

中国科技核心期刊

# 计算机系统应用

## COMPUTER SYSTEMS & APPLICATIONS

### RISC-V技术及生态专题

基于Kubernetes的RISC-V异构集群云任务调度系统

基于地址空间标识符的QEMU动态跳转优化

基于链接器的RISC-V字加载指令优化

基于轻量化远程过程调用的RISC-V调试协议栈方案

跨平台内存安全测试集设计

基于RISC-V处理器内核微控制器的智能教学平台

基于机器学习的日志异常检测综述

Survey on Log Anomaly Detection Based on Machine Learning

支持分页显存的高性能哈希表索引系统

High-performance Hash Table Indexing System Supporting Paging Memory

2022.09

主管单位：中国科学院  
主办单位：中国科学院软件研究所  
出版单位：《计算机系统应用》编辑部

ISSN 1003-3254



9 797906 325223 09 >

统一连续出版物：CN 11-2854/TP ISSN 1003-3254 CODEN CSAOBN 邮发代号：82-558 国外发行代号：6218M

计算机系统应用

第三十一卷

第九期

二〇二二年九月

目次

**RISC-V 技术及生态专题**

- (01) RISC-V 技术及生态专题前言 ..... 武延军, 宋威, 张科, 邢明杰
- (03) 基于 Kubernetes 的 RISC-V 异构集群云任务调度系统 ..... 蒋筱斌, 熊铁翔, 张珩, 侯朋朋, 武延军, 赵琛
- (15) 基于地址空间标识符的 QEMU 动态跳转优化 ..... 位金奔, 梁洪亮
- (24) 基于链接器的 RISC-V 字加载指令优化 ..... 乌鑫龙, 廖春玉
- (31) 基于轻量化远程过程调用的 RISC-V 调试协议栈方案 ..... 万瑞罡, 朱焕杰
- (39) 跨平台内存安全测试集设计 ..... 沈思豪, 解达, 宋威
- (50) 基于 RISC-V 处理器内核微控制器的智能教学平台 ..... 陈宏铭, 王宜怀, 杨勇, 施连敏, 彭彤

**专论·综述**

- (57) 基于机器学习的日志异常检测综述 ..... 闫力, 夏伟
- (70) 基于深度学习的医疗命名实体识别 ..... 贾杨春, 朱定局

**系统建设**

- (82) 支持分页显存的高性能哈希表索引系统 ..... 熊铁翔, 蒋筱斌, 张珩, 武延军
- (91) 基于数字孪生的三维电力管道系统 ..... 王洛笛, 郭延军, 白佳, 徐卫仙, 王进, 张东亮
- (99) 基于超融合云网络环境的持续丢包主动探测系统 ..... 李德方, 古亮, 闫争争, 陈晓帆
- (114) Kubernetes 集群上深度学习负载优化 ..... 陈培, 王超, 段国栋, 王德奎, 王斌, 王文潇, 孙辽东, 荆荣讯, 邢良占, 刘慧兴, 姬贵阳
- (127) 融合 TuckER 嵌入和强化学习的知识推理 ..... 于铁忠, 罗婧, 王利琴, 董永峰
- (136) 基于无监督学习的智能电网入侵检测 ..... 李洋, 余亚聪, 张立武, 邱兰馨, 曹委, 秦中元
- (145) 基于区块链的铁路电子提单系统 ..... 肖梦雪, 左力, 徐志锟, 田金箫
- (152) 语义增强的多策略策略术语抽取系统 ..... 曹秀娟, 马志柔, 朱涛, 张庆文, 杨燕, 叶丹
- (159) 融合手势识别和终端用户评估的交互控制 ..... 张宁, 王卫星, 胡宁峰
- (167) 基于 RISC-V 平台 openEuler 系统的 COMO 构件技术移植与应用 ..... 黄玉坤, 裴喜龙, 徐志宇, 王建民

