
新型信号直接检测法——载波辅助差分检测

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8451.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！

新型信号直接检测法——载波辅助差分检测。

近日，来自澳大利亚墨尔本大学电气与电子工程系的William Shieh教授团队在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》发表了题为Carrier-assisted differential detection的高水平论文。来自墨尔本大学的William Shieh教授为本文的第一作者。William Shieh教授团队设计发明了一种针对数据中心应用的新型信号接收方法，这种创新方法可以通过直接检测来恢复双边带信号，开辟了新一类直接检测方法，适用于相干检测中类似于零差接收器的光子集成。该研究目前已得到了澳大利亚研究委员会（ARC）的支持与资助。

在光通信中，接收端的信号检测是非常重要的环节，传统的检测手段主要为相干检测和直接检测，其中，相干检测由于其出色的恢复光强度和相位（即场恢复）的能力而对光通信产生了深远的影响。与直接检测的传统强度调制不同，场恢复实现了同相/正交（IQ）调制，从而提高了传输频谱效率（SE）。然而，由于硬件的复杂性和激光器的严格规格，相干收发器相对昂贵。为了解决硬件的限制，光子集成已经成为一个有前途的解决方案，但是在本地振荡器和激光器发射器之间进行精确的频率控制成为了一个新的难题。因此，相干检测仍然是中长途运输的合适解决方案，而直接检测在短距离应用中仍然占主导地位。

近年来，超大规模数据中心在全球范围内迅速兴起，这对数据中心间的互连与通信产生了更高的要求，在数据中心间构建大容量、高性价比的光通信链路成为了光纤通信领域的一个新的研究热点。数据中心互连（DCI）属于短距离通信，常使用直接检测的方法，这中检测手段产生的功率衰减会成为数字补偿色散的主要障碍，从而限制系统的传输范围。为了解决光纤通信中色散引起的功率衰减这一问题，有研究表明，相干检测中的光场恢复能力是一种有前途的解决方案，因此，一种将相干检测与直接检测相结合的方案引起了广泛的研究兴趣。迄今为止，已经提出了能够进行光场恢复的各种直接检测方法，如Kramers-Kronig（KK）和信号差拍干扰迭代消除（SSBIC）接收器。但是，它们都限于单边带（SSB）调制格式，因此与双边带（DSB）调制相比，明显损失了一半的电频谱效率（SE）。此外，单边带调制还存在噪声折叠问题，因此需要一个精密的光学滤波器来使接收器的设计复杂化。因此，需要实现一种通过直接检测来研究双边带调制信号的场恢复。William Shieh教授团队针对这一需求开展了广泛的研究，设计发明了一种新型检测方法，称为载波辅助差分检测（CADD），通过直接检测来实现复值双边带信号的光场恢复。

William Shieh教授团队针对传统短距离通信中接收端的检测方法的不足，通过在接收器中采用光学干涉仪和用于检测线性光场的同相和正交分量的 90° 光学混合器，实现了复值双边带信号的光场恢复，首次提出了一种在接收端的新检测方法——载波辅助差分检测（CADD）。此外，研究人员还设计了一种新颖的迭代消除算法，用于消除检测过程中产生的高阶非线性部分的影响。

相比于传统的无载波差分检测（CDD），CADD在场恢复方面具有两个优势：（1）由于CADD恢复了线性信号，而CDD需要恢复二阶信号扰动，CADD的电频谱效率是CDD的两倍；（2）由于没有载波辅助，CDD的场可以达到零，这使得CDD对色散敏感，不适用于色散较大的情况，而CADD对色散不敏感，没有这一限制。

相比于已有的光场恢复接收器，如Kramers-Kronig和SSBI IC接收器，CADD通过采用双边带调制而非单边带调制，在不牺牲接收器灵敏度的情况下，使接收器的电频谱效率翻了一番。

