

智能嵌入式系统专题序言

郭兵, 邓庆绪, 陈铭松, 张凯龙, 谢国琪, 周俊龙

引用本文

郭兵, 邓庆绪, 陈铭松, 张凯龙, 谢国琪, 周俊龙. 智能嵌入式系统专题序言[J]. 计算机科学, 2025, 52(4): 1-3.

. [Perface of Special Issue of Smart Embedded Systems](#)[J]. Computer Science, 2025, 52(4): 1-3.

相似文章推荐 (请使用火狐或 IE 浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[基于多核异构操作系统的动态冗余可靠机制研究](#)

Research on Dynamic Redundancy Reliability Mechanisms Based on Multi-core Heterogeneous Operating Systems

计算机科学, 2025, 52(4): 33-39. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.241100020>

[信息物理系统的传感器攻击抵御策略综述](#)

Survey of Sensor Attack Defense Strategies for Cyber Physical Systems

计算机科学, 2025, 52(4): 4-13. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.241000138>

[Ada语言实时绑定库的设计与实现](#)

计算机科学, 2001, 28(6): 114-117.

[嵌入式CORBA模型的研究](#)

计算机科学, 2000, 27(12): 101-104.

[TBus: 一种CASE环境体系结构风格研究与实现](#)

计算机科学, 2004, 31(1): 154-156.

智能嵌入式系统专题序言

郭兵¹ 邓庆绪² 陈铭松³ 张凯龙⁴ 谢国琪⁵ 周俊龙⁶

1 四川大学 成都 610021

2 东北大学 沈阳 110819

3 华东师范大学 上海 200062

4 西北工业大学 西安 710072

5 湖南大学 长沙 410082

6 南京理工大学 南京 210094

作为数字与物理、信息与应用交叉融合的重要基石,嵌入式系统技术在近十年被广泛应用于社会生产、生活、国防等诸多领域,并快速推动了这些领域的数字化、网络化和智能化发展。目前,随着人工智能技术和嵌入式芯片技术的发展,人工智能开始逐步向嵌入式系统迁移,尤其是随着机器人、无人机、无人车等智能设备的技术成熟,越来越多的应用需要在嵌入式系统上实现,嵌入式人工智能迎来崭新机遇。

为进一步促进嵌入式人工智能技术的研究和应用,从而加快新质生产力发展,《计算机科学》策划了“智能嵌入式系统”专题,该专题聚焦智能嵌入式系统相关的基础科学理论、关键技术方法与系统,以及嵌入式系统在深度学习、人工智能等领域的应用,吸引了来自工业界和学术界的诸多高质量稿件。经过严格的评审程序,最终录用了12篇优秀专题论文,包括2篇综述论文和10篇基础算法论文。希望这些最新的前沿科技成果能为相关领域的专家学者提供参考,促进学术界和工业界的深度融合,推动智能嵌入式系统技术的发展。

1 综述论文

1) 论文《信息物理系统的传感器攻击抵御策略综述》对信息物理系统中传感器攻击防御技术进行了系统性梳理与总结。首先基于攻击发生时间点,将现有研究划分为攻击防御、攻击抵御与攻击恢复3类框架;然后归纳了拒绝服务攻击、重放攻击和欺骗攻击等典型攻击模式及其影响,重点阐述了基于多源一致性、历史一致性与响应一致性的传感器攻击检测方法,且进一步分析了攻击检测后的数据融合策略,包括卡尔曼滤波与间隔融合等关键技术;最后探讨了传感器攻击防御在动态环境适应性、跨域协同防护等方面面临的挑战。该综述全面解析了信息物理系统传感器攻击防御的核心机制与技术路径,为提升系统安全性与鲁棒性提供了理论支撑与实践参考。

2) 针对传统信息系统架构难以满足海量数据交换、数据共享、数据安全等方面需求的问题,论文《信息系统架构发展展望——以国家自然科学基金委员会信息系统为例》以国家自然科学基金委员会的信息系统架构为例,探讨其发展演进方向。文章首先介绍传统的单体式信息系统架构和SOA信息系统架构在国家自然科学基金委员会的应用现状;然后从业务量和业务系统数量增长、信创替代、智能服务和数据管理4个方面对现有信息系统面临的挑战进行深入分析;最后从数据管理和微服务两个维度思考信息系统架构后续的发展方向。

2 基础算法

1) 论文《基于动态冲突预测的多智能体寻路算法》针对当前多智能体路径寻找问题通用解决方法存在调用底层算法次数多、迭代中冲突数量减少慢等问题,提出一种基于动态冲突预测的两层多智能体寻路算法。该算法在底层提出基于关键区间的动态避障方法与基于路径成本预测的迭代方法以提升运算效率;以此为基础,在顶层提出基于冲突预测的搜索算法以优化冲突选择技术,进一步提出冲突数量优先的启发式函数以加速减少冲突数量。该算法显著提高了在智能体密度高以及存在大量狭长通道的地图上的运算性能。

