

同行专家业内评价意见书编号: 20240854192

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: _____ 刘逸丰

学号: _____ 22160581

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月21日

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况：

本人本科就读于浙江大学信息与电子工程学院信息工程专业，研究生于本校继续攻读电子信息专业。

在本科与研究生阶段，本人修读了多门领域相关的专业课，如《电子电路基础》《电磁场与电磁波》《数字电路》《数字信号处理》《SOC设计、验证和测试技术》《电子信息工程中数学模型与算法》《微纳电子学》和《导波光学》等。在这些课程中，本人均取得了较优异的成绩，本人也从这些课程中夯实了领域相关的基础和专业理论知识。此外，实践课程层面，本人还参与了《电子电路系统综合实验》《通信原理实验》《光电信息处理综合实验》等实践课程，积累了一定的专业技术知识。在诸多跨专业的领域，本人也修读了相关的课程，如《C语言程序设计》《卫星技术》《人工智能算法与系统》《无人机的导航与控制》和《物联网信息安全技术与应用基础》等，多领域的知识融合使本人在复杂工程问题中能有更广的思维与更多的技术手段。

本人在工程实践过程中，参与大量基于现场可编程门阵列（Field-programmable Gate Array, FPGA）的设计与代码编写（成功跑通多个项目，代码量10000+行）、熟悉数模转换芯片的应用（开发了基于DAC/ADC芯片的调制系统）、擅长光电测试链路的搭建（工程实践中设计并搭建了光学神经网络链路）、熟练使用Python、Matlab、C等编程语言（基于Python编写了XGboost算法相关代码、基于Matlab设计了多个仿真模型，代码量5000+行）、熟悉Linux系统以及脚本编写（基于Linux编写了Vivado的自动化bitfile生成脚本）。

工程实践的经历：

（工程实践经历1）本人选修浙江大学工程师学院开设的工程实训课程《物联网信息安全技术与应用基础》，获得成绩91分。

（工程实践经历2）本人在2022.9.1-2023.3.1于“逐点半导体（上海）有限公司”参与专业实践训练，岗位为“IC/FPGA工程师”，主要研究内容为“FPGA原型验证平台搭建与维护、IC设计流程技术”。

（工程实践经历3）本人在2023.2.1-2024.2.1于“杭州芯耘光电科技有限公司”参与企业应用性课题研究项目，课题为“基于波分复用非线性器件的光学神经网络系统与算法研究”。

（行业与领域背景：集成电路产业发展至今，电子一直承担着在芯片中传输信息的功能，但在物理极限和经济成本的考量下，单纯依靠升级制程来提升芯片性能的方法已经无法充分满足时代的需求，业界普遍认为摩尔定律即将走向终结，半导体行业正在逐步进入后摩尔时代。同时，来自美国为首的西方世界的打压，使得基于光电融合芯片、系统在国家弯道超车战略上具有了更加举足轻重的意义。）

在工程中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例

案例1：

本人在2022.9.1-2023.3.1于“逐点半导体（上海）有限公司”参与专业实践训练，岗位为“IC/FPGA工程师”，主要研究内容为“FPGA原型验证平台搭建与维护、IC设计流程技术”。

现场可编程门阵列（Field Programmable Gates Array, FPGA）是一种大规模、高自由度的可重构芯片，FPGA原型验证已是当前原型验证的主流且成熟的芯片验证方法——它通过将寄存器传递语言（Register Transfer Language, RTL）代码移植到FPGA来验证应用型专用集成电路（Application-Specific Integrated Circuit, ASIC）的功能。应用程序可以直接

基于FPGA版本的驱动来进行简单的适配，即可以应用到系统级芯片（System on Chip, SoC）芯片上，将SoC芯片Time-to-Market的时间控制的很完美。更重要的是FPGA原型运行速度更快：它在速度比软件验证高了好几个数量级，即使是与Emulator相比，其性能上也有碾压式的优势。除了可以提前进行软件开发外，从成本上来说，FPGA原型验证是一个性价比很高的验证手段。在这时间和成本的优势中，“流片前的软硬件协同开发”是FPGA物理原型验证不可替代之处。在软硬件深度定制化、要求芯片到应用的一站式交付的今天，FPGA原型验证平台的重要性进一步提升。

