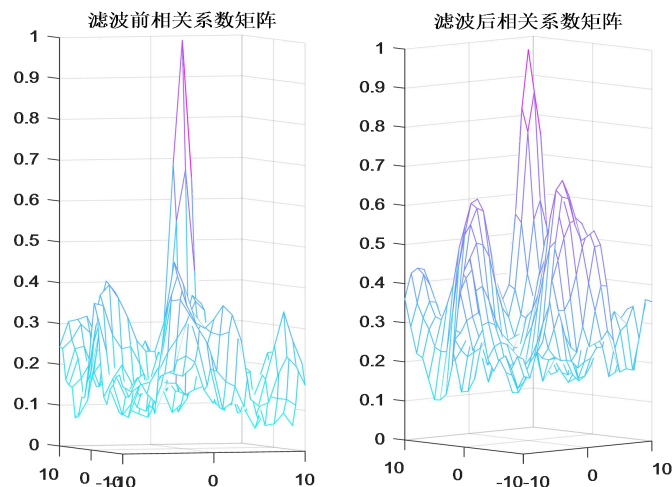


图2 血管中归一化相关系数矩阵

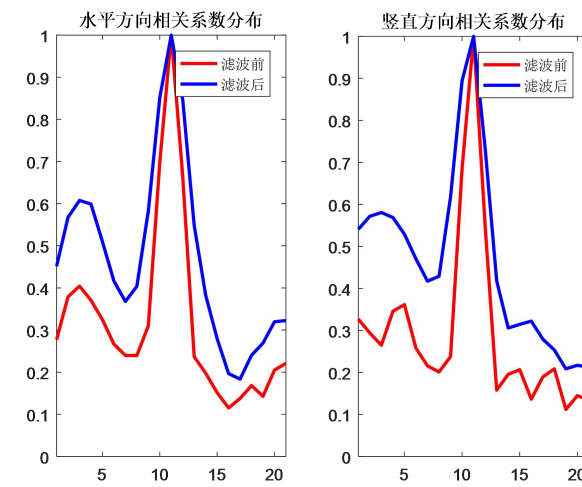


图2 血管中相关系数截面

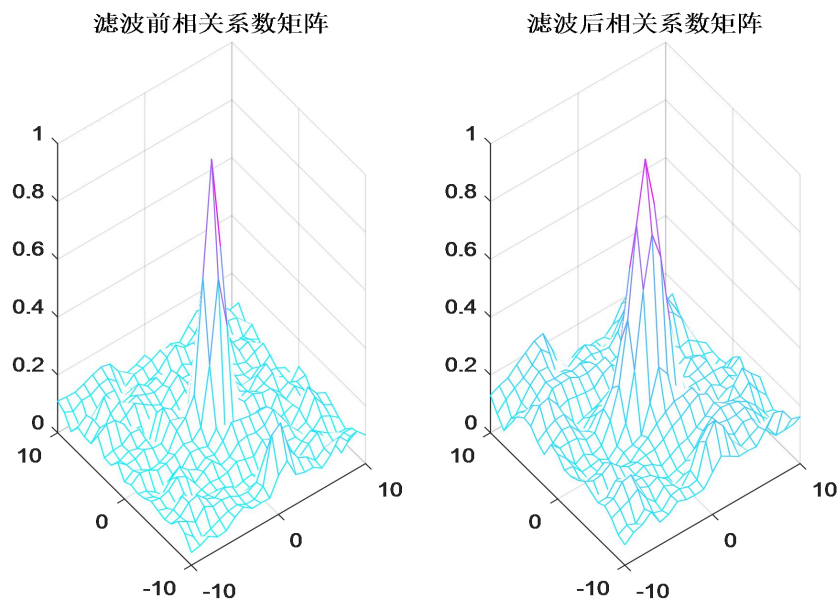


图3 组织中归一化相关系数矩阵

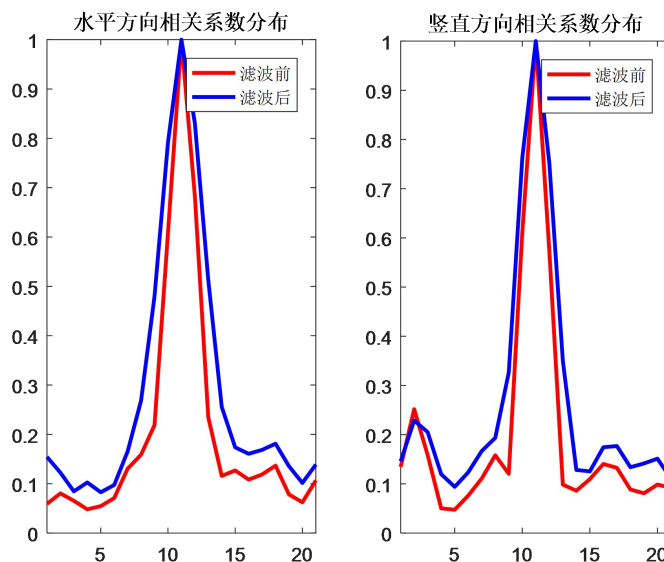


图5 组织中相关系数截面

不准确/准确的原因分析

