

第34卷 第11期 Vol.34 No.11 November 2023

ISSN 1000-9825  
CODEN RUXUEW

软件学报

Journal of Software

# 软件学报 *Software*

## Journal of

2023年第34卷第11期

科学出版社

ISSN 1000-9825



11  
9 771721 682238

主办



中国科学院软件研究所



中国计算机学会

出版



科学出版社



2013 年全国百强科技期刊



2015 年全国百强科技期刊



中国精品科技期刊



中国计算机学会会刊

# 软件学报

(Ruanjian Xuebao)

第 34 卷第 11 期  
2023 年 11 月

## 目次

### 算法设计与分析

- 面向 GPU 平台的并行结构化稀疏三角方程组求解器 ..... 陈道琨 杨超 刘芳芳 马文静 (4941)
- 基于批量 LU 分解的矩阵求逆在 GPU 上的有效实现 ..... 刘世芳 赵永华 黄荣锋 于天禹 张馨尹 (4952)
- 融合多重实例关系的无监督跨模态哈希检索 ..... 李志欣 侯传文 谢秀敏 (4973)

### 系统软件与软件工程

- 共识协议的形式化验证研究现状与展望 ..... 葛宁 贺俞凯 翟树茂 李晓洲 张莉 (4989)
- 面向深度学习系统的模糊测试技术研究进展 ..... 代贺鹏 孙昌爱 金慧 肖明俊 (5008)
- 基于 GoGCN 的软件系统类交互关系预测 ..... 何鹏 卫操 吕晟凯 曾诚 李兵 (5029)
- BETASCO: 面向智能合约分片的联盟区块链系统 ..... 吴恺东 马鄂 蔡华谦 景翔 黄昱 (5042)

### 模式识别与人工智能

- 在线教育环境中学习共同体研究综述 ..... 张俊涛 杨先娣 宋伟 张雪龙 贺宇阳 彭智勇 (5058)
- 基于演化深度强化学习的符号网络影响最大化研究 ..... 马里佳 洪华平 林秋镇 李坚强 公茂果 (5084)
- 基于多策略原型生成的低资源神经机器翻译 ..... 于志强 余正涛 黄于欣 郭军军 线岩团 (5113)
- 多知识点融合嵌入的深度知识追踪模型 ..... 琚生根 康睿 赵容梅 孙界平 (5126)
- 基于汉语特征的中文对抗样本生成方法 ..... 李相葛 罗红 孙岩 (5143)
- 基于异构社交上下文的多视图微博主题检测 ..... 贺瑞芳 王浩成 刘宏宇 王博 (5162)
- 基于多视角图编码的选择式阅读理解方法 ..... 余笑岩 何世柱 宋燃 刘康 赵军 周永彬 (5179)
- 融合引力搜索的双延迟深度确定策略梯度方法 ..... 徐平安 刘全 郝少璞 张立华 (5191)

## 数据库技术

- GPU 数据库 OLAP 优化技术研究 ..... 张延松 刘 专 韩瑞琛 张 宇 王 珊 (5205)
- 异质信息网络高阶层次化嵌入学习与推荐预测 ..... 荀亚玲 毕慧敏 张继福 (5230)
- 基于事件的社交网络上的 CCP 事件规划 ..... 吴定明 林俊杰 陆克中 徐宇明 (5249)
- 基于 Matrix Profile 的时间序列分割技术改进 .....  
..... 刘贺贺 贺延俏 邓诗卓 吴 刚 王波涛 (5267)
- 软件库依赖图谱的复杂性度量方法及其潜在应用 .....  
..... 于 海 王 莹 徐美秋 杨 博 许 畅 朱志良 (5282)
- SMT: 一种区块链上适用于流数据高效认证的数据结构 .....  
..... 孙钰山 杨靖聪 夏 琦 高建彬 (5312)

## 计算机网络与信息安全

- 基于 FPGA 的高性能可编程数据平面研究综述 ..... 赵 鹏 程 光 赵德宇 (5330)
- 基于相控阵的 WiFi CSI 定位系统的性能预测 .....  
..... 佟鑫宇 郑丁川 葛伟平 刘秀龙 王新兵 (5355)
- 基于测量设备无关的可认证身份量子投票方案 ..... 柯唯阳 石润华 (5376)
- 基于区块链的动态可验证对称可搜索加密方案 ..... 徐万山 张建标 袁艺林 (5392)
- 分布式数据集极差与极值和的保密计算 ..... 李顺东 家珠亮 赵雪玲 (5408)
- 基于弹性秘密共享的多方门限隐私集合交集协议 .....  
..... 张 恩 秦磊勇 杨刃林 李功丽 (5424)
- 双云辅助的超阈值多方隐私集合交集计算协议 .....  
..... 魏立斐 刘纪海 张 蕾 宁建廷 (5442)
- 《软件学报》投稿指南 ..... (封三)

