



面向人工智能应用的光子学专题简介

苏翼凯^{1*}, 易亚沙^{2*}, 王兴军^{3*}

1. 上海交通大学电子信息与电气工程学院, 上海 200240, 中国

2. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Michigan, Dearborn 48128, USA

3. 北京大学信息科学技术学院电子学系, 北京 100871, 中国

* 通信作者. E-mail: yikaisu@sjtu.edu.cn, yashayi@umich.edu, xjwang@pku.edu.cn

光子学和人工智能的结合是一个令人兴奋的新领域. 人工智能强大而又灵活的数据处理能力能够解决光子学在设计和控制等方面的难题; 另一方面, 光子学的器件和系统可用于人工智能的物理层实现, 以降低人工智能计算系统的功耗, 提升系统计算速度. *SCIENCE CHINA Information Sciences* 在 2020 年 63 卷第 7 期组织出版的“面向人工智能应用的光子学专题”(Special Focus on Photonics in AI) 重点介绍了面向人工智能应用的光子学的最新进展, 涵盖了该领域广泛的主题, 包括集成智能光子器件与网络、基于光子学的储备池计算系统以及人工智能在光子系统控制与设计上的应用等方向, 以帮助读者了解该领域最新进展, 促进研究人员对人工智能中的光子学相关领域的思考. 专题共收录了 9 篇文章, 包括 4 篇综述和 5 篇论文.

Zou 等的综述“Towards an intelligent photonic system”提出了智能光子系统的概念, 并介绍了智能光子系统的研究现状, 描述了光子信号处理系统与人工智能技术相互结合和促进的发展路线, 并对智能光子系统的未来进行了展望.

Wu 等的综述“A brief review of integrated and passive photonic reservoir computing systems and an approach for achieving extra non-linearity in passive devices”主要针对基于光子学的储备池计算(reservoir computing) 系统进行研究, 介绍了一种集成无源光储备池计算系统的新实现方法, 该方法通过在储备池前引入模式组合器实现了基于无源器件的非线性计算.

Bai 等的文章“Towards silicon photonic neural networks for artificial intelligence”综述了近年来硅基光电子神经网络的重要进展, 并提出了一种用于超高速神经网络计算的硅基光电子人工智能处理器的原型, 光电子神经网络架构的引入有望使神经网络的计算速度与能源效率得到数量级的提升.

Pu 等的文章“Automatic mode-locking fiber lasers: progress and perspectives”综述了自动锁模技术的研究进展, 介绍了自动锁模技术中的算法与偏振控制技术, 并对自动锁模技术的前景进行展望. 自动锁模技术将解决非线性偏振旋转锁模激光器易受环境扰动带来的偏振漂移这一难题.

引用格式: 苏翼凯, 易亚沙, 王兴军. 面向人工智能应用的光子学专题简介. 中国科学: 信息科学, 2020, 50: 935-936, doi: 10.1360/SSI-2020-0149

Xiang 等的论文 “Real-time optical spike-timing dependent plasticity in a single VCSEL with dual-polarized pulsed optical injection” 通过对垂直腔面发射激光器 (VCSEL) 进行正交偏振连续波光注入与双偏振脉冲光注入, 实现了基于单个 VCSEL 的实时光脉冲时间依赖可塑, 为实现完全基于 VCSEL 的低功耗光子神经网络系统奠定了基础.

Tian 等的论文 “Deep belief network-hidden Markov model based nonlinear equalizer for VCSEL based optical interconnect” 提出一种基于深度置信网络隐马尔可夫 (network-hidden Markov) 模型的非线性均衡器, 与传统的基于神经网络算法的均衡器相比, 在相近误码率性能的情况下降低了计算复杂度, 解决了传统的均衡器在面对高速传输中的码间串扰与非线性失真问题.

Guo 等的论文 “Enhanced memory capacity of a neuromorphic reservoir computing system based on a VCSEL with double optical feedbacks” 提出了一种基于双光反馈的垂直腔面发射激光器的储备池计算系统, 与单光反馈系统相比, 双光反馈的引入使系统记忆容量得到提升, 同时研究了反馈强度、频率失谐量、注入电流对于基于垂直腔面发射激光器的计算系统的影响.

Ma 等的论文 “Demonstration of a distributed feedback laser diode working as a graded-potential-signaling photonic neuron and its application to neuromorphic information processing” 证明了分布反馈半导体激光器与分级输出生物神经元的功能等效, 并通过理论与实验, 提出并验证分布反馈半导体激光器在脉冲模式识别、脉冲时间依赖可塑性与音源方位角测量等方面的应用.

Shen 等的论文 “A design method for high fabrication tolerance integrated optical mode multiplexer” 提出了一种基于调整的耦合模理论与遗传算法的片上模分复用器设计方法, 与基于三维仿真优化的设计方法相比, 这种方法极大地降低了优化设计的时间开销.