

4.教育教学类论文、论著

一、教育教学类论文	1
1. “基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设 研究与实践”	1
2. “四位一体”打造专业群“技能图书馆”	5
3. “技能图书馆”：集技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考 评于一体	9
4. Active modulation of a metasurface emitter based on phase-change	11
5. TARGET IMAGE PROCESSING BASED ON SUPER-RESOLUTION RECONSTRUCTION AND MACHINE LEARNING ALGORITHM (EI) ...	23
6. Advancing Strawberry Disease Detection in Agriculture: A Transfer Learning Approach with YOLOv5 Algorithm(EI)	29
7. 基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测	34
9. 基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统设 计	47
10. 开关磁阻电机控制系统在纯电动拖拉机设计上的应用	49
二、专著	52
1. 光纤通信系统与新技术	52
2. 模拟电子原理与技术研究	59
3. 人工智能与计算原理研究	67

一、教育教学类论文

1. “基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设研究与实践”



教学管理

- 高中数学教学中直观想象素养的培养路径分析.....蔡飞 1
- 幼儿园语言教学活动生活化教学的思考.....陈东艺 2
- 试析初中英语课外阅读的多维度思考.....牛华峰 3
- 九年级数学教学中活用化归意识探究.....吴伟峰 4
- 家庭教育立法背景下家庭教育方式与大学生心理暴力的关系——自我控制的中介效应.....梁珊 江泳刚 许嘉敏 林华燕 吴培民 5
- 高职历史教学改革与大学生“四史”教育的实践研究.....郑艳清 7
- 基于翻转课堂的项目教学法在网页设计与制作课程中的应用研究.....伍晓龙 8
- 初中数学教学中如何培养学生的逻辑思维能力.....靳海燕 10
- 基于核心素养的语言能力培养策略.....张彦钊 11
- 浅谈“学困生”的教育与转化技巧.....冯晶 12
- 基于 AI 绘画技术的 STEAM 教学模式实践困境与突破路径.....孙文琦 13
- “课程思政”视域下大学生社会实践育人模式创新研究.....李慎 侯梓凡 15
- 日本养老模式对浙江省医养结合养老模式的借鉴.....陈艳 16
- 初高中学位贯通培养路径研究——以山东省临朐县实验中学为例.....马金伟 18
- 幼儿园教师课程建设能力发展研究.....李佩芬 19
- 基于泛雅平台的高职线性代数信息化教学研究.....陈伟军 21
- 网络画板软件在直线图形面积教学中的优势分析.....梁耀坤 22
- APOS 理论在乘法概念教学中的应用与效果.....唐翠萍 24
- 五育融合理念下的初中美术作业设计与实施现代信息技术.....朱琳 26
- 在初中数学教学中的有效运用——以几何画板辅助教学为例.....赵德芳 28
- 高校《体育舞蹈》选修课中课程思政的理论基础与价值探析.....康园君 31
- 《现代物流基础》课程中融入思政教育的研究与实践.....蒋伟 32
- 六维一体、动态闭环、职业教育全面质量管理探析.....季仲勇 33
- 幼儿教育中语言表达能力培养的探析.....陆玲燕 34
- 问题驱动背景下小学数学质疑式教学策略研究.....谢巧玲 35
- 脚踏“双减”实地，设计“增效”作业——基于素养导向的小学语文高段有效作业探究.....叶晓慧 36
- 深度学习引导下初中英语读写结合教学策略.....吕欣 37
- 数字化教育教学平台对学员学业成绩的影响.....李曜升 石鑫 曹凯迪 王苗 38
- 义务教育英语课程标准（2022 年版）分析解读.....张蕾 39

以核心素养培育为基准

——实现初中数学教学评价的优化.....李娜 40

课堂策略

- 文本细读策略在初中语文阅读教学中的运用.....许慧曦 41
- 产学研深度融合下的高职智能制造产业学院一体化服务能力增强研究.....陆群伟 徐晓俊 42
- 核心素养下初中班主任处理问题学生的有效策略.....高苗 43
- 小学阶段口头表达能力培养策略探讨.....王雨舟 44
- 基于 AR 技术的初中生物教学应用.....郑佳宝 45
- 多元智能视角下的人工智能教育应用策略探析.....吴思德 46
- 新课改下如何提高初中政治课堂教学效果.....马慧芳 47
- 核心素养下小学生科学创造力课堂活动的创设.....丁国应 48
- 人文素养培育在大学语文课程中的渗透研究.....范莹莹 49
- 当议留白在平面广告设计中的应用.....梁道鹏 50
- 语文课程与思政教育同向同行.....刘彦丽 51
- 基于自主学习能力培养的计算机网络教学探索.....邓文聪 52
- 网络言论自由与信息传播的法律界限研究.....敬场峻 53
- 探究初中科学精准教学的基本途径和有效策略.....郑慧仙 54
- 浅谈数字赋能高职公共英语课程改革.....朱琪 55
- 从小学语文古诗词教学到立德树人.....祁晓梅 56
- “让学引思”理念下的初中物理实验教学策略研究.....刘德德 57
- 考试无线电作弊分析及防范对策探讨.....吴俊 58
- 以探究式教育课程打造自然类博物馆的有趣课堂.....薛钰 59
- 初中物理教学中生活化情境创设探究.....张伟娟 60
- “三全育人”视域下理工科高校外语专业学生就业解困路径建构.....任雅莹 程嘉乐 李楠（通讯作者） 61
- 基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设研究与实践.....席东河 贾庆成 杜恒 邢朝康 63
- 葛治文《丰乳肥臀》英译本翻译策略高析.....刘路霞 64
- 基于“通州—北三县”一体化背景下冰雪体育旅游融合研究.....石红涛 王坤 王永波 65

教育前沿

- 浅谈多角关系.....何燕翔 66
- 本科层次职业教育与区域经济发展路径研究.....范桂佳 67
- 基于新时代人才培养目标的高职院校高等数学课程改革创新举措研究.....高慧 68
- 发挥工会作用提升高校教师工作生活质量.....王洁 69
- 高等数学教学渗透劳动教育的研究.....袁瑞荣 70

基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设研究与实践

席东河 贾庆成 杜恒 邢鹏康

(河南工业职业技术学院 河南 南阳 473009)

摘要:作为“双高计划”建设单位,学校为更高质量推进专业群基本职业技能培养,专项推进基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”创建工作,本文以此为背景,系统总结和阐释了“技能图书馆”的创建路径和方法,为职业院校专业群基本技能教学、自学、研创和培训提供了新的培养路径。

关键词:专业群 基本技能 技能图书馆 技能图书

2021年教育部、河南省《关于深化职业教育改革推进技能社会建设的意见》提出建设技能型社会^[1],人社部《“技能中国行动”实施方案》提出“健全终身职业技能培训制度”,《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》^[2]提出“开发教育创新应用,支撑教育流程再造、模式重构”。

专业基本技能和基础素质是高素质技术技能人才成长发展的基础,当前高职院校图书馆在服务技能训练方面利用率不高且存在现实分离的短板:实验实训室在服务学生技能训练方面存在开放度不高和学生不能有效开展自主系统训练的瓶颈;教学资源供给还普遍存在现实一体化程度不高,不能有效保证学生充分开展技能训练问题。学校基于以上问题和政策背景,探索了职业技能图书馆创建,取得了一定成效。

一、技能图书馆概述

基于专业操作的复杂程度,可按层级分为:基于经验的基本技能,如以“怎样做”为主的操作、服务等方面的技能,和基于策略的高级技能,如以“怎样做更好”的维修、管理等方面的技能^[3]。

(一)什么是技能图书。一本“技能图书”,就是一个职业化的实践操作工位,包括电脑、设备、软件、立体教材、资料、桌椅和场地等,配套训练指导和职业氛围。“技能图书”主要针对基本技能,用来培养学生在专业学习和职业发展中所要用的必备基础技能,对进一步掌握高深知识、复杂技术或专业知识起到基础作用。

(二)技能图书馆。由一系列“技能图书”组成,借鉴传统图书馆管理优点,构建技能训练体系,建设“职业技能图书馆”开放式管理、运行体系和场地,服务学生技能自主学习。既体现传统图书馆的开放性、自主性和实验实训室的实践性特点,又具有基本技能训练的系統性和充分性的新优势,同时也促进专业核心技能实践教学资源建设、使用聚焦。

(三)菜单式多功能技能图书馆。技能图书馆建立多功能运行场景,可以满足教学应用、学生自学、社会培训等多种功能任务。借鉴传统图书馆的运行模式,建立图书和服务菜单,学生自主选择使用相关技能图书和服务。围绕和服务专业群建设和人才培养需要,“技能图书馆”可由若干专业群技能分馆组成。

二、技能图书馆创建路径

针对专业基本技能课堂培养不充分、专业实训室开放式培养不系统、学生自主训练无条件的问题,学校主动适应国家和社会对技能学习的需求,以学习者为中心,整合、优化、创新专业群基本技能训练资源,借鉴图书馆管理运行模式,构建一种学习者可自主使用的菜单式、多功能“技能图书馆”,满足教学、自学、研创和培训需求。

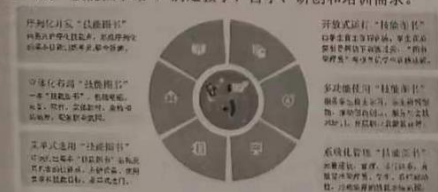


图1“技能图书馆”的创建路径

(一)序例化开发“技能图书”。按照学生经过引导能够自主训练掌握的原则,确定基本技能范围;由易到难序化技能点,形成序列化的基本技能训练单元;针对每个单元开发立体化教材和训练设备,建设“技能图书”,多本关联的“技能图书”组成“技能丛书”。

(二)立体化布局“技能图书”。一本“技能图书”,就是一个职业化的实践操作工位,包括电脑、设备、软件、立体教材、资料、桌椅和场地等,配套训练指导和职业氛围。借鉴传统图书馆布局,分类分区设置“技能丛书”,根据技能适用热度,投放不同数量的“技能图书”。

(三)菜单式选用“技能图书”。借鉴传统图书馆借阅方式,建立“职业技能图书馆”菜单,详细列出每本“技能图书”名称及其包含的技能点、关键设备、使用要求和技能目标,学生根据自身兴趣或需要,查阅技能菜单,选择和使用“技能图书”。

(四)开放式运行“技能图书”。借鉴传统图书馆开放式管理、运行方式,建设“职业技能图书馆”开放式管理、运行体系。“技能图书”不需要教师任何讲解,由学生自主在馆训练,“图书管理员”仅提供必要“借阅”帮助和管理,学生训练过关,“图书管理员”考核登记学生训练成绩。

(五)多功能使用“技能图书”。“职业技能图书馆”建立多功能运行场景,学生通过自主在馆“阅读”,培养兴趣、增强技能,完成学习过关任务,开展创新实践探索。教师在馆开展教学,完成集体授课任务。社会组织、团体,通过购买服务,完成职业技能普及培训。

(六)系统化管理“技能图书”。完善“技能图书馆”领导组织机构和校企合作团队,明确分工和职责,完善建设、管理、运行体系,技能图书馆“线上、线下运行管理机制、管理考核评价体系,有效发挥管理员、学生、教师能动性,形成浓厚的技能学习训练氛围。

三、技能图书馆的应用与创新

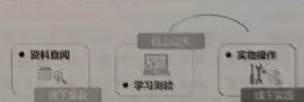


图2“职业技能图书馆”建设与应用模式

学校“职业技能图书馆”建设,彰显了职业特色,体现技能学习特点,拓展技能学习宽度,有助于聚焦技能学习深度。

(一)创新实践教学载体。针对专业群基本技能培养,序化基本技能点,综合运用“数字孪生”、虚拟仿真等信息化教学手段,构建专业群基本技能软硬件实践资源,创建理实一体的“技能图书”,构建集技术学习、技能训练和自主测评于一体的综合实践育人载体——“技能图书馆”,既体现传统图书馆的开放性、自主性和实验实训室的实践性特点,又具有基本技能训练的系統性和充分性的新优势,同时也促进专业核心技能实践教学资源建设、使用聚焦。

(二)创新技能培养培训模式。借助于“技能图书馆”,学生可根据自身情况,依据“菜单”选择“技能图书”自主进行“阅读”——

(下转第62页)

及时对产生异常情绪的学生提供心理咨询、疏导,鼓励其以良好的心理素质面对困难挫折。

3.3. 全面展开,协调理工类高校外语专业学生全方位育人机制

3.3.1. 落实课程思政目标,发挥校内课堂引导作用

课程思政是新时代高校课程建设的重要目标和内在要求。课程思政从立德树人的根本点出发,深入挖掘专业课程本身蕴含的思想政治教育元素,对引导学生树立坚定的理想信念,塑造积极健康的人生观和价值观念具有重要意义。因此,新形势下课堂不仅是教师与学生学术交流的重要平台,同时也承担着育人的重要职责。理工类高校外语专业人才的培养目标不仅要着眼于扎实的专业基础,更应重视学生的个人品德素质及职业道德修养。因此,教师在课程教学中挖掘思政元素,基于专业特点提升学生综合能力,是促进理工类高校外语专业学生就业指导工作建设的有效途径^[5]。同时,任课教师还要注重了解社会对外语类人才的需求变化,及时将理论运用于实际教学工作,将教学重点以市场需求为导向,引导理工类高校外语专业学生提升自身专业技能和就业竞争力,以更好匹配岗位要求。

3.3.2. 提升理工类高校外语专业学生创新能力,充分利用校外实践平台

就业能力指获得和保持工作的能力,考量的是学生多方面的综合素质,而创新能力便是综合能力的重要组成部分。因此,除了对校内理论知识学习的安排,理工类高校外语专业应努力推进创新创业课程、项目开展,加设契合的校外实践环节,兼顾学生校内学习,校外实践过程相结合。在参与各种项目实践的过程中,学生不仅能够了解到相关行业的发展现状及前景,其解决实际问题的能力、发掘市场需求的创新意识也提升于潜移默化之中。这提示高校应充分利用校外育人平台,加强与对口企业、社会组织的合作,与社会、用人单位的对接,

共同参与对大学生的就业指导工作,打造产教融合基地,促进产学研结合,以提升理工类院校外语专业学生的综合素质及就业竞争力。

3.3.3. 建立激励考核机制,推进理工类高校外语专业毕业生就业工作开展

当前就业问题不仅是社会因素使然,也因毕业生自身主动性有待提升。因此通过激励机制促使学生主动探索就业方向,提升就业能力是推进毕业生就业工作的重要途径之一。学院应持续跟踪毕业生的就业工作,通过制定就业质量考核评价指标,建立合理完善的考核体系,落实毕业生就业质量考核机制,并将其设为相关培养单位综合考量的一部分。在精神层面,对就业质量好、满意度高的培养单位给予鼓励并推进其开展经验分享讲座,在物质层面,对其给予资源倾斜;针对有待改进的培养单位,提出相应整改意见,并注意推进针对性措施的实施,以促进理工类高校外语专业毕业生就业工作向好发展。

参考文献:

- [1] 董雷,孙琳. 高校外语专业类学生就业现状及职业能力培养[J]. 人才资源开发, 2022(05):58-59. DOI:10.19424/j.cnki.41-1372/d.2022.05.017.
- [2] 贺娟. “三全育人”视域下高校英语专业人才培养探究[J]. 文教资料, 2021(17):177-179.
- [3] 李士萌. 新增1158万高校毕业生, 就业市场会怎样?[J]. 中国报道, 2023(02):90-92.
- [4] 贺筱华, 潘光堂. 后疫情时代研究生就业工作“三全育人”机制构建探析[J]. 学位与研究生教育, 2021(3):32-37.
- [5] 王梓熙. “三全育人”格局下高校就业指导路径探析[J]. 中国地质教育, 2020, 29(2):105-108.

(上接第63页)

学习训练,避免实验实训课堂实践不充分,动手多、动脑少的问题,有利于推动翻转课堂教学,促进培养效能提升,有利于营造人人关注技能、人人可练技能、人人技能过关的实践育人环境,满足学生个性化成长成才需求,有利于育训结合培养复合型高素质技术技能人才,为创新型人才、发展型人才培养良好土壤。

(三) 创新服务技能型社会建设。“技能图书馆”,全天候运行,面向所有人开放,学习者自由“阅读”,自主考核认定,推进了实践技能资源供给侧改革,有利于推动“营造崇尚技能、学习技能的社会氛围”。



图3 学校“职业技能图书馆”

两年来,学校在机电一体化技术和电子信息工程技术两个国家、省级高水平专业群开展了试点,研究课题入选学校教育教学重大项目和河南省高等教育教学改革研究与实践项目重点课题,新建“技能图书”工位80余个,受益学生5000余人,初步营造了有利于人人关注技能、人人可练技能、人人技能过关的实践育人环境,满足学生自主学习需求,提升学生学习满意度,育训结合培养复合型技术技能人才,为创新型、发展型人才培养良好土壤。

参考文献:

- [1] 《关于深化职业教育改革推进技能社会建设的意见》(豫政〔

2021〕2号) [Z].

[2] 《教育部等六部门关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》(教科信〔2021〕2号) [Z].

[3] 迈向技能社会: 理论基础、内涵特质与现实挑战 [J]. 王星, 吴佳峻. 高等职业教育探索, 2022, 21(03):17-26.

作者简介:

席东河(1980-),男,河南南阳人,硕士研究生,河南工业职业技术学院创新创业学院副院长,副教授,主要研究方向为电子技术及自动化、教学管理。

贾庆成(1965-),男,河南南阳人,河南工业职业技术学院副院长,教授,主要研究方向为现代职业教育、汉语言文学教学与研究等。

杜恒(1976-),男,河南南阳人,河南工业职业技术学院教务处处长,教授,主要研究方向为计算机工程技术、职业教育等。

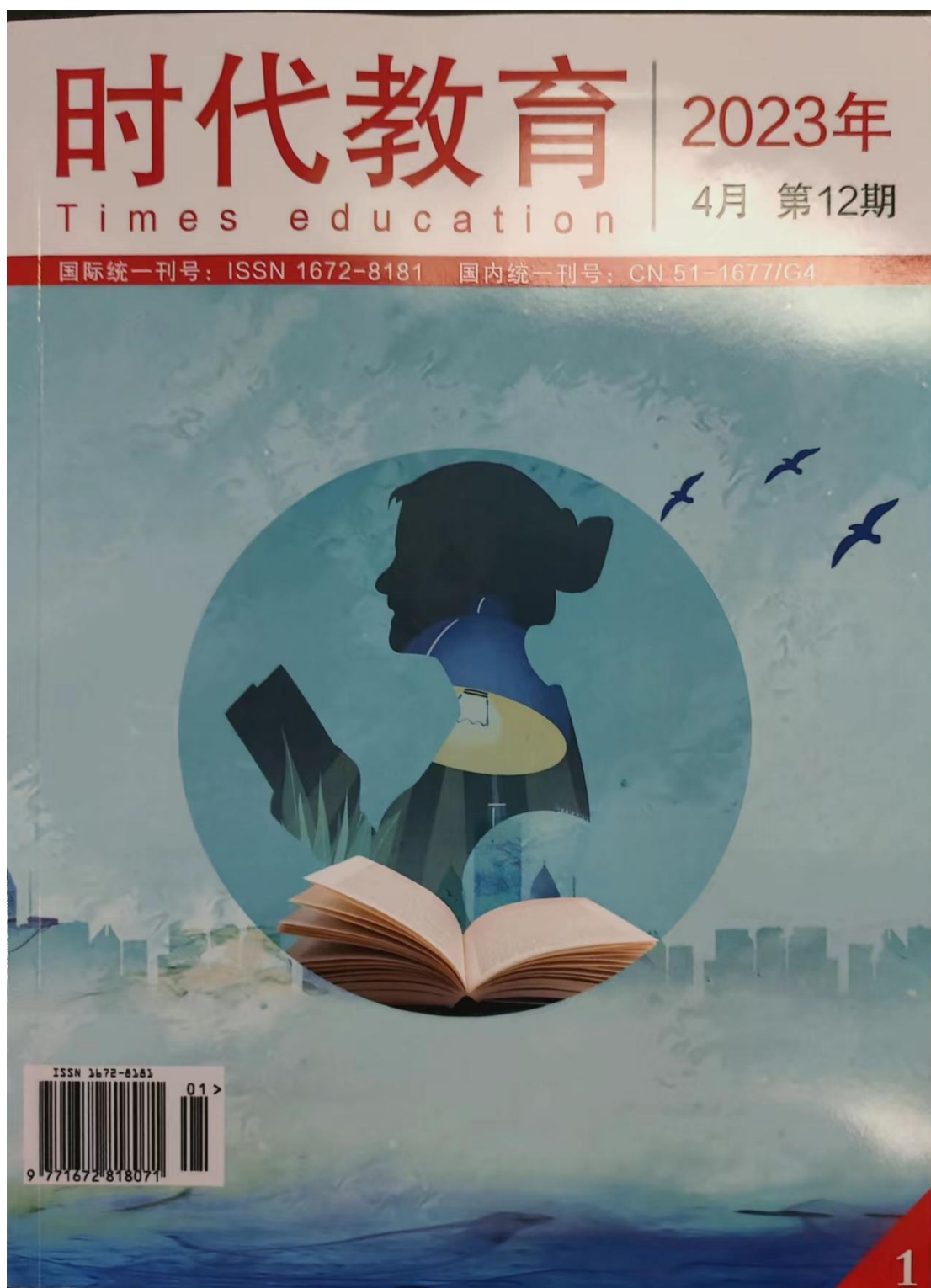
邢鹏康(1984-),男,陕西西安人,河南工业职业技术学院电子信息工程技术专业教研室主任,讲师,主要研究方向为电子信息工程技术、职业教育。

基金项目:

河南省高等教育教学改革研究与实践项目重点课题《基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设研究与实践》(项目编号 2021SJGLX682)

河南工业职业技术学院2021年度校级教育教学改革研究项目《职业技能图书馆建设创新与实践》(项目编号 202105)

2. “四位一体”打造专业群“技能图书馆”



