

第34卷 第8期 Vol.34 No.8 August 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8期 约束求解与定理证明专题

科学出版社



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 8 期  
2023 年 8 月

## 目次

### 约束求解与定理证明专题

约束求解与定理证明专题前言.....	蔡少伟	陈振邦	王 戟	詹博华	赵永望	(3465)
基于不可满足核的近似逼近可达性分析.....	于忠祺	张小禹	李建文			(3467)
GC-MCR: 有向图约束指导的并发缺陷检测方法.....						
.....	李硕川	王 赞	马明旭	陈 翔	赵英全	王海弛
.....						王昊宇 (3485)
基于精化的 TrustZone 多安全分区建模与形式化验证.....						
.....	曾凡浪	常 瑞	许 浩	潘少平	赵永望	(3507)
L4 虚拟内存子系统的形式化验证.....	章乐平	赵永望	王布阳	李悦欣	冯潇潇	(3527)
针对教学场景的 ZFC 集合论 Coq 形式化.....	万新熠	徐 轲	曹钦翔			(3549)
强表达描述逻辑本体的后继式公理定位研究.....	李 静	欧阳丹彤	叶育鑫			(3574)

### 系统软件与软件工程

基于核外计算的 Datalog 引擎设计与实现.....	张奕裕	王归航	左志强	李宣东	(3587)	
用户特征请求分析与处理研究综述.....	牛菲菲	李传艺	葛季栋	骆 斌	(3605)	
可信执行环境访问控制建模与安全性分析.....	苗新亮	常 瑞	潘少平	赵永望	蒋烈辉	(3637)
Streett 自动机确定化工具.....	王文胜	田 聪	段振华		(3659)	
基于非交互式 Petri 网的异步程序验证模型和方法.....	吴志文	李国强			(3674)	
基于函数式语义的循环和递归程序结构通用证明技术.....						
.....	李希萌	王国辉	张倩颖	施智平	关 永	(3686)
一个切换认证的 5G 鉴权协议及其形式化分析.....	刘逸冰	周 刚			(3708)	
基于 Petri 网展开的多线程程序数据竞争检测与重演.....						
.....	鲁法明	黄 莹	曾庆田	包云霞	唐梦凡	(3726)
基于 Capstone 和流敏感混合执行的自动化反混淆技术.....						
.....	鲁 辉	郭润生	金成杰	何陆潇涵	王兴伟	田志宏 (3745)

### 模式识别与人工智能

反射剖面精确拟合的次表面散射计算方法.....	梁仕宇	高 阳	丛 宇	郝爱民	(3757)	
人工智能系统可信性度量评估研究综述.....	刘 晗	李凯旋	陈仪香		(3774)	
电动自行车轨迹简化与自适应地图匹配算法.....	王东京	刘继涛	俞东进		(3793)	
显式知识推理和深度强化学习结合的动态决策.....						
.....	张昊迪	陈振浩	陈俊扬	周 熠	连德富	伍楷舜
.....						林方真 (3821)

基于贝叶斯网络构建 RoboSim 模型的自动驾驶行为决策.....  
..... 陈洁娜 张铭茁 杜德慧 李 博 聂基辉 任婧瑶 (3836)  
基于 K Framework 的向量化机器学习指令语义形式化..... 黄厚华 刘嘉祥 施晓牧 (3853)

### 计算机网络与信息安全

带内网络遥测方法综述.....  
..... 吕鸿润 李 清 沈耿彪 周建二 江 勇 李伟超 刘 凯 齐竹云 (3870)  
对一种白盒 SM4 方案的差分计算分析..... 原梓清 陈 杰 (3891)

### 计算机图形学与计算机辅助设计

基于深度学习的事件抽取研究综述..... 王浩畅 周郴莲 Marius Gabriel PETRESCU (3905)

### 计算机体系结构

基于流特征的数据中心非对称流负载均衡方法.....  
..... 陈中卿 李丹丹 闪德胜 钱叶魁 谢 坤 黄小红 丛 群 (3924)

**Contents*****SPECIAL TOPIC ON CONSTRAINT SOLVING AND THEOREM PROVING***

- 3465 Preface  
*CAI Shao-Wei, CHEN Zhen-Bang, WANG Ji, ZHAN Bo-Hua, ZHAO Yong-Wang*
- 3467 UC-based Approximate Incremental Reachability  
*YU Zhong-Qi, ZHANG Xiao-Yu, LI Jian-Wen*
- 3485 GC-MCR: Directed Graph Constraint-guided Concurrent Bug Detection Method  
*LI Shuo-Chuan, WANG Zan, MA Ming-Xu, CHEN Xiang, ZHAO Ying-Quan, WANG Hai-Chi, WANG Hao-Yu*
- 3507 Refinement-based Modeling and Formal Verification for Multiple Secure Partitions of TrustZone  
*ZENG Fan-Lang, CHANG Rui, XU Hao, PAN Shao-Ping, ZHAO Yong-Wang*
- 3527 Formal Verification of the Virtual Memory Subsystem in L4  
*ZHANG Le-Ping, ZHAO Yong-Wang, WANG Bu-Yang, LI Yue-Xin, FENG Xiao-Xiao*
- 3549 Coq Formalization of ZFC Set Theory for Teaching Scenarios  
*WAN Xin-Yi, XU Ke, CAO Qin-Xiang*
- 3574 Consequence-based Axiom Pinpointing for Expressive Description Logic Ontologies  
*LI Jing, OUYANG Dan-Tong, YE Yu-Xin*

