DevOpsPlus
2024

2024

2024 ANNUAL REPORT

软件研发效能实验室

DEVOPS+ Research Laboratory

Taming Complexity of Engineering Software

南京大学软件学院

Institute of Software, Nanjing University

目 录

01 实验室简介

02 导师团队
02 实验室导师
10 企业导师
07 客座教授

12 研究生团队
12 博士后
16 学术型硕士生
17 毕业去向
13 在读博士生
16 国际交换生
18 学生获奖情况

19 教学科研
19 课程教学
21 研究方向及部分研究主题进展
20 科研框架
36 纵向科研项目

40 学术成果
40 期刊论文
44 专利申请
42 会议论文

47 产业影响
47 企业合作
53 DevOps成熟度国家标准
50 技术会议
54 AIGC赋能软件工程产业调研

55 实验室建设
55 人才建设
59 科研环境建设

63 国际合作
63 国际学术交流

65 联合实验室

66 软件研发效能 (中国) 年度调查

实验室简介

软件研发运维一体化（DevOps）是软件工程发展中的第三次重大变革，而随着DevOps的快速普及，软件研发效能已成为“泛DevOps”时代软件企业实现“降本增效”和“持续创新”的核心竞争力。南京大学软件研发效能实验室（DevOps+ Research Laboratory）在国内率先开展以软件研发效能及DevOps为中心的全方位教学、科研和产业合作，聚焦全面对接数字经济和全社会数字化转型发展的软件研发模式，为软件产业的规模化与工程化提供系统级解决方案。团队在DevOps和研发效能等领域开展科研攻关，聚焦解决研发全局性、系统性瓶颈挑战，提出研发效能理论技术框架，构建面向全流程多维度研发效能持续提升的软件工程技术协同体系，以技术创新推动软件产业“泛DevOps”变革研发至价值交付全链路一体化，赋能国内“后互联网”时代数字经济发展。研究方向覆盖软件及系统工程过程、软件体系结构、软件质量与安全、智能运维技术，经验软件工程、区块链与智能合约技术、研发数字化与数据治理、人工智能辅助软件工程、智能系统工程等。实验室承担了多项国家与江苏省重大科研项目，包括主持国家重点研发计划、江苏省重点研发计划、国家自然科学基金、江苏省自然科学基金等项目；与华为、腾讯、中兴、百度、阿里巴巴、美团、星环科技等知名企业建立多方面长期科研合作。实验室曾主办多个软件工程学科重要国际学术会议以及中国软件大会的系列论坛，自2016年起发起“软件研发效能·DevOps中国年度调查”，全球软件开发者大会 (NJSD) 和互联网架构峰会 (IAS) 等。2023年，实验室作为核心成员单位主持制定的《开发运维一体化（DevOps）能力成熟度模型》国家标准正式发布并在全国开始实施。实验室拥有雄厚的科研力量，现有全职教师8人 (张贺、邵栋、荣国平、匡宏宇、李杉杉、刘博涵、周鑫、杨岚心)，客座教授6人，企业导师6人，博士后2人，在读博士生16人，硕士研究生近百人。截至2024年6月，师生已在ICSE、FSE/ESEC、ASE、ISSTA、CSUR、TSE、TDSC、TOSEM、EMSE、JSS、IST、JSEP、SPE等国际顶级软件工程会议和期刊发表论文两百余篇，其中12篇获国际最佳论文奖/最具影响论文奖。实验室科研成果获80余项发明专利授权/受理。实验室对所有研究生实施国际标准的系统化培养，与挪威、澳大利亚、美国、加拿大、奥地利、瑞士、荷兰、新加坡等海外以及国内其他高校学者建立了学术交流与师生互访机制，为学生提供多种选择的中长期海外合作研习机会。实验室学生多次获得研究生国家奖学金，毕业生均进入华为、腾讯、阿里、字节跳动等一线知名企业，部分学生赴欧美海外顶尖学府继续深造。

导师团队

实验室导师

实验室主任：张贺教授

张贺，哲学博士 (PHD)，南京大学软件学院教授、博士生导师。入选南京大学登峰人才计划 (A-层次)，中国计算机学会 (CCF) 杰出会员、软件工程/服务计算专委会委员，国际软件工程研究联盟 (ISERN) 南京大学代表，兼任澳大利亚联邦科学院 (CSIRO) 资深主任科学家。曾在全球软件企业工作多年，积累丰富产业实践经验。博士毕业于澳大利亚新南威尔士大学，有十余年的海外教学科研经验，先后于澳大利亚、爱尔兰、英国等多所研究机构和大学任职。主持承担多个中国自然科学基金、国家重点研发计划、及爱尔兰 (SFI)、澳大利亚 (ARC)、挪威等国家级科研基金项目。

张贺教授在多个研究领域均有所建树，主要包括软件体系结构、软件/系统工程过程、开发运维一体化 (DevOps)、软件质量保证、软件系统安全、经验软件工 程、区块链与智能合约技术、智能系统工程等。著有英文专著两部，并在相关领域的国际软件工程一流期刊和会议上发表论文240余篇，其中40余篇发表于CCF-A级期刊/会议，包括11篇获国际最佳论文奖。常年担任多个软件工程学科国际学术会议指导委员会委员或主席。

张贺教授所领导的南京大学软件研发效能 (DevOps+) 实验室为国内率先开展围绕DevOps及研发效能的全方位科研、教学和产业合作的学术团队，专注软件研发端到端全流程开展科研攻关，秉持质量与安全的过程内建思想，聚焦解决研发全局性、系统性瓶颈挑战，提出研发效能理论技术框架，构建面向全流程多维度研发效能的软件工程技术协同体系，有效支撑DevOps时代研发效能的持续提升 。团队与工业界长期开展密切合作，与星环科技合作成立了 (南大—星环) 星云数据技术联合研究中心。

个人主页：softeng.nju.edu.cn/faculty/HeZhang

联系邮箱：hezhang@nju.edu.cn

邵栋副教授

邵栋，南京大学软件学院副教授，软件学院副院长，智能软件与工程学院执行院长。主要从事软件工程教学研究工作，研究方向为敏捷软件开发、软件工程教育、软件研发效能、软件过程、DevOps、高科技市场理论等，在国际主流学术会议期刊发表数十篇学术论文。南京大学软件学院软件研发效能实验室研究团队、“南京大学-星环科技星云数据技术联合研究中心”，国家级教学团队“软件工程主干课程教学团队”成员。中国计算机学会软件工程专业委员会成员。一次获得中华人民共和国教育部颁发的“国家级教学成果一等奖”(排名3)，三次获得“国家级教学成果奖二等奖”，两次获得江苏省教学成果特等奖，两次获得 “南京大学我最喜爱的老师”称号。

个人主页：software.nju.edu.cn/dongshao　　联系邮箱：dongshao@nju.edu.cn

荣国平特任研究员

荣国平，工学博士，南京大学软件学院特任研究员，博士生导师，南京大学-星环科技星云数据技术联合研究中心主任。主要研究领域为软件过程、DevOps、智能运维技术和大数据理论及技术等。在TSE、TDSC、SPE、JSS、IST、软件学报等一流期刊以及ICSE，ISSRE，ICSME，ESEM，ICSSP，EASE，CSEE&T，APSEC等一流国际会议上发表论文50余篇。从2006年开始，多次赴美参加CMU-SEI的相关培训，并成为国内首位SEI授权PSP培训师。2009年起成为目前国内唯一的TSP团队教练。近年来积极参与业界互动，是2016年第一届中国DevOps论坛的组织者、NJSD技术分会DevOps分论坛的出品人。编著出版了国内第一本中文DevOps教材《DevOps：原理、方法与实践》(第一、二版)。此外，组织了“工业和信息化领域急需紧缺人才 (大数据和人工智能) 培养工程”丛书，并担任主编。

个人主页：softeng.nju.edu.cn/faculty/GuopingRong　　联系邮箱：ronggp@nju.edu.cn

匡宏宇助理研究员

匡宏宇，南京大学软件学院助理研究员，博士毕业于南京大学计算机科学与技术系。其研究方向为软件可追踪性、自动化软件可追踪分析、文本分析、程序理解、程序分析、研发数字化理论等。在ASE，ICSME，SANER，EMSE，JSEP，ICPC，ICWS，ICSOC等软件工程一流国际会议与期刊发表论文多篇。目前参与多个研究项目，主持国家自然科学青年基金一项，题目为《基于代码结构化特征的自动化软件可追踪技术研究》，并担任南京大学软件学院本科专业核心课《需求与商业模式创新》、《软件工程与计算III》、《服务端计算》、《面向互联网+的软件开发技术方向综合实践》、《虚拟机技术》，以及研究生专业课《软件需求工程》等课程的授课教师，同时担任学院研究生事务助理，协助处理与研究生培养相关的各类事务性工作。

个人主页：software.nju.edu.cn/khy　　联系邮箱：khy@nju.edu.cn

李杉杉助理研究员

李杉杉，软件学院助理研究员，软件研发效能实验室核心成员。博士毕业于南京大学软件学院软件工程专业，曾在澳大利亚阿德莱德大学接受联合培养一年，荣获2022年江苏省双创博士。本人主要研究方向为微服务架构、软件架构智能化、区块链与智能合约等，具体研究内容包括智能化微服务架构设计与演进、面向区块链的软件架构设计、区块链性能仿真与评估、区块链和微服务软件质量保证、智能合约可定制化设计及DevOps支持技术等。在本领域TSE、SPE、IST、JSS、PC、软件学报等一流期刊和ISSTA、FSE、EASE、APSEC、ICPADS等权威国际会议上发表论文20余篇，其中参与发表的2篇论文分别获 得 APSEC 2016最佳论文奖、APSEC 2023最具影响力论文奖，申请发明专利15项 (获得授权4项) ，是软件工程领域知名期刊的审稿人，作为主要起草人参与制定国家标准一项 (实施中) 。主持一项国家自然科学基金青年基金项目，并在2022年从20余所高校与研究机构的47项课题申报中脱颖而出获得CCF-华为胡杨林基金-软件工程专项课题资助；参与多项国家级、省部级课题项目，是目前结题的国家重点研发计划专项和在研的江苏省重点研发计划重点项目团队核心骨干成员。

个人主页：software.nju.edu.cn/lss　　联系邮箱：lss@nju.edu.cn

刘博涵助理研究员

刘博涵，南京大学软件学院助理研究员，软件研发效能实验室成员，博士毕业于南京大学软件学院软件工程专业。其研究方向包括软件过程、经验软件工程、机器学习等。具体研究内容聚焦于软件过程建模与仿真、面向人工智能的软件工程、DevOps、持续集成、线网安全等方向。主持一项国家自然科学基金青年项目，参与三项国家自然科学基金项目，主持一项CCF-华为胡杨林基金项目。依托于科研项目，在本领域CSUR、TSE、JSS、软件学报等一流期刊和ICSE、SANER、EASE等权威国际会议上发表论文多篇，申请国家发明专利多项。

个人主页：software.nju.edu.cn/lbh　　联系邮箱：bohanliu@nju.edu.cn

周鑫助理研究员

周鑫，南京大学软件学院助理研究员，软件研发效能实验室核心骨干成员，博士毕业于南京大学软件学院软件工程专业。主要研究领域包括软件供应链安全、质量保证、软件安全、DevSecOps、经验软件工程、大语言模型辅助软件工程、灰色数据及自然语言处理等。具体研究内容包括代码安全检视、漏洞预测、恶意代码识别、漏洞影响库检测及修复、软件物料清单SBOM、开源软件漏洞风险感知平台等研究。在本领域JSS、ESE、软件学报等一流期刊和ICSE、FSE、EASE等权威国际会议上发表论文多篇，其中发表于APSEC2016上的一作论文获最佳论文奖，并担任JSS、IST、JSEP、Computers&Security等权威期刊审稿人。主持或参与多项国家重点研发计划、国家自然科学基金、江苏省重点研发计划、江苏省自然科学基金、国家重点实验室海外联合课题、知名企业横向科研等竞争性课题等项目。依托科研项目获授权/申请发明专利30余项。软件物料清单 (SBOM) 标准社区的“SBOM筑链计划”工作组首批成员单位 (南京大学) 的核心成员。

个人主页：software.nju.edu.cn/zhouxin　　联系邮箱：zhouxin@nju.edu.cn

杨岚心助理研究员

杨岚心，南京大学软件学院助理研究员，软件研发效能实验室成员，博士毕业于南京大学软件学院软件工程专业。主要研究领域包括软件质量保障、软件过程改进、软件仓库挖掘、代码评审、社交网络分析、经验软件工程等。目前研究方向聚焦自动化代码评审、工程师画像、代码质量评估、代码缺陷检测等。参与二项国家自然科学基金项目。在本领域EMSE、IST、JSEP、软件学报等一流期刊和ICSE、ESEC/FSE、ASE、SANER、EASE等权威国际会议上发表论文十余篇，并担任SoSyM、JSEP、MSR、TechDebt等国际期刊和会议审稿人。

个人主页：software.nju.edu.cn/lxyang　　联系邮箱：lxyang@nju.edu.cn

客座教授

除了八名实验室全职教师外，软件研发效能实验室还邀请了六位国内外知名学者作为客座教授参与实验室的学术活动，指导实验室同学开展科研工作。客座教授会参与相关课题组的项目指导工作，通过多种方式进行指导与讨论，同时，实验室也会不定期邀请客座教授来校访问，让实验室同学与他们面对面交流，攻克科研难题。近几年来，实验室与各位客座教授的合作成果中，已有多篇论文在ICSE、FSE、TSE、TOSEM、EMSE、IST、JSS、软件学报等国内外顶级软件工程会议与期刊上发表，在软件工程学术界产生广泛影响。

Professor: Liming Zhu

Dr. Zhu received the Ph.D. degree in software engineering from the University of New South Wales, Sydney, Australia, in 2007. He is the Research Director of Software and Computational Systems Research Program with Data61, CSIRO. He holds Conjoint Professorship of Computer Science and Engineering positions with the University of New South Wales and the University of Sydney. He chairs Australia's blockchain standards committee. He is a Graduate of the Australian Institute of Company Directors. He formerly worked in several technology lead positions in software industry before obtaining a PHD degree in software engineering from UNSW. He has published more than 200 academic papers on software architecture, dependable and secure systems, and data analytics infrastructure. He also published several books including the recent book “DevOps: A Software Architect‘s Perspective”. His research interests include Software Architecture, Cloud, Dependable Distributed Systems, (Big) Data Analytics Infrastructure, Software Ecosystem, Platform Economics, Blockchain, Continuous Deliveries/Deployment, DevOps, Model Driven Development (MDD) , Business/Software Processes and Software Engineering.

Professor: Muhammad Ali Babar

Dr. Ali Babar is a professor in the School of Computer Science at the University of Adelaide. He also hold an honorary professorship with the Software Institute, Nanjing University. During the more than 20 years of his research career, he have individually and as a team lead carried out world leading research on many topics that are considered vital for industrial software intensive systems and services. For the last 5 years, he and his team have started mainly focusing on developing approaches and tools for engineering Secure Software Systems and Services for/with emerging technologies such as Cloud Computing, Edge Computing, Internet of Things (IoT) , and Big Data. Technologically his research falls at the intersection of Software Engineering, Artificial Intelligence (ML/NLP) , and Cyber Security; methodologically he use empirical research methods, both qualitative and quantitative. His research is being carried out and evaluated in close collaboration with industry/government partners such as DST, ActewAGL, TSS, ATO, Jemena, Cisco, DST Group, Health SA and Defence SA.

Professor: Jingyue Li

Dr. Jingyue Li is a full Professor in the Computer Science Department at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU). He earned his Ph.D. in Software Engineering from NTNU in 2006. Jingyue has been a visiting researcher at University College London, the University of Washington, Peking University, and Hiroshima University. He also has several years of industry experience with IBM and DNV Research and Innovation. He has authored over 140 scientific papers in peer-reviewed journals and conferences, including TSE, TOSEM, ICSE, EMSE, and TIFS.. He received the Best Paper Award at the 4th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM). Jingyue serves as the General Chair for FSE 2025 and is a member of the EASE Steering Committee. He is also a Senior Member of IEEE.

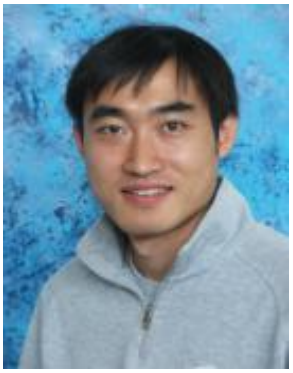
Professor: Haifeng Shen

Dr. Haifeng Shen is a full professor and head of Information Technology at the Faculty of Science and Engineering at Southern Cross University in Australia. Before that, he was an associate professor in Information Technology at Australian Catholic University, a senior lecturer in computer science at Flinders University, and an assistant professor in Computer Science at Nanyang Technological University in Singapore. His research covers software engineering, artificial intelligence, human-centred computing, and software and application security. He has published over 140 research papers at peer-reviewed international conferences and journals, including premier venues such as TSE, TOSEM, ICSE, ASE, ICDE, TOCHI, CHI, and CSCW. He is a senior member of both ACM and IEEE, and has chaired several international conferences. Throughout his career, he has played many leadership roles, including the founding head of the information technology discipline, the founding director of a faculty's research lab, director of teaching programs, Higher Degree Research discipline chairperson, Work Integrated Learning academic lead, ACM Programming Competition coordinator and coach, and undergraduate research program director. He has also served on several important committees, including the university academic board, the human research ethics committee, and the Vice Chancellor’s HDR strategy advisory group.

Associate Professor: Alberto Bacchelli

Dr. Bacchelli is an Associate Professor of Empirical Software Engineering at the University of Zurich, Switzerland, where he leads the Zurich Empirical Software Engineering Team (ZEST). His research aims to innovate software engineering by conducting foundational empirical studies and developing software tools. He seeks to enhance our scientific understanding of modern software development and, through rigorous empirical evidence and theory, create effective tools, programming languages, and development environments to foster high-quality software engineering practices. Dr. Bacchelli was honored with the MSR Ric Holt Early Career Achievement Award in 2020 for his pioneering work on modern code review. He also received the 10-year Most Influential Paper award from SANER for his research on integrating AI-based recommendation tools into integrated development environments (IDEs). In addition, he has been awarded a total of eight Best Paper Awards and ACM SIGSOFT Distinguished Paper Awards from leading academic conferences in software engineering and computer-supported collaborative work.

副教授：章程



章程，博士，安徽大学计算机科学与技术学院副教授，硕士生导师，安徽大学纽约石溪学院副院长，软件工程系主任，中国计算机学会软件工程专业委员会执行委员。博士毕业于英国杜伦大学 (Durham University)，研究方向为微服务、软件体系结构、经验软件工程、云计算等。曾担任中国计算机学会青年计算机科技论坛 (YOCSEF) 合肥分论坛学术委员会副主席。是TSE、JSS、EMSE、计算机学报等国内外顶级和高水平学术期刊以及国际会议审稿人，并担任多个国际会议程序委员会委员。曾先后参与了两项英国工程与自然科学研究理事 (EPSRC) 课题的研究。归国后主持了国家自然科学基金青年项目1项、安徽省自然科学基金2项、安徽省重点研发计划项目1项、教育部留学回国人员启动基金1项、国家重点实验室开放课题1项，并参与了多项国家自然科学基金以及横向合作项目的研究。

企业导师

软件研发效能实验室与企业紧密合作，邀请了多位在研发/工程效能、DevOps、敏捷开发、架构设计等软件工程领域拥有丰富经验的工程师、专家和顾问担任企业导师。他们在多个大型软件项目的开发与管理中积累了深厚的实践经验，并在企业级系统的设计、实施和工程方法落地上取得了显著成就，致力于推动行业最佳实践的普及推广。企业导师不仅可以分享前沿技术的见解，还可以帮助实验室成员们提升创新和实践能力，推动科研成果的工程化落地，达成产学研结合，相互促进的效果。

金泽锋

中兴通讯首席教练，无线院软件过程总工，20年研发领域一线开发管理经验，持续关注敏捷精益和嵌入式开发领域的最佳实践，拥有多个大规模项目的转型变革经验。从2017年开始聚焦在DevOps领域的建设与应用，在中兴内创建和践行DevOps+的理念，并在文档DevOps方向上取得突破性实践成果。

潘瑞琪

华为资深软件工程专家，10余年软件工程与工具领域实践经验。熟悉DevOps, 敏捷，精益等开发模式和工具，具有丰富的大规模软件和研发团队落地相关工程方法和成功交付复杂系统的项目经验。

周纪海

英国伦敦帝国理工学院博士，汇丰投资银行（HSBC）DevOps转型负责人，国内首位EXIN DevSecOps Manager资格认证讲师。拥有10余年多家国际大型银行（巴克莱银行，汇丰银行等）和腾讯的DevOps和DevSecOps转型及落地的工作经验。2018年汇丰银行伦敦总部派驻中国广州汇丰科技，负责投资银行技术部门千余名开发人员规模的DevOps和DevSecOps转型。著有《DevSecOps实战》、《The Future and Fintech, ABCDI and Beyond》。近年来，受邀作为国内外30余场技术峰会的演讲嘉宾分享DevOps和DevSecOps经验，并担任近10场技术峰会的出品人。

张逸

数字化转型首席顾问，信通院应用现代化推进中心委员会专家，高质量编码实践者，领域驱动设计布道师，微服务系统架构师，大数据平台架构师，敏捷转型咨询师。先后担任DaoCloud应用现代化首席顾问、民航信息技术总监兼首席架构师、ThoughtWorks首席咨询师、HP GDCC解决方案架构师。著译作包括《解构领域驱动设计》、《软件设计精要与模式》、《Java设计模式》、《恰如其分的软件架构》、《WCF服务编程》、《人件》、《架构宝典》、《高可用可伸缩微服务架构》。

付晓岩

中国计算机学会软件工程专委会委员；信通院企业架构推进中心、组装式推进中心技术专家；工信部工业和信息化重点领域数字化转型与人工智能产业人才基地专家委员会副主任。原互联网头部企业资深总监；原国际著名咨询公司企业架构交付总监；原国有大行企业级业务架构师，企业级转型工程亲历者。腾讯云最具价值专家MVP，阿里云最具价值专家TVP，信通院企业数字化发展共建共享平台先锋人物，央行区块链行业标准起草组成员。

何勉

上海优川信息技术有限公司创始人和首席咨询顾问，前阿里巴巴资深技术专家，阿里集团及阿里云云效研发效能方法团队负责人。何勉曾作为特聘咨询顾问，负责华为IPD软件研发部分的精益进化；担任招商银行研发体系咨询顾问，设计、构建并负责落地了招商银行的精益研发体系，奠定了招行BizDevOps体系的基础，成为国内金融领域精益研发和BizDevOps的标杆。何勉是畅销书《精益产品开发原则、方法与实施》作者，《必致 (BizDevOps) 白皮书》发起人和第一撰稿人。

研究生团队

软件研发效能实验室现有博士后2名，在读博士研究生16名，其中10名为直博生。作为实验室科研的骨干力量，博士生作为相关领域科研项目的主要课题完成人，了解所属领域的最新研究成果，从发现问题、分析问题到解决问题，提升其科研创新能力。实验室鼓励不同研究方向的博士生相互交叉学习，分享各自对一些科研问题的见解，合作发表科研成果，如经验软件工程方向的博士生经常为其他同学分享研究方法论方面的经验。实验室的优秀硕士研究生队伍包括2名学术型硕士和数十名专业型硕士，他们是实验室的各项科研课题和项目的主力军，在助理研究员、博士生的指导下开展理论与实践相结合的科研创新，不断提升自身的研究水平与专业能力。

博士后

黄 鑫 | 男，南京大学软件学院软件工程专业博士，自2014年起作为硕士生加入张贺教授主持的实验室，参与经验软件工程相关研究。长期致力于面向软件工程的质性方法研究，特别是在数据分析整合相关方法论方面的研究成果已在领域顶级国际会议ICSE，FSE发表。兴趣广泛，好交天下英才。

