

SWIR 短波红外高光谱成像系统

SWIR 成像是 Specim 推出了一款全新的、经过重新设计和加工的具有突破性特点的短波红外高光谱成像系统。该系统在 SWIR 范围内(1000 - 2500 nm)不但具有高速数据采集功能，还拥有更多的空间像素(384)，使用 CameraLink 连接，可实现高达 450fps 的图像采集速率。

为了保证室内外不同条件下的使用，它具有坚固的防风雨的 IP54 外壳和温度稳定的光学系统，而且具有更低的功耗，标称功率仅为 50W。



凭借其温度稳定的光学系统，SWIR 提供了当今最具挑战性的近红外化学成像应用领域所需的稳定性和灵敏度，并满足实验室、野外、和工业应用的最高要求，使其成为药物质量保证、食品安全和农业分析等应用领域的得力助手。

主要特点

- 覆盖 1000- 2500nm 短波红外波段
- CameraLink 接口，USB/RS232 控制
- 帧频高达 450 帧/秒(全画幅)
- 探测器: 低温冷却 MCT 检测器
- 超高的信噪比，大多数应用领域推荐使用
- 可提供 SDK，用于快速高效的应用程序开发

相机规格

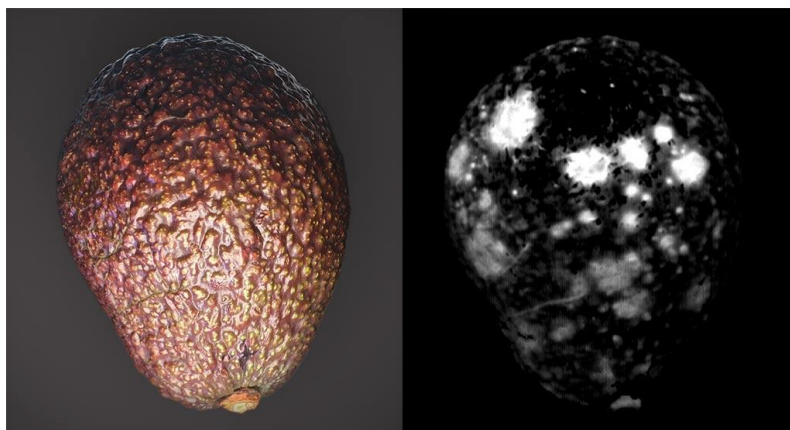
光学特性		
光谱范围	1000–2500nm	
光谱分辨率 FWHM	10nm（30 μ m 狭缝）	
光谱采样	5. 6nm	
空间分辨率	RMS 光斑大小<15 μ m	
F 值	F/2. 0	
狭缝宽度	30 μ m（50 或 80 μ m 可选）	
有效狭缝长度	9. 2mm	
电气特性		
探测器	低温冷却 MCT 探测器	
空间像素	384	
光谱波段数	288	
像素大小	24×24 μ m	
探测器冷却模式	Stirling, 25000h MTTF	
光温稳定功能	支持	
相机输出	16bit CL	
信噪比	1050:1（最大电平信号）	
数据线缆	长度 5 米	
抓帧器	NI 1427	
相机控制	USB / RS232	
帧频	450fps（最大全画幅）	
曝光时间范围	0. 1–20ms	
功耗	正常情况<50W	
输入电压	宽电压 24V	
机械特性		
大小（长×宽×高）	传感器	电源&控制单元
	470×176×178mm	300×190×130mm
重量	14kg	约 5kg
机身	带安装螺孔的阳极氧化铝材质	
镜头支座	标准 C-mount	
用户调节	不支持	
快门	用于暗参考图像采集的电机快门	
环境特性		
存储温度	-20… + 50℃	
操作温度	+ 5… + 40℃，无凝水	
光谱 DAQ 支持	支持	
SDK 支持	支持	
安装方式	标准安装参见插图，其他安装选项请参阅说明书	
附件	镜头，辐射校准，校准白板，扫描平台	