***SYSTEM SOFTWARE AND SOFTWARE ENGINEERING***

- 3587 Design and Implementation of Datalog Engine Based on Out-of-core Computing  
*ZHANG Yi-Yu, WANG Gui-Hang, ZUO Zhi-Qiang, LI Xuan-Dong*
- 3605 Survey on User Feature Requests Analysis and Processing  
*NIU Fei-Fei, LI Chuan-Yi, GE Ji-Dong, LUO Bin*
- 3637 Modeling and Security Analysis of Access Control in Trusted Execution Environment  
*MIAO Xin-Liang, CHANG Rui, PAN Shao-Ping, ZHAO Yong-Wang, JIANG Lie-Hui*
- 3659 Tool for Determinization of Street Automata  
*WANG Wen-Sheng, TIAN Cong, DUAN Zhen-Hua*
- 3674 Model and Method for Verifying Asynchronous Program Based on Communication-free Petri Net  
*WU Zhi-Wen, LI Guo-Qiang*
- 3686 Unified Proof Technique for Iterative and Recursive Program Structures Based on Functional Semantics  
*LI Xi-Meng, WANG Guo-Hui, ZHANG Qian-Ying, SHI Zhi-Ping, GUAN Yong*
- 3708 5G Authentication Protocol Based on Sub-mode Switching Operation and Its Formal Analysis  
*LIU Yi-Bing, ZHOU Gang*
- 3726 Data Race Detection and Replay of Multi-threaded Programs Based on Petri Net Unfolding  
*LU Fa-Ming, HUANG Ying, ZENG Qing-Tian, BAO Yun-Xia, TANG Meng-Fan*
- 3745 Automated Anti-obfuscation Technology Based on Capstone and Flow-sensitive Concolic Execution  
*LU Hui, GUO Run-Sheng, JIN Cheng-Jie, HE Lu-Xiao-Han, WANG Xing-Wei, TIAN Zhi-Hong*

***PATTERN RECOGNITION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE***

- 3757 Subsurface Scattering Computation with Accurate Reflectance Profile Fitting  
*LIANG Shi-Yu, GAO Yang, CONG Yu, HAO Ai-Min*

- 3774 Survey on Trustworthiness Measurement for Artificial Intelligence Systems  
*LIU Han, LI Kai-Xuan, CHEN Yi-Xiang*
- 3793 Trajectory Simplification and Adaptive Map Matching Algorithm for Electric Bicycle  
*WANG Dong-Jing, LIU Ji-Tao, YU Dong-Jin*
- 3821 Dynamic Decision Making Based on Explicit Knowledge Reasoning and Deep Reinforcement Learning  
*ZHANG Hao-Di, CHEN Zhen-Hao, CHEN Jun-Yang, ZHOU Yi, LIAN De-Fu, WU Kai-Shun, LIN Fang-Zhen*
- 3836 Autonomous Driving Behavior Decision-making with RoboSim Model Based on Bayesian Network  
*CHEN Jie-Na, ZHANG Ming-Zhuo, DU De-Hui, LI Bo, NIE Ji-Hui, REN Jing-Yao*
- 3853 Semantics Formalization of Vectorized Machine Learning Instructions in K Framework  
*HUANG Hou-Hua, LIU Jia-Xiang, SHI Xiao-Mu*

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

- 3870 Survey on In-band Network Telemetry  
*LÜ Hong-Run, LI Qing, SHEN Geng-Biao, ZHOU Jian-Er, JIANG Yong, LI Wei-Chao, LIU Kai, QI Zhu-Yun*
- 3891 Differential Computation Analysis of White-box SM4 Scheme  
*YUAN Zi-Qing, CHEN Jie*

#### **COMPUTER GRAPHICS AND COMPUTER AIDED DESIGN**

- 3905 Survey on Event Extraction Based on Deep Learning  
*WANG Hao-Chang, ZHOU Chen-Lian, Marius Gabriel PETRESCU*

#### **COMPUTER ARCHITECTURE**

- 3924 Asymmetric Flow Load Balancing Method Based on Flow Characteristics in Data Center Network  
*CHEN Zhong-Qing, LI Dan-Dan, SHAN De-Sheng, QIAN Ye-Kui, XIE Kun, HUANG Xiao-Hong, CONG Qun*

# 《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 8 期 2023 年 8 月

Vol.34 No.8 Aug. 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 行