利用科技比赛提升小学体育教学质量.....	王玉宾 71
“四位一体”打造专业群“技能图书馆”.....	贾庆成 席东河 郭威 陆剑 72
高校舞龙舞狮课程“滴灌式”课程思政建设研究.....	李敏洁 74
《后汉书·逸民列传》中的隐居方式研究.....	赵欣怡 76
企业社会责任在市场营销策略中的整合研究.....	封伟 陈霞 78
高中英语教学中读后续写的实施路径.....	李慧 81
幼儿园小班观察记录之《天线宝宝真有趣》.....	吴晶晶 82
大概念视角下的初中数学单元整体教学设计——以函数为例.....	胡艺红 83
高中历史大单元教学的实施策略.....	李长湖 84
关于初中语文教学中国学经典诵读的实践.....	罗艳群 85
高中体育选项教学教学效果评价体系的初步构建.....	罗宇彩 86
声乐舞台表演焦虑的干预策略研究.....	李瑞 87
互动教学融入高中英语教学实践中的实践分析.....	刘静 90
如何在高中化学实验教学中培养学生的创新思维能力.....	刘雪琼 91
PBL 视域下的大单元教学在新高考地理教学中的实施研究.....	刘永斌 92
让深度学习真实发生——学习任务群在小学语文教学中的探究和运用.....	楼燕燕 93
浅谈逆向教学设计模式下高中地理教学策略——以人教版 2019 高中地理必修第二册第二章第二节《城镇化》为例.....	陆宝引 94
解析思维导图在小学英语教学中的应用.....	罗凤叶 95
探究性学习模式在高中物理教学中的应用.....	罗善文 96
以深度学习为基础的高中化学项目式教学分析.....	宋晶 97
关于英语学习活动观下高中英语阅读教学的实践.....	彭瑜婷 98
感于“情”，得于“境”——情境教学法应用于高中化学的有效策略.....	阮凯 99
基于核心素养的小学语文教学评价的相关研究.....	吴文青 100
小学数学教学中学生独立思考能力的培养研究.....	时运桂 101
基于信息技术的小学数学个性化教学分析.....	莫艳华 102
大学先修课程 Python 程序设计的开发与实践研究——以晋江市第二中学的教学实践为例.....	苏晓健 103
核心素养背景下读思达教学法在高中英语阅读课中的应用分析.....	童燕 104
浅析高中体育教学中终身体育意识的培养策略.....	吴品伟 105
微课在高中英语教学中的应用方法分析.....	吴婷婷 106
课堂互动教学模式在高中英语教学中的运用.....	张晶晶 107
情境教学在高中地理教学中的应用.....	沙唯 109
新课程背景下小组合作学习在高中英语教学中的实践研究.....	吴艳文 110
基于高中生物学科核心素养的大单元教学设计探讨.....	卫晟 111
小学语文教学中学生口语表达能力的培养分析.....	魏朝 112

新高考背景下高中数学核心素养培养的教学策略.....	吴晓良 113
思维导图在初中英语大单元教学设计中的应用策略探究.....	吴娟 114
信息技术促进高中物理实验教学的创新途径探讨.....	吴永锋 116
初中英语教学中渗透中国传统文化的教学.....	向博 117
核心素养背景下的初中数学教学创新策略.....	徐广宏 118
现代信息技术融入高中语文情感教学的研究实践.....	严珊珊 119

教学交流

传统节日元素在幼儿园教学活动中的实践.....	杨瑞艳 120
分组协作式学习在中职计算机教学中的应用.....	杨文强 121
微课在中职英语教学中的应用方法分析.....	仰慧芬 122
传承文化，感受魅力——浅谈民间美术资源在高中美术教学中的应用.....	叶冬青 123
单元整体教学下的高中英语语法教学探索.....	易瑾玲 124
高中体育教学中核心素养的培养策略分析.....	俞明月 125
“以人为本”视阈下高中历史教学改革评价分析.....	袁坤 126
高中信息技术教学中培养学生高阶思维能力的研究.....	蔡丽芬 127
高中地理教学中地理知识点的的生活化教学分析.....	邓秋平 128
新理念下信息技术在高中英语教学中的应用初探.....	丁雨雷 129
如何在高中语文小说阅读中培养审美素养.....	李丹萍 130
新高考下的高中化学元素化合物教学.....	顾志忠 131
小学体育游戏教学对学生兴趣的影响分析.....	侯智凯 132
初中信息技术教学中学生创造力的培养策略探讨.....	胡学军 133
浅析高中体育田径教学中学生核心素养的培养.....	胡海峰 134
基于英语学习活动观在高中英语读写结合中的教学策略研究.....	胡海艳 135
基于语块的高中英语听说读写一体化教学模式探究.....	胡丽娟 136
高中音乐教学在新课程标准下的教学思考.....	胡倩 137
浅析高中体育田径教学中学生核心素养的培养.....	胡叶刚 138
试论小学美术教学中学生审美能力的培养.....	李霞霞 139
让阅读有方向，有深度——高中英语主题阅读课教学策略探析.....	胡晓霞 140
核心素养下小学数学量感可视化教学对策分析.....	胡振华 141
基于英语学习活动观的高中英语读写教学探究.....	蒋冬梅 143
初中语文教学中的传统文化渗透研究.....	金凤 144
民族地区高中语文数字化教学资源有效应用研究.....	黎志新 145
如何提高高中思想政治课德育渗透教学效果.....	冯军 146
双减政策下小学音乐学科优化作业设计的思考.....	葛慧欣 147
新高考评价体系下高中政治教学中人文素养培养与初探.....	何群英 148
深度学习视域下——高中政治大单元教学引领学生“核心素养”发展的新样态.....	罗忠杰 149

“四位一体”打造专业群“技能图书馆”

贾庆成 席东河 郭威 陆剑

河南工业职业技术学院 河南南阳 473009

摘要：作为“双高计划”建设单位，学校紧紧围绕专业群人才培养，针对技术技能和特点及人才自主学习成长规律，探索基本技术技能积累的新路径，整合专业群校外学习资源，以学习者为中心，集技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考评于一体打造“技能图书馆”，构建教育服务供给新模式，建立了职业教育大课堂，取得实效。

关键词：专业群；基本技能；四位一体；技能图书馆；技能图书馆

引言

相对于普通大学，高职院校主要培养技术技能型人才，高职院校的专业图书大部分内容更加侧重于技能的讲解和传授，高职院校的学生更加注重于技能的学习和掌握，高职院校的教学更加重视将图书记载从应知到应会的反复锻炼和转化过程，从这个方面来说传统图书馆在服务高职生技能锻炼、职业成长和发展方面存在天然的屏障——图书知识阅读与对应技能训练实体设备环境的常态化分离（理论分离）。实验实训基地对高职院校人才培养至关重要，但目前存在重核心或“高精尖”专项技能训练及其配套设施建设，对专业群基本技能培训及其配套设施建设重视不够或者重复建设，导致学生专业基础薄弱，实验实训基地在充分服务高职生技能锻炼、职业成长和发展方面存在一道鸿沟——设备环境与学生的课外分离。

一、“技能图书馆”的提出

专业群是“技术基础相通、技术领域相近、工作岗位相关、教学资源互补”[1]的若干个专业的集合，专业群课程体系一般按照“底层共享、中层分立、高层互选”[2]路径建设，最终实现“宽基础、活模块和多方向”[3]的专业群课程体系架构，专业群底层实施影响所有专业上层发展乃至专业群整体水平高低，“底层共享”涉及专业群所有专业的教学实施，“宽基础”覆盖专业群所有学生面大，对高职院校专业群资源利用和教学组织来说是一个挑战。

“底层共享”和“宽基础”指向的是专业群的通用技能或者基本技能，这种技能对后续的学习很重要，掌握难度不大，但是存在易看懂、难做对的问题，需要提供基本的知识、实践条件和指导后学习者就能掌握，例如给汽车轮胎补胎、充气、更换等，基本仪器、仪表使用等，更换电缆、接插件、电线接头等，每个专业群都有类似的需要投入大量时间且需要掌握的基本技能，占用了宝贵的课堂教学资源，若能够将这些基本技能的掌握由教师课堂教，转变为学生课内外自主学习，交给学生自主学习、训练、掌握，就会使课堂学习更加聚焦重点和难点，提升教学效率和质量。另一方面也提升相近专业群学生的技能素质，为其他爱好者提供学习机会。

基本技能的掌握虽然相对简单，但是也必须为学习者提供必要的帮助和指引，确保安全操作。掌握到位，在配备必要的“技能图书馆”管理员指导的前提下，学校根据学生技能自学的规律和要求，以学习者为中心，整合、优化、创新专业群基本技能培训资源，借鉴图书馆的管理运行模式，构建一种学习者可自主使用的教学新载体——“技能图书馆”。

二、“技能图书馆”的构建

（一）“技能图书馆”的架构

（1）“技能图书馆”的架构设计。整合传统图书馆与实训室的优点，将一个基本技能点相关的活页教材、训练设备、计算机、专业软件、工作手册、桌椅等整合为一体“技能图书”，序列化的基本技能点对应若干本技能系列图书——“技能图书册”，一系列的“技能图书册”构成专业群“技能图书分馆”，若干“技能图书分馆”构成“技能图书馆”。“技能图书馆”具体组成架构如图1所示。“技能图书馆”通过优化整合教育资源要素，构建适合学生开放、自主使用和提高自我专业基本能力的“技能图书”综合体，包括“图书馆”场地、“图书阅览室”、技能“图书”等，与传统图书馆不同，其更加强调整体对技能的自由“阅读”和掌握。

（2）“技能图书馆”的内涵设计。“技能图书馆”构建虚拟信息空间与训练场所物理实体完全映射的数字孪生模型，在“人-机-物-环境”智能交互融合环境中实现其虚拟模型-物理实体的实时双向映射的一种学习训练场所新模式。其本质是构建与图书馆物理实体完全对应的数字化技术、过程与方法，主要包括三个部分：物理实体（图书馆舍、资源与用户等）、数字孪生模型、物理实体与数字孪生模型之间的数据与信息交互通道（含数据与数字孪生体系）。

（3）“技能图书馆”的功能设计。“技能图书馆”针对专业群基本技能培养，运用“数字孪生”、虚拟仿真等信息化教学手段，整合专业群基本技能软硬件实践资源，构建集技术学习、模拟仿真、技能训练和自主考评于一体的综合实践育人载体，参照传统图书馆的运行架构和模式，为学生提供开放式的自主学练环境。

（二）“四位一体”建设

“技能图书”是“技能图书馆”的基本单元，每一本“技能图书”都需要经过知识储备、方针模拟、实操训练和考核评价四个阶段的学习，因此每本“技能图书”均按照“四位一体”——即以学习者为中心，集技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考评于一体进行建设，如图2所示，根据专业群需要进行内容建设，根据专业群规模和需求进行投放和布局。

（1）满足技术学习的需要。配备建设基本技能自学所需的基础教材、数字资源，帮助学生了解基本技能的作用，熟悉基本技能的要点，为下一步投入学习或者更好地训练提供指导。

（2）满足虚拟仿真的需要。配备建设基本技能自我学习所需数字孪生系统、基本实验仿真系统或软件，帮助学生认识技能操作主要环节，使其在开展真正的实操前熟悉操作的要领，为实操打下坚实的基础，节约训练设备，减少训练损耗，缩短训练时间，提升训练

效率。

(3) 满足技能训练的需要。配套建设基本技能自我训练所需要的软硬件设备、工具、耗材和设施等,使学生在真实的实操环境中按照规范流程开展自主训练,直至熟练掌握,为后续自主测评过关提供有力支撑。

(4) 满足自主考评的需要。配套建设基本技能自主考评所需要的自测试题、自主考评的说明指引、自主考评辅助软件系统,能够客观、规范、准确评价学生基本技能掌握的水平,并给出成绩和学分,为学生技术技能积累提供评价依据。

(三)“四位一体”应用

“技能图书”的使用契合“四位一体”的要求,依次开展技能训练前期准备、线上预约模拟训练、线下场所实践训练和过关测验登记成果等四个步骤,如图3所示。

(1) 技能训练前期准备。学生在准备学习某项技能前,首先检索“技能图书”的相关“技能图书”信息,了解需要学习的技能用途,查阅相应“技能图书”目录,了解该“技能图书”的内容、前后衔接关系、学习条件要求等,阅读该技能相关教材、音视频资料,储备相关知识、做好技能训练的前期准备。

(2) 线上预约模拟训练。学生利用网络平台,预约借阅“技能图书”,按照预约时间节点开展相应“技能图书”“阅读”学习,首先需要在网络平台(线上“技能图书”)学习通关,即利用数字孪生系统、实验仿真系统或软件,按照指定的操作步骤,开展技能操作模拟训练,达到预期的操作结果和训练目标。在一定时间内,学生可以反复训练,直到在预期最短的时间准确无误地完成训练任务,即通过系统模拟考核,可以预约下一步的现场实操训练。

(3) 线下场所实践训练。学生根据系统预约时间,到“技能图书”使用“技能图书”,按照操作说明,在老师指引下,在理实一体化环境中按照实操步骤操作设备,完成训练任务,反复训练,掌握相关技能,可以自主预约进行考核。

(4) 过关测验登记成果。学生根据预约情况,在教师指引下,按照测试要求,完成测试任务,系统自主评分或者教师评分,达到合格水平以上者,登记考评成绩,兑换技能学习学分,认定该项技能过关,完成一本“技能图书”的“阅读”。

三、“技能图书馆”建设与成效

学校按照“四位一体”开展“技能图书馆”试点建设,设置学校专项资金,重点打造机电一体化专业群技能图书分馆和电子信息工程技术专业群技能图书分馆。机电一体化技术专业群技能图书分馆目前建设了三个技能馆(技能图书册),分别是电工技能馆、机械制图技能馆和工程训练技能馆。

电工技能馆,以新型电工仿真软件为基础,配置电工技能图书、电子课程资源、常用电工仪器及电气器件,主要进行常用电工工具和仪器仪表使用、常用电路连接、户内配线工程、低压电路安装调试等技能的训练。

机械制图技能馆,以机械图样绘制为核心技能,结合三维数字化设计技术,培养学生准确表达机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的能力。包括可交互硬件平台、电子图书资源、零件三维模型库、在线考核系统等。

工程训练技能馆,以机械工程训练为主要内容,通过钳工技能训

练、车工/铣工技能训练等模块。

电子信息工程技术专业群建设了电子技能馆(技能图书册);主要进行电子元器件检测技能训练、电子技术的基本技能训练、电子元器件焊接、装配与连接技能训练、电子电路图的识图技能训练和表面安装技术(SMT)技能训练等。

“技能图书馆”针对专业群基本技能培养,综合运用“数字孪生”、虚拟仿真等信息化教学手段,优化专业群基本技能软硬件实践资源,构建集技术学习、技能训练和自主考评于一体的综合实践育人载体——“技能图书馆”,创新了实践教学载体,以学生为中心提供菜单式的自主训练环境,提升了专业群基本技术技能培养实效,提升了复合型技术人才培养质量。

“技能图书馆”的建设,建立了职业教育大课堂,把网络系统和现代教育技术有机地结合在一起,实现全天候开放运行。自主菜单式“借阅”、过关考核、兑换学分,推动课堂翻转,促进了教学资源的互动化、共享化和多媒体化,有助于学生进行自主学习、个性化学习、创造性学习,构建终身学习体系,满足学生技能提升需求。

2020年以来,学校先后将“技能图书馆”建设纳入年度重点建设任务,作为学校重大教育教学改革项目立项研究,投入专项资金500余万元、配套场地700平米,在两个专业群开展“技能图书馆”试点,建设“技能图书”80余套,纳入人才培养环节开展技能过关测评,受益学生6000余人,受到师生和校内外专家一致好评,项目入选河南省重点教改课题,学生在职业技能大赛以及创新创业大赛中成绩取得新提升。

参考文献

- [1] 湖南省教育厅. 湖南省职业院校示范性专业群建设方案(湘教通[2014]176)[EB/OL]. http://jyt.hunan.gov.cn/sjyt/xxgk/tzgg/201701/t20170121_3951904.html.
- [2] 高职院校专业群课程体系构建的研究[J]. 中国职业技术教育, 2015, (02), 86.
- [3] 高职院校专业群建设与课程建设探索与实践[J]. 北京财贸职业学院学报, 2012, (05), 43.

作者简介:

贾庆成(1965-),男,河南南阳人,河南工业职业技术学院副教授,教授,主要研究方向为现代职业教育、汉语言文学教学与研究等。

席东河(1980-),男,河南南阳人,硕士研究生,河南工业职业技术学院创新创业学院院长,副教授,主要研究方向为电子技术及自动化、教学管理。

郭威(1991-),男,河南南阳人,河南工业职业技术学院教务处副处长,副教授,主要研究方向为机械工程、职业教育等。

陆剑(1980-),男,湖北黄石人,河南工业职业技术学院自动化工程学院副院长,副教授,主要研究方向为自动化工程技术、职业教育。

基金项目:

河南省高等教育改革研究与实践项目重点课题《基于专业群基本技能的菜单式、多功能“技能图书馆”建设研究与实践》(项目编号2021SJGLX682)

河南工业职业技术学院2021年度校级教育教学改革研究项目《职业技能图书馆建设创新与实践》(项目编号202108)

3. “技能图书馆”：集技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考评于一体

河南工业职业技术学院“技能图书馆”：集技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考评于一体

河南教育信息化 2022-08-31 16:54 发表于河南

收录于合集

#虚拟仿真

9个 >

信息化

河南工业职业技术学院机电一体化技术专业群以学习者为中心，整合、优化基本技能训练资源，借鉴图书馆管理运行模式，构建集**技术学习、虚拟仿真、技能训练和自主考评**于一体的菜单式、多功能“技能图书馆”，满足教学、自学、研创和培训的需求，培养技能与素养兼备的高水平人才。

1

搭建“技能图书馆”，提升学生专业基本技能

“技能图书馆”提供菜单式的自主训练环境，形成浓厚的技能学习训练氛围，更有利于培养学生的自主学习能力、动手能力和创新能力。

机电一体化技术专业群技能图书馆包含四个技能馆：电工技能馆、电子技能馆、机械制图技能馆和工程训练技能馆。

电工技能馆：以**新型电工仿真软件**为基础，配置电工技能图书、电子课程资源、常用电工仪器及电气器件。主要进行常用电工工具和仪器仪表使用、常用电路连接、户内配线工程、低压电路安装调试等技能的训练。

机械制图技能馆：以机械图样绘制为核心技能，结合**三维数字化设计技术**，培养学生准确表达机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的能力。包括可交互硬件平台、电子图书资源、零件三维模型库、在线考核系统等。

电子技能馆：主要进行**电子元器件检测技能训练**、电子技术的基本技能训练、电子元器件焊接、装配与连接技能训练、电子电路图的读图技能训练和表面安装技术(SMT)技能训练

工程训练技能馆：以**机械工程训练**为主要内容，通过钳工技能训练、车工/铣工技能训练等模块。

2

创新实践教学载体，提升专业群基本技术技能培养质量

以“技能图书馆”为载体，提供菜单式的自主训练环境，提升复合型技术技能人才培养质量。针对专业群基本技能培养，综合运用“**数字孪生**”、**虚拟仿真等信息化教学手段**，构建专业群基本技能软硬件实践资源，构建集技术学习、技能训练和自主考评于一体的综合实践育人载体——“技能图书馆”。

3

建立职业教育大课堂，满足学生个性化学习需求

“技能图书馆”把**网络系统和现代教育技术**有机地结合在一起，实现全天候开放运行、自主菜单式“借阅”、过关考核、兑换学分，推动课堂翻转。促进教学资源的互动化、共享化和多媒体化，有助于学生进行自主学习、个性化学习、创造性学习，构建终身学习体系。

(来源：河南省教育厅)

END

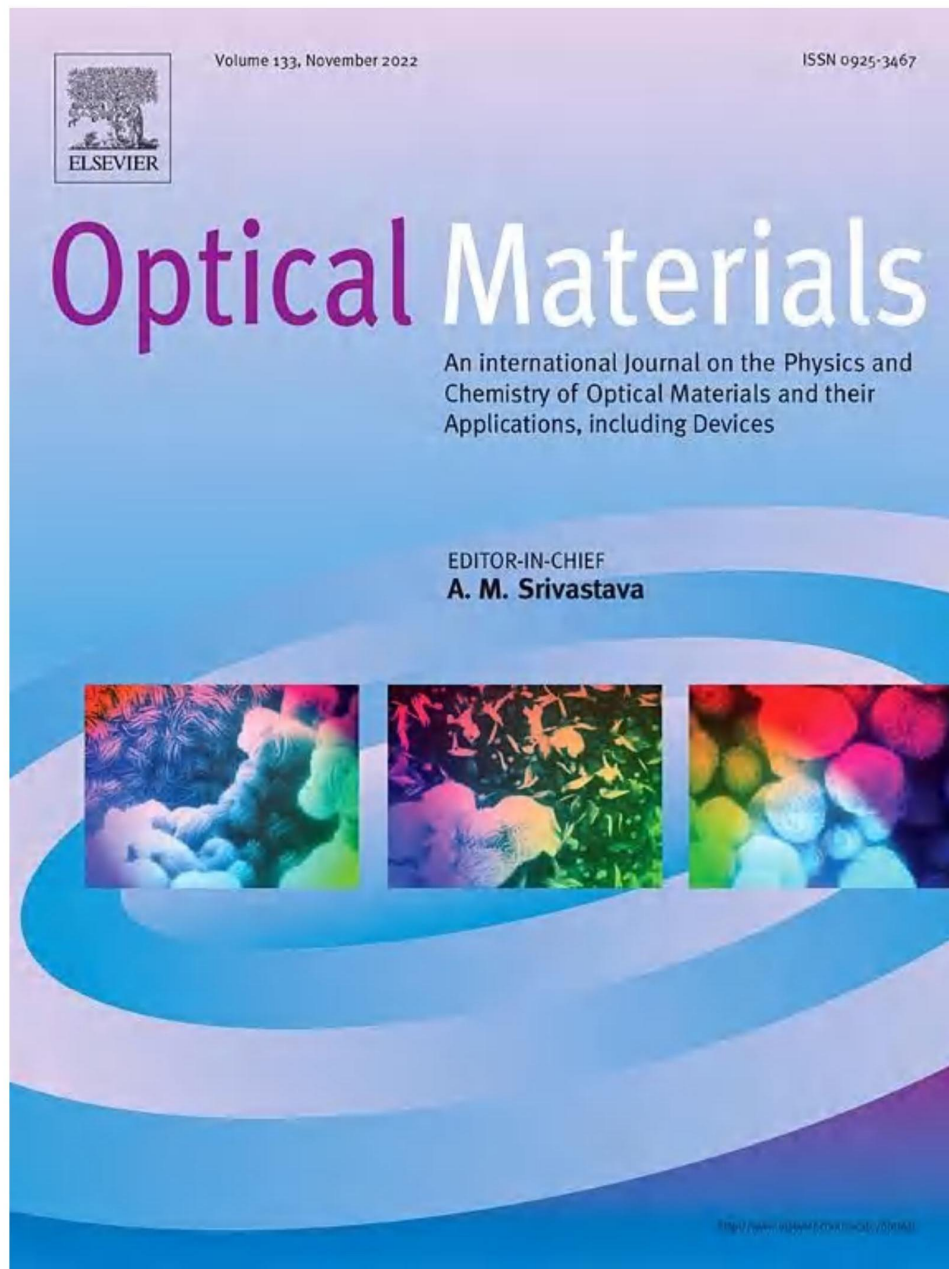
投稿邮箱：editor@ha.edu.cn。在《河南教育信息化》电子期刊发表的文章，可参评我省教育信息化优秀成果奖论文类成果（详情请查看《河南省教育厅办公室 关于开展2022年度河南省教育信息化优秀成果奖申报工作的通知》）。

声明

本微信转载文章出于非商业性的教育和科研目的，并不意味着赞同其观点或证实其内容的真实性。如转载稿涉及版权等问题，请立即联系我们，我们会予以更改或删除相关文章，保证您的权利。



4. Active modulation of a metasurface emitter based on phase-change



Actions for 1 selected article Select all / Deselect all  Download PDF  Export citation  Show all article previews Contents Regular Articles Short Communications Review Article Special Section: Special Issue on "Advanced Materials for Optics, Photonics, and energy applications: Recent developments and advances"	Article preview  ☐ Research article • Abstract only The studies of synthesis, structure and color of Nd_2MoO_6 Shuang Liu, Su Zhang, Xiaodong Li, Shan Wang, ... Chengyu Li Article 112921 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Effect of substrate temperature on the properties of spray deposited Ga_2O_3 thin films, for solar blind UV detector applications Rakhy Raphael, Sebin Devasia, Sadasivan Shaji, E.J. Anila Article 112915 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Crystal growth and optical spectroscopic properties of $\text{Ce}^{3+}/\text{Dy}^{3+}$ co-doped CaYAlO_4 crystal for yellow laser emission Haichao Lan, Pascal Loiseau, Gérard Aka Article 112899 Article preview   ☒ Research article • Abstract only Active modulation of a metasurface emitter based on phase-change material GST arrays Xing Pengkang, Wu Qing Article 112842 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Ag-doped ZnO hydrogen sensor grown by the USP method Hibal Kübra Sağlam, Sevil Sanat, Demet Iskenderoğlu, Harun Güney, Mehmet Ertuğrul Article 112903 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Drude-Lorentz oscillators' effect on the optical response of a vanadium dioxide semiconductor Abderrahim Ben Chaib, Mohammed Zouini, Ahmed Tahiri Article 112895 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Effect of pressure on electrical and optical properties of metal doped TiO_2 Shashi Pandey, Alok Shukla, Anurag Tripathi Article 112875 Article preview  ☐ Research article • Abstract only Adaption of MAPbI_3 perovskite with copper phthalocyanine inorganic hole transport layer via nitrosonium tetrafluoroborate additive to enhance performance and stability of perovskite solar cells Mustafa K.A. Mohammed, Raed Khalid Al-Azzawi, Hadi Hassan Jasim, Safa H. Mohammed, ... Majid S. Jabir Article 112901 Article preview  
---	--



Research Article

Active modulation of a metasurface emitter based on phase-change material GST arrays

Xing Pengkang^{a,b,*}, Wu Qing^a^a Henan Polytechnic Institute, College of Electronic Information Engineering, Nanyang, Henan, 473000, China^b Henan Industrial Internet of Things Application Engineering Technology Research, Nanyang, Henan, 473000, China

ARTICLE INFO

Keywords:
Metamaterial
Metasurface
Emission

ABSTRACT

Tunable thermal emitters have attracted much attention due to their applications in communications, sensing, and control system. To date, the emission performance of many reported thermal emitters require continuous external energy for the purpose of continuous modulation. Here, a $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) array-based metasurface thermal emitter is proposed and measured. The maximum emissivity (crystalline) is 95.3%, while the minimum emission (amorphous) amplitude is 15.1%. Based on the phase transition states (amorphous and crystalline) of the GST array, the emission amplitude and resonance wavelength of this metasurface thermal emitter are clearly switchable. Moreover, the thickness of the GST arrays is set to be 1.5 μm , 2.0 μm , and 2.5 μm , which results in the emissivity peak shifting to longer resonant wavelengths. The thermal emitter reveals continuous tunability, broad wavelength selectivity, and switchability.