附件配置：SWIR 系统提供多种附件供用户扩大应用领域

- 前置物镜：优化 900-2500nm 光谱范围的图像和光谱数据质量。
- 采集光纤：带有采集镜头或 SMA 连接器的光纤：不需要移动多路复用器，即可在一个分光计中包含 4-110 个输入通道。
- 镜像扫描器或旋转平台：用于扫描静态目标和户外场景，或结合 X-stage sample mover 用于桌面和显微镜应用。
- LUMO 软件：支持，用于控制扫描平台、采集数据、设置参数、影像实时可视化。
- 数据存储为 ENVI、Matlab 和 R 兼容格式数据立方，支持多款通用软件进一步处理分析。还可以提供 SDK，用于快速高效的应用程序开发。

应用领域

- 化学及材料分拣
- 医药制造
- 资源回收
- 矿物识别
- 粮食和农业
- 水分含量分布
- 艺术研究与归档

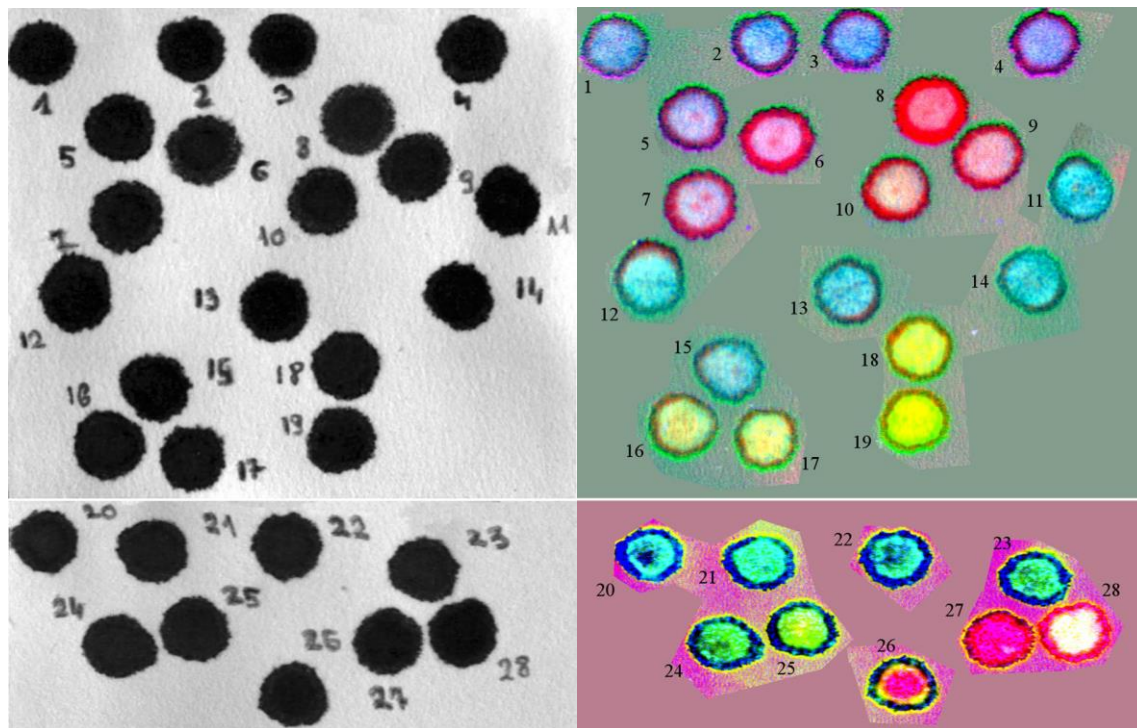


检测牛油果皮下斑点

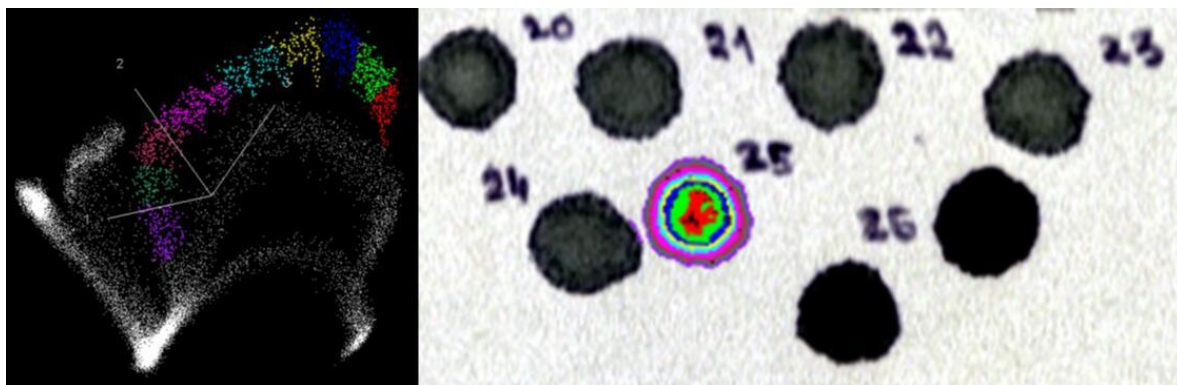
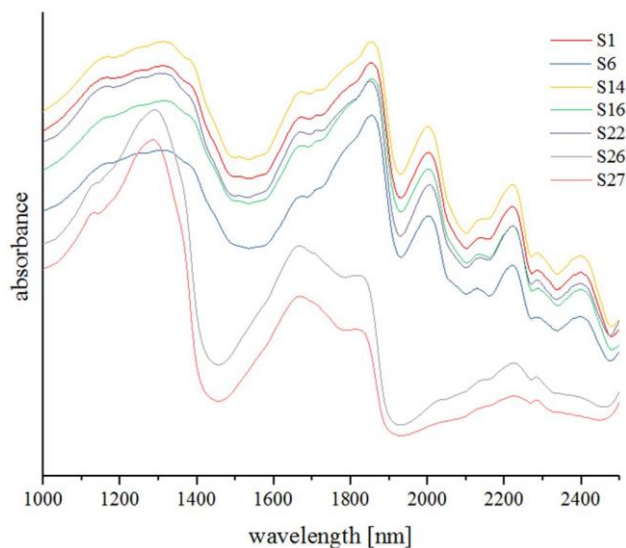
应用案例

