即时射频干扰的光子解决方案

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/26317.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

即时射频干扰的光子解决方案。 动态射频干扰问题

雷达高度计是飞机上唯一可以指示绝对飞行高度的关键仪表设备。然而，当前5G手机终端使用的频段与雷达高度计十分接近，引起了射频干扰，这对飞行安全的起飞和降落构成了潜在威胁。随着无线技术在频率覆盖和空间复用方面的不断发展，类似的射频干扰问题愈加严重。在交通、医疗和军事行业中，信息传输的及时性至关重要，因此，具有极低延迟的射频前端技术变得至关重要。随着数据速率、载波频率和用户数量的增加，下一代无线技术对射频前端的延迟要求更为严格。此外，收发设备的物理移动会导致干扰与感兴趣信号的混合比例随时间变化，这要求移动无线接收器具备实时适应性，以处理不断变化的干扰，尤其是在携带对导航和自动驾驶至关重要的安全信息时，例如飞机和地面车辆。对此，普林斯顿大学Paul Prucnal教授课题组的Weipeng Zhang博士在《Light: Science Applications》期刊上发表了一篇文章，详细介绍了一种利用硅光子技术处理动态射频干扰的集成光学解决方案。题为A system-on-chip microwave photonic processor solves dynamic RF interference in real time with picosecond latency。普林斯顿大学张伟鹏博士（Weipeng Zhang）为论文的第一作者。张伟鹏博士以及Paul Prucnal教授为共同通讯作者。

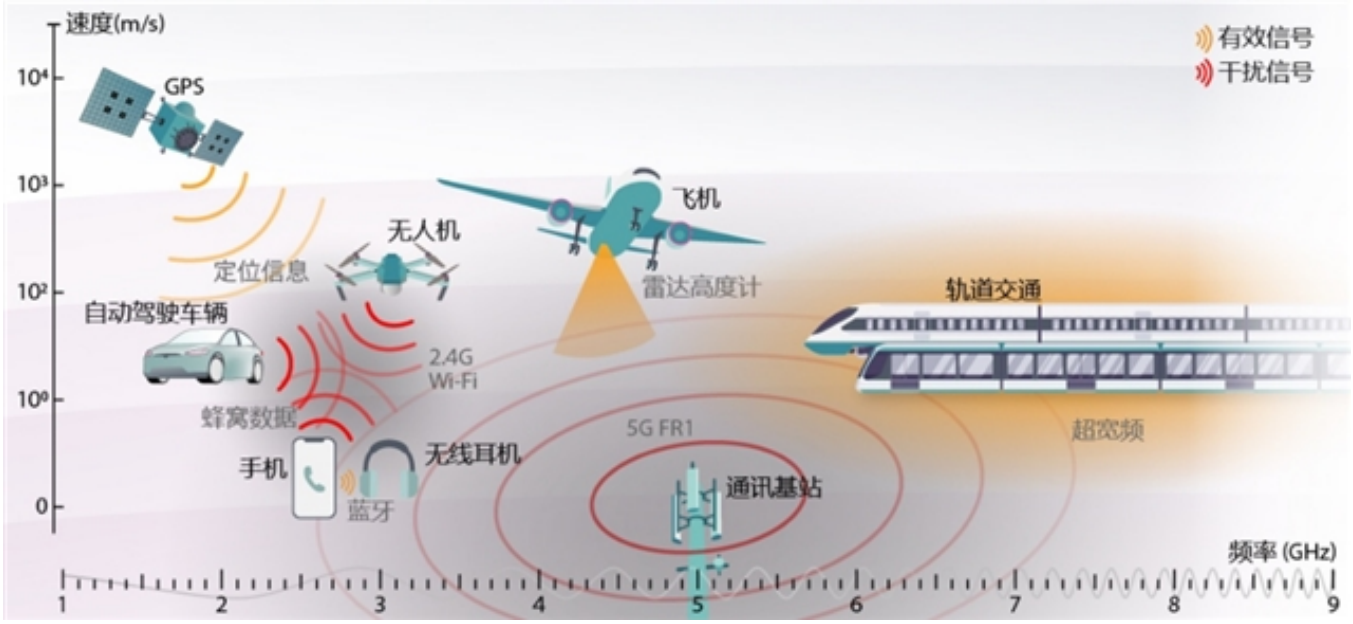


图1. 动态射频干扰示例

集成光学信号处理器

该研究的核心技术在于片上集成的光学处理器，它能够通过将射频转换为光频来处理宽带信息。与传统的模拟射频部件或数字电子设备不同，光学处理器是直接对模拟信号进行处理，无需模拟到数字的转化过程以及受始终周期限制的处理速度。其处理延迟与信号处理链路的长度相关。

为了能实现超低的处理时延就需要尽可能在光芯片上集成信号处理所需的全部组件。然而，完整的片上系统集成会面临在设计、控制和封装方面的很多困难。这就导致当前很多研究演示的光学处理器仍然需要笨重的外部设备进行信号分析和控制，使得实际部署的尺寸、重量和功率指标难以满足实际需求。

