

高光谱成像

利用 Flea2 相机实现航空高光谱成像

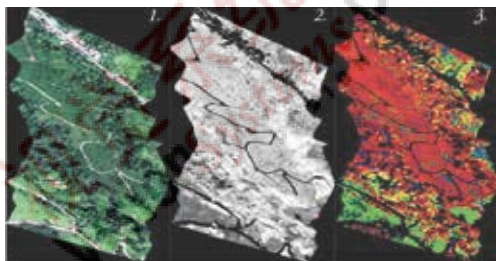
PointGrey公司

与其他光谱成像原理类似，高光谱成像主要采集来自电磁频谱的信息。高光谱成像将频谱分成上百个光谱带（包括那些不可见光），其所提供的色彩信息要比只有三个重叠光谱带的标准 RGB 成像技术要高很多倍，这使得高光谱成像成为了用以区分颜色类似物体的成像应用的理想选择。

高光谱成像最初是为采矿行业鉴定矿物而开发的，经过多年的发展现在其使用已经拓展到了更广泛的领域，如农业和环境监测中的机载成像应用、制药行业中化学成分的分类、以及安全和国防领域中用于区分自然环境中的人造材料。

Resonon公司的Pika Ili高光谱成像仪

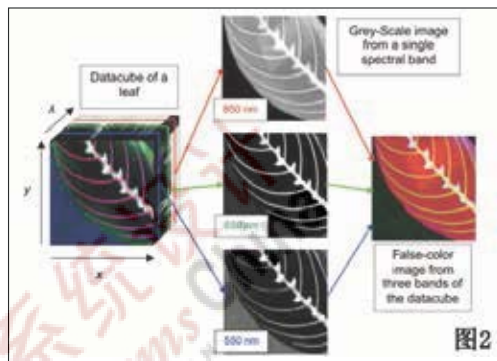
虽然目前市场上能够提供一些现成的高光谱成像系统，但是这些系统大多价格昂贵，并且体积很大。为了



满足工业分类、质量控制、无人机遥感、实验室研发以及其他更多应用的需求，Resonon 公司开发出了一种小型、超级坚固耐用的经济型高光谱成像仪——Pika Ili，并提供相关的可靠软件。Pika Ili 高光谱成像仪中使用的相机是 Point Grey 公司的 Flea2 0.3 MP FireWire 相机 (FL2-03S2)。

Pika Ili 高光谱成像仪是一款结构紧凑、即插即用的光谱成像仪，其扫描成像范围为 400~900nm。其 FireWire 800 (IEEE 1394b) 通讯接口不需要任何图像采集卡。Pika Ili 的总重量为 2.8 磅，是部署轻量级飞行设备（如无人驾驶航空器和直升机）的理想选择。以下是 Pika Ili 高光谱成像仪的两个应用案例介绍：一个项目用于测量格陵兰岛的极地冰盖融化；另一个项目用于确定哥斯达黎加的香蕉和咖啡的健康状况。

格陵兰岛项目是一个研究项目，其目的是借助光谱图像数据确定熔池的深度。熔池在每个点的深度以及其 2D 区域，将帮助研究人员确定熔池的体积。研究人员希望通过了解熔池的深度随时间的变化关系，



来确定冰盖融化的速度。

哥斯达黎加项目是一个试点项目，用于从空中识别植物种类，并确定香蕉和咖啡的健康状况。图 1 中给出了三张图片：(1) 光谱数据的 RGB 描绘，(2) 黑 / 白图显示健康的植物比不健康的植物更白，黑色区域显示的非植物类的其他对象。(3) “物种图”显示了该区域中分布的不同植物物种。

高光谱成像

简单来讲，高光谱成像提供的是数字图像，与传统的彩色相机成像相比，这种图像的每个像素具有更多的光谱（色彩）信息。原始数据输出通常被视为“数据立方”（datacube），也可以将其看作是一个由几十到几百张图片组成的堆栈，每张连续的图片代表它自己特定的色彩（光谱带），

下转第28页

新功能：水分测量

Com-N-Sense 和 Lugo Engineering 公司联合开发的这套系统已经在以色列成功投入使用，并且该系统又获得了进一步改善。Lirian Shahar 打算提供一种新的特殊功能：果实内部的水分测量。为了实现这种新功能，在测量过程中需要对每个椰枣称重。“运用图像数据，我们可以估计出椰枣的大小，并根据这些数据计算出它们的体积。根据体积与重量之间的关系，我们可以推算出每个椰枣中含有的水分，也即单个椰枣中含有多少汁水。对于我们的客户来讲，这是一项非常重要的质量特征。利用我们的新一代检测系统，客户就可以实现这项特征的检测了。”

