

CN 11-2175/TN

ISSN 1002-7300

# 电子测量技术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

半月刊 — 2023年4月（下半月）第46卷第8期

- 北大中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- 《中国学术期刊网络出版总库》CNKI全文收录

电 子 测 量 技 术  
ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 46 卷 第 8 期    2023 年 4 月

目 次

【计算机视觉与智能感知】

|                                   |                    |        |
|-----------------------------------|--------------------|--------|
| 基于堆叠惯性信号的跳台滑雪动作识别 .....           | 鲍文霞 董 震 王 年 杨先军    | ( 1 )  |
| Grael 脑电放大器与深度学习的手势实时识别研究 .....   |                    |        |
| ..... 刘晓光 张明进 王嘉威 梁 铁 李 俊 刘秀玲     |                    | ( 7 )  |
| 基于阴影增强和注意力机制的高光谱图像分类 .....        | 刘秋月 刘雪峰 孙绍华        | ( 14 ) |
| 顾及地图投影变形的免像控摄影测量方法 .....          | 段晨汐 李博勋            | ( 24 ) |
| 基于 YOLOv5 的雾霾天气下交通标志识别 .....      | 朱 开 陈慈发            | ( 31 ) |
| 基于 MobileNetV3 多尺度特征融合的人脸表情识别 ... | 薛志超 伊力哈木·亚尔买买提 闫天星 | ( 38 ) |
| 自适应加权根多项式回归颜色校正算法研究 .....         |                    |        |
| ..... 付小康 刘 梅 刘怡俊 叶武剑 邱逸铭 王小林     |                    | ( 45 ) |
| 基于 3DCNN 的驾驶员细微动作识别 .....         | 秦 康 张小俊 张明路 杨亚昆    | ( 51 ) |
| 基于图卷积网络改进的人体动作识别模型 .....          | 陶 峰 李燕苹 王 瑞        | ( 59 ) |

【机器学习与智能计算】

|                            |                     |        |
|----------------------------|---------------------|--------|
| 基于深度学习的元器件视觉识别和定位技术 .....  | 雷文桐 顾寄南 胡君杰 高 伟     | ( 65 ) |
| 基于深度强化学习的多目标边缘任务调度研究 ..... | 盛 煜 朱正伟 朱晨阳 诸燕平     | ( 74 ) |
| 基于单路口车流量统计的交通灯配时系统研究 ..... | 赵 谦 马文越 郑 超 邓宇豪     | ( 82 ) |
| 基于概率 A* 的智能车路径规划算法 .....   | 徐 淦 李文超 刘美如         | ( 92 ) |
| 基于改进 A* 算法的无人机路径规划研究 ..... | 唐嘉宁 彭志祥 李孟霜 刘志聪 谢翠娟 | ( 99 ) |
| 基于深度学习的绝缘子故障检测研究 .....     | 张彦生 王成龙 刘远红         | (105)  |

【人机共融与智能控制】

|                             |     |     |       |       |       |       |
|-----------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 基于改进 RRT-Connect 算法的机械臂运动规划 | 游达章 | 杨智杰 | 张业鹏   | (112) |       |       |
| 多源相位控制自适应跟踪算法研究             | 张道东 | 杨仕勇 | 蒲红平   | 鲁朝升   | 郑晓霞   | (120) |
| 基于卡尔曼滤波迭代学习的交通信号控制方法        | 贾光耀 | 闫飞  | (126) |       |       |       |
| 基于多层注意力机制的 4DC-BGRU 脑电情感识别  | 张丽彩 | 李鸿燕 | 司马飞扬  | 申雁    | (134) |       |
| 双半球胶囊机器人自监督姿态快速矫正方法         | 马钰璘 | 张永顺 | 邢立君   | (142) |       |       |
| 工业机器人位置稳定时间不确定度的研究分析        | 张昌尧 | 吴清锋 | 张秋怡   | 刘仲义   | (148) |       |
| 基于 CUSUM 和加权欧氏距离的电器分析监测装置设计 | 陈家栋 | 张钊  | (154) |       |       |       |