## Contents

### **ALGORITHM DESIGN AND ANALYSIS**

- 4941 Parallel Structured Sparse Triangular Solver for GPU Platform  
*CHEN Dao-Kun, YANG Chao, LIU Fang-Fang, MA Wen-Jing*
- 4952 Effective Implementation of Matrix Inversion Based on Batched LU Decomposition on GPU  
*LIU Shi-Fang, ZHAO Yong-Hua, HUANG Rong-Feng, YU Tian-Yu, ZHANG Xin-Yin*
- 4973 Unsupervised Cross-modal Hash Retrieval Fusing Multiple Instance Relations  
*LI Zhi-Xin, HOU Chuan-Wen, XIE Xiu-Min*

### **SYSTEM SOFTWARE AND SOFTWARE ENGINEERING**

- 4989 Formal Verification of Consensus Protocols: Survey and Perspective  
*GE Ning, HE Yu-Kai, ZHAI Shu-Mao, LI Xiao-Zhou, ZHANG Li*
- 5008 State-of-the-art Survey on Fuzz Testing for Deep Learning System  
*DAI He-Peng, SUN Chang-Ai, JIN Hui, XIAO Ming-Jun*
- 5029 GoGCN for Interaction Prediction Between Classes in Software System  
*HE Peng, WEI Cao, LÜ Sheng-Kai, ZENG Cheng, LI Bing*
- 5042 BETASCO: Consortium Blockchain System Based on Smart Contract-oriented Sharding  
*WU Kai-Dong, MA Yun, CAI Hua-Qian, JING Xiang, HUANG Gang*

### **PATTERN RECOGNITION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

- 5058 Survey on Learning Communities in Online Education Environment  
*ZHANG Jun-Tao, YANG Xian-Di, SONG Wei, ZHANG Xue-Long, HE Yu-Yang, PENG Zhi-Yong*
- 5084 Influence Maximization for Signed Networks Based on Evolutionary Deep Reinforcement Learning  
*MA Li-Jia, HONG Hua-Ping, LIN Qiu-Zhen, LI Jian-Qiang, GONG Mao-Guo*
- 5113 Low-resource Neural Machine Translation with Multi-strategy Prototype Generation  
*YU Zhi-Qiang, YU Zheng-Tao, HUANG Yu-Xin, GUO Jun-Jun, XIAN Yan-Tuan*
- 5126 Deep Knowledge Tracing Model Based on Embedding of Fused Multiple Concepts  
*JU Sheng-Gen, KANG Rui, ZHAO Rong-Mei, SUN Jie-Ping*
- 5143 Adversarial Sample Generation Method Based on Chinese Features  
*LI Xiang-Ge, LUO Hong, SUN Yan*
- 5162 Multi-view Microblog Topic Detection Based on Heterogeneous Social Context  
*HE Rui-Fang, WANG Hao-Cheng, LIU Hong-Yu, WANG Bo*
- 5179 Multiple-choice Reading Comprehension Approach Based on Multi-view Graph Encoding  
*YU Xiao-Yan, HE Shi-Zhu, SONG Ran, LIU Kang, ZHAO Jun, ZHOU Yong-Bin*
- 5191 Twin-delayed-based Deep Deterministic Policy Gradient Method Integrating Gravitational Search  
*XU Ping-An, LIU Quan, HAO Shao-Pu, ZHANG Li-Hua*

### **DATABASE TECHNOLOGY**

- 5205 OLAP Optimization Techniques Based on GPU Database  
*ZHANG Yan-Song, LIU Zhuan, HAN Rui-Chen, ZHANG Yu, WANG Shan*

- 5230 Higher-order Hierarchical Embedding Learning and Recommendation Prediction in HIN  
*XUN Ya-Ling, BI Hui-Min, ZHANG Ji-Fu*
- 5249 CCP-aware Event Planning on Event-based Social Networks  
*WU Ding-Ming, LIN Jun-Jie, LU Ke-Zhong, XU Yu-Ming*
- 5267 Improvement of Time Series Segmentation Technology Based on Matrix Profile  
*LIU He-He, HE Yan-Qiao, DENG Shi-Zhuo, WU Gang, WANG Bo-Tao*
- 5282 Measurement Method for Complexity of Software Library Dependency Graph and Its Potential Applications  
*YU Hai, WANG Ying, XU Mei-Qiu, YANG Bo, XU Chang, ZHU Zhi-Liang*
- 5312 SMT: Efficient Authenticated Data Structure for Streaming Data on Blockchain  
*SUN Yu-Shan, YANG Jing-Cong, XIA Qi, GAO Jian-Bin*