吴 欧 | 女，南京大学软件研发效能实验室科研人员，博士毕业于南京大学软件学院软件工程专业。曾在陆军工程大学基础部任教16年，编写《线性代数全程学习指导与习题精解》、《高等数学全程学习指导与习题精解》等书籍10余本。博士研究方向为代码评审、云计算、区块链、供应链优化、排队论、Lyapunov优化调度算法，具体研究内容包括基于统计模型的软件评审缺陷预测技术研究、应用排队论模型的联盟区块链架构性能、跨链技术的性能研究、基于区块链架构的Lyaponov优化随机调度算法设计、基于大规模稀疏矩阵下的混合整数规划求解流程及优化研究。在本领域PC、CCF-THPC 、WCMC 、ISPA、ICPADS等一流期刊和权威国际会议上发表论文20余篇，主持横向项目供应链业务建模和运筹优化算法，参与国家高科技研究发展计划 (863计划)、国家重点研发计划和江苏省重点研发计划 (产业前瞻与关键核心技术) 重点项目。

在读博士生

吕　骏｜男，20级博士研究生，现为架构组成员，研究兴趣集中在实践中提高软件构建的效率和质量，目前主要的研究方向在软件构建的维护，包括软件构建依赖维护与软件构建加速，在读期间主持并参与多项校企合作，与华为，腾讯，荣耀，安畅等多家知名企业保持交流，此外也是NextArch Foundation的贡献者之一。

李　月｜女，21级博士研究生，研究方向为软件过程，主要研究内容为软件过程建模、软件工作量估算和缺陷定位。负责与大型企业合作的软件开发交付仿真项目以及软件工程师贡献度量的工作。相关成果已发表于ICSE、ASE和JSEP等会议及期刊。

毛润丰｜男，18级直博生，研究方向为软件安全和软件过程改进，目前主要研究内容为深度学习在漏洞检测方面的应用，致力于安全检测流程效率提升并推动安全工作向开发端的“左移”。此外，对DevSecOps有所了解，深知长路漫漫。热爱羽毛球，不定期探店，偶尔拍拍照。以及，有参与年报的制作 ᗜ◠ᓄ

钟陈星｜女，18 级直博生，研究方向为软件架构。主要研究内容包括微服务架构设计评估，领域驱动设计在实践应用中面临的挑战与解决方案，以及微服务场景下的架构异味问题。所参与工作已发表成果于TSE、IST，SPE、ICSA及软件学报等期刊及会议 。

付昌兰｜女，19级博士研究生，研究方向为软件安全。目前主要研究内容为DevOps模式下的安全需求分析、威胁建模、威胁分析和处理，以保证系统安全。此外，还参与了经验软件工程定性数据分析整合方法方面的相关研究。

在读博士生

王岩泽 | 男，20级直博生，主要研究方向为区块链及跨链技术，曾参与智能合约微服务化研究工作，后调研分析区块链跨链技术并撰写技术报告。现参与面向跨链技术的实证案例研究。

于永达 | 男，21级直博生，主要研究方向为AI赋能软件工程(AI for SE)。曾参与研发自动化代码评审大模型，进行代码评审意见有效性分析，以及提升代码补全能力等工作。相关研究成果已在TOSEM、ICSE等顶级会议和期刊上发表。目前正参与腾讯、华为等多家企业的研究合作项目，与工业界携手提升软件开发效率和软件质量。

刘晓东 | 男，21级直博生，现为架构组成员，目前主要研究方向是微服务架构、可维护性，相关成果已发表在JSEP期刊。当前主要负责与大型企业合作研究适合于特定环境下的可维护性度量模型，未来可能与企业合作研究波及模型相关内容。

徐近伟 | 男，22级直博生，研究方向为软件供应链和代码评审。现为数据组成员，目前的科研工作围绕开源软件供应链安全防护和AI辅助编程范式下新时代代码评审展开，参与华为和中兴等企业合作科研 目，部分成果已发表在ICSE、FSE、ASE、SANER、ESEM、JSEP、软件学报等学术会议和期刊。

杨焱景 | 男，22级直博生，研究兴趣为异常模式检测，源码异常分析，AI模型评估。目前主要工作包括源码处理场景下漏洞预测模型研究，大语言模型安全领域应用实践，线网环境下的数据异常检测，部分相关成果已发表在IJCNN，JSS、软件学报等学术期刊及会议。

在读博士生

吕伟龙 | 男 (已婚)，22级博士研究生，主业是捣鼓一些区块链相关的研究问题，包括区块链的数据管理、区块链性能提升策略、智能合约开发优化方案等，有幸在计算机学报、软件学报等一些还算有名的刊物上发表过不成熟的见解。没事也喜欢折腾一些学科竞赛和横、纵向项目，运气不错的拿过十几项省级以上奖项，包括三项国家级一等奖。最后，本人是王岩泽博士生的小迷弟，他是我科研道路上的追赶方向。

李功源 | 李功源，男，23 级博士研究生，数据组成员，研究方向包括可信人工智能、面向人工智能的软件工程、持续集成等，所参与工作已发表在 TSE、CSUR、软件学报、ICSE-SEIP 等学术期刊和会议。

曹伶俐 | 女，23级博士研究生，研究方向为软件架构。主要研究内容包括AI技术在架构活动中的应用、架构决策与质量属性的关系分析及应用。所参与工作已发表成果于KBS，JSS等期刊。

金宇哲 | 男，23级直博生，研究内容包括软件过程中的度量、支持代码评审的技术和方法、以及持续集成效率、软件缺陷定位等，研究兴趣致力于大模型提升软件演化的效率和质量，参与实验室与华为等企业的合作项目，部分学术成果已发表在ASE、CSUR等会议和期刊。

余亚伦 | 男，24级工程直博生，研究兴趣是与版本控制系统相关的代码管理，包括分支开发模式、合入冲突的预测和解决等。目前正在参与持续集成流水线的相关研究，如流水线构建失败的修复。平时的兴趣有关注科技新闻、折腾系统软件、看番打游戏 etc.

吴贤伟 | 男，24级直博生，主要研究方向是借助大语言模型辅助软件工程和大模型推理优化，参与大模型推理中一种面向 QoS 的优先级调度方案与实现工作。

学术型硕士研究生

王志琦 | 男，22级硕士研究生，研究方向为软件过程，主要研究内容包括软件过程建模、程序缺陷定位、图神经网络等。喜欢探索技术向的东西，对人工智能、生命科学等前沿科技兴趣浓厚，对代码的规范和可读性有很强的执念。

余东骏 | 男，23级硕士研究生，研究方向为AIOps以及大语言模型在软件工程中的应用。曾参与美团科研合作项目，利用可解释性人工智能方法筛选并过滤低价值的埋点信息。目前主要研究工作集中于将大语言模型应用于日志语句生成和代码修复等软件工程相关任务。

国际交换生

Jakob Svennevik Notland | akob is an aspiring researcher and software developer with a Master's in software systems from the Norwegian University of Science and Technology (NTNU). He is pursuing a PhD at NTNU on blockchain, focusing on supply chain traceability, consensus algorithms and decentralized finance. His PhD position is subject to a collaboration project between the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China and the Research Council of Norway.

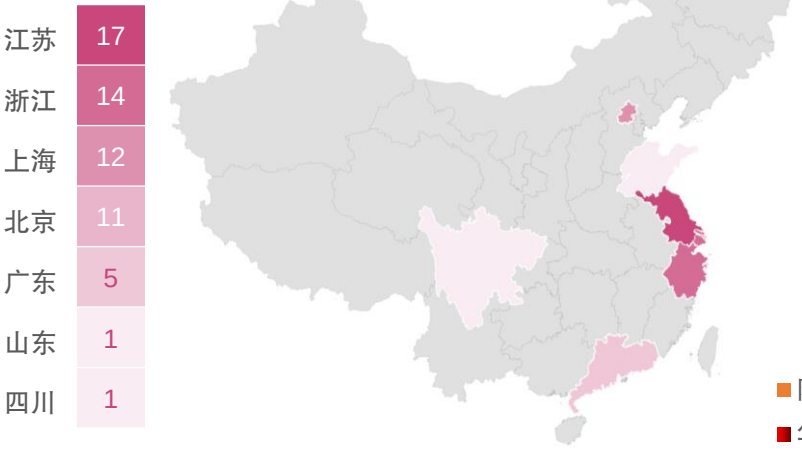
本年度部分博士毕业生去向

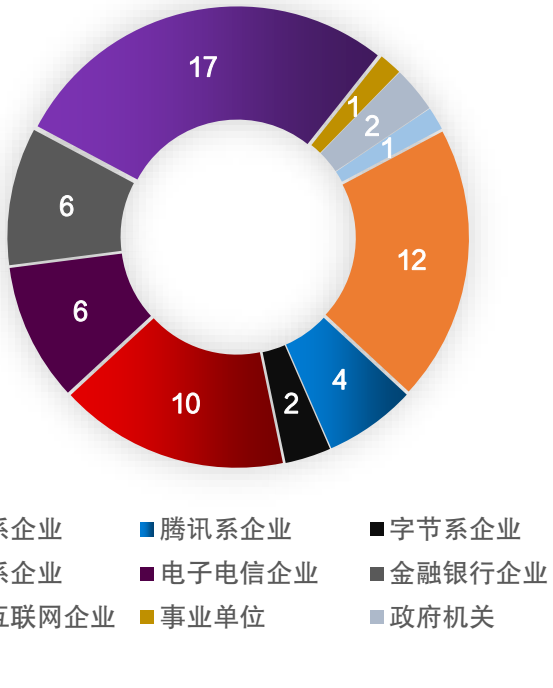
软件研发效能实验室培养了众多优秀博士和硕士毕业生，广泛分布在学术界和产业界以及政府部门从事相关领域工作。博士毕业生主要进入全球知名高校和科研机构，在学术界和业界的前沿领域积极开展科研，推动软件研发效能的进步与创新，展现了突出的科研能力和素养。硕士毕业生主要进入知名企业，包括华为、阿里巴巴、腾讯、字节跳动等，担任技术研发、软件开发等核心岗位，展现了出色的技术能力和职业素养。

董黎明 | 女，南京大学软件学院2023届博士。目前于澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) Data61研究所开展博士后研究工作。

顾胜晖 | 男，南京大学软件学院2023届博士。目前于加拿大渥太华大学 (University of Ottawa) 开展博士后研究工作。

本年度部分硕士毕业生去向





*注：**阿里系**企业包含阿里巴巴 (上海) 网络技术有限公司、阿里巴巴 (北京) 软件服务有限公司、阿里云计算有限公司、天猫技术有限公司、上海口碑 (上海) 信息技术有限公司余杭分公司、蚂蚁科技集团股份有限公司等；**腾讯系**企业包含腾讯科技 (深圳) 有限公司、腾讯科技上海有限公司等；**字节系**企业包含杭州巨量引擎网络技术有限公司、上海随训通电子科技有限公司等；**华为系**企业包含华为技术有限公司南京研究所、北京华为数字技术有限公司、上海华为技术有限公司等；**电子电信**企业包含中兴通讯股份有限公司、荣耀终端有限公司、中国移动通信集团浙江有限公司温州分公司等；**金融银行**企业包含招商银行成都分公司、中国农业银行、华泰证券股份有限公司等。

学生获奖情况

2023-2024学年实验室学生获奖情况如下：

学业奖学金

- 博士生学业奖学金：9人 (吕骏、王岩泽、李月、刘晓东、于永达、吕伟龙、徐近伟、杨焱景、李功源)
- 研究生学业奖学金 (一等)：2人（金宇哲、余东骏）
- 研究生学业奖学金 (二等)：3人（王志琦、王梓宽、刘立文）
- 博士生校长特别奖学金：金宇哲

专项奖学金

- 南瑞继保奖学金：徐近伟
- 中国光谷奖学金：杨焱景

荣誉称号

- 优秀研究生标兵：徐近伟
- 优秀研究生干部：杨焱景
- 优秀研究生：李月

科研竞赛

- 第十五届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛全国总决赛Java软件开发研究生组一等奖 (许德轩)

学术论文

- 实验室李杉杉助理研究员指导发表的论文《From monolith to microservices: a dataflow-driven approach》荣获30th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC 2023) **最具影响力论文奖**。该论文主要针对现有方法无法有效支持系统向微服务架构的迁移问题，提出了一种数据流驱动的微服务化拆分方法 (Data-Flow Driven Decomposition, DFD)，旨在结合数据流图表示系统业务操作和存储的耦合关系的特性，实现兼顾Database per Service原则的有效的服务和数据库拆分。具体来讲，首先根据“高内聚、低耦合”的原则设计了一系列自定义的规则和算法，从而根据业务操作与存储的交互特点 (耦合关系) 对不同层级的数据流图使用算法进行服务拆分，以此帮助生成不同粒度的候选微服务和数据库拆分方案，并且权衡微服务化拆分对于系统相关质量属性的负面影响。典型案例的应用和研究结果说明了本文所提出的DFD方法的有效性和易用性。该论文发表于APSEC 2017，谷歌引用次数已超过200次。

教学科研

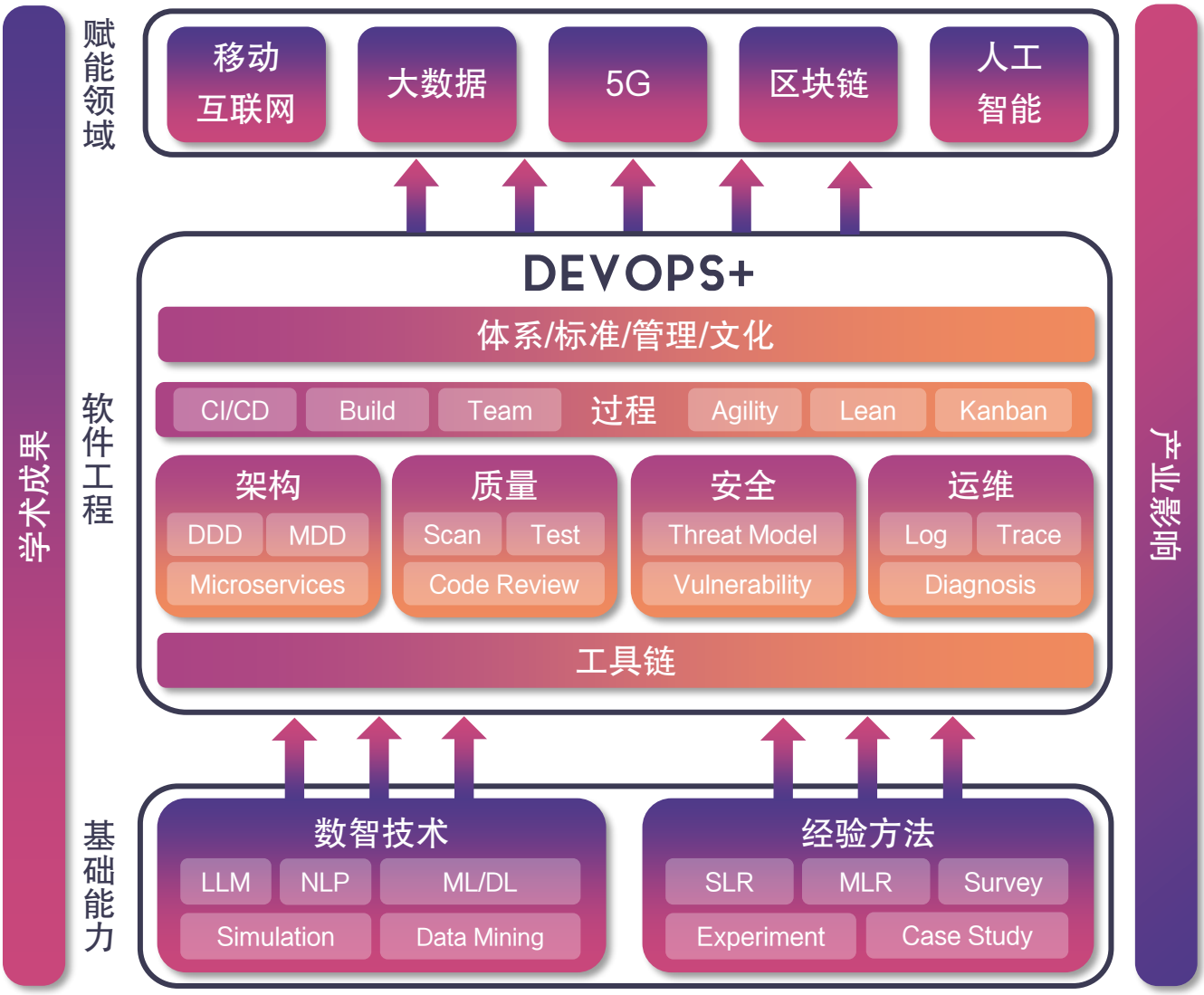
课程教学

实验室积极参与南京大学教学改革，围绕软件研发效能开设了15门课程，课程内容从新生入门到研究进阶均有涵盖，并参与了8门本科生课程的教学工作。

编号	课程名称	授课对象	课程教师
1	软件工程管理	研究生	**邵栋、荣国平**
2	大数据理论与实践I	研究生	**荣国平**、企业导师
3	大数据理论与实践II	研究生	**荣国平**、企业导师
4	高级软件体系结构	研究生	**张贺、李杉杉**
5	软件过程改进	研究生	**荣国平**
6	敏捷软件开发	研究生	**邵栋**
7	软件产品规划	研究生	**邵栋**、程冲
8	软件需求工程	研究生	**匡宏宇、周鑫**
9	经验软件工程	研究生、本科生	**张贺、周鑫**
10	软件过程与管理	本科生	**邵栋、荣国平**
11	软件工程与计算I	本科生	**邵栋**、刘钦
12	软件工程高级技术实践	本科生	**张贺**、贝佳、房春荣
13	软件系统设计	本科生	**张贺、李杉杉**、潘敏学
14	软件工程与计算III	本科生	**匡宏宇**、刘嘉、房春荣
15	需求与商业模式创新	本科生	**匡宏宇、周鑫**
16	面向互联网+的软件开发技术方向综合实践	本科生	**匡宏宇**、刘海涛、贝佳
17	服务端开发	本科生	**周鑫**、企业导师
18	软件质量与管理	本科生	**荣国平、邵栋**
19	DevOps	本科生	**荣国平、邵栋**
20	高科技市场探究	本科生	**邵栋**
21	计算机系统基础	本科生	**李杉杉**、房春荣
22	计算机组织与结构	本科生	**刘博涵**、任桐炜
23	大语言模型原理与应用	本科生	**邵栋**

科研框架

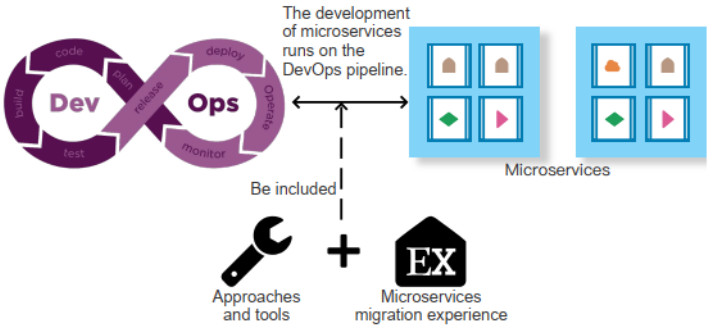
作为自2015年在国内率先确立聚焦DevOps的学术团队，软件研发效能实验室以全面对接数字经济和全社会数字化转型发展的软件研发模式提升为导向，为软件产业的规模化与工程化提供系统级解决方案。立足于南京大学的学科培养机制，依托软件学院和软件新技术全国重点实验室的强大科研实力，构筑了产学研一体的多层次科研框架，即以数据智能技术与实证研究方法为科研基础能力，针对研发工具链、聚焦过程、架构、质量、安全与运维等关键技术域、横向贯穿端到端的研发全流程、纵向延伸至组织/管理/文化/标准层面开展系统性研究，识别突破瓶颈并形成整体解决方案，通过研发数智化能力的建设和提升，实现对区块链、大数据、人工智能等以软件为实现形式和价值承载的数字经济前沿领域的适配和赋能，在产出众多学术成果的同时，将科研创新直接应用于企业实践形成了广泛的产业影响。



研究方向及部分研究主题进展

经验软件工程

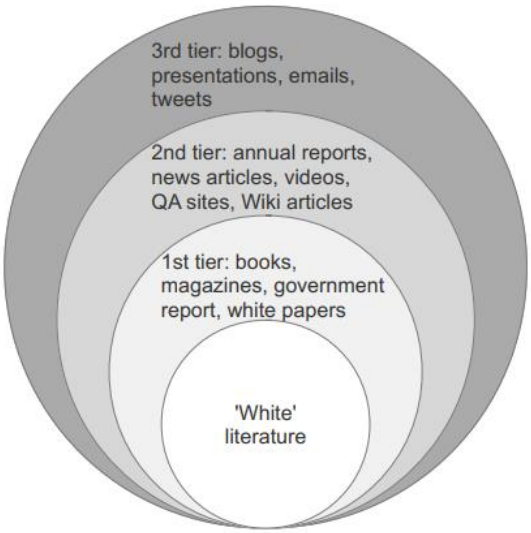
经验（实证）研究方法论在软件工程研究中扮演着重要的角色。软件研发效能实验室关注于对经验软件工程方法学的研究，在经验研究的数据源、数据收集方法、数据分析和整合方法以及研究工具的开发等方面取得了重要的成果，为经验软件工程的研究夯实理论基础和提供方法支撑。



DevOps与微服务的关系

软件工程民族志研究：以DevOps与微服务的关系研究为例，随着敏捷开发社区的兴起，微服务被视为DevOps环境中持续架构设置的一种架构解决方案。微服务通过将单体应用分解为小型服务，并通过轻量级机制相互通信，从而实现了一系列优势，如可维护性、可重用性、可扩展性、可用性和自动化部署。近年来，无论是DevOps还是微服务，都受到了研究人员和从业者的广泛关注。在软件团队中采用DevOps和微服务的两个主要问题（即支离破碎的DevOps实践和滥用微服务）在企业中很常见。此外，本研究表明，软件团队中DevOps和微服务之间的关系并不显著，这与之前研究中描述的关系不同。研究发现有助于从软件团队的沉浸式角度理解采用DevOps和微服务的组织方式和问题。

灰色文献：灰色文献在多个科学领域，如医学中，被视为重要的信息来源。与白色文献(即学术出版物）不同，灰色文献涵盖了广泛的非传统文档，例如技术报告、论文和官方文件，这些文档报告了最新的研究或实践结果。由于灰色文献没有出版商对篇幅的限制，因此其报告可以更加详细和全面。但在软件工程中，作为未经同行评审的信息来源，灰色文献能否作为学术研究的证据是饱受争议的。实验室的研究发现灰色文献在软件工程社区中应用的价值，并且采用混合方法对灰色文献在软件工程的应用展开了调研。该研究提出了一个灰色文献在软件工程研究中如何发挥作用的概念模型，并且对后续的研究方向进行了深入的讨论，揭示了灰色文献在软件工程研究中地位的重要性。