2) 针对当前嵌入式系统的混合部署和功能安全需求,论文《基于多核异构操作系统的动态冗余可靠机制研究》提出了一种动态异构冗余的操作系统架构。面向混合部署需求,该架构设计了异构操作系统的混合部署模式,并有效整合了OpenAMP框架以促进系统间的无缝通信;面向功能安全需求,该架构设计了一套调度、分发、裁决为一体的关键任务安全执行机制。通过上述设计增强了系统的灵活性和抗攻击能力,该工作为满足嵌入式系统的混合部署和功能安全需求提供了一种新的系统架构解决方案,具有一定创新性和实用价值。

3) 论文《基于改进近端策略优化的无人艇自主避障方法》针对无人艇在复杂海洋环境下难以获取完整的感知状态而导致构建的环境模型精度不佳的问题,提出一种改进近端策略优化的无人艇自主避障方法。该方法在近端策略优化算法中融合了循环神经网络的感知表征增强模块,提高了无人艇对时序环境感知的记忆能力,然后结合奖励重塑机制设计了一套自主避障奖励

函数,从而提升了无人艇避障策略的优化速度。大量仿真实验表明,该算法在模型收敛速度、碰撞率、超时率等方面优于传统近端策略算法。

4)针对现有信息物理系统分解算法存在时间复杂度高、通信开销大的问题,论文《基于解释 Petri 网的新型 CPS 分解方法》提出一种基于解释 Petri 网的信息物理系统分解方法,通过约束条件逐步分解网络,生成独立的状态机组件,以缩小模型规模。同时,提出一种新的信号同步机制替代传统的监控器方案以降低同步开销。实验结果表明,该方法在大多数测试案例中分解时间复杂度远低于传统方法,且生成的组件集合更加简洁。

5)针对云制造环境中现有工业资源服务选择方法缺乏对环境的自适应能力的问题,论文《基于生成对抗网络的云制造工业服务选择方法》在云制造环境下构建服务选择模型,并提出一种基于强化学习技术和生成对抗网络的服务选择算法。该算法利用图表示学习方法构建任务服务约束图,根据任务、服务和工业生产约束之间的内在联系,学习资源服务特征,并通过引入梯度优化和损失函数策略,为云制造工业生产提供一种有效的服务选择算法。大量实验表明,该算法能够有效提升云制造环境服务选择性能。

6)针对边缘计算平台火焰检测模型精度与实时性难以平衡的问题,论文《渐进自适应特征融合的轻量化火焰检测算法研究》提出一种轻量化渐进自适应特征融合算法,通过设计稀疏卷积算子降低计算复杂度,构建长距离上下文特征增强组件弥补分组卷积的信息交互缺陷,并创新高频增强机制优化空间/通道域参数以抑制背景干扰。该算法基于特征增强-渐进融合框架实现多尺度特征高效利用,降低了参数量,提高了实时推理精度和速度。

7)面向偏远地区网络覆盖不足的问题,论文《空天地一体化网络的无人机轨迹和计算卸载联合优化》构建了无人机与卫星协同的边缘计算框架,提出了无人机轨迹与计算卸载联合优化模型。为解决混合非线性规划难题,设计基于白鲸优化与沙猫群算法的双层优化策略,分别优化无人机轨迹规划和任务卸载决策。实验验证了该算法可提升无人机覆盖率与任务完成率,同时降低任务平均延迟,为空天地一体化网络资源调度提供高效解决方案。

8)针对多出口 DNN 资源配置优化中数据时效性(AoI)随机不确定性问题,论文《面向边缘智能应用的多出口深度神经网络随机优化方法》提出基于布谷鸟搜索的随机优化方法。该方法通过概率约束建模 AoI 分布,以最小化计算资源开销为目标,动态预测各出口退出概率并迭代优化出口设置方案。实验表明,相比确定性方法,该算法能在满足 AoI 约束条件下显著降低 DNN 计算开销,为边缘设备实时推理任务提供轻量化部署支持。

9)针对非 GPU 类低资源芯片部署复杂 CNN 模型的挑战,论文《面向低资源芯片的高效自适应卷积神经网络加速器》提出自适应卷积加速器 ACNNA。通过资源折叠式 PE 阵列和多级存储复用策略,实现硬件资源动态调度与并行计算优化。在 Ultra96 V2 平台上进行验证,结果表明采用 ACNNA 部署的 VGG16 资源占用率显著降低,计算速率、FPS 性能较现有方案都有较大提升,能为低功耗边缘设备提供高能效加速方案。

10)针对多核弱硬实时系统任务调度可调度性低与运行时开销高的问题,论文《同构多核平台上基于弱硬约束和优先级距离启发的任务划分算法》提出 WHCA-TPA 与 PDA-TPA 双算法。前者基于弱硬约束优化任务分配与利用率估计,后者通过优先级距离减少抢占次数,实验表明两者可分别提升可调度比例与降低上下文切换开销,为多核实时系统提供兼顾稳定性与效率的调度范式。