加入中值滤波后波峰展宽，明显对于组织/血管，不加入中值滤波的效果会更好。

Choose an ROI to get its coordinate~

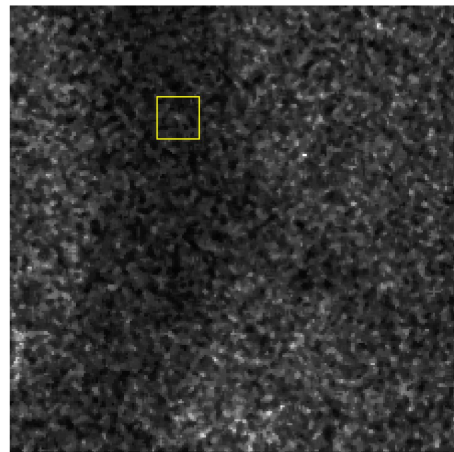


图1 原始动物血管散斑图像ROI

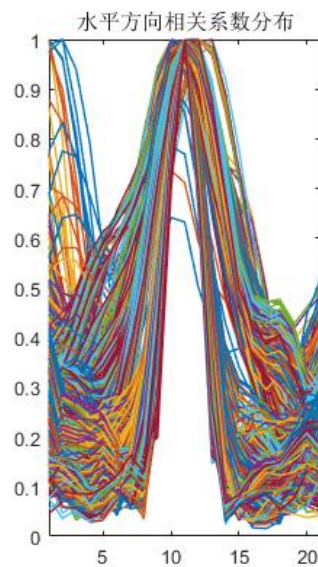


图2 ROI内血管中归一化相关系数矩阵

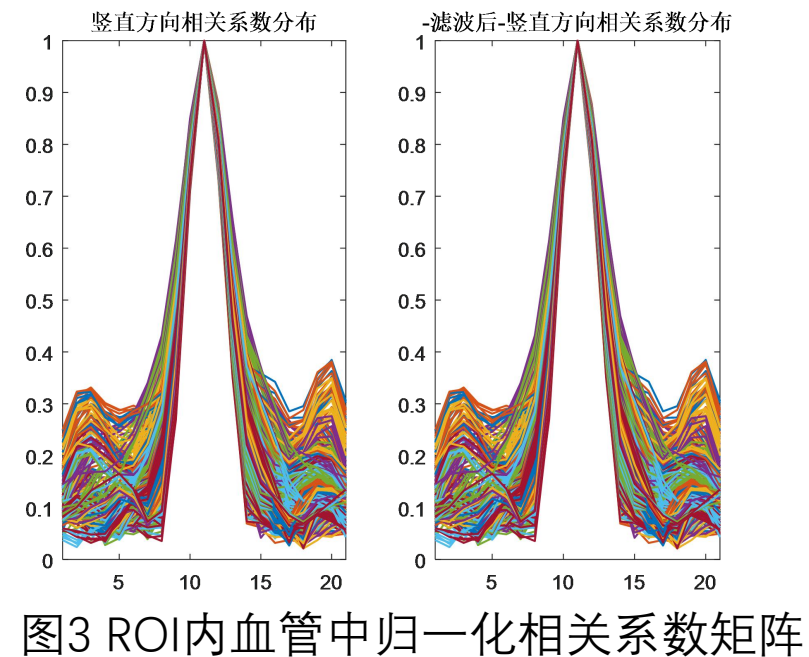
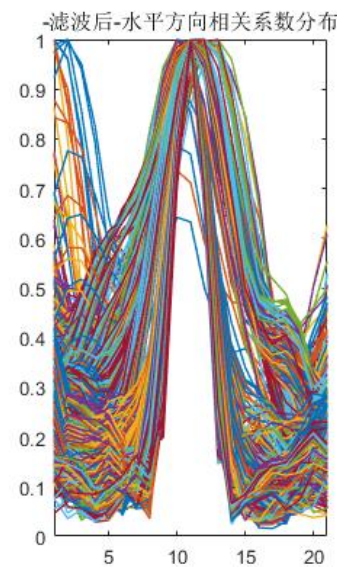


