

第27卷 第5期 Vol.27 No.5 May 2016

ISSN 1000-9825
CODEN RUXUEW

软件学报

Journal of Software

Vol.27 No.5 May 2016

1059~1324

可视化及可视分析专题

科学出版社

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

《软件学报》编委会

(2015 年 1 月~2018 年 12 月)

主 编 赵 琛, 中国科学院软件研究所

执行主编 金 芝, 北京大学

副 主 编 Yao, Andrew C., 清华大学

编委会成员(以汉语拼音为序)

外籍和港澳地区编委

Bjfrner, Dines, Technical University of Denmark, Denmark

Chin, Francis Yuk-Lun, University of Hong Kong, China

Clarke, Edmund M., Carnegie Mellon University, USA

Graham, Ronald L., University of California at San Diego, USA

Krieg-Bruckner, Bernd, Universitat Bremen, Germany

Li, Ming, University of Waterloo, Canada

Li, Kai, Princeton University, USA

Motiwalla, Juzar, National University of Singapore, Singapore

Zhu, Hong, Oxford Brookes University, UK

资深编委

戴国忠, 中国科学院软件研究所

董韞美, 中国科学院软件研究所

冯玉琳, 中国科学院软件研究所

何新贵, 北京大学

李德毅, 电子系统工程研究所

李 未, 北京航空航天大学

林惠民, 中国科学院软件研究所

陆汝钤, 中科院数学与系统科学研究院

陆维明, 中科院数学与系统科学研究院

钱华林, 中国科学院计算机网络信息中心

孙家广, 清华大学

王 珊, 中国人民大学

吴建平, 清华大学

杨芙清, 北京大学

张 钺, 清华大学

赵沁平, 北京航空航天大学

郑南宁, 西安交通大学

周龙骧, 中科院数学与系统科学研究院

领域编委

陈克非, 杭州师范大学理学院

冯登国, 中国科学院软件研究所

黄 涛, 中国科学院软件研究所

蒋昌俊, 同济大学

李 华, 中国科学院计算技术研究所

李建中, 哈尔滨工业大学

李宜东, 南京大学

林 闯, 清华大学

吕 建, 南京大学

罗军舟, 东南大学

梅 宏, 上海交通大学

彭群生, 浙江大学

沈一栋, 中国科学院软件研究所

田 捷, 中国科学院自动化所

王 戟, 国防科技大学

许卓群, 北京大学

郑纬民, 清华大学

周傲英, 华东师范大学

周志华, 南京大学

责任编委

陈海波, 上海交通大学

陈文光, 清华大学

陈小武, 北京航空航天大学

陈翌佳, 复旦大学

崔 斌, 北京大学

冯晓兵, 中国科学院计算技术研究所

冯新宇, 中国科技大学

高 宏, 哈尔滨工业大学

高 阳, 南京大学

葛敬国, 中国科学院信息工程研究所

黄继武, 深圳大学

金 海, 华中科技大学

荆继武, 中国科学院信息工程研究所

刘利刚, 中国科技大学

刘 磷, 清华大学

刘胜利, 上海交通大学

刘云浩, 香港科技大学

卢 凯, 国防科技大学

马晓星, 南京大学

毛文吉, 中国科学院自动化所

毛晓光, 国防科技大学

孟小峰, 中国人民大学

欧阳彤彤, 吉林大学

彭 鑫, 复旦大学

任丰原, 清华大学

沈苏彬, 南京邮电大学

舒继武, 清华大学

宋方敏, 南京大学

苏金树, 国防科技大学

苏开乐, 北京大学

睦跃飞, 中国科学院计算技术研究所

孙晓明, 中国科学院计算技术研究所

汪 芸, 东南大学

王国仁, 东北大学

王建勇, 清华大学

王文成, 中国科学院软件研究所

王兴伟, 东北大学

魏 峻, 中国科学院软件研究所

徐 杨, 成都电子科技大学

薛 锐, 中国科学院信息工程研究所

尹一通, 南京大学

雍俊海, 清华大学

于 戈, 东北大学

于 剑, 北京交通大学

曾庆凯, 南京大学

詹乃军, 中国科学院软件研究所

张军平, 复旦大学

张 康, 天津大学

张 路, 北京大学

张自力, 西南大学

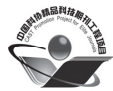
周国栋, 苏州大学



全国百强科技期刊



中国科学院
科学出版基金资助



中国科协精品科技期刊
工程第四期 Top50 项目资助



中国精品科技期刊



中国计算机学会会刊

软件学报

(Ruanjian Xuebao)