相比于相干零差接收器，CADD可以采用经济高效的非冷却激光器，不需要高度稳定和窄线宽的激光器，因此可提供一种更紧凑，更具成本效益的解决方案，适用于短距离应用，例如数据内互连和超高速无线前传网络。此外，通过使用直接检测而不需要精确的接收器光学滤波器，

研究人员提出的接收器体系结构开辟了一种新的直接检测方法，可扩展至高波特率并适用于光子集成，将对短距离通信（例如数据中心互连）产生巨大的推动。

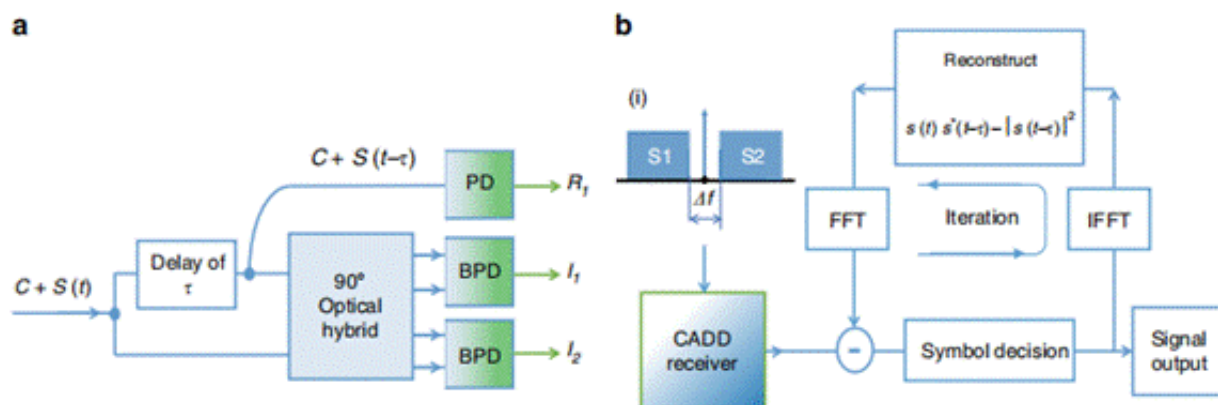


图1 载波辅助差分检测（CADD）接收器的工作原理。（a）CADD的接收器的原理图；（b）使用CADD接收器的正交频分复用（OFDM）调制信号的数字信号处理器（DSP）。插图（i）是馈送到CADD接收器的信号频谱，其中S1和S2分别是下边带信号和上边带信号。PD：光电二极管；BPD：平衡光电二极管；FFT：快速傅立叶变换；IFFT：快速傅里叶逆变换。