图3 ROI内血管中归一化相关系数矩阵

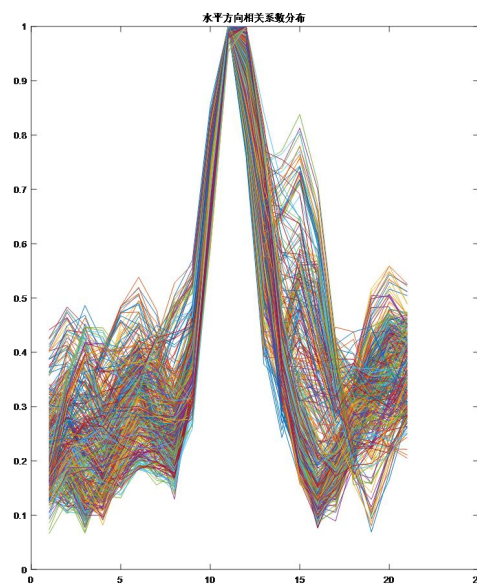


图3 ROI内血管中归一化相关系数矩阵

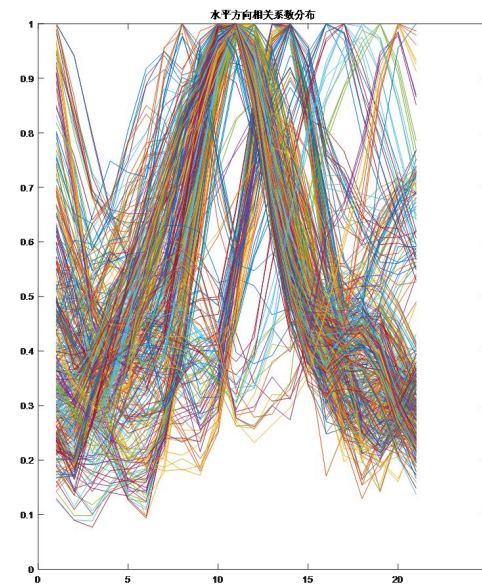
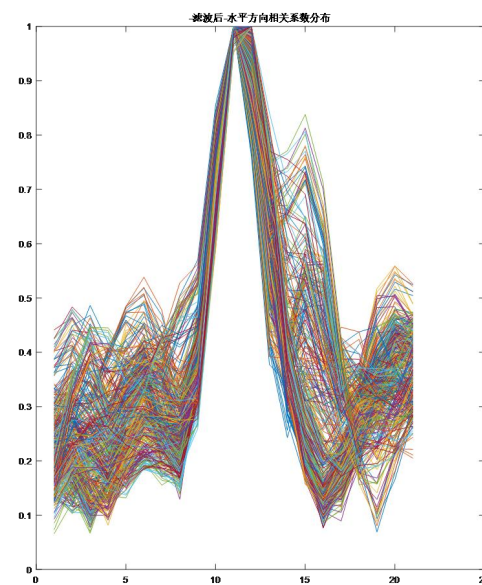
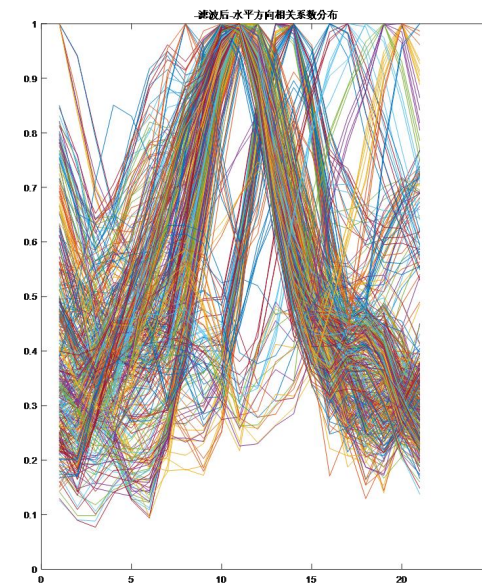
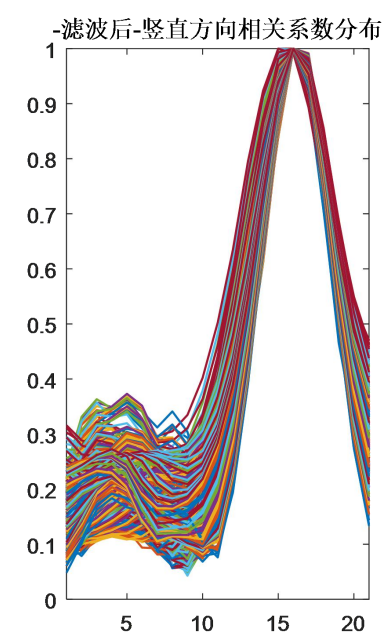
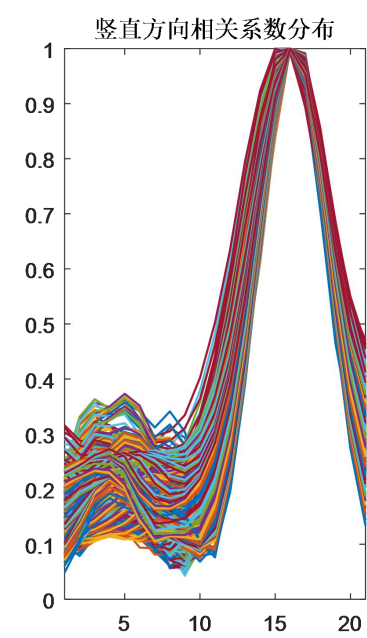
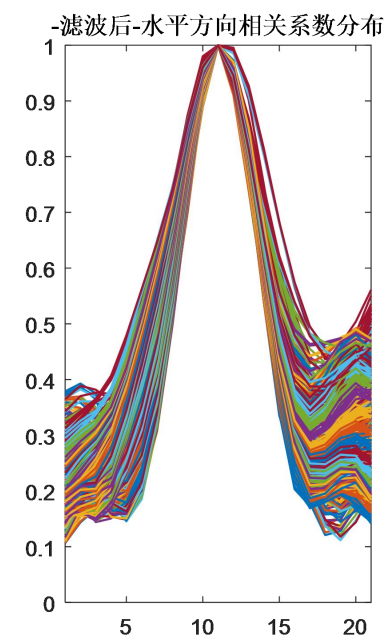
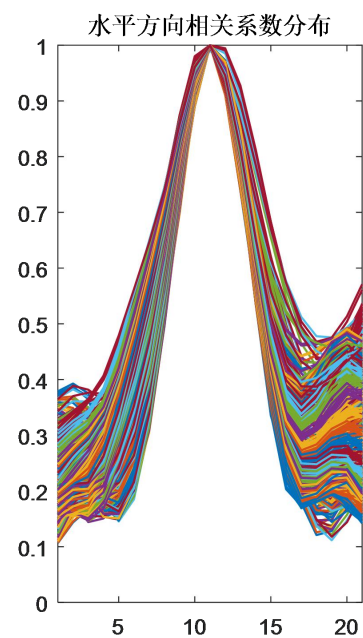


图4 ROI内血管中归一化相关系数矩阵





微流控通道中ROI内相关系数矩阵



3 文献精读

Correction of overexposure in laser speckle contrast imaging -激光散斑衬比成像中过度曝光的校正-

Vol. 30, No. 12 / 6 Jun 2022 / Optics Express 21523

Optics EXPRESS

研究背景

LSCI是一种或可视化并量化组织灌注和血流的方法。其一个缺陷是，LSCI对于光照变化的敏感性，只能在非过度曝光的情况下工作。过曝光导致的信号饱和会使衬比的计算值偏低，因此，必须较好的控制照明水平。

研究工作

创新点：

- 1 从理论上解释了过曝导致衬比降低的原因
- 2 提出利用**线性外推法**消除过度曝光（饱和像素数小于60%-70%的情况下）引起的误差。

研究结果

- 1 根据衬比值和应用场景，利用更高的3-8倍的照明水平，而不会影响衬比值的计算及BFI血流指数的计算。
- 2 允许使用更高的照明，保证在暗环境下较高的信噪比。



