



新闻动态

科技新闻

通知公告

支部活动

学习园地

信息公开

科技新闻

当前位置: 首页 | 新闻动态 | 科技新闻

中国科大实现200公里单光子三维成像

来源: 科研部 发布时间: 2021-03-23 浏览次数: 119

中国科学技术大学教授潘建伟、徐飞虎等实现超过200公里的远距离单光子三维成像, 首次将成像距离从十公里突破到百公里量级, 为远距离目标识别、对地观测等领域的应用开辟了新道路。该成果于近期发表在国际学术知名期刊《Optica》上[Optica 8,344-349, 2021]。

如何“看得更远、看得更清”是人类对视觉感知的不懈追求。近年来发展的激光雷达成像技术能够对目标场景进行高精度三维成像。单光子成像雷达作为一种具有单光子级探测灵敏度和皮秒级时间分辨率的新兴激光雷达成像技术, 是实现远距离光学成像的理想方案。然而, 如何实现远距离单光子成像雷达该领域的研究热点。随着成像距离的拓展, 从目标返回的信号光子急剧减少; 大气扰动和散射、太阳背景、单光子探测器的暗电流等方面会带来大量的背景噪声; 简单的提高激光功率无法解决远距离条件下信噪比极低的问题; 因此, 实现远距离成像雷达面临着巨大挑战。

潘建伟、徐飞虎研究组经过长期的成像算法和光学技术攻关, 发展了单像素单光子成像算法、近红外波段高效率单光子收集和探测、近衍射极限收发一体光学控制等核心技术。研究团队于2019年在城市环境中实现了距离达45公里的单光子三维成像[Photonics Research 8, 1532(2020)], 突破了由英国哈利瓦特大学保持的最远距离纪录(10公里)。在此基础上, 研究团队通过进一步技术突破, 将成像距离拓展到201.5公里, 成像灵敏度达到平均每个像素0.4个信号光子[Optica 8,344, 2021]。为了实现百公里单光子成像, 研究团队搭建了全新的单光子雷达系统(图1), 并发展了针对远距离成像的多项新技术, 包括原创的时间滤波抑制噪声技术(提高信噪比达50倍), 自主研制的小型化高效率、低噪声铟镓砷红外单光子探测器(探测效率19.3%, 暗计数0.1kHz), 对整套光学系统进行光学镀膜(系统透过率提高2倍)等。基于此单光子雷达系统, 研究人员于2020年1月在新疆的高山上对百公里外的多个目标进行三维成像(图2), 并测试了单光子计算成像算法; 结果显示该系统可以在200公里范围内进行精确的三维成像, 成像灵敏度达到单像素单光子。

该研究工作对于面向低功耗、高分辨率等实用化需求的远距离激光雷达研究具有重要应用价值。审稿人对该工作给予高度评价, 称赞“在远距离成像上的成就令人印象深刻”(the achievement of long-range imaging is impressive)、“在远距离单光子成像中的一次壮举”(an almost “heroic” attempt at single photon lidar imaging at very long distances)。

中国科学技术大学博士生黎正平、叶俊天和黄鑫是本论文的共同第一作者。该工作得到科技部、基金委、中科院、安徽省和上海市等部门的资助和支持。

论文链接:

<https://www.osapublishing.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-8-3-344&id=449006>

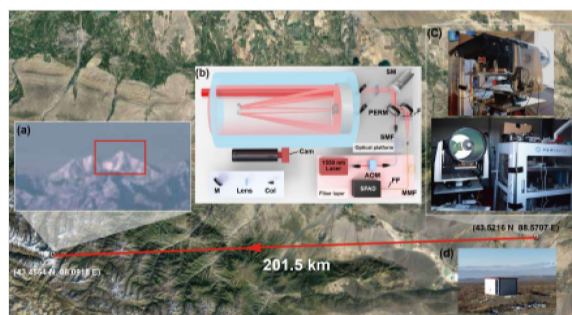


图1: 单光子成像实验装置图: (a)201.5 km外目标的可见光相机图, (b)光学系统示意图, (c)实验装置实物, (d)实验场地图。

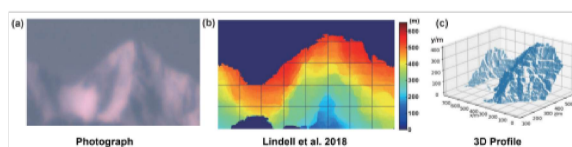


图2: 201.5 km成像结果 (a) 可见光相机图, (b) 算法重构结果图, (c) 重构结果立体视图。

(合肥微尺度物质科学国家研究中心、物理学院、中科院量子信息与量子科技创新研究院、科研部)