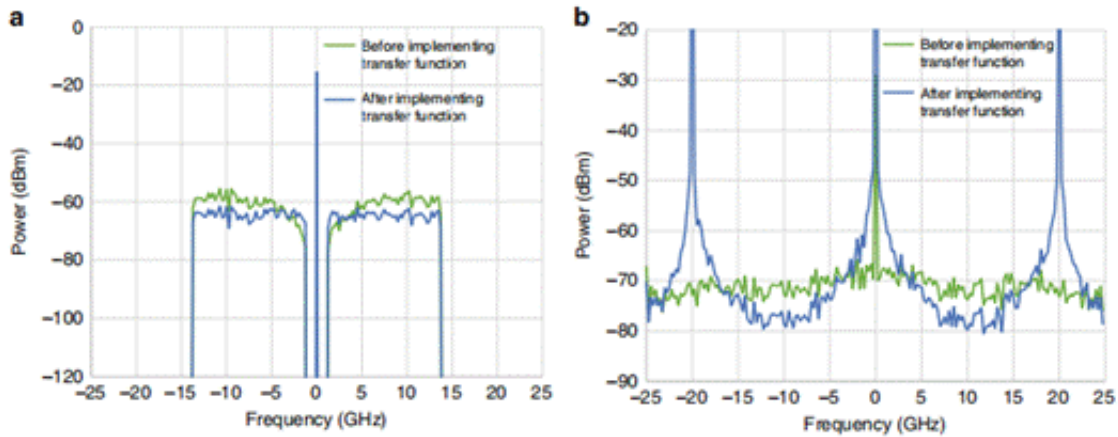


图2 (a) 实现传递函数 $H(f)$ 之前和之后的信号频谱。(b) 在实现传递函数 $H(f)$ 之前和之后的SSBI光谱

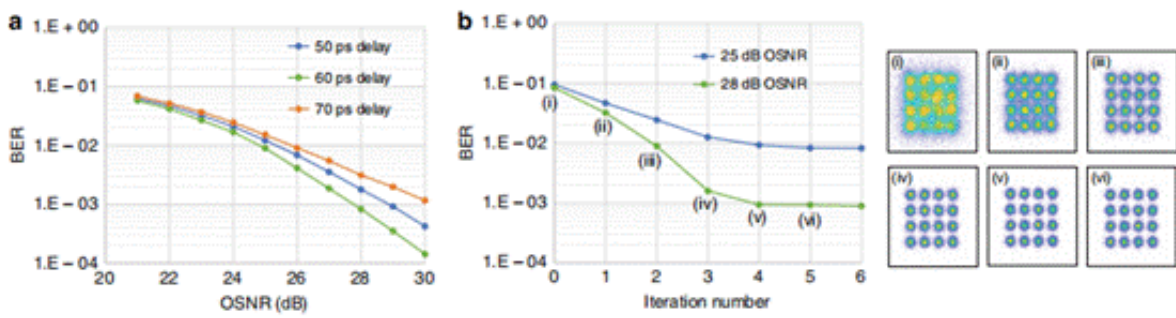


图3 (a) 在不同的时间延迟下，误码率 (BER) 与信噪比 (OSNR) 的关系；
(b) 在不同的信噪比 (OSNR) 下，误码率 (BER) 与迭代次数的关系。

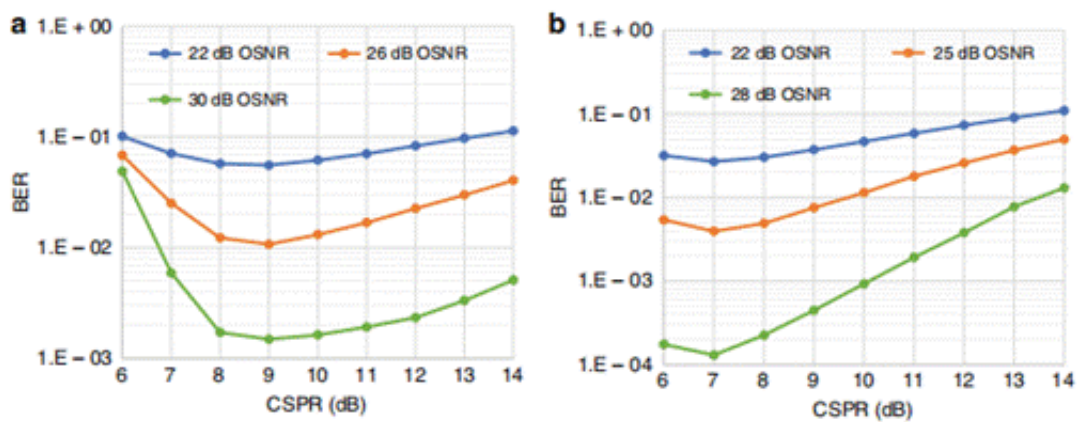


图4 (a) 频率间隙为5%时，25G波特信号的误码率 (BER) 与载波信号功率比 (CSPR) 的关系；
(b) 频率间隙为20%时，误码率 (BER) 与载波信号功率比 (CSPR) 的关系。

(来源：科学网OSANJU 刘扬)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-020-0253-8>

作者：William Shieh 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](http://www.iikx.com)转发