

嵌入式网络技术现状与发展趋势

冯智伟, 邓庆绪

东北大学计算机科学与工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年10月28日; 录用日期: 2025年11月20日; 发布日期: 2025年12月1日

摘要

嵌入式网络正处于由“万物互联”向“万物智联”演进的关键阶段, 对低时延、高可靠与异构融合提出了更高要求。最近, 国际研究聚焦于体系架构创新与范式重塑, 如太赫兹通信及时间敏感网络调度优化; 国内研究则更强调工程可行性与系统集成, 例如5G-A与TSN异构融合、自主短距协议星闪、WiFi智能感知及RFID精确定位等方面取得进展。未来, 嵌入式网络将沿着“通信-感知-计算-智能”一体化等方向演进, 为工业、车载与智慧城市等场景提供确定性与智能化的网络支撑。

关键词

嵌入式网络, 5G/6G, 时间敏感网络(TSN), 低功耗广域网(LPWAN), 星闪(SparkLink), WiFi智能感知, RFID

The Current Status and Development Trends of Embedded Network Technology

Zhiwei Feng, Qingxu Deng

School of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang Liaoning

Received: October 28, 2025; accepted: November 20, 2025; published: December 1, 2025

Abstract

Embedded networks are at a pivotal stage in their transition from “connecting everything” to “intelligently connecting everything”, imposing stricter requirements for ultra-low latency, high reliability, and heterogeneous integration. Recent international research emphasizes architectural innovation and paradigm shifts—such as terahertz communications, and optimization of Time-Sensitive Networking (TSN) scheduling—whereas domestic efforts prioritize engineering feasibility and

system integration, with advances in 5G-Advanced (5G-A)-TSN heterogeneous convergence, the indigenous short-range protocol NearLink, Wi-Fi-based intelligent sensing, and RFID-based precise localization. Looking ahead, embedded networks will evolve toward integrated “communication-sensing-computing-intelligence”, providing deterministic and intelligent networking support for industrial, vehicular, and smart-city scenarios.

Keywords

Embedded Networks, 5G/6G, Time-Sensitive Networking (TSN), Low Power Wide Area Network (LPWAN), SparkLink, WiFi Sensing, RFID

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在智能化浪潮加速推进的背景下，嵌入式网络正处于从“万物互联”向“万物智联”转型的关键阶段，其演进路径如图 1 所示。作为人-机-物深度融合的基础设施，嵌入式网络不仅需要在通信层面满足低时延、高可靠、高并发、高带宽等多场景差异化需求，更要满足嵌入式网络通信异构互联需求。从技术演进角度看，嵌入式网络通信技术经历了从早期的串口(UART)、CAN 总线、Wi-Fi、蓝牙、ZigBee、RFID 等，到近年来发展出了 5G-Advanced (5G-A, 5G 演进)、第六代移动通信(6G)、时间敏感网络(TSN)、星闪(SparkLink)以及低功耗广域网(如 LoRaWAN)等。这些技术推动通信、感知与计算的一体化融合，加速嵌入式网络从“连接为主”向“感传智一体化”的范式跃迁。面对新一代工业互联网、车载协同系统、智能终端及智慧城市等复杂场景需求，嵌入式网络正日益成为承载智能服务与实时交互的关键支撑平台。本章将围绕上述演进趋势，系统梳理国内外在嵌入式网络领域的主要研究成果与技术路径，重点对比不同通信技术的适用性，并进一步探讨未来嵌入式网络在架构、协议与智能能力等方面的发展方向与关键挑战。

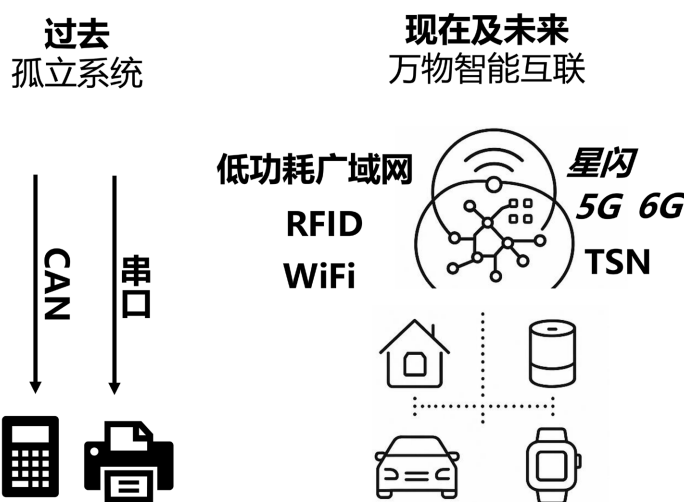


Figure 1. From isolated systems to the intelligent interconnection of all things

图 1. 从孤立系统到万物智能互联

2. 国外研究现状

随着移动通信技术代际更替，通信系统不仅在数据速率、连接密度和时延控制等物理层性能指标上持续提升，其服务形态亦从基础语音与短信逐步演化为支持高清视频、增强现实(AR)、沉浸式虚拟现实等多样化形式，如图 2 所示。