1. Introduction

Over the past twenty years, electromagnetic (EM) metasurfaces/metamaterials have attracted great attention based on the rich resonance properties in a wide range of fields [1–6]. Such devices based on EM metasurfaces/metamaterials show a series of interesting applications, for example, absorbers, surface plasmon manipulations, and wavefront controllers [7–10]. The application of EM metasurfaces/metamaterials to communications and thermal emitters is an interesting field [11–15]. This is because thermal emission is an inherent property of materials whose temperature is above absolute zero [16,17]. The inherent thermal emission properties of natural materials are usually shown as wide band, non-convertible, and non-modulated. Unfortunately, most applications involving thermal emission require tunable properties, such as thermophotovoltaics, infrared camouflage, and heat management [18–21]. The frequency selectivity is also an interesting property of the thermal emitters [22–26]. Currently, many strategies for actively modulating metamaterials or metasurfaces are proposed and verified [27–31]. However, the tunable thermal emission performance has not been achieved. With the deepening of research and the development of processing technology, many interesting strategies have been proposed and verified to control the thermal emissivity. For example, materials with thermal expansion properties are used in EM

metasurfaces/metamaterials thermal emitters (such as SiNx) [32]. By changing the ambient temperature, the volume of the thermally expanding material can be controlled, thereby adjusting the vertical distance of the metal resonators in the unit structure, and realizing the tunability of the thermal emission properties.

Another interesting tunable strategy is the application of electrically modulated materials to develop EM metamaterial/metamaterial thermal emitters, such as graphene, Dirac semimetal, and quantum wells. By setting a suitable external electrical signal stimulus, the carrier transport properties inside the voltage-sensitive material can be effectively changed, so that the thermal emission performance can be tailored statically or dynamically [33]. Brar VW et al. reported a thermal emitter (made of graphene/ SiNx /Au nanoresonators) in the narrow-band mid-infrared range. The charge density and thermal emission properties of graphene are controlled by setting the voltage of the electrostatic gate [34]. The fast response of thermal emission resonance behaviors are revealed by this strategy of adopting external voltage modulation. However, the disadvantage of this method is that the external power should be maintained continuously. Once the external power is fails, the thermal emission properties can't be stable. Further, the design and development of tunable thermal emitters using phase-change materials has attracted the attention of researchers. Phase change materials have a remarkable property that their optical properties vary depending on the

* Corresponding author. Henan Polytechnic Institute, College of Electronic Information Engineering, Nanyang, Henan, 473000, China.
E-mail address: tjxrxv@163.com (X. Pengkang).

<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2022.112832>

Received 11 May 2022; Received in revised form 28 July 2022; Accepted 30 July 2022

Available online 30 August 2022

0925-3467/© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

morphology. For example, vanadium dioxide (VO_2) exhibits an insulator-to-metal resonance in different temperature environments and is a typical phase change material [35]. When the ambient temperature is lower than 68°C , the conductivity of VO_2 is effectively suppressed, while the temperature is higher than 68°C , obvious metal conductivity is achieved by VO_2 . Therefore, by setting an appropriate ambient temperature, temperature-controlled modulation performances can be effectively achieved by the VO_2 -based thermal emitters. However, similar to electrically modulated materials, the metallic phase of VO_2 needs to continuously consume external energy, otherwise, the temperature conditions required by the metallic phase can't be maintained to excite the metal-to-insulator phase transition [36]. It can be seen from the above discussion the currently verified thermal emitters need to continuously consume external energy to achieve tunable thermal emission performance. Therefore, we need to design and validate an energy-efficient solution to maintain the resonant emissivity of thermal emitters with zero static power consumption in ambient temperature environments. According to such design principles, phase-change materials that can maintain their own phase-change morphology at room temperature without continuously consuming external energy have become a key factor in the development of tunable thermal emitters.

$\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST) is a material that can maintain its phase transition state without continuous external energy consumption. GST has obvious amorphous and crystalline states, and at the same time, many intermediate states can be realized between these two states (the ratio of crystalline and amorphous components is determined according to the annealing time and annealing temperature). Due to the rich resonances and switchable properties of GST, it has been widely used in many fields, such as, optical storage, absorbers, memory, and color devices [37–40].

In this paper, a GST array-based metasurface thermal emitter is designed and validated. The thermal transmitter reveals continuous tunability, frequency selectivity, and switchability. Low thermal emission peak (95.3%) and high emission amplitude (15.1%) are obtained under the amorphous and crystalline conditions, respectively, enabling switchable thermal emission behaviors. The thickness of the GST array is varied during sample preparation to effectively shift the emission peak, revealing the wavelength selectivity. Moreover, this emission window is stable even if the external energy is disabled at room temperature. Metasurface thermal emitters based on phase change materials GST have received extensive attention from researchers. For example, under the amorphous and crystalline states, the reported GST array-based metasurfaces reveals single-mode and multi-mode emission properties [37,38]. Moreover, the emission amplitude and resonance wavelength can be controlled by changing the crystallinity, which is similar to the resonance behaviors exhibited by the proposed metasurface in this paper. It should be indicated that, by setting the appropriate annealing temperature and annealing time, the emission window of the proposed metasurface thermal emitter is switched with the "ON" and "OFF" states (emission peak into emission valley), which is different with the reported works [37,38]. Regrettably, even though the thermal emission peak can be effectively shifted by changing the crystallinity, due to the excitation of multiple resonance modes, multiple thermal emission peaks and valleys appear simultaneously "ON" and "OFF" under the same crystallinity condition, which leads to an increase in the difficulty of processing metasurface thermal emission signals. Individual and controllable the "ON" and "OFF" states of the emission windows is difficult for many reported thermal emitters. For the proposed metasurface thermal emitter, due to the nature of the single resonance mode, the single emission window can be switched with the "ON" and "OFF" states individual and controllable by changing the annealing temperature. More importantly, the proposed metasurface shows a single resonant mode, which is suitable for sensing applications. Single resonance mode has the advantages of simple signal processing, strong anti-jamming ability, no need to analyze the complex signal formed by multi-mode change, and no signal loss caused by multi-mode covering each other. Once the phase transformation morphology is obtained

under suitable annealing temperature and annealing time conditions, the GST layer can maintain its own morphology for several years at room temperature without continuous external energy consumption. Finally, the surface resistive loss of GST arrays is an important factor leading to the thermal emission behavior, which has rarely attracted the attention of researchers. The resistive loss intensity on the surface of the GST array is directly related to the thermal emission amplitude under different temperature conditions. Therefore, it is feasible to develop tunable EM metamaterials/metamaterial thermal emitters using GST.

2. Structural design, sample preparation, and simulation

2.1. Structural design

The structural design of the metasurface is shown in Fig. 1. The structural unit consists of five layers of materials: the metal layer, the BK7 layer, the ZnS layer, the SU-8 layer, and the GST array. Among them, the metal layer works as a heat reflector and eliminates the transmission of electromagnetic waves, while the GST array works as the main thermal resonator for absorbing and emitting electromagnetic wave energy. These dielectric layers serve two roles: (a), as a support material for the structural unit, isolating the GST array from the underlying metal layer. (b), these dielectric layers have little energy loss for electromagnetic waves in the operating wavelength range. These three dielectric layers can be combined according to a certain thickness to form a low-loss buffer layer, which can ensure that most of the energy is absorbed by the GST array or reflected by the underlying metal layer. The lattice constant of the structural unit is $P = 10.0\mu\text{m}$, and the thickness of the material is: $h_1 = 1.5\mu\text{m}$, $h_2 = 3.0\mu\text{m}$, $h_3 = 5.0\mu\text{m}$, $h_4 = 5.0\mu\text{m}$, and $h_5 = 2.5\mu\text{m}$, respectively. The diameter of the GST disk array is $d = 3.8\mu\text{m}$. Moreover, HFSS is used for simulation and equivalent medium theory is used for theoretical calculation.

2.2. Sample preparation

The preparation and measurement of this metamaterial sample are as follows:

- (1) Select a 2 mm thick glass piece as a temporary substrate, and use acetone and ultrapure water to clean the glass piece to ensure no impurities. This glass piece is dried by a hot plate (C-MAG HP10, 4 min). Fix the temporary substrate in the center of the spinner and spin-coat a layer of SU-8 on the temporary substrate (MSC-400Bz-6 N, spin time should be 5 min, the spin speed should be 2000 rpm). The SU-8 layer is cured by slowly heating the temporary substrate using a hot plate. (2) Use a coating machine to cover a metal layer on the surface of the SU-8 layer (ZZL-U400C, working pressure should be $55\text{e}^{-10}(\text{atm})$, warm-up time should be 40 min, at a rate $2.1\text{ \AA s}^{-1}$, vacuuming time should be 4.5 h). Soak the semi-finished product in acetone to remove the SU-8 layer, and cured by a hot plate (C-MAG HP10, 4 min). (3) Similarly, the BK7 layer, the ZnS layer, and the GST layer are alternately deposited using the same coating machine (ZZL-U400C, working pressure should be $55\text{e}^{-10}(\text{atm})$, warm-up time should be 45 min, at a rate $2.4\text{ \AA s}^{-1}$, vacuuming time should be 4.5 h). (4) The semi-finished product is cleaned with ultrapure water and dried with the hot plate. (5) Using an etching machine to define the disk array on the GST layer (CABL-9000C). (6) The SEM pattern of the metamaterial sample is shown in Fig. 1(c), the using device is JSM-7610F. (7) The absorption properties of the metamaterial samples are measured by Bruker Optics Equinox, the transmitting port is 10 cm away from the sample and the receiving port is 8 cm away from the sample. (8) The thermal emission properties of this metamaterial are measured by Bruker Vertex 70 FTIR, the receiving port is 5 cm away from the sample.

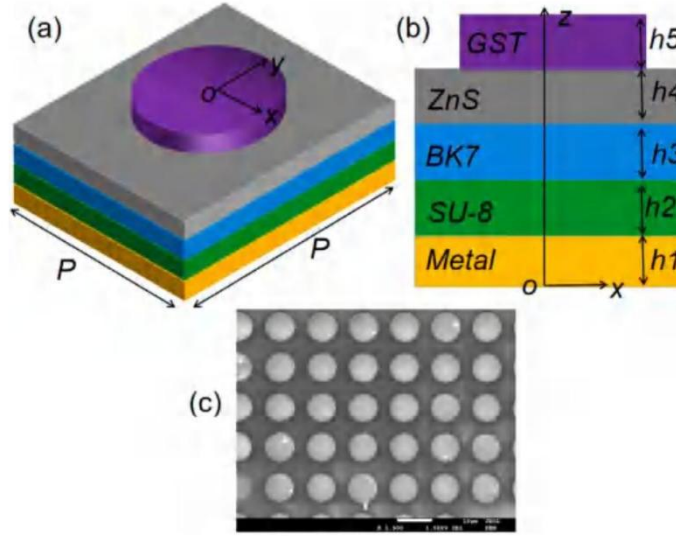


Fig. 1. (a) The three-dimensional structure of this metasurface heat emitter. (b) The cross section of the structural unit. (c) SEM images of metasurface samples.

(9) The metamaterial sample is cleaned with ultrasonic waves (VGT-QTD).

2.3. Simulation

In the simulation, the metal layers are defined using the *Drude* model [41]:

$$\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 - i\omega\gamma_D} \quad (1)$$

In this theoretical model, the collision frequency is defined as $\gamma_D = 9 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$, and the plasma frequency is defined as $\omega_p = 1.37 \times 10^{16} \text{ s}^{-1}$. The refractive indices of the dielectric layers BK7 and ZnS are defined as [42]:

$$n_{BK7} = \sqrt{1 + \frac{1.04f^2}{f^2 - 0.06} + \frac{0.23f^2}{f^2 - 0.02} + \frac{1.01f^2}{f^2 - 103.56}} \quad (2)$$

$$n_{ZnS} = \sqrt{8.393 + \frac{0.14383}{f^2 - 0.2421} + \frac{4430.99}{f^2 - 36.71^2}} \quad (3)$$

here, the f is the calculating frequency point. Meanwhile, the resonance properties of GST arrays are mainly defined by the MIE theoretical model [38]:

$$Q_{scat} = \frac{2}{k^2 R^2} \sum_{n=1}^{\infty} (2n+1) [|a_n|^2 + |b_n|^2] \quad (4)$$

$$D_m(nkR) = \psi'(nkR) / \psi(nkR) \quad (5)$$

Among them, the electromagnetic resonance properties (a_m and b_m) of GST arrays are defined as:

$$a_m = \frac{[D_m(nkR)/n + m/kR]\psi_m(kR) - \psi_{m-1}(kR)}{[nD_m(nkR)/n + m/kR]\xi_m(kR) - \xi_{m-1}(kR)} \quad (6)$$

$$b_m = \frac{[nD_m(nkR)/n + m/kR]\psi_m(kR) - \psi_{m-1}(kR)}{[nD_m(nkR)/n + m/kR]\xi_m(kR) - \xi_{m-1}(kR)} \quad (7)$$

here, Q_{scat} should be set to be the ratio between the geometrical cross-section of the array and the scattering cross section. $k = 2\pi/\lambda$ should be set to be the wave number with the incident wavelength. n should be set to be the refractive index of the proposed GST array. $\psi(kR)$ should be set to be the first Riccati-Bessel functions, and the $\xi_m(kR)$ should be set to be the second Riccati-Bessel functions. Moreover, the total scattering of the proposed GST array should be calculated based on the multipole contributions by the quadupole order.

3. Results and discussion

It is well known that the thermal emission properties of materials are directly related to the energy absorption properties of electromagnetic waves. Therefore, the absorbance of this metasurface sample is measured with Bruker Optics Equinox (because the metal layer of the sample is much larger than the penetration depth of electromagnetic waves, the transmittance can be ignored), as shown in Fig. 2. When the GST array is in a crystalline state (100% crystalline), the metasurface sample achieves a distinct absorption peak at resonance wavelength $12.56 \mu\text{m}$ with an amplitude of 99.2%. And when GST is in the amorphous state, the amplitude of the absorption peak is 23.7% (resonance wavelength is $6.82 \mu\text{m}$). The measurements show that under the crystalline condition, most of the energy of the electromagnetic wave is absorbed and lost by this metasurface sample at wavelength $12.56 \mu\text{m}$. These dissipated energies imply strong resonant emission based on the Kirchhoff's law of thermal radiation.

The thermal emission properties of the metasurface based on the phase transformation states of GST array (crystalline and amorphous) are shown in Fig. 3 and Fig. 4. During the initial measurement phase, the metamaterial sample is not heated and the GST array is under an amorphous state. Due to its small refractive index and dielectric constant, the GST array is transparent to electromagnetic waves with very little energy loss. Meanwhile, the energy loss of the BK7 layer, SU-8

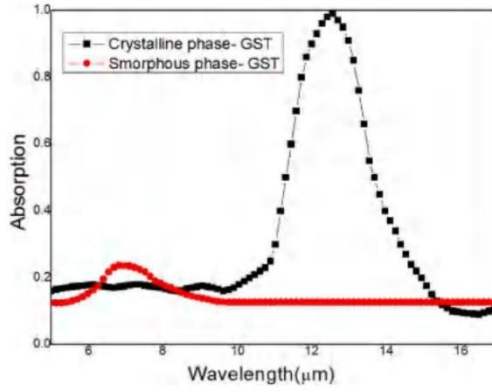


Fig. 2. Black curve : measured absorption spectra of the metasurface samples in crystalline state. Red curve : Measured absorption spectra of the metasurface samples in amorphous state.

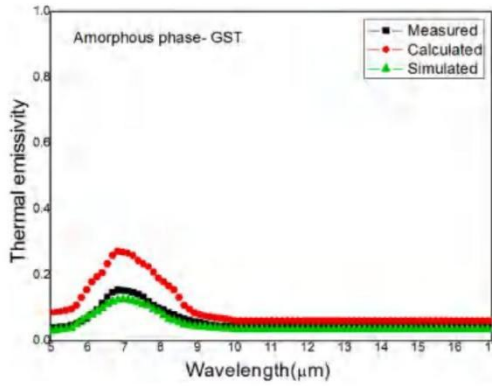


Fig. 3. The emissivity at amorphous state: The measured emissivity, black curve. The calculated emissivity, red curve. The simulated emissivity, green curve.

layer, and ZnS layer to electromagnetic wave is also very small. Therefore, most of the energy of the electromagnetic wave is reflected by the metal layer. The measured absorption of the metasurface sample to electromagnetic waves is inhibited and a very weak absorption peak is achieved, as shown in the red curve in Fig. 2. Fig. 3 shows the measurement, simulation and theoretical calculation results with the GST array in the amorphous condition. The amplitudes of the emissivity are: 15.1%, 27.3%, and 12.5%, respectively, while the resonance wavelengths are all around 6.91 μm .

The crystalline state of the GST array is obtained by heating the metasurface sample. After cooling of the sample, the measured emissivity is shown as the black curve in Fig. 4. The measured emission amplitude 95.3%, the resonance wavelength is 12.66 μm , seen in the black curve in Fig. 4. The simulation and calculation results are also shown in Fig. 4. The total quality factor Q in Fig. 4 can be defined as follows:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} \quad (8)$$

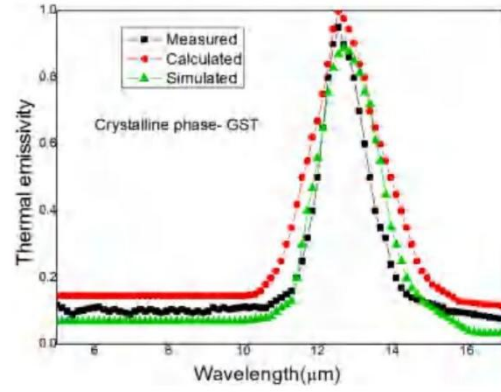


Fig. 4. The emissivity at crystalline state: The measured emissivity, black curve. The calculated emissivity, red curve. The simulated emissivity, green curve.

here, the Δf is defined as the full width at half maximum (FWHM), and the f_0 is defined as the resonance frequency. In Fig. 4, the measured quality factor Q reaches about 7.9. The calculation results of the quality factor show that the metasurface thermal emitter has the potential for sensing.

Comparing the measurement results in Figs. 3 and 4, it can be seen that based on the phase transition characteristics of the GST array, the emission properties of the metasurface sample can be switched between high emissivity and low emissivity, and the modulation depth reaches 80.2%. Therefore, the metasurface has applications in thermal control or communication switch.

To further reveal the emission resonance behaviors of this metasurface sample, the resistive loss intensity distributions under two phase transition morphology are simulated, as shown in Fig. 5. Under the amorphous condition, the simulated resistive loss intensity of the GST array is suppressed, as shown in Fig. 5(a). Moreover, when the electromagnetic wave penetrates the GST array, the electric field strength is weakened, as shown in Fig. 6(b). Most of the energy of the electromagnetic wave is emitted by the metal layer. The energy loss on the surface of the metal layer is also suppressed, which results in the corresponding induced electric field strength on the surface of the metal layer weaken, as shown in Fig. 6(d). This indicates that most of the energy of the electromagnetic wave penetrates the GST array, thereby weakening the energy absorption and emission behaviors. On the contrary, when the GST array is in the crystalline state, the simulated resistive loss is greatly enhanced, and the electric field strength of the GST array is enhanced, as shown in Fig. 6(a). The measured absorption and emission of electromagnetic wave energy are enhanced, as shown in Fig. 5(b), which excites the emission peak in Fig. 4.