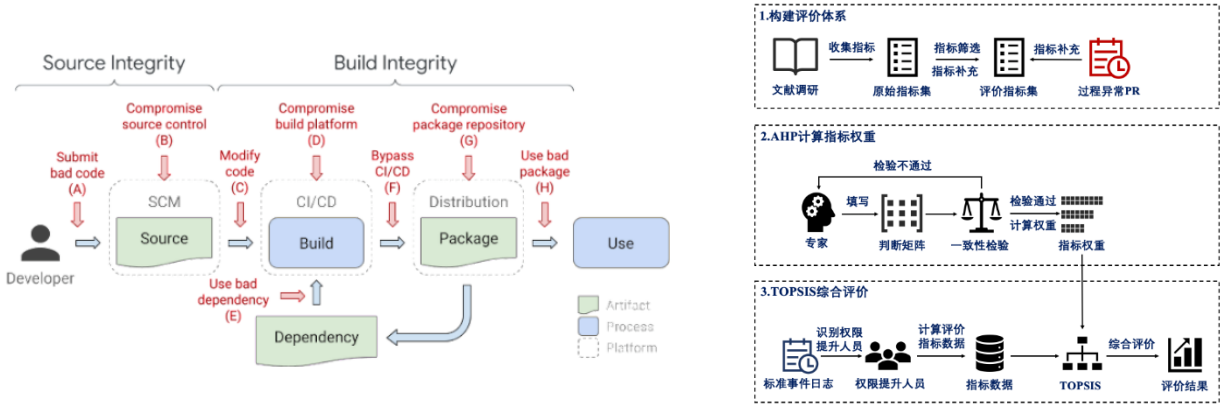


软件工程研究中文献分级示意图

软件开发大数据

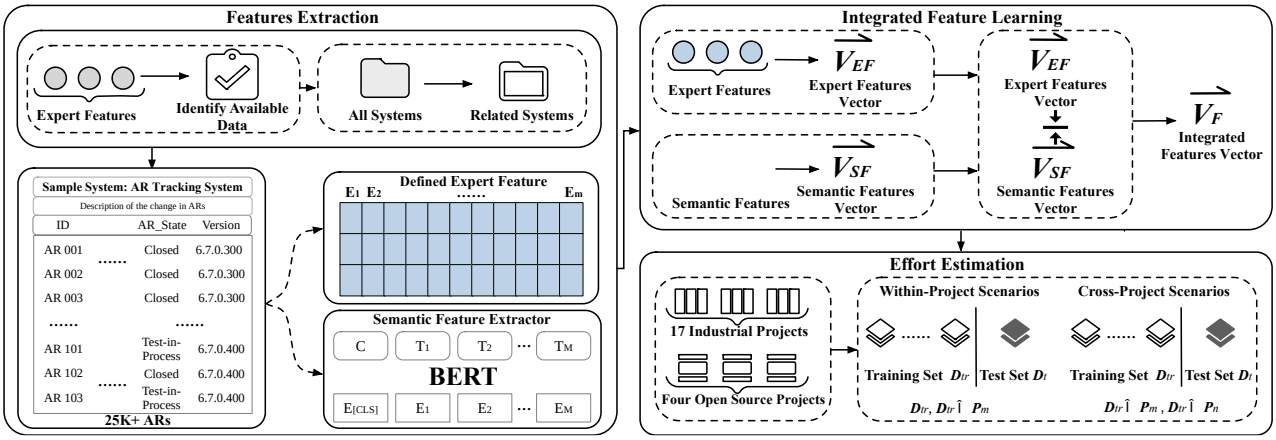
近年来，企业软件过程和制品数据规模日趋庞大、类型日趋丰富。数据分析和应用不仅是支撑业务发展、抢抓战略机遇的核心要素，而且是支撑团队管理、促进能力提升的关键抓手。软件研发效能实验室数据智能组长期紧跟数据科学研究前沿，与业界保持密切合作关系。截至目前，本组已为国内多家著名互联网企业提供数据收集、治理、建模和评估方案，相关成果已发表学术文章和发明专利多篇，获得学术界专家一致肯定。

开源软件风险识别和预防：使用开源软件对提升企业的研发效率和质量具有积极作用。如何在充分利用开源软件优势的同时，尽早检测和防范对开源软件的攻击，目前已受到软件产业界和学术界的高度重视。预防“开源软件投毒”可以从软件过程入手。软件过程 (Software Processes) 是指软件生命周期中的一系列相关活动，包含了人员、活动、制品等要素，是决定软件产品和服务质量及安全的关键。本研究基于软件过程探索和实施了一系列的开源软件防投毒策略和技术，旨在对潜在的投毒行为进行提前预警。重点地，本研究基于软件过程、统计学习和机器学习技术，开展了“异常代码提交检测”、“异常代码评审检测”、“异常版本发布检测”、“异常权限变更检测”、“恶意代码检测”、“可疑人员身份画像”等研究。本研究的相关成果已在学术刊物发表并应用于软件企业。



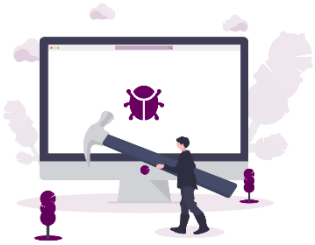
基于过程挖掘的异常权限变更检测 (左：背景，右：方法)

软件工作量估算：软件工作量估算是软件工程中的关键任务，直接影响项目计划、资源配置和成本控制。然而，如何有效结合专家和语义特征两类特征来优化工作量估算模型仍然未被探索。针对这一问题，项目团队通过实证研究确定了可用于企业软件工作量估算的专家特征，并提出了Fine-SE模型。该模型结合了语义特征和专家特征，通过特征提取和集成两步法来进行工作量估算。评估结果显示Fine-SE模型在多个评估指标上优于基线模型，特别是在大规模工业项目中表现突出。该研究已发表在软件工程顶级国际会议ICSE 2024。



Fine-SE模型框架概览

代码质量

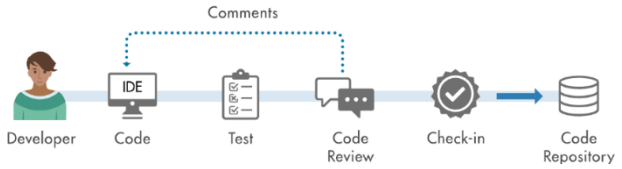


高质量代码是软件企业始终追求的最重要目标。代码评审是提升代码质量的最有效实践之一。软件研发效能实验室长期专注于代码评审研究和实践，在支持代码评审过程方面取得了重要的研究成果，通过在代码评审背景下研发大模型进行缺陷定位、修复推荐等智能技术，为评审背景下的代码质量保障提供了支持。

评审结果预测：尽管代码评审有利于质量保障和知识传播，但其却是一项耗时耗力的活动。提前感知代码评审的结果 (例如评审时长、评审次数、评审分数、是否合入) 可以帮助开发者更仔细地检查代码质量和更好地准备代码评审。为此，实验室提出了一种基于多任务学习的代码评审结果预测技术，使用轻量级的模型即可准确地预测多种评审结果。

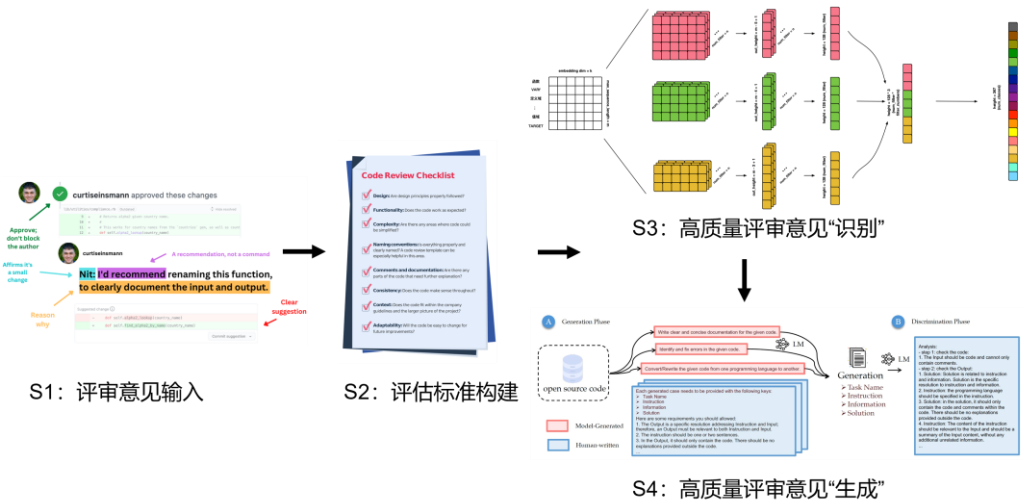
评审意见评价：代码评审意见是评审者针对代码作者提交的代码变更的反馈，用来指示作者修复缺陷和提升质量。评价评审意见有助于提醒评审者改善意见质量，最终帮助改善代码质量。为此，实验室提出了一种基于多标签学习的代码评审意见质量评价技术，使用多标签文本分类模型来学习多个质量属性 (例如是否清晰指出缺陷、是否提供建议)，并将其用于解释该意见的质量等级 (例如为什么该意见质量为“优”)。

评审优先级排序：快速迭代的大型软件项目经常会收到数量庞大的评审请求，然而评审者的时间和精力有限导致许多评审请求被积压。在这种情况下，重要的和紧急的评审请求得不到及时处理，优先级排序是缓解该挑战的主要思路。为此，实验室提出了一种基于图表示学习的代码评审请求优先级排序技术，使用多图数据结构和图神经网络算法实现了对评审请求的准确排序。



评审意见推荐：评审者因为经验、能力等差异并不能都提供高质量的评审意见；变更作者即使收到意见也难以提升代码质量。为此，实验室提出基于大模型的评审意见推荐技术，使用代码大模型检测缺陷位置、类型并分析根因，给出推荐代码修复建议。

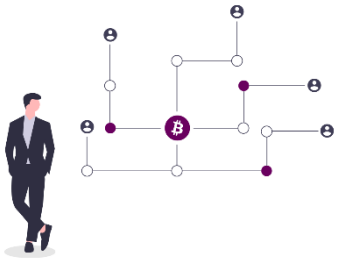
缺陷定位：在缺陷定位任务中，代码中的语义关系和上下文信息非常重要，大模型通过训练大规模的代码和文本数据，能够捕捉复杂的代码结构和潜在的缺陷模式。CodeBERT等模型能够将代码与其相关的上下文映射到高维嵌入空间，进而提高模型对代码缺陷位置的感知能力。通常，软件缺陷通过自然语言的错误报告提交，大模型可以用来分析这些错误报告，识别和提取其中与代码相关的关键信息，将其与代码片段关联，从而帮助开发者快速缩小缺陷定位范围。实验室正持续探索大模型在缺陷定位任务上的应用。

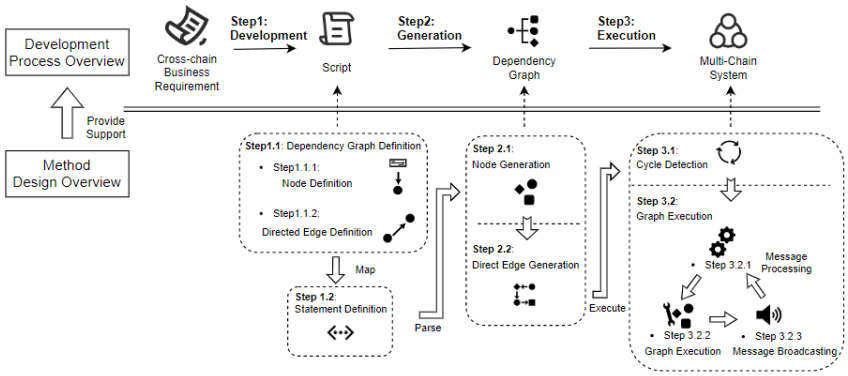


代码评审意见评价与生成框架

区块链

区块链是目前国家高度重视且在国内外应用前景广阔的技术领域，软件研发效能实验室关注于通过软件工程方法与实践赋能区块链领域软件系统的研究，在面向供应链领域的架构设计方法和支持技术、智能合约微服务化和DevOps支持、高性能异构多链桥接融合机制等方面取得了阶段性的重要成果，从理论层面和技术层面帮助提高区块链领域企业的产能。

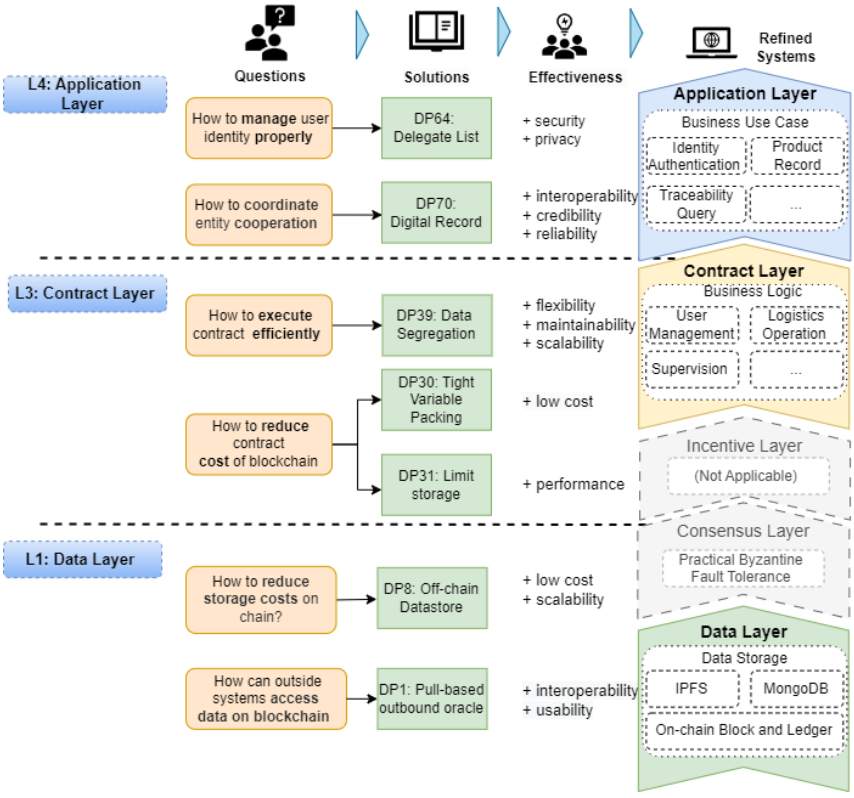




多链原子性数据交互机制概览图

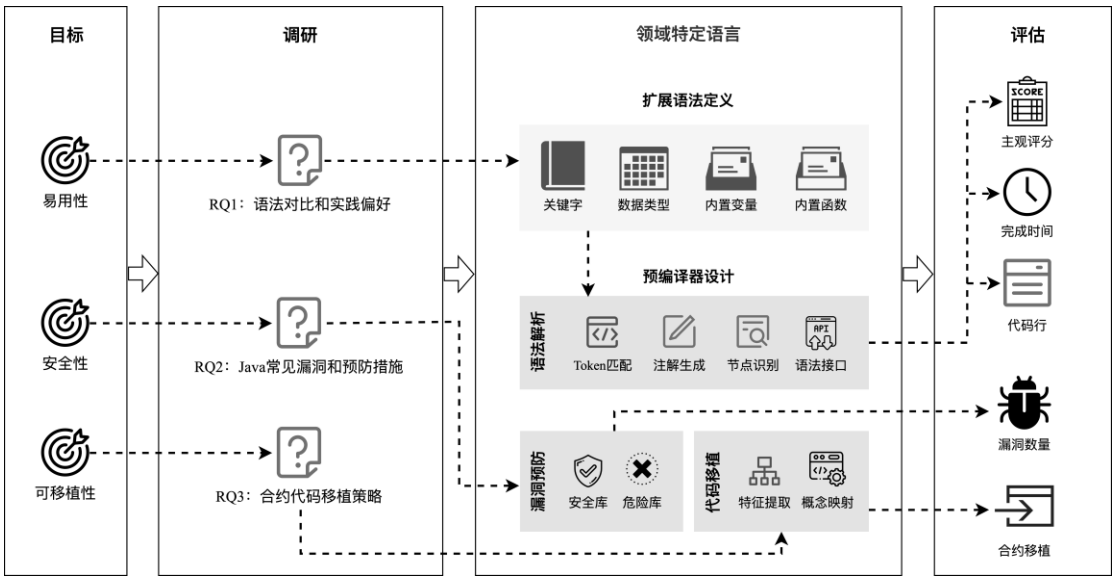
基于图模型的多链原子性业务开发技术研究：为实现高性能的异构多链桥接融合机制，项目团队基于中继的典型跨链解决方案的基础上开展扩展性研究，设计并实现一种支持联盟链间原子性数据事务读写的跨链机制。为满足关注读写操作的事务性的目标，目前方案是对链间数据操作的有向图进行分析，对相关概念进行映射并构建脚本，同时采用中继机制进行通信。实验结果表明，基于有向图的跨链交易执行方法保证了链间数据操作的原子性；而基于脚本的有向图的构建方法提高了跨链业务开发效率。

供应链设计决策支持方案：由于区块链技术的快速发展和广泛应用，许多常见实践已被总结为基于区块链的设计模式。然而，众多且分散的设计模式成为区块链应用高效开发的瓶颈。为解决上述问题，本研究提出了一个决策支持解决方案，旨在辅助选择恰当的设计模式。该解决方案包含一套完善的模式分类体系以及一组质量属性与设计模式的映射关系，并将相关内容整合为决策模型。同时，该工作提出了一套统一的质量属性指标，用于对设计模式进行评估和映射，能够为模式选择提供直观的指导。评估结果表明，该方案可为开发者有效提供全面指导。综上，所提出的决策支持方案可以提高开发效率，从而有助于快速构建符合需求的专业级区块链应用系统，进而进一步推动区块链技术的普及与发展。该研究结果已形成论文并在业界实践。



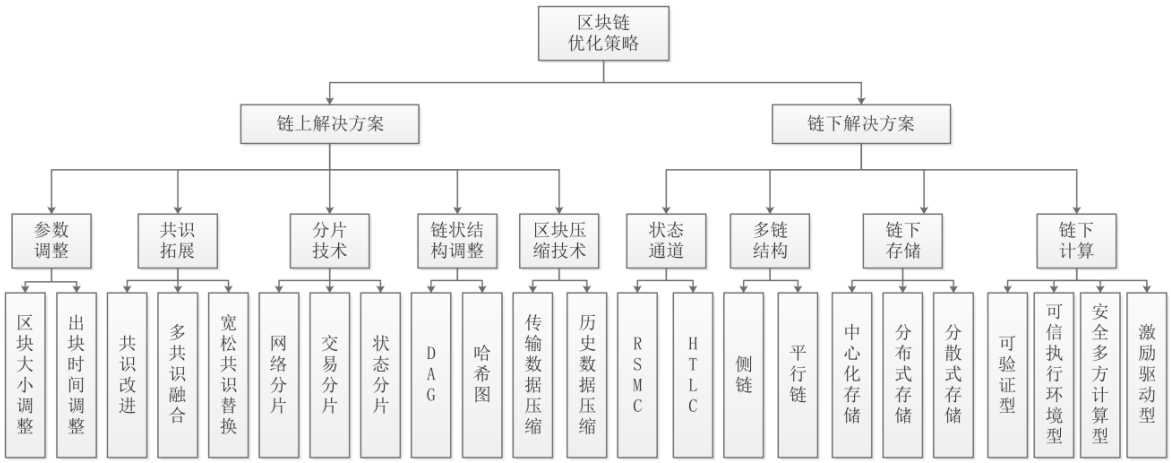
供应链设计决策支持方案概览图

新型智能合约语言设计：与传统领域的软件开发相比，智能合约的开发面临着更多的挑战。其要求开发人员掌握额外的区块链底层交互逻辑，对代码的安全性和可移植性也有更高的要求，导致了较高的学习门槛和较低的开发效率。本课题组针对上述问题，在智能合约开发语言层面提供了一套解决方案，提出了一种以Java为宿主语言的内部领域特定语言JSmarter。该语言提供了更加简洁、易于理解的语法和接口，并内嵌了常见漏洞的预防机制和合约迁移中间件，以降低学习成本、提高代码安全、简化开发流程。



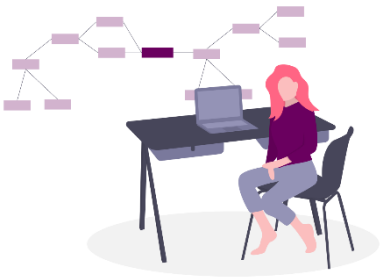
新型智能合约语言JSmarter设计概览

区块链性能优化方案调研：随着应用领域的不断拓展，区块链的性能瓶颈问题逐渐暴露，成为阻碍其进一步发展的核心挑战之一。针对该问题，国内外学者提出了大量解决方案，但这些解决方案缺乏明确且系统的描述、分类和总结，无法为区块链的架构设计提供清晰的指导。旨在为区块链研究者和架构设计者们提供完整且详细的性能优化方案视图，本课题组广泛调研，分类并总结出了9大类23小类优化策略，同时详细阐述和对比了每种策略的设计思想、实现原理、前置问题、工作流程和优劣势，弥补了该方向总结性工作的缺失。



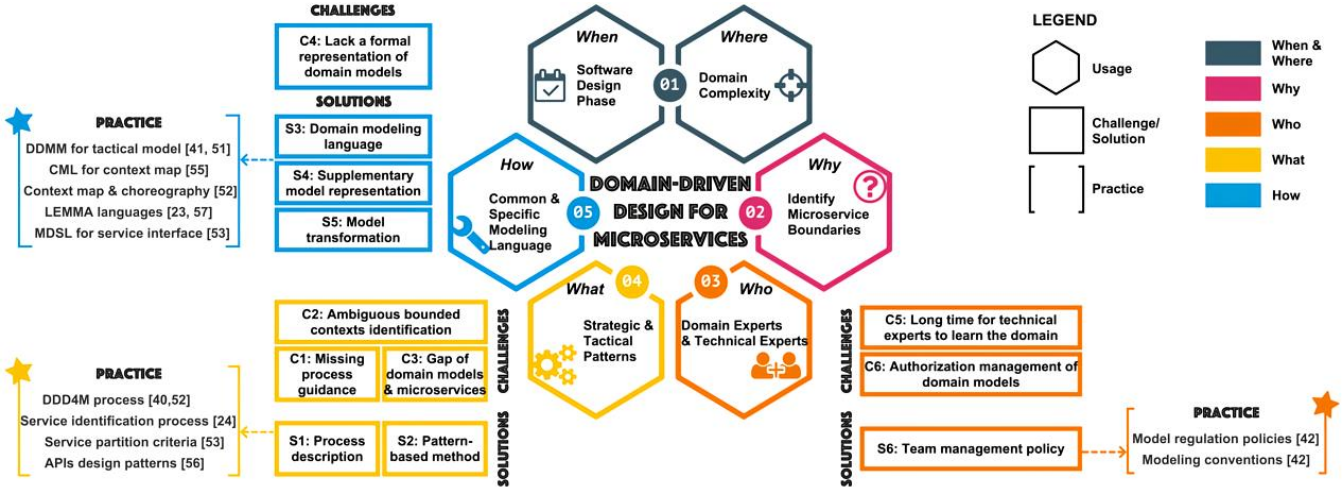
区块链性能优化方案分类

软件架构



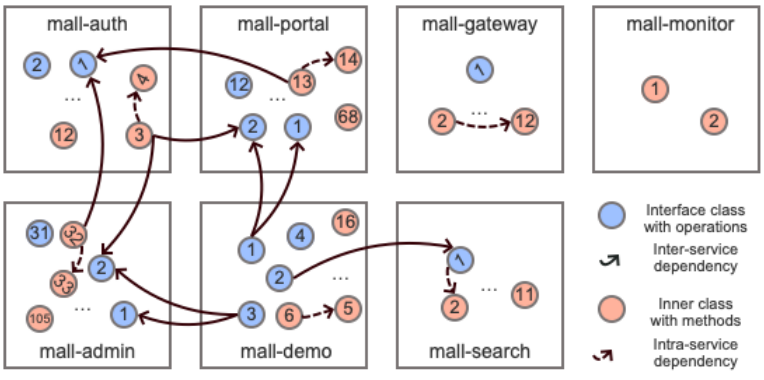
软件架构是开发和维护软件系统的蓝图，同时也是软件工程的重要研究领域。软件研发效能实验室专注于微服务架构，在微服务设计、实现与评估等方面都取得了重要的研究成果，为高质量的微服务架构实践提供了宝贵的理论支撑和技术支持。

微服务设计：虽然微服务架构相比于单体架构具有很多优势（如敏捷、灵活、可扩展等），但这些优势都建立在其架构被正确设计的前提上，不合理的架构设计可能会导致多方面质量属性的下降。目前实验室在微服务架构设计方面积累了较为丰富的研究，集中在以下几个主题：① 面向微服务架构的拆分方法（比如使用数据流、领域驱动设计进行合理拆分）；② 面向微服务架构异味的检测与重构（包括关注点过载、环形依赖的检测与重构等）；③ 提升微服务质量属性的架构重构（比如可维护性、安全性等）。