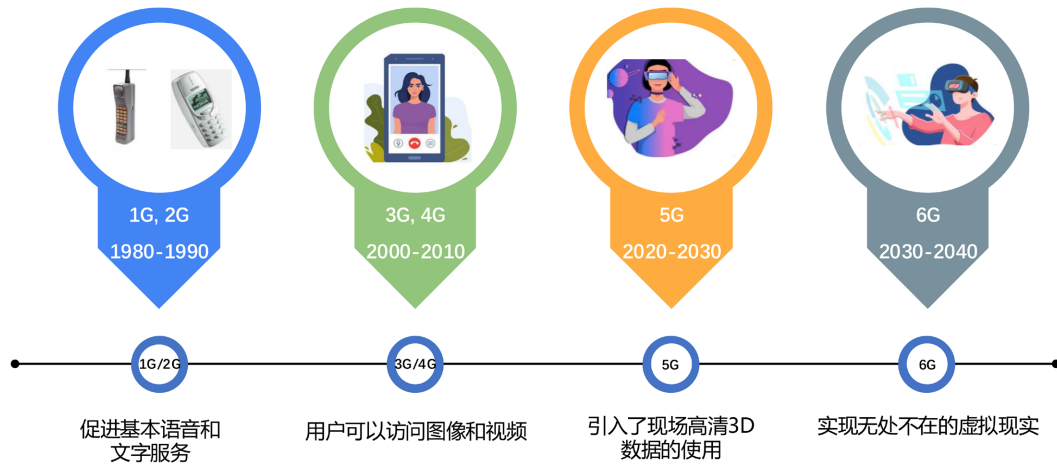


Figure 2. From voice to virtual reality: the mobile communication revolution from 1G to 6G
图 2. 从语音到虚拟现实：1G 至 6G 的移动通信革命

5G-A 是基于 5G 网络在功能上和覆盖上的演进和增强，是支撑互联网产业 3D 化、云化、万物互联智能化、通信感知一体化和智能制造柔性化等产业数字化升级的关键信息化技术。在 5G 与 6G 的相关研究中，国际研究聚焦于网络架构的重构与跨域融合能力的构建，深入探索面向未来网络的基本能力体系。例如，Siddiky 等人提出了一套结合非 IP 协议与信息中心网络的新型架构，旨在系统性地提升 5G 网络效率与灵活性[1]。为实现 6G 所构想的太比特级(Tbps)传输速率，El Mattar 等人将研究焦点集中于太赫兹 (THz)与光无线通信等超高频段，并将其视为突破传统频谱瓶颈的关键路径[2]。相较于 5G，6G 不仅在峰值速率、端到端时延、可靠性及连接数密度等关键性能指标上实现量级提升(如表 1 所示)，还将与人工智能技术深度融合，构建能够连接物理世界与虚拟世界的智能化网络，最终实现人、机、物与虚拟空间的全面互联互通。

Table 1. Performance comparison of 5G and 6G
表 1. 5G 与 6G 性能对比表

性能	5G	6G
峰值数据速率	20 Gbit/s	1~10 Tbit/s
用户体验数据速率	0.1 Gbit/s	1 Gbit/s
时延	>1 ms	<0.3 ms
移动速度	<500 km/h	1000 km/h
全球覆盖率	大约 70%	>99.9%
移动速度	500 km/h	>800 km/h
区域流量密度	0.01 Gbit/(s·m ²)	1 Gbit/(s·m ²)
网络能源效率	比 4G 高 10~100 倍	比 5G 高 10~100 倍
频谱效率	比 4G 高 3~5 倍	比 5G 高 3~5 倍

时间敏感网络是 IEEE 802.1 工作小组中的 TSN 工作小组发展的系列标准, 用于定义以太网上时间敏感传输的机制。其核心方向包括时钟同步、调度机制、队列管理与可靠性增强。近年来, 围绕 IEEE 802.1Q 系列展开多个标准修正案(如 ASds [3]、ASeb [4]、Qdq [5])的修订, 涵盖对同步精度、整形器配置与带宽分配等方面。TSN 标准架构[6]如图 3 所示。