本人参与的研究项目内容主要面向实践单位的芯片项目中的两个痛点：1、缺乏资源够用的FPGA原型验证平台；2、ASIC代码到FPGA原型验证代码的转换过程需要调试。针对以上痛点，本人的工作主要概括为三个部分：1、面向FPGA原型验证平台搭建的ASIC芯片切割和多FPGA部署；2、在ASIC代码移植到FPGA原型验证平台中集成门控时钟（Integrated Clock Gating, ICG）的转换；3、FPGA原型验证平台的bitfile自动化生成脚本编写。

针对痛点1：由于设计的ASIC芯片规模过大，而实践单位缺乏资源够用的单FPGA原型验证平台，需要将整个ASIC芯片拆分到一个多FPGA芯片的验证平台上验证，因此需要进行芯片切割后进行多FPGA的部署。

在FPGA芯片验证平台的选型方面，实践单位的某型号芯片在综合后规模大约20M ASIC gates，因此，我们选用proFPGA公司出品的quad V7验证平台型号，其集成4个Virtex XC7V2000T芯片（单个芯片支持约12M Asic gates），且芯片间由基于PCB板的内部走线连接，同时也可以由FMC接口进行外部走线连接。我们使用其中的两个FPGA芯片，即可完成整个ASIC芯片的部署。

在芯片划分方面，基于ASIC芯片每个功能模块在FPGA上部署所需要的资源，对需要部署在quad V7验证平台的FPGA-1和FPGA-2芯片上的模块进行了划分，划分的主要评价标准为所需要的查找表（Look Up Table, LUT）数量、DSP数量、BRAM数量，同时划分的时候还要考虑到由于FPGA片间通信速度远小于片内通信速度，所以对于时延敏感的高速模块需要放在一个FPGA内，否则会出现时序不收敛的问题。基于以上原则，我们花费大量经历研究各个模块的部署方案，经过划分后，在Certify软件中查看部署在FPGA-1和FPGA-2芯片上的模块资源：
FPGA-1为：LUT（894625）、DSP（1062）、BRAM（511）；
FPGA-2为：LUT（660096）、DSP（1208）、BRAM（1190）。

在以上的划分方案下，我们保证了每个FPGA芯片的资源容量，然而该方案下Certify软件预估两个FPGA芯片需要大约2586根信号线相连接，这比整个验证平台所有内部走线和外部走线总数都高出几倍。因此，我们设计了pb协议模块，将多个并行的信号通过pb协议转为串行信号，从而大量压缩了两个FPGA之间的信号线数量。

在bitfile生成方面，对于大规模的FPGA设计，整个bitfile生成的过程繁杂、且耗时很长（对于实践项目大约大于8小时），如果人工操作则易出现问题且增大了工作负担，因此设计了从编译、综合、实现的自动化bitfile生成脚本，同时编写了各类FPGA约束文件，使bitfile的生成极大程度简化。在FPGA验证平台上测试时，时序收敛，工作正常。

针对痛点2：在工程团队的ASIC代码设计过程中，为了芯片的功耗更低，会在代码设计的过程中加门控时钟的设计，门控时钟通过一个使能信号和一个逻辑门将不需要的时钟关闭。由于FPGA内没有门控时钟相关的硬件资源，会使得Vivado综合实现后FPGA内部时序不收敛，无法进行原型验证。

因此在工程实践中，我们仔细研读Protocompiler和Vivado程序的编译规则，从而设计了特定的Vivado能够识别并等效替换为FPGA内部时钟资源的集成门控时钟（ICG）结构，将ASIC代码中门控时钟相关的电路等效地用ICG替换。为了保证等效性，根据Vivado的综合结果进行了相应的仿真。

此外，在工程推进过程中，发现并不是将ICG替换普通的门控时钟即可解决问题，出现了很多ICG没有被Vivado软件识别并综合失败的情况。根据Vivado的ICG替换原则，我们在原理

图上从识别失败的门控时钟向前排查，定位到FPGA边缘接口处一个debug接口有一个异或门的设计，这个异或门的存在使得其所连接的ICG结构会出现多种等效电路，从而无法被Vivado识别。经过排查和代码修改，成功综合实现出时序收敛、功能正常的FPGA的bitfile版本，使得芯片的低功耗功能能够在FPGA原型验证平台上进行验证。