面向微服务的领域驱动设计存在的挑战和解决方案

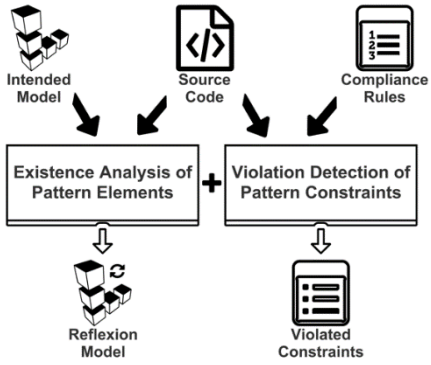
微服务评估：作为当今最主流的架构风格，微服务架构需要在整个软件生命周期中进行度量、监控和改进。现有的大多数度量指标大多从面向对象领域或面向服务架构（SOA）领域适配而来，忽略了微服务架构本身的特殊关注点与质量需求。实验室提出一组基于相对度量理论的微服务间耦合指标集，用于帮助评估微服务的独立演进能力。基于15个开源项目的实验结果表明，所提出的指标集能够有效地衡量、比较和改进微服务独立性。



一个被分析系统的架构

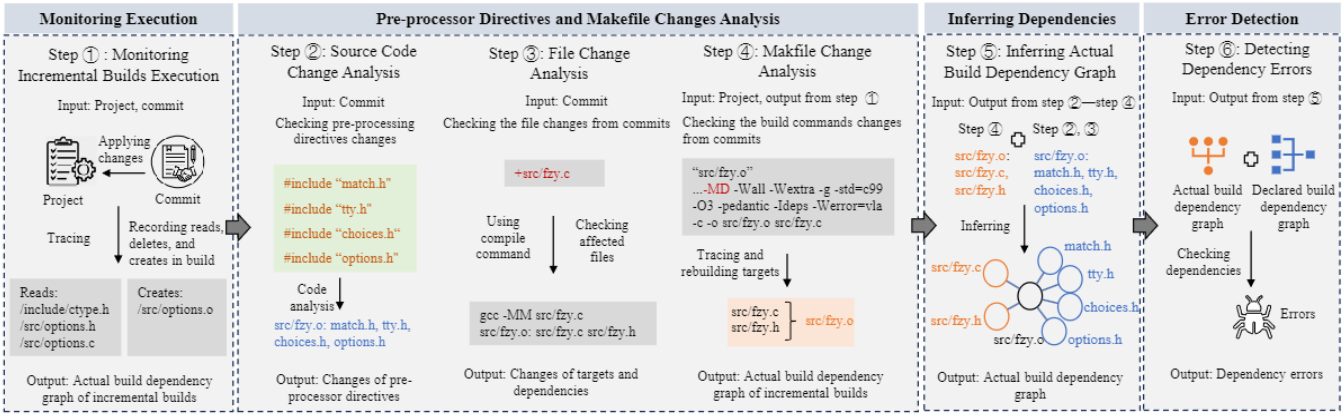
微服务构建部署：微服务部署离不开软件构建，完整和正确的构建依赖关系对于成功的构建至关重要，而使用MAKE（广泛使用的构建系统之一）的从业者往往会违反并忽视这一点。构建依赖关系的不完整声明可能导致不正确或低效的构建。架构组通过检测构建依赖错误帮助从业者有效解决此问题。此外，软件产品提供了许多配置以适应不同的环境和要求，因此构建多个配置是一项迫切的需求。增量构建已被证明适用于构建多个软件配置，意味着在一个软件配置的基础上通过增量构建另一个软件配置。架构组研究通过合理的构建顺序以加速整个软件构建配置集的构建，从而加速微服务部署。

微服务实现：理想微服务架构的实现往往需要一个持续且复杂的演化过程。研究表明，实践中的开发人员可能并不围绕架构来演进软件，而仅仅专注于编码工作。这种对软件架构的不敏感可能使架构与代码之间发生错位，带来架构漂移问题。实验室面向领域驱动设计的微服务实现场景提出了一种架构一致性检查方法，利用反射分析和合规检查技术来帮助保留与模式相关的架构决策，避免微服务架构偏移。案例研究结果表明，所提出的方法能够在现实世界中有效检查微服务实现与其预期架构之间的一致性。



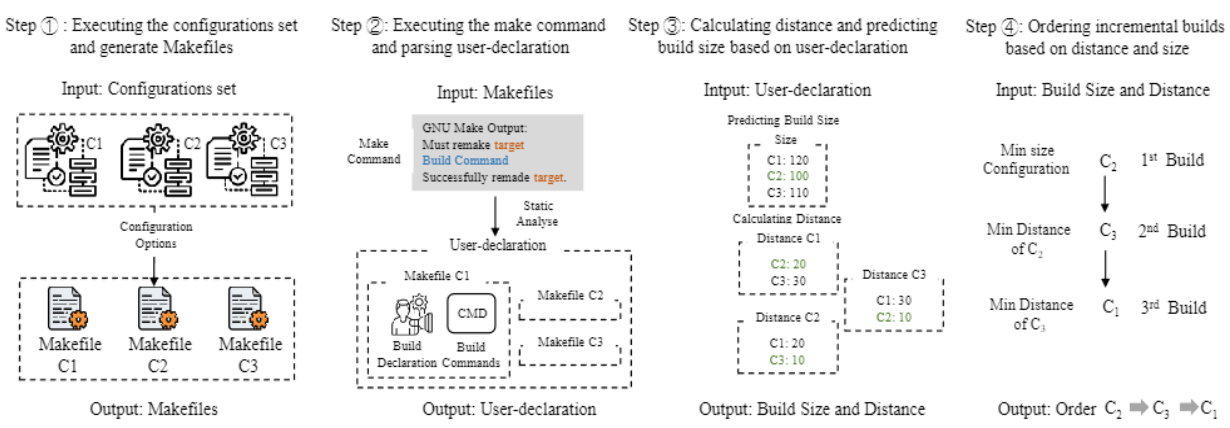
DOMICO模式一致性检查方法

软件构建依赖错误检测：依赖错误在软件开发实践中具普遍性，严重影响了增量构建的有效性。架构 组 提出了在增量构建中维护软件实际依赖图的方法EChecker， 通过结合对构建脚本和源代码中预编译指令的分析能够高效地完成对软件项目构建依赖错误检查。与最先进方法对比，EChecker平均提升了检测效率85.14倍。该技术首次使用增量构建完成构建依赖错误检查，为构建依赖错误检查带来新的视角和方向。



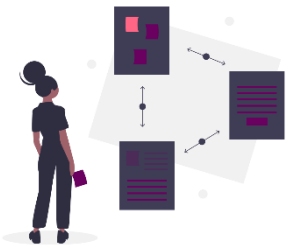
构建依赖错误检查方法

多软件配置构建：现代软件通常提供不同的软件配置以适应用户不同的需求。软件开发者和用户希望所有的配置都可以有效工作，这给开发人员带来了极大的软件构建负担和计算资源的需求。架构组提出了使用增量构建来构建多软件配置并通过对配置进行排序以加速所有软件配置构建的方法BUDDI，分析所有软件配置间的构建目标和构建指令，通过计算它们之间的相似度和预测配置的构建时间来完成排序。实验结果表明该方法优于96.5%的随机顺序并平均减少了305.94s的构建时间。



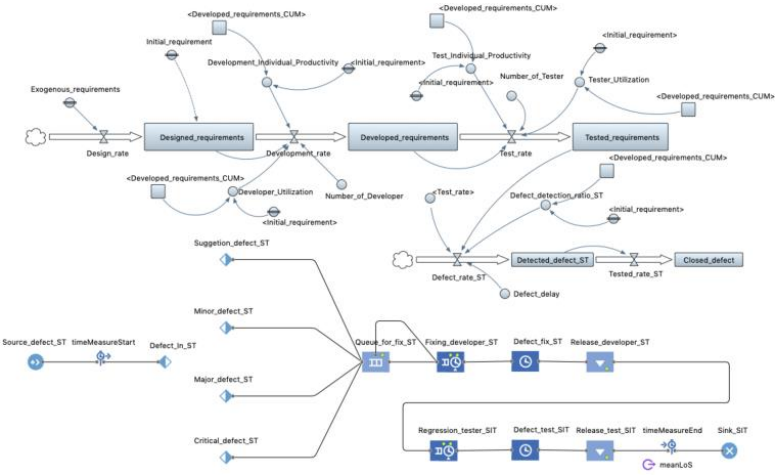
多软件配置构建优化方法

软件过程



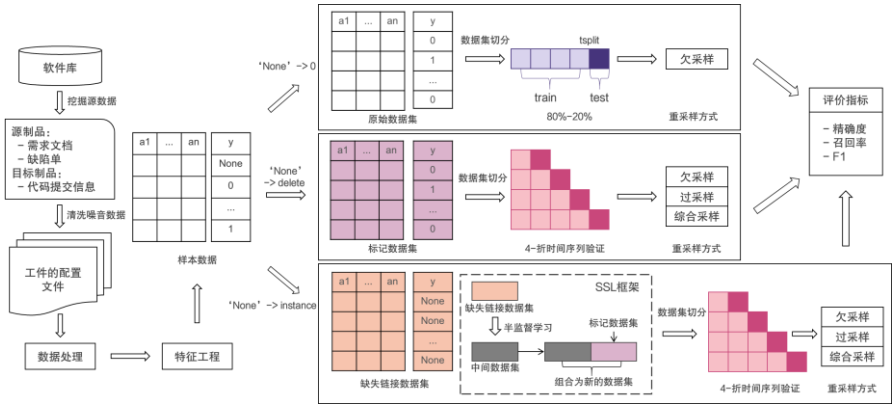
软件过程是为了有效控制软件开发成本、提升软件质量、实现按期交付等目标而建立的一系列软件工程实践组合。随着软件规模及所沉淀的软件过程数据的不断增加，以及研发迭代速度的不断提升，使得软件过程管理变得愈发重要。软件研发效能实验室软件过程组长期研究软件过程建模、软件过程挖掘、软件过程改进、软件过程质量度量、软件过程数据治理等相关工作。积极探索过程挖掘、软件过程仿真、智能学习等技术的理论创新与实践应用，在软件过程仿真建模、智能软件工程等方向上的相关工作已连续多年发表在国际领先的会议/期刊中，同时已在国内著名IT企业落地实践。

软件过程混合仿真建模：实验室通过对企业真实的软件开发过程进行仿真建模，构建了基于混合仿真技术SD+DES的软件开发交付仿真与预测模型。相较于传统的仿真建模相关研究，结合企业真实案例，提出了面向实践的仿真模型构建方法。并进一步探讨了过程仿真建模技术面临的挑战及痛点，其中包括企业数据难以满足过程仿真建模要求，如数据可追溯性、模型变量和相互关系难以识别和量化、仿真模型很大程度上依赖于建模者的经验和对建模的真实过程的认知等问题。针对这些问题，实验室继续开展过程数据治理与仿真建模工具开发等工作，为软件过程仿真建模真正落地与应用奠定实践基础。



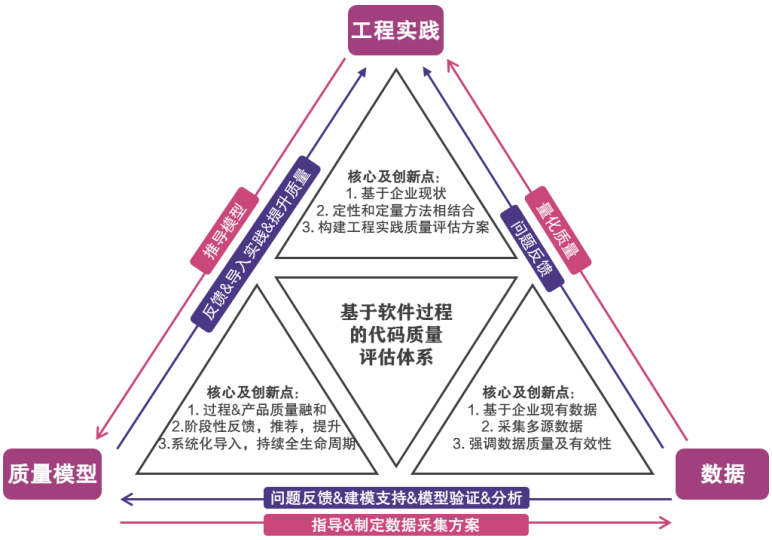
软件过程混合仿真模型

软件过程数据治理：若想要构建并应用高保真的软件过程建模与仿真技术，需要系统化地理解并治理软件过程数据质量问题，探究哪些自动化、智能化技术可以解决针对面向过程的数据质量问题，进一步探索治理后数据在软件建模仿真中的改进效果。具体而言，本研究方向通过挖掘需求、代码、缺陷、测试用例等主要开发制品数据之间的追溯关联关系，基于机器学习技术，引入针对数据预处理各类增强策略，如数据无标签化、半监督学习、主动学习等，致力于解决在工业场景下针对多源数据的可追溯性恢复难题。分析与实验结果表明，真实的大型软件项目中，相较于传统基于开源项目的可追溯性恢复技术，研究所引入的增强策略在过程数据关联关系补全任务中效果更优。



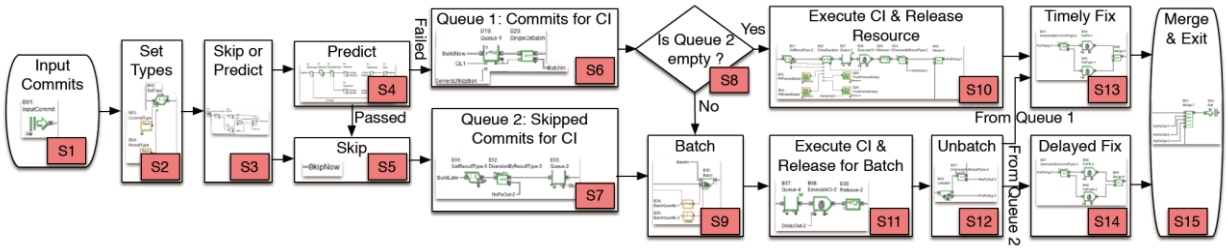
过程数据可追溯性恢复增强模型

代码质量度量：质量、成本、时间是研发管理的三大要素，质量是其根本，决定了整个项目的研发效率和产品质量。本项目以评估代码质量为切入点，构建结合软件过程管控和结果度量的代码质量评估体系，将代码质量延伸到软件过程中，通过过程管理来理解、分析和提升代码质量。相较于传统软件质量模型，本研究更关注以过程实践为抓手，控制和改进软件过程质量，最终达到评估、提升和改进代码质量的目的。本研究基于校企合作，实现且应用了8项代码质量指标的度量算法，以及针对每种代码质量指标的最佳实践策略。相关平台也在企业落地应用，为后续推广和改进代码质量评估体系打好基础。



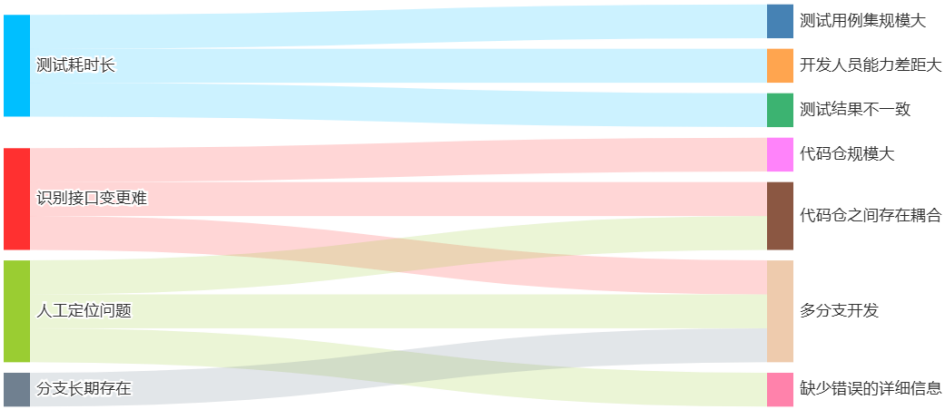
基于软件过程的代码质量评估体系

持续集成结果预测：本研究基于机器学习技术，利用代码提交日志和持续集成日志，实现了对持续集成结果的预测，将预测器集成到持续集成过程中，能够有效降低进行持续集成实践的成本。本研究创新性地提出了一种离散事件仿真模型，评估了预测器在过程中节约成本的有效性。结果显示，利用预测器能够节省高达65%的时间开销。



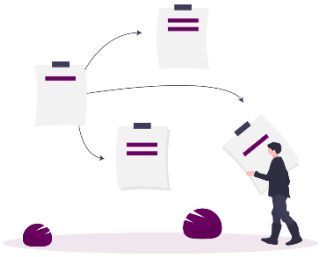
基于离散事件仿真的持续集成结果预测方法的评价模型

持续集成反模式：持续集成是实现快速迭代和短周期交付的基础，业界提出了一系列最佳实践和解决方案以实现持续集成，即模式。然而，庞大的项目规模、过时的系统架构、复杂的组织结构、有限的服务器资源等各种因素都可能导致CI实践偏离模式，从而产生反模式。本研究开展了一项民族志研究，调查了一家全球领先IT公司的大型通信项目中CI流程的现状、反模式以及解决反模式的挑战。



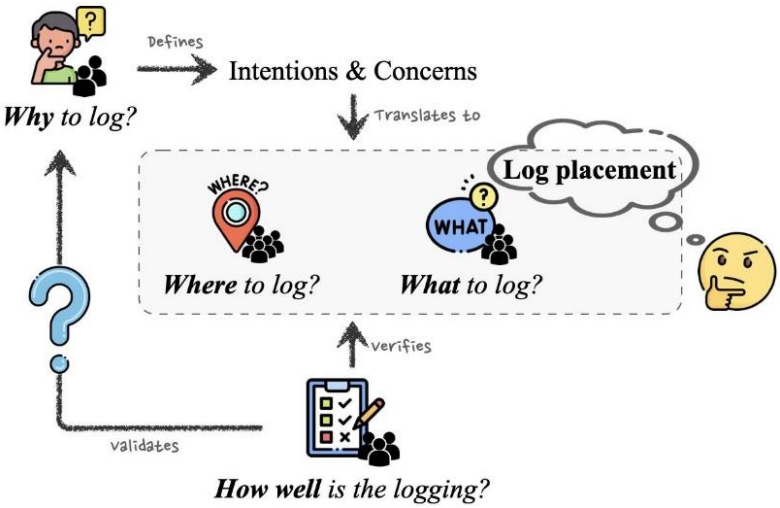
持续集成反模式与挑战之间的关系

软件运维



软件运维是软件产品生命周期的重要组成部分，为软件系统提供了问题追溯与诊断的能力，保障了软件在交付后的稳定运行。软件研发效能实验室从日志研究入手，探究日志记录与分析存在的瓶颈，改进现有日志记录与分析的方法，同时结合多种来源的运维数据，探究软件系统异常根因定位的手段，为软件运维提供理论基础以及更为有效的方法及工具。

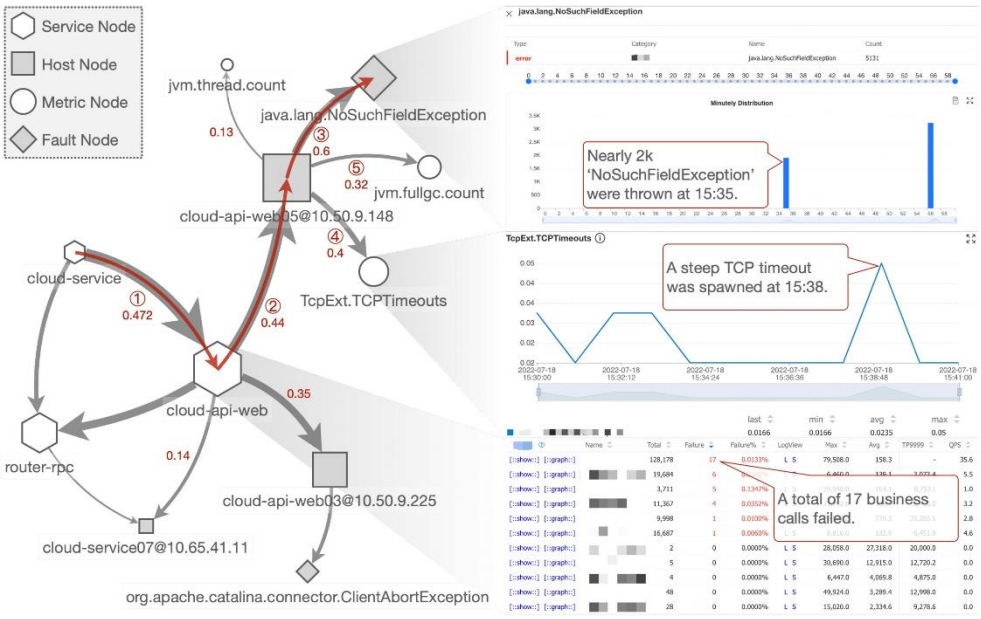
日志实践：尽管日志实践的重要性已经被广泛认可，但大多数日志实践仍无法满足运维任务的需求，大部分研究提出的技术或方法很少能在工业中被广泛采用。为了揭示这一现象背后的原因，实验室建立了一个日志实践相关研究现状的全局观，包括实践中存在的挑战和研究提出的解决方案。更重要的是，探究了现有研究中可能存在的问题和鸿沟，并进一步阐明了未来潜在的研究方向。



日志实践研究要点关系图

为理解日志实践中开发者的意图和关注，以及更进一步地，探究它们是否在实际生产环境中得到正确的反映，实验室与企业进行了合作个案研究，通过一系列访谈，以及对其项目代码进行的分析，从两个源头分别收集了数据，并开展了比较、分析和验证。研究结果表明，开发者的日志实践意图和关注非常容易受到实际开发上下文的影响。此外，通常的日志指南、工具等作用也远没有很多文献所宣称那样有效。

根因定位：在微服务架构广泛应用的当下，如何从海量维度数据中快速定位到异常的根因是亟待解决的问题。实验室针对上述问题提出了一种高维根因算法，设计了两类型的衡量指标以及通过剪枝树的方式来缩小搜索空间，并给出Top-N个可能的根因。实验测试结果表明，该方法用来定位高维根因的准确性显著优于当前流行的若干算法，同时具有极好的时效性。

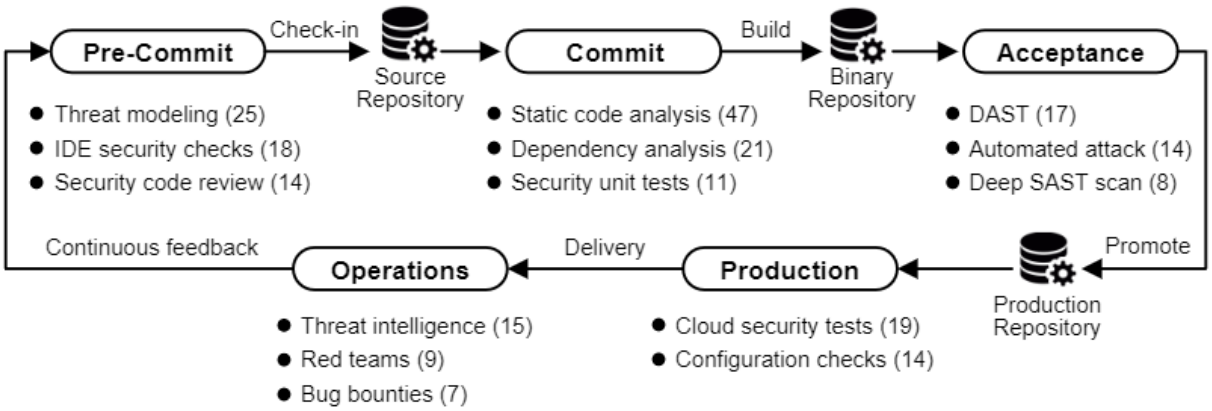


实时多维度根因定位案例

DevOps安全

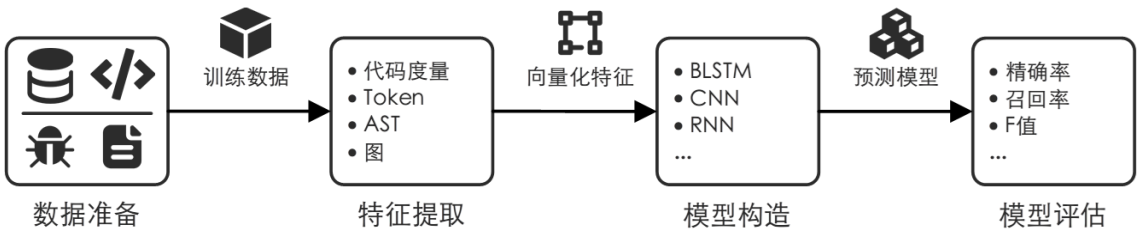
DevOps在提高软件部署频率，加快产品交付的同时也为软件安全带来了新的挑战。传统的软件安全工作仍有较大比例的人工操作，且在开发流程上相对滞后，难以跟上DevOps的步伐，容易造成研发效能瓶颈。实验室围绕DevSecOps相关的理论与实践，对DevOps环境下的软件安全现状进行了调研，从文化、技术、流程等方面针对工业界面临的实际问题提出可行的解决方案。