【无人系统与群体智能】

|                            |     |     |       |       |    |     |       |
|----------------------------|-----|-----|-------|-------|----|-----|-------|
| 基于改进 PPO 算法的自动驾驶技术研究       | 姚悦  | 吉明佳 | 杨霄    | (162) |    |     |       |
| 基于改进 YOLOv4 的无人机航拍目标检测算法   | 赵耘彻 | 张文胜 | 刘世伟   | (169) |    |     |       |
| 改进视觉惯性里程计融合 GPS 的无人机定位方法研究 | 周思达 | 胡敏森 | 唐嘉宁   | 宋一鸣   | 陈伟 | 和雪梅 | (176) |
| 基于积分滑模的带机械臂无人机控制方法研究       | 许金伟 | 周祖鹏 | (185) |       |    |     |       |

电 子 测 量 技 术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 46 卷 第 8 期(总第 412 期) 2023 年 4 月

|          |                 |             |                           |
|----------|-----------------|-------------|---------------------------|
| 社 长:     | 郭亚文             | 编 辑 出 版:    | 《电子资讯时报》社有限公司             |
| 主 编:     | 孙圣和             | 地 址:        | 北京市东城区北河沿大街 79 号          |
| 执行副主编:   | 武娟              | 邮 编:        | 100009                    |
| 责任编辑:    | 王哲              | 电 话:        | 010-64044400,010-53389229 |
| 编 委:     | 孙续 向天明 刘开华 刘明亮  | 邮 箱:        | dzcl@vip.163.com          |
| (排名不分先后) | 李兴 李书芳 陈光禔 陈尚松  | 网 址:        | emt. etmchina. com        |
|          | 何俊山 王化祥 汪铁华 王厚军 | 印 刷:        | 山西同方知网印刷有限公司              |
|          | 杨世凤 秦世引 高秋来 陶然  | 发 行:        | 同方知网(北京)技术有限公司            |
|          | 阙沛文 朱杰 张金忠      | 订 阅 电 话:    | (010)62702070             |
| 主 管:     | 北京电子控股有限责任公司    | 国际标准连续出版物号: | ISSN 1002—7300            |
| 主 办:     | 北京无线电技术研究所      | 国内统一连续出版物号: | CN 11—2175/TN             |

## CONTENTS

### 【Computer Vision and Intelligent Perception】

|                                                                                              |                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Action recognition of ski jumping based on stacked inertial signals .....                    | Bao Wenxia Dong Zhen Wang Nian Yang Xianjun ( 1 )                          |
| Real-time gesture recognition with Graef EEG amplifier and deep learning .....               | Liu Xiaoguang Zhang Mingjin Wang Jiawei Liang Tie Li Jun Liu Xiuling ( 7 ) |
| Hyperspectral image classification based on shadow enhancement and attention mechanism ..... | Liu Qiuyue Liu Xuefeng Sun Shaohua ( 14 )                                  |
| Photogrammetry without ground control points in the map projection frame ...                 | Duan Chenxi Li Boxun ( 24 )                                                |
| Traffic sign recognition under fog weather based on YOLOv5 .....                             | Zhu Kai Chen Cifa ( 31 )                                                   |
| Facial expression recognition based on MobileNetV3 multi-scale feature fusion .....          | Xue Zhichao Yilihamu Ya'ermaimaiti Yan Tianxing ( 38 )                     |
| Research on color correction algorithm of adaptive weighted root polynomial regression ..... | Fu Xiaokang Liu Mei Liu Yijun Ye Wujian Qiu Yiming Wang Xiaolin ( 45 )     |
| Driver subtle action recognition based on 3DCNN .....                                        | Qin Kang Zhang Xiaojun Zhang Minglu Yang Yakun ( 51 )                      |
| Improved human action recognition model based on graph convolutional networks .....          | Tao Feng Li Yanping Wang Rui ( 59 )                                        |

### 【Machine Learning and Intelligent Computing】

|                                                                                                       |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Component vision recognition and location technology based on deep learning .....                     | Lei Wentong Gu Jinan Hu Junjie Gao Wei ( 65 )                           |
| Research on multi-objective edge task scheduling based on deep reinforcement learning .....           | Sheng Yu Zhu Zhengwei Zhu Chenyang Zhu Yanping ( 74 )                   |
| Research on traffic light timing system based on traffic flow statistics at single intersection ..... | Zhao Qian Ma Wenyue Zheng Chao Deng Yuhao ( 82 )                        |
| Intelligent vehicle path planning algorithm based on probability A* .....                             | Xu Gan Li Wenchao Liu Meiru ( 92 )                                      |
| Research on UAV path planning based on improved A* algorithm .....                                    | Tang Jianing Peng Zhixiang Li Mengshuang Liu Zhicong Xie Cuijuan ( 99 ) |
| Research on insulator fault detection based on deep learning .....                                    | Zhang Yansheng Wang Chenglong Liu Yuanhong ( 105 )                      |