1 step1模拟部分：分析过度曝光和正常曝光下的影响 $I_s = (1 - \rho)S(\lambda_s) + \rho D(\alpha_D, \beta_D) + W$

合成的散斑图案，包含三个元素：静态部分、动态部分、噪声部分。动态散射体用伽马分布的随机变量D描述，S表示指数分布的随机变量，表示完全发展的散斑；相机噪声为正态分布的随机变量。这里只关注大信号的部分，通过假设相机信号 $W \approx 0$ 来简化。

I_i 为具有伽马分布的样本，所以伽马分布的pdf可以表示为： $f(I_i) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} I_i^{\alpha-1} e^{-\beta I_i}$ ，
其对应的累积分布函数可以表示为： $F(I_i) = \frac{\gamma(\alpha, \beta I_i)}{\Gamma(\alpha)}$

为了计算衬比，需要计算pdf所对应的期望值和方差。

累积分布函数：

$$F_{sat}(I_i) = \begin{cases} F(I_i), & \text{if } I_i < I_{sat} \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \kappa^2 \approx \kappa_s^2 \left(1 + \frac{I_{sat}}{E(f)(2^b - 1)} \right).$$

2 step2 求解部分：理想情况下观察到衬比作为参考衬比

利用饱和度和样本均值相对于饱和阈值的高阶偏导，计算出参考衬比。

饱和度： $R = 1 - F_{sat}(I_i)$

$$\text{Let } A = \frac{\partial^2 Y}{\partial I_{sat}^2} = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \beta^\alpha e^{-\beta I_{sat}} \left[\alpha I_{sat}^{\alpha-1} - I_{sat}^\alpha \beta \right],$$

$$\text{and let } B = \frac{\partial R}{\partial I_{sat}} = -\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \beta^\alpha I_{sat}^{\alpha-1} e^{-\beta I_{sat}},$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial I_{sat}} \frac{A}{B} \right) I_{sat} - \frac{A}{B} = \alpha$$

$$\kappa_{corr} = \frac{\kappa_s}{1 - R_s} \frac{1 + c_1 R_s}{1 + q_1 R_s + q_2 R_s^2}$$

$$\kappa_{corr, linear} = \frac{\kappa_s}{1 - R_s}$$



3 文献精读

Vol. 30, No. 11 / 23 May 2022 / Optics Express 18189



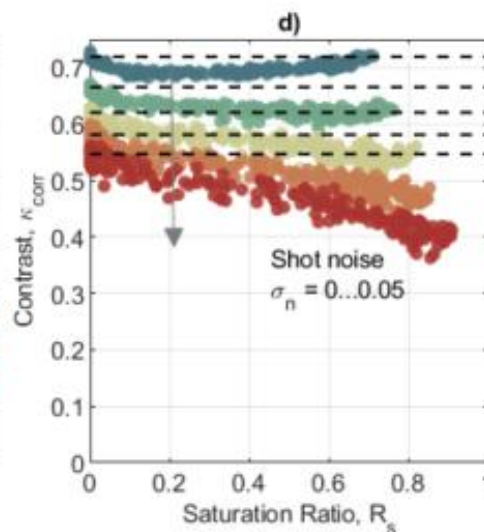
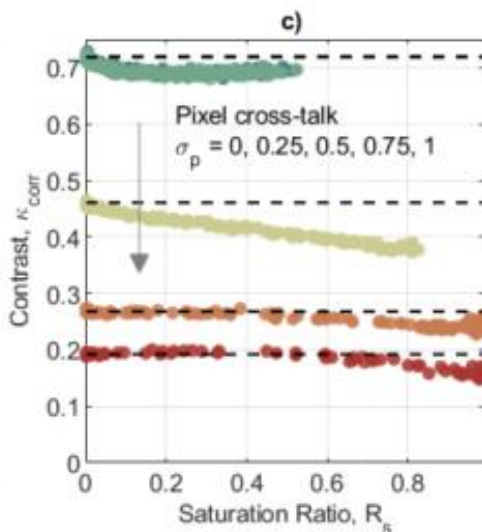
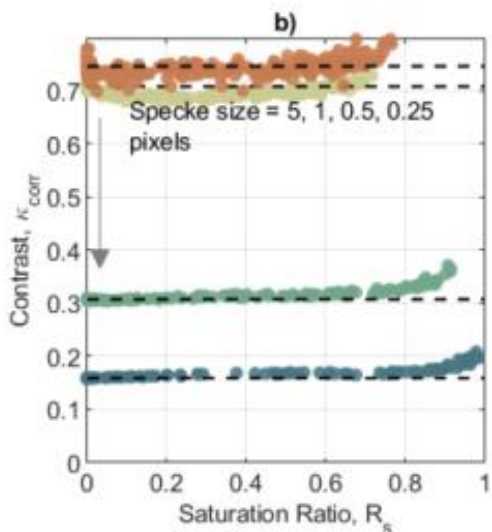
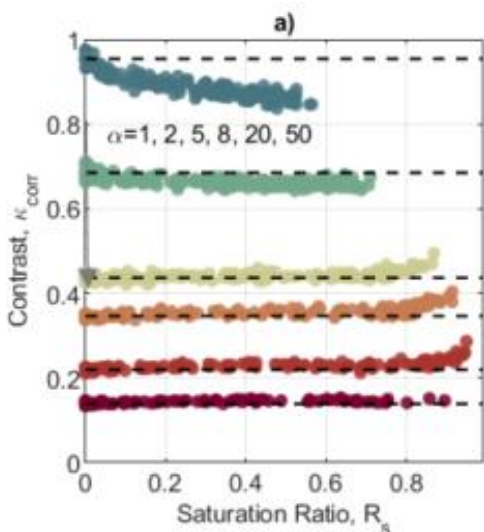
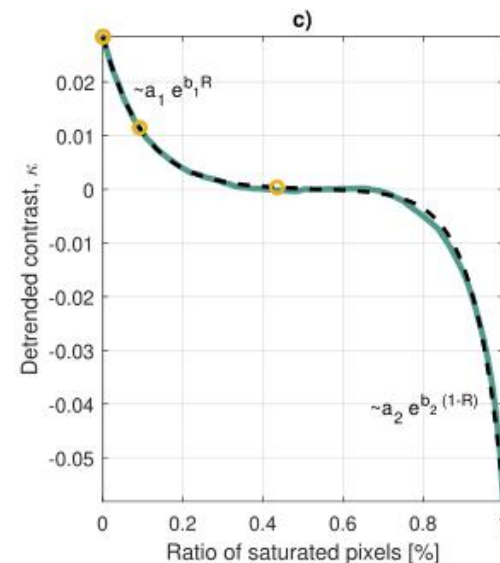
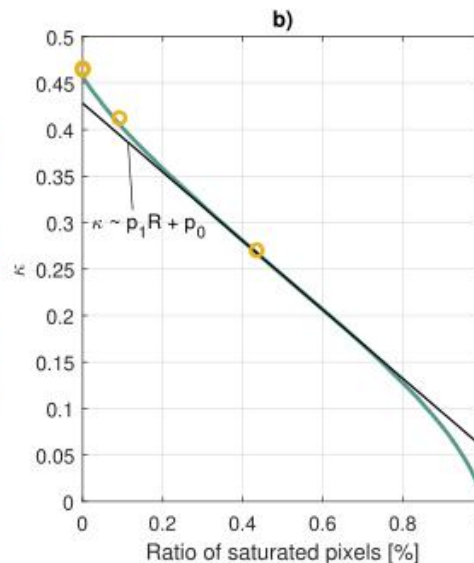
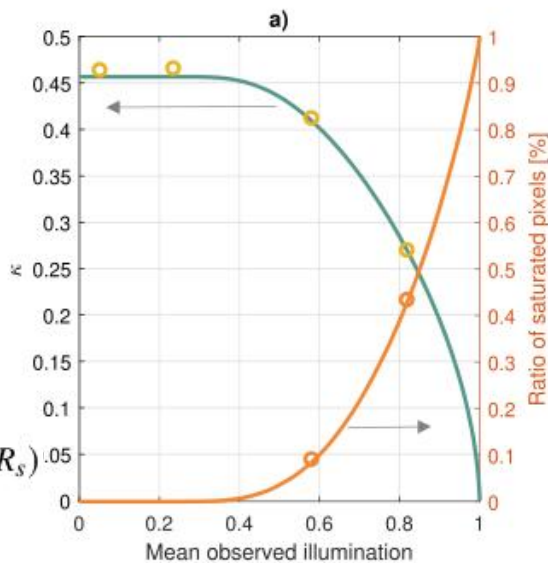
$$\text{bin}(I_i) = \begin{cases} 0, & \text{if } I_i < I_{\text{sat}} \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

