



中国计算机学会会刊  
Publication of China Computer Federation

ISSN 1000-7024  
CODEN JIGYEP

计算机工程与设计(月刊)

# 计算机工程与设计

## Computer Engineering and Design

2023年10月 第44卷 第10期

Vol.44 No.10 Oct.2023

第四十四卷 第十期

# 10

# 2023

二〇二三年十月

中国航天科工集团第二研究院 706 所主办

# 计算机工程与设计

( JISUANJI GONGCHENG YU SHEJI )

2023 年 10 月 第 44 卷 第 10 期

## 目 次

### 网络与通信技术

- 基于哈希挑战和随机翻转的 WSN 通信安全 ..... 康 明, 席子淳, 周 兰, 陈 文(2881)
- 基于目标分解的逐次迭代逼近混合预编码算法 ..... 刘雯雯, 吴君钦, 谢子宣(2888)
- 基于改进有效信噪比的混合自动重传请求算法 ..... 刘庆利, 曹 娜, 李梦倩, 王美恩, 商佳乐(2894)
- 基于信号方差的 Ad-Hoc 网络路由算法 ..... 李 繁, 张晓宇, 刘 继(2902)
- 基于遗传算法的 MEC 任务卸载资源优化策略 ..... 王 丽, 王晓凯(2909)
- 无线网络中具有 MEC 的多 UAV 飞行轨迹优化 ..... 贾哲松, 王高才(2916)

### 信息安全技术

- 基于能量优化的 Windows 模糊测试系统 ..... 冯昭阳, 武泽慧, 吕 卓, 郭志民(2926)
- 区块链下的 EMRs 聚合密钥可搜索加密方案 ..... 汪祖民, 郑 雅, 高 兵, 秦 静(2935)
- 用户可实时撤销的云存储数据完整性验证方案 ..... 马海峰, 王俊华, 薛庆水, 时雪磊, 张 继, 杨家海(2943)

### 软件与算法

- 基于代码相似性的测试用例重用及生成方法 ..... 刘巧韵, 杨秋辉, 洪 玫, 刘美英, 刘盈盈(2950)
- 运用多模态学习改进张量分解的知识补全方法 ..... 陈 冲, 蒙祖强(2956)
- 基于改进 SMOTE 的软件缺陷预测 ..... 张 丽, 沈雅婷, 朱园园(2965)
- 基于多层特征融合的学生成绩预测模型 ..... 刘 彤, 齐慧冉, 倪维健(2973)

针对固定翼无人机集群的快速任务规划算法 .....	吴昌伟, 谢红薇(2979)
融合多维属性相似度的云制造服务谱聚类算法 .....	黄雯, 胡强, 任志考(2988)
基于多跳检索和知识图谱嵌入的知识图谱问答 .....	张志远, 苏加恩(2997)
在异构系统上基于权重和复制的调度算法 .....	邓德康, 张振荣(3004)
改进蜉蝣算法求解认知车载网络频谱分配问题 .....	王岳, 王乐, 孙文洋, 李振国(3012)
EMD-LSTM-LB 分频时序预测算法 .....	孔繁苗, 高鹭, 李鹏程, 张飞, 张晓琳, 秦岭(3021)
基于动态异构集成的多标签数据流分类算法 .....	丁剑, 武红鑫, 韩萌(3031)
基于模型的移动应用功能场景自动标注方法 .....	郑晓梅, 钱正轩, 李刚, 王天舒(3039)
基于 SPIN 的 HMSC 模型自动检验方法 .....	李立亚, 孙雨荷, 马汉杰, 丁佐华, 黄鸿云(3047)
WindML 下 PM6500 触摸屏驱动设计及实现 .....	刘丽霞, 刘志鹏, 张力(3056)
伪距定位程序的蜕变测试方法 .....	张挺, 廖斌, 李奎, 吴娟, 王德龙(3063)

## 多媒体技术

基于生成对抗网络动态建模的人群密度预测方法 .....	徐涛, 李夏华, 刘才华(3070)
基于 K-P 算法优化的手写汉字细化算法 .....	范勇峰, 李成城, 林民(3076)