第 27 卷第 5 期

2016 年 5 月

目次

可视化及可视分析专题

- 可视化及可视分析专题前言 沈汉威 张小龙 陈 为 袁晓如 王文成 (1059)
- 基于密度-距离图的交互式体数据分类方法 周芳芳 高 飞 刘勇刚 梁 兴 赵 颖 (1061)
- 树比较可视化方法综述 李彦龙 李国强 董笑菊 (1074)
- 一种层次结构中多维属性的可视化方法
..... 陈 谊 甄远刚 胡海云 梁 婕 Kwan-Liu MA (1091)
- 面向层次化数据的变分圆形树图 赵海森 吕 琳 薄志涛 (1103)
- 基于层次狄利克雷过程的交互式主题建模 严宇宇 陶煜波 林 海 (1114)
- 基于维度扩展的 Radviz 可视化聚类分析方法 .. 周芳芳 李俊材 黄 伟 王俊韡 赵 颖 (1127)
- 一种全球尺度三维大气数据可视化系统
..... 梅鸿辉 陈海东 肇 昕 刘昊南 朱 标 陈 为 (1140)
- 运动目标三维轨迹可视化与关联分析方法 郭 洋 马翠霞 滕东兴 杨 祎 王宏安 (1151)
- 基于文本摘要及引用关系的可视辅助文献阅读
..... 张加万 杨思琪 李泽宇 杨伟强 王锦东 贺瑞芳 黄茂林 (1163)
- 基于移动终端日志数据的人群特征可视化 张宏鑫 盛风帆 徐沛原 汤 颖 (1174)
- 多视图合作的网络流量时序数据可视分析 赵 颖 王 权 黄叶子 吴 青 张 胜 (1188)
- 一种模型驱动的可视化生成系统 杜 一 郭旦怀 陈 昕 任 磊 戴国忠 (1199)

系统软件与软件工程

- 一种软件特征模型扩展和演化分析方法 胡 洁 王 青 (1212)
- 面向危险操作的动态符号执行方法 王伟光 曾庆凯 孙 浩 (1230)

数据库技术

- 一种适应 GPU 的混合 OLAP 查询处理模型 张 宇 张延松 陈 红 王 珊 (1246)
- 基于用户邻域和主题的新颖性 Web 社区推荐方法 余 骞 彭智勇 洪 亮 万言历 (1266)

计算机网络与信息安全

- 概率模型下的一种优化覆盖算法 孙泽宇 伍卫国 王换招 邢萧飞 陈 衡 (1285)
- 可验证的基于词典的可搜索加密方案 王尚平 刘利军 张亚玲 (1301)

操作系统

- 一种在不可信操作系统内核中高效保护应用程序的方法 邓 良 曾庆凯 (1309)

《软件学报》投稿指南 (封三)

期刊基本参数: CN11-2560/TP*1990*m*16*268*zh+en*P*¥70*2016*19*2016-5

Contents

SPECIAL ISSUE ON VISUALIZATION AND VISUAL ANALYTICS

- 1059 Preface
SHEN Han-Wei, ZHANG Xiao-Long, CHEN Wei, YUAN Xiao-Ru, WANG Wen-Cheng
- 1061 Interactive Volume Data Classification Based on Density-Distance Graph
ZHOU Fang-Fang, GAO Fei, LIU Yong-Gang, LIANG Xing, ZHAO Ying
- 1074 Survey on Visualization of Tree Comparison
LI Yan-Long, LI Guo-Qiang, DONG Xiao-Ju
- 1091 Visualization Technique for Multi-Attribute in Hierarchical Structure
CHEN Yi, ZHEN Yuan-Gang, HU Hai-Yun, LIANG Jie, Kwan-Liu MA
- 1103 Variational Circular Treemaps for Hierarchical Data
ZHAO Hai-Sen, LÜ Lin, BO Zhi-Tao
- 1114 Interactive Topic Modeling Based on Hierarchical Dirichlet Process
YAN Yu-Yu, TAO Yu-Bo, LIN Hai
- 1127 Extending Dimensions in Radviz for Visual Clustering Analysis
ZHOU Fang-Fang, LI Jun-Cai, HUANG Wei, WANG Jun-Wei, ZHAO Ying
- 1140 Visualization System of 3D Global Scale Meteorological Data
MEI Hong-Hui, CHEN Hai-Dong, ZHAO Xin, LIU Hao-Nan, ZHU Biao, CHEN Wei
- 1151 Method of Three Dimensional Trajectory Visualization and Relational Analysis on Moving Objects
GUO Yang, MA Cui-Xia, TENG Dong-Xing, YANG Yi, WANG Hong-An
- 1163 Visualization Guided Document Reading by Citation and Text Summarization
ZHANG Jia-Wan, YANG Si-Qi, LI Ze-Yu, YANG Wei-Qiang, WANG Jin-Dong, HE Rui-Fang, HUANG Mao-Lin
- 1174 Visualizing User Characteristics Based on Mobile Device Log Data
ZHANG Hong-Xin, SHENG Feng-Fan, XU Pei-Yuan, TANG Ying
- 1188 Collaborative Visual Analytics for Network Traffic Time-Series Data with Multiple Views
ZHAO Ying, WANG Quan, HUANG Ye-Zi, WU Qing, ZHANG Sheng
- 1199 Model-Driven Visualization Generation System
DU Yi, GUO Dan-Huai, CHEN Xin, REN Lei, DAI Guo-Zhong