a) 衬比值和饱和像素的比率随平均光照强度的关系

b) 衬比与饱和像素比率的线性关系

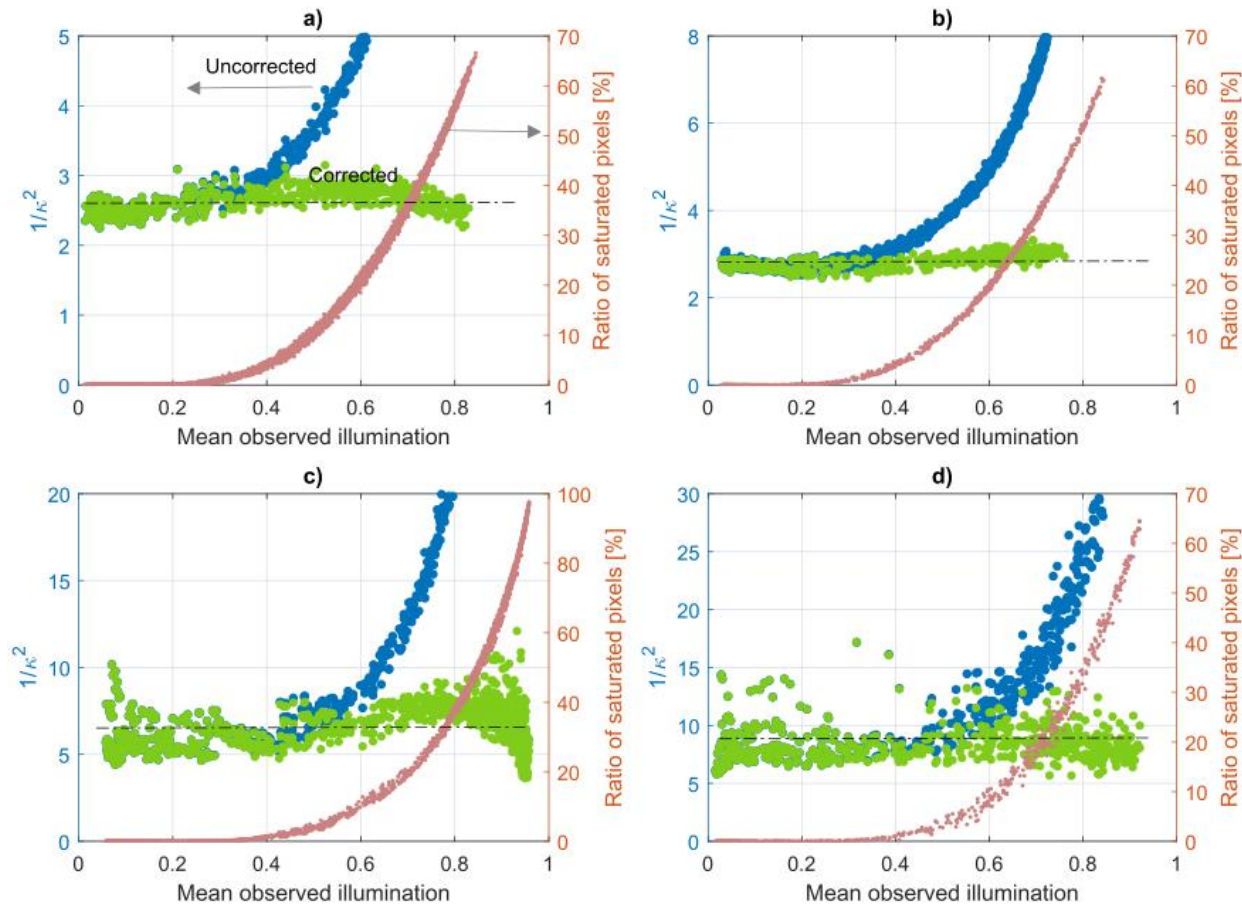
c) 衬比与饱和像素比指数部分的关系

$$\kappa_s(R_s) \approx p_1 \cdot R_s + p_0 + a_1 e^{-b_1 R_s} - a_2 e^{-b_2 (1-R_s)}$$