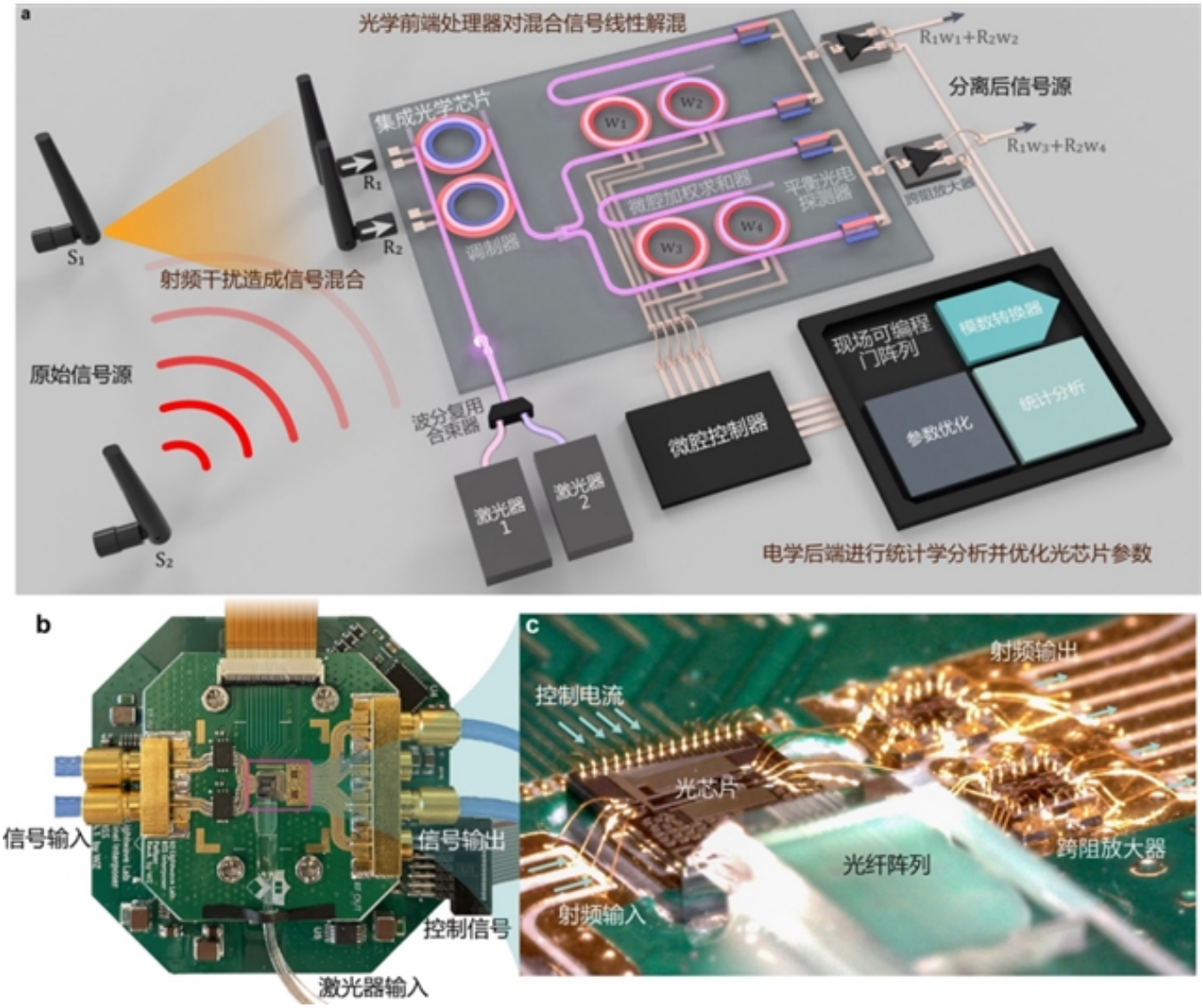


图2. 紧凑型全集成光学处理器原理图和实物照片

为了攻克这些挑战，该研究介绍了一种紧凑的掌上型独立光子设备。这个设备将光电调制器、微环谐振器权重库和光电探测器集成在一个芯片上，将处理延迟显著降低到不到15皮秒。此外，一个集成外设的现场可编程门阵列（FPGA）处理高吞吐量统计分析和基于盲源分离的射频干扰抑制算法。这种配置使得该光学处理器可以最高以305 Hz的频率实时更新信号处理的参数，从而应

对在动态射频干扰环境下有效信号和干扰信号之间随时间不断变化的混合比例。

研究团队在无线收发场景下成功测试了该光学处理器对于移动通信和雷达高度计之间射频干扰的抑制效果。实验中，一个发射天线安置在一个电动导轨上，以最高50mm/s的速度不断往复运动。在接收端，光子处理器对接收到的动态变化的混合信号进行解混，并且通过与FPGA的协作实时优化解混参数，从而保证了输出的雷达高度信号在不同时刻下均能保持良好的信噪比。

未来展望

这项研究尝试了信号处理链路在光芯片上的完整集成，并且率先实践了光学处理器的实时在线学习和控制，并且验证了在实际微波射频中解决动态干扰问题的有效能力。该研究可为未来信号处理技术以及下一代无线通信的发展提供了新的技术平台和思路，以及扩大光子处理器在包括模型预测控制和类脑计算等一系列苛刻任务中的应用前景。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-023-01362-5

作者：张伟鹏等 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发