DevSecOps：实验室对于DevSecOps这一主题的动态一直保持密切关注，并且通过灰色文献综述、问卷和访谈等多种形式对DevSecOps的实践现状进行了调研。调研结果报告了DevOps的出现为软件安全带来的机遇与挑战，整合了目前业界对DevSecOps的观点和理解，并结合软件开发生命周期，展示了业界主要采用的一些相关实践，相关成果在国际知名会议以及期刊上均有发表，引发了社区的广泛讨论。实验室基于调研结果对落地DevSecOps的几处痛点进行了深入研究，并积极与企业合作不断推动DevSecOps的发展，从效率、性能、粒度等不同维度改进安全实践以更好地融入DevOps流水线。



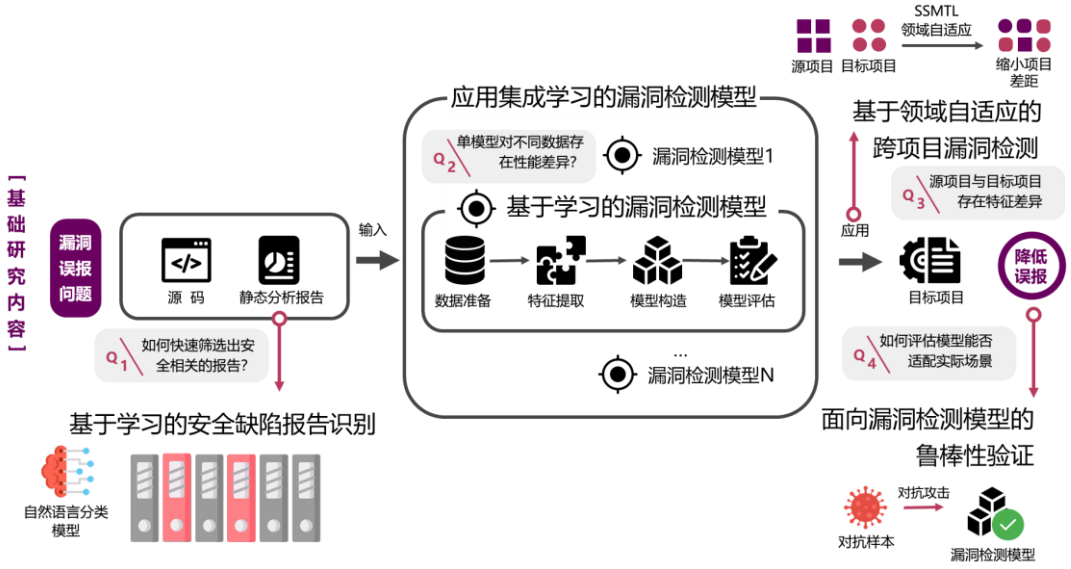
业界常用的DevSecOps相关实践

数据驱动的漏洞检测：识别潜在的软件漏洞是防御网络攻击的关键步骤，然而，软件漏洞的发现、分析和验证工作通常是困难和耗时的。实验室致力于探索准确和高效的自动化软件漏洞检测解决方案，现有工作聚焦于利用数据挖掘和机器学习来预测软件漏洞的数据驱动方案。该方案能够准确和全面地定义漏洞代码模式，减轻人为识别漏洞的工作量，相较于传统静态检测工具误报更少且更为高效。



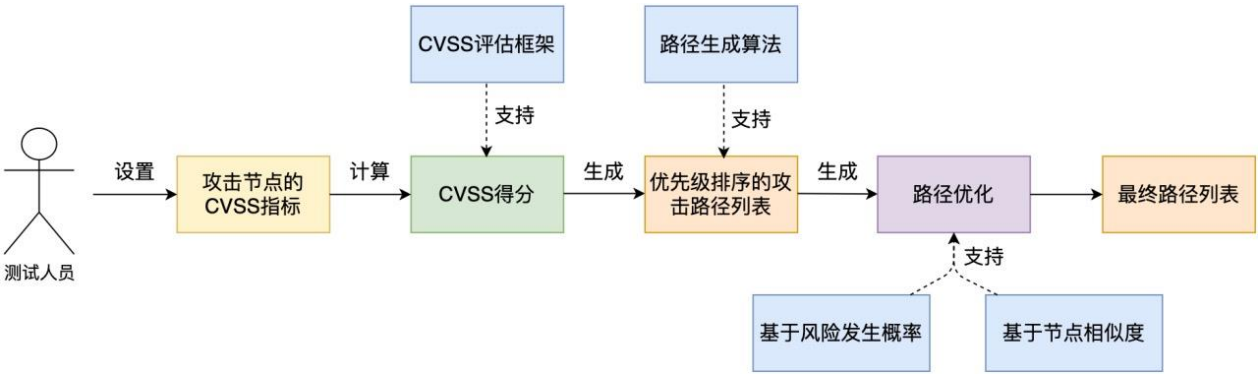
数据驱动的漏洞检测模型构造流程

漏洞检测模型的落地：实验室在现有漏洞检测模型技术积累的基础上，积极推动模型在企业流水线上的落地应用。虽然学术界对于深度学习等数据驱动方案在漏洞检测上有许多尝试，但企业项目代码相较于实验测试数据集有较大的差别，实验室从数据集构造、模型集成策略、场景差异处理、模型评估迭代等多个方面提出相关解决思路并组合成一套完整的漏洞检测模型落地方案。该方案已在软件企业实践环境开展落地试用。



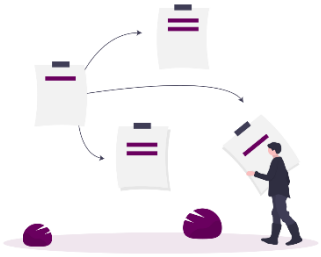
漏洞检测模型落地方案

威胁建模：作为安全开发生命周期SDL中重要的一环，传统的软件安全威胁建模和安全风险分析多依赖于分析人员安全技术水平，技术门槛较高、耗时较长、分析质量参差不齐，难以适用于DevOps开发模式。需要通过自动化识别威胁，对其进行分析处理，提升威胁建模的质量和速度；同时降低技术门槛，将安全问题更好地嵌入到软件安全设计和开发中去。本研究方向针对如何自动识别威胁、处理和解决威胁开展了大量基础性调研，研发了基于威胁建模进一步自动生成测试用例的方法，采用CVSS评估框架对生成的攻击路径进行风险评估和排序，从而确定测试用例的优先级，提高测试效率，同时也对提供适应新的开发模式的威胁建模方法进行了探索性研究，以弥补传统威胁建模分析方法的不足，在不断迭代的需求中也能最大限度地保证系统安全。



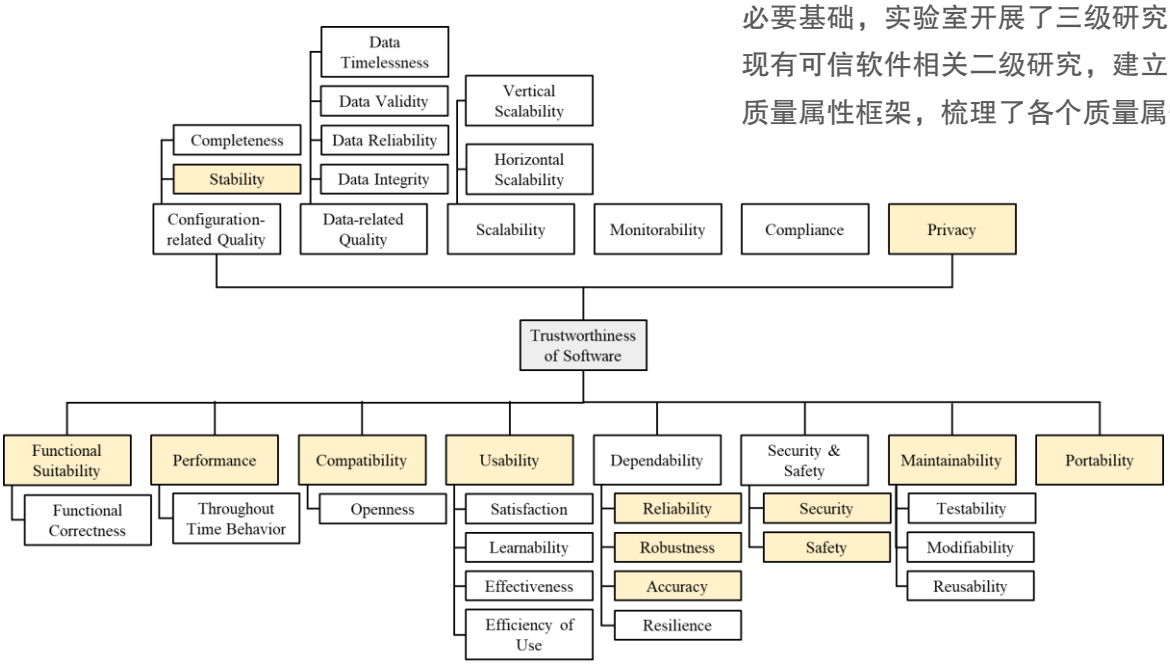
威胁建模步骤图

可信软件与可信AI



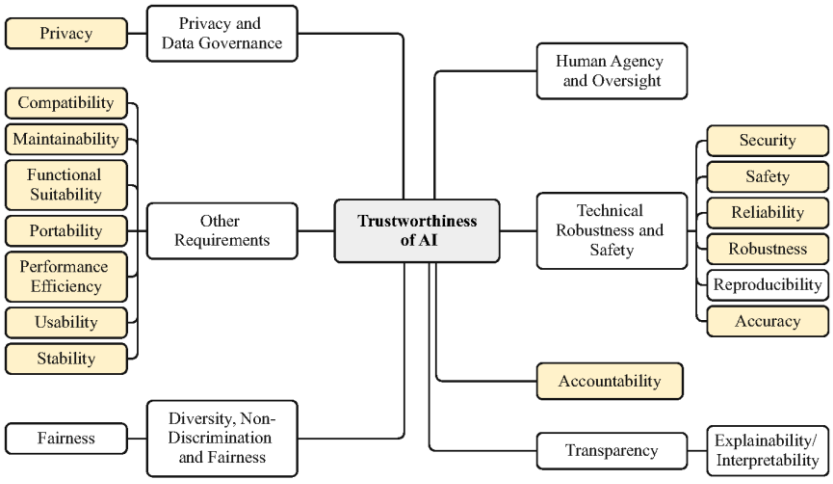
可信是软件系统的生命线，也是软件工程领域的重要研究内容。作为一种特殊的软件系统，AI系统的可信性具有双重性。软件研发效能实验室从软件系统与AI系统的质量属性入手，深入探究了软件系统和AI系统的可信性，相关研究成果已发表多篇学术论文。

可信软件：软件系统的可信性经历了数十年的发展，其涵盖范围不断扩大。可信性是一个复杂而抽象的概念，通常通过质量属性进行刻画。为系统性地理解可信软件的质量属性及相关实践，并为可信AI相关研究提供必要基础，实验室开展了三级研究，系统梳理了现有可信软件相关二级研究，建立了可信软件的质量属性框架，梳理了各个质量属性的保障实践。



可信软件质量属性框架
(高亮的质量属性也属于AI可信性)

可信AI：随着人工智能系统的广泛应用，AI系统的可信性引起了持续关注。AI系统作为一种特殊类型的软件，其可信性具有双重性：一方面，一个可信的AI系统应该是一个可信的软件系统；另一方面，它还需满足其数据、算法等特殊特性所带来的具体可信要求。课题组围绕法律法规和现有文献开展了一系列研究，建立了可信AI的质量属性框架，识别了保障AI系统可信性的实践，并揭示了可信AI和可信软件之间的异同。相关研究对将软件工程中的系统性、工程性的理论与方法引入可信AI系统具有重要意义。目前，随着大模型的快速发展，课题组计划在可信软件和可信AI的研究基础上，进一步探讨大语言模型的可信性和合规性问题。

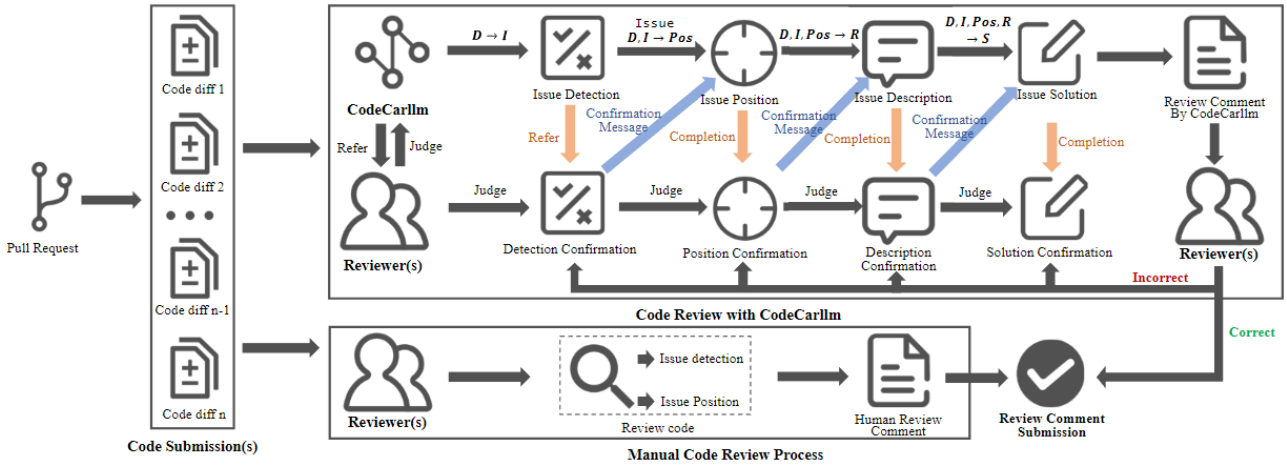


可信人工智能质量属性框架
(高亮的质量属性也属于软件可信性)

大语言模型赋能研发效能

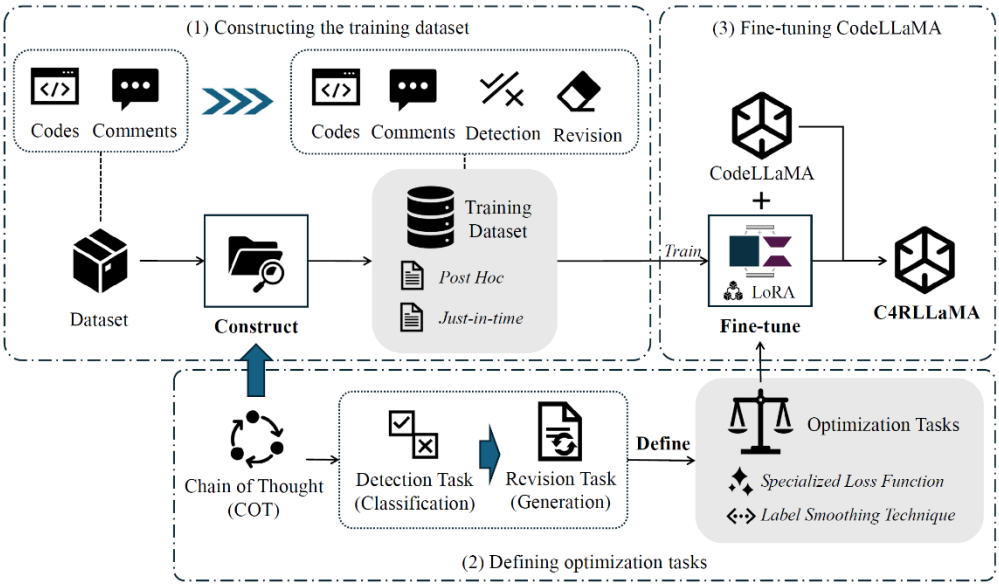
大语言模型的出现展示了其对复杂逻辑的理解和处理能力，可以有效辅助人类处理常规任务。软件领域中存在大量具有一定规律的复杂逻辑处理任务，大语言模型可以有效辅助解决这些任务。软件研发效能实验室将大语言模型的基础能力融入到软件工程中，同时基于大语言模型结合软件工程领域的特殊需求，对大语言模型进行针对性调整，构建软件工程领域智能大语言模型。

智能评审实践：代码评审作为软件质量保证的重要实践，其主要职责是发现代码中的问题。然而，参与代码评审的个人往往受到个人知识和经验的限制，无法全面地进行评审。此外，由于个人风格和隐含信息的影响，代码评审意见的可读性常常受到影响。课题组基于大语言模型技术，构建了一个智能评审系统，能够通过人机结合互动方式有效地发现和指明问题，提供高可读性的评审意见。



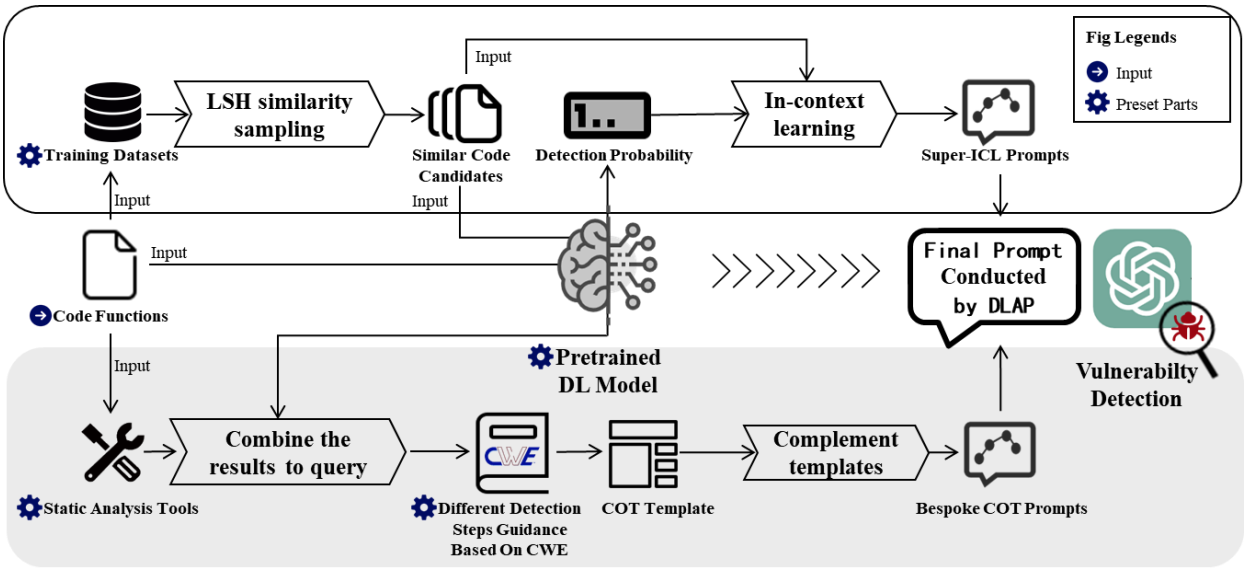
人机结合的代码评审示例

代码注释一致性：源代码中广泛使用注释。如果注释与其要注释的代码片段一致，就会有助于代码的理解。否则会对软件的开发、测试和维护产生负面影响。为解决这一问题，课题组构建了一个基于开源大模型的代码注释一致性问题发现与修复大模型，能够自动发现存量代码和增量代码中的代码注释不一致并修复。



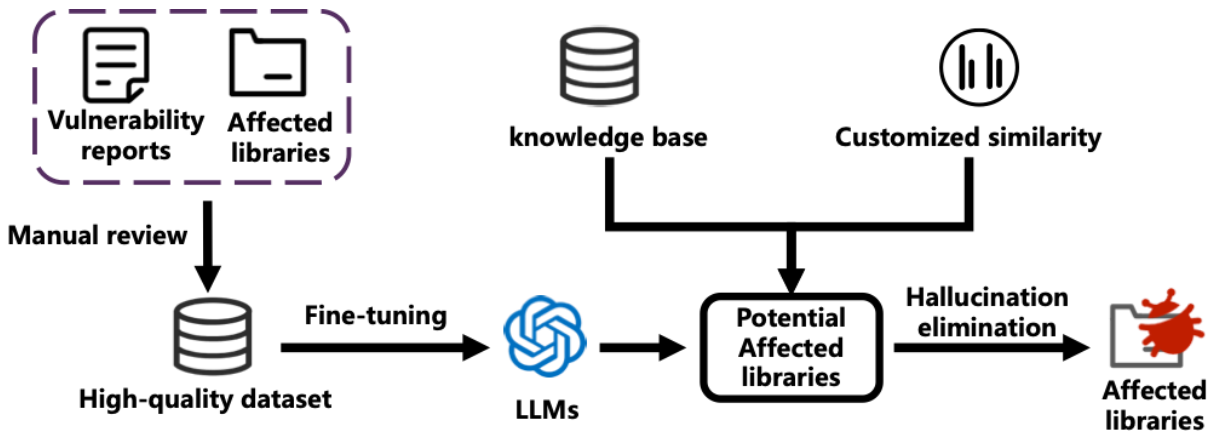
代码注释一致性大模型构建示例

安全检测实践：安全检测是DevSecOps实践重要的组成部分。精确可解释地暴露软件漏洞、恶意代码注入等风险点，对于软件工程开发过程以及 DevSecOps 实践有着重要意义。由于传统人工审查开销庞大且效率低下，而基于传统机器学习的方法又缺乏可解释性和跨项目迁移性能较差等问题，实验室结合大语言模型技术与安全检测领域的知识库，通过静态分析信息和知识库构建的思维链以及组合小模型产生的上下文提示构造提示工程，以提高大模型在软件工程领域的应用性能，提高安全检测的精度以及可解释性。



安全检测大模型构建示例

软件漏洞影响库识别：现代软件项目对于开源软件的依赖比例已经超过了90%，如何在利用三方开源库提升研发效率的同时减少其引入的外部风险，已经成为确保软件供应链安全的重中之重。从漏洞报告及时识别出漏洞影响的软件库是缓解软件外部风险的有效方法，但传统的识别方法不仅准确率低而且会产生大量误报。针对这一挑战，实验室基于大语言模型技术重新构建了漏洞影响库识别方案。首先通过高质量漏洞报告数据集对大语言模型进行领域微调，提高模型对于漏洞影响库的检测能力，然后结合补充的场景知识和定制相似度算法对模型的输出结果进行后处理，成功消除大模型幻觉并减少误报。