According to the simulated resistance loss distributions in Fig. 5, the emission performance of the metasurface sample is based on the loss of electromagnetic wave energy by GST array. Therefore, it is necessary to reveal the influence of the thickness of GST array on the emission performance of the metasurface sample. In sample preparation, the thickness of GST array is set to be 1.5 μm , 2.0 μm , and 2.5 μm respectively, and the corresponding thermal emission measurement results are shown in Fig. 7 and Fig. 8. Under the amorphous state, the measured thermal emission peaks are 15.1%, 17.6%, and 19.3%, respectively, while the resonance wavelengths are 6.91 μm , 7.35 μm , and 7.52 μm , respectively, as shown in Fig. 7. The measurement results show that the thickness of the GST array has a weak effect on the emission properties of the metasurface samples before the phase transition occurs. This is because the

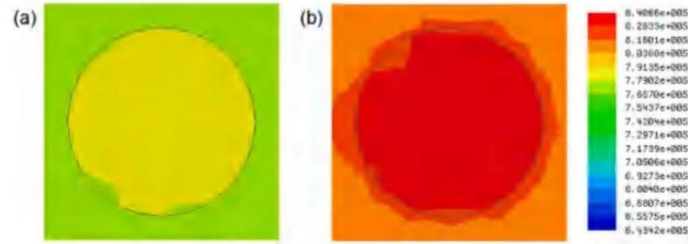


Fig. 5. (a) The simulated resistive losses of GST arrays in amorphous conditions, $z = h1+h2+h3+h4$. (b) The simulated resistive losses of GST arrays in crystalline conditions, $z = h1+h2+h3+h4$.

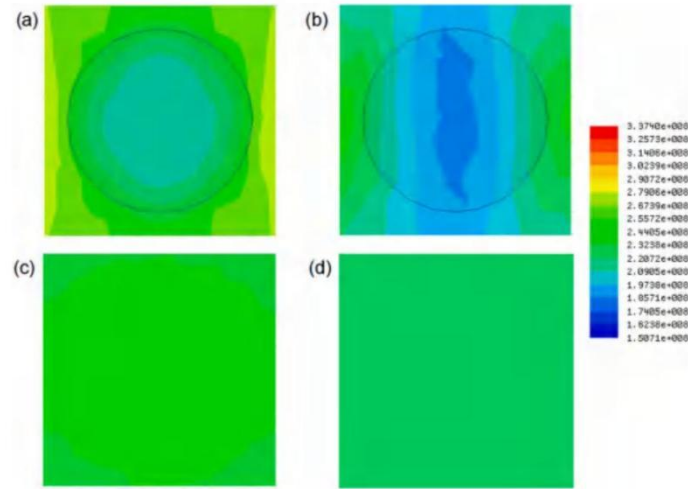


Fig. 6. (a) The simulated electric field strength distribution of the GST array under crystalline conditions, $z = h1+h2+h3+h4$. (b) The simulated electric field strength distribution of the GST array under amorphous conditions, $z = h1+h2+h3+h4$. (c) The simulated electric field strength distribution of the metal layer under crystalline conditions, $z = h1$. (d) The simulated electric field strength distribution of the metal layer under amorphous conditions, $z = h1$.

emission peak is mainly derived from the reflection of electromagnetic wave energy on the surface of the metal layer, as shown in Figs. 5(a) and Fig. 6(b, d).

When the metasurface emitter samples are heated to the fully crystalline state with different thicknesses, the amplitudes of the thermal emission peaks are 95.3%, 96.7%, and 99.2%, and the resonance wavelengths are 12.66 μm , 14.52 μm , and 16.23 μm , respectively, as shown in Fig. 8. Under crystalline conditions, this metasurface sample exhibits a clear sensitivity to the thickness of the GST array. This is because the emission peak is mainly derived from the resistive loss and thermal emission of the electromagnetic wave energy of the GST array, as shown in Figs. 5(b) and Fig. 6(a, c). The absorption loss and emissivity of electromagnetic energy are enhanced by the GST array. Under different thickness conditions, the modulation depth of the emission amplitude is 80.2%, 79.1%, and 79.9%, respectively, as shown in Figs. 7 and 8.

Based on the good phase transition stability, the phase transition morphology of the GST array can be maintained at room temperature for a long time, even if the external energy source is disabled. Meanwhile, between the crystalline and amorphous states, a large number of intermediate states can be achieved by the GST arrays. These intermediate

states contain corresponding proportions of crystalline and amorphous components. Therefore, by changing the phase transition temperature point and annealing time, all phase transition morphology of the GST array can be efficiently modulated, resulting in the continuously tunable properties of this metasurface sample. In detailed experiments, the thermal emission properties of this metasurface sample are measured under different phase transition temperature conditions, as shown in Fig. 9. When the phase transition temperature reaches 100 $^{\circ}\text{C}$, a weak thermal emission peak (with a resonance wavelength of 6.91 μm) is obtained, as shown in Fig. 9 (black curve) and Fig. 3. Due to the amorphous state of the GST array, the energy of the electromagnetic waves is partially reflected by the metal layer of the metasurface sample. When the phase transition temperature increases gradually, such as 140 $^{\circ}\text{C}$, 145 $^{\circ}\text{C}$, 150 $^{\circ}\text{C}$, and 155 $^{\circ}\text{C}$. The measured thermal emission peaks are 28.5%, 47.3%, 66.7%, and 85.4%, respectively, while the corresponding resonance wavelengths are 8.36 μm , 10.04 μm , 11.3 μm , and 11.86 μm , respectively, as shown in Fig. 9. When the phase transition temperature reaches 160 $^{\circ}\text{C}$, the GST array reaches a fully crystalline state, and a strong thermal emission peak (at resonance wavelength 12.66 μm) is obtained, as shown in Fig. 9 (purple curve) and Fig. 4. The continuous tunability of this metasurface sample is verified as shown in

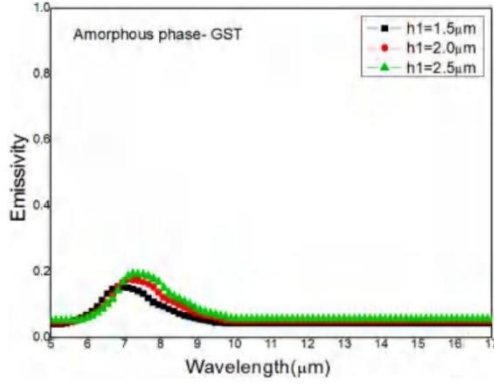


Fig. 7. The measured emissivity (amorphous state) of the metasurface emitter samples under different thicknesses of GST arrays.

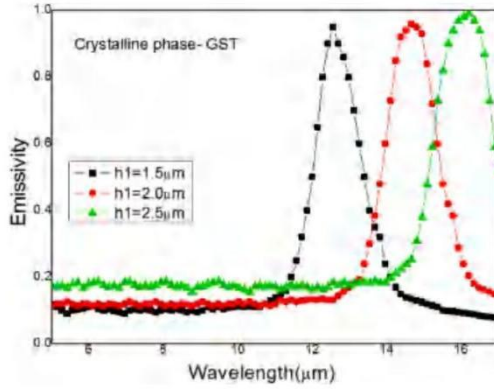


Fig. 8. The measured emissivity (crystalline state) of the metasurface emitter samples under different thicknesses of GST arrays.

Fig. 9. Fig. 10 shows the statistical results of the tunability of the thermal emission properties. When the measured temperature is between 140 °C and 160 °C, the resonance wavelength and phase transition temperature of the metasurface sample show an approximately linear change trend.

The switchability and continuous tunability of this metasurface sample are important properties for developing corresponding communication devices. The crystallinity of GST arrays is related to annealing temperature and annealing time. Therefore, the dielectric constant depends on the crystallinity of the GST array. When the GST array achieves a definite crystalline states, the dielectric constant is derived from the crystalline and amorphous components. According to the effective medium theory, the dielectric constant (Based on crystalline or amorphous state) of a GST array can be define by the *Lorentz-Lorenz* relation, as follows [43,44]:

$$\frac{\epsilon(\lambda, C) - 1}{\epsilon(\lambda, C) + 2} = C \times \frac{\epsilon_C(\lambda) - 1}{\epsilon_C(\lambda) + 2} + (1 - C) \times \frac{\epsilon_a(\lambda) - 1}{\epsilon_a(\lambda) + 2} \quad (9)$$

In equation (9), the dielectric constants of GST arrays in amorphous and crystalline states are: ϵ_a and ϵ_C . Permeability and refractive index can be defined as:

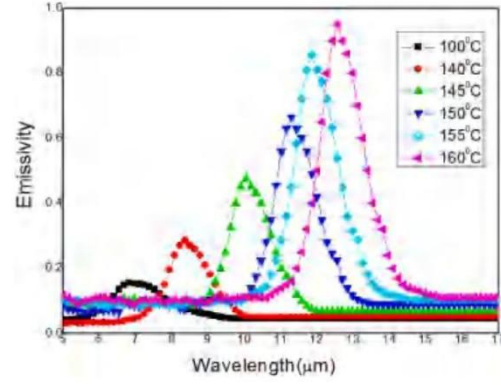


Fig. 9. The measured emission spectrum of the sample with different annealing temperature.

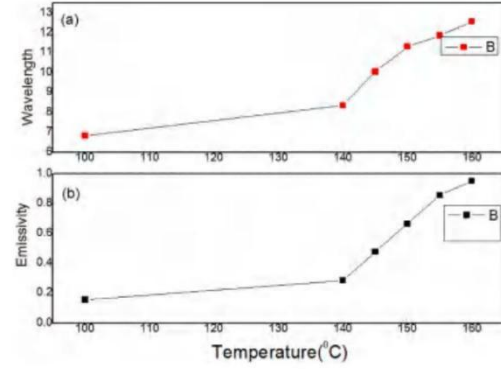


Fig. 10. Statistical results of the resonance properties of the metasurface samples at different annealing temperatures. (a) Resonance wavelength. (b) Emission amplitude.

$$\mu(\lambda) = \mu_0 \left(1 - \sum_i \frac{F_i \lambda_{ei}^2}{\lambda^2 - \lambda_{mi}^2 - j\gamma_i \lambda_{mi}} \right) \quad (10)$$

$$n(\lambda) = \sqrt{\mu_{eff}(\lambda) \cdot \epsilon_{eff}(\lambda)} \quad (11)$$

According to the equivalent medium theory, the resonance wavelength is revealed as follows:

$$\lambda = \frac{m - \Psi/\pi}{2\text{Re}(n_{eff}) \cdot d} \quad (12)$$

here, λ is the resonance wavelength, n_{eff} is the refractive index, λ_e is the wavelength associated with the resonance, μ_0 is the permeability of vacuum, F is the filling factors. According to the above equation, the theoretical calculation refractive index of GST array under different crystalline conditions (100 °C, 140 °C, 145 °C, 150 °C, 155 °C, and 160 °C) is shown in Fig. 11. The theoretical resonance wavelengths are: 6.48 μm, 8.15 μm, 9.67 μm, 11.24 μm, 11.78 μm, and 12.58 μm. According to equation (9), the dielectric constant of the GST array is enhanced with the increase of crystallinity. According to equation (10), the refractive

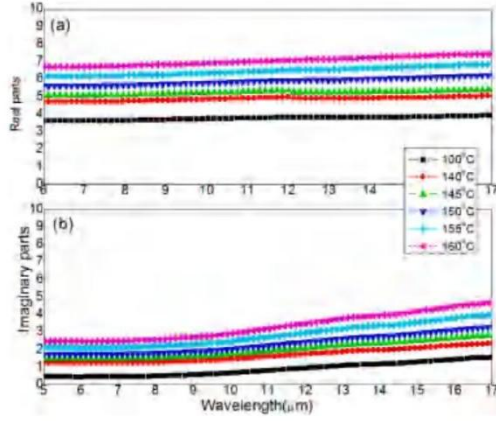


Fig. 11. The theoretical calculated refractive index of GST array at different temperatures. (a) Real part. (b) Imaginary part.

index is enhanced simultaneously. The real and imaginary parts of the refractive index are enhanced with the annealing temperature increasing, as shown in Fig. 11, which leads to the emission peak shift to longer wavelengths. Moreover, the huge imaginary part results in the enhancement of the loss and emission of electromagnetic wave energy by the GST array. It should be pointed out that both the real and imaginary parts of the refractive index of the GST array is increased slowly in the intermediate state.

On the other hand, the simulated resistive losses of GST arrays under different crystalline state conditions are simulated, as shown in Fig. 12. The strength of the simulated resistive loss directly determines the emission amplitude of this metasurface sample. At the same time, the amplitude of the simulated resistive loss is related to the dielectric constant and the strength of the electric field distributions. According to the equivalent medium theory, it can be known that:

$$Q_R = \pi c \epsilon_0 \epsilon''(\lambda) |E|^2 / \lambda \quad (13)$$

It is clear that the simulated resistive loss and the thermal emissivity amplitude of the GST array are enhanced due to the increase in the crystallinity. Under the amorphous condition, the energy of the electromagnetic wave is partially emitted by the metal layer, and only a part of the energy is absorbed and emitted by the GST array due to the resistive loss, as shown in Fig. 12(a). When the crystallinity of the GST array is gradually increased, according to equations 9 and 11, dielectric constant and refractive index are increased with temperature, as shown in Fig. 11, which strengthens the absorption and emission of electromagnetic wave energy by the GST array. According to equation (13), the simulated resistive losses of the GST array are sharply intensified, as shown in Fig. 12, which results in the amplitude of the emission peak enhancement and shifting toward longer wavelengths, as shown in Fig. 9. It should be pointed out that the refractive index of the dielectric layers BK7, SU-8, and ZnS is not affected by the temperature during the increase of crystallinity. Therefore, according to equations (2) and (3), the enhancement and shifting of the thermal emission peak are independent of the dielectric layers BK7, SU-8, and ZnS. When the fully crystalline state is reached, the dielectric constant and refractive index reach the maximum values, and most of the electromagnetic wave energy at resonance wavelength 12.66 μm is lost and emitted due to the simulated resistive loss of the GST array, as shown in Fig. 12(f), forming the largest emission peak, as shown in Fig. 9.

4. Conclusion

In summary, a metasurface thermal emitter with a GST array operating in resonance wavelength 5–17 μm is designed and validated. This metasurface thermal emitter shows the switchability between the maximum emissivity (amplitude is 95.3%) and the minimum emission (amplitude is 15.1%) based on the crystalline and amorphous phases of the GST array. Moreover, the continuously tunability of emission is also achieved by continuously controlled the GST array morphology between amorphous and crystalline states. The wavelength selectivity of the proposed metasurface thermal emitter is revealed by changing the thicknesses of the GST array. This metasurface thermal emitter can be applied in light sources, and radiative coolers.

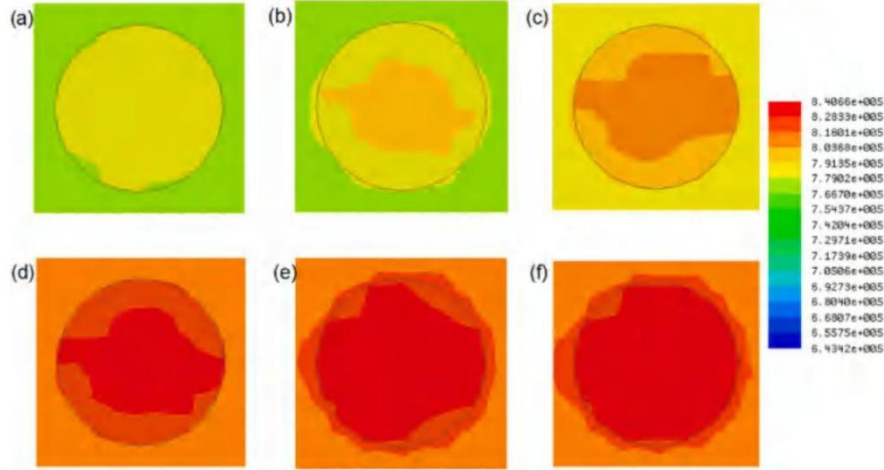


Fig. 12. The simulated resistive loss of the GST array. (a) 100 °C. (b) 140 °C. (c) 145 °C. (d) 150 °C. (e) 155 °C. (f) 160 °C, $z = h1+h2+h3+h4$.

CRediT authorship contribution statement

Xing Pengkang: Term, Conceptualization, Methodology, Software, Validation, Formal analysis, Investigation, Resources, Writing – original draft, Writing – review & editing, Visualization, Project administration.
Wu Qing: Term, Conceptualization, Methodology, Software, Validation, Formal analysis, Investigation, Resources, Writing – original draft, Writing – review & editing, Visualization, Project administration.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability

No data was used for the research described in the article.

References

- [1] S. Daniel, P. Bawuah, Highly polarization and wide-angle insensitive metamaterial absorber for terahertz applications, *Opt. Mater.* 84 (2018) 447–452.
- [2] P. Wang, A.V. Krasavin, M.E. Nasir, W. Dickson, A.V. Zayats, Reactive tunnel junctions in electrically driven plasmonic nanorod metamaterials, *Nat. Nanotechnol.* 13 (2018) 159.
- [3] Z. Ren, Y. Sun, Z. Lin, C. Wang, Ultra-narrow band perfect metamaterial absorber based on dielectric-metal periodic configuration, *Opt. Mater.* 89 (2019) 308–315.
- [4] Zhigang Zhan, Yuge Han, Efficient thermal management of the target surface through introducing selective metasurface, *Infrared Phys. Technol.* 117 (2021), 103814.
- [5] S.K. Patel, S. Charola, C. Jani, M. Ladumor, J. Parmar, T. Guo, Graphene-based highly efficient and broadband solar absorber, *Opt. Mater.* 96 (2019), 109330.
- [6] Chumbao Liu, Jing Yin, Sheng Zhang, Temperature-tunable THz metamaterial absorber based on vanadium dioxide, *Infrared Phys. Technol.* 119 (2021), 103939.
- [7] A. Daudkhan, A. Daudkhan, S. Daudkhan, M. Noman, Light absorption enhancement in tri-layered composite metasurface absorber for solar cell applications, *Opt. Mater.* 84 (2018) 195–198.
- [8] H. Zhu, F. Yi, E. Cubukcu, Plasmonic metamaterial absorber for broadband manipulation of mechanical resonances, *Nat. Photonics* 10 (2016) 709–714.
- [9] A.S. Roberts, A. Pors, O. Albrektsen, S.I. Bozhevolnyi, Subwavelength plasmonic color printing protected for ambient use, *Nano Lett.* 14 (2014) 783.
- [10] D. Katrodiya, C. Jani, V. Sorathiya, S.K. Patel, Metasurface based broadband solar absorber, *Opt. Mater.* 89 (2019) 34–41.
- [11] E. Rephaeli, A. Raman, S.H. Fan, Ultra-broadband photonic structures to achieve high-performance daytime radiative cooling, *Nano Lett.* 13 (2013) 1457–1461.
- [12] Taeyong Chang, Suwan Jeon, Minsung Heo, Jonghwa Shin, Mimicking bio-mechanical principles in photonic metamaterials for giant broadband nonlinearity, *Communications Phys.* 3 (2020) 79–87.
- [13] M.A. Kats, R. Blanchard, S.Y. Zhang, P. Genevet, C. Ko, et al., Vanadium dioxide as a natural disordered metamaterial: perfect thermal emission and large broadband negative differential thermal emittance, *Phys. Rev. X* 3 (2013), 041004.
- [14] Philipp del Hougne, Mohammadreza F. Imani, Timothy Sleasman, Jonah N. Gollub, Mathias Fink, Geoffroy Lerosey, David R. Smith, Dynamic metasurface aperture as smart around-the-corner motion detector, *Sci. Rep.* 8 (2018) 6536–6545.
- [15] A.P. Raman, M.A. Anoma, L.X. Zhu, E. Rephaeli, S.H. Fan, Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight, *Nature* 515 (2014) 540–544.
- [16] N. Karker, G. Dharmalingam, M.A. Carpenter, Thermal energy harvesting plasmonic based chemical sensors, *ACS Nano* 8 (2014) 10953–10962.
- [17] J.H. Park, S.E. Han, P. Nagpal, D.J. Norris, Observation of thermal beaming from tungsten and molybdenum bull's eyes, *ACS Photonics* 3 (2016) 494–500.
- [18] A. Lenert, D.M. Bierman, Y. Nam, W.R. Chan, I. Celanović, et al., A nanophotonic solar thermophotovoltaic device, *Nat. Nanotechnol.* 9 (2014) 126–130.
- [19] M.A. Kats, R. Blanchard, S.Y. Zhang, P. Genevet, C. Ko, et al., Vanadium dioxide as a natural disordered metamaterial: perfect thermal emission and large broadband negative differential thermal emittance, *Phys. Rev. X* 3 (2013), 041004.
- [20] Z.F. Yu, N.P. Sergeant, T. Skauli, G. Zhang, H.L. Wang, et al., Enhancing far-field thermal emission with thermal extraction, *Nat. Commun.* 4 (2013) 1730.
- [21] L.X. Zhu, A.P. Raman, S.H. Fan, Radiative cooling of solar absorbers using a visibly transparent photonic crystal thermal blackbody, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112 (2015) 12282–12287.
- [22] D. Costantini, A. Lefebvre, A.L. Coutrot, I. Moldovan-Doyen, J.P. Hugonin, et al., Plasmonic metasurface for directional and frequency-selective thermal emission, *Phys. Rev. Appl.* 4 (2015), 014023.
- [23] A.S. Roberts, M. Chirumamilla, K. Thilsing-Hansen, K. Pedersen, S.I. Bozhevolnyi, Near-infrared tailored thermal emission from wafer-scale continuous-film resonators, *Opt. Express* 23 (2015) A1111–A1119.
- [24] M. Makhshyan, P. Bouchon, J. Jaek, J.L. Pelouard, R. Haidar, Shaping the spatial and spectral emissivity at the diffraction limit, *Appl. Phys. Lett.* 107 (2015), 251103.
- [25] Y.R. Qu, Q. Li, H.M. Gong, K.K. Du, S. Bai, et al., Spatially and spectrally resolved narrowband optical absorber based on 2D grating nanostructures on metallic films, *Adv. Opt. Mater.* 4 (2016) 480–486.
- [26] W. Streyer, K. Feng, Y. Zhong, A.J. Hoffman, D. Wasserman, Selective absorbers and thermal emitters for far-infrared wavelengths, *Appl. Phys. Lett.* 107 (2015), 081105.
- [27] S.V. Makarov, et al., Light-induced tuning and reconfiguration of nanophotonic structures, *Laser Photon. Rev.* 11 (2017), 1700108.
- [28] M.R. Shcherbakov, et al., Ultrafast all-optical tuning of direct-gap semiconductor metasurfaces, *Nat. Commun.* 8 (2017) 17.
- [29] A. Komar, et al., Dynamic beam switching by liquid crystal tunable dielectric metasurfaces, *ACS Photonics* 5 (2018) 1742–1748.
- [30] J. Sautter, et al., Active tuning of all-dielectric metasurfaces, *ACS Nano* 9 (2015) 4308–4315.
- [31] A. Komar, et al., Electrically tunable all-dielectric optical meta-surfaces based on liquid crystals, *Appl. Phys. Lett.* 110 (2017), 071109.
- [32] X.Y. Liu, W.J. Padilla, Thermochromic infrared metamaterials, *Adv. Mater.* 28 (2016) 871–875.
- [33] T. Inoue, M. de Zoysa, T. Asano, S. Noda, On-chip integration and high-speed switching of multi-wavelength narrowband thermal emitters, *Appl. Phys. Lett.* 108 (2016), 091101.
- [34] V.W. Brar, M.C. Sherrott, M.S. Jang, S. Kim, L. Kim, et al., Electronic modulation of infrared radiation in graphene plasmonic resonators, *Nat. Commun.* 6 (2015) 7032.
- [35] E. Petronijevic, C. Sibilia, Thin films of phase change materials for light control of metamaterials in the optical and infrared spectral domain, *Opt. Quant. Electron.* 52 (2020) 110–119.
- [36] Jun-Hwan Shin, Kyung Hyun Park, Han-Cheol Ryu, Electrically controllable terahertz square loop metamaterial based on VO2 thin film, *Nanotechnology* 27 (8pp) (2016), 195202.
- [37] Yurui Qu, Qiang Li, Kaikai Du, Cai Lu, Jun Lu, Min Qiu, Dynamic thermal emission control based on ultrathin plasmonic metamaterials including phase-changing material GST, *Laser Photon. Rev.* (2017) 1700091–1700096.
- [38] Yurui Qu, Cai Lu, Hao Luo, Jun Lu, Min Qiu, Qiang Li, Tunable dual-band thermal emitter consisting of single-sized phase-changing, GST Nanodisks 26 (4) (19 Feb 2018). OPTICS EXPRESS 4280-7.
- [39] C. Ríos, M. Stegmaier, P. Hosseini, D. Wang, T. Scherer, et al., Integrated all-photonic non-volatile multi-level memory, *Nat. Photonics* 9 (2015) 725–732.
- [40] C. Ríos, P. Hosseini, R.A. Taylor, H. Bhaskaran, Color depth modulation and resolution in phase-change material nanodisplays, *Adv. Mater.* 28 (2016) 4720–4726.
- [41] S. Zhang, W.J. Fan, N.C. Paniou, K.J. Malley, R.M. Osgood, S.R.J. Brueck, Optical negative-index bulk metamaterials consisting of 2D perforated metadielectric stacks, *Phys. Rev. Lett.* 95 (2005), 137404.
- [42] M. Debenham, Refractive indices of zinc sulfide in the 0.405–13-μm wavelength range, *Appl. Opt.* 23 (1984) 2238–2239.
- [43] C.F. Bohren, D.R. Huffman, Absorption and Scattering of Light by Small Particles, John Wiley & Sons, New York, 2008.
- [44] D. Aspin, Local-field effects and effective-medium theory: a microscopic perspective, *Am. J. Phys.* 50 (1982) 704–709.