郭兵 四川大学计算机学院(软件学院)教授、博士生导师、副院长,中国计算机学会理事和嵌入式系统专委会主任,四川省学术和技术带头人,四川省有突出贡献的优秀专家,四川省杰出青年科技基金获得者。长期从事嵌入式智能系统、云计算和数据资产的研究与开发工作,主持2项国家重点研发计划项目、2项国家自然科学基金重点项目等32项科研项目。目前在国内外学术期刊和国际会议上发表论文150余篇,获得四川省和电子部等各种奖励3次。



邓庆绪 东北大学计算机学院教授、博士生导师,中国计算机学会嵌入式系统专委会副主任,辽宁省嵌入式软件重点实验室主任。教育部新世纪人才,辽宁省“兴辽人才”科技创新领军人才,辽宁省教育厅创新团队负责人,政府津贴获得者。主要研究方向为实时嵌入式系统、可重构计算、信息物理系统/物联网工程。以负责人身份承担国家863计划项目、国家支撑计划、国家自然科学基金、国际合作基金、国家重点研发计划等项目30余项。相关成果已获得22项发明专利,2012年获得辽宁省技术发明一等奖(排名第三),2014年获得辽宁省科技进步一等奖(排名第一),2014年获得国家科技进步二等奖(排名第六),2022年获得辽宁省科技进步一等奖(排名第一)。已在相关领域的国内外著名期刊和会议上发表论文180余篇,并获得RTSS最佳论文奖。



陈铭松 华东师范大学教授、博士生导师,软硬件协同设计与应用技术教育部工程研究中心主任。主要研究方向为可信智能软硬件协同设计、信息物理融合系统设计自动化。在 DAC、ISCA、RTSS、TC、TCAD、软件学报等国内外权威会议与期刊上发表论文 200 余篇,出版英文专著 3 部,相关成果获得上海市科技进步特等奖(排名第三)。主持重点研发计划项目(首席科学家)、基金委重大研究计划重点项目在内的多项省部级及以上重点项目。目前担任 CCF 嵌入式专委会副主任、上海计算机学会物联网专委会副主任。



张凯龙 博士、博士后(法国),西北工业大学软件学院教授、博士生导师,西北工业大学-巴黎高科 MINES 机器人与群智能系统联合实验室主任,陕西省计算机教育学会常务理事,中国计算机学会杰出会员、嵌入式系统专委会副主任,第二届中国嵌入式系统十大杰出青年,法中科学与应用基金会“卡恩·冈”奖获得者。主要研究方向为实时/智能/可信嵌入式系统、协作式智能交通系统、空地海群智能协同系统等。主持国家自然科学基金项目、省部级重大科技计划项目等 20 余项。在 IEEE Transactions on ITS, IEEE ITSC 等领域权威期刊和会议发表学术论文 60 余篇,获发明专利、著作权等 30 余项,出版嵌入式类专业书籍 7 部。获陕西省科技进步一等奖、国防科技进步三等奖等。



谢国琪 湖南大学教授、博士生导师,从事嵌入式计算基础理论、平台技术与应用系统研究。现任信息科学与工程学院院长助理、嵌入式与网络计算湖南省重点实验室主任、中国计算机学会(CCF)嵌入式系统专委会秘书长。国家级青年人才计划获得者、湖南省杰出青年基金获得者。担任 JSA, JCSC 及 MICPRO 3 本嵌入式领域 SCI 期刊编委,获 IEEE 可扩展计算早期职业奖、华为欧拉开源贡献精英教师奖,主持研发的 ZVM 项目获评欧拉社区优秀开源项目。近五年发表 CCF A 类及 ESI 高被引论文 30 余篇,出版专著 2 本,主持华为、腾讯、百度、支付宝、飞腾、中国汽研、南昌汽研、联合汽车电子、湘江智车、中国船舶、中国航天等企业项目 10 余项,主持研发嵌入式实时虚拟机管理平台、CAN-TSN 实时通信平台、汽车软件可视化辅助开发系统、汽车软件架构自动化开发系统、车端 V2X 场景验证系统等多款嵌入式平台与系统,并应用于合作企业的工业实践。



周俊龙 南京理工大学副教授、博士生导师,现任计算机科学与工程学院院长助理、分布式计算与体系结构研究所副所长、中国计算机学会嵌入式系统专委会副秘书长/常委。主要研究方向为嵌入式系统、边缘计算、计算机体系结构,在 IEEE TC、TCAD、TPDS、TDSC、TSC、RTSS、软件学报等国内外权威期刊与会议上发表论文 100 余篇,其中 10 篇期刊论文入选 ESI 热点/高被引论文,2 篇会议论文获最佳论文奖。主持国家和省部级科研项目 10 余项,企事业单位委托横向课题 10 余项。入选江苏省高校青蓝工程人才计划、江苏省优青,获江苏省计算机学会青年科技奖、上海市计算机学会优博,担任 SCI 期刊 JSA, SUSCOM, JCSC, IET CPS 的编委和中文核心期刊《计算机科学》的执行编委。