**软件技术·算法**

- (173) 基于拓扑结构约束和特征增强的医学影像标志点定位算法 ..... 张灵西
- (183) 面向物联网设备的安全集群证明及修复协议 ..... 林江南, 吴秋新, 冯伟
- (192) 基于聚类和新覆盖信息的模糊测试改进 ..... 程亮, 王化磊, 张阳, 孙晓山
- (201) 基于门控图注意力网络的归纳式文本分类 ..... 王晨曦, 张莹祺
- (210) 施工隧道数据处理中的可靠卡尔曼滤波 ..... 张诗琪, 张晋豫
- (217) 融合扩充-双重特征提取应用于小样本学习 ..... 杨振宇, 胡新龙, 崔来平, 王钰, 马凯洋
- (226) 基于 YOLOv5 的多任务自动驾驶环境感知算法 ..... 张凯祥, 朱明
- (233) 基于 BERT-FHAN 模型融合语句特征的汉语复句关系自动识别 ..... 杨进才, 曹煜欣, 胡泉, 蔡旭勋
- (241) 基于双层模糊逻辑信任的 OLSR 安全路由协议 ..... 刘杰, 刘光杰
- (250) 基于分组卷积与双注意力机制的河流水面污染图像分类 ..... 宋一格, 王宁, 李宏昌, 武曠
- (257) 注意力机制和自编码器构造的零水印算法 ..... 李西明, 蔡河鑫, 陈志浩, 马莎, 杜治国, 吕红英
- (265) GCC 非满载 SLP 向量化 ..... 刘浩浩, 韩林, 崔平非
- (272) 基于主题提示的电力命名实体识别 ..... 康雨萌, 何玮, 翟千惠, 程雅梦, 俞阳
- (280) 面向热点话题检测的增量文本聚类算法 ..... 郭莹, 薛涛, 胡伟华
- (287) 多目标支持向量机及其在少样本故障诊断中的应用 ..... 江勋林
- (294) 基于自学习边权重卷积网络的用户用能分类 ..... 李文峰, 邓晓平, 彭伟, 孟宋萍
- (300) 基于深度学习的单视图三维重建 ..... 邹泞键, 冯刚, 陈卫东
- (306) 基于 DWT-GCN 的短时交通流预测 ..... 王雨松, 吴向东, 尤晨欣, 廖聪
- (313) 监控视频下的人脸图像质量分析技术 ..... 张雪, 郭佳昕
- (319) 面向决策分析的海量气象数值预报数据快速提取 ..... 李永生, 张金标, 张敏, 陈冰怀

**研究开发**

- (324) 改进乌鸦搜索算法在邮件集散中心航空运力调度中的应用 ..... 卢卓桓, 仰燕兰, 叶桦
- (333) 多因子长时序信息联合建模的深度卷积卡钻事故预测 ..... 张万栋, 郭威龙, 李炎军, 李盛阳, 彭巍
- (342) 转包商选择与单机批调度联合优化 ..... 唐文娜, 刘乐
- (352) 显式融合词法和句法特征的抽取式机器阅读理解模型 ..... 闫维宏, 李少博, 单丽莉, 孙承杰, 刘秉权
- (360) 基于特征优化的面向对象建筑物提取 ..... 李星, 曹建农
- (368) 基于光流场与语义特征融合的心脏 Cine-MRI 左室心肌分割方法 ..... 闫景瑞, 姚发展, 王丽会
- (376) 基于 DeepFM 和 XGBoost 融合模型的静脉血栓预测 ..... 李莉, 谢超, 吴迪
- (382) 融合 2D 激光雷达的室内单目深度估计 ..... 杨瑞, 朱明
- (389) 聚类在风廓线雷达数据特征分析中的应用 ..... 赵玉娟, 王彦, 李宗飞, 李晓波, 郭阳, 李祥海, 闫文月
- (396) 多层建筑应急疏散仿真 ..... 储岳中, 刘束青, 石军花, 张学锋, 何胜方
- (403) GM-FastText 多通道词向量短文本分类模型 ..... 白子诚, 周艳玲, 张龔
- (409) 基于 Unity 物理引擎的多旋翼无人机仿真模型 ..... 石百玉, 高岑

Contents

Special Topic on RISC-V Technology

- (01) Preface of Special Topic on RISC-V Technology ..... WU Yan-Jun, SONG Wei, ZHANG Ke, XING Ming-Jie
- (03) Cloud Task Scheduling System on RISC-V Heterogeneous Cluster Based on Kubernetes ..... JIANG Xiao-Bin, XIONG Yi-Xiang, ZHANG Heng, HOU Peng-Peng, WU Yan-Jun, ZHAO Chen
- (15) Optimization of Dynamic Jump Handling in QEMU Based on Address Space Identifier ..... WEI Jin-Yi, LIANG Hong-Liang
- (24) RISC-V Load Instruction Optimization Based on LLD ..... WU Xin-Long, LIAO Chun-Yu
- (31) Implementation of RISC-V Debugger Protocol Stack Based on Lightweight Remote Procedure Call ..... WAN Rui-Gang, ZHU Huan-Jie
- (39) Design of Cross-platform Memory Safety Test Suite ..... SHEN Si-Hao, XIE Da, SONG Wei
- (50) Intelligent Teaching Platform Based on Microcontroller with RISC-V Processor Core ..... CHEN Hong-Ming, WANG Yi-Huai, YANG Yong, SHI Lian-Min, PENG Tong