本工程的开展，使得实践单位某型号芯片的原型验证能够在FPGA原型验证平台上推进。此外，关于ICG转换的研究使得该型号芯片验证过程中的功能覆盖率大幅提升。该工程极大程度上保证了芯片交付的时限以及成功率，对实践单位的效率以及收益意义重大。

案例2:

本人在2023. 2. 1-2024. 2. 1于“杭州芯耘光电科技有限公司”参与企业应用性课题研究项目，课题为“基于波分复用非线性器件的光学神经网络系统与算法研究”。

在过去的十年内，数据量随着人工智能的发展正呈现指数级增长，数据中心相关的应用亟需更大带宽、更低功耗的方案。由于光学系统的信息承载能力远高于传统电学系统，使得其在信息传输与光学计算领域相比电学系统有着得天独厚的优势，光学神经网络（Optical Neural Network, ONN）相关的器件与系统也凭借此优势逐渐成为了学术和产业的热点。但是，目前光学神经网络中所使用的光子器件的尺寸通常都远大于目前最先进的电子器件，这使得光学神经网络系统的规模在集成度上并不占优。此外，光电融合本身也是一个产业公认的难点，通常在系统中使用不同的光学或光电器件时，需要结合多个方面对系统进行较为复杂的重新设置，使得光学神经网络系统的搭建变得困难。本人参与的应用性课题，也是希望针对以上问题将光学神经网络这一极具价值的课题向应用进一步推进。

本人参与的应用性课题研究主要面向企业在落地光学神经网络系统的痛点提出了两点创新：1、光学神经网络系统与芯片的压缩架构和算法；2、设计并构建一个新型光学神经网络系统架构以及一种通用的光-电数据自动化校准方案。

我们首先针对目前光学神经网络架构中非线性运算部分并行度低的问题，提出一种基于波分复用（Wavelength Division Multiplexing, WDM）技术的多神经元复用模块的相关架构，该架构可以将多个神经元的非线性运算压缩进一个非线性器件中，基于该架构的光学神经网络系统具有更小的规模和更低的系统复杂度。此外，在该架构中，非线性器件的工作功率进一步降低，从而使光学神经网络架构在光源与非线性运算部分都有一个数量级以上的功耗下降。

其次，我们研究发现，由于基于波分复用技术的光学神经网络具有很大的内部串扰，而在光学神经网络系统中，这种串扰就体现在误差的增大，从而导致准确率的下降。我们针对光学神经网络中的串扰特性，提出一种新型反向传播算法，该算法通过将光学神经网络物理结构中的串扰特性抽象出来，并耦合串扰相关项，减小甚至消除了数据在多层的光学神经网络系统中传播时串扰导致的误差叠加，从而减小甚至消除了准确率的下降。具体来看，该算法可以保证光学神经网络中串扰强度不断增强的情况下，训练后的性能没有显著下降，且在多次训练中都稳定收敛。从而证明了该算法的抗串扰性能与稳定性。

最后，我们进一步面向应用，提出并搭建了一种以半导体光放大器（Semiconductor Optical Amplifier, SOA）作为多神经元复用模块的新型光学神经网络系统架构，该架构具有强通用性和高度模块化的特性，我们又基于该架构设计部署了自动化的数据流自适应方案。我们首先基于FPGA、SOA、光电调制器、光电探测器等元件，模块化地设计并部署了所述的新型光学神经网络系统架构，使每一层中的线性运算和非线性运算都是一个独立模块，并由简洁的数据接口相连接，从而使设计者能够灵活地用各种纯电学或光电模块替代每一个计算模块，实现了光学神经网络系统的灵活配置。此外，我们针对系统中“数字电信号-数字模拟信号-光模拟信号-数字模拟信号-数字电信号”的复杂数据链路所导致的数据匹配问题，我们设计了基于ONN系统、计算机、系统外设相联动的数据匹配方案以及相应的程序，从而使得

系统开机后能全自动得校准不同形式信号间的对应关系，进而保证数据流的准确，解决了光学神经网络的开发过程中开发者繁琐的光电系统调试校准过程。将ONN系统的设计和搭建推向一般化、范式化。