机械视觉技术使水果蔬菜自动化分类成为可能

自然界中生长的苹果、西红柿等水果蔬菜，并没有统一的标准，每个果实在形态、成熟度、光学质量、重量和损伤程度方面都各部相同。如果这些能够表征质量的特征能被更精确地测量，那么它们就能实现更优化地营销。从食品市场到折价零售商，再到加工业，对质量的要求不同，价格也高低不一。因此，如何精确分类，确保水果蔬菜不低价销售给错误的顾客是生产商最感兴趣的经济手段。

多年来，Allied Vision Technologies 已在世界各地与领先的产品分类仪器供应商合作。每台仪器都在这样的系

统中测量检查并正确分类。凭借高性能的数码相机和成像软件，质检仪器可在瞬间检测许多特征——大小、形态、颜色、枝叶形态、标记、瑕疵、损伤等，并将产品正确分类。通过使用正确定位的反射镜，一台照相机可捕获到一只苹果的 360° 全方位图像，并提供无缝检测。凭借红外相机，仪器甚至可以捕捉到肉眼看不见的细节，比如果实内的水分含量、水果的成熟度，使原本无法被传统相机检测到或肉眼无法观察到的表面损伤检测出来。④

上接第26页

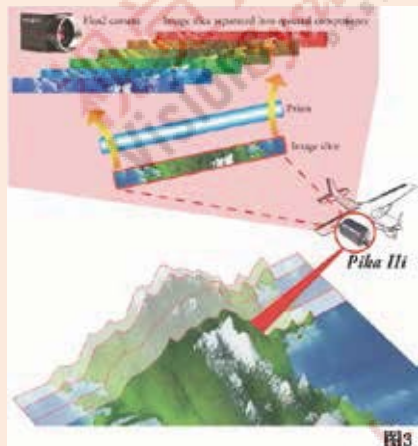


图3

或者说是每个像素的详细光谱曲线。图2中给出了数据立方的一个例子，图中显示了空间的两个维度（ x 和 y ）和波长（ λ ）。标记的三个频段用于产生树叶的伪色（False-color）图像。

Pika III如何工作

在 Pika III 高光谱成像仪中，Flea2 相机作为探测器。Pika III 对场景中很窄的一部分进行成像，并将图

像分解成光谱分量，可多达 240 个频段。然后，利用 x 轴的空间图像数据和 λ 轴上的频谱数据，将这些分散的频谱光成像到 Flea2 相机上。由于该系统的每帧只能对场景中极为狭窄的一部分成像，因此该系统必须在一个方向上（ y 轴）移动，如在飞行器上移动，以建立位于其下的物体表面完整的 2D 图像和 3D 数据立方，作为分析使用。

选择质量可靠的相机

更高的帧率非常重要，因为相机的帧率（和飞机的飞行速度）决定着地面上（地面像素分辨率，也称作地面采样距离 GSD）系统的分辨率。在使用 640x480 像素的区域模式下，Flea2 相机的帧率可达到 145 帧每秒。

在设计 Pika III 高光谱成像仪的过程中，Resonon 公司的目标是提供一款能在恶劣环境中使用的轻量级

成像光谱仪。Flea2 相机紧凑的外观（29mm × 29mm × 30mm）和超轻的质量（58g），帮助 Pika III 高光谱成像仪实现了 9.6cm × 16.7cm × 63.5cm 的小型体积和 2.8 磅的总重量。

Resonon 公司选择 Flea2 相机的另一个关键因素是其质量和可靠性。航拍是一种耗资巨大并且对时间超级敏感的冒险行为，因为其涉及到飞行时间、燃料、等待理想的天气条件等诸多因素。Pika III 高光谱成像仪的每个组件都必须都非常可靠，因为重新拍摄图像的成本非常高昂。因此，其使用的相机必须足够坚固，能够承受飞行过程中的不断振动和恶劣环境中的安装拆除操作。Point Grey 公司的 Flea2 相机不但满足了上述要求，更重要的是，其提供的 FlyCapture 软件，还为 Resonon 公司的实时可视化和分析软件 Spectronon 提供了一个稳定可靠的应用程序界面（API）。④