大模型软件漏洞影响库识别示例

纵向科研项目

国家重点研发计划首批区块链重点专项：面向供应链的高性能区块链系统支撑平台关键技术研究

由南京大学软件研发效能实验室牵头，并与挪威科技大学 (NTNU)、清华大学、东南大学、星环信息科技 (上海) 股份公司、中诚区块链研究院 (南京) 有限公司、SINTEF、DNV GL和HERMES AS合作，针对跨境供应链中，数据和交易难以追踪、缺乏信任及信用保证机制等问题，从数据存储与管理、体系架构设计、可信属性保障等几个方面，研究面向跨境供应链的高性能、高可信的联盟区块链系统设计的关键技术。中挪双方科研和工程团队进一步合作构建一个供应链系统平台，用于高效地开发面向供应链的区块链应用。本重点项目的研究成果不仅能够促进国际双边贸易的进一步发展，而且进一步促进中国面向欧洲和世界其他国家的跨境物流的数据及交易的管理，为实现全球可持续发展的目标打造坚实的基础支撑平台。

重点研发计划项目成果亮相2023上海国际渔业博览会

2024年1月19日，中国科学技术交流中心在北京组织专家对项目进行了综合绩效评价。专家组经过详细听取汇报、审阅资料、质询与讨论后，认定本项目资料齐全、内容详实，圆满完成了任务书规定的研究任务和考核指标，达到了预期目标。

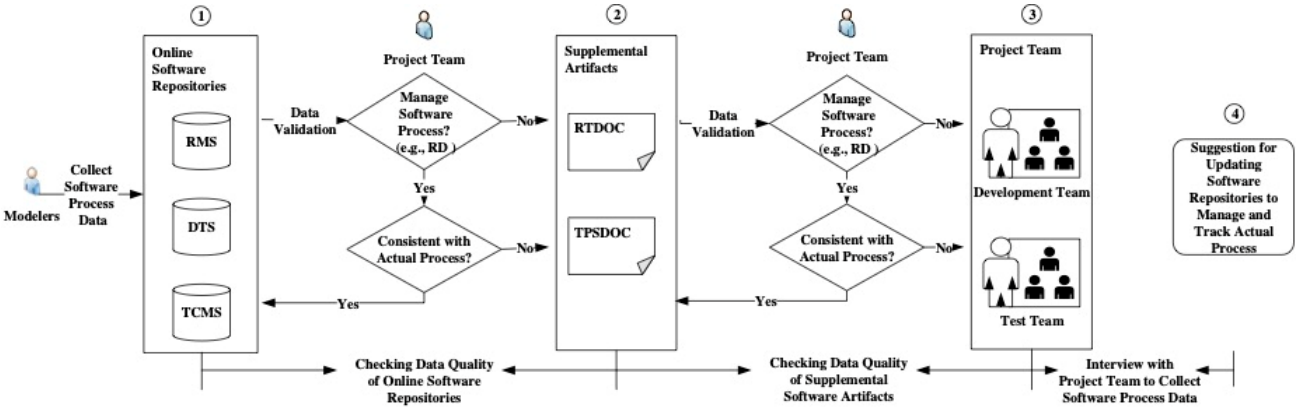
项目突破了多项关键技术，包括高性能异构多链 (联盟链) 的桥接融合机制、双链 (区块链和跨境供应链) 融合的领域驱动架构设计、跨境供应链的全流程安全隐私数据保护机制、不稳定网络下的信任共识机制以及基于多源数据的智能运维技术。项目阐明了数据跨链流通中的安全隐私威胁和性能提升机理，圆满完成了研究目标。

在项目实施期间，以实验室为主力的双边科研团队在相关课题上发表了21篇高水平论文，申请了19项国家发明专利，获得13件软件著作权，发布了1项企业标准，并完成了2份专题技术报告。国际合作卓有成效，联合中外科研单位协同创新，成功研制了区块链跨境溯源平台，增强了我国在跨境区块链领域的自主创新能力。

同时本重点项目在组织管理和人才培养方面表现突出，培养了多名硕博研究生，形成了稳定的国际化人才培养和科研机制。

国家自然科学基金面上项目：集成智能学习的软件过程仿真建模技术研究

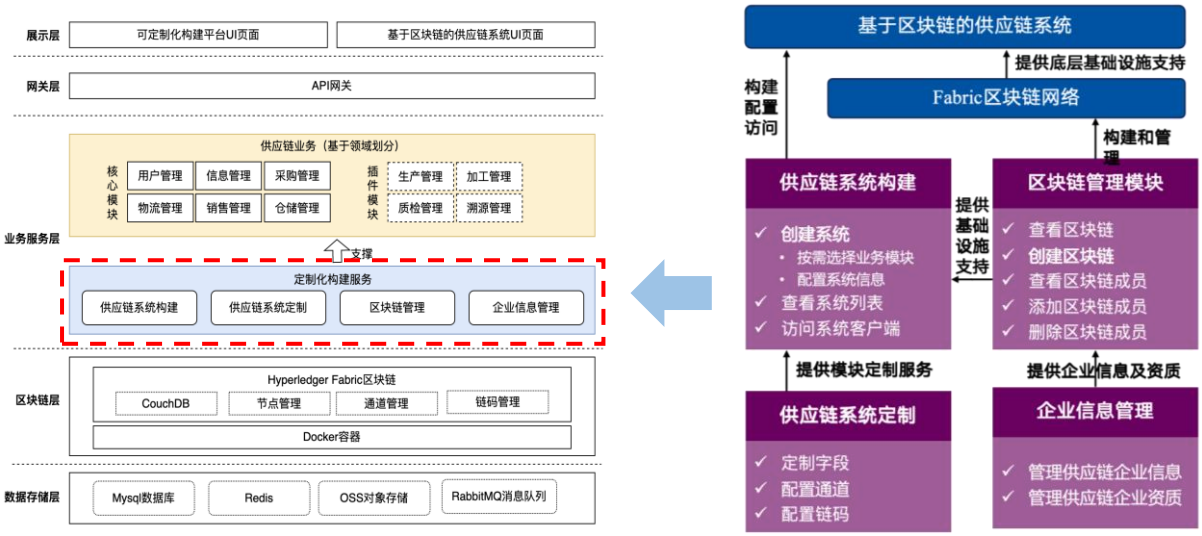
软件研发效能实验室承担的《 集成智能学习的软件过程仿真建模技术研究》 项目获得国家自然科学基金面上项目资助。该项目共包含四项研究内容，目前进展顺利：1) 已通过系统文献评价方法建立过程语义模型库和仿真模型度量库；2) 提出一种支持半自动化构建过程语义模型的框架，并已实现了一个支持过程语义模型半自动化构建的系统；3) 在过程数据可追溯性问题上提出了迭代式主动学习及半监督学习整合框架，可有效解决学习类模型在过程数据可追溯性上的数据稀疏性及数据不平衡性问题；4) 针对基于智能学习的模型变量及相互关系的量化，以代码评审为实践场景，提出了一种在代码评审背景下用于评估评审任务排序算法性能的仿真方法。



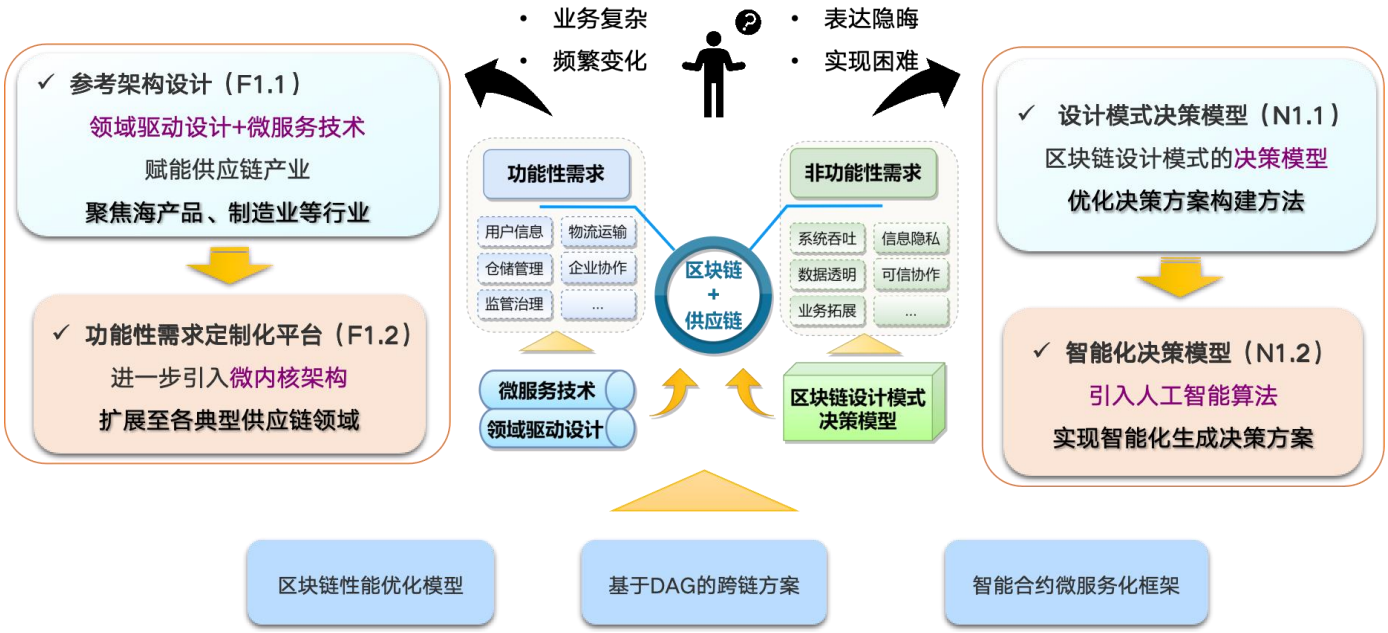
仿真建模过程中的数据处理流程

江苏省重点研发计划唯一区块链领域重点项目：面向先进制造供应链的高性能区块链关键技术与服务平台研发

软件研发效能实验室与中诚区块链研究院、东南大学合作的《面向先进制造供应链的高性能区块链关键技术与服务平台研发》获江苏省重点研发计划 (产业前瞻与关键核心技术) 立项资助。作为江苏省重点研发计划唯一的区块链领域重大专项，该项目针对制造业中存在的供应链管理上的迫切需求，开发面向先进制造业供应链的高性能区块链系统并就关键核心技术进行研究，致力于推进先进制造业供应链协同化、一体化，大幅提升先进制造业供应链整体运作效率，推动我国制造业向产业中高端迈进。实验室在该项目中主要负责面向先进制造供应链领域的区块链系统架构设计方法和支持技术研究。



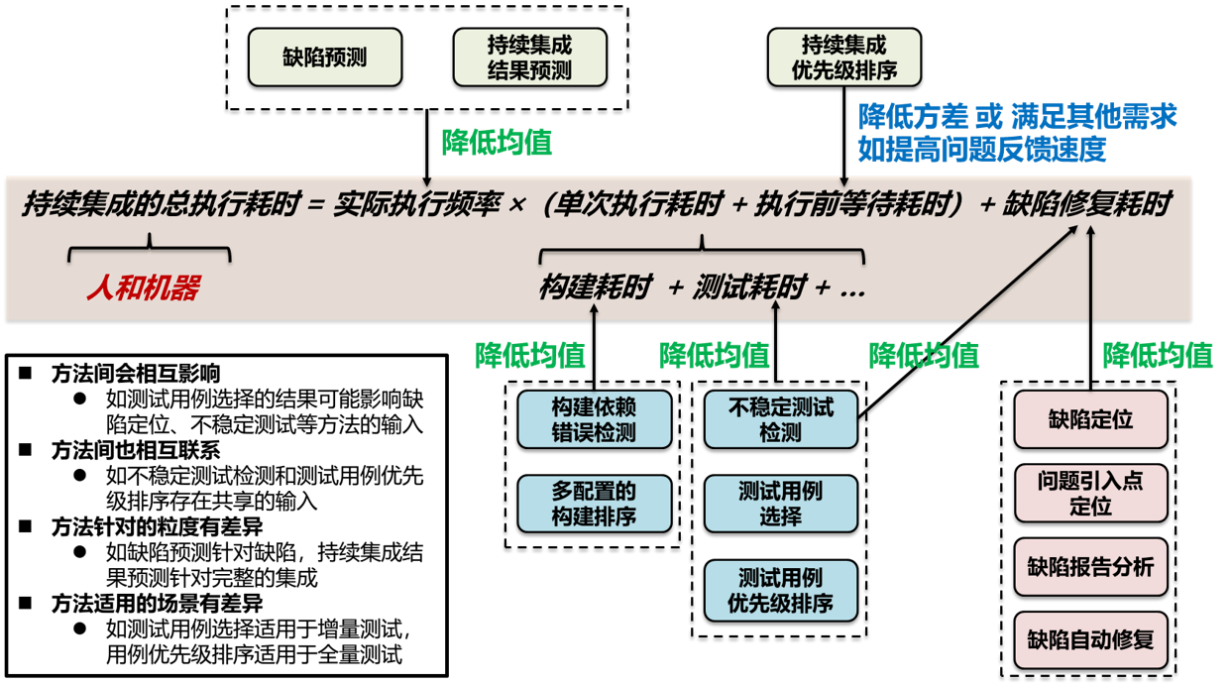
面向供应链的区块链系统可定制化构建平台



面向先进制造供应链领域的区块链系统架构设计方法和支持技术

国家自然科学基金青年项目：大规模软件系统的持续集成关键支持技术研究

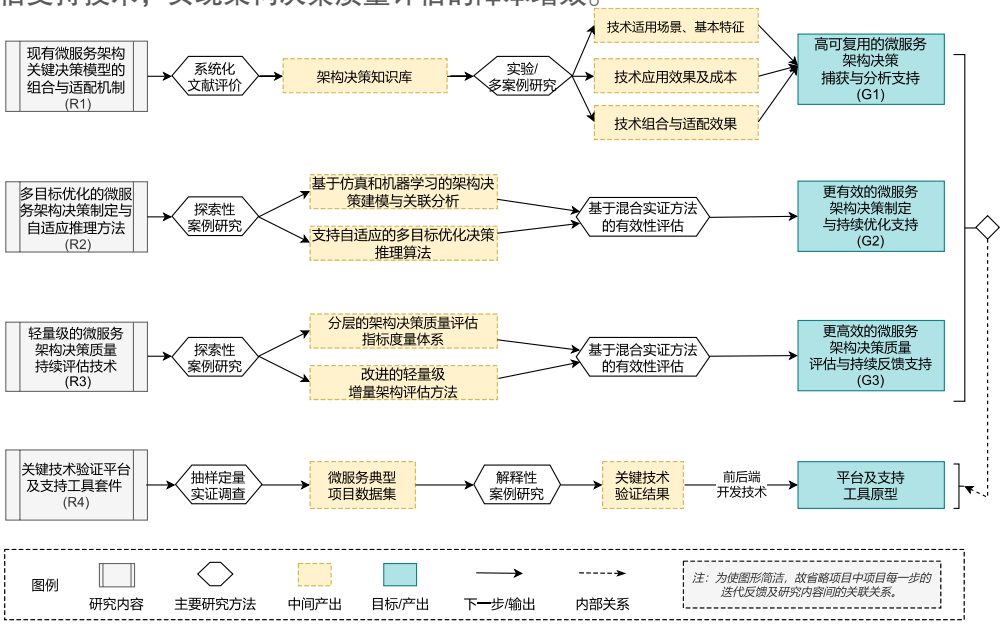
软件研发效能实验室承担的《大规模软件系统的持续集成关键支持技术研究》项目获得国家自然科学基金青年项目资助。该项目以大规模软件系统实施持续集成所面临的时间与资源消耗高，自动化程度低，分支与代码仓结构繁杂等痛点为驱动，拟探索大规模软件系统持续集成的实现技术。具体以经验研究方法为基础，以软件过程仿真技术为手段，从全局的持续集成过程视角，围绕1) 现有支持持续集成过程改进的智能学习技术的组合与适配，2) 基于智能学习的持续集成半自动化配置，3) 多级持续集成过程及权衡各级成本与质量的最优策略，4) 基于软件过程仿真的持续集成多级智能模式的验证与决策支持等问题开展研究。



持续集成的实现技术与持续集成耗时之间的关系

国家自然科学基金青年项目：面向持续性的微服务架构决策支持技术研究

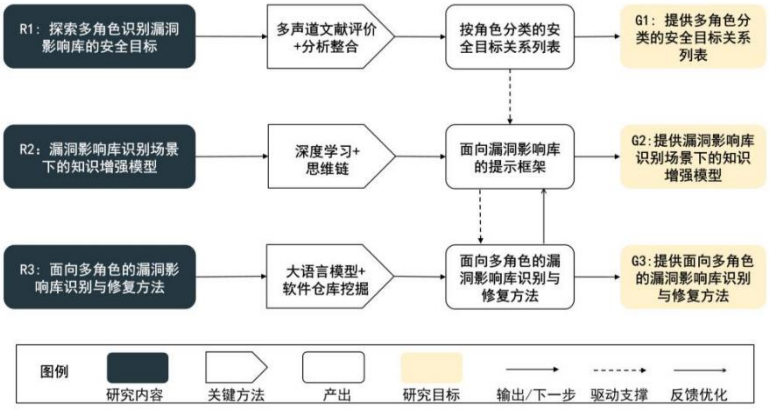
实验室承担的《面向持续性的微服务架构决策支持技术研究》项目获得2023年度国家自然科学基金青年项目资助。本项目主要解决大规模微服务系统在架构决策中的几大痛点问题，包括决策可复用性低、制定与优化难度高、评估与反馈效率低，难以实现理想的架构决策模式。项目的研究内容具体包括：1) 探究现有微服务架构关键决策模型的组合与适配机制，构建高可复用的决策模型和知识库，2) 研究结合机器学习和仿真的多目标优化架构决策方法，在不确定性场景下支持全局统筹的快速决策制定和优化，3) 研究轻量级的微服务架构决策质量持续评估支持技术，实现架构决策质量评估的降本增效。



项目研究方案及技术路线

江苏省自然科学基金青年项目：基于大语言模型增强漏洞影响库识别与修复的研究

实验室承担的《基于大语言模型增强漏洞影响库识别与修复的研究》项目获得2024年度江苏省自然科学基金青年项目资助。本项目基于多学科研究领域 (软件工程，人工智能等) 理论支撑，针对现代企业安全风险管控，着重关注安全左移，风险预防性以及持续改进等方面，支持企业通过建立漏洞影响库识别与修复来实现风险的主动识别、评估与控制，从而降低事故发生的可能性和影响程度。具体以经验研究方法为基础，以深度学习技术为手段，从DevSecOps视角，围绕1) 探索多角色识别漏洞影响库的安全目标，2) 构建基于软件仓库挖掘的安全目标关系模型，3) 针对不同角色对于漏洞影响库识别的具体安全需求提供个性化的解决方案，4) 提高漏洞影响库识别与修复方法在通用场景下的泛化能力这四个方面展开研究。



项目技术路线框架

学术成果

期刊论文

本年度实验室累计发表期刊论文14篇，其中12篇刊登在外文期刊，2篇刊登在中文期刊。

序号	论文题目	刊物名称	发表卷.期	作者
1	The Gap Between Trustworthy AI Research and Trustworthy Software Research: A Tertiary Study	ACM Computing Surveys	Early Access	Bohan Liu, Gongyuan Li, He Zhang, Yuzhe Jin, Zikuan Wang
2	A Blockchain-based and Microservices-architected Software Composition Analysis System	Journal of Software: Evolution and Process	Early Access	Xin Zhou, Jinwei Xu, Xiaokang Li, Lingli Cao, Lingjie Li, Yanze Wang, Shanshan Li, Hui Liu
3	Metrics for Software Process Simulation Modeling	Journal of Software: Evolution and Process	Early Access	Bohan Liu, He Zhang, Liming Dong, Zhiqi Wang, Shanshan Li
4	Measuring Software Engineer’s Contribution in Practice: An Industrial Experience Report	Journal of Software: Evolution and Process	Early Access	Yue Li, He Zhang, Lanxin Yang, Liming Dong, Juzheng Zhang, Bohan Liu
5	Distilling Quality Enhancing Comments from Code Reviews to Underpin Reviewer Recommendation	IEEE Transactions on Software Engineering	Early Access	Guoping Rong, Yongda Yu, Yifan Zhang, He Zhang, Haifeng Shen, Dong Shao, Hongyu Kuang, Min Wang, Zhao Wei, Yong Xu, Juhong Wang
6	So4MoD: Towards a Security-optimized Approach for the Microservices-oriented Decomposition	Journal of Software: Evolution and Process	Early Access	Xiaodong Liu, Zhikun Chen, Yu Qian, Chenxing Zhong, Huang Huang, Shanshan Li, Dong Shao
7	DLAP: A Deep Learning Augmented Large Language Model Prompting Framework for Software Vulnerability Detection	The Journal of Systems & Software	Early Access	Yanjing Yang, Runfeng Mao, Jinwei Xu, Lanxing Yang, Yu Zhang, Haifeng Shen, He Zhang
8	DOMICO: Checking Conformance Between Domain Models and Implementations	Software: Practice and Experience	54 (4): 595-616, 2024	Chenxing Zhong, He Zhang, Huang Huang, Zhikun Chen, Chao Li, Xiaodong Liu, Shanshan Li
9	Fine-tuning Large Language Models to Improve Accuracy and Comprehensibility of Automated Code Review	ACM Transactions on Software Engineering and Methodology	37 (4):1-25, 2024	Yongda Yu, Guoping Rong, Haifeng Shen, He Zhang, Dong Shao, Min Wang, Zhao Wei, Yong Xu, Juhong Wang

期刊论文

序号	论文题目	刊物名称	发表卷.期	作者
10	Domain-Driven Design for Microservices: An Evidence-based Investigation	IEEE Transactions on Software Engineering	50 (6): 1425-1449, 2024	Chenxing Zhong, Shanshan Li, Huang Huang, Xiaodong Liu, Zhikun Chen, Yi Zhang, He Zhang
11	A Preliminary Investigation on Using Multi-task Learning to Predict Change Performance in Code Reviews	Empirical Software Engineering	157 (29):1-53, 2024	Lanxin Yang, He Zhang, Jinwei Xu, Jun Lyu, Xin Zhou, Dong Shao, Shan Gao, Alberto Bacchelli
12	The Why, When, What, and How About Predictive Continuous Integration: A Simulation-Based Investigation	IEEE Transactions on Software Engineering	49 (12): 5223-5249, 2023	Bohan Liu, He Zhang, Weigang Ma, Gongyuan Li, Shanshan Li, Haifeng Shen
13	基于多标签学习的代码评审意见质量评价	软件学报	35 (6):2775-2794, 2024	杨岚心，张贺，徐近伟
14	一种基于威胁模型的安全测试用例生成框架和工具	软件学报	35 (10):4573-4603, 2024	付昌兰，张贺，李凤龙，匡宏宇