该应用性课题研究项目使光学神经网络这一偏科研的问题向应用端推进了一大步，从而使企业在大算力、大模型的时代能够抢占先机，具有很大的应用价值以及商业潜力。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
Slimmed Optical Neural Networks with Multiplexed Neuron Sets and a Corresponding Backpropagation Training Algorithm	国际期刊	2024年02月20日	INTELLIGENT COMPUTING (Science Partner Journal)	1/10	
一种基于光学神经元波长复用模块的光电计算机	发明专利申请	2023年05月24日	申请号: 202310590364.9	2/6	
一种面向有串扰的波分复用光学神经网络的训练方法	发明专利申请	2023年08月21日	申请号: 2023110520800	1/6	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 80 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 2 年 (要求1年及以上) 考核成绩： 87 分 (要求80分及以上)
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名： </p>	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价： <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：_____ 年 月 日
申报材料审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： <input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）：_____ 年 月 日



浙江工业大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22160581	姓名: 刘逸丰	性别: 男	学院: 信息与电子工程学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分		已获得: 26.0学分		入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024312019			毕业证书号: 103351202402310075								
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年秋季学期	电子信息工程中数学模型与方法		2.0	79	专业学位课	2021-2022学年春季学期	电子与通信工程领域前沿讲座		2.0	82	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2021-2022学年春季学期	科学研究与写作指导		1.0	74	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	人工智能算法与系统		2.0	90	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	72	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	导波光学		2.0	78	跨专业课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	92	公共学位课	2021-2022学年夏季学期	微纳电子学		3.0	94	跨专业课
2021-2022学年秋季学期	工程前沿技术讲座		2.0	84	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	SOC设计、验证和测试技术		2.0	69	跨专业课
2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	66	公共学位课	2022-2023学年夏季学期	物联网信息安全技术与应用基础		2.0	91	专业选修课

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02

Slimmed Optical Neural Networks with Multiplexed Neuron Sets and a Corresponding Backpropagation Training Algorithm

YI-FENG LIU, RUJ-YAO REN, DAI-BAO HOU, HAI-ZHONG WENG, BO-WEN WANG, KE-JIE HUANG, XING LIN, FENG LIU, CHEN-HUI LI, AND CHAO-YUAN JIN [Authors Info & Affiliations](#)

INTELLIGENT COMPUTING • 20 Feb 2024 • Vol 3 • Article ID: 0070 • DOI: 10.34133/icomputing.0070

659

PDF

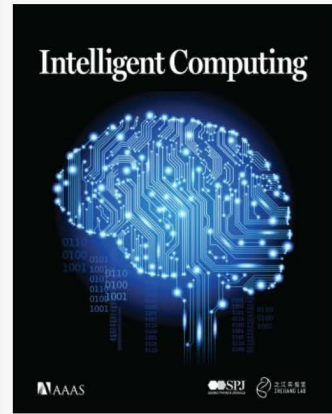
Abstract

Optical neural networks (ONNs) have recently attracted extensive interest as potential alternatives to electronic artificial neural networks, owing to their intrinsic capabilities in parallel signal processing with reduced power consumption and low latency. Preliminary confirmation of parallelism in optical computing has been widely performed by applying wavelength division multiplexing (WDM) to the linear transformation of neural networks. However, interchannel crosstalk has obstructed WDM technologies from being deployed in nonlinear activation on ONNs. Here, we propose a universal WDM structure called multiplexed neuron sets (MNS), which applies WDM technologies to optical neurons and enables ONNs to be further compressed. A corresponding backpropagation (BP) training algorithm was proposed to alleviate or even annul the influence of interchannel crosstalk in MNS-based WDM ONNs. For simplicity, semiconductor optical amplifiers are on...