#### **COMPUTER NETWORKS AND INFORMATION SECURITY**

- 5330 Survey on FPGA-based High-performance Programmable Data Plane  
*ZHAO Peng, CHENG Guang, ZHAO De-Yu*
- 5355 Performance Prediction for WiFi CSI Localization System Based on Phased Array  
*TONG Xin-Yu, ZHENG Ding-Chuan, GE Wei-Ping, LIU Xiu-Long, WANG Xin-Bing*
- 5376 Measurement-device-independent Quantum Voting Scheme with Identity Authentication  
*KE Wei-Yang, SHI Run-Hua*
- 5392 Verifiable Dynamic Searchable Symmetric Encryption Based on Blockchain  
*XU Wan-Shan, ZHANG Jian-Biao, YUAN Yi-Lin*
- 5408 Secure Computation of Range and Sum of Extremums on Distributed Datasets  
*LI Shun-Dong, JIA Zhu-Liang, ZHAO Xue-Ling*
- 5424 Multi-party Threshold Private Set Intersection Protocol Based on Robust Secret Sharing  
*ZHANG En, QIN Lei-Yong, YANG Ren-Lin, LI Gong-Li*
- 5442 Two Cloud-assisted Over-threshold Multi-party Private Set Intersection Calculation Protocol  
*WEI Li-Fei, LIU Ji-Hai, ZHANG Lei, NING Jian-Ting*

# 《软件学报》2023 年出版专刊/专题

发表期数	专刊/专题名称	特约编辑
2023 年第 3 期	大数据治理的理论与技术	杜小勇,杨晓春,童咏昕
2023 年第 5 期	融合预训练技术的多模态学习研究	宋雪萌,聂礼强,申恒涛,田奇,黄华
2023 年第 6 期	软件可信性与供应链安全前沿进展	向剑文,郑征,申文博,常瑞,田聪
2023 年第 7 期	形式化方法与应用	董云卫,刘关俊,毛晓光
2023 年第 8 期	约束求解与定理证明	蔡少伟,陈振邦,王戟,詹博华,赵永望
2023 年第 9 期	AI 软件系统工程化技术与规范	张贺,夏鑫,蒋振鸣,祝立明,李宣东
2023 年第 10 期	知识赋能的信息系统	高宏,陈华钧,赵翔,李瑞轩

登录软件学报网站: <http://www.jos.org.cn> 免费下载专刊/专题全文.

软件学报  
Ruanjian Xuebao  
(月刊, 1990 年创刊)

Journal of Software  
(monthly)  
(Started in 1990)

第 34 卷 第 11 期 2023 年 11 月

Vol.34 No.11 Nov. 2023

主管单位	中国科学院	Sponsored by the Chinese Academy of Sciences
主办单位	中国科学院软件研究所 中国计算机学会	Published by Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences (ISCAS) and China Computer Federation
主 编	赵 琛	Editor-in-Chief: ZHAO Chen
编 辑	《软件学报》编辑部 (北京 8718 信箱 邮编 100190) 电话: 010-62562563, E-mail: jos@iscas.ac.cn <a href="http://www.jos.org.cn">http://www.jos.org.cn</a>	Edited by Editorial Board of Journal of Software (P.O.Box 8718, Beijing 100190, P.R.China) Tel: 8610-62562563, E-mail: jos@iscas.ac.cn <a href="http://www.jos.org.cn">http://www.jos.org.cn</a>
出 版	科学出版社 (北京东黄城根北街 16 号 邮编 100717)	Distributed by Science Press (16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China)
印 刷	北京宝昌彩色印刷有限公司	Printed by Beijing Baochang Color Printing Co., Ltd.
总发行处	中国邮政集团公司北京市报刊发行局	Generally Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals
订 购 处	全国各地邮局	Domestically Distributed by All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京 399 信箱 邮编 100044)	Overseas Distributed by China International Book Trading Corporation (P.O.Box 399, Beijing 100044, China)

ISSN 1000-9825

国内邮发代号: 82-367

©2023 ISCAS (版权所有)

定价: 70.00 元

CN 11-2560/TP

国外发行代号: M4628



公开发刊