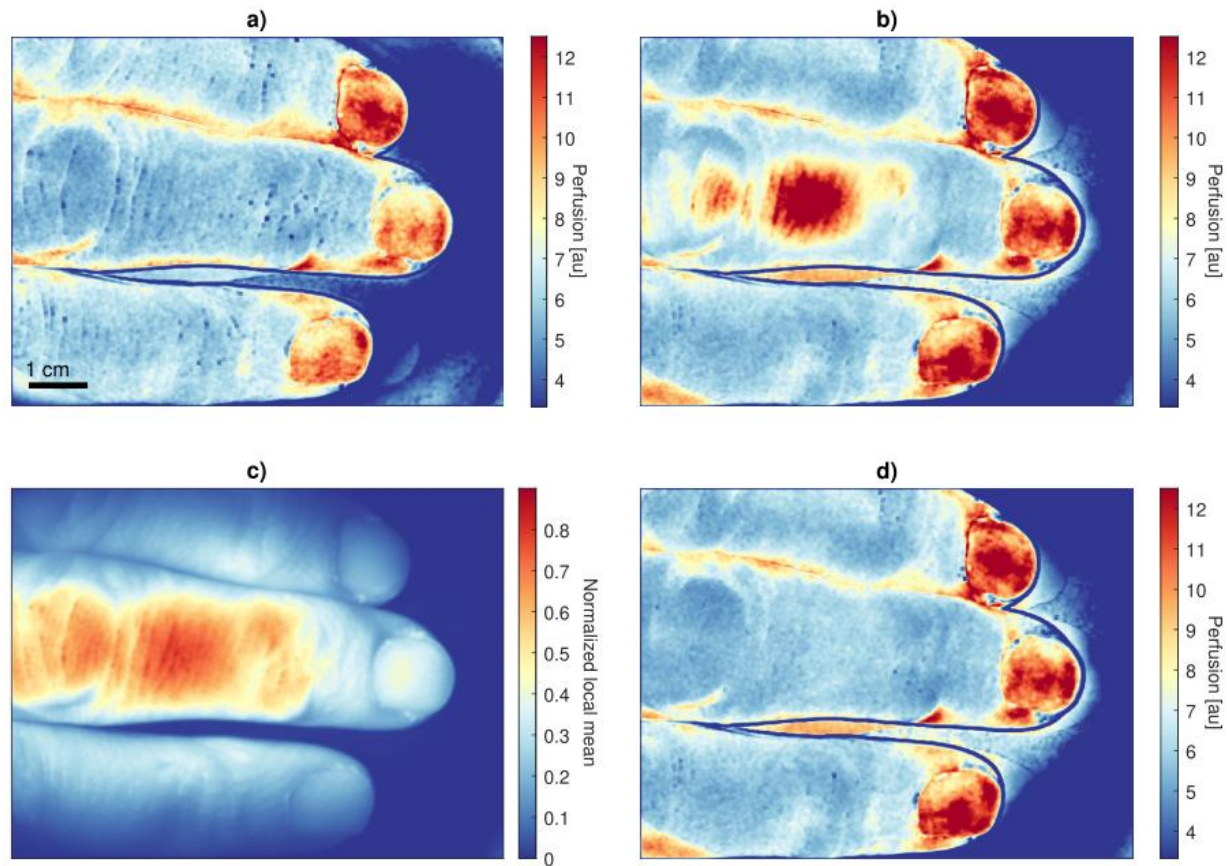
本文提出的
线性外推法
结果（虚线
为期望值）

同一区域不同照度下散斑衬比分析



a) 静态白纸 b-d)曝光时间5 10 20 ms变化

对过度曝光的图像进行对比度校正



a) 正常曝光下的手部灌注图像 b) 使用三倍强度的过度曝光区域灌注图，饱和区域失真较强。
c) 伪彩色化的局部均值
d) 利用提出的方法校正过曝光得到的灌注图



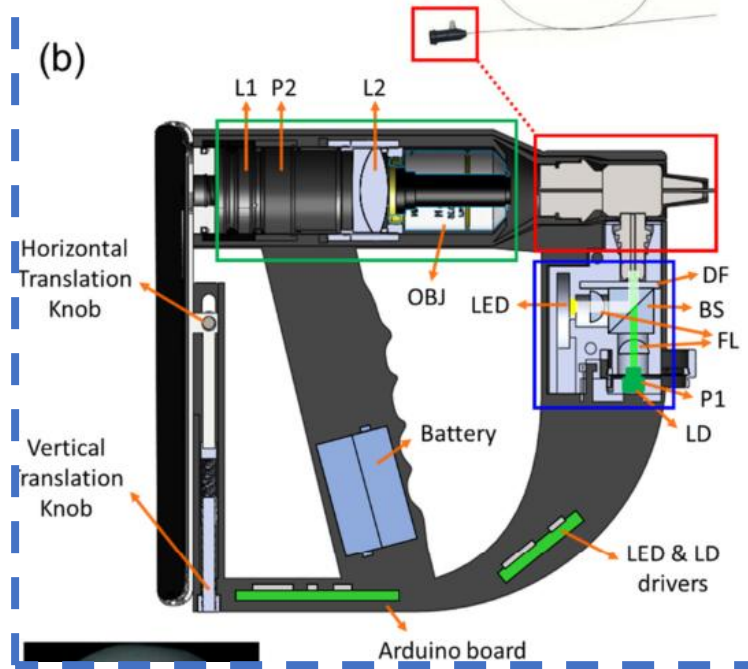
3 文献泛读

Biosensors 2022, 12, 398

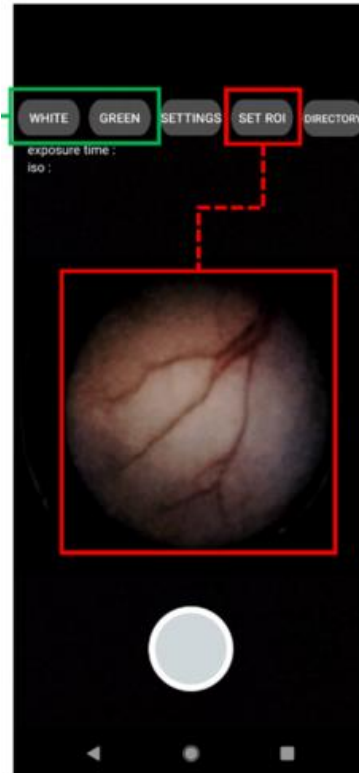
Compact Smartphone-Based Laser Speckle Contrast Imaging Endoscope -基于智能手机的激光散斑实时内窥镜

研究意义： POCT，被称为近病人检测，在病人所在地/附近进行的医学检测（比如一些主题）。可以提供快速、简单、廉价（除光纤镜外，无需外设，成本1850美元）的诊断便携式内窥镜系统。