报告编号: HDJS0320222985



湖南大学图书馆
HUNAN UNIVERSITY LIBRARY

文献检索报告

委托人: 邢鹏康

检索数据库:

1. SCI-E 美国《科学引文索引》
2. JCR 期刊引证数据库

检索结果:

1. SCI-E 美国《科学引文索引》收录论文 1 篇;
2. 其他详细信息请见附件。

检索日期: 2022 年 11 月 07 日

声明: 1. 本报告检索的文献信息均由委托人提供并确认, 如果由于委托人提供信息不实而造成任何后果, 本中心概不负责。

检索人(签名):

湖南大学图书馆科技查新与文献检索中心



附件:

SCI-E 美国《科学引文索引》

第 1 条, 共 1 条

标题: Active modulation of a metasurface emitter based on phase-change material GST arrays

作者: Xing, PK (Xing, Pengkang); Qing, W (Qing, Wu)

来源出版物: OPTICAL MATERIALS 卷: 133 文献号: 112832 DOI:

10.1016/j.optmat.2022.112832 出版年: NOV 2022

Web of Science 核心合集中的“被引频次”:0

入藏号: WOS:000863224300003

文献类型: Article

地址: [Xing, Pengkang; Qing, Wu] Henan Polytech Inst, Coll Elect Informat Engn, Nanyang 473000, Henan, Peoples R China

[Xing, Pengkang] Henan Ind Internet Things Applicat Engn Technol Re, Nanyang 473000, Henan, Peoples R China

通讯作者地址: [Xing, Pengkang] (corresponding author), Henan Polytech Inst, Coll Elect Informat Engn, Nanyang 473000, Henan, Peoples R China

电子邮件地址: tjxrxv@163.com

Web of Science 类别: Materials Science, Multidisciplinary; Optics

ISSN: 0925-3467

impact factor

2021 年影响因子: 3.754

JCR 期刊分区 (2021):

JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
OPTICS	29/101	Q2
MATERIALS MULTIDISCIPLINARY	SCIENCE, 176/345	Q3

输出日期: 2022 年 11 月 07 日

SCI-E 美国《科学引文索引》

5. TARGET IMAGE PROCESSING BASED ON SUPER-RESOLUTION
RECONSTRUCTION AND MACHINE LEARNING ALGORITHM (EI)

Scalable Computing: Practice and Experience

Scientific International Journal
for Parallel and Distributed Computing

ISSN: 1895-1767



Volume 25(3)

May 2024

EDITOR-IN-CHIEF	EDITORIAL BOARD
Dana Petcu West University of Timisoara, Romania	Peter Arbenz , Swiss Federal Institute of Technology, Giacomo Cabri , University of Modena and Reggio Emilia, Philip Church , Deakin University, Frederic Desprez , INRIA Grenoble Rhône-Alpes and LIG laboratory,
SENIOR EDITOR	Yakov Fet , Novosibirsk Computing Center, Giancarlo Fortino , University of Calabria, Gianluca Frasca-Caccia , University of Salerno, Fernando Gonzalez , Florida Gulf Coast University, Dalvan Griebler , Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul,
Marcin Paprzycki Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences, Poland	Frederic Loulergue , University of Orleans, Svetozar Margenov , Institute for Parallel Processing and Bulgarian Academy of Science,
EXECUTIVE EDITOR	Fabrizio Marozzo , University of Calabria, Gabriele Mencagli , University of Pisa, Viorel Negru , West University of Timisoara, Wiesław Pawłowski , University of Gdańsk, Shahram Rahimi , Mississippi State University, Wilson Rivera-Gallego , University of Puerto Rico,
Katarzyna Wasielewska-Michniewska Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences, Poland	
TECHNICAL EDITOR	
Silviu Panica Institute e-Austria Timisoara, Romania	

SUBSCRIPTION INFORMATION: please visit <http://www.scpe.org>

Scalable Computing: Practice and Experience

Volume 25, Number 3, May 2024

TABLE OF CONTENTS

PAPERS IN THE SPECIAL ISSUE ON INTELLIGENT CLOUD TECHNOLOGIES ENABLED SOLUTIONS FOR NEXT GENERATION SMART CITIES:

Hazardous Chemicals Logistics Internet of Vehicles Based on Encryption Algorithm	1287
<i>Yujian Tang, Ya Chen, Hoekyung Jung</i>	
Security Situation Awareness System Based on Artificial Intelligence	1301
<i>Hao Wu</i>	
Network-based Mechanical Vibration Fault Diagnosis System	1311
<i>Qiuchen Zhang, Xiaoxia Jin</i>	

PAPERS IN THE SPECIAL ISSUE ON NEXT GENERATION PERVASIVE RECONFIGURABLE COMPUTING FOR HIGH PERFORMANCE REAL TIME APPLICATIONS :

Minimizing Overhead through Blockchain for Establishing a Secure Smart City with IoT Model	1321
<i>Zhixiong Xiao</i>	
Target Image Processing based on Super-resolution Reconstruction and Machine Learning Algorithm	1332
<i>Chunmao Liu</i>	
Performance Evaluation of Micro Automatic Pressure Measurement Sensor for Enhanced Accuracy	1341
<i>Shuiquan Zhu</i>	

PAPERS IN THE SPECIAL ISSUE ON SCALABLE MACHINE LEARNING FOR HEALTH CARE: INNOVATIONS AND APPLICATIONS :

Use of Topic Analysis for Enhancing Healthcare Technologies	1350
<i>Usha Patel, Preeti Kathiria, Chand Sahil Mansuri, Shriya Madhvani, Viranchi Parikh</i>	

Construction of an Intelligent Identification Model for Drugs in Near Infrared Spectroscopy and Research on Drug Classification based on Improved Deep Algorithms	1361
<i>Jiulin Xia</i>	
Performance Comparison of Apache Spark and Hadoop for Machine Learning based iterative GBTR on HIGGS and Covid-19 Datasets	1373
<i>Piyush Sewal, Hari Singh</i>	
Classification of Covid-19 using Differential Evolution Chaotic Whale Optimization based Convolutional Neural Network	1387
<i>D.P. Manoj Kumar, Sujata N Patil, Parameshachari Bidare Divakarachari, Przemysław Falkowski-Gilski, R. Suganthi</i>	
A Survey on AI-based Parkinson Disease Detection: Taxonomy, Case Study, and Research Challenges	1402
<i>Shivani Desai, Devam Patel, Kaju Patel, Alay Patel, Nilesh Kumar Jadav, Sudeep Tanwar, Hitesh Chhikaniwala</i>	
EHealth Innovation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Context-Aware Comprehensive Framework	1424
<i>Anam Iqbal, Shaima Qureshi, Mohammad Ahsan Chishti</i>	

检 索 证 明

经检索, 以下 1 篇文献被《EI-Compendex》数据库收录
的简要信息摘选如下:

TARGET IMAGE PROCESSING BASED ON SUPER-RESOLUTION
RECONSTRUCTION AND MACHINE LEARNING ALGORITHM

Liu, Chunmao (1)

Source:

Scalable Computing. 25, 3; p: 1332-1340, 2024

Database: Compendex

Document type: Journal article (JA)

Author affiliation: (1) School of Electronics and Information Engineering, Henan
Polytechnic Institute, Henan, Nan Yang; 473000, China

Cited by in Scopus (0)

特此证明

(详细内容见附件)



扫描二维码查看报告

郑州大学图书馆
教育部科技查新工作站 Z12
检索人: 李一平
2024年06月03日

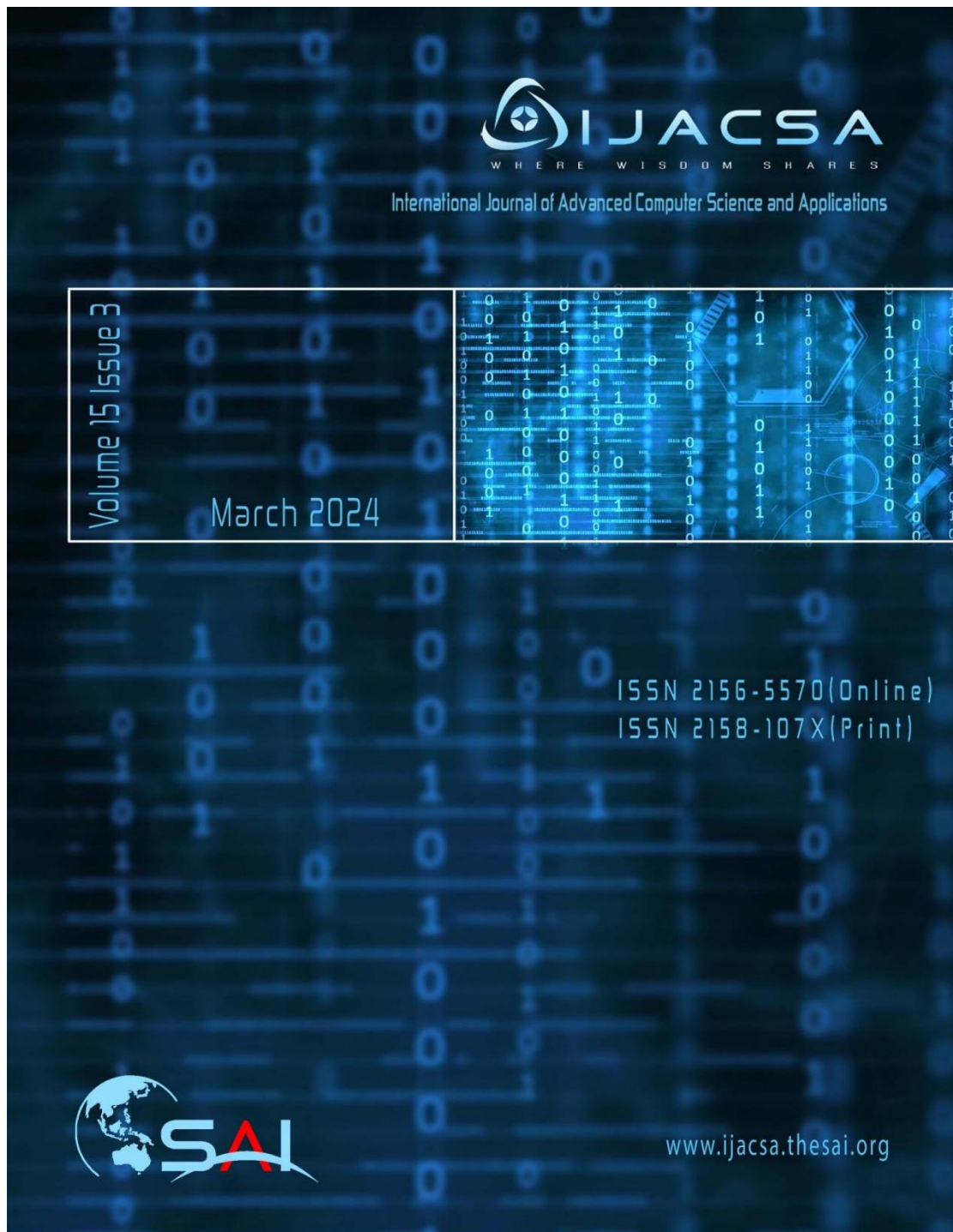
ZHENGZHOU UNIVERSITY

2. TARGET IMAGE PROCESSING BASED ON SUPER-RESOLUTION RECONSTRUCTION AND MACHINE LEARNING ALGORITHM**Accession number:** 20241916035590**Authors:** Liu, Chunmao (1)**Author affiliation:** (1) School of Electronics and Information Engineering, Henan Polytechnic Institute, Henan, Nan Yang; 473000, China**Corresponding author:** Liu, Chunmao(chunmaoliu3@163.com)**Source title:** Scalable Computing**Abbreviated source title:** Scalable Comput. Pract. Exp.**Volume:** 25**Issue:** 3**Issue date:** 2024**Publication Year:** 2024**Pages:** 1332-1340**Language:** English**ISSN:** 1895-1767**Document type:** Journal article (JA)**Publisher:** West University of Timisoara**Number of references:** 20**Main heading:** Clustering algorithms**Controlled terms:** ['Computerized tomography', 'Image classification', 'Image enhancement', 'Image reconstruction', 'Image resolution', 'Learning algorithms', 'Machine learning', 'Medical imaging', 'Regression analysis', 'Signal processing']**Uncontrolled terms:** ['Autoregression', 'Classification accuracy', 'Image super-resolution reconstruction', 'Images processing', 'Machine learning algorithms', 'Medical image', 'Nonlocal', 'Nonlocal autoregression', 'Super-resolution reconstruction', 'Target images']**Classification code:** ['461.1 Biomedical Engineering', '716.1 Information Theory and Signal Processing', '723.2 Data Processing and Image Processing', '723.4 Artificial Intelligence', '723.4.2 Machine Learning', '723.5 Computer Applications', '746 Imaging Techniques', '903.1 Information Sources and Analysis', '922.2 Mathematical Statistics']**DOI:** 10.12694/SCPE.V25I3.2639**Compendex references:** YES**Database:** Compendex**Data Provider:** Engineering Village

Compilation and indexing terms, © 2023 Elsevier Inc.



6. Advancing Strawberry Disease Detection in Agriculture: A Transfer Learning Approach with YOLOv5 Algorithm (EI)



Paper 92: Artificial Intelligence System for Malaria Diagnosis

Authors: Phoebe A Barraclough, Charles M Were, Hilda Mwangakala, Gerhard Fehringer, Dornald O Ohanya,
Harison Agola, Philip Nandi

PAGE 920 – 932

Paper 93: A New Time-Series Classification Approach for Human Activity Recognition with Data Augmentation

Authors: Youssef Errafik, Younes Dhassi, Adil Kenzi

PAGE 933 – 942

Paper 94: Adaptive Threshold Tuning-based Load Balancing (ATLB) for Cost Minimization in Cloud Computing

Authors: Lama S. Khoshaim

PAGE 943 – 958

Paper 95: Facial Emotion Recognition-based Engagement De-tection in Autism Spectrum Disorder

Authors: Noura Alhakbani

PAGE 959 – 967

Paper 96: State-Feedback Control of Ball-Plate System: Geometric Approach

Authors: Khalid Lefrouni, Saoudi Taibi

PAGE 968 – 974

Paper 97: Maximizing Solar Panel Efficiency in Partial Shade: The Improved POA Solution for MPPT

Authors: Youssef Mhanni, Youssef Lagmich

PAGE 975 – 984

Paper 98: An Integrated CNN-BiLSTM Approach for Facial Expressions

Authors: B. H. Pansambal, A. B. Nandgaokar, J. L. Rajput, Abhay Wagh

PAGE 985 – 990

Paper 99: Research on Innovative Design of Towable Caravans Integrating Kano-AHP and TRIZ Theories

Authors: Jinyang Xu, Xuedong Zhang, Aihu Liao, Shun Yu, Yanming Chen, Longping Chen

PAGE 991 – 1001

Paper 100: Enhancing Employee Performance Management

Authors: Zbakh Mourad, Akin Noura, Chrayah Mohamed, Bouzidi Abdelhamid

PAGE 1002 – 1012

Paper 101: Advancing Strawberry Disease Detection in Agriculture: A Transfer Learning Approach with YOLOv5 Algorithm

Authors: Chunmao LIU

PAGE 1013 – 1022

Paper 102: Profiling and Classification of Users Through a Customer Feedback-based Machine Learning Model

Authors: Jihane LARIOUI, Abdeltif EL BYED

PAGE 1023 – 1034

Paper 103: Detection of Harassment Toward Women in Twitter During Pandemic Based on Machine Learning

Authors: Wan Nor Asyikin Wan Mustapha, Norlina Mohd Sabri, Nor Azila Awang Abu Bakar, Nik Marsyahariani
Nik Daud, Azilawati Azizan

PAGE 1035 – 1043

检 索 证 明

经检索, 以下 1 篇文献被《EI-Compendex》数据库收录
的简要信息摘选如下:

Advancing Strawberry Disease Detection in Agriculture: A Transfer Learning
Approach with YOLOv5 Algorithm

Liu, Chunmao (1)

Source:

International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 15, 3;
p: 1013-1022, 2024

Database: Compendex

Document type: Journal article (JA)

Author affiliation: (1) Henan Polytechnic Institute, Henan, Nanyang; 473000,
China

Cited by in Scopus (0)

特此证明

(详细内容见附件)



扫描二维码查看报告



1. Advancing Strawberry Disease Detection in Agriculture: A Transfer Learning Approach with YOLOv5 Algorithm**Accession number:** 20241515908754**Authors:** Liu, Chunmao (1)**Author affiliation:** (1) Henan Polytechnic Institute, Henan, Nanyang, 473000, China**Corresponding author:** Liu, Chunmao()**Source title:** International Journal of Advanced Computer Science and Applications**Abbreviated source title:** Intl. J. Adv. Comput. Sci. Appl.**Volume:** 15**Issue:** 3**Issue date:** 2024**Publication Year:** 2024**Pages:** 1013-1022**Language:** English**ISSN:** 2158-107X**Document type:** Journal article (JA)**Publisher:** Science and Information Organization**Number of references:** 20**Main heading:** Statistical tests**Controlled terms:** ['Crops', 'Deep learning', 'Fruits', 'Learning systems', 'Transfer learning']**Uncontrolled terms:** ['Agricultural', 'Agricultural science', 'Crop yield', 'Deep learning', 'Disease detection', 'Research challenges', 'Strawberry disease detection', 'Transfer learning', 'YOLOv5 model']**Classification code:** ['461.4 Ergonomics and Human Factors Engineering', '723.4 Artificial Intelligence', '821.4 Agricultural Products', '922.2 Mathematical Statistics']**DOI:** 10.14569/IJACSA.2024.01503101**Compendex references:** YES**Database:** Compendex**Data Provider:** Engineering Village

Compilation and indexing terms, © 2023 Elsevier Inc.



