



CN 11-2175/TN

ISSN 1002-7300

电子测量技术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

半月刊 — 2022年8月（下半月）第45卷第16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 45 卷 第 16 期 2022 年 8 月

目 次

【研究与设计】

深海原位核探测谱仪软件设计	李林航 曹 平 袁建辉 杨 伊	(1)
基于光储控制的微电网改进预同步控制及离并网切换策略研究		
..... 张文煜 李 明 任巍曦 刘宏勇 赵靖英		(8)
基于 SAE-SVM 算法的振动信号定位方法研究	诸燕平 谭强志	(15)
一种系统级微机械振动陀螺的设计与仿真	卢缘钦 刘 恒 华国环	(21)
基于毫米波雷达的动态目标生命体征检测研究	琚泽东 黄晓红	(27)
基于 CNN 的供热管道泄漏识别方法研究	马广兴 曲 波 常 琛 卞浩然	(34)
太赫兹混频器扫频测试技术	王 旭 年夫顺 邓建钦 王 沫 贾定宏	(42)

【理论与算法】

改进 RRT 的移动机器人路径规划算法	侯宇翔 高焕兵 汪子健 杜传胜	(47)
基于 FFMILS-MIUKF 算法的锂电池 SOC 估计	邢丽坤 詹明睿 郭 敏 伍 龙 仇伟文	(53)
基于 GhostNet-YOLOv4 算法的印刷电路板缺陷检测	刘 涛 张 涛	(61)
含类信息的极限学习机自动编码器特征学习方法 ...	程 蓉 白艳萍 胡红萍 谭秀辉 续 婷	(71)
改进 Hybrid A* 的拖挂式移动机器人路径规划算法	焦嵩鸣 陈雨溪 白健鹏	(80)
基于遗忘因子递推最小二乘法的锂电池等效电路模型参数辨识方法		
..... 赵可沧 江境宏 邓 进 刘洪飞		(87)

【信息技术及图像处理】

基于忆阻器卷积神经网络的表情识别	赵益波 蒋 文 孟若禹 李业宁	(93)
------------------------	-----------------	--------

基于多通道采样和注意力重构的图像压缩感知 侯保军 田金鹏 杨 洁 邓江峰 曾凤珍 (102)

一种基于特征重用金字塔的舰船检测算法 卢鑫凯 王肖霞 杨风暴 刘 哲 (109)

基于可变形卷积改进 SSD 算法的目标检测方法 蒋 晨 钱永明 姚兴田 李 壮 (116)

基于机器视觉的发动机气缸壁珩磨角测量方法 张 农 黄 凯 罗 亮 郎 霄 郑敏毅 (123)

基于 Ghostnet 轻量级人脸识别算法研究 赵 锋 张 鹏 张 冉 (130)

基于改进的 YOLOv5 网络的异常行为检测算法研究 王 雪 程焕新 骆晓玲 高 宇 (137)

基于改进 YOLOv4 的轻量化目标检测算法 宋中山 肖博文 艾 勇 郑 禄 帖 军 (142)

气缸盖火力面热场域多尺度划分方法研究 王 凯 王肖霞 陈翠翠 (153)

【通信技术】

基于混沌粒子群优化算法的 NOMA 功率分配研究 刘 卓 韩凯越 聂 彬 康 鑫 (159)

基于数据辅助的无人机集群协同空域抗干扰 姚昌华 高泽邻 韩贵真 安 蕾 (164)

一种光通信数字图像传输系统的设计与实现 李知恒 周 锋 杨文俊 (171)

基于雷达视频累积的海冰密集度检测精度优化 李诺舟 罗小泽 刘 彤 李航琪 (176)

电 子 测 量 技 术
ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 45 卷 第 16 期(总第 396 期) 2022 年 8 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:	贾 运 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 陈光福 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