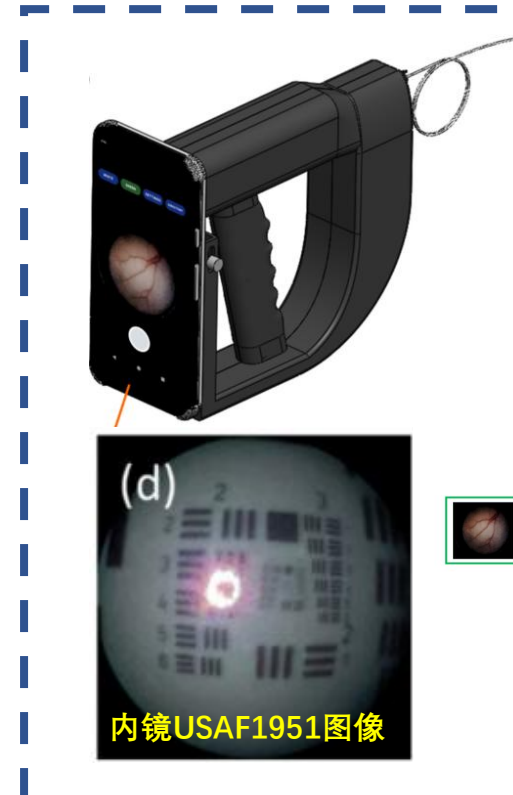
白光光源：波峰600nm,2w
相干光源：532nm,50mW



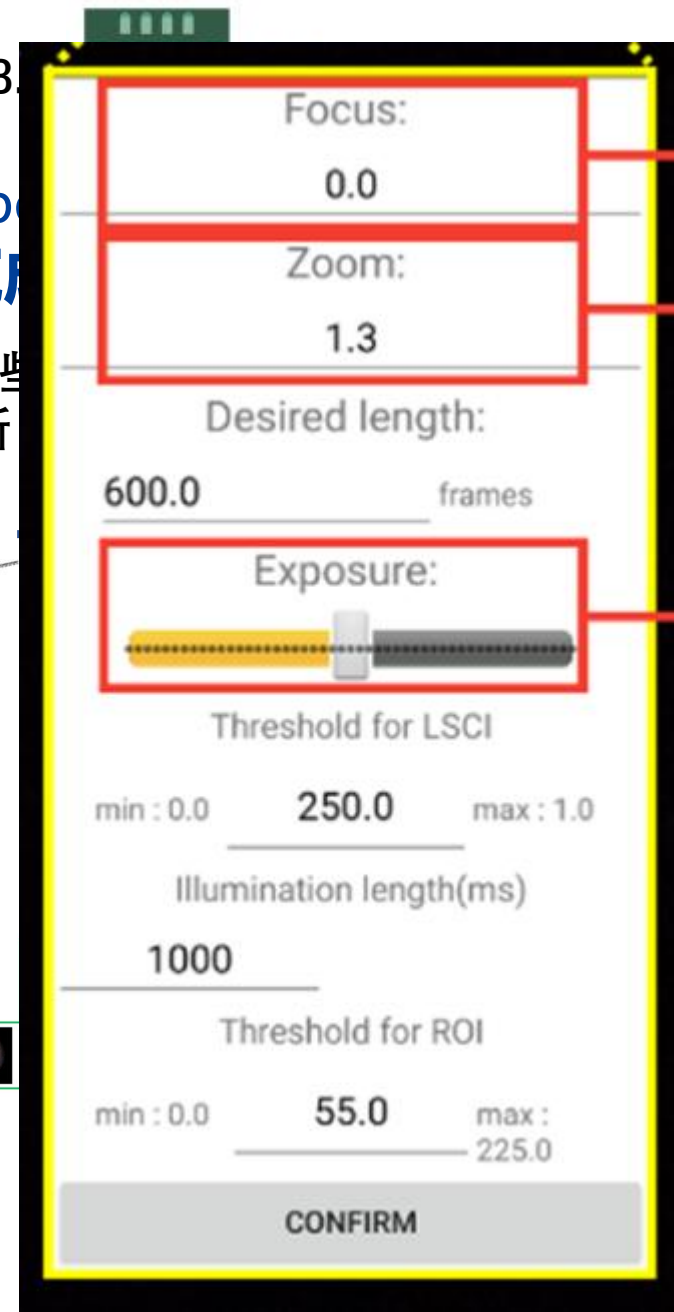
硬件设置部分



UI界面



内镜USF1951图像



软件设置部分

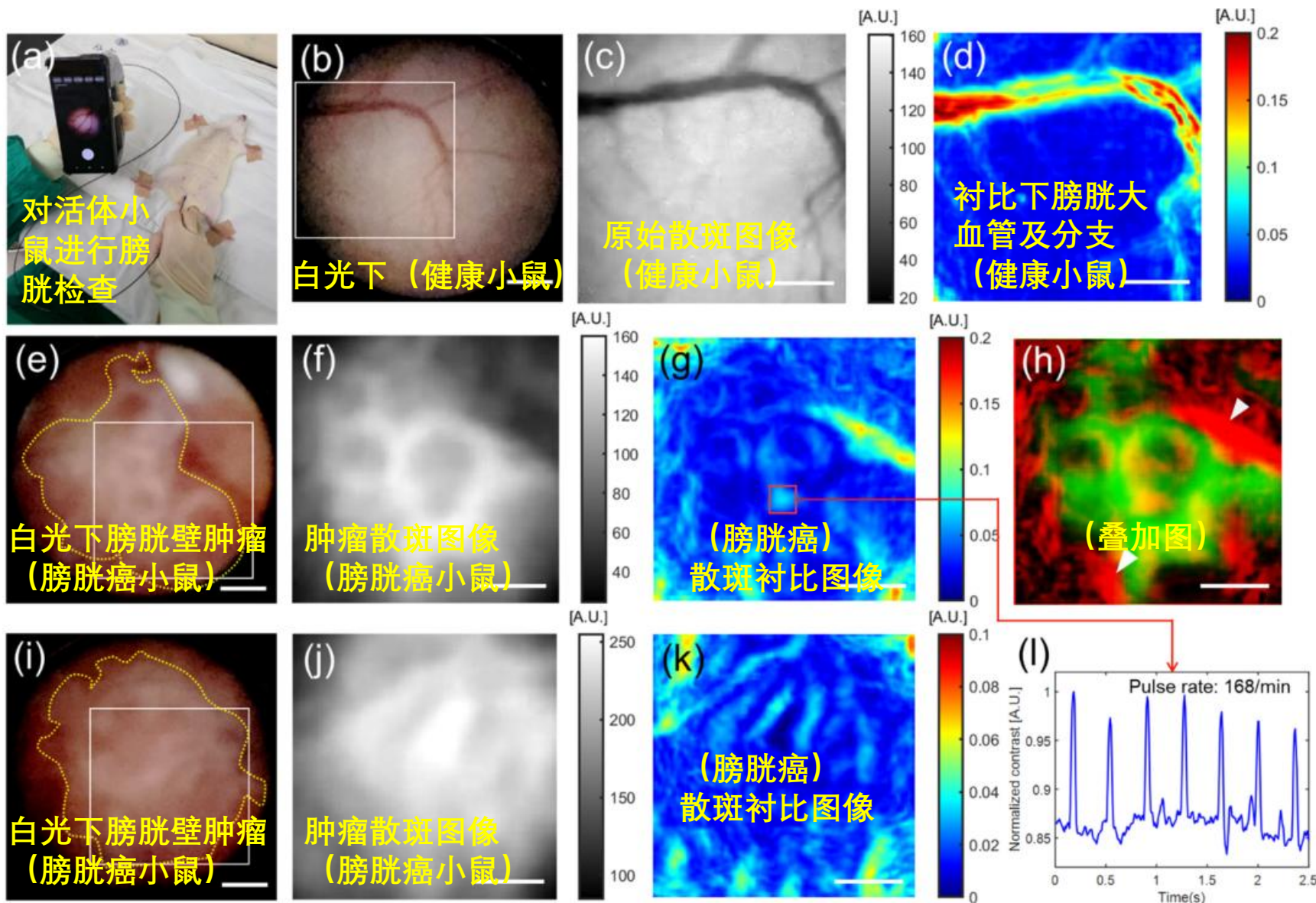


3 文献泛读

Biosensors 2022, 12, 398.



biosensors



活体实验上, 使用该设备监测了活体大鼠的膀胱, 对健康小鼠和膀胱癌小鼠 (这里还可以参考的小鼠模型构造方法) 做了检测。这里特别要说明的是(h)图: 白色箭头代表的是膀胱大血管, 绿色部分代表的膀胱肿瘤。红色部分代表的是血管部分。白光下难以得到的肿瘤血管结构 (f, j图) 可以通过LSCI(g,k)得到。代表了膀胱肿瘤从膀胱大血管长出。

(l)归一化散斑衬比强度图 (随时间变化) 可以看出随心跳引起的血液周期性波动



中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

Suzhou Institute of Biomedical Engineering and Technology
Chinese Academy of Sciences

谢谢大家