Special Issue

- (57) Survey on Log Anomaly Detection Based on Machine Learning ..... YAN Li, XIA Wei
- (70) Medical Named Entity Recognition Based on Deep Learning ..... JIA Yang-Chun, ZHU Ding-Ju

System Construction

- (82) High-performance Hash Table Indexing System Supporting Paging Memory ..... XIONG Yi-Xiang, JIANG Xiao-Bin, ZHANG Heng, WU Yan-Jun
- (91) 3D Power Pipeline System Based on Digital Twin ..... WANG Luo-Di, GUO Yan-Jun, BAI Jia, XU Wei-Xian, WANG Jin, ZHANG Dong-Liang
- (99) Proactive Diagnostic System for Persistent Packet Loss in Cloud Networks Based on Hyper-converged Infrastructure ..... LI De-Fang, GU Liang, YAN Zheng-Zheng, CHEN Xiao-Fan
- (114) Optimization of Deep Learning Workload on Kubernetes Cluster ..... CHEN Pei, WANG Chao, DUAN Guo-Dong, WANG De-Kui, WANG Bin, WANG Wen-Xiao, SUN Liao-Dong, JING Rong-Xun, XING Liang-Zhan, LIU Hui-Xing, JI Gui-Yang
- (127) Knowledge Reasoning Combining TuckER Embedding and Reinforcement Learning ..... YU Tie-Zhong, LUO Jing, WANG Li-Qin, DONG Yong-Feng
- (136) Intrusion Detection in Smart Grid Based on Unsupervised Learning ..... LI Yang, YU Ya-Cong, ZHANG Li-Wu, QIU Lan-Xin, CAO Wei, QIN Zhong-Yuan
- (145) Electronic Bill of Lading System Based on Blockchain ..... XIAO Meng-Xue, ZUO Li, XU Zhi-Kun, TIAN Jin-Xiao
- (152) Semantic Enhanced Multi-strategy Policy Term Extraction System ..... CAO Xiu-Juan, MA Zhi-Rou, ZHU Tao, ZHANG Qing-Wen, YANG Yan, YE Dan
- (159) Interactive Control Based on Gesture Recognition and End User Evaluation ..... ZHANG Ning, WANG Wei-Xing, HU Ning-Feng
- (167) Transplantation and Application of COMO Component Technology Based on RISC-V Platform and openEuler System ..... HUANG Yu-Kun, PEI Xi-Long, XU Zhi-Yu, WANG Jian-Min