郑州大学
ZHENGZHOU UNIVERSITY

7. 基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测



《江苏农业科学》第九届编辑委员会

主任委员 常宥宏

副主任委员 黄俊 孙洪武 沈建新 邹剑敏 曹光乔 徐向明

委员 (按姓氏笔画为序)

马永祥 马艳 王冉 王伟中 王道营 毛罕平 艾玉春 卞文国 朱士农 朱方林 朱善元
庄义庆 刘永锋 陈新 余向阳 李爱宏 张太宇 沈志军 杨杰 杨峰 邵国青 周国勤
周建涛 姚克兵 俞卫东 赵统敏 夏礼如 顾洪如 徐跑 彭杰 葛汉勤 韩建刚

主编 常宥宏

副主编 马永祥(常务) 李爱宏 彭杰 葛汉勤 姚克兵

编辑部主任 卞文国 编辑部副主任 吴桂亮 许莉莉

责任编辑 江河 唐素华 马永恒 蒋盼盼 胡立 曹亚非 魏天家

主管 江苏省农业科学院 主办 江苏省农业科学院

学术支持 江苏省农业科学院粮食作物研究所

江苏省农业科学院经济作物研究所

江苏里下河地区农业科学研究所

江苏沿海地区农业科学研究所

江苏徐淮地区徐州农业科学研究所

江苏丘陵地区镇江农业科学研究所

江苏省农业科学院蔬菜研究所

江苏省农业科学院果树研究所

江苏省农业科学院农产品加工研究所

江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所

江苏丘陵地区南京农业科学研究所

江苏省农业科学院农业资源与环境研究所

江苏农业科学(半月刊)

JIANGSU AGRICULTURAL SCIENCES(Semimonthly)

第51卷 第15期 2023年8月5日

Vol. 51 No. 15 Aug. 5, 2023

编辑出版 《江苏农业科学》杂志社

Administrated by: Jiangsu Academy of Agricultural Sciences

地址:南京市孝陵卫钟灵街50号 邮编:210014

Sponsored by: Jiangsu Academy of Agricultural Sciences

电话:(025)84390282

Editor in chief: Chang Youhong

E-mail: jsnykx@vip.163.com

Edited&Published by:

网址: http://www.jsnykx.cn

Editorial Department of Jiangsu Agricultural Sciences

印刷: 丹阳日报印务有限公司

Address: Xiaolingwei Nanjing China

国内发行: 江苏省报刊发行局

Postal Code: 210014

国外发行: 江苏省图书进出口公司

Telephone: +86-25-84390282

订购处: 全国各地邮局(所)

E-mail: jsnykx@vip.163.com

发行范围: 国内外公开发行

Website: http://www.jsnykx.cn

国内统一刊号: CN 32-1214/S

Domestic Distributor: Jiangsu Province Post Office

广告发布登记编号: 广登 320000000075

Overseas Distributor:

创刊时间: 1973年 刊期: 半月刊

Jiangsu Publications Import and Export Corporation

江苏农业科学

国内统一连续出版物号: CN 32-1214/S

邮发代号: 28-10

定价: 15.00 元

●园艺与林学

生物有机肥用量对基质特性、黄瓜幼苗生长生理和营养元素积累的影响

- 李 蒙,朱思远,张可馨,等(112)
- 74 份大果番茄种质资源表型性状遗传多样性分析及综合评价..... 范惠冬,郑士金,郑建超,等(121)
- 67 份牡丹种质资源表型多样性分析及综合评价..... 孙 燕,冯筱涵,仝伯强,等(130)

●贮藏加工与检测分析

- 基于 CIE 色度学的鲜烟叶烘烤特性评价指标量化方法..... 李德仑,郑 华,李光雷,等(141)
- 基于不同聚类分析方法的卷烟叶组配方模块分类..... 褚 旭,许 强,殷瑜东,等(149)

●农业工程与信息技术

- 基于 BCE-YOLOv5 的苹果叶部病害检测方法..... 曾晏林,贺壹婷,蔺 瑶,等(155)
- 基于超图的双模态特征融合的作物病害识别算法..... 张 净,邵文文,刘晓梅,等(164)
- 基于知识图谱与深度学习的黄瓜叶部病害识别方法..... 张会敏,谢泽奇(173)
- 基于无人机多光谱遥感和机器学习算法的南疆棉花生物量估算..... 杨 野,杨德昌,孙 红,等(179)
- 基于改进型 YOLOv5s 的番茄实时识别方法..... 杨国亮,王吉祥,聂子玲(187)
- 基于 Bi-LSTM 与多尺度神经网络模型的番茄病害识别..... 陈智超,汪国强,李 飞,等(194)
- 基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测..... 邢鹏康,李久朋(203)
- 基于多尺度卷积神经网络算法的番茄叶片病害识别..... 蒋清健,姚 勇,王亚玲,等(211)
- 基于迁移模型集成的马铃薯叶片病害识别方法..... 章广传,李 彤,何 云,等(216)

●资源与环境

- 不同耕作制度对水稻土 pH 值及有机碳组分的影响..... 周喜新,刘 婵,李海平,等(225)
- 抑制剂包膜农药对石灰性土壤酸化及相关酶活性的影响..... 胡 丹,李培楚,康丽霞,等(231)
- 宽行密播玉米与化学除草剂对土壤温室气体排放和玉米产量的影响
- 陈 语,杨世梅,张 涛,等(238)
- 不同轮耕模式对连作区小麦-花生轮作田土壤质量、团聚体组成及稳定性的影响..... 袁 亮(245)

●“乡村振兴”专栏

乡村振兴背景下纯山区农民自我发展能力分析的提升措施——以镇原县 JS 村为例

- 陈文杰,刘锦晖,乔德华,等(253)
- 社会转型、垦牧精神与乡村振兴——基于张謇在南通的经验证据..... 周龙锋,周 琨,伽红凯(258)

邢鹏康,李久朋.基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测[J].江苏农业科学,2023,51(15):203-210.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.15.028

基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测

邢鹏康^{1,2},李久朋^{2,3}

(1. 河南省工业物联网应用工程技术研究中心,河南南阳 473000; 2. 河南工业职业技术学院电子信息工程学院,河南南阳 473000;
3. 中山大学电子与信息工程学院,广东广州 510275)

摘要:马铃薯叶片的病害将直接导致马铃薯产量和质量的下降,为实现马铃薯叶片病害的精确检测并及时预防病变,提出了一种基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测算法。首先,利用一组共享权重的特征提取器将输入图片映射到深度特征空间;然后,提出一种任务感知注意力模块用于融合小样本学习网络中的双分支输入特征,强化目标任务的特定表达能力;最后,引入一种动态卷积模块提高卷积核的建模能力,并将卷积块注意力机制(CBAM)嵌入到该卷积网络中,构造特征强化学习模块,细粒度地捕获病害区域的细节特征。通过在开源马铃薯叶片病害检测数据集上进行测试,所提出模型分别实现了 93.92% 的准确率,93.81% 的精准率,93.85% 的召回率和 93.63% 的 F_1 值;此外,在自建数据集上与当前经典马铃薯叶片病害检测模型相比,同样具有较好的竞争力。

关键词:马铃薯叶片;病害检测;卷积块注意力机制;小样本学习;任务感知注意力

中图分类号:TP391.41 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)15-0203-08

植物的根、茎、叶等部位的病害严重影响作物的质量和产量,这也给农业相关部门造成了巨大的经济损失。据估计,全球每年因农作物叶片病害造成的作物产量损失约为 16%,这是粮食短缺和粮食

生产成本增加的主要原因^[1]。根据联合国粮食及农业组织的报告,到 2050 年,世界人口将达到约 91 亿,为了保持稳定的粮食供应,大约需要增长 70% 的粮食产量。马铃薯是仅次于小麦、玉米和水稻之外的世界第四大农产品,由于疾病和旱涝等自然环境的影响,马铃薯的产量深受影响,这也为粮农和农业部门带来了巨大的挑战^[2]。

早期的马铃薯叶片病害检测主要依赖专家先验知识进行诊断,该类方法过度依赖人工判断,主观性较强,费时费力^[3]。之后,研究人员引入了光

收稿日期:2023-01-08

基金项目:河南省科技攻关重点资助项目(编号:212102310086);河南工业职业技术学院青年骨干教师培养计划(编号:20200330004)。作者简介:邢鹏康(1984—),男,陕西西安人,硕士,讲师,研究方向为农作物疾病检测、深度学习、智慧农业。E-mail: pengkx@ sina.com。

- [21] Jameel S M, Gilal A R, Rizvi S S H, et al. Practical implications and challenges of multispectral image analysis [C]//3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET). Pakistan: IEEE, 2020: 1-5.
- [22] Agarap A. Deep learning using rectified linear units (relu) [J]. arXiv, 2018: 1803.08375.
- [23] 甘 宏. 一种基于注意力机制的语音情感识别算法研究 [J]. 江西科学, 2022, 40(4): 758-761.
- [24] 黄乾峰, 董 琴, 韦 静. 改进 MobileNetV2 算法的番茄叶片病害种类识别 [J]. 计算机系统应用, 2023, 32(1): 385-391.
- [25] 冯志伟, 丁晓梅. 自然语言处理中的神经网络模型 [J]. 当代外语研究, 2022(4): 98-110.
- [26] 张 宁, 吴华瑞, 韩 笑, 等. 基于多尺度和注意力机制的番茄病害识别方法 [J]. 浙江农业学报, 2021, 33(7): 1329-1338.
- [27] Woo S, Park J, Lee J-Y, et al. CBAM: convolutional block attention module [C]//Proceedings of the European conference on

computer vision (ECCV). Germany: Springer, 2018: 3-19.

- [28] Kingma D, Ba J. Adam: a method for stochastic optimization [J]. arXiv, 2014: 1412.6980.
- [29] Kyeong-Beom P, Yeol L J. SwinE-net: hybrid deep learning approach to novel polyp segmentation using convolutional neural network and swin transformer [J]. Journal of Computational Design and Engineering, 2022, 9(2): 616-632.
- [30] Simonyan K, Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition [J]. arXiv, 2014: 1409.1556.
- [31] Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G. Imagenet classification with deep convolutional neural networks [J]. Communications of the ACM, 2017, 60(6): 84-90.
- [32] Selvaraju R R, Cogswell M, Das A, et al. Grad-cam: visual explanations from deep networks via gradient-based localization [C]//2017 IEEE International Conference on Computer Vision. Italy: IEEE, 2017: 618-626.

谱仪来诊断马铃薯叶片的病害;然而,这些方法需要昂贵的实验器材、专业的测量技术,成本较高,不利于开展大规模的诊断^[4]。

随着农业技术水平的提高和人工智能、计算机视觉等技术在农业领域的成功应用,无需人工干预就可以在短时间内高效、准确地检测出植物叶片病害成为可能^[5]。此外,构建的智能化检测模型也有助于提升农作物产量和质量,对农业发展具有重要的指导意义。如赵越等提出了一种基于深度学习的马铃薯叶片病害检测方法,通过搭建的 Faster R-CNN 模型能快速定位出马铃薯叶片的病害部位^[6]。Rashid 等提出了一种基于级联卷积神经网络的马铃薯叶片疾病识别模型^[7]。首先利用传统的 YOLOv5 模型进行马铃薯叶片病害分割;其次,利用卷积神经网络对马铃薯叶片中的病害进行早、中和晚分类,及时预防马铃薯叶片病害的大规模暴发。赵建敏等利用卷积神经网络搭建了一套基于 Web 前端、移动 APP 和后台分类模型的多分类病害检测模型,实现了移动端的智能检测^[8]。类似地, Li 等提出了一种改进的 YOLOv5 马铃薯病害检测模型,通过改进 CSP、FPN 和 NMS 模块,消除了外部环境的影响,增强了多尺度特征的提取能力,提高了检测性能^[9]。通过在自建马铃薯病害叶片数据集上进行测试,试验也验证了模型的有效性。Afzaal 等针对叶片的不同背景、不同尺寸大小、不同遮挡以及光照影响等因素导致马铃薯叶片病害识别难的问题,通过分析马铃薯作物叶片的视觉特征来检测马铃薯早疫病和晚疫病^[10]。Saeed 等提出了一种基于多阶段检测的马铃薯叶片病害识别自助系统,首先利用预训练的主干网络进行特征提取,并利用最小二乘回归算法提取关键特征,依据抽取的最佳特征构建分类器^[11]。

上述基于深度学习的马铃薯叶片病害检测模型在一定程度上取得了成功;然而,现有模型仍然存在如下问题亟待解决:(1)由于马铃薯病害叶片区域较小,传统模型定位不精确,导致模型检测性能不佳;(2)现有模型的识别性能过度依赖带标注训练图片的数量,虽然 Chen 等利用弱监督学习的方法缓解了马铃薯叶片病害检测模型的性能依赖训练图片量大的挑战,但该类弱监督方法仍需要带标注图片进行模型预训练,并且对于未标注的新图片泛化能力局限^[12];(3)马铃薯叶片种类较多,带标注的叶片收集费时费力。为此,本研究提出了一种

基于小样本学习的马铃薯病害叶片检测算法。通过引入一种动态卷积模块来提高卷积核的建模能力,并借助卷积块注意力机制来聚焦病害叶片区域,强化关键特征的表达能力。本研究的主要创新点如下:(1)提出一种基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测新方法,利用小样本学习网络有助于缓解带标注马铃薯叶片样本收集费时费力的问题;(2)设计一种动态卷积块,通过带偏移的采样学习策略,细粒度捕获病害区域的细节特征,强化卷积核的建模能力;(3)提出一种融合卷积块注意力机制模块,有效聚焦叶片病害区域,有助于缓解传统方法因病害叶片区域小导致定位不精确的问题。

1 数据集

1.1 开源数据集

选择 Kaggle 开源数据库中马铃薯叶片样本集,包含早疫病、晚疫病、灰霉病、炭疽病和健康叶片 5 种类型^[13]。总共包括 1 200 张病害图片和 1 000 张健康图片,图片大小为 224 像素×224 像素,格式为 jpg,并按照 8:2 的比例划分为训练集和测试集。部分病害的可视化如图 1 所示。

1.2 自建数据集

利用松下 S5K 相机作为马铃薯叶片的采集工具,所有图片均采集于河南省商丘市周边马铃薯种植区,叶片病害类型包括早疫病、晚疫病、炭疽病、软腐病。总共包含 590 张健康图片,645 张病害叶片图片,并按照 8:2 的比例,划分为训练集和测试集。图片原始像素大小为 1 260 像素×1 260 像素,为了降低模型加载图片时间,此处统一规整大小为 224 像素×224 像素。每类病害叶片的样本数量见表 1。

2 方法论

2.1 模型结构

图 2 为基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测模型的结构图。主要包括:(1)特征编解码模块,用于将三维图片映射到深度特征空间;(2)任务感知注意力模块,将支持特征和查询特征进行特征深度融合,提高目标特征的表达能力;(3)动态卷积核,为了进一步捕获病害区域的细节特征,强化目标特征的表达能力,采用动态卷积核实现信息的强交互;(4)卷积块注意力机制,从通道和空间维度聚焦目标特征,提高模型对目标任务的强注意力,缓解



图1 马铃薯病害叶片

表1 马铃薯病害数据

数据集	类别	训练样本(张)	测试样本(张)
开源数据集	健康叶片	800	200
	早疫病	256	64
	晚疫病	232	58
	灰霉病	224	56
	炭疽病	248	62
自建数据集	健康叶片	472	118
	早疫病	144	36
	晚疫病	120	30
	炭疽病	140	35
	软腐病	112	28

因病害目标区域小,导致信息丢失或语义误匹配问题。

2.2 特征提取

为充分挖掘马铃薯病害叶片的深层次特征,采用对称的编解码网络作为特征提取器。其中,卷积层用于将三维图片映射到深度特征空间,同时可以有效过滤目标的背景区域;然而,病害叶片区域小极易造成信息的丢失,因此,引入反卷积层进行特征细化,并在卷积层和反卷积层之间加入残差连接,防止因病害区域小导致目标特征丢失。特征提取网络结构如图3所示。

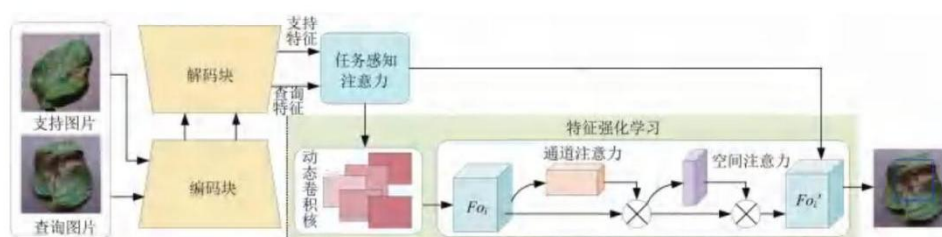


图2 网络结构

此处,进一步考虑到病害区域小,特征捕获难度大,极易导致信息丢失的问题,在编解码过程中引入稠密编码块^[14]。稠密编码块网络详细计算流程如图4所示。稠密编码块主要通过挖掘图像的局

部信息,恢复目标的边缘、颜色失真等细节特征。具体地,每个稠密编码块利用 3×3 和 5×5 的卷积块提供多尺度编码特征, 1×1 卷积块直接连接相邻层的输出并用于当前层的特征融合。具体计算如

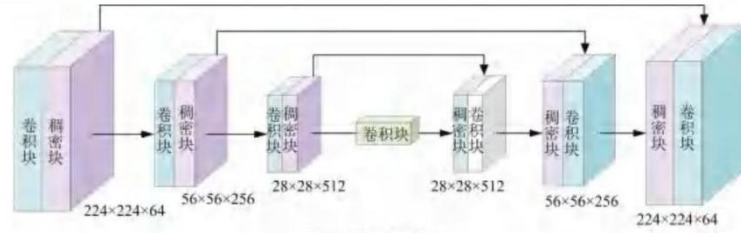


图3 特征提取网络

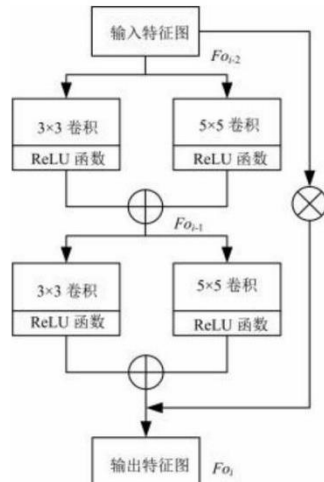


图4 稠密编码块网络结构

公式(1)和公式(2)所示。

$$F_{O_{i-1}} = \sigma[k_3(F_{O_{i-2}}) \oplus k_5(F_{O_{i-2}})]; \quad (1)$$

$$F_{O_i} = F_{O_{i-2}} \square F_{O_{i-1}}. \quad (2)$$

式中: $F_{O_{i-2}}$ 、 $F_{O_{i-1}}$ 和 F_{O_i} 表示相邻层特征图; σ 表示 ReLU 函数; $k_3(\cdot)$ 和 $k_5(\cdot)$ 分别表示 3×3 和 5×5 的卷积块; $\square$ 表示采用 1×1 卷积块进行特征融合操作; $\oplus$ 表示特征拼接操作。

2.3 任务感知注意力

小样本学习网络支持分支的输入为支持图片, 为待识别的查询分支图片提供直接的任务特定知识, 并且小样本学习网络的双分支输入为相同类的不同图片。为了充分挖掘支持分支和查询分支任务之间的相关性, 利用图 5 所示的任务感知注意力网络进行双分支特征的深度融合。

假设支持分支和查询分支的映射特征分别为 F_s 和 F_q , 首先利用双线性插值技术将 F_s 和 F_q 统一为相同大小的特征图, 即 $\{F_s, F_q\} \in R^{c \times h \times w}$ 。然后,

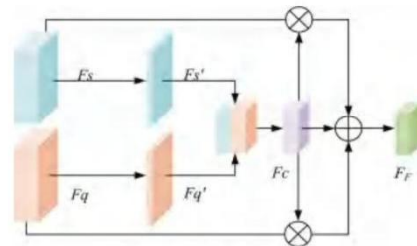


图5 任务感知注意力机制

为了融合支持分支和查询分支的特征图, 利用平均池化操作获得 F_s 和 F_q 对应的掩码特征图 F_s' 和 F_q' , 并利用大小为 1×1 的卷积块将掩码特征图进行连接, 具体计算如公式(3)所示。

$$F_c = \text{Com}(F_s' \parallel F_q'). \quad (3)$$

式中: $\parallel$ 表示拼接操作, $\text{Com}(\cdot)$ 表示对比函数, 由 Sigmoid 和 ReLU 函数组成。最终的特征图 F_f 计算如公式(4)所示。

$$F_f = (1 - F_c) \otimes F_s \oplus F_c \otimes F_q. \quad (4)$$

式中: $\otimes$ 表示矩阵点乘运算。

2.4 特征强化学习

马铃薯病害区域面积较小, 携带的有效信息较局限, 这对模型的鲁棒性和泛化性能提出了更高的考验。为此, 引入了一种动态卷积模块, 通过利用带偏移的采样学习策略, 细粒度捕获病害区域的细节特征, 强化卷积核的建模能力; 其次, 从通道和空间维度上进一步聚焦马铃薯叶片病害区域, 缓解传统方法因病害叶片区域小导致定位不精确的问题。

2.4.1 动态卷积块 考虑到马铃薯叶片病害区域不规则、病害面积较小, 利用常规的卷积核进行特征处理极易造成信息的丢失或歧义。为此, 本研究从正方形窗口、垂直方向和水平方向进行细粒度的特征捕获。具体来说, 首先将任务感知融合特征 F_f 作为动态卷积模块核生成器的输入, 并利用 1 个对称的正方形和 2 个非对称的长方形卷积核进行特征

处理。然后,利用核大小为 S 和 S^2 的 2 个连续一维池化模块提取融合特征的全局表示。具体计算如公式(5)所示。

$$F_F^{global} = pool_s [Fconv_1(F_F) + Fconv_2(F_F)] + pool_{s^2} [Fconv_3(F_F)] \quad (5)$$

式中: F_F^{global} 表示融合特征的全局表示; $pool_s(\cdot)$ 和 $pool_{s^2}(\cdot)$ 分别表示不同卷积核大小的全局池化函数; $Fconv_1(\cdot)$ 、 $Fconv_2(\cdot)$ 和 $Fconv_3(\cdot)$ 分别表示 2 个非对称的长方形卷积核和 1 个对称的正方形卷

积核操作。

2.4.2 卷积块注意力机制 马铃薯病害区域仅占整幅图像的小部分区域,为了剔除无关背景信息的干扰,强化目标特征的表达能力,在动态卷积块中添加卷积块注意力机制(convolutional block attention module, CBAM),对捕获的病害区域特征进行重新加权整合,自动过滤无关信息的感染,重点聚焦病害区域^[15]。CBAM 注意力机制特征处理流程如图 6 所示。

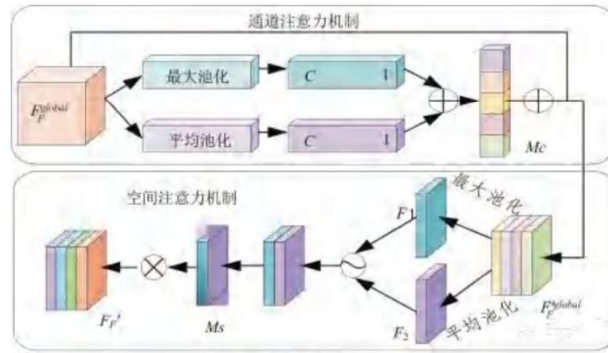


图6 CBAM 注意力机制

CBAM 由通道注意力机制和空间注意力机制 2 个部分组成,通过协同学习给定图片中目标的局部特征,弱化背景信息的权重,强化目标区域特征的关注度,进而提升模型对于特定任务的特征学习能力。具体来说,在通道注意力机制特征处理阶段,对于动态卷积模块的输出特征 F_F^{global} ,首先在空间维度上利用全局最大池化(Maxpool)和全局平均池化(Avgpool)进行特征编码压缩,生成 2 个大小为 $1 \times 1 \times C$ 的特征图,同时沿通道方向融合每个通道特征图在整张特征图中的位置编码信息,旨在缓解下采样过程中因病害区域面积小、感受野局限导致部分信息丢失的问题^[16]。上述过程可表示为公式(6)。

$$Mc(F_F^{global}) = \sigma \{ MLP[\gamma(F_F^{global}) + \delta(F_F^{global})] \} \quad (6)$$

式中: $Mc(\cdot)$ 表示特征融合函数,用于实现最大池化和平均池化后的特征融合; σ 表示 Sigmoid 函数; MLP 表示多层感知机; γ 表示全局最大池化操作, δ 表示全局平均池化操作。

