

# 软件学报 *Software* *Journal of*



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29卷第6期  
2018年6月

## 目次

### 形式化方法的理论基础专题

形式化方法的理论基础专题前言	傅育熙	李国强	田 聪	(1515)
互模拟准局部验证算法的扩展与实现	郑晓琳	邓玉欣	付 辰	雷国庆 (1517)
自动分析递归数据结构的归纳性质	汤震浩	李 彬	翟 娟	赵建华 (1527)
自动合成数组不变式	李 彬	翟 娟	汤震浩	汤恩义 赵建华 (1544)
向量加法系统验证问题研究综述	张文博			龙 环 (1566)
异构多智能体系统模型检查	张业迪			宋 富 (1582)
基于 SMT 的时钟约束语言 CCSL 的形式化分析方法与工具	应云辉			张 民 (1595)
消息传递的 MSVL 通信机制及其实现	王小兵	郭文轩		段振华 (1607)
普适计算应用时空性质的运行时验证	李晖松	陶先平		宋 巍 (1622)
APTL 公式的可满足性检查工具	王海洋	段振华		田 聪 (1635)
基于类型理论的领域数据建模和验证及案例	乌尼日其其格	李小平	马世龙	吕江花 (1647)
一种嵌套中断系统的建模和分析方法	崔 进	段振华	田 聪	张 南 (1670)
考虑中断和上下文切换开销的响应时间分析	于广良			杨孟飞 (1681)
机器人关节通信总线系统的建模与验证	孟 瑶	李晓娟	关 永	王 瑞 张 杰 (1699)

### 系统软件与软件工程

API 使用的关键问题研究	李 正	吴敬征	李明树	(1716)
服务组合安全隐私信息流静态分析方法	彭焕峰	黄志球	刘林源	李 勇 柯昌博 (1739)
基于条件概率模型的缺陷定位方法	舒 挺	黄明献	丁佐华	王 磊 夏劲松 (1756)

### 数据库技术

MapReduce 与 Spark 用于大数据分析之比较	吴信东			嵇圣础 (1770)
基于包含度的子图匹配方法	李瑞远			洪 亮 (1792)

### 计算机网络与信息安全

5G 移动通信网络安全研究	冯登国	徐 静	兰 晓	(1813)
---------------	-----	-----	-----	--------

期刊基本参数: CN11-2560/TP\*1990\*m\*16\*313\*zh+en\*P\*¥70\*2018\*20\*2018-06

## Contents

### **SPECIAL TOPIC ON THEORETICAL FOUNDATION OF FORMAL METHODS**

- 1515 Preface  
*FU Yu-Xi, LI Guo-Qiang, TIAN Cong*
- 1517 Extension and Implementation of the Quasi-Local Algorithm for Checking Bisimilarity  
*ZHENG Xiao-Lin, DENG Yu-Xin, FU Chen, LEI Guo-Qing*
- 1527 Automatically Analyzing Inductive Properties for Recursive Data Structures  
*TANG Zhen-Hao, LI Bin, ZHAI Juan, ZHAO Jian-Hua*
- 1544 Automatic Invariant Synthesis for Array Programs  
*LI Bin, ZHAI Juan, TANG Zhen-Hao, TANG En-Yi, ZHAO Jian-Hua*
- 1566 State-of-the-Art Survey on Verification of Vector Addition Systems  
*WENBO Zhang, HUAN Long*
- 1582 Model-Checking for Heterogeneous Multi-Agent Systems  
*ZHANG Ye-Di, SONG Fu*
- 1595 SMT-Based Approach to Formal Analysis of CCSL with Tool Support  
*YING Yun-Hui, ZHANG Min*
- 1607 Communication Mechanism and Its Implementation for MSVL Based on Message Passing  
*WANG Xiao-Bing, GUO Wen-Xuan, DUAN Zhen-Hua*
- 1622 Runtime Verification of Spatio-Temporal Properties for Pervasive Computing Applications  
*LI Xuan-Song, TAO Xian-Ping, SONG Wei*
- 1635 Tool for Checking Satisfiability of APTL Formulas  
*WANG Hai-Yang, DUAN Zhen-Hua, TIAN Cong*
- 1647 Type Theory Based Domain Data Modelling and Verification with Case Study  
*WUNIRI Qi-Qi-Ge, LI Xiao-Ping, MA Shi-Long, LÜ Jianguo*
- 1670 Modeling and Analysis of Nested Interrupt Systems  
*CUI Jin, DUAN Zhen-Hua, TIAN Cong, ZHANG Nan*
- 1681 Response Time Analysis of Embedded Systems by Taking Interrupt and Context Switch Overheads into Account  
*YU Guang-Liang, YANG Meng-Fei*
- 1699 Modeling and Verification for Robot Joint Bus Communication System  
*MENG Yao, LI Xiao-Juan, GUAN Yong, WANG Rui, ZHANG Jie*