会议论文

本年度实验室累计发表会议论文17篇，均为英文长文，其中12篇发表在CCF-A类会议ICSE、FSE/ESEC、ASE及ISSTA上。

序号	论文题目	会议简称	会议时间	所属页码	作者
1	Code Comment Inconsistency Detection and Rectification	ICSE	2025	To Appear	Guoping Rong, Yongda Yu, Song Liu, Xin Tan, Tianyi Zhang, Haifeng Shen, Jidong Hu
2	An Explainable Automated Model for Measuring Software Engineer Contribution	ASE	2024	To Appear	Yue Li, He Zhang, Yuzhe Jin, Zhong Ren, Liming Dong, Jun Lyu, Lanxin Yang, David Lo, Dong Shao
3	Exploiting Translation Variants of Artifacts to Improve IR-based Traceability Recovery in Bilingual Software Projects	ASE	2024	To Appear	Kexin Sun, Yiding Ren, Hongyu Kuang, Hui Gao, Xiaoxing Ma, Guoping Rong, Dong Shao, He Zhang
4	GPP: A Graph-Powered Prioritizer for Code Review Requests	ASE	2024	To Appear	Lanxin Yang, Jinwei Xu, He Zhang, Fanghao Wu, Jun Lyu, Yue Li, Alberto Bacchelli
5	Detecting Build Dependency Errors in Incremental Builds	ISSTA	2024	1-12	Jun Lyv, Shanshan Li, He Zhang, Yang Zhang, Guoping Rong, Manuel Rigger
6	Towards Efficient Build Ordering for Incremental Builds with Multiple Configurations	ESEC/FSE	2024	1494-1517	Jun Lyu, Shanshan Li, He Zhang, Lanxin Yang, Bohan Liu, Manuel Rigger
7	An Experience Report on Modeling Software Process in Industrial Context: Challenges and Solutions	ICSSP	2024	1-12	Yue Li, He Zhang, Liming Dong, Bohan Liu, Lanxin Yang
8	TRIAD: Automated Traceability Recovery based on Biterm-enhanced Deduction of Transitive Links among Artifacts	ICSE	2024	1-13	Hui Gao, Hongyu Kuang, Wesley K. G. Assunção, Christoph Mayr-Dorn, Guoping Rong, He Zhang, Xiaoxing Ma, Alexander Egyed
9	Mining Pull Requests to Detect Process Anomalies in Open Source Software Development	ICSE	2024	1-13	Bohan Liu, He Zhang, Weigang Ma, Hongyu Kuang, Yi Yang, Jinwei Xu, Shan Gao, Jian Gao
10	An Ethnographic Study on the CI of A Large Scale Project	ICSE-SEIP	2024	287-297	Zikuan Wang, Bohan Liu, Zeye Zhan, He Zhang, Gongyuan Li

会议论文

序号	论文题目	会议简称	会议时间	所属页码	作者
11	Fine-SE: Integrating Semantic Features and Expert Features for Software Effort Estimation	ICSE	2024	1-12	Yue Li, Zhong Ren, Zhiqi Wang, Lanxin Yang, Liming Dong, Chenxing Zhong, He Zhang
12	EvaCRC: Evaluating Code Review Comments	ESEC/FSE	2023	275–287	Lanxin Yang, Jinwei Xu, Yifan Zhang, He Zhang, Alberto Bacchelli
13	RL-Based CEP Operator Placement Method on Edge Networks Using Response Time Feedback	WISA	2023	559–571	Yuyou Wang, Hao Hu, Hongyu Kuang, Chenyou Fan, Liang Wang, Xianping Tao
14	On Preparing and Assessing Data for Process Simulation Modeling: An Industrial Report	ICSSP	2023	58-69	Liming Dong, He Zhang, Yue Li, Bohan Liu, Zhiluo Weng
15	An Experience Report on Assessing Software Engineer's Outputs in Practice	ICSSP	2023	13-24	Juzheng Zhang, He Zhang, Lanxin Yang, Liming Dong, Yue Li
16	How Do Developers' Profiles and Experiences Influence their Logging Practices? An Empirical Study of Industrial Practitioners	ICSE	2023	855-867	Guoping Rong, Shenghui Gu, Haifeng Shen, He Zhang, Hongyu Kuang
17	Evaluating Learning-to-Rank Models for Prioritizing Code Review Requests using Process Simulation	SANER	2023	461-472	Lanxin Yang, Bohan Liu, Junyu Jia, Junming Xue, Jinwei Xu, Alberto Bacchelli, He Zhang

专利申请

软件研发效能实验已获发明专利授权24项，本年度完成20项专利申请 (受理) 。

序号	专利名称	受理/授权号	状态	发明人
1	一种性能日志输出方法、装置、系统、设备及介质	ZL201910619854.0	已授权	顾胜晖，荣国平，张贺，邵栋
2	一种代码交接过程的识别方法，设备及介质	ZL201911380380.5	已授权	荣国平
3	利用集成学习进行测试用例优先级排序的测试方法和系统	ZL202010432137.X	已授权	宋雪菲，张贺，刘博涵，荣国平，邵栋
4	一种持续集成及部署结果的优化预测方法	ZL202010129434.7	已授权	张贺，刘博涵，荣国平，杨岚心
5	一种用JavaFX进行代码样例自动填充的方法和工具	ZL202010738427.7	已授权	周鑫，张贺，刘名锴，荣国平，邵栋
6	一种系统动力学模型转换为XML文件的方法	ZL202010373637.0	已授权	高赞，张贺，张晓东，荣国平，刘博涵，邵栋
7	一种基于DevOps的完整软件生命周期管理方法及平台	ZL202010382650.2	已授权	张富利，张贺，李质颖，郑博文，荣国平，邵栋
8	一种基于XML语言的系统动力学仿真建模方法及引擎	ZL202010382055.9	已授权	张晓东，张贺，高赞，荣国平，刘博涵，邵栋
9	一种基于随机森林分类器的代码评审人推荐系统及方法	ZL202010373726.5	已授权	马瑾瑜，张贺，杨岚心，荣国平，邵栋
10	结合软件制品过程信息和文本相似度的制品自动追踪方法	ZL202010431048.3	已授权	张甜甜，张贺，董黎明，荣国平，叶戴林子，谢妃梅，邵栋
11	一种用于定位服务调用成功率指标异常线索的算法	ZL202110435018.4	已授权	汪浩，荣国平，张贺，邵栋，周鑫
12	一种面向Hyperledger Fabric的智能合约开发插件	ZL202110536237.1	已授权	李天歌，张贺，李杉杉，荣国平，邵栋，侯为栋，袁军平
13	一种领域驱动设计战术建模方法	ZL202110519070.8	已授权	李质颖，张贺，钟陈星，李杉杉，张玮
14	一种基于领域驱动设计与业务全景事件风暴的微服务化分解方法	ZL202110519086.9	已授权	贾子甲，张贺，吕骏，李杉杉，张玮

序号	专利名称	受理/授权号	状态	发明人
15	一种系统动力学与离散事件仿真混合仿真建模方法	202110586961.5	已授权	高赞，张贺，刘博涵，荣国平，邵栋
16	一种基于批量调度的Hyperledger Fabric防护加速器	202210641441.4	已授权	王岩泽，张贺，何家欢，李杉杉，张乐民，荣国平，周鑫，邵栋
17	一种基于主题模型的微服务关注点识别方法、设备及介质	202010431043.0	已授权	陈坚、张贺、刘博涵、荣国平、邵栋
18	一种面向代码安全的提交优先级排序方法和系统	202110564803.X	已授权	戴启铭、张贺、毛润丰、刘博涵、周鑫、荣国平、邵栋
19	一种用于测试用例缺陷与用例模糊关联关系的恢复方法	202110609722.7	已授权	顾雪姗、张贺、刘博涵、荣国平、邵栋
20	增强数据预处理过程的自动化软件可追踪性恢复方法	202110626138.2	已授权	陈静、张贺、董黎明、匡宏宇、荣国平、邵栋
21	一种日志记录方法、计算机设备及存储介质	202010280035.0	已授权	荣国平、黄国成、顾胜晖
22	一种软件持续集成的评估方法，计算机设备及介质	202011635238.3	已授权	刘博涵、宋凯文、荣国平、张贺
23	一种Hyperledger Fabric智能合约问题检测方法	202110435019.9	已授权	张贺、祝立明、丁梦洁、李杉杉、李佩如、周鑫、荣国平、邵栋
24	一种基于Hyperledger Fabric的智能合约开发运维一体化平台	202110435014.6	已授权	祝立明、张贺、张富利、李杉杉、侯培宇、李质颖、李天歌、周鑫、荣国平、邵栋
25	一种结合了软件制品共识词对抽取与信息检索技术的自动化需求到代码追踪线索生成方法	202311054130.9	已受理	高辉、孙可心、匡宏宇、马晓星、荣国平、邵栋、张贺、周鑫
26	一种异构区块链场景下基于中继机制的供应链平台	202311328726.3	已受理	张贺、姜钊炜、李杉杉、周鑫、陈秀迪、荣国平、邵栋
27	基于区块链技术的跨境海产品溯源系统的领域驱动设计及实现方法	202311054129.6	已受理	张贺、黄艺玲、李杉杉、周鑫、潘博、荣国平、邵栋
28	基于区块链技术的钢材溯源系统的领域驱动设计方法	202311328725.9	已受理	张贺、李杉杉、周鑫、刘力文、刘惠坤、荣国平、邵栋
29	一种优化数据安全性的单体到微服务拆分方法与系统	202311054128.1	已受理	张贺、钱煜、钟陈星、周鑫、荣国平、邵栋
30	一种基于增量构建的构建依赖错误快速检测方法	202311054127.7	已受理	张贺、张洋、吕骏、周鑫、荣国平、邵栋

序号	专利名称	受理/授权号	状态	发明人
31	一种基于STRIDE威胁识别规则的增量威胁建模系统和方法	202311054126.2	已受理	张贺、陈辉、付昌兰、周鑫、荣国平、邵栋
32	一种应用NVIDIA CUDA加速和改进Merkle哈希树的安全存储框架的实现方法、设备及存储介质	202311677325.9	已受理	陈培鸿、荣国平、张贺、邵栋
33	一种在 Kubernetes 集群中调度异构 AI 加速卡资源的方法	202311328724.4	已受理	荣国平、张耒、侯雨希
34	操作系统内核场景下深度学习技术增强大语言模型的漏洞检测方法	202311721930.1	已受理	周鑫、张宇、杨焱景、张贺、毛润丰、徐近伟、张宇康
35	基于区块链联盟链和微服务架构实现软件物料清单创建管理以及软件成分分析功能的方法	202311822638.9	已受理	周鑫、李晓康、徐近伟、张贺、李灵杰
36	一种基于漏洞报告的漏洞库识别方法	202311822635.5	已受理	周鑫、徐近伟、张宇康、张贺、杨焱景
37	一种基于多维度特征分析的代码变更提交记录到事务报告的自动化软件可追踪生成方法	202311822637.4	已受理	高辉、匡宏宇、马晓星、周鑫、张贺、荣国平、邵栋
38	一种结合 TextCNN 文本分类模型和产生式规则的 STRIDE 威胁类别自动分类系统和方法	202311822639.3	已受理	张贺、管兴政、付昌兰、周鑫
39	一种开源社区 PR 过程中的异常行为检测方法	202311822634.0	已受理	张贺、马维刚、刘博涵、周鑫、荣国平、邵栋
40	一种代码评审意见的有效性的自动化判断方法、装置、设备及介质	202410591232.2	已受理	荣国平、于永达、张贺、邵栋、周鑫
41	一种用于软件漏洞检测的深度学习增强大语言模型提示方法	202410605182.9	已受理	周鑫、杨焱景、毛润丰、张贺、徐近伟、张宇
42	一种检测模型训练方法、装置、设备及存储介质	202410725219.1	已受理	杨焱景、王梓宽、刘博涵、张贺、毛哲文、潘冬雪、周鑫
43	一种深度学习的细粒度漏洞预测及评估系统	202410812519.3	已受理	周鑫、谭睿、毛润丰、张贺、杨焱景
44	一种基于图神经网络的Pull Request优先级排序方法	202411059016.X	已受理	张贺、吴房浩、杨岚心、周鑫、荣国平、邵栋

产业影响

软件研发效能实验室在开展学术研究的同时，与工业界也保持着紧密的联系，同多家国内一线的软件及IT企业建立了长期科研项目合作，并且持续开展DevOps的中国年度调查，形成广泛的产业影响，推动国内DevOps及研发效能实践的快速发展。

企业合作

HUAWEI

软件研发效能实验室与华为多个部门、研究所、产品线开展广泛合作，致力于DevOps实践课程建设、软件过程仿真与预测、软件质量与工程能力的提升、通信软件系统微服务架构分析与评估、软件及其供应链安全检测、智能代码检视等方向的合作。此外，实验室继获得首届“CCF-华为胡杨林基金—软件工程专项”立项资助的“基于STRIDE方法的安全威胁识别及测试生成技术研究”项目，并成功完成验收获得“优秀“评价之后，实验室助理研究员李杉杉博士再次获得第二届“CCF-华为胡杨林基金”立项资助“面向自主可控的新型智能合约编程语言及其配套开发生态研究”项目，该项目是从20余所高校与研究机构的47项课题申报中脱颖而出的8个获资助项目之一，旨在提升智能合约语言的自主可控能力，力争在执行效率与安全性不低于现有主流智能合约的前提下，显著提升智能合约的研发效能。项目负责人李杉杉博士作为同时获得资助学者中的唯一女性学者，与华为在智能合约前沿创新探索与产业落地方面开展深度合作，并取得多项成果。在第三届“CCF-华为胡杨林基金—软件工程专项”申报中，实验室助理研究员刘博涵博士申报的“基于流量的API资产的发现、安全风险检查与异常识别”项目从30余所高校与研究机构的64项课题申报的竞争中胜出，再次成功获得立项资助。该项目将研发一套规则与半监督学习相结合的API流量识别方法以实现API资产的发现，并设计基于流量的API安全风险检查表及相应的自动化检测方法，在此基础上分别从单点视角和过程视角进行API流量的异常识别。至此，软件研发效能实验室已成为“CCF-华为胡杨林基金—软件工程专项”成立以来唯一连续三年获得资助的科研团队。

Big Data & AI

TRANSWARP 星环科技

软件研发效能实验室与星环科技开展合作，专注于大数据和人工智能技术研究、应用、人才培养和生态建设。双方合作建设了联合实验室——“星云数据技术”联合研究中心，从多维度上开展产学研的深度合作，其研究成果在国际期刊及会议上发表并切实推动了企业的发展。

Documentation & Solver

软件研发效能实验室与中兴通讯在文档DevOps等研究方向进行了深入合作，旨在提出与完善产品文档持续交付的模式，建立工具链进行快速高效的用户文档开发。同时，针对中兴供应链场景中订单承诺交付期与实际交付期偏差较大的难题，尝试将运筹优化技术引入供应链生产计划中，通过构建自主可控的混合整数规划求解器，实现在特定目标下完成更优的物料分配和排期，最终实现缩小计划交付期与实际交付期偏差的目标。

Code Review

软件研发效能实验室与腾讯工蜂团队共同探索智能化代码评审技术。大模型在各项领域中表现出对复杂逻辑任务的处理能力，许多领域已经开始逐步将大模型引入到工作流程中以提高表现和效率。实验室尝试与腾讯一起以智能化代码评审为基础探索智能化软件工程在工业界的应用。

Supply Chain

软件研发效能实验室与京东研发平台团队围绕软件供应链安全开展依赖分析相关研究。软件供应链在问题修复过程中可能出现依赖冲突问题，造成安全威胁。实验室基于在软件供应链以及软件安全领域的深厚积累，针对京东的场景提出定制化的解决方案。

AIOps

软件研发效能实验室与美团在智能运维等研究方向展开合作，旨在对大规模在线服务的智能化运维和可观测性技术进行探索。双方合作成果已在国际软件工程顶级期刊TSE、TDSC上发表，荣国平副研究员荣获美团科研颁布的年度卓越创新奖。

Blockchain

软件研发效能实验室与中诚区块链研究院在区块链应用体系结构设计与开发等方向展开合作，旨在面向供应链领域提供高性能的区块链关键技术与服务平台支持。双方在国家重点研发计划首批区块链重点专项 “面向供应链的高性能区块链系统支撑平台关键技术研究”以及江苏省重点研发计划唯一区块链领域重点项目“面向先进制造供应链的高性能区块链关键技术与服务平台研发”上均有深度合作。

中诚

Measurement

Baidu 百度

软件研发效能实验室与百度在度量软件工程实践等方面进行合作，旨在探索软件工程实践中各项度量指标的关系。

Continuous Integration

软件研发效能实验室与招商银行展开合作，计划针对持续集成流水线和依赖管理进行性能优化，解决持续集成中的故障定位和归因分析等问题，依托于实验室在持续集成领域深耕多年的经验助力行业软件的自动化和智能化。

招商银行 CHINA MERCHANTS BANK

Microservices

安畅网络 Anchnet

软件研发效能实验室与安畅网络在领域驱动设计（DDD）和微服务实践等研究方向展开合作，提出了一整套完善系统的基于领域驱动设计的微服务划分方法。

Blockchain & DDD

软件研发效能实验室与苏州慧工云信息科技有限公司围绕江苏省重点研发计划项目“面向先进制造供应链的高性能区块链关键技术与服务平台研发”展开深入合作，共同探索基于DDD和微内核的区块链供应链系统可定制化构建平台优化、拓展与落地实践。

慧工云

技术会议

软件研发效能实验室自2015年发起并连续9年联合其他组织共同举办全球软件大会（NJSD），为互联网、软件行业的专家及从业者，提供一个全球化、前沿的、普惠的技术交流平台。目前，NJSD已成为华东及长三角地区最具影响力的IT技术峰会之一。2023年10月20-21日，第九届NJSD在南京软件谷成功举办，本届大会以“大模型及生成式AI应用开发与软件工程”为主题，深入探讨基于大语言模型基础设施的生成式AI应用开发，涵盖技术实践以及正在变革中的软件工程。在本届大会上实验室主办了研发效能专场论坛，实验室主任张贺教授率领多位青年教师聚焦以大语言模型为代表的AIGC赋能软件工程的最新前沿研究展开一系列专题报告，这是国内首次在软件产业技术峰会举办的学术科研专场论坛，与会者反响积极热烈，拓展了工业界与学术界高效产研交流的全新形式。

张贺教授在NJSD进行专场报告

实验室张贺教授在NJSD大会的专场报告中，以《大语言模型会成为软件工程的银弹吗？》为题发表演讲，深入探讨了大语言模型在软件工程领域的潜力与局限，对下一代结合大语言模型的软件工程的发展前景进行了展望，提出了对于大语言模型在软件工程领域进一步应用的深刻见解。

匡宏宇研究员在NJSD作报告

实验室匡宏宇助理研究员在NJSD大会软件研发效能分论坛，以《大模型时代软件协作开发与功能追踪》为主题作报告分享，探讨了大模型技术如何影响和优化软件协作开发的流程，特别是在功能追踪等可追溯性方面的研究和应用。

实验室成员曹伶俐（左一）、谭睿（左二）作为志愿者参与大会

NJSD大会软件研发效能实验室专场议程

实验室支持并鼓励同学们以志愿者身份参与NJSD大会的组织工作，为他们提供与行业精英和学术专家近距离接触和沟通交流的宝贵机会。

全国互联网架构峰会（IAS）由NJSD技术社区携领主办，同时由南京大学研发效能实验室和南京软件谷的鼎力支持以及国内各技术社区和一线互联网企业的热心协办，自2017年以来已经成功举办过6届，是业界领先、代表互联网架构技术最新发展趋势的高端会议之一。第七届IAS大会在2023年12月16日于南京正式开幕，秉承“技术为本，业务价值为先”的理念，本届大会围绕“企业核心系统平台的技术建设”展开深入探讨。

IAS会议现场

本次大会的关键词涵盖平台工程、弹性算力、AI大模型应用架构、云原生技术、业务战略、评估治理、可观测性等，吸引大量对平台架构感兴趣的技术专家和从业人员参会研讨。实验室邵栋副教授和周鑫助理研究员受邀进行演讲。

会议邀请多位资深架构师、平台工程师及相关技术负责人，分享他们在平台开发中的项目经验和技术心得。内容涵盖企业中台、低代码平台、应用开发平台、算力平台等关键技术，以及云原生技术在企业核心业务系统架构中的实践与应用。

IAS大会开幕

实验室成员徐近伟 (左一) 、王岩泽 (左二) 作为志愿者参与大会

实验室参会同学认真聆听行业专家的分享，与行业专家完成了最新技术思维的碰撞和交流，获得了更多的新知和洞见，并建立后续沟通联系。

2024年8月，软件研发效能实验室导师匡宏宇受邀赴AI+研发数字峰会 (AiDD) 北京站作为主讲之一与近千位来自金融、通信、泛互、消费电子、企服等行业的技术从业者分享研究成果。本届AiDD峰会以“AI驱动研发变革，促进企业降本增效”为主题，聚焦十五个主题论坛，策划60余项精彩议题内容，匡宏宇助理研究员在LLM驱动需求工程分论坛围绕“大语言模型时代需求自动追踪技术”的主题展开演讲。

实验室导师匡宏宇在AiDD展示实验室科研框架

实验室导师匡宏宇在AiDD现场演讲

实验室导师匡宏宇在AiDD演讲简介

实验室导师匡宏宇深耕软件需求领域多年，长期负责南京大学软件学院 “ 软件需求工程与商业模式创新”课程授课，在AiDD峰会他以需求自动追踪技术发展历程为引，阐述了大模型时代需求自动追踪技术的发展趋势，辅以具体研究案例围绕需求可追踪性对于大模型时代软件开发的价值展开讨论，最后对需求自动追踪技术在大模型时代的未来发展作出展望。

DevOps成熟度国家标准

2020年起，实验室作为核心成员单位主持承担由全国信息技术标准化委员会牵头的“软件开发运维一体化 (DevOps) 能力成熟度模型”国家标准的制定工作。2022年，在经过长达近两年的研讨和反复修改后，实验室与其他十余家合作单位共同完成了征求意见稿的编纂与修改。2023年5月23日，国家市场监督管理总局(国家标准化管理委员会) 批准发布中华人民共和国国家标准公告 (2023年第2号)，该次公告中正式批准发布了由全国信息技术标准化委员会牵头、南京大学软件研发效能实验室作为核心单位主持，联合34家单位合作起草制订的《系统与软件工程 开发运维一体化 能力成熟度模型》国家标准，标准号GB/T 42560-2023，该标准已于2023年12月1日起正式实施。

国家标准研讨会参会人员合影

标准名称：系统与软件工程 开发运维一体化 能力成熟度模型

计划号：20194204-T-469

英文名称：System and Software Engineering - Development and Operations - Capability Maturity Model

状态：实施中

发布单位：国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会

起草制订单位列表：南京大学 、北斗天地股份有限公司 、中国电子技术标准化研究院 、华为技术有限公司等

适用范围：GB/T 42560-2023《系统与软件工程 开发运维一体化 能力成熟度模型》规定了开发运维一体化能力成熟度的模型和内容，建立了能力成熟度框架，主要包括能力域分类和成熟度等级定义；围绕项目管理、过程改进、支持和保障、产品研发、服务管理和基础设施6大能力域，详细定义了归属于各个能力域的能力以及支撑不同能力的各个实践活动的具体要求，为组织实施和评估DevOps提供指导，是开发运维一体化领域的第一项国家标准。

AIGC赋能软件工程产业调研

随着大语言模型的出现和发展，软件工程行业正在经历一场前所未有的变革，这对高等院校的培养方式、教学方法和课程内容都提出了新的挑战与机遇。软件研发效能实验室敏锐地觉察到当前对以大语言模型为代表的AIGC应用于软件工程的研究尚缺乏结合实际工业应用场景的深入探讨。为填补这一空白，实验室在国内率先开展与各领域代表性IT企业管理层、研发负责人、专家顾问、以及一线开发者的系列深度访谈调研。本研究获得软件新技术全国重点实验室的重点项目资助。

实验室代表到访比亚迪，双方就LLM等技术在软件研发领域的潜在应用展开讨论，重点分析了现阶段新能源汽车产业面临的软件技术挑战以及对AIGC赋能软件工程的需求。

实验室代表对京东研发平台团队进行访谈，总结了当前大语言模型赋能软件工程 (LLM4SE) 的应用情况。访谈内容涉及LLM4SE在软件开发中的具体环节、实际应用案例、面临的技术和人员等问题、以及未来的改进方向。

自2024年4月产业调研启动以来，实验室已经完成了对阿里巴巴、腾讯、微软、京东、百度、字节跳动等20余家企业的调研访谈工作，积累了丰富的第一手资料，考察了LLM在实际项目研发中的具体应用情况。在访谈过程中，实验室代表与企业方就LLM参与的软件开发环节、带来的可量化收益、人机协同边界等企业当前应用现状进行交流，并探讨了LLM的应用规划、实现愿景的挑战、技术发展趋势等未来可能存在的问题。