【Human Machine Integration and Intelligent Control】

Robotic arm motion planning based on improved RRT-Connect algorithm ..... You Dazhang Yang Zhijie Zhang Yepeng (112)

Study on adaptive tracking algorithm for multi-source phases controlling ..... Zhang Daodong Yang Shiyong Pu Hongping Lu Chaosheng Zheng Xiaoxia (120)

Traffic signal control method based on iterative learning of Kalman filter ..... Jia Guangyao Yan Fei (126)

EEG emotion recognition by 4DC-BGRU based on multi-level attention mechanism ..... Zhang Licai Li Hongyan Sima Feiyang Shen Yan (134)

Posture rapid correction for a double hemisphere capsule robot through self-supervised learning ..... Ma Yulin Zhang Yongshun Xing Lijun (142)

Research and analysis on uncertainty of position stabilization time of industrial robot ..... Zhang Changyao Wu Qingfeng Zhang Qiuyi Liu Zhongyi (148)

Design of appliances monitoring device based on CUSUM and weighted Euclidean distance ..... Chen Jiadong Zhang Zhao (154)

【Unmanned System and Swarm Intelligence】

Research on autonomous driving technology based on improved PPO algorithm ..... Yao Yue Ji Mingjia Yang Xiao (162)

UAV aerial object detection algorithm based on improved YOLOv4 ..... Zhao Yunche Zhang Wensheng Liu Shiwei (169)

Research on UAV localization method based on improved visual inertial odometry and GPS ..... Zhou Sida Hu Minsan Tang Jianing Song Yiming Chen Wei He Xuemei (176)

Research on control method of UAV with manipulator based on integral sliding mode ..... Xu Jinwei Zhou Zupeng (185)

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY  
Vol. 46 No. 8(sum 412) April 2023

**Director:**Guo Yawen  
**Chief Editor:**Sun Shenghe  
**Vice Executive Chief Editor:**Wu Juan  
**Responsible Editor:**Wang Zhe  
**Committee Board:**Sun Xu Xiang Tianming Liu Kaihua  
Liu Mingliang Li Xing Li Shufang Chen Guangju  
Chen Shangsong He Junshan Wang Huaxiang  
Wang Tiehua Wang Houjun Yang Shifeng Qin Shiyin  
Gao Qiulai Tao Ran Que Peiwen Zhu Jie Zheng Jinzhong  
**Competent Authority:**Beijing Electronics Holding Co. ,Ltd.  
**Sponsored by:**Beijing Radio Research Institute

**Edited and Published by:**Electronic News Times Limited  
**Address:**No. 79 Beiheyuan Street, Dongcheng District Bei-  
jing 100009,China  
**E-mail:**dzcl@vip.163.com  
**Web:**emt. etmchina. com  
**Printed by:**Shanxi Tongfang Knowledge Network Printing  
Co. , Ltd.  
**Domestically distributed by:**Tongfang Knowledge Network  
Technology Co. , Ltd.(Beijing)  
**Order Tel:**(010)62702070  
**Data of Publishing:**April 2023

## 《电子测量技术》简介

《电子测量技术》一直立足于以创新、实用为特点，致力于加强业界学术交流活动，推广新技术、新产品的应用，以促进电子测量技术的发展和进步。本刊为半月刊，每月15日、30日出版。作为国内第一本专注于电子测量领域的杂志，现征集：测试测量的理论基础、电参数测量、信号检测技术、传感器技术、仪器仪表技术、嵌入式技术、通信技术、DSP、EMC/EMI测试、纳米测试、虚拟仪器技术、基于总线的测试、集成电路测试、在线测试与故障诊断、计算机在测控系统中的应用、软件工程、网络技术、可编程器件在测控系统中的应用、微处理器应用，以及测试测量技术在航空航天、机械电子、医疗、智能家居和汽车电子等领域的研究或应用论文。欢迎大家积极踊跃投稿。

**本刊一律采用网上投稿，  
投稿网址：[emt.etmchina.com](http://emt.etmchina.com)**