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 45 No. 16 August 2022

CONTENTS

【Research and Design】

Software design of deep-sea in-situ nuclear radiation detector	
..... Li Linhang Cao Ping Yuan Jianhui Yang Yi (1)	
Research on improved pre synchronization control and off-grid/on-grid switching strategy of microgrid based on optical storage control	Zhang Wenyu Li Ming Ren Weixi Liu Hongyong Zhao Jingying (8)
Research on vibration signal localization method based on SAE-SVM algorithm	
..... Zhu Yanping Tan Qiangzhi (15)	
Design and simulation of a system-level micromachined gyroscope	
..... Lu Yuanqin Liu Heng Hua Guohuan (21)	
Research on dynamic target vital signs detection based on millimeter wave radar	
..... Ju Zedong Huang Xiaohong (27)	
Research on leakage identification method of heating pipeline based on CNN	
..... Ma Guangxing Qu Bo Chang Chen Bian Haoran (34)	
Sweep frequency measurement technique of terahertz mixer	
..... Wang Xu Nian Fushun Deng Jianqin Wang Mo Jia Dinghong (42)	

【Theory and Algorithms】

Improved RRT for mobile robot path planning algorithm	
..... Hou Yuxiang Gao Huanbing Wang Zijian Du Chuansheng (47)	
SOC estimation of Lithium battery based on FFMILS-MIUKF algorithm	
..... Xing Likun Zhan Mingrui Guo Min Wu Long Qiu Weiwen (53)	
Defect detection of printed circuit board based on GhostNet-YOLOv4 algorithm ...	Liu Tao Zhang Tao (61)
Feature learning method of extreme learning machine auto-encoder with category information	
..... Cheng Rong Bai Yanping Hu Hongping Tan Xiuhui Xu Ting (71)	
Improved Hybrid A* path planning algorithm for tractor-trailer mobile robot	
..... Jiao Songming Chen Yuxi Bai Jianpeng (80)	
Parameter identification method of lithium battery equivalent circuit model based on forgetting factor recursive least squares	Zhao Kelun Jiang Jinghong Deng Jin Liu Hongfei (87)

【Information Technology and Image Processing】

Facial expression recognition based on memristor convolutional neural network	
..... Zhao Yibo Jiang Wen Meng Ruoyu Li Yening (93)	
Image compressive sensing based on multi-channel sampling and attention reconstruction	
..... Hou Baojun Tian Jinpeng Yang Jie Deng Jiangfeng Zeng Fengzhen (102)	

A ship detection algorithm based on feature reuse pyramid	Lu Xinkai Wang Xiaoxia Yang Fengbao Liu Zhe (109)
Target detection method based on deformable convolution improved SSD algorithm	Jiang Chen Qian Yongming Yao Xingtian Li Zhuang (116)
Crosshatch-angles detection of cylinder bore based on machine vision	Zhang Nong Huang Kai Luo Liang Lang Xiao Zheng Minyi (123)
Research on Ghostnet-based lightweight face recognition algorithm	Zhao Feng Zhang Peng Zhang Ran (130)
Research on abnormal behavior detection algorithm based on improved YOLOv5 network	Wang Xue Cheng Huanxin Luo Xiaoling Gao Yu (137)
Improved lightweight YOLOv4 target detection algorithm	Song Zhongshan Xiao Bowen Ai Yong Zheng Lu Tie Jun (142)
Multi-scale division method of thermal field of cylinder head fire surface	Wang Kai Wang Xiaoxia Chen Cuicui (153)

【Communication Technology】

Research on NOMA power allocation based on chaotic particle swarm optimization	Liu Zhuo Han Kaiyue Nie Bin Kang Xin (159)
Cooperative airspace anti-jamming of UAV cluster based on data assistance	Yao Changhua Gao Zehe Han Guizhen An Lei (164)
Design and implementation of a digital image transmission system basing on light communication	Li Zhiheng Zhou Feng Yang Wenjun (171)
Optimization of sea ice concentration detection accuracy based on radar video accumulation	Li Nuozhou Luo Xiaoze Liu Tong Li Hangqi (176)

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 45 No. 16(sum 396) August 2022

Director: Guo Yawen

Chief Editor: Sun Shenghe

Vice Executive Chief Editor: Wu Juan

Responsible Editor: Jia Yun 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 Beijing 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: August 2022

《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**