- Abstract
- Introduction
- Materials and Methods
- Results
- Discussion
- Acknowledgments
- Supplementary Materials
- References

- Info
- Home
- Open Access
- Check for updates
- Download
- Share

Latest Articles



INTELLIGENT COMPUTING | 13 MAR 2024
Deep Learning-Based Channel Extrapolation and Multiuser Beamforming for RIS-aided Terahertz Massive MIMO Systems over Hybrid...
BY YANG WANG, ZHEN GAO, ET AL

INTELLIGENT COMPUTING | 26 FEB 2024
Universal and High-Fidelity Resolution Extending for Fluorescence Microscopy Using a

PDF
Help



RESEARCH ARTICLE

Slimmed Optical Neural Networks with Multiplexed Neuron Sets and a Corresponding Backpropagation Training Algorithm

Yi-Feng Liu^{1,2}, Rui-Yao Ren¹, Dai-Bao Hou^{1,2}, Hai-Zhong Weng³,
Bo-Wen Wang⁴, Ke-Jie Huang¹, Xing Lin^{1,2,5}, Feng Liu^{1,2,5,6}, Chen-Hui Li^{1,7},
and Chao-Yuan Jin^{1,2,5,6,8*}

¹College of Information Science and Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China. ²State Key Laboratory of Extreme Photonics and Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China. ³School of Physics, CRANN and AMBER, Trinity College Dublin, Dublin 2, Ireland. ⁴Synopsys, Inc., 7521PL Enschede, the Netherlands. ⁵Interdisciplinary Center for Quantum Information, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China. ⁶International Joint Innovation Center, Zhejiang University, Haining 314400, China. ⁷Zhejiang Lab, Hangzhou 311121, China. ⁸Center for Information Technology Application Innovation, Shaoxing Institute, Zhejiang University, Shaoxing 312000, China.

*Address correspondence to: jincy@zju.edu.cn

Optical neural networks (ONNs) have recently attracted extensive interest as potential alternatives to electronic artificial neural networks, owing to their intrinsic capabilities in parallel signal processing with reduced power consumption and low latency. Preliminary confirmation of parallelism in optical computing has been widely performed by applying wavelength division multiplexing (WDM) to the linear transformation of neural networks. However, interchannel crosstalk has obstructed WDM technologies from being deployed in nonlinear activation on ONNs. Here, we propose a universal WDM structure called multiplexed neuron sets (MNS), which applies WDM technologies to optical neurons and enables ONNs to be further compressed. A corresponding backpropagation (BP) training algorithm was proposed to alleviate or even annul the influence of interchannel crosstalk in MNS-based WDM-ONNs. For simplicity, semiconductor optical amplifiers are employed as an example of MNS to construct a WDM-ONN trained using the new algorithm. The results show that the combination of MNS and the corresponding BP training algorithm clearly downsizes the system and improves the energy efficiency by a factor of 10 while providing similar performance to traditional ONNs.

Introduction

Machine learning (ML) technologies have developed rapidly in recent years. Empirical evidence has shown that the capabilities of ML match or even exceed human intelligence in fields such as speech recognition, image classification, and intelligence-competitive games [1–3]. With the ML technological boom, especially in artificial neural networks (ANNs), optical neural networks (ONNs) have become a potential part of the future infrastructure for ML and are believed to be a competitive alternative to their traditional electronic counterparts [4–9]. Because optical systems feature inherent parallelism with low energy consumption and low latency, the merging of electronics and optics is expected to alleviate some of the drawbacks of fully electronic systems [10,11]. Regarding the 2 fundamental elements of ANNs, vector–matrix multiplication and nonlinear activation function have been proved to both benefit from space and time division multiplexing in ONNs [9,12–19]. In addition, wavelength division multiplexing (WDM), enabled by encoding

information onto various wavelengths, provides an exclusive dimension of parallelism for ONNs. Therefore, preferable performance has been achieved with off-the-shelf optoelectronic WDM devices [19–27].

Although remarkable efforts have been made at both the hardware and software levels for a slimmed ONN, the focus of WDM technologies applied to ONNs has been limited to the vector–matrix multiplication part [28–30]. As for optical-based nonlinear activation functions, various optoelectronic devices, such as semiconductor optical amplifiers (SOAs), ring resonators, and optical phase modulators, among others, have been proposed and experimentally investigated [17,31–34]. However, the nonlinear response of these devices inevitably causes crosstalk between channels when WDM signals are applied. There is no universal plan for slimmed ONNs that involves multiplexing nonlinear neurons without downgrading their performance.