(1) 血液作为一种优秀的信息载体，是诊断、毒理学和法医学中最常用的生物材料。通常，分析的材料直接从静脉以液体的形式；然而，在某些情况下，分析在表面产生的血迹会更方便。高光谱成像在血渍分析中的一个重要应用是估算时间，从而帮助犯罪现场调查人员确定案发时间。本实验采用主成分分析（PCA）和最小噪声分数（MNF）方法。

如下图：DBS 卡上血斑：a 为 1-19 样本，b 为 20-28 样本（左图），经过最小噪声分数算法血液斑点样本 a（基于 PC2-PC3-PC4），b：（基于 PC2-PC3-PC5）（右图）。



所选血斑的光谱特征(S1, S6、S14、S16、S22、S26、S27)在 SWIR 范围内如右图所示, 分析显示, 最大的变化发生在样本血液表面涂敷后的第一个小时。进一步研究 20-27 个样本发生的变化。对样本进行散点图分组, 观察散点形状与血迹点空间分布的相关性 (如下图)。观察到的变化是由于血斑逐渐干燥和血红蛋白衍生物(主要是氧血红蛋白和金属血红蛋白)含量的差异造成。

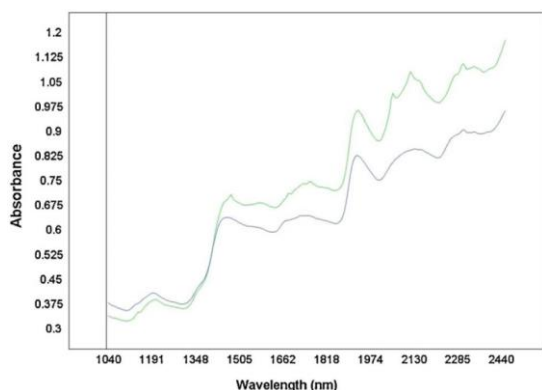


本研究采用的方法是无损的、有效的、快速的。通过高光谱成像、结合 PCA 和 MNF 算法最终成功区别出在 0 ~29 天的血斑, 准确提供了在血斑干燥过程中发生的动态过程信息。

