



ESCI, EI 等数据库收录期刊

ISSN 1009-5896  
CODEN DKXUEC  
CN 11-4494/TN

# 电子与信息学报

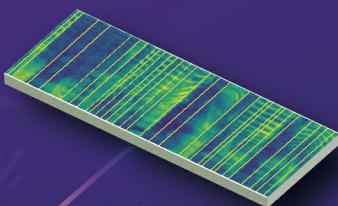
JOURNAL OF ELECTRONICS & INFORMATION TECHNOLOGY

8

2023. Vol.45



强化控制



语音识别

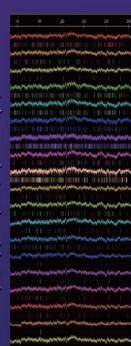


图像处理

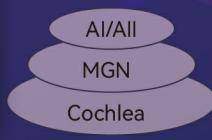
真实物理世界



运动模式



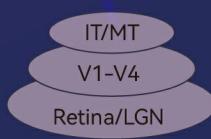
脉冲世界映像



语音模式



前额叶



图像模式

## 专题 | TOPIC

脑启发的视觉时空信息感知

Brain-inspired Visual Spatio-temporal Information Perception

专题主编: 胡卫明, 李永杰, 余肇飞, 王刚



# 电子与信息学报

DIANZI YU XINXI XUEBAO

第45卷第8期 2023年8月

## 目 次

### “脑启发的视觉时空信息感知”专题

- 适合类脑脉冲神经网络的应用任务范式分析与展望 .....  
..... 张铁林, 李澄宇, 王刚, 张马路, 余磊, 徐波 (2675)  
面向生物视觉的神经编码模型研究: 进展与挑战 ..... 贾彬彬, 余肇飞, 刘健, 黄铁军 (2689)  
基于事件相机的图像重构综述 ..... 徐齐, 邓洁, 申江荣, 唐华锦, 潘纲 (2699)  
视觉光流计算技术及其应用 ..... 崔毅博, 汤仁东, 邢大军, 王隽, 李尚生 (2710)  
基于DT-LIF神经元与SSD的脉冲神经网络目标检测方法 .....  
..... 周雅, 栗心怡, 武喜艳, 赵宇飞, 宋勇 (2722)  
基于动态视觉运动特征的脉冲神经网络识别方法 ..... 董峻妃, 姜润皓, 燕锐, 唐华锦 (2731)  
生物视觉启发的低照度视频自适应增强设计与FPGA加速实现 .....  
..... 张显石, 宋健, 宋泗锦, 李永杰 (2739)  
视觉多通路机制启发的多场景感知红外与可见光图像融合框架 ..... 高绍兵, 詹宗逸, 匡梅 (2749)  
基于多层次脉冲神经网络的非接触液位检测方法 .....  
..... 张季伦, 朱毅, 李颖, 陈方, 刘颖, 屈鸿 (2759)

### “脑-行为一致性提升人机协作效能”专题

- 基于贝叶斯优化的康复训练参与度自适应增强方法研究 .....  
..... 曾洪, 陈晴晴, 李潇, 张建喜, 宋爱国 (2770)  
不同难度任务下自我调节机制对心理负荷水平的影响 .....  
..... 闫佳庆, 李丹, 邓金钊, 顾恒, 孙文浩, 龙舟, 李小俚 (2780)  
基于时频多尺度的SSVEP信号快速识别方法 ..... 王晓甜, 崔鑫语, 梁硕, 陈超 (2788)  
基于卷积神经网络和领域泛化的跨操作员认知负荷识别 .....  
..... 周月莹, 公沛良, 王澎湃, 温旭云, 张道强 (2796)

### 综述评论

- 面向高铁毫米波通信智能资源管理研究综述 ..... 闫莉, 方旭明, 李毅, 薛青 (2806)  
无线体域网物理层传输编码理论综述: 低密度奇偶校验码优化设计 .....  
..... 宋丹, 许志平, 洪少华, 王琳 (2818)  
基于SRAM的感存算一体化技术综述 .....  
..... 杨兴华, 杨子翼, 苏海津, 姜炜煌, 张静, 魏琦, 骆丽, 王忠静, 吕华芳, 乔飞 (2828)