在空间注意力机制特征处理阶段,将通道注意力机制处理后的特征 F_F^{global} 作为空间注意力机制特征处理模块的输入,并类似通道注意力机制特征处

理阶段的全局最大池化和全局平均池化进行特征编码压缩;然后,利用通道级联的方式进行特征融合,并根据不同位置的编码信息进行加权重组,获得带权重信息的空间特征 Ms ,用于表示不同区域特征信息的重要性分布。最后,将所有位置的空间特征图拼接,获得目标特定任务的特征表示,具体计算如公式(7)和公式(8)所示。

$$Ms(F_F^{global}) = \sigma \{ Fv[\gamma(F_F^{global}), \delta(F_F^{global})] \} \quad (7)$$

$$F_F' = \sum_{i=1}^K Ms_i \quad (8)$$

式中: $Fv(\cdot)$ 表示通道级联操作。

为了使模型具有分类能力,将重组后的特征 F_F' 作为全连接网络的输入,并利用 Softmax 函数实现马铃薯病害叶片的分类,并选择交叉熵损失函数计算真实病害标签与预测结果之间的损失,根据损失值优化模型参数。

3 试验结果与分析

3.1 试验设置与评价指标

处理器 Intel® Core™ i7-10750H CPU;编程语

言为 python 3.9;采用 PyTorch 1.7.2 深度学习加速库, GPU GTX-3060Ti, CUDA 11.1。设定初始学习率为 0.001, 选用随机梯度下降法来优化模型, 批量大小为 8, 动量为 0.9, 训练迭代次数为 26。

选择当前主流的病害识别模型评价指标: 准确率 (Accuracy)、精准率 (Precision)、召回率 (Recall) 和 F_1 值, 计算如公式 (9) 所示。

$$\begin{aligned} Accuracy &= \frac{Tp + Tn}{Tp + Tn + Fp + Fn}; \\ Precision &= \frac{Tp}{Tp + Fp}; \\ Recall &= \frac{Tp}{Tp + Fn}; \\ F_1 \text{ 值} &= 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \end{aligned} \quad (9)$$

式中: Tp 表示所提出模型预测的正确样本总数; Tn 表示所提出模型预测错误的样本总数; Fp 表示误报样本总数; Fn 表示漏报样本总数。

3.2 试验对比分析

3.2.1 开源数据集 为了验证所提出模型的有效性, 在相同的数据样本和评价指标下与 Yolov3、Yolov5、Faster R-CNN、Vgg-16、ResNet-101 模型进行对比试验, 详细结果如表 2 所示。

表 2 不同模型的检测性能对比

模型	准确率 (%)	精准率 (%)	召回率 (%)	F_1 值 (%)
Yolov3	91.08	90.52	90.35	91.24
Yolov5	91.75	92.00	91.07	91.53
Faster R-CNN	93.19	93.69	93.13	92.84
Vgg-16	92.80	92.17	92.51	92.19
ResNet-101	93.39	93.41	93.08	93.65
本研究模型	93.92	93.81	93.85	93.63

由表 2 可知, 本研究模型分别实现了 93.92% 的准确率、94.81% 的精准率、93.85% 的召回率和 93.63% 的 F_1 值。在准确率方面, 相比所有对比模型中表现最佳的 ResNet-101 模型, 提升了 0.53 百分点; 在精准率方面, 相比表现最佳的 Faster R-CNN 模型, 提升了 1.12 百分点; 在召回率方面, 相比表现最佳的 Faster R-CNN 模型, 提升了 0.72 百分点; 在 F_1 值方面, 虽然相比 ResNet-101 模型有略微下降, 但相比 Faster R-CNN 模型, 提升了 0.79 百分点。究其原因主要包括: (1) 所提出模型通过融合目标任务到支持分支中, 强化了目标特定信息

的表达能力; (2) 病害区域小, 极易造成目标任务的信息丢失, 所提出模型通过引入动态卷积、从不同方向细粒度地捕获目标区域的细节特征; (3) 利用卷积块注意力机制从空间和通道维度进一步聚焦目标任务, 过滤无关信息的干扰。

为了进一步验证所提出模型对不同马铃薯病害叶片的检测精度, 分别对早疫病、晚疫病、灰霉病、炭疽病和健康叶片 5 种类型进行单一性能测试, 每类叶片选择 50 张图片, 取每类叶片病害检测结果的均值作为最终的结果, 详细结果如表 3 所示, 可以看出, 由于晚疫病病害区域明显, 相比其余病害类型, 其检测结果明显; 炭疽病由于病害区域小, 检测难度增大, 但本研究所提出模型仍然可以实现 93.55% 的准确率, 这进一步验证了该模型的高效性。

表 3 开源数据集上的检测结果

类型	准确率 (%)	精准率 (%)	召回率 (%)	F_1 值 (%)
早疫病	92.54	92.08	92.16	92.38
晚疫病	95.16	96.32	95.03	95.01
灰霉病	94.02	94.11	93.85	93.32
炭疽病	93.55	93.49	93.32	93.50
健康叶片	94.34	93.05	94.89	93.94
均值	93.92	93.81	93.85	93.63

3.2.2 自建数据集 为验证所提出模型的鲁棒性和泛化性能, 在自建数据集上进行测试, 包括早疫病、晚疫病、软腐病、炭疽病和健康叶片 5 种类型, 详细结果见表 4。

表 4 自建数据集上的检测结果

类型	准确率 (%)	精准率 (%)	召回率 (%)	F_1 值 (%)
早疫病	91.79	92.05	92.11	92.40
晚疫病	96.01	96.12	95.83	95.51
软腐病	93.42	94.01	93.90	94.02
炭疽病	94.03	93.37	93.12	93.46
健康叶片	94.10	94.53	93.57	94.24
均值	93.87	94.02	93.71	93.93

从表 4 可以看出, 本研究所提出模型在自建数据集上具有相同的发现, 尤其是在早疫病的检测中, 仍然可以实现 91.79% 的准确率, 这进一步说明所提出模型在实际应用场景中同样有效。

3.2.3 可视化结果 图 7 和图 8 分别给出了所提出模型在开源数据集和自建数据集上的测试可视

化。可以看出,无论在开源数据集还是自建数据集,多种马铃薯病害叶片的检测效果具有较好的竞争力,验证了所提出模型的高效性,对未来构建智慧农业提供一定的理论和技术支撑。此外,图9和图10给出了Yolov3、Yolov5、Faster R-CNN、Vgg-16、ResNet-101模型在开源数据集和自建数据集

上对100张不同马铃薯叶片病害图片的检测混淆矩阵。其中,横坐标表示模型的预测结果,纵坐标表示真实标签。



图7 开源数据集上的测试可视化



图8 自建数据集上的测试可视化

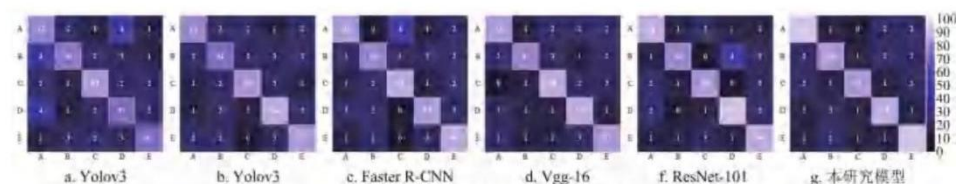


图9 不同模型在开源数据集上的混淆矩阵

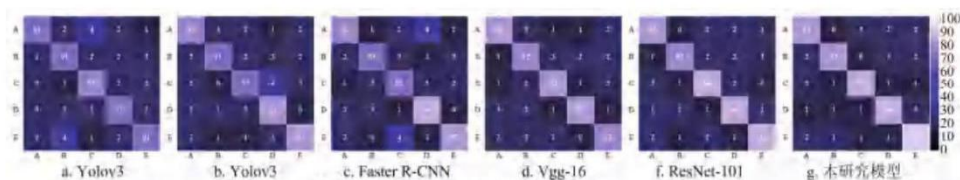


图10 不同模型在自建数据集上的混淆矩阵

3.3 消融试验

为探究不同模块对马铃薯病害叶片检测性能的影响程度,进行消融试验。由表5可以看出,任务感知注意力模块相比其余模块,在检测性能的提升中起着更关键的作用,主要原因是任务感知注意力模块直接利用查询分支提供的任务特定信息,来强化特征的表达能力。然而,模型的最好检测性能是

通过组合任务感知注意力、动态卷积核和特征强化学习模块共同完成,这也验证了本研究最初的设计初衷。

4 结论

由于马铃薯叶片种类多、病害区域小,导致传统基于深度学习的马铃薯叶片病害检测模型性能

表5 消融试验结果

任务感知注意力	动态卷积核	特征强化学习	准确率 (%)	精准率 (%)	召回率 (%)	F_1 值 (%)
√			90.33	90.34	90.19	90.09
	√		88.96	88.52	88.60	89.11
		√	88.52	87.39	88.04	88.15
√	√		92.06	92.11	91.38	91.43
	√	√	91.86	91.73	91.52	92.06
√	√	√	93.92	94.81	93.85	93.63

局限。本研究提出了一种基于小样本学习的马铃薯叶片病害检测模型,通过挖掘查询分支中任务特定信息来提高目标任务的检测性能;此外,利用动态卷积核细粒度地捕获目标在不同方向的特征,强化卷积模块的建模能力;并在此基础上,利用卷积块注意力机制进一步聚焦有限区域的病害目标,提升模型对于不同马铃薯病害叶片的检测性能。这有助于及时检测出马铃薯病害叶片,预防马铃薯产量和质量的下降。根据所提出模型在开源数据集和自建数据集上的测试结果,得出如下结论。

(1)通过在开源的马铃薯病害叶片检测数据集上进行测试,所提出模型实现了93.92%的准确率、93.81%的精准率、93.85%的召回率和93.63%的 F_1 值;在自建数据集上实现了93.87%的准确率、94.02%的精准率、93.71%的召回率和93.93%的 F_1 值。

(2)利用所提出的任务感知注意力直接挖掘查询分支中任务的特定表达,可以有效提升模型对于不同病害的检测性能,这对小样本学习网络进一步利用任务特定知识具有一定的借鉴作用。

(3)动态卷积核可以在垂直、水平和立体窗口中细粒度地捕获目标区域的细节特征,有助于强化卷积块的建模能力,提升模型对于不同病害目标的检测性能。

参考文献:

- [1] Chen J D, Chen J X, Zhang D F, et al. Using deep transfer learning for image - based plant disease identification [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2020, 173: 105393.
- [2] 赵建敏, 芦建文. 基于字典学习的马铃薯叶片病害图像识别算法 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(4): 154 - 160.
- [3] Tiwari D, Ashish M, Gangwar N, et al. Potato leaf diseases detection using deep learning [C]//2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). Madurai, India. IEEE, 2020: 461 - 466.
- [4] Mahum R, Munir H, Mughal Z U N, et al. A novel framework for potato leaf disease detection using an efficient deep learning model [J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2023, 29(2): 303 - 326.
- [5] Lee T Y, Lin I A, Yu J Y, et al. High efficiency disease detection for potato leaf with convolutional neural network [J]. SN Computer Science, 2021, 2(4): 297.
- [6] 赵越, 赵辉, 姜永成, 等. 基于深度学习的马铃薯叶片病害检测方法 [J]. 中国农机化学报, 2022, 43(10): 183 - 189.
- [7] Rashid J, Khan I, Ali G, et al. Multi - level deep learning model for potato leaf disease recognition [J]. Electronics, 2021, 10(17): 2064.
- [8] 赵建敏, 李艳, 李琦, 等. 基于卷积神经网络的马铃薯叶片病害识别系统 [J]. 江苏农业科学, 2018, 46(24): 251 - 255.
- [9] Li J W, Qiao Y L, Liu S, et al. An improved YOLOv5 - based vegetable disease detection method [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2022, 202: 107345.
- [10] Afzaal H, Farooque A A, Schumann A W, et al. Detection of a potato disease (early blight) using artificial intelligence [J]. Remote Sensing, 2021, 13(3): 411.
- [11] Saeed F, Khan M A, Sharif M, et al. Deep neural network features fusion and selection based on PLS regression with an application for crops diseases classification [J]. Applied Soft Computing, 2021, 103: 107164.
- [12] Chen J D, Deng X F, Wen Y X, et al. Weakly - supervised learning method for the recognition of potato leaf diseases [J/OL]. Artificial Intelligence Review, (2022 - 12 - 21) [2023 - 01 - 08]. <https://doi.org/10.1007/s40462-022-10374-3>.
- [13] Abdallah A. Plant village dataset [EB/OL]. (2022 - 11 - 26) [2023 - 01 - 05]. <https://www.kaggle.com/abdallahalidev/plantvillage-dataset>.
- [14] Zhang L B, Zhang J, Ma J, et al. SC - PNN: saliency cascade convolutional neural network for pansharpening [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2021, 59(11): 9697 - 9715.
- [15] Wang S H, Zhou Q, Yang M, et al. ADVIAN: Alzheimer's disease VGG - inspired attention network based on convolutional block attention module and multiple way data augmentation [J]. Frontiers in Aging Neuroscience, 2021, 13: 687456.
- [16] Shuai Y Z, Yuan Q, Zhao S S. A spatial - channel attention - based convolutional neural network for remote sensing image classification [C]//IGARSS 2022—2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Kuala Lumpur, Malaysia. IEEE, 2022: 3628 - 3631.

8. UKF 算法在七自由度机械臂逆运动学求解的应用



机床与液压
JICHUANG YU YEYA

1973 年创刊

第 50 卷第 23 期 (总第 569 期) 2022 年 12 月
半月刊 (每月 15 日、28 日出版)

www.jcyyy.com.cn

主 管: 中国科学技术协会
主 办: 中国机械工程学会
广州机械科学研究院有限公司
协 办: 国家机器人检测与评定中心(广州)
编辑出版:《机床与液压》编辑部
地址: 广州市黄埔区茅岗路 828 号 (510700)

编委会成员

主 任: 宋天虎
副 主 任: 黄 兴 孔祥东 焦宗夏 姜继海
孙立宁
委 员: (按姓氏笔划排序)
丁问司 王军政 王太勇 卢文辉
刘昕晖 刘晓初 刘延俊 刘奕华
权 龙 阮 健 陈超志 陈章位
李宝仁 李小宁 李运华 闵新和
张宪民 张 涛 赵升吨 郝玉成
施光林 高殿荣 袁锐波 韩俊伟
冀 宏

主 编: 闵新和
执行副主编: 张艳君
版面设计: 邓琳倩
美术编辑: 陈雁琼
电 话: 020-32385312
电子邮箱: jcy@gmri.com

广告发行部

广告发行: 徐瑾瑾
广告发行: 020-32385311
电子邮箱: adv@gmri.com
发行范围: 国内外发行
国内发行: 广东省报刊发行局
订 购 处: 全国各地邮局
国外发行: 中国国际图书贸易集团有限公司
广告发布登记通知书: 440100190022
印 刷: 广州一龙印刷有限公司

ISSN 1001-3881 国内邮发代号: 46-40
CN 44-1259/TH 国外发行代号: BM 550
定价: 20 元/期, 480 元/年

目 次

◀ 工业机器人专栏 ▶

- 基于测地线的移动机器人轨迹规划方法
..... 刘鹏程 张连东 宋雪萍 (1)
- 宏微 3-RPR 并联机构运动学精确求解
..... 许有熊 顾人杰 刘晓锋 朱松青 (6)
- 面向狭小环境检测的柔性机器人运动建模与控制研究
..... 张恒 齐飞 窦小明 姜加伟
白东明 裴海珊 朱靖 (12)
- 融合改进 RRT 和动态窗口法的路径规划算法
..... 辛鹏 马希青 (20)
- 隧道反光环清洗机器人的设计与实验研究
..... 沈玉颀 李玉寒 首照宇 赵晖 (25)
- 基于气动软体驱动器的可穿戴手功能康复装置
..... 李康 毕学文 李隆飞 赵云伟 (30)
- 融合动态窗与改进 RRT 的全位置机器人路径规划算法研究
..... 张海波 严小珊 毕齐林 唐惠玲 (35)
- UKF 算法在七自由度机械臂逆运动学求解的应用
..... 黄宗建 方涛 (44)
- 气动技术与构型组合在机器人领域的应用
..... 姜飞龙 刘昊 柳民 柴大霞
胡月明 曹坚 李心雨 (50)
- 一种用于控制工业机器人运动轨迹误差的观测控制策略
研究
..... 马蕊 郭鹏远 杨小强 (56)

本刊已入编“万方数据——数字化期刊群”,“中国核心期刊(遴选)数据库”,“中国期刊全文数据库(CJFD)”,“中文科技期刊数据库”及 CNKI 系列数据库,作者如不同意将文章入编,投稿时敬请说明。

期刊基本参数: CN 44-1259/TH * 1973 * S * 16 * 198 * zh * P * ¥ 20.00 * * 34 * 2022-12

9. 基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统设计

农机化研究 (Nongjihu Yanjiu)		目次	2023 年 5 月第 5 期 (第 45 卷)
基于堆积试验的包衣胡萝卜种子离散元参数标定	杨亮 王方艳 (143)		
丘陵山区玉米果穗剥皮装置设计与试验	逢焕晓 赵殿报 宋志才等 (151)		
基于视觉识别技术稻谷品质分析装置与试验研究	刘春山 李金琼 陈思羽等 (159)		
圆锯式灌木切割试验装置设计与试验	薄仕文 李耀翔 王海滨 (165)		
基于 EDM 的油莎豆旋耕装置分析与试验	赵壮 王东伟 何晓宁等 (173)		
气力窝眼轮组合式谷子穴播排种器性能试验	李潜海 衣淑娟 陈涛等 (180)		
无人机作业参数对小麦喷雾效果的分析及试验	朱赞彬 黄钰琪 龚守富 (186)		
嫁接用苗力定位气囊把持手设计与试验	周泽坤 谢忠坚 初麒等 (191)		
新技术应用			
基于大数据预测模型的农机数字化设计研究	吴玲 (196)		
基于微积分理论的玉米收获机作业效率优化	程凤林 崔红芳 (201)		
基于网络安全理念的智能植保机设计研究	袁博 常秀岩 (206)		
视觉传达技术应用于植保无人机的设计研究	于春霞 (210)		
基于信息融合的农田智能化管理系统应用研究	刘晓 (215)		
基于云技术和大数据的旋耕机作业状态监测系统设计	白雪琳 (220)		
基于农机设计参数的数据安全管理系统研究	徐海洋 (225)		
基于 VUE 的智能采摘机器人前端开发框架研究	王萍芳 (229)		
环境与能源动力工程			
轮式农机电动方向盘转向系统的设计与验证	章少岑 魏新华 卢泽民等 (233)		
履带式再生稻联合收获机自动对行系统研制与试验	刘炆 李耀明 朱荣金等 (239)		
农用涡轮增压柴油发动机电气控制系统设计	赵玉梅 张帅武 王振峰 (244)		
基于振动信号分析的联合收割机故障检测系统研究	史亚贝 (249)		
基于分级过滤的沼液微灌系统设计与分析	刘洋 董力洪 陈晓芬等 (254)		
基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统设计	黄宗建 (259)		
综述			
智慧农机生产下的农业电商平台构架	王艳 (264)		
[期刊基本参数] CN 23-1233/S * 1979 * m * A4 * 268 * zh * P * ¥20.00 * 1500 * 47 * 2023-05			

基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统设计

黄宗建

(河南工业职业技术学院, 河南 南阳 473000)

摘要: 首先,介绍了压力和温度对轮胎的影响,设计了胎压和温度检测方案;然后,从硬件和软件实现了基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统。实验结果表明:测试过程中对 4 个轮胎的压力、温度和电压进行采集,其结果符合实际测量值,证明了系统的可行性和可靠性。
关键词: 农用拖拉机; 压力; 温度; 胎压; ARM
中图分类号: S219.032.9; U463 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-188X(2023)05-0259-05
DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2023.05.019

0 引言

目前,拖拉机在农业生产中起着越来越重要的作用,而轮胎是拖拉机的重要组成部分,其可靠性直接影响驾驶员和路人的安全。根据研究表明,轮胎压力不足或者压力过高对轮胎寿命危害很大,故需对农用拖拉机胎压和温度进行有效监控。为此,设计了一套基于 ARM 的农用拖拉机轮胎胎压与温度监测系统,可以实现对拖拉机胎压和温度的精准测量。

1 轮胎胎压与温度监测系统设计方案

拖拉机工作环境恶劣,在作业过程中若发生轮胎爆胎情况,容易对拖拉机和人员造成伤害。根据调查,农用拖拉机爆胎主要与轮胎内部气压及轮胎温度有关系。

1.1 压力对轮胎的影响

拖拉机胎压异常是引起农机事故的主要原因之一,拖拉机的胎压过高或者过低都会导致车胎爆胎,因此给轮胎充气时,要按照轮胎厂商的推荐值进行。压力对农田拖拉机轮胎的影响如图 1 所示。

由图 1 可知:轮胎充气达到商家推荐标准值的 100%时,轮胎使用寿命最长,可以达到 100%;而充气率在 80%时,使用寿命会降低,只能达到 80%;充气率为 120%时,轮胎使用寿命为 90%。由数据来看,轮胎压力不足或者压力过高对轮胎寿命危害很大,因此需要对农用拖拉机胎压进行实时监控。

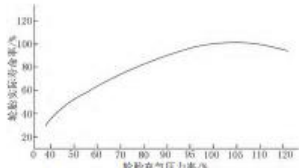


图 1 压力对农用拖拉机轮胎的影响示意图
Fig. 1 The effect of pressure on agricultural tractor tire

1.2 温度对轮胎的影响

拖拉机轮胎内部是一个完全密封的空间,车辆高速行驶作业过程中,轮胎一直与地面高速摩擦,这样会造成车辆行驶时间越长,轮胎内的温度越高;当内部温度达到一定高度时,轮胎的橡胶、帘布和帘线均会受到影响,影响整个轮胎的寿命。科学研究表明,农用拖拉机轮胎内部温度每升高 1℃,轮胎的橡胶磨损率会增加 2 个百分点。

同时,根据物理学 $PV=nRT$ 可知,轮胎温度越高,胎内压力也越大,而当温度达到一定程度时,胎内对应的压力出现异常,导致轮胎爆胎。温度对农田拖拉机轮胎的影响如图 2 所示。

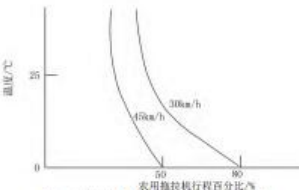


图 2 温度对农用拖拉机轮胎的影响示意图
Fig. 2 The effect of temperature on agricultural tractor tire

收稿日期: 2021-11-15
基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目(172102210095); 河南工业职业技术学院青年骨干教师培训计划项目(202102)
作者简介: 黄宗建(1979-),男,河南南阳人,副教授,硕士,(E-mail) huangzj900@163.com