SYSTEM SOFTWARE AND SOFTWARE ENGINEERING

- 1212 Extensions and Evolution Analysis Method for Software Feature Models
HU Jie, WANG Qing
- 1230 Dynamic Symbolic Execution Method Oriented to Critical Operation
WANG Wei-Guang, ZENG Qing-Kai, SUN Hao

DATABASE TECHNOLOGY

- 1246 GPU Adaptive Hybrid OLAP Query Processing Model
ZHANG Yu, ZHANG Yan-Song, CHEN Hong, WANG Shan
- 1266 Novel Web Community Recommendation Based on User Neighborhood and Topic
YU Qian, PENG Zhi-Yong, HONG Liang, WAN Yan-Li

COMPUTER NETWORKS AND INFORMATION SECURITY

- 1285 Optimized Coverage Algorithm in Probability Model
SUN Ze-Yu, WU Wei-Guo, WANG Huan-Zhao, XING Xiao-Fei, CHEN Heng
- 1301 Verifiable Dictionary-Based Searchable Encryption Scheme
WANG Shang-Ping, LIU Li-Jun, ZHANG Ya-Ling

OPERATING SYSTEM

- 1309 Method to Efficiently Protect Applications from Untrusted OS Kernel
DENG Liang, ZENG Qing-Kai

《软件学报》投稿指南

《软件学报》是一本刊登计算机软件各领域原创性研究成果的期刊,所刊登的论文均经过严格的同行专家评议。《软件学报》主要面向全球华人计算机软件学者,致力于创办与世界计算机科学和软件技术发展同步的以中文为主的“中文国际软件学术期刊”,为全球华人同行提供学术交流平台。《软件学报》创刊于 1990 年,由中国科学院软件研究所和中国计算机学会联合主办,已被 EI Compendex, INSPEC, Abstracts Magazine, Mathematical Review, Zentralblatt MATH 等国际数据库收录。

《软件学报》注重刊登反映计算机科学和计算机软件新理论、新方法和新技术以及学科发展趋势的文章,主要涉及理论计算机科学、算法设计与分析、系统软件与软件工程、模式识别与人工智能、数据库技术、计算机网络、信息安全、计算机图形学与计算机辅助设计、多媒体技术及其他相关的内容。

投稿要求

1. 来稿必须是原创性论文,要求结构完整、论点明确、论据可靠、论证合理、层次分明、可读性强。
2. 本刊长期征集长文,长文的长度至少在 15 页以上,侧重于鼓励科学工作者在结合国家需求、把握世界科学前沿的基础上,在重要研究领域或新学科生长点上开展深入、系统的创新性研究工作;鼓励有重大创新、有新观点和见解、可推动或丰富该领域的研究与发展。有关长文的详细要求,请登陆我刊网站了解。
3. 投稿应具有合法性,即不存在抄袭、剽窃、侵权等不良行为。如发现上述不良行为,本刊将据实通知作者所在单位的最高领导层,并不再接受第一作者的投稿。作者文责自负,本刊不承担连带责任。
4. 来稿应未在任何正式出版物上刊载过,且不允许一稿多投。本刊不接受任何语种的翻译稿。