### 无线通信与物联网

- 面向中继通信的空地协同无人机编队控制算法设计与仿真 .....  
..... 李博, 陈梦媛, 杨洪娟, 赵楠, 王钢 (2839)  
异构物联网下资源高效的分层协同联邦学习方法 ..... 王汝言, 陈伟, 张普宁, 吴大鹏, 杨志刚 (2847)  
基于OFDM的无线信号与电能反向同步传输方法 ..... 靖永志, 鲁林海, 冯伟, 王森, 孙希聪 (2856)  
RIS辅助的MISO系统安全鲁棒波束赋形算法 ..... 李国权, 党刚, 林金朝, 徐勇军, 黄正文 (2867)

- 一种增量部署太赫兹链路的巨型近地轨道星座网络路由算法 ..... 叶进, 陈贵豪, 韦姿蓉, 单源超, 黄家玮 (2876)  
考虑能耗中断的无人机通信中基于深度强化学习的资源管理 ..... 罗佳, 陈前斌, 唐伦, 张志才 (2885)  
基于多智能体柔性演员-评论家学习的服务功能链部署算法 ..... 唐伦, 李师锐, 杜雨聪, 陈前斌 (2893)  
车联网中可证安全的分布式匿名高效边缘认证协议 ..... 张海波, 兰凯, 黄宏武, 王汝言, 邹灿 (2902)  
可重构智能表面中的低复杂度毫米波信道追踪算法 ..... 蒲旭敏, 刘雁翔, 孙致南, 李静洁, 陈前斌, 金石 (2911)  
一点对多点同时激光通信视轴姿态解算方法 ..... 王利辉, 张立中, 孟立新, 白杨杨 (2919)
- ### 雷达、声呐、阵列信号处理
- 基于扩展OTSM图的滑动型散射中心建模方法 ..... 胡杰民, 陈锡清, 邹博, 蔡伟柯 (2927)  
基于正负频偏脉冲压缩相参积累的移频干扰鉴别方法 ..... 温镇铭, 王国宏, 张亮, 于洪波 (2936)  
机载双极化气象雷达多种降水粒子回波仿真方法研究 ..... 李海, 冯开泓, 杨文恒, 金明 (2945)  
基于检测-跟踪联动的紧凑型高频地波雷达弱目标自适应检测方法 ..... 孙伟峰, 李小彤, 纪永刚, 戴永寿 (2955)  
低秩矩阵补全高分辨SAR成像特征重建 ..... 杨磊, 王腾腾, 陈英杰, 盖明慧, 许瀚文 (2965)  
融合深度可分离卷积的多尺度残差UNet在PolSAR地物分类中的研究 ..... 谢雯, 王若男, 羊鑫, 李永恒 (2975)  
误差条件下基于协方差矩阵重构的自适应波束形成 ..... 胡斌, 沈学勇, 蒋敏 (2986)  
基于历史运动特征约束和SVM频谱分类的被动声呐目标关联跟踪方法 ..... 钱宇宁, 陈亚伟, 李归 (2991)
- ### 图像与智能信息处理
- 融合多尺度分形注意力的红外小目标检测模型 ..... 谷雨, 张宏宇, 孙仕成 (3002)  
改进双路径生成对抗网络的红外与可见光图像融合 ..... 杨莘, 田立凡, 梁佳明, 黄泽丰 (3012)  
基于时空特征增强图卷积网络的骨架行为识别 ..... 曹毅, 吴伟官, 李平, 夏宇, 高清源 (3022)  
结合多特征嵌入和多网络融合的中文医疗命名实体识别 ..... 雷松泽, 刘博, 王瑜菲, 单奥奎 (3032)
- ### 电路与系统设计
- 一种灵敏度漂移自补偿型MEMS电场传感器 ..... 储昭志, 杨鹏飞, 闻小龙, 彭春荣, 刘宇涛, 吴双 (3040)  
基于忆阻器的1T1M可重构阵列结构 ..... 蒋林, 张丁月, 李远成, 曹非, 隆茂森 (3047)

