

高速相机

高速相机捕捉蚊子的行为

文/James Carroll

疟疾是一种由疟原虫寄生虫引起的血液疾病，是通过雌疟蚊在人与人之间传播的。据世界卫生组织 (WHO) 估计，2014 年大约有 43.8 万人死于疟疾。

“尽管人类在防治疟疾方面已经取得了相当大的成功，但是仍然需要有了新的工具和干预措施，来对付那些逃过目前的战略、或是那些正在具有抗杀虫剂的蚊子。”英国华威大学工学教授 David Towers 博士说。

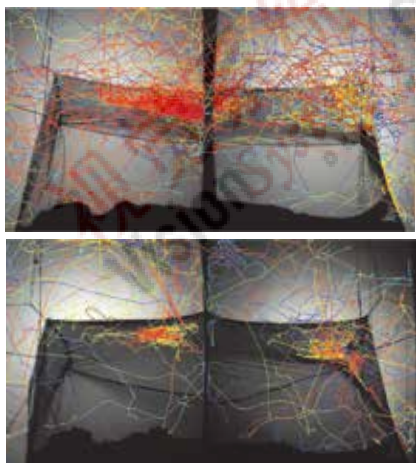


图1：采用高速相机和定制软件，研究人员可以有效地绘制蚊子围绕杀虫剂处理过的蚊帐的轨迹。(a) 未处理蚊帐中的人诱饵显示大量活动，以及躯干上方和脚部上方的两处“热点”，(b) 杀虫剂处理蚊帐中的人诱饵显示少得多的活动。

华威大学的 Towers 博士及同事 Natalia Angarita 和 Catherine Towers，以及英国利物浦热带医学院的昆虫学家 Philip McCall 和 Josie Parker，针对这项任务所采取的一种手段是开发更有效的蚊帐。

这是一项称为 AvecNet 的 1200 万欧元研究项目，通过使用高速成像技术，让研究人员更好地理解蚊子如

何与杀虫剂处理过的蚊帐互动。“一旦理解了这种互动，今后就能够开发更复杂的蚊帐，以及评估能够在更短的时间内提供致命剂量的新杀虫剂。” Towers 博士说。

为了分析蚊子的行为，研究人员在非洲坦桑尼亚的野外现场，模仿典型房屋和当地居民的睡眠安排建造了一间小屋。实验是在晚间进行的，该时段居民被蚊虫叮咬的风险最大，场景包括使用有杀虫剂的蚊帐和无杀虫剂的蚊帐，以及在蚊帐内有人睡觉和无人睡觉。

“因为蚊子对光线高度敏感，” Towers 博士说，“因此有必要使用近红外 (NIR) 光照明场景。”为了满足该要求，研究人员从美国 Thorlabs 公司 (www.thorlabs.com) 购买的单个 850~880nm LED 光源首先放在漫射屏后，以使近红外光均匀分布。然后，将该漫射器的光用菲涅耳透镜准直，以提供有效的 $1.4 \times 1.0\text{m}$ 视场角。

为了从背后照明整个场景，使用两套这样的照明系统，场景图像由配备 12mm 焦距镜头的德国 Baumer Optronic 公司 (www.baumer.com) 的两台 400 万像素 CMOS Camera Link 相机捕获。

“在这些相机前方放置菲涅耳透镜，以确保大部分的准直、非散射光能成像系统捕获。” Towers 博士说。然后采用德国 Silicon Software 公司 (www.silicon-software.info) 的两块 Camera Link 图像采集卡，将图像传输到运行加拿大 NorPix 公司 (www.

norpix.com) 的 StreamPix 5 数字视频记录软件、配备 20TB 存储空间的记录系统。每小时的实验产生大小为 1.4TB 数据集的 36 万张图像。

由于项目开始时找不到能够分析如此大量图像的软件，该软件是自主编写的，首先识别蚊子，然后跟踪蚊子的运动。为了识别运动，计算了连续帧之间的差异，通过匹配连续帧中探测到的感兴趣区域，分割感兴趣的对象以及推断对象轨迹。一旦跟踪上蚊子，各条蚊子路径以伪彩色显示并叠加在图像上。

“我们的研究已经表明，蚊子对蚊帐的行为有许多不同的方式，” Towers 博士说，“在窥探模式下，蚊子只是简单地飞行通过区域；而在访问模式下，蚊子断续接触蚊帐然后飞走；在休息方式下，蚊子已经疲劳，在蚊帐上休息，如果时间超过 30 秒，蚊子便被杀虫剂杀灭。也许该研究之前尚未广为人知的是：通常蚊子处于跳跃模式，在这种模式下，蚊子会接近蚊帐，然后经常多次冲过蚊帐。”

根据该知识，英国医学研究理事会已经批准给予研究人员一项 Confidence in Concept 基金，建立一种创新性的新蚊帐，将证明比目前的方式更有效。今后，Towers 博士和同事们计划不仅绘制睡觉区域，而是使用八台相机绘制整个小屋内的轨迹，收集高达每小时 10TB 的数据。随着该团队日益接近目标，他们将有望完全描绘蚊子的行为。☐