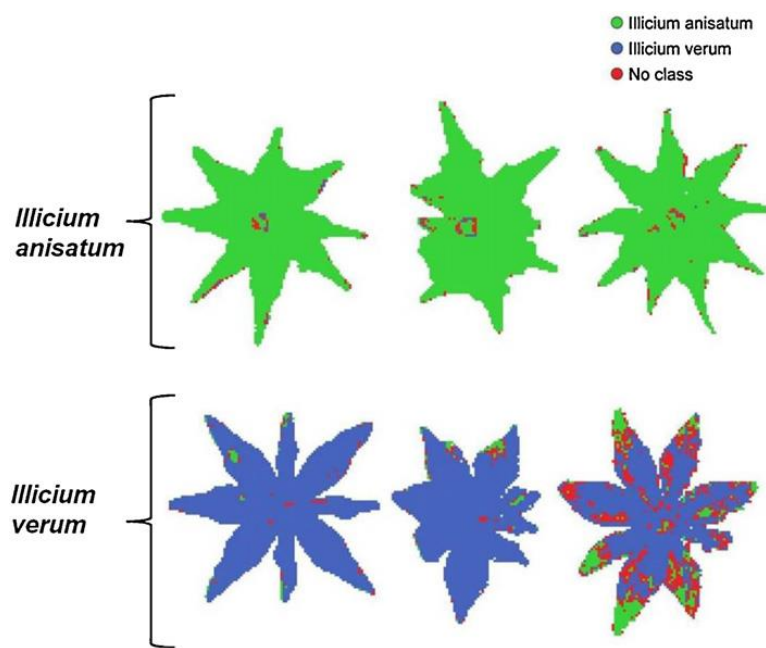
(2) 高光谱成像在中药质量控制中的应用——以神经毒性日本八角茴香为例

高光谱成像将传统的光谱和成像技术结合起来，从样本中获取光谱和空间信息。在食品饮料、农业和制药等行业，它被成功地用作评估原材料和产品质量的分析工具。与液相色谱等传统分析方法相比，SWIR 高光谱成像可以在更短的时间内进行无损分析。

八角茴香 (*Illicium verum*) 是治疗小儿绞痛的常用药物。然而，有记录显示在使用后出现了一些危及生命的不良事件，在一些情况下是由于与有毒的八角茴香(*Illicium anisatum*, 日本八角茴香)的掺杂或替代所致。显然，迅速有效的质量控制方法对于防止这种可怕后果的再次发生至关重要。



左图上为日本毒八角茴香，下为中国八角茴香，右图为日本毒八角茴香(绿色)和中国八角茴香(蓝色)样品的平均吸收光谱曲线



份。

结果表明，SWIR 高光谱成像技术是一种客观、无损的质量控制方法，可成功地对日本毒八角茴香和中国八角茴香进行精确鉴别。此外，该方法还可以升级到传送带系统从而检测大批量中国八角茴香中掺杂的日本毒八角茴香。

通过肉眼很难判断真假，而采用光谱范围为 920-2514 nm 的 SWIR 高光谱推扫成像系统获取图像。采用主成分分析法(PCA)对图像进行分析，降低数据的高维性，去除不需要的背景，实现数据的可视化。利用偏最小二乘判别法(PLS-DA)建立了 4 个主成分、 R^2X_{cum} 为 0.84、 R^2Y_{cum} 为 0.81 的 2 个物种分类模型。随后使用该模型作为外部数据集，准确预测了引入模型的日本毒八角茴香 (98.42%)和 1. 中国八角茴香(97.85%)的身