# JOURNAL OF ELECTRONICS & INFORMATION TECHNOLOGY

Vol.45 No.8 August 2023

## CONTENTS

### Special Topic on Brain-inspired Visual Spatiotemporal Information Perception

Research Advances and New Paradigms for Biology-inspired Spiking Neural Networks .....	ZHANG Tielin, LI Chengyu, WANG Gang, ZHANG Malu, YU Lei, XU Bo (2675)
Research on Neural Encoding Models for Biological Vision: Progress and Challenges .....	JIA Shanshan, YU Zhaofei, LIU Jian, HUANG Tiejun (2689)
A Review of Image Reconstruction Based on Event Cameras .....	XU Qi, DENG Jie, SHEN Jiangrong, TANG Huajin, PAN Gang (2699)
Visual Optical Flow Computing: Algorithms and Applications .....	CUI Yibo, TANG Rendong, XING Dajun, WANG Juan, LI Shangsheng (2710)
Object Detection Method with Spiking Neural Network Based on DT-LIF Neuron and SSD .....	ZHOU Ya, LI Xinyi, WU Xian, ZHAO Yufei, SONG Yong (2722)
Spiking Neural Network Recognition Method Based on Dynamic Visual Motion Features .....	DONG Junfei, JIANG Runhao, YAN Rui, TANG Huajin (2731)
Design of Biological-inspired Low-light Video Adaptive Enhancement and FPGA Accelerated Implementation .....	ZHANG Xianshi, SONG Jian, SONG Sijin, LI Yongjie (2739)
Multi-Scenario Aware Infrared and Visible Image Fusion Framework Based on Visual Multi-Pathway Mechanism .....	GAO Shaobing, ZHAN Zongyi, KUANG Mei (2749)
Non-contact Liquid Level Detection Method Based on Multilayer Spiking Neural Network .....	ZHANG Jilun, ZHU Yi, LI Ying, CHEN Fang, LIU Ying, QU Hong (2759)

### Special Topic on Effectiveness Enhancement of Human-machine Collaboration Based on Brain Behavioral Consistency

Research on Adaptive Enhancement Method of Rehabilitation Training Participation Based on Bayesian Optimization .....	ZENG Hong, CHEN Qingqing, LI Xiao, ZHANG Jianxi, SONG Aiguo (2770)
Impact of Self-regulation on Mental Workload under Different Difficulty Tasks .....	YAN Jiaqing, LI Dan, DENG Jinzhao, GU Heng, SUN Wenhao, LONG Zhou, LI Xiaoli (2780)
A Fast Recognition Method of SSVEP Signals Based on Time-Frequency Multiscale .....	WANG Xiaotian, CUI Xinyu, LIANG Shuo, CHEN Chao (2788)
Cross-operator Cognitive Workload Recognition Based on Convolutional Neural Network and Domain Generalization .....	ZHOU Yueying, GONG Peiliang, WANG Pengpai, WEN Xuyun, ZHANG Daoqiang (2796)

### Overviews

Overview on Intelligent Wireless Resource Management of Millimeter Wave Communications under High-speed Railway .....	YAN Li, FANG Xuming, LI Yi, XUE Qing (2806)
Survey of Transmission Coding Theory on Physical Layer for Wireless Body Area Network: Optimal Design of Low-Density Parity-Check Code .....	SONG Dan, XU Zhiping, HONG Shaohua, WANG Lin (2818)
Review of the Fused Technology of Sensing, Storage and Computing Based on SRAM .....	YANG Xinghua, YANG Ziyi, SU Haijin, JIANG Weihuang, ZHANG Jing, WEI Qi, LUO Li, WANG Zhongjing, LÜ Huafang, QIAO Fei (2828)

### Wireless Communication and Internet of Things

Air-ground Cooperative UAV Formation Control Algorithm Design and Simulation for Relay Communications .....	LI Bo, CHEN Mengyuan, YANG Hongjuan, ZHAO Nan, WANG Gang (2839)
---	---

(To be continued on inside back cover)

(Continued)