In this study, we propose a structure called multiplexed neuron sets (MNS) and a corresponding backpropagation (BP) training algorithm. The combination of these two can compress

Citation: Liu YF, Ren RY, Hou DB, Weng HZ, Wang BW, Huang KJ, Lin X, Liu F, Li CH, Jin CY. Slimmed Optical Neural Networks with Multiplexed Neuron Sets and a Corresponding Backpropagation Training Algorithm. *Intell. Comput.* 2024;3:Article 0070. <https://doi.org/10.34133/icomputing.0070>

Submitted 23 August 2023
Accepted 18 November 2023
Published 21 February 2024

Copyright © 2024 Yi-Feng Liu et al. Exclusive licensee Zhejiang Lab. No claim to original U.S. Government Works. Distributed under a Creative Commons Attribution License 4.0 (CC BY 4.0).



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116681117 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 01

(21) 申请号 202310590364.9

(22) 申请日 2023.05.24

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 金潮渊 刘逸丰 李晨晖 翁海中 王博文 黄科杰

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 郑海峰

(51) Int. Cl.

G06N 3/067 (2006.01)

G06N 3/045 (2023.01)

G06F 15/78 (2006.01)

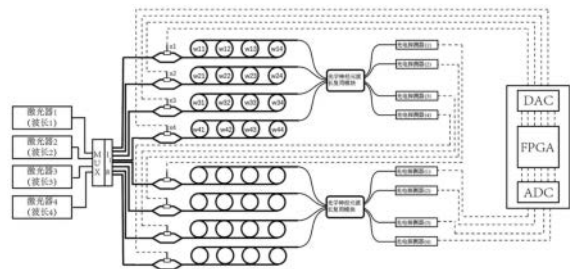
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于光学神经元波长复用模块的光电计算机

(57) 摘要

本发明公开了一种基于光学神经元波长复用模块的光电计算机,所述光学神经元波长复用模块作为光学神经网络中实现某一隐藏层或输出层的非线性运算部分,接收该隐藏层或输出层的线性运算部分的向量化输出信号并进行非线性运算,其包括多路复用器阵列、波分复用非线性器件阵列、多路解复用器阵列。所述光电计算机用于实现多层的光电神经网络的功能,所述的光电神经网络包括若干隐藏层、一个输出层和电学总控部分;其中,隐藏层和输出层具有相同的结构,均包括光学线性运算部分和光学非线性运算部分;至少一个隐藏层或输出层的所述的光学非线性运算部分,由采用本发明所述的光学神经元波长复用模块。本发明可以大大提高网络的并行度和速度。



CN 116681117 A



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117057407 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202311052080.0

(22) 申请日 2023.08.21

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 刘逸丰 金潮渊 李晨晖 翁海中
王博文 黄科杰

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 郑海峰

(51) Int. Cl.

G06N 3/067 (2006.01)

H04J 14/02 (2006.01)

G06N 3/084 (2023.01)

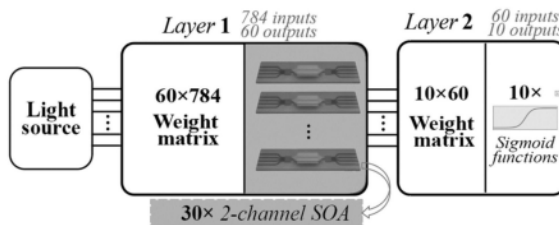
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种面向有串扰的波分复用光学神经网络的训练方法

(57) 摘要

本发明公开了一种面向有串扰的波分复用光学神经网络的训练方法,属于信息技术领域。本发明适用于有串扰的波分复用光学神经网络,此类神经网络至少有一层隐藏层或输出层采用基于神经元复用单元的网络架构,这种基于神经元复用单元的波分复用神经网络可以将网络的物理层面的体积和功耗压缩数倍,但会引入串扰。本发明采用基于损失函数梯度下降的训练方法训练所述采用基于神经元复用单元的网络架构的隐藏层和输出层,即输出向量与标签向量联合计算得到训练的损失函数,通过使损失函数沿梯度下降以更新相应层的权重矩阵,从而实现面向有串扰的波分复用光学神经网络的训练。





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116957031 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202310909546.8

(22) 申请日 2023.07.24

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 金潮渊 刘逸丰 李晨晖 翁海中
王博文 黄科杰

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 郑海峰

(51) Int. Cl.