10. 开关磁阻电机控制系统在纯电动拖拉机设计上的应用

双风机振动筛选装置参数优化与试验	耿令新 左杰文 孙成龙 等(149)
基于管道输送装置的苹果撞击力试验研究	陈春皓 李建平 吕林硕 等(156)
上输送链组合式残膜回收机参数优化及试验	周令阳 施爱平 史 迁 等(164)
自动增氧小型水稻浸种催芽箱的试验研究	于珍珍 汪 春 王宏轩 等(171)
芦苇笋采收机采摘机构设计与试验	向明友 高自成 汤 佟 等(178)
三垄六行花生收获夹持归集装置设计与分析	高增辉 岳丹松 尚书旗 等(185)
水稻秸秆圆捆解捆机的设计与试验	赖东博 车 刚 万 霖 等(191)
基于双目视觉的果园障碍物检测与定位	陈成坤 陈 军(196)
秸秆含量对土壤剪切性能影响的探究	葛 俊 曹成茂 秦 亮(202)
基于随机森林的玉米储藏试验及温度预测	陈思羽 徐爱迪 刘春山 等(207)
仿形起膜机构的设计与试验	洪 佳 谢建华 马卫彬 等(211)
新技术应用	
基于大数据技术的农机调度系统网络安全优化	曹 斌(216)
遗传算法在植保无人机控制系统中的应用	刘桂峰(221)
基于 PLC 的种子烘干机自动控制系统设计	王文立(225)
SolidWorks 软件装配体在农机虚拟样机设计上的应用	孙 亮 桂 林(229)
基于无线传感的绿化树木种植管理系统设计	张 健(233)
基于分布式优化算法的植保通信系统设计	常秀岩 袁 博(237)
环境与能源动力工程	
基于 CFD 技术的农用拖拉机液压系统优化	王新琴 曾 励(241)
纯电动农用车电池均衡充电控制系统研究—基于 ARM 处理器	袁文婷 解军艳(246)
基于复合涡轮增压技术的农用发动机曲轴机构优化	朱 琳(251)
开关磁阻电机控制系统在纯电动拖拉机中的应用	黄宗建(256)
农村火力发电机组二氧化碳排放控制技术研究—基于遗传进化和 PID 控制	张 丽 盛青山 朱成俊(260)
农用发动机增压方式下的润滑系统优化分析	谢荣飞(265)
[期刊基本参数] CN 23-1233/S * 1979 * m * A4 * 268 * zh * P * ¥20.00 * 1500 * 46 * 2023-4	

开关磁阻电机控制系统在纯电动拖拉机设计上的应用

黄宗建

(河南工业职业技术学院, 河南 南阳 473000)

摘要: 在纯电动拖拉机调速系统的设计中, 引入了开关磁阻电机控制系统, 并采用 PID 控制器对速度的调节过程进行反馈, 从而提高速度控制的灵敏性和调节精度, 使调速系统具有自适应调节能力。为了验证基于 PID 的开关磁阻电机控制系统的优越性, 对控制系统的调速过程进行了仿真模拟, 并选取了两组不同的参照进行了对比, 结果表明: 采用 PID 的开关磁阻电机的控制精确性比其他两组高, 从而验证了其性能的可靠性。

关键词: 电动拖拉机; 开关磁阻; 电机调速; PID 控制; 自适应调节

中图分类号: S219.4; TM359.4

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2023) 04-0256-04

DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2023.04.043

0 引言

随着国内首台纯电动拖拉机研发成功, 纯电动拖拉机成为农机研究的热点。纯电动拖拉机机动性更好, 结构更简单, 操控性好, 更有利于实现无人驾驶操作。在无人驾驶时, 拖拉机的调速系统非常重要, 相对于人工操控, 无人驾驶时的调速系统需要具有自适应能力和智能感应能力, 且开关磁阻调速系统在电力电子系统的支持下具有很好的可控性, 通过微机控制编程还可以获得智能化的自适应能力。因此, 将其应用到纯电动拖拉机调速系统的设计上, 对于提升纯电动拖拉机的自动化和智能化程度具有重要的作用。

1 开关磁阻电机在纯电动拖拉机调速系统中的应用

开关磁阻电机调速系统主要由 3 部分构成, 包括电机、电力电子开关和驱动控制部分。开关磁阻的电机结构简单, 具有成本低、调速范围宽、耐高温和可以频繁启动等优点。在电力电子系统和微机控制器的支持下, 具有良好的操控性能和可编程性能。通过编程处理, 调速系统可以获得外部指令, 控制电机操控。在无人驾驶时, 也可以通过位置信息和电流等信息的监测, 自适应地进行系统的操控, 具有智能反应能力。

开关磁阻电机调速系统主要是由 5 部分组成, 包括检测系统、微处理器、控制系统、电机驱动系统和电源, 如图 1 所示。与人类类似, 控制器可以比作人的大

脑, 电机驱动系统和电机相当于人的四肢, 电源可以提供能量, 在作业时可以通过检测系统得到的信息对作业进行规划。检测系统主要是由各种传感器组成, 通过将信息反馈给微处理器, 为系统决策提供依据。



图1 开关磁阻电机控制系统

Fig.1 The control system of switched reluctance motor

2 基于 PID 的开关磁阻电机控制系统

为了实现纯电动拖拉机的无人驾驶功能, 在控制系统的设计上需要考虑系统具有智能化自适应能力。如在遇到障碍物时, 纯电动拖拉机可以通过信息反馈系统得到障碍物的具体信息, 再由反馈调节系统降低电动机的转速, 并根据位置信息进行自适应转向操作, 从而避开障碍物继续作业。常用的反馈调节系统为 PID 调节系统, 将其应用到调速系统中, 可以使系统具有自适应调速能力, 并具有较高的控制精度。在对系统进行控制时, 可以采用比例调节的方法, 比例调节的传递函数为

收稿日期: 2021-09-06

基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目(172102210095)

作者简介: 黄宗建(1979-), 男, 河南南阳人, 副教授, 硕士, (E-mail) huanzj9008@163.com。

二、专著

1. 光纤通信系统与新技术

光纤通信系统与新技术

董雪峰 著



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn



光纤通信系统与新技术

董雪峰 著
邢鹏康



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书对光纤通信系统的基本原理、基本技术及系统设计方法予以较全面、系统的介绍,同时兼顾了现代光纤通信的主流应用技术和发展方向,力求使读者从整体上了解光纤通信的基本原理和技术应用情况。全书共5章。第1章为综述性内容,简要概述光纤通信的概念及光纤通信的发展。第2章介绍光纤通信复用技术、光波分复用的基本概念及复用系统的关键技术。第3章对光纤通信系统的内在组成进行研究等内容。第4章介绍SDH的结构组成、基本原理以及在城域光网络、光接入网中的应用。第5章介绍了光通信、ROF系统和量子光通信等新技术。

图书在版编目(CIP)数据

光纤通信系统与新技术 / 董雪峰著. - 北京:北京希望电子出版社, 2018.5

ISBN 978-7-83002-626-4

I. ①光… II. ①董… III. ①光导纤维通信系统
IV. ①TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 092299 号

出版:北京希望电子出版社
地址:北京市海淀区中关村大街22号
中科大厦A座10层
邮编:100190
网址:www.bhp.com.cn
电话:010-82626270
传真:010-62543892
经销:各地新华书店

封面:八零智联
开本:787mm × 1092mm 1/16
印张:8.75
字数:260千字
印刷:北京教图印刷有限公司
版次:2018年5月第1版 印次:2021年11月第1次

定价:32.00 元

前 言

光纤通信是信息通信技术中发展最为快速的领域之一,随着包括移动互联网、大数据、云计算和物联网等新一代业务和应用的快速推进,对光纤通信技术的要求也不断提高。近年来,超高速率的相干光通信系统已经初步商用化,光纤到户也成为宽带接入领域内最主要的实施方案,全光交换和组网技术也已得到了初步的应用,光纤通信的发展势必会迎来又一个高峰。

本书对光纤通信系统的基本原理、基本技术及系统设计方法予以较全面、系统的介绍,同时兼顾了现代光纤通信的主流应用技术和发展方向,力求使读者从整体上了解光纤通信的基本原理和技术应用情况。

全书共5章。第1章为综述性内容,简要概述光纤通信的基本概念及光纤通信的发展。第2章介绍光纤通信复用技术、光波分复用的基本概念及光波分复用系统的关键技术。第3章对光纤通信系统的内在组成进行研究,分别对光纤通信中的调制技术、IM-DD 光纤通信系统、超长距离光通信系统及相干光通信系统等三大光纤通信系统的结构、关键技术等内容。第4章介绍 SDH 的结构组成、基本原理以及在城域光网络、光接入网中的应用。第5章介绍了光孤子通信、ROF 系统和量子光通信等新技术。

本书由陕西工业职业技术学院董雪峰、河南工业职业技术学院邢鹏康共同撰写。撰写成员具体分工如下:董雪峰负责拟定本书的撰写方案并撰写了第2章和第5章的内容,邢鹏康负责撰写了第1章、第3章和第4章的内容。董雪峰做了全书的统稿工作。

由于作者水平有限,加之光纤通信技术发展之迅速,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

著 者

目 录

第1章 光纤通信发展综述	1
1.1 光纤通信的基本概念	2
1.2 光纤通信发展历史	2
1.3 光纤通信系统的基本组成	3
1.4 光纤通信发展趋势	9
第2章 光纤通信复用技术	11
2.1 光波分复用的基本概念	12
2.2 WDM 系统的工作原理与基本结构	14
2.3 光波分复用系统的关键技术	19
第3章 光纤通信系统研究	29
3.1 光纤通信中的调制技术	30
3.2 IM-DD 光纤通信系统	31
3.3 超长距离高速光通信系统	43
3.4 相干光通信	57
第4章 SDH 传输技术及光网络	61
4.1 SDH 技术	62
4.2 光接入网技术	73
4.3 光网络技术	78
4.4 智能光网络	82
4.5 全光网	96
第5章 光纤通信新技术	107
5.1 光孤子通信技术	108
5.2 ROF 系统	113
5.3 量子通信	128
参考文献	135

2. 模拟电子原理与技术研究



[首页](#) [出版单位](#) [统计分析](#) [使用帮助](#) [关于我们](#)

[首页](#) / [数据检索](#) / [检索详情](#)



检索结果

CIP核准号	2021139004
ISBN	978-7-5612-7810-9
正书名	模拟电子原理与技术研究
丛书名	
出版单位	西北工业大学出版社
出版地	西安

作者	胡福云 著	出版时间	2021.7
分册名		分册号	
定价(元)	42	正文语种	
中图法分类	TN710	主题词	模拟电路 - 电子
内容摘要	本著作主要讲解了模拟电子原理与技术的相关知识,全书内容全面具体,既阐述了模拟电路者将所学知识应用到专业课程及专业实践中,有效激发读者的学习兴趣。本书共七章,分基本放大电路、集成运算放大器、负反馈放大器、直流稳压电源、电子电路识图和模拟电得当,可读性强,理论结合实际,可为广大电工电子爱好者作为参考。		

版权页

模拟电子原理与技术研究 / 胡福云著. -- 西安:
西北工业大学出版社, 2021.7
ISBN 978-7-5612-7810-9

I. ①模... II. ①胡... III. ①模拟电路 - 电子技术
IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第139004号

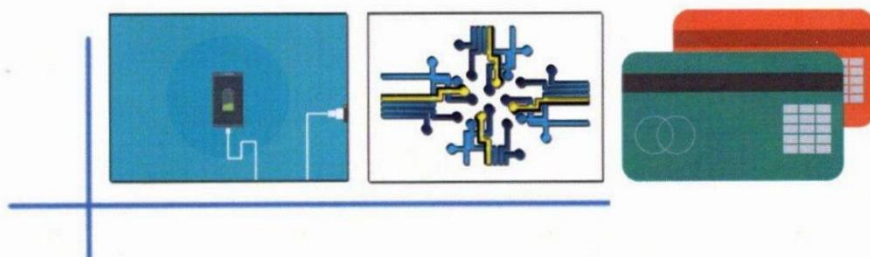
[相关链接](#)： [中央文明网](#) [中华人民共和国国务院新闻办公室](#) [中华人民共和国国家版权局](#) [学习强国学习平台](#) [中国国家版本馆](#)

Copyright©202



模拟电子原理与技术研究

胡福云 著



西北工业大学出版社

封面设计：艾书文

ISBN 978-7-5612-7810-9

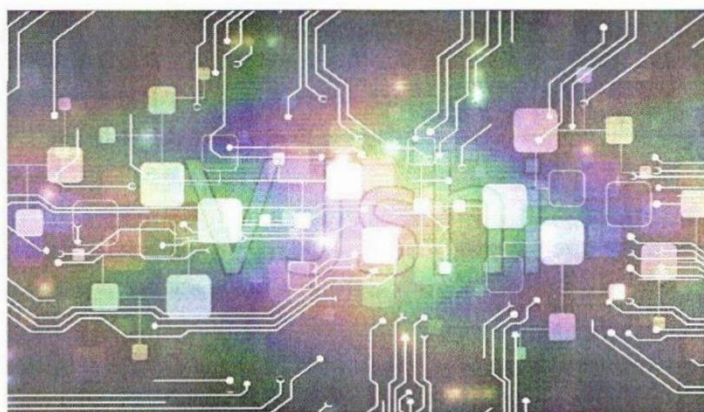


9 787561 278109 >

定价：42.00元

模拟电子原理与技术研究

胡福云 著
邢鹏康



西北工业大学出版社
西安

【内容简介】电子技术发展至今,模拟电路经历了由分立元件到集成模拟器件的发展,模拟电子技术已成为现代电子技术的基础。本书分为7章,主要包括半导体基础知识与半导体器件的工作原理、基本放大电路、集成运算放大器、负反馈放大器、直流稳压电源、电子电路识图以及模拟电子技术实践应用研究等。

本书深入浅出、通俗易懂,突出应用性、针对性,可供从事电器信息类、计算机类、物理微电子及电子技术的工程技术人员和相关行业的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子原理与技术研究 胡福云著. — 西安:
西北工业大学出版社, 2021. 7
ISBN 978-7-5612-7810-9

I. ①模… II. ①胡… III. ①模拟电路-电子技术
IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 139004 号

MONI DIANZI YUANLI YU JISHU YANJIU

模 拟 电 子 原 理 与 技 术 研 究

责任编辑:付高明 杨丽云

责任校对:卢颖慧

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号

邮编:710072

电 话:(029)88493844,88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:西安真色彩设计印务有限公司

开 本:710 mm × 1 000 mm

1/16

印 张:10.625

字 数:185 千字

版 次:2021 年 7 月第 1 版

2021 年 11 月第 1 次印刷

定 价:42.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

前言

随着现代科技的快速发展,电子器件的集成化程度越来越高、功能越来越强,电子技术已经渗透到人们生活的各个领域,从日常的手机、电视到太空探测、海底探险等,电子技术时刻都在展现着它的魅力和作用。模拟电子技术是研究半导体器件、电路及其应用的科学技术,是通信、电子、计算机等专业的一门重要的专业基础课程。探讨半导体器件及其应用的基本概念、基本理论,对电子技术的应用和创新是必不可少的。

本书主要是对模拟电子的原理和设计两方面进行研究;力求理论紧密联系实际,在阐明模拟电路的基本原理的同时,讨论了设计模拟电子电路的工作原理、方法步骤,并给出了实际案例;努力体现模拟电子电路在数字化技术中的基础性、实用性和科学性;重点研究了模拟电子电路的基本电路。

本书由浙江交通职业技术学院胡福云、河南工业职业技术学院邢鹏康共同撰写完成。撰写成员分工具体如下:胡福云负责拟定本书的撰写方案并撰写了第五章、第六章和第七章的内容;邢鹏康负责本书的校对工作并撰写了第一章、第二章、第三章和第四章的内容。胡福云完成了全书的统稿工作。

在撰写本书过程中,作者曾参阅了相关文献、资料,在此,谨向其作者表达衷心的感谢。由于能力有限,经验不足,书中难免存在错漏之处,恳请各同行专家以及广大读者批评指正。

著 者

目 录

第一章 半导体基础知识与半导体器件的工作原理	001
第一节 半导体基础知识	001
第二节 PN 结的形成及特点	011
第三节 晶体二极管及其应用	015
第四节 双极型晶体三极管	026
第二章 基本放大电路	034
第一节 基本放大器的组成原理及直流偏置电路	034
第二节 放大器图解分析法	039
第三节 放大器的交流等效电路分析法	044
第四节 共集电极放大器和共基极放大器	048
第五节 场效应管放大器	052
第六节 放大器的级联	056
第三章 集成运算放大器	061
第一节 从分立元件到集成电路	061
第二节 集成运算放大器的原理与组成	062
第三节 集成运算放大器的特性参数	072
第四节 理想运算放大器的线性和非线性特征	073
第五节 集成运算放大器应用举例	076
第四章 负反馈放大器	082
第一节 负反馈	082
第二节 负反馈放大电路	089
第三节 负反馈放大电路分析举例	092



第五章 直流稳压电源	11
第一节 单相桥式整流电路	11
第二节 滤波电路	11
第三节 串联型集成稳压电源	11
第四节 三端集成稳压电路	11
第五节 集成稳压器的选择及注意事项	11
第六章 电子电路识图	11
第一节 半导体分立元器件的识别与检测	11
第二节 电子线路识图方法	11
第三节 识图举例	12
第七章 模拟电子技术实践应用研究	13
第一节 电子助听器的制作与安装	13
第二节 波形产生电路的设计与制作	13
第三节 直流稳压电源的设计与调试	13
第四节 收音机的安装与调试	15
参考文献	16



3. 人工智能与计算原理研究



扫描全能王 创建

 中国商务出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

前言

人工智能作为研究机器智能和智能机器的一门综合性高技术学科,是计算机科学中备受人们重视和非常具有吸引力的前沿学科,并不断衍生出很多新的研究方向。计算智能属于现代人工智能的一个分支。由于人工智能内容体系复杂、庞大,且各个学派自身存在局限性,因此人工智能的应用发展非常缓慢,而在此基础上,计算智能发展了起来。计算智能是信息科学、生命科学、认知科学等不同学科相互交叉的产物,它在我们生活的许多领域有着广泛的应用,例如,大规模复杂系统优化,科学技术与社会问题优化及控制,以及在计算机网络、机器人,仿生学、智能交通、城市规划等领域的应用。

使计算机程序具有智能、能够模拟人的思维和行为,一直是计算机科学工作者的理想和追求。尽管人工智能的发展道路崎岖不平,一直充满艰辛,但不畏艰难地从事人工智能研究的科学工作者并没有放弃对这个理想的追求;尽管计算机科学其他分支的发展也非常迅猛,并不断涌现新的学科领域,但是当这些学科的发展进一步深化时,人们不会忘记这样一个共同的目标:使计算机更加智能化。因此,不同知识背景和专业的人们都密切关注人工智能这门具有崭新思想和实用价值的综合性学科,并正在这个领域中发现某些新思想和新方法。

在看到人工智能与计算智能不断发展的同时,我们应该清楚地认识到探索“智力的形成”是人类面临的困难、复杂的课题之一。摆在人工智能学科面前的任务是艰巨和复杂的,这需要广大的计算机科学工作者不畏艰难,勇于探索,辛勤耕耘,共同开创人工智能发展的美好未来。

本书是对人工智能和智能计算的研究,从人工智能的概念、应用和发展方向对人工智能进行了初步分析,然后对人工智能的基础知识做了较为全面的阐述,并在此基础上引出了人工智能的基础算法原理,然后对智能极端的模糊算法、神经计算和群集智能算法进行了分析探索。本书可为从事人工智能发展研究和智能计算研究的人员提供参考。

本书由赣州师范高等专科学校李玥、上海市地震局(上海余山地球物理野外科学观测研究站)胡峻、百色市信息中心龙晶和河南工业职业技术学院刘春茂共同撰写完成。具体撰写分工如下:第一章和第四章由李玥撰写,共计九万字;第五章和第六章由龙晶撰写,共计九万字;第二章和第三章由刘春茂撰写,共计十万字。全书由胡峻负责审校、统稿。

由于作者水平所限,书中难免存在不足之处,恳请各位读者批评指正。



扫描全能王 创建

人工智能与计算原理研究

李 玥 胡 峻 龙 晶◎ 著
刘春茂◎副主编

 中国商业出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

人工智能与计算原理研究 / 李玥, 胡峻, 龙晶著
— 北京 : 中国商务出版社, 2023. 5
ISBN 978-7-5103-4698-9

I. ①人… II. ①李… ②胡… ③龙… III. ①人工智
能—研究 IV. ①TP18

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 098615 号

人工智能与计算原理研究

RENGONG ZHINENG YU JISUAN YUANLI YANJIU

李玥 胡峻 龙晶 著

出 版: 中国商务出版社

地 址: 北京市东城区安定门外大街东后巷 28 号 邮编: 100710

责任部门: 教育事业部 (gmhksb@163.com)

责任编辑: 李自满

封面设计: 博健文化

印 刷: 北京四海锦诚印刷技术有限公司

开 本: 185 毫米×260 毫米 1/16

印 张: 12.75 字 数: 286 千字

版 次: 2023 年 5 月第 1 版 印 次: 2023 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5103-4698-9

定 价: 70.00 元



版权所有 盗版必究



扫描全能王 创建

第四章 模糊计算	108
第一节 模糊计算数学基础	108
第二节 模糊推理与模糊系统	117
第三节 模糊聚类分析	128
第五章 神经计算	133
第一节 人工神经网络基础	133
第二节 BP 神经网络	142
第三节 径向基函数神经网络	148
第四节 卷积神经网络	154
第六章 群集智能算法	165
第一节 群集智能概述	165
第二节 蚁群算法	173
第三节 粒子群优化算法	178
第四节 人工鱼群算法	181
参考文献	193



扫描全能王 创建

目 录

第一章 人工智能概述	1
第一节 人工智能的基础定义	1
第二节 人工智能的应用	4
第三节 人工智能的未来与展望	24
第四节 大数据与人工智能的融合	27
第二章 人工智能的基础知识	35
第一节 分布式人工智能	35
第二节 决策支持系统	51
第三节 进化计算	61
第四节 模拟退火算法	65
第五节 知识表示	66
第六节 搜索原理	71
第七节 基本的推理方法	78
第三章 人工智能的基础算法理论	89
第一节 人工智能的算法构成	89
第二节 算法结构	98
第三节 问题求解	103

• 1 •



扫描全能王 创建

中国图书网

首页

出版单位

统计分析

使用帮助

关于我们

lcm998

首页 / 数据检索 / 检索详情

暂无封面

检索结果

查询更多信息

CIP编号	2023098615
ISBN	978-7-5103-4698-9
正书名	人工智能与计算原理研究
丛书名	
出版单位	中国商务出版社
出版地	北京

作者	李研, 明晓, 龙晶, 著	出版时间	2023.5
分册名		分册号	
定价 (元)	70	正文语种	
中图法分类	TP18	主题词	人工智能 - 研究
内容摘要	人工智能作为研究机器智能和智能机器的一门综合性高技术学科,是计算机科学中备受人们重视和非常具有吸引力的前沿学科,并不断衍生出很多新的研究方向。本书是对人工智能和智能计算研究的著作,本书从人工智能的概念、应用和发展方向对人工智能进行了初步分析,然后对人工智能的基础知识做了较为全面地阐述,并在此基础上引出了人工智能的基础算法原理,然后对智能训练的模型算法、神经计算和群集智能算法进行了分析研究。本书可为人工智能发展研究和智能计算研究的人员提供参考。		

73