Resource-Efficient Hierarchical Collaborative Federated Learning in Heterogeneous Internet of Things .....	WANG Ruyan, CHEN Wei, ZHANG Puning, WU Dapeng, YANG Zhigang	(2847)
Reverse Simultaneous Wireless Data / Power Transfer Method Based on OFDM .....	JING Yongzhi, LU Linhai, FENG Wei, WANG Sen, SUN Xicong	(2856)
Secure and Robust Beamforming Algorithm for RIS Assisted MISO Systems .....	LI Guoquan, DANG Gang, LIN Jinzhao, XU Yongjun, HUANG Zhengwen	(2867)
A Routing Algorithm on Low Earth Orbit Mega-constellation Network with Incremental Deployment of Terahertz Links .....	YE Jin, CHEN Guihao, WEI Zirong, SHAN Yuanchao, HUANG Jiawei	(2876)
Resource Management Based on Deep Reinforcement Learning for UAV Communication Considering Power Consumption Outage .....	LUO Jia, CHEN Qianbin, TANG Lun, ZHANG Zhicai	(2885)
Deployment Algorithm of Service Function Chain Based on Multi-Agent Soft Actor-Critic Learning .....	TANG Lun, LI Shirui, DU Yucong, CHEN Qianbin	(2893)
Provably Secure Distributed Efficient Edge Authentication Protocol with Anonymity in Internet of Vehicles .....	ZHANG Haibo, LAN Kai, HUANG Hongwu, WANG Ruyan, ZOU Can	(2902)
A Low Complexity Millimeter Wave Channel Tracking Algorithm in Reconfigurable Intelligent Surface .....	PU Xumin, LIU Yanxiang, SUN Zhinan, LI Jingjie, CHEN Qianbin, JIN Shi	(2911)
Solution Method of Line-of-sight Attitude in One-point to Multi-point Simultaneous Laser Communication System .....	WANG Lihui, ZHANG Lizhong, MENG Lixin, BAI Yangyang	(2919)
<b>Radar, Sonar and Array Signal Processing</b>		
Modeling Method of Sliding Scattering Center Based on Extended OTSM Graph .....	HU Jiemin, CHEN Xiqing, ZOU Bo, CAI Weike	(2927)
Frequency-shift Jamming Identification Methods Based on Positive and Negative Frequency Shift Pulse Compression Coherent Integration .....	WEN Zhenming, WANG Guohong, ZHANG Liang, YU Hongbo	(2936)
Study on Simulation Method of Precipitation Particle Echo of Airborne Dual-Polarization Weather Radar .....	LI Hai, FENG Kaihong, YANG Wenheng, JIN Ming	(2945)
An Adaptive Weak Target Detection Method Using Joint Detection and Tracking for Compact High Frequency Surface Ware Radar .....	SUN Weifeng, LI Xiaotong, JI Yonggang, DAI Yongshou	(2955)
Feature Reconstruction of High Resolution SAR Imagery Based on Low Rank Matrix Completion .....	YANG Lei, WANG Tengteng, CHEN Yingjie, GAI Minghui, XU Hanwen	(2965)
Research on Multi-scale Residual UNet Fused with Depthwise Separable Convolution in PolSAR Terrain Classification .....	XIE Wen, WANG Ruonan, YANG Xin, LI Yongheng	(2975)
Robust Adaptive Beamforming Based on Covariance Matrix Reconstruction with Uncertainties .....	HU Bin, SHEN Xueyong, JIANG Min	(2986)
Target Association and Tracking Approach Based on Historical Kinematic Characteristics and SVM Spectrum Classification for Passive Sonar .....	QIAN Yunying, CHEN Yawei, LI Gui	(2991)
<b>Image and Intelligent Information Processing</b>		
Infrared Small Target Detection Model with Multi-scale Fractal Attention .....	GU Yu, ZHANG Hongyu, SUN Shicheng	(3002)
Infrared and Visible Image Fusion Based on Improved Dual Path Generation Adversarial Network .....	YANG Shen, TIAN Lifan, LIANG Jiaming, HUANG Zefeng	(3012)
Skeleton Action Recognition Based on Spatio-temporal Feature Enhanced Graph Convolutional Network .....	CAO Yi, WU Weiguan, LI Ping, XIA Yu, GAO Qingyuan	(3022)
Chinese Medical Named Entity Recognition Combined with Multi-Feature Embedding and Multi-Network Fusion .....	LEI Songze, LIU Bo, WANG Yufei, SHAN Aokui	(3032)
<b>Circuit and System Design</b>		
A MEMS-based Electric Field Sensor with Self-compensation for Sensitivity Drift .....	CHU Zhaozhi, YANG Pengfei, WEN Xiaolong, PENG Chunrong, LIU Yutao, WU Shuang	(3040)
1T1M Reconfigurable Array Structure Based on Memristor .....	JIANG Lin, ZHANG Dingyue, LI Yuancheng, CAO Fei, LONG Maosen	(3047)

# 《电子与信息学报》第九届编辑委员会名单

(按姓氏拼音)