G06N 3/067 (2006.01)

G06N 3/048 (2023.01)

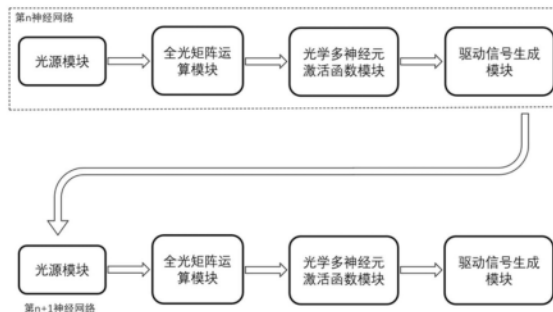
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于光学多神经元激活函数模块的光电计算机

(57) 摘要

本发明公开了一种基于光学多神经元激活函数模块的光电计算机,属于计算机领域。本发明的光电计算机由n个神经网络串联构成,每一神经网络分为光源模块、全光矩阵运算模块、光学多神经元激活函数模块、驱动信号生成模块。光学多元神经元激活函数模块的输入为包含多个神经元信息的2维、多像素点的图形,输出为并行的多波长信号。本发明神经网络中的矩阵运算过程、多神经元的非线性激活过程都为并行过程,大大提高了网络的并行度和速度。本发明实现了在全光域内通过一个器件(模块)并行完成多个神经元的激活函数运算,大大提高了架构的集成度、降低了复杂性;光学多神经元激活函数模块也由于其全光特性,节约了能耗、提高了运行速率。





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117592533 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 23

(21) 申请号 202311419960.7

(22) 申请日 2023.10.30

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 金潮渊 姜茗瀚 董雯婷 盛言蹊
刘逸丰 任芮瑶

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 郑海峰

(51) Int. Cl.

G06N 3/067 (2006.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06N 3/048 (2023.01)

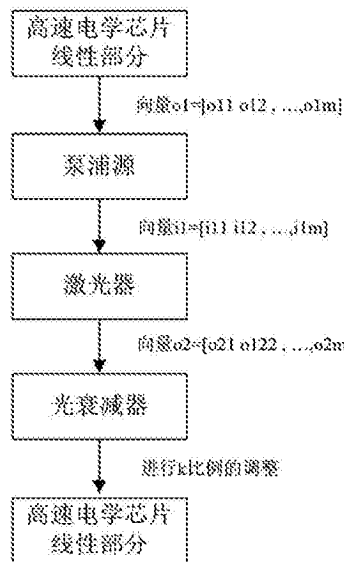
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种应用半导体激光器实现神经网络非线性运算的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种应用半导体激光器实现神经网络非线性运算的方法,属于光电计算和机器学习技术领域。在高速电学芯片中完成线性运算部分的输出向量被依次编码在 λ_1 波长的激光的不同强度上,作为泵浦源进入 m 个激光器;在激光器内部完成光与物质的相互作用,发生激射,从而产生波长为 λ_2 的强度不同的激光,且其不同强度信息即为非线性运算后的输出信号。将输出信号接入光衰减器,对激光强度进行 k 比例的调整,以满足神经网络非线性输出时光电探测器检测的强度要求,光电探测器的输出被作为后续高速电学芯片的输入,进入下一层神经网络的计算。本发明通过运用激光器技术,实现了ReLU和Sigmoid两种激活函数的光学替代。



企业应用性课题研究项目结题证明

刘逸丰（身份证：310110199810302716），2023.2.1-2024.2.1 于本公司参与企业应用性课题研究项目，项目为期1年，项目课题为“基于波分复用非线性器件的光学神经网络系统与算法研究”。

该项目面向光学神经网络落地过程中的痛点问题提出了两点创新：1、光学神经网络系统与芯片的压缩架构和算法；2、设计并构建一个新型光学神经网络系统架构以及一种通用的光-电数据自动化校准方案。该项目使光学神经网络这一偏科研的问题向应用端进一步推进，从而使本公司在大算力、大模型的时代能够抢占先机，具有很大的应用价值以及商业潜力。

项目立项明确、执行顺利、结果理想，满足结题要求，特此证明。

杭州芯耘光电科技有限公司