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

- 1716 Study on Key Issues in API Usage  
*LI Zheng, WU Jing-Zheng, LI Ming-Shu*
- 1739 Static Analysis Method of Secure Privacy Information Flow for Service Composition  
*PENG Huan-Feng, HUANG Zhi-Qiu, LIU Lin-Yuan, LI Yong, KE Chang-Bo*
- 1756 Fault Localization Method Based on Conditional Probability Model  
*SHU Ting, HUANG Ming-Xian, DING Zuo-Hua, WANG Lei, XIA Jin-Song*

### **DATABASE TECHNOLOGY**

- 1770 Comparative Study on MapReduce and Spark for Big Data Analytics  
*WU Xin-Dong, JI Sheng-Wei*
- 1792 Method for Subgraph Matching with Inclusion Degree  
*LI Rui-Yuan, HONG Liang*

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

- 1813 Study on 5G Mobile Communication Network Security  
*FENG Deng-Guo, XU Jing, LAN Xiao*

## 《软件学报》2017 年已出版专刊

发表期数	专刊/题名称	特约编辑
2017 年第 3 期	大数据管理技术	崔斌, 马帅
2017 年第 4 期	程序设计语言和系统前沿	冯新宇, 陈海波
2017 年第 5 期	形式化方法与应用	董威, 赵建华, 吕鸣松
2017 年第 6 期	大数据时代软件工程研究	刘璘, 周明辉, 尹刚
2017 年第 8 期	分布式云存储: 理论、技术、系统	黄宇, 吴维刚, 赵军平
2017 年第 9 期	信息系统安全	李舟军, 李瑞轩, 陈驰
2017 年第 11 期	复杂环境下的机器学习研究专刊	胡清华, 张道强, 张长水

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

**软件学报**  
Ruanjian Xuebao

(月刊, 1990 年创刊)

第 29 卷 第 6 期      2018 年 6 月

**Journal of Software**  
(monthly)

(Started in 1990)

Vol.29 No.6      Jun. 2018

<p><b>主管单位</b> 中国科学院</p> <p><b>主办单位</b> 中国科学院软件研究所 中国计算机学会</p> <p><b>主 编</b> 赵 琛</p> <p><b>编 辑</b> 《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></p> <p><b>编辑部主任</b> 方 梅</p> <p><b>出 版</b> 科 学 出 版 社 (北京东黄城根北街 16 号 邮编 100717)</p> <p><b>印 刷</b> 北京宝昌彩色印刷有限公司</p> <p><b>总发行处</b> 中国邮政集团公司北京市报刊发行局</p> <p><b>订 购 处</b> 全国各地邮局</p> <p><b>国外总发行</b> 中国国际图书贸易总公司 (北京 399 信箱 邮编 100044)</p>	<p>Sponsored by the Chinese Academy of Sciences</p> <p>Published by Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences (ISCAS) and China Computer Federation</p> <p>Editor-in-Chief: ZHAO Chen</p> <p>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></p> <p>Distributed by Science Press (16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China)</p> <p>Printed by Beijing Baochang Color Printing Co., Ltd</p> <p>Generally Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals</p> <p>Domestically Distributed by All Local Post Offices in China</p> <p>Overseas Distributed by China International Book Trading Corporation (P.O.Box 399, Beijing 100044, China)</p>
---	---

ISSN 1000-9825  
CN 11-2560/TP

国内邮发代号: 82-367  
国外发行代号: M4628

©2018 ISCAS (版权所有)

定价: 70.00 元



公 开 发 行