

RISC-V 系统软件及软硬协同技术专题前言^{*}

武延军^{1,5}, 谢涛², 侯锐^{3,5}, 张科^{4,5}, 宋威^{3,5}, 邢明杰¹

¹(中国科学院 软件研究所, 北京 100190)

²(北京大学 计算机学院, 北京 100871)

³(中国科学院 信息工程研究所, 北京 100085)

⁴(中国科学院 计算技术研究所, 北京 100190)

⁵(中国科学院大学, 北京 100049)

通信作者: 武延军, E-mail: yanjun@iscas.ac.cn



中文引用格式: 武延军, 谢涛, 侯锐, 张科, 宋威, 邢明杰. RISC-V 系统软件及软硬协同技术专题前言. 软件学报, 2025, 36(9): 3917–3918. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/7361.htm>

RISC-V 技术的发展, 一方面为操作系统、编译器 etc 系统软件在设计实现、测试验证、安全可信等方向带来了新机遇和新挑战; 另一方面, 也推动了软硬协同设计、优化等技术的进一步创新与发展. 近年来, RISC-V 相关技术已逐渐成为国内外学者的关注点和研究热点. 为此, 组织了本专题与中国软件大会 RISC-V 系统软件及软硬协同技术论坛, 探讨并交流最近一年以来, 国内学者在相关研究中取得的新成果, 旨在进一步推动国内 RISC-V 相关的技术发展和生态建设, 促进学术交流.

本专题公开征文, 共收到投稿 16 篇. 论文均通过了形式审查, 内容涉及指令调度、缓存模型、页表模型、软件代码适配、国密算法快速运算、高性能算法库优化、内存模型一致性等. 特约编辑先后邀请了 20 多位专家参与审稿工作, 每篇投稿至少邀请 2 位专家进行评审. 稿件经初审、复审、中国软件大会 2024 (ChinaSoft 2024) 宣读和终审 4 个阶段, 历时 6 个月, 最终有 4 篇论文入选本专题. 另有 1 篇《软件学报》已录用论文, 因与本专题主题密切相关, 应作者申请收录在本专题中. 这些论文的内容如下.

《[RISC-V 内存一致性模型的同地址顺序一致性定理证明](#)》面向 RISC-V 内存一致性模型, 基于已定义的公理和规则, 将同地址顺序一致性作为定理, 通过将任意同地址访问序列的构建抽象为确定有限状态自动机进行归纳证明, 可以作为 RISC-V 内存一致性相关形式化方法的一个理论补充.

《[基于 RISC-V VLIW 架构的混合指令调度算法](#)》以 RISC-V VLIW 架构为实验平台, 结合表调度和整数线性规划调度两种调度算法的优点, 提出了一种 IPC 理论模型指导的混合指令调度算法, 从而能够以接近表调度的复杂度达到整数线性规划调度的效果.

《[Spike-FlexiCAS: 支持缓存架构灵活配置的 RISC-V 处理器模拟器](#)》基于 RISC-V 指令集架构模拟器 Spike, 设计并实现了一种新的缓存模型, 具有灵活配置、模块化、易扩展等特性, 实验表明相比当前最快的执行驱动型模拟器 ZSim 的缓存模型具有明显的性能优势.

《[RISC-V 架构下的懒惰影子页表模型](#)》针对 RISC-V 架构下的内存虚拟化开展研究, 基于 RISC-V 架构下的特权级模型和虚拟化硬件特性, 提出了一种懒惰影子页表模型, 在保留影子页表的地址翻译高效性的同时可以降低页表同步开销.

《[面向 RISC-V 向量扩展的高性能算法库优化方法](#)》针对 RISC-V 向量扩展指令集架构, 提出了一种面向可变长向量扩展平台和固定长度 SIMD 扩展平台的硬件抽象层设计方法, 可以显著优化高性能算法库在 RISC-V 设备上的执行性能.

* 收稿时间: 2024-12-11; jos 在线出版时间: 2024-12-11

本专题主要面向 RISC-V 软硬件相关的研究人员和工程人员,内容涵盖了体系结构、编译器、操作系统、安全等领域,反映了我国学者在相关领域的最新研究进展.感谢《软件学报》编委会和系统软件专委会对专题工作的指导和帮助,特别感谢专题全体评审专家及时、耐心、细致的评审工作,感谢踊跃投稿的所有作者.希望本专题能够对 RISC-V 相关领域的研究工作有所促进.



武延军(1979—),男,博士,中国科学院软件研究所研究员,博士生导师,CCF 杰出会员,主要研究领域为开源软件供应链与 RISC-V 基础软件.担任中国科学院软件研究所副所长、总工程师,同时兼任中电协 RISC-V 工委轮值会长,开源欧拉委员会常务委员,开源鸿蒙 TSC 委员,开放原子基金会开源安全委员会主席,《智能计算》期刊编委.曾在国内外重要期刊和会议上发表论文 100 余篇,获得专利 30 余项.获国家级领军人才、北京市科技新星、中国科学院青促会优秀会员等荣誉称号,2023 年获 CCF 科技进步特等奖.



谢涛(1975—),男,博士,北京大学讲席教授,复旦大学双聘顶尖人才,博士生导师,CCF 会士.主要研究领域为软件工程,系统软件, RISC-V 基础软件,软件安全,可信人工智能.当选欧洲科学院外籍院士、国际计算机学会 (ACM) 会士、电气电子工程师学会 (IEEE) 会士、美国科学促进会 (AAAS) 会士.曾获科学探索奖,海外杰出青年科学基金,美国国家自然科学基金青年职业奖,ACM 软件工程领域 (SIGSOFT) 三大国际奖项中的两项 (有影响力教育工作者奖、杰出服务奖) 等.担任 CCF 系统软件专委会主任, RISC-V+AI 算力生态 (RACE) 委员会主席, RISC-V 国际基金会人工智能与机器学习专委会 (AI/ML SIG) 主席.



侯锐(1978—),男,博士,中国科学院信息工程研究所研究员,主要研究领域为计算机体系结构、处理器芯片设计与安全.获得国家杰出青年科学基金、优秀青年科学基金资助.担任网络空间安全防护重点实验室主任,中国计算机学会体系结构专委会委员.曾作为技术委员会或组织委员会委员服务多个国际顶级学术会议.在国内外期刊及会议上发表论文 50 余篇,包括 ACM TOCS、TC、HPCA、ASPLOS、ISCA、Micro、S&P、DAC 等多个体系结构和安全领域顶级会议及期刊,国内外已授权专利 50 余项.



张科(1982—),男,博士,中国科学院计算技术研究所正高级工程师,中国科学院大学岗位教授,CCF 高级会员.主要研究领域为芯片敏捷开发、异构加速计算与 FPGA 云.主持和参与多项国家自然科学基金委项目、国家重点研发计划及中国科学院先导专项项目.发表论文 20 余篇,获发明专利授权 20 余项.主讲的中国科学院大学《计算机组成原理》课程入选首批国家级线下一流本科课程、北京高校优质本科课程及北京市高校课程思政示范课程.



宋威(1983—),男,博士,中国科学院信息工程研究所副研究员,博士生导师,CCF 高级会员.主要研究领域为安全处理器设计、计算机体系结构安全和基于 RISC-V 的处理器设计.曼彻斯特大学计算机博士,曼彻斯特大学和剑桥大学博士后,在剑桥大学期间主持开发了 RISC-V 开源片上多核 SoC 项目 lowRISC 的前 4 版的硬件实现.获中国科学院率先行动“引才计划”支持,主持国家自然科学基金青年和面上项目各一项,发表论文近 40 篇.



邢明杰(1980—),男,硕士,中国科学院软件研究所高级工程师,CCF 专业会员.主要研究领域为编译技术.作为负责人主持国家重点研发计划课题和中国科学院先导专项课题各一项、企业合作项目多项,涉及的工作内容包括:指令集架构支持、程序优化、并行编程模型、异构编程框架、领域专用编程语言及编译系统等.