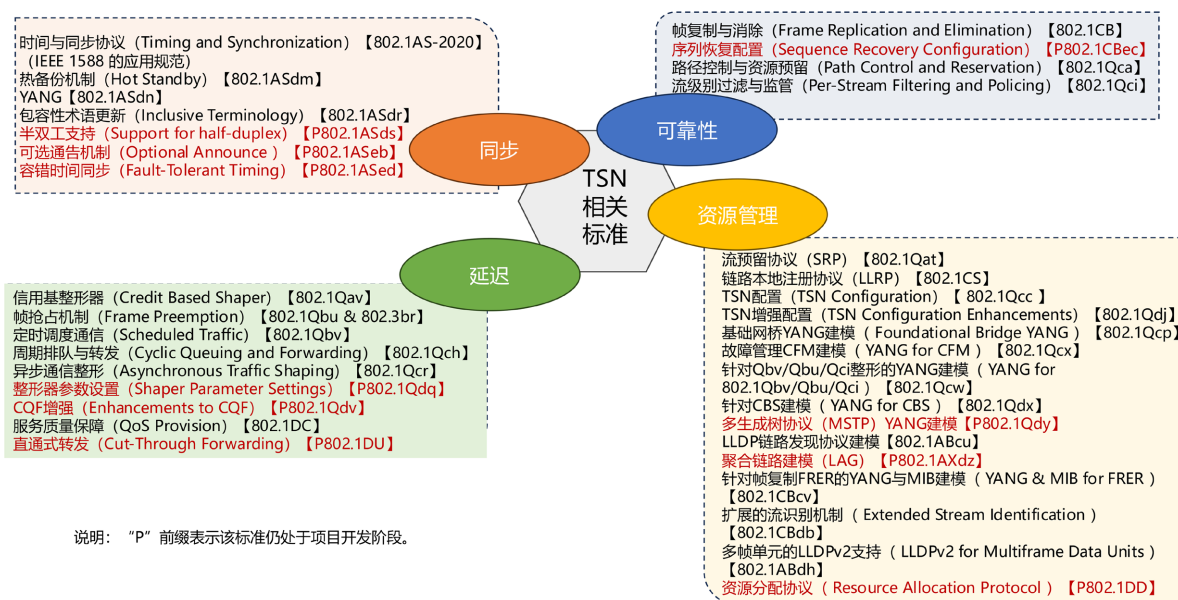


Figure 3. TSN standard architecture

图 3. TSN 标准架构图

此外, 针对 TSN 的研究, 为提升协议层面的系统性理解与工程适用性, Xue 等对 IEEE 802.1Qbv (时间感知整形器) 调度机制进行了全面综述与实验评估, 分析了其在多类工业场景中的可行性与性能差异, 为调度算法的实际部署提供了实证基础[7]。在调度机制优化方面, Muñoz 等提出了一种联合调度模型, 能够协同调度时间同步协议报文与关键工业流, 提升了链路资源利用效率与端到端传输的紧凑性[8]。Lopes 等则从系统架构层面探讨了 TSN 在智慧城市通信骨干网中的部署可行性, 面向自动驾驶、智能电网等应用场景提出了低时延、高可靠性的确定性通信保障机制[9] [10]。

低功耗广域网 (Low Power Wide Area Network, LPWAN) 是针对物联网中远距离、低功耗通信需求设计的网络层技术体系, 通过超长电池寿命 (可达 10 年) 和广域覆盖 (城市超 2 公里) 特性解决传统无线通信在物联网部署中的局限。该技术分为授权频谱 (NB-IoT, LTE-M) 与非授权频谱 (LoRa, SigFox) 两方面。其研究方面, Maurya 等系统性地梳理了机器学习与深度学习在资源分配、信道选择、拥塞控制与能效优化中的应用, 为 LPWAN 架构优化提供了思路[11]。Chinchilla 等通过构建混合整数规划 (Mixed Integer Programming, MIP) 模型, 对 LoRaWAN 网络的参数配置进行优化, 在保持服务公平性的前提下显著提升系统吞吐能力[12]。Al-Sammak 等则针对智能电表等终端设备的能耗问题, 提出了一种基于网络状态感知的自适应传输策略, 实现了动态发射控制与电池寿命延长的双重目标[13]。

在 WiFi 方面, 近期研究主要围绕如何提升基于 WiFi 的感知能力展开。Hoang 等通过引入去噪自动编码器 (Denoising Autoencoder) 提升了 WiFi 信号下的姿态识别鲁棒性, 显著增强了系统在复杂环境中的感知能力[14]。为解决 WiFi 感知应用中高质量训练样本稀缺的问题, Wang 等引入生成式人工智能 (AIGC) 方法, 构建合成样本以扩展数据集, 有效支撑模型泛化能力提升[15]。