实验室建设

人才建设

软件研发效能实验室对所有研究生实施国际标准的系统化培养，提供了多种选择的中长期海外合作研习及名校深造机会，形成了一支富有活力和极具国际视野的科研队伍。

科研与学习

研究生的日常学习与科研工作在八位全职教师和多位客座教授与企业导师的联合指导下进行，根据软件学院的教学计划，制定专业课程学习、科研实践、工程项目等一系列培养计划，帮助学生结合特长和兴趣找到主攻方向。实验室同时建立了多个研究方向团队，合理搭配博士/硕士/本科生比例，在教师团队的指导下，开展学术研讨和科研写作。

研究生培养制度

实验室本着加强对研究生在学期间科研创新能力、实践能力和学术活动能力等方面培养的目的，鼓励研究生积极进取，多出成果、出好成果，对研究生培养制度进行改革，建立了以学术能力积点（Academic Credit）为基础的研究生培养制度，在导师的指导下，负责各个研究课题的博士生协助进行学术成果评价，明确了研究生在读期间的科研工作量、工程实践量等环节的考核指标，为所有学生提供了公平合理且有序竞争的培养条件，让学生们拥有更大的创新和发展空间。

例会与研讨会

从2018年起，参照敏捷实践，实验室建立周例会的制度，以研究方向为单位，每周向导师团队汇报上周科研与学习工作进展以及本周工作计划，由导师作出评价，即时修正研究方向，同时也会在例会上讨论并解决上一周工作过程中遇到的阻塞项，从而确保科研和学习工作正常有序进行。

周研讨会制度是实验室成立以来就开始进行的一个由实验室全体师生参与的，就科研进展和成果进行分享、探讨、交流、评价的集体学术活动。研讨会主要包含两个部分，第一部分为学术报告，由导师安排或者研究生自行申请，以中、英文演讲的形式就自己近期的学术科研工作进展及阶段成果向大家做报告；第二部分为论文评审，参加研讨会的研究生分组讨论导师挑选的论文或由实验室学生提交的论文投稿，并在研讨会上给出评审意见。研讨会活动促进了同学们之间的学术交流分享，锻炼了大家的学术报告能力，已成为研究生学术创新能力培养的重要环节。2019年起，实验室将学术积点的培养制度与研讨会的学术报告以及评审报告实行结合，以激励机制更充分地发挥了大家的积极性、主动性。在新冠疫情期间，实验室逐步完善了线上研讨会的形式，使用多种方式为学生提供浓厚的科研氛围与及时的科研指导。疫情缓解后，实验室教学科研需求灵活采取线上与线下结合的形式，提升例会与研讨会的效果和效率。

国内学术活动

作为国内软件领域最高规格的学术盛会，中国计算机学会（CCF）主办的2023年中国软件大会（CCF ChinaSoft 2023）于2023年12月1-3日在上海国际会议中心举行。本次大会的主题是“智能化软件创新推动数字经济与社会发展”。大会组织了特邀报告、院士论坛、NASAC青年创新奖论坛、顶会顶刊论坛、优秀博士生论坛、优秀青年学者论坛以及论文专刊论坛、工业论坛、教育论坛、学科竞赛等40余场各类活动，实验室作为“软件研发效能前沿技术”论坛的发起组织方，多名老师和同学在会议上就相关主题研究进行报告探讨。

Chinasoft大会论坛现场

“软件研发效能前沿技术”论坛在CCF中国软件大会议程的第一天召开，本次论坛由南京大学张贺教授，同济大学朱少民教授，复旦大学彭鑫教授联合组织，并邀请了业界知名专家来自优川信息的何勉和来自OPPO的归雪峰作特邀专题报告。本次论坛主要交流分享了国内学术界提升软件研发效能多个主题的最新研究进展，聚焦于软件研发效能的“效率”和“质量”目标。

实验室直博生刘晓东在论坛上报告了实验室在微服务划分方向的最新研究成果，该研究着眼于解决微服务化划分过程中对安全这一质量属性的忽视问题，提出了一种基于多目标优化算法的优化安全性的微服务化划分方案，可以得到符合业务要求和安全性要求的微服务设计结果。

刘晓东在ChinaSoft大会论坛现场作报告

徐近伟在ChinaSoft大会论坛现场作报告

实验室直博生报告了实验室在基于区块链技术与微服务架构的软件成分分析领域的最新研究成果。

国际学术活动

2023年，在新冠疫情影响之后，实验室师生活跃于国际学术会议活动中。匡宏宇、顾胜晖、董黎明、杨岚心、李月、吕骏等多位助理研究员、博士生受邀在ICSE、FSE、ISSTA等软件工程领域的顶级会议上分享了他们的最新研究成果，并与来自全球的学者进行了面对面的深入交流，还亲身聆听了领域专家的专场报告。

ICSE是国际软件工程会议的简称，是软件工程领域最重要旗舰学术会议，每年都会汇集来自全球的软件工程研究人员和从业者，展示交流最新的研究成果。实验室助理研究员匡宏宇、博士生李月等受邀在ICSE2024会议现场报告。其中，李月报告了在工作量估算方向上的最新成果。该工作采用实证研究确定了可用于企业软件工作量估算的专家特征，并提出了结合语义特征和专家特征的工作量估算模型。

李月在ICSE 2024会议现场进行学术报告

ESEC/FSE全称为欧洲软件工程与基础软件工程联合会议，是由ACM主办的软件工程领域的三大旗舰会议之一，同时也是CCF推荐A级学术会议，在领域内具有重要的影响力。该会议汇聚了来自软件工程学术界和工业界的研究者、从业者和教育者，旨在共同研讨分析、设计、实现、测试和维护软件系统的理论、方法、技术和工具等。 ESEC/FSE 2023在美国加利福尼亚州旧金山市召开。实验室助理研究员杨岚心在会上汇报了一种评价代码评审意见质量的新方法，旨在实现自动化的和可解释性的评价目标。

杨岚心在ESEC/FSE 2023会议现场作学术报告 (左) 和在会议举办地美国旧金山的著名建筑“金门大桥”前拍照 (右)

ISSTA是国际软件测试与分析会议的简称，是软件工程领域中专注于软件测试、分析和验证的国际顶级会议。ISSTA每年都会汇集来自全球的学术界和工业界专家，讨论最新的软件测试技术、程序分析方法和系统验证手段，推动该领域的发展。实验室博士生吕骏在会上汇报了一种结合构建脚本和源代码中预编译指令的分析方法，能够高效地完成对软件项目构建依赖错误检查，这也是首个从增量构建的视角解决此问题的研究。

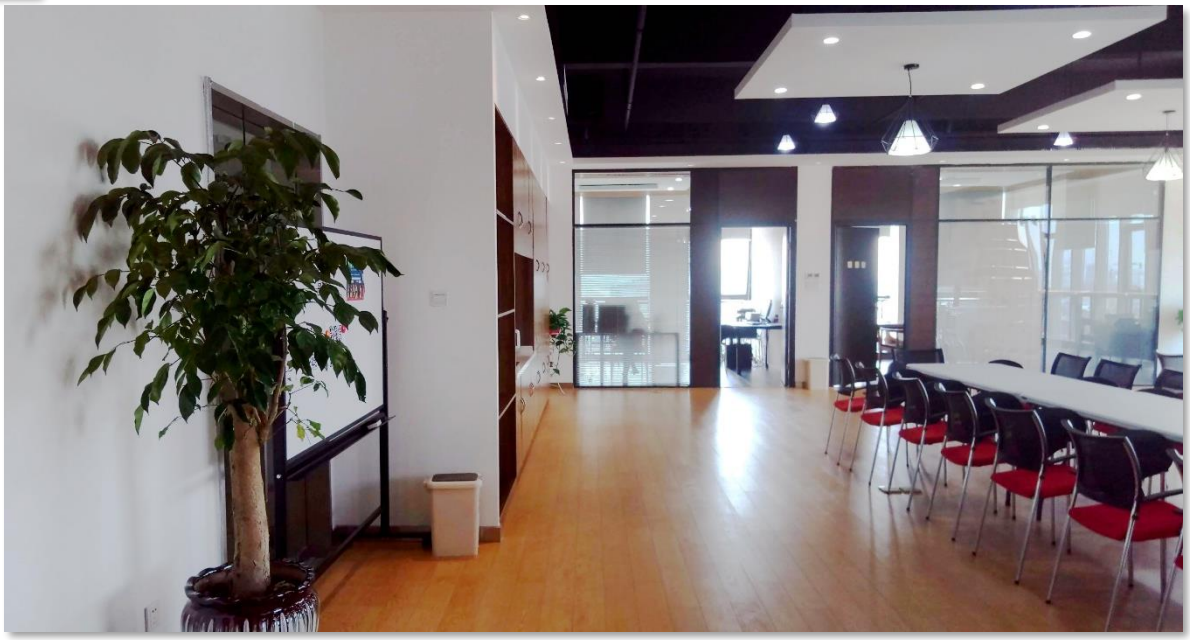
吕骏在ISSTA 2024会议现场进行学术报告

实验室博士生吕骏在FSE 2024会议现场进行学术探讨和交流。在本次会议中，他报告了针对多配置软件提高构建效率的新方法，该研究主要通过对配置进行排序以达到加速所有软件配置构建的目的，首次验证了使用增量构建并排序能够显著提升多配置软件集的构建效率，这项创新性的研究在会议上交流分享，广受研究学者们的认可，有效缓解现代软件项目面临的巨大软件构建负担。

吕骏在FSE 2024会议现场聆听其他学者报告

科研环境建设

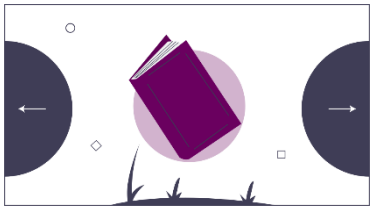
实验室为全日制博士生和学术型硕士研究生配备了固定的办公位及设备，为专业型硕士提供了开放学术研讨区，以保障大家高效地学习和交流。



实验室在雨花客厅的科研环境

制度建设

结合软件学院研究生培养制度，实验室建立了以《学术积点管理条例》为基础的一系列培养制度，包括《实验室科研津贴发放制度》、《学术论文发表管理制度》、《学生国际会议旅行资助制度》、《实验室技术报告管理制度》和《文体活动管理制度》等。



文体活动

实验室为全体成员提供丰富多彩的文体生活，以促进大家身心愉悦地进行学习和科研工作，同时增强体质，增进相互交流和沟通，增强实验室的凝聚力。实验室现有羽毛球、乒乓球、篮球、健身操、桌游等多种兴趣小组，每周进行相应的文体活动。

团建活动

实验室于2023年5月20日重启了每年的户外团建活动，在扬州进行了为期2天的集体观光，实验室同学可以在团建活动中放松自己，也可以增进互相之间的了解，建立良好的关系。

其“热”融融的户外烧烤

刘博士 (研究生) 与石墩子

谁不爱滑梯呢

瘦西湖排排坐

网站建设

● 实验室主页

软件研发效能实验室主页（http://softeng.nju.edu.cn/）包括以下几个栏目：

实验室主页：介绍实验室的总体情况以及近期活动图集

实验室成员：介绍实验室的各类成员

研究方向：介绍实验室的研究课题与相关研究工作

研究成果：介绍实验室师生出版和发表的专著和论文

教育：介绍实验室教师参与的本科生和研究生课程

重大活动：介绍实验室承办的科研、学术交流活动

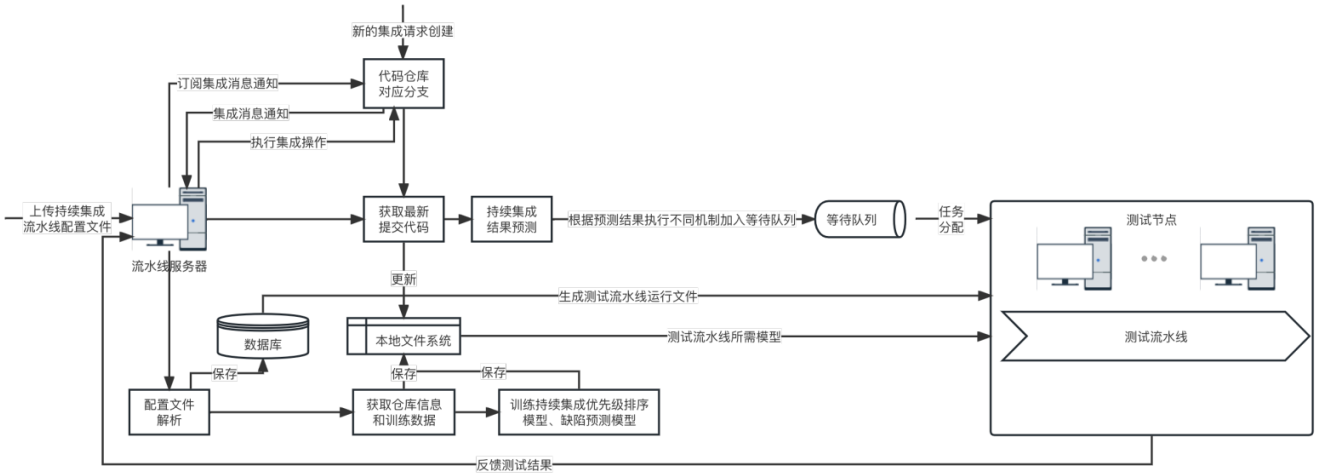
实验室网站发挥着窗口宣称作用，及时、准确的信息发布与更新使外界能够便利地了解和认识实验室的各方面状况。

● 实验室绩效管理系统

依托钉钉的OA工作平台，实验室自主开发了绩效管理系统，集成了能力评价管理、开发管理与论文管理等模块，系统涉及实验室成员的绩效、学术积点、论文评审、实验室资产管理等模块，并融入了区块链技术，保证数据的客观公正，以及对敏感数据的上链处理。同时提供定时提醒、报表导出等便捷功能，为实验室成员处理相关事务提供支持。

● ArtDev系统

DevOps源于敏捷文化，非常强调快速反馈，并且在实践中依赖于自动化工具。鉴于DevOps工具的数量和多样性迅速增加，实验室旨在通过利用工具和自动化的综合优势来简化DevOps实践并提高开发和运维效率。为了实现这一目标，团队开发并实施了一个统一的基于Web的DevOps平台（ArtDev），通过以自动化方式将工具集成到DevOps流程和持续交付管道，为DevOps的各个阶段提供支持的工具链平台，提高自动化程度打通代码流水线的编码、构建、测试、部署、运维等环节。ArtDev提供六个基本功能：智能流水线、代码管理、管道管理、测试管理、容器镜像管理和应用程序管理。ArtDev平台的智能流水线支持持续集成结果预测、测试用例选择、缺陷定位等多种智能技术，用户可灵活配置自定义流水线。



ArtDev系统流程

网站建设

● Pebble系统化文献综述系统

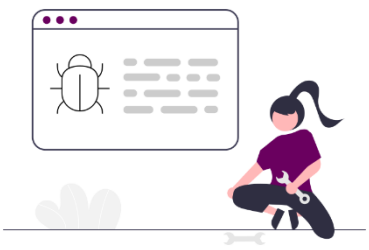
Pebble系统化文献评价（SLR）管理系统是实验室为经验研究者提供的研究支持平台工具。Pebble系统可提供离线工作、在线审阅、研究追溯、可视化分析和自动化分析等功能来支持多人协作的SLR完整研究流程。Pebble通过构建本地文献库，提高了对研究资料的备份管理能力和检索效率。

● 代码评审支持系统

代码评审支持（Code Review Support, CRS）系统是实验室为缓解代码评审中的若干痛点而自主设计和开发的一个轻量化支持系统。CRS系统提供了面向全代码评审流程的、支持多角色操作的功能模块。除了具备信息系统基础的功能外, CRS系统通过集成多个代码评审实践，重点提供了“评审前支持”模块, 功能包括评审任务描述、评审任务拆分、评审任务排序、评审专家推荐；“评审中支持”模块, 功能包括代码质量分析和评审重点推荐；“评审后支持”模块，功能包括: 评审效率评价和评审质量评价。CRS系统是实验室科研成果转化落地的最具代表性的产出之一，对于评价和提升代码评审效率和质量提供重要帮助。

● 漏洞影响库检测系统

漏洞影响库检测系统（Vulnerability Impact Library Detection, VILD）是实验室自主设计和开发的系统，旨在解决合作企业在漏洞影响库方面的痛点问题。VILD通过收集知识库、利用大模型LLM和幻觉消除技术提供高精度的漏洞影响库检测功能。系统主要包括“漏洞库检测”模块（主要功能有漏洞检测和影响库排查等）、“漏洞排除推荐”模块 (主要功能有提供漏洞排除建议等) 和“检测集管理”模块 (主要功能有维护和扩展检测集数据等)。VILD系统是实验室科研成果转化的代表性成果，展示了实验室与企业合作的广阔应用前景。



国际合作

国际学术交流

长期以来，实验室一直保持和国际软件工程领域著名学术机构进行多层次、多方面的学术交流，并积极拓展合作与交流的形式和渠道。

实验室与来自澳大利亚、挪威、瑞士、新加坡等国的高校保持深入的合作，2023年实验室博士生吕骏、李月、钟陈星分别前往新加坡国立大学和新加坡管理大学、荷兰的格罗宁根大学进行学术交流，其中李月进入David Lo教授团队开展科研工作，而吕骏则跟随Manuel Rigger助理教授进行学习。

吕骏 (右一) 与所在研究组同学和国外导师Manuel Rigger助理教授 (左二) 在聚餐时合影

吕骏 (右一) 与新加坡国立大学计算学院秘书合照

李月 (第二排左三) 与David Lo教授 (第一排左六) 以及所在研究组同学合影

博士生钟陈星在荷兰格罗宁根大学约翰·伯努利数学与计算机科学学院的软件工程与架构 (SEARCH)研究小组开展为期一年的访学交流项目，该项目由国家留学基金委资助。访学期间，钟陈星的主要指导老师为Paris Avgeriou教授，国际顶级期刊《Journal of Systems and Software》的联合主编、《IEEE Software》与《Transactions on Pattern Languages of Programming》等的编委会成员。Paris教授的主要研究方向为软件工程、软件架构以及经验软件工程，在该方向上他共计发表了200余篇国际顶级期刊和会议论文，Google引用量为11,568 (截至2024年10月7日)。钟陈星在访学期间的第二指导老师为Daniel Feitosa助理教授，其主要研究方向为软件项目自动化、技术债务管理和软件质量分析。钟陈星在格罗宁根的交流项目主要围绕一种特殊的架构异味展开，通过与Paris教授以及Daniel助理教授的通力合作，她形式化地定义了该异味，提出了该异味的检测方法，并基于此展开了一项大规模经验研究。

钟陈星 (第三排右一) 参加SEARCH小组的实验室团建项目

联合实验室--“星云数据技术”联合研究中心

南京大学-星环科技“星云数据技术”联合研究中心是2020年设立的南京大学校企联合实验室。该实验室融合星环科技在大数据和人工智能领域的先进技术和丰富实践经验，以及南京大学软件学院在软件工程学术研究和人才培养的优势，专注于大数据和人工智能技术研究、应用、人才培养和生态建设。实验室承担包括国家重点研发计划、自然科学基金、企业合作等多项课题。目前有全职教师4名，全日制博士生2人，硕士研究生近50人，在包括ICSE、ESEC/FSE、TOSEM、 TDSC 、 ASE 、 ISSTA 、 JSS、IST、SPE、软件学报等国内外一流期刊和会议中发表多篇论文。实验室将以“自主可控”和“产学研一体化”两大理念为指导，围绕大数据和人工智能技术开展工作。

研究内容

- 面向大数据的PaaS平台关键技术研究：容器化技术、资源调度、云原生存储、服务监控
- 数据治理方法和技术：GQM+、数据治理成熟度模型、面向特定领域的数字孪生
- 机器学习：特定领域多源特征工程、特定领域行业机器学习模型

实习交流

软件研发效能实验室和“星云数据技术”联合研究中心每年都会为同学提供前往星环科技实习交流的机会，帮助同学们更好地了解和参与大数据前沿技术在实践中的落地。

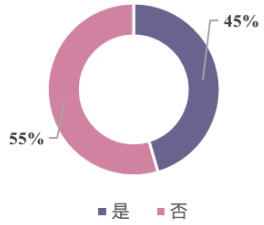
实验室同学与星环科技成员的合影

软件研发效能（中国）年度调查

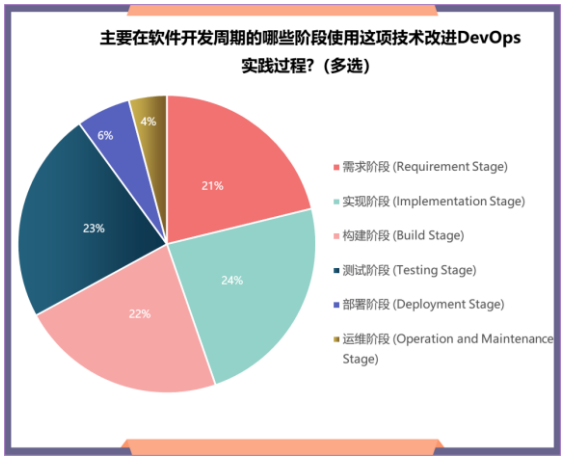
自2016年起，实验室率先发起并持续开展关注DevOps及研发效能国内发展现状的年度问卷调查，对DevOps转型现状、发展趋势、企业对政策/资质需求等情况进行了调查，力求详实客观地反映企业对DevOps及研发效能落地实践的需求，为广大软件行业的从业人员、专家学者和研究机构提供真实可信的数据支撑。

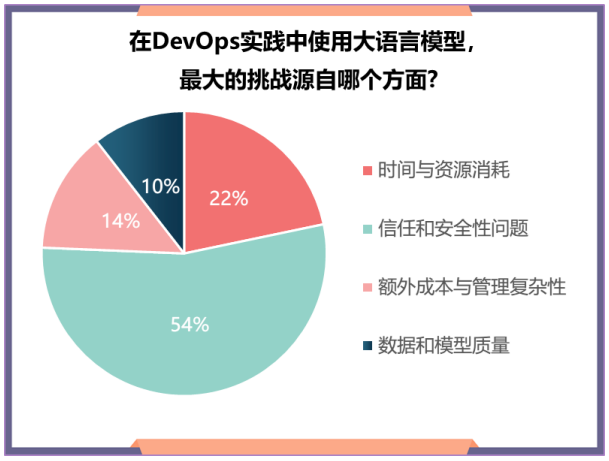
2023年度调查的重要结果

优化DevOps实践的过程中，是否使用了基于大语言模型的工具（例如ChatGPT）辅助工作?



最新的大语言模型（LLM）技术工具，例如OpenAI的ChatGPT、Google的Bard、百度的文心一言、阿里的通义千问，推动了构建和部署LLM的企业快速增长。探寻操作这些模型的最佳实践，如何在DevOps实践中融入LLM技术，LLM如何为DevOps过程赋能以及面临的风险和挑战等问题已获得广泛关注。2024年度调查结果显示，已有45%的受访者将LLM工具辅助软件研发工作并融入到优化DevOps实践的过程中，在需求/实现/构建/测试阶段均有较高比例的LLM技术应用。在DevOps实践中使用大语言模型的主要挑战在于模型的可信度问题，LLM生成的文本可能包含错误和误导性信息，这引发了受访者对于安全性和数据隐私的担忧。





2024年度调查已启动，期待您的参与！

在数字化时代的浪潮和大语言模型迅猛发展的背景下，实验室推出了全新的“软件研发效能·DevOps（2024年度）中国调查”。本次调查紧跟产业和学界前沿，围绕软件研发效能设计问卷，并延伸涵盖了安全、大语言模型等当前热点话题。年度调查始终秉持厂商中立、客观公正的态度，无论您是刚刚踏上DevOps之旅，还是已经成为DevOps实践专家，您的意见与见解对我们至关重要。期待您的参与与分享！

扫描二维码有奖参与2024年度调查

DevOpsPlus 2024

实验室大量招收有能力、有抱负的(专业型、学术型) 硕士生、博士生、博士后，期待你的加入！

软件研发效能实验室

devopsplus@outlook.com

地址：南京市汉口路22号·费彝民楼613

Address: 613 Feiyimin Building, 22 Hankou Rd.