写作要求

1. 稿件请用 Word 编辑排版,排版格式可参考本刊网站上提供的写作模板和近期《软件学报》。
2. 作者应将自己的研究工作有所启发、帮助和教益的国内外文献列出,以示对同行工作的尊重和补充。参考文献应查新、查全并在文中明确标引,且与国内外同类工作进行详细讨论和比较。

投稿方法

1. 请通过《软件学报》网站<http://www.jos.org.cn>“在线投稿”一栏进行投稿。
2. 投稿分配编号之后,系统将不提供稿件更新功能,请作者务必谨慎投稿,做到清稿定稿。

作者须知

1. 为联系顺畅,请在“在线投稿”时详细提供联系人的联系方式(包括通讯地址、邮编、E-mail 地址和联系电话等),审稿期间联系方式如有变化,请及时通知编辑部。
2. 我刊网站上提供了“稿件处理流程”,作者可以通过该流程图了解稿件的处理程序和相关规定。同时还列举了作者在投稿过程中经常遇到的一些问题,建议作者在投稿之前仔细阅读。
3. 为保障作者权益,本刊将采取必要措施以加速审稿流程。稿件一般在 6 个月内给出审稿结果,并尽可能提前给出评审意见。若审稿时间超过 6 个月,作者在通知编辑部并得到确认回复之后可自行处理投稿。
4. 通过初审的投稿作者需提交投稿声明,并请遵守投稿声明中的有关规定。不拟刊登稿件,将有评审意见提供给作者。
5. 作者在投稿时请注明是否为 CCF 会员,若是会员,请注明会员号。凡第一作者为 CCF 会员者,文章在发表时将享受 85 折版面费优惠(会员身份状态以发表时的状态为准)。
6. 从 2009 年我刊对录用待发表文章实行提前在线出版,在线出版是我刊正式出版的形式之一,详细说明请见我刊网站通知。稿件在线出版之后,仍将安排在印刷版出版。印刷版出版之后,将一次性给付稿酬(印刷版、光盘版和网络版稿酬),并赠送样刊。目录页和印刷版文章的原版可从我刊网站下载并打印。

联系电话: 010-62562563 E-mail: jos@iscas.ac.cn 网址: <http://www.jos.org.cn>
通讯地址: 100190 北京 8718 信箱 中国科学院软件研究所 《软件学报》编辑部

《软件学报》工业互联网基础理论与关键技术专刊

征 文 通 知

新一轮科技革命和产业变革的到来与我国加快转变经济发展方式的要求形成历史性交汇，互联网与工业的融合发展已经成为工业制造业发展过程中的重大变革和必然趋势。工业互联网基础理论与关键技术为加快新一代信息技术与制造技术深度融合，全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平，实现工业转型升级和创新发展提供了重要途径。为及时反映我国在工业互联网方面的研究进展，《软件学报》将出版工业互联网基础理论与关键技术专刊，收录该领域近期取得的原创性高水平研究成果，探讨提高工业互联网基础理论与关键技术和实现途径，进一步促进该领域的发展。专刊将突出以下几个方面的研究热点：工业互联网体系结构研究；工业互联网的数据传输的实时性和可靠性问题；工业数据流的分析与决策技术；工业云服务技术以及工业互联网的安全性等。欢迎相关研究领域的专家学者、科研人员踊跃投稿。

专刊题目：工业互联网基础理论与关键技术

特约编辑：王兴伟（东北大学），任丰原（清华大学），王丹（香港理工大学）

出版时间：2017 年 7 期

请登陆学报网站了解专刊详细征文信息。

软 件 学 报

Ruanjian Xuebao

(月刊, 1990 年创刊)

第 27 卷 第 5 期 2016 年 5 月

Journal of Software

(monthly)

(Started in 1990)

Vol.27 No.5 May 2016

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 http://www.jos.org.cn	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 http://www.jos.org.cn
编辑部主任	方 梅	Distributed by Science Press (16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China)
出 版	科 学 出 版 社 (北京东黄城根北街 16 号 邮编 100717)	Printed by Beijing Bei Lin Printing House
印 刷	北京北林印刷厂	Generally Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals
总发行处	中国邮政集团公司北京市报刊发行局	Domestically Distributed by All Local Post Offices in China
订 购 处	全国各地邮局	Overseas Distributed by China International Book Trading Corporation (P.O.Box 399, Beijing 100044, 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)	

ISSN 1000-9825

CN 11-2560/TP

国内邮发代号: 82-367

国外发行代号: M4628

©2016 ISCAS (版权所有)

定价: 70.00 元

公 开 发 行