## 仿真技术

二维直线电机的无模型高阶滑模解耦控制 .....	贾继辉, 曹荣敏, 侯忠生, 周惠兴(3084)
时变网络下多车型同时取送货车辆路径优化 .....	赵佳欣, 雷斌, 王菀莹(3096)
航段截尾油耗数据的区间估计方法 .....	陈静杰, 梁国栋, 刘家学(3103)

## 智能技术

基于注意力机制和不对称卷积的目标跟踪算法 .....	李锦瑞, 张轶(3110)
基于多任务自编码器的 MOOC 课程推荐模型 .....	董永峰, 王巍然, 董瑶, 史进, 王雅琮(3117)
基于事件共指消解的多源情报融合方法 .....	环志刚, 蒋国权, 周泽云, 陈涛, 严浩(3124)

基于优化组合模型的 PM2.5 浓度预测 .....	杨国亮, 余华声, 黄 聪(3132)
改进图卷积网络在复杂因素下的步态识别 .....	吴冬梅, 赵梦琦, 宋婉莹, 王 静(3138)
基于多特征融合的双通道医疗实体识别 .....	廖 涛, 马文祥, 张顺香(3146)
改进 FCOS 算法正样本选择的交通标志检测 .....	崔港涛, 马社祥(3153)
结合用户长短期偏好的对话推荐方法 .....	冯兴杰, 张 贺(3160)
改进 AOA 结合贝塞尔曲线平滑的机器人路径规划 .....	张亚林, 李晓松(3170)
基于人脸视频的逻辑多任务非接触心率估计 .....	黄 海, 谢昊岩, 黄驰程(3179)

## 开发与应用

基于 OAT 架构的审计凭证数字化方法 .....	何梓源, 张仰森, 向 朶, 成琪昊(3186)
基于协同标注的个性化电子学习推荐系统 .....	王 丹, 田广强(3193)

### 编辑部

主 编 汤铭端

编 审 何文思

责任编辑 韩 庭

本刊为:

★中国计算机学会会刊

★航天科工集团期刊集群成员期刊

★全国中文核心期刊(中文核心期刊要目总览 2020 版)

★中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)

★世界期刊影响力指数(WJCI)报告收录期刊

★《科学引文数据库》(SCD)源期刊

★《中国学术期刊综合评价数据库》收录期刊

★《中国学术期刊网络出版总库(CNKI)》收录期刊

★《万方数据—数字化期刊群》收录期刊

★《中国学术期刊文摘(中文版)》收录期刊

★《电子科技文摘数据库》收录期刊

★英国《科学文摘》(SA, INSPEC)源期刊

★俄罗斯《文摘杂志》(AJ of VINITI)源期刊

★美国《乌利希期刊指南》(UPD)源期刊

★波兰《哥白尼索引》(IC)源期刊

期刊基本参数: CN 11-1775/TP \* 1980 \* m \* A4 \* 320 \* zh \* P \* ¥38.00 \* 41 \* 2023-10

# Computer Engineering and Design

Vol. 44 No. 10 Oct. 2023

## CONTENTS

### Network and Communications Technology

- WSN communication security based on hash challenge and random flip ..... KANG Ming, XI Zi-chun, ZHOU Lan, et al(2881)
- Successive iterative approximation hybrid precoding algorithm based on target decomposition .....  
..... LIU Wen-wen, WU Jun-qin, XIE Zi-xuan(2888)
- Hybrid automatic retransmission request algorithm based on LSTM hybrid model .....  
..... LIU Qing-li, CAO Na, LI Meng-qian, et al(2894)
- Signal variance based Ad-Hoc network routing algorithm ..... LI Fan, ZHANG Xiao-yu, LIU Ji(2902)
- Resource optimization strategy of MEC task unloading based on genetic algorithm ..... WANG Li, WANG Xiao-kai(2909)
- Flight trajectory optimization of multi-UAV with MEC in wireless network ..... JIA Zhe-song, WANG Gao-cai(2916)

### Information Security Technology

- Tinyfast: Dynamic energy optimization for Windows fuzz testing ..... FENG Zhao-yang, WU Ze-hui, LYU Zhuo, et al(2926)
- Searchable encryption scheme of EMRs aggregation key under blockchain .....  
..... WANG Zu-min, ZHENG Ya, GAO Bing, et al(2935)
- Cloud storage data integrity verification scheme that users revoke in real time .....  
..... MA Hai-feng, WANG Jun-hua, XUE Qing-shui, et al(2943)

### Software and Arithmetic

- Test case reuse and generation method based on code similarity ..... LIU Qiao-yun, YANG Qiu-hui, HONG Mei, et al(2950)
- Knowledge completion method for improving tensor decomposition using multimodal learning .....  
..... CHEN Chong, MENG Zu-qiang(2956)
- Software defect prediction based on improved SMOTE ..... ZHANG Li, SHEN Ya-ting, ZHU Yuan-yuan(2965)
- Multilayer feature fusion based model for predicting student academic performance .....  
..... LIU Tong, QI Hui-ran, NI Wei-jian(2973)

Fast task planning algorithm for fixed-wing UAV swarms ..... WU Chang-wei, XIE Hong-wei(2979)

Cloud manufacturing service spectrum clustering algorithm based on multi-dimensional attribute similarity .....  
..... HUANG Wen, HU Qiang, REN Zhi-kao(2988)

Knowledge graph question answering based on multi-hop retrieval and knowledge graphs embedding .....  
..... ZHANG Zhi-yuan, SU Jia-en(2997)

Weight and replication based scheduling algorithms on heterogeneous systems ..... DENG De-kang, ZHANG Zhen-rong(3004)

Using improved mayfly optimization algorithm to solve spectrum allocation problem of cognitive vehicular network .....  
..... WANG Yue, WANG Le, SUN Wen-yang, et al(3012)

EMD-LSTM-LB frequency division time series prediction algorithm .....  
..... KONG Fan-miao, GAO Lu, LI Peng-cheng, et al(3021)

Multi-label data stream classification algorithm based on dynamic heterogeneous ensemble .....  
..... DING Jian, WU Hong-xin, HAN Meng(3031)

Model-based automatic function scenario labeling method for mobile application .....  
..... ZHENG Xiao-mei, QIAN Zheng-xuan, LI Gang, et al(3039)

Automatic verification method of HMSC model based on SPIN ..... LI Li-ya, SUN Yu-he, MA Han-jie, et al(3047)

Driver design and implementation for touch screen based on WindML ..... LIU Li-xia, LIU Zhi-peng, ZHANG Li(3056)

Metamorphic testing of pseudo-range calculating programs ..... ZHANG Ting, LIAO Bin, LI Kui, et al(3063)

## Multimedia Technology

Crowd density prediction method based on dynamic modeling of generative adversarial networks .....  
..... XU Tao, LI Xia-hua, LIU Cai-hua(3070)

Handwritten Chinese character thinning algorithm based on K-P algorithm optimization .....  
..... FAN Yong-feng, LI Cheng-cheng, LIN Min(3076)

## Simulation Technology

Model free high order sliding mode decoupling control for two-dimensional linear motor .....  
..... JIA Ji-hui, CAO Rong-min, HOU Zhong-sheng, et al(3084)

Simultaneous pickup and delivery vehicle path optimization for multiple vehicles in time-varying road networks .....  
..... ZHAO Jia-xin, LEI Bin, WANG Wan-ying(3096)

Interval estimation method for flight segment truncated fuel consumption data .....  
..... CHEN Jing-jie, LIANG Guo-dong, LIU Jia-xue(3103)

## Intelligent Technology

Object tracking method based on attention mechanism and asymmetric convolution ..... LI Jin-rui, ZHANG Yi(3110)

MOOC course recommendation model based on multi-task autoencoder .....  
..... DONG Yong-feng, WANG Wei-ran, DONG Yao, et al(3117)

Multi-source information fusion method based on event coreference resolution .....  
..... HUAN Zhi-gang, JIANG Guo-quan, ZHOU Ze-yun, et al(3124)

PM2.5 concentration prediction based on optimization combination model .....  
..... YANG Guo-liang, YU Hua-sheng, HUANG Cong(3132)

Gait recognition based on improved graph convolution network under complex factors .....  
..... WU Dong-mei, ZHAO Meng-qi, SONG Wan-ying, et al(3138)

Dual channel medical entity recognition based on multi-feature fusion .....  
..... LIAO Tao, MA Wen-xiang, ZHANG Shun-xiang(3146)

Improved FCOS algorithm positive sample selection for traffic sign detection ..... CUI Gang-tao, MA She-xiang(3153)

Conversational recommendation method combining user's long and short term preferences .....  
..... FENG Xing-jie, ZHANG He(3160)

Robot path planning based on improved Archimedes optimization algorithm and Bezier curve smoothing .....  
..... ZHANG Ya-lin, LI Xiao-song(3170)

Logical multitask contactless heart rate estimation based on face video .....  
..... HUANG Hai, XIE Hao-yan, HUANG Chi-cheng(3179)

## Developments and Applications

Audit evidence digitization path and method based on OAT ..... HE Zi-yuan, ZHANG Yang-sen, XIANG Ga, et al(3186)

Personalized electronic learning recommendation system based on collaborative tagging technology .....  
..... WANG Dan, TIAN Guang-qiang(3193)

# 欢迎参加 CNCC2023

CNCC 是宏观论述技术趋势的大会，具有规格高、规模大、内容丰富的特点，会议形式包括大会特邀报告、大会论坛、技术论坛、特色活动及展览。为期三天的大会汇聚了图灵奖获得者、两院院士、国内外顶尖学者、知名企业家等亲临大会，展望前沿趋势，分享创新成果。ACM、IEEE CS、IPSJ、KIISE 等国际计算机组织的代表也曾多次获邀现场参加这一盛会。

本届 CNCC 恰逢创办 20 周年。二十年来，从首届仅有 14 个领域的学术论文交流，400 余人参会，逐渐发展到涵盖数十个方向近 120 场技术论坛，700 余位国内外讲者积极参与，超过 13000 人注册的年度盛会。二十载不断超越，作为国内计算领域参会人员众多，规模大，水平高的年度盛会，CCF 将精心筹划，为参会者带来一场前沿碰撞、展望未来的技术盛宴，让每位参会者都能在 CNCC 这个超大体量专业平台上提升自身的专业价值，获得前行的动能！

第二十届中国计算机大会（CNCC2023）将于 2023 年 10 月 26-28 日在沈阳举行，线下参会人员预计达到万人规模。本届大会邀请了来自前沿科研与应用领域的院士专家和企业精英作特邀报告，三场大会论坛也将紧密围绕大会主题，分享理论、技术和产业前沿内容，有助于学者、企业家以更广阔的视角思考未来发展之路。

报名方式：登录大会官网 <https://ccf.org.cn/cncc2023> 进行注册报名。

## 计算机工程与设计

(月刊,1980 年创刊)

第 44 卷 第 10 期 (总第 442 期) 2023 年 10 月 16 日

## Computer Engineering and Design

(Monthly, Started in 1980)

Vol. 44 No. 10 (Sum No. 442) 2023/10/16

主管单位 中国航天科工集团有限公司  
主办单位 中国航天科工集团二院 706 所  
主 编 汤铭端  
编辑出版 《计算机工程与设计》编辑部  
通信地址 北京 142 信箱 37 分箱,100039  
电 话 010-88528214  
网 址 [www.china-ccd.com](http://www.china-ccd.com)  
电子信箱 [ccd@china-ccd.com](mailto:ccd@china-ccd.com)  
印刷装订 北京科信印刷有限公司  
总发行处 北京市报刊发行局  
订 购 处 全国各邮电局

**Authorited by:** China Aerospace Science and Industry Corporation Limited  
**Sponsored by:** Institute 706 Second Academy of CASIC  
**Chief Editor:** TANG Ming-duan  
**Edited&Published by:** Editorial Dept of Computer Engineering & Design  
**Address:** P. O. Box 142-37, Beijing, 100039, China  
**Telephone:** 8610-68389884  
**Web Site:** <http://www.china-ccd.com>  
**E-mail:** [ccd@china-ccd.com](mailto:ccd@china-ccd.com)  
**Printed by:** Beijing Kexin Printing Co., Ltd.  
**Distributed by:** Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals  
**Domestic:** All Local Post Offices in China

国际标准刊号: ISSN 1000-7024 公开发行  
国内统一刊号: CN 11-1775/TP

邮发代号: 82-425  
国内定价: 38 元/册