Software Technique · Algorithm

- (173) Landmark Localization Algorithm for Medical Images Based on Topological Constraints and Feature Augmentation ..... ZHANG Ling-Xi
- (183) Secure Swarm Attestation and Recovery Scheme for IoT Devices ..... LIN Jiang-Nan, WU Qiu-Xin, FENG Wei
- (192) Fuzzy Test Improvement Based on Clustering and New Coverage Information ..... CHENG Liang, WANG Hua-Lei, ZHANG Yang, SUN Xiao-Shan
- (201) Inductive Text Classification Based on Gated Graph Attention Network ..... WANG Chen-Xi, ZHANG Ying-Qi
- (210) Reliable Kalman Filter Used in Processing of Tunnel Construction Data ..... ZHANG Shi-Qi, ZHANG Jin-Yu
- (217) Fusion Expansion-dual Feature Extraction Applied to Few-shot Learning ..... YANG Zhen-Yu, HU Xin-Long, CUI Lai-Ping, WANG Yu, MA Kai-Yang
- (226) Environmental Perception Algorithm for Multi-task Autonomous Driving Based on YOLOv5 ..... ZHANG Kai-Xiang, ZHU Ming
- (233) Automatic Recognition of Chinese Compound Sentence Relation Based on BERT-FHAN Model and Sentence Features ..... YANG Jin-Cai, CAO Yu-Xin, HU Quan, CAI Xu-Xun
- (241) Secure OLSR Routing Protocol Based on Two-layer Fuzzy Logic Trust Model ..... LIU Jie, LIU Guang-Jie
- (250) Image Classification of River Water Surface Pollution Based on Grouped Convolution and Dual Attention Mechanism ..... SONG Yi-Ge, WANG Ning, LI Hong-Chang, WU Jian
- (257) Zero-watermarking Algorithm Constructed by Attention Mechanism and Autoencoder ..... LI Xi-Ming, CAI He-Xin, CHEN Zhi-Hao, MA Sha, DU Zhi-Guo, LYU Hong-Ying
- (265) Insufficient SLP in GCC ..... LIU Hao-Hao, HAN Lin, CUI Ping-Fei
- (272) Electric Power Named Entity Recognition Based on Topic Prompt ..... KANG Yu-Meng, HE Wei, ZHAI Qian-Hui, CHENG Ya-Meng, YU Yang
- (280) Incremental Text Clustering Algorithm for Hot Topic Detection ..... GUO Ying, XUE Tao, HU Wei-Hua
- (287) Multi-objective Support Vector Machine and Its Application in Small Sample Fault Diagnosis ..... JIANG Xun-Lin
- (294) User Energy Classification Based on Auto-learned Edge Weights Graph Convolution Network ..... LI Wen-Feng, DENG Xiao-Ping, PENG Wei, MENG Song-Ping
- (300) Single-view 3D Reconstruction Based on Deep Learning ..... ZOU Ning-Jian, FENG Gang, CHEN Wei-Dong
- (306) Short-term Traffic Flow Prediction Based on DWT-GCN ..... WANG Yu-Song, WU Xiang-Dong, YOU Chen-Xin, LIAO Cong

- (313) Quality Analysis Technology for Face Images in Surveillance Videos ..... ZHANG Xue, GUO Jia-Xin  
 (319) Fast Data Extraction for Numerical Weather Prediction Based on Decision Analysis ..... LI Yong-Sheng, ZHANG Jin-Biao, ZHANG Min, CHEN Bing-Huai

**Research and Development**

- (324) Application of Improved Crow Search Algorithm in Air Transport Capacity Scheduling of Mail Distribution Center ..... LU Zhuo-Huan, YANG Yan-Lan, YE Hua  
 (333) Deep Convolution Sticking Prediction Based on Joint Modeling of Multi-factor Long Time Series Information ..... ZHANG Wan-Dong, GUO Wei-Long, LI Yan-Jun, LI Sheng-Yang, PENG Wei  
 (342) Joint Optimization of Subcontractor Options and Single-machine Batch Scheduling ..... TANG Wen-Na, LIU Le  
 (352) Extractive Machine Reading Comprehension Model with Explicitly Fused Lexical and Syntactic Features ..... YAN Wei-Hong, LI Shao-Bo, SHAN Li-Li, SUN Cheng-Jie, LIU Bing-Quan  
 (360) Object-oriented Building Extraction Based on Feature Optimization ..... LI Xing, CAO Jian-Nong  
 (368) Left Ventricular Myocardium Segmentation Method of Cardiac Cine-MRI Based on Optical Flow and Semantic Feature Fusion ..... YAN Jing-Rui, YAO Fa-Zhan, WANG Li-Hui  
 (376) Prediction of Venous Thrombosis Based on Fusion Model of DeepFM and XGBoost ..... LI Li, XIE Chao, WU Di  
 (382) Indoor Monocular Depth Estimation by Fusing 2D LiDAR ..... YANG Rui, ZHU Ming  
 (389) Application of Clustering in Data Characteristic Analysis of Wind Profiler Radar ..... ZHAO Yu-Juan, WANG Yan, LI Zong-Fei, LI Xiao-Bo, GUO Yang, LI Xiang-Hai, YAN Wen-Yue  
 (396) Simulation on Emergency Evacuation in Multi-storey Buildings ..... CHU Yue-Zhong, LIU Shu-Qing, SHI Jun-Hua, ZHANG Xue-Feng, HE Sheng-Fang  
 (403) Short Text Classification Model of GM-FastText Multi-channel Word Vector ..... BAI Zi-Cheng, ZHOU Yan-Ling, ZHANG Yan  
 (409) Simulation Model of Multi-rotor UAV Based on Unity Physics Engine ..... SHI Bai-Yu, GAO Cen