在 RFID 与反向散射通信领域, 相关研究正不断拓展其面向智能化应用的能力。Nolan 等设计了“KeyStub”无源交互设备, 借助反向散射技术实现了低功耗人机交互, 为新型感知界面提供了可行路径[16]。Mattar 等进一步探索了以 WiFi 和 5G 信号替代专用激励源的技术路径, 提升了反向散射通信系统的可部署性与扩展性, 为广域智能感知提供新支撑[2]。

3. 国内研究现状

在 5G-A 与 6G 系统研究方面, 北京邮电大学的高伟东团队提出一种优化的下行链路寻呼机制, 在兼顾时延控制的同时实现了最高达 38.89%的节能效果[17]。北京邮电大学冯志勇团队专注于通信感知一体化设计, 在多参考点场景下显著提升了系统的感知精度[18]。此外, 中国诺基亚贝尔实验室的 Chao 等系统梳理了 5G-A 支持的环境物联网(Ambient IoT)相关国际标准制定进程[19]。

国内关于 TSN 的研究以应用为导向, 湖南大学谢国琪团队提出一种两阶段网关调度机制, 有效提升了 CAN 报文在 TSN 骨干网上的接收率(提升幅度为 4.3%~8.2%), 解决了异构总线融合的核心问题[20]。重庆邮电大学张磊团队设计并实现了支持国产 AUTBUS 协议的 TSN 转换网关, 具备 1.455 毫秒的低延迟转换能力, 为国产工业总线标准融入 TSN 生态提供关键支撑[21]。东北大学冯智伟等通过流选择、路由选择和队列分配等步骤实现高效的 TSN 循环队列转发整形器调度[22]。

在新一代国产短距通信协议方面, 南京理工大学冯李航团队将星闪协议部署于智能汽车避障测试平台, 实验证明其低延迟特性能够满足动态路径规划要求[23]。

在 LPWAN 领域, 北京大学刘云淮团队提出了 LoBee 跨协议通信机制, 打通了 LoRa 与 ZigBee 之间的物理层通信障碍, 实现远距离通信与高自组网能力的结合, 为多协议物联网协同提供了新范式[24]。

在提升 WiFi 智能感知方向, 国内研究在系统级方案与基础模型层面均取得了显著进展。北京大学张大庆团队引入物理层衍射模型, 提升了复杂多径环境下的识别精度[25]。此外, 张大庆团队还提出了利用波束成形反馈矩阵进行 WiFi 感知, 该方法通过充分利用 WiFi 芯片中现有的波束成形反馈信息, 实现了高精度的感知功能[26]。在人工智能与感知系统结合的研究中, 苏州大学的邓滔团队提出了面向 WiFi 的 ConSense 持续学习框架, 有效解决了 WiFi 感知模型在动态变化场景下面临的灾难性遗忘问题[27]。而在 WiFi 感知系统的隐私保护方面, 浙江大学卢立团队则揭示了基于 WiFi 感知系统的新型窃听漏洞, 为系统部署提供了隐私风险评估依据[28]。

在 RFID 智能感知应用方面, 天津大学刘秀龙团队提出了移动 RFID 机器人定位方法, 结合信号解缠绕与多天线优化算法, 提升了移动机器人定位精度并降低了因速度变化引起的测量误差[29]。

4. 国内外研究对比

在新一代信息通信技术发展进程中, 国内外研究在重点方向与技术路径上呈现出一定的差异性与互补性。

在 5G/6G 网络研究方向, 国际研究普遍聚焦于底层体系结构的变革与技术范式的重塑, 重点探索非 IP 通信协议、太赫兹通信与信息中心网络等前沿关键技术, 力图推动网络架构的深度重构。以支撑未来高性能、泛在智能网络的构建。相比之下, 国内研究则更加强调技术的工程化落地与系统集成能力提升, 聚焦于网络能效优化、通信与感知一体化设计等方向, 注重应用可行性与部署实效。

在时间敏感网络研究方向, 国际研究以协议机制优化与系统性能评估为主要突破点, 围绕时间同步流量调度、TSN 在 5G/6G 无线通信与智慧城市中的适配性开展研究, 具有较强的前瞻性与技术引领性。国内研究则聚焦工业场景中的异构网络融合与 TSN 部署可行性问题, 重点推进协议转换、调度策略设计及系统集成等技术, 强调落地部署与本地化适配。