主 编:	付 琨	冯登国	何元智	黄 华	金 海	刘勇攀	钱志鸿	王 程	王 宇	吴文玲	邢孟道	许 进
副 主 编:	程 强	尤肖虎	曾晓洋									
顾 问:	贲 德	陈 鲸	陈志杰	褚君浩	崔铁军	丁赤飚	范滇元	方滨兴	方家熊	郭光灿	郝 跃	何 友
	黄培康	黄 维	金亚秋	李树深	刘盛纲	刘永坦	刘韵洁	龙 腾	吕跃广	毛二可	毛军发	王阳元
	王永良	吴培亨	吴一戎	吴汉明	徐宗本	许宁生	许祖彦	于 全	张履谦	张明高	张锡祥	郑有料
委 员:	安建平	边 松	蔡 浩	蔡跃明	曹治国	陈后金	陈溅来	陈思伟	陈小龙	陈晓峰	陈晓禾	陈晓明
	陈孝敬	陈友淦	程 光	程庆丰	池保勇	储著飞	戴俊彦	戴凌龙	单伟伟	邓 武	邓 猗	邓云凯
	丁金闪	董哲康	杜 兰	方广有	方乐缘	傅建明	盖伟新	高 健	高 莹	高 茜	谷大武	关 欣
	郭泽华	韩银和	何德彪	何相腾	洪庆辉	洪 伟	胡红钢	程 胡	伟 胡	伟 胡	林 胡	黄崇文
	黄海宁	黄 沫	贾春福	姜 奇	蒋刚毅	蒋俊正	金晨辉	金舒原	一 宁	李旭杰	荆继武	康嘉文
	兰巨龙	雷文太	李 斌	李 博	李春国	李春升	李凤华	李 刚	李 宁	李旭杰	李学清	李玉峰
	李 赞	廖桂生	廖 勇	林东岱	林环锵	林 军	林毅	刘 刚	刘 宁	刘 宁	刘马良	刘 强
	刘且根	刘松佐	刘伟强	刘亚东	彭宇新	刘哲理	柳晓鸣	罗国杰	陈 宁	刘 留	刘兆龙	宁 天明
	欧阳继	潘 泉	潘小勇	施荣华	彭宇新	乔 飞	秦 宇	邱天爽	孙玲玲	牟卫华	牟红斌	沈红斌
	沈继忠	沈连丰	盛 敏	王春华	王春华	时晨光	时龙兴	孙玲玲	孙 强	屈小波	屈毓铮	陶小峰
	万显荣	汪 定	汪鹏君	王颖	王 刚	王 刚	王 钢	王金元	王 琳	王 琳	王 琳	王文博
	王 雪	王雪松	王义君	王 颖	王 勇	王 勇	王志华	王 翁	王 吴	杨 奇	杨 刚	夏善红
	徐 刚	徐婧林	徐 静	徐莹莹	徐勇军	徐勇军	许河秀	许述文	余礼苏	杨 显	袁 宪	杨 欢欢
	杨 珊	杨照辉	叶 乐	叶 能	印二威	印二威	于红波	于季弘	张 云	郁 章	赵 凤	张 海君
	张海霞	张吉良	张 江	张 狂	张学波	张学波	张跃军	张跃军	朱洪波	朱文武	赵 友文	赵 鲈
	赵运磊	仲 盛	周建江	周俊鹤	周平强	周志华	朱广宇	朱广宇				

## 电子与信息学报

Dianzi Yu Xinxi Xuebao

(月刊, 1979年1月创刊)

第45卷 第8期, 2023年8月

## Journal of Electronics & Information Technology

(Monthly, Started in January 1979)

Vol.45 No.8 August 2023

主 管	中国科学院	Supervised by Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院空天信息创新研究院	Sponsored by Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences and Department of Information Science
编 辑	《电子与信息学报》编辑部 信址:北京2702信箱学报编辑部 地址:北京市北四环西路19号(邮政编码: 100190) 电话: 010-58887066 http://jeit.ac.cn E-mail: jeit@mail.ie.ac.cn	Edited by Editorial Department of Journal of Electronics & Information Technology P. O. Box 2702, Beijing 100190, China Telephone: 010-58887066 http://jeit.ac.cn E-mail: jeit@mail.ie.ac.cn
主 编	付 琨	Editor-in-Chief: FU Kun
编辑部主任	陈 倩	Editorial Director: CHEN Qian
出 版	中国科技出版传媒股份有限公司 地址:北京东黄城根北街16号 邮政编码: 100717	Published by Science Press No.16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京科信印刷有限公司	Printed by Beijing Kexin Printing Co., Ltd.
总 发 行	中国科技出版传媒股份有限公司 地址:北京东黄城根北街16号 邮政编码: 100717 电话: 010-64017032 E-mail: journal@mail.sciencecp.com	Distributed by Science Press No.16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Telephone: 010-64017032 E-mail: journal@mail.sciencecp.com
国 外 发 行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京399信箱 邮政编码: 100044	Overseas distribution: China International Book Trading Corporation P. O. Box 399, Beijing 100044, China

国内统一连续出版物号: CN 11-4494/TN

国内邮发代号: 2-179

国外发行代号: M412

定价: 80.00元



国内外公开发行

官方微信 欢迎关注

ISSN 1009-5896



08>