## 《计算机系统应用》稿约

《计算机系统应用》(CN 11-2854/TP, ISSN 1003-3254)创刊于1992年,是中国科学院主管、中国科学院软件研究所主办的、面向国内外公开发行的技术性、应用性科技核心期刊。

本刊的办刊宗旨是宣传推广信息技术在各行各业的应用。重点是宣传介绍计算机应用系统的建设(包括系统的规划、设计与开发等方面)、信息技术的应用研究与开发成果以及相关技术的分析,探讨与应用。

读者对象:各行各业与计算机应用有关的人士,包括管理人员及从事计算机应用软件技术、各类信息系统设计、开发、运行管理的专业人员;高等院校相关专业的教师与研究生。

主要栏目如下:

专论·综述:研究与探讨信息技术发展的前瞻与回顾,报道当前技术发展的趋势与动态,以及对某些专题的论述。

系统建设:主要内容是应用系统的总体规划、设计、开发与实施方案。

软件技术·算法:介绍当前流行的软件技术软件开发方法与成果,各种算法及其具体应用。

研究开发:登载应用研究与开发人员结合各行各业的实际需求所进行的研究与开发成果。

欢迎广大同行就上述栏目踊跃投稿。来稿内容应突出实用性并符合当前发展潮流及技术热点。具体注意事项如下:

1. 本刊不接受任何语种翻译稿。
2. 文章论点明确、语言简练、论据正确、插图务必清晰。来稿应附中英文摘要,关键词及英文题目,并附主要参考文献。
3. 作者投稿后可在线查询稿件处理状态,两个月左右可以查询是否录用,在此之前请不要投其他刊物。
4. 录用稿件将发录用通知并收取版面费,按投稿先后顺序发表,一经发表即给作者寄样刊及稿酬。
5. 本刊已启用网上投稿系统,不再接受通过 Email 或邮寄方式的投稿,请作者选择在线投稿方式。
6. 通讯方式:

100190 北京 8718 信箱中科院软件所《计算机系统应用》编辑部

网址: [www.c-s-a.org.cn](http://www.c-s-a.org.cn)

Email: [csa@iscas.ac.cn](mailto:csa@iscas.ac.cn)

电话: 010-62661041

# 《计算机系统应用》编委会

主任 黄涛

副主任 陈国青 杨学平 李东 吴志美 戴国忠

主编 苏振泽

编委 (以汉语拼音为序)

陈晓江 胡建强 兰雨晴 黎文伟 李宁 刘邦君 刘明迪 鲁士文 马翠霞 毛昕  
孙婧 孙晓鹏 王斌 王鑫 王杨 徐进 杨长春 姚伟民 张敏灵 周庆忠  
邹兆年

顾问 (以汉语拼音为序)

陈静 冯玉琳 黎达 刘德贵 任连仲 闫保平

## 计算机系统应用

Jisuanji Xitong Yingyong

(月刊, 1992年创刊)

第31卷 第9期 2022年9月

## Computer Systems and Applications

(Monthly)

(Started in 1992)

Vol.31 No.9 Sep. 2022

主管单位 中国科学院  
主办单位 中国科学院软件研究所  
主编 苏振泽  
编辑 《计算机系统应用》编辑部  
(北京 8718 信箱 邮编 100190)  
电话: 010-62661041  
E-mail: csa@iscas.ac.cn  
http://www.c-s-a.org.cn  
出版 《计算机系统应用》编辑部  
印刷 北京科信印刷有限公司  
总发行处 中国邮政集团公司北京市报刊发行局  
订购处 全国各地邮局  
国外总发行 中国国际图书贸易总公司  
(北京 399 信箱 邮编 100044)

Sponsored by the Chinese Academy of Sciences  
Published by Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences (ISCAS)  
Editor-in-Chief: SU Zhen-Ze  
Edited by Editorial Board of CSA  
(P.O.Box 8718, Beijing 100190, P.R.China)  
Tel: 8610-62661041, E-mail: csa@iscas.ac.cn  
http://www.c-s-a.org.cn  
Distributed by Office of CSA  
Printed by Beijing Kexin Printing Co. Ltd.  
Generally Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals  
Domestically Distributed by All Local Post Offices in China  
Overseas Distributed by China International Book Trading Corporation (P.O.Box 399, Beijing 100044, China)

ISSN 1003-3254  
CN 11-2854/TP

国内邮发代号: 82-558  
国外发行代号: 6218M

©2022 ISCAS (版权所有)

定价: 50.00 元



公开发行