在低功耗广域网研究方向, 国际研究侧重于引入人工智能方法对资源调度、能效管理与带宽利用进行深度优化; 而国内研究则在跨协议互通机制方面提出解决方案, 例如通过物理层跨技术通信手段实现 LoRa 与 ZigBee 间的双向直接通信, 提升了系统互操作能力与部署灵活性。

在短距离通信技术方向, 国际研究多基于对现有协议栈的优化扩展, 而国内则围绕“星闪”协议构建自主可控的短距通信体系, 形成与国际标准演进路径不同的发展路线, 重点服务于高可靠、低延迟需求下的工业制造与智能交通等应用场景。

在 WiFi 与 RFID 方面, 国内外研究内容都扩展至智能感知应用方面, 但国际研究更侧重于 AI 与新型应用范式结合的探索, 涵盖如基于 AIGC 的合成训练数据生成、无源交互式设备构建等方向; 国内研究则更加注重系统级功能完备性与实用性提升, 在 WiFi 感知建模优化、RFID 定位精度提升与隐私保护机制方面进行深入研究, 形成了较为系统的研究体系。

综上所述, 国际研究在架构重塑与未来网络范式创新方面具备引领优势, 国内研究则以工程实践为导向, 在融合应用与自主体系构建方面形成独特路径, 二者互为补充, 共同推动通信与感知系统的协同演进。

5. 发展趋势和展望

未来, 嵌入式网络将朝着低时延、高可靠、高带宽、高并发与异构融合等方向持续演进。

在低时延与高可靠方面, 未来嵌入式网络架构将深度嵌入轻量化 AI 模型, 以提升边缘节点的自适应处理能力与协同决策效率, 实现毫秒级响应与稳定性保障。与此同时, 为满足大规模部署下的能耗控制与资源调度需求, 嵌入式网络需在有限算力条件下实现动态优化, 确保端到端通信链路的稳定与敏捷。

面向高带宽与高并发场景, 6G 将以“通信 - 感知 - 计算”深度融合为核心, 突破太赫兹通信频段、非正交波形等物理层瓶颈, 显著提升系统容量与连接密度。未来 6G 不仅是带宽提升的技术飞跃, 更将构建支撑智能服务的综合平台, 实现从数据传输向智能处理的演进。

在异构通信方面, TSN 技术将向无线接入、城市级泛在覆盖等方向拓展, 支撑多制式、多协议设备之间的确定性通信需求。其应用正由工业控制与车载系统扩展至智慧交通、电网调度、航空航天等复杂场景, 构建具有端到端时延与抖动保障的网络服务能力。LPWAN 将强化与 ZigBee、5G、6G 等网络系统的互联互通, 构建统一的异构通信架构, 提升系统整体互操作性与扩展性。

在面对海量接入设备时, LPWAN 进一步引入机器学习与强化学习算法, 实现链路选择与能效控制的优化, 以支撑大规模无源节点的接入。针对高并发场景与低时延场景, 星闪作为新一代国产短距通信协议, 具备统一物理层架构与原生并发调度机制, 能够有效满足智能制造、自动驾驶、人机协作等对通信确定性与安全性要求极高的关键业务需求。其标准化进程与生态建设正稳步推进, 成为支撑本地高密度集部署的重要基础。

WiFi 与 RFID 在 AI 能力加持下, 其智能化应用正实现由传统识别向高精度、智能化方向的跃升。除基本身份识别功能外, 其应用已拓展至厘米级定位、行为分析、主动交互与安全防护, 在构建智能空间与智慧城市中发挥着关键作用, 助力实现通信 - 感知 - 计算的一体化融合。

基金项目

本研究得到了国家自然科学基金项目(No. 62202086), 辽宁省联合基金项目面上资助计划项目(No. 2023-MSBA-072)与中央高校基本科研业务费项目(N2416010)的支持。

参考文献

- [1] Siddiky, M.N.A., Rahman, M.E. and Uzzal, M.S. (2024) Beyond 5G: A Comprehensive Exploration of 6G Wireless

- Communication Technologies.
- [2] El Mattar, S. and Baghdad, A. (2025) Beyond Traditional Rfid: Unveiling the Potential of Wifi, 5G, Bluetooth, and Zigbee for Backscatter Systems. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, **36**, e70062. <https://doi.org/10.1002/ett.70062>
 - [3] P802.1ASds—Support for the IEEE Std 802.3 Clause 4 Media Access Control (MAC) Operating in Half-Duplex. <https://1.ieee802.org/tsn/802-1asds/>
 - [4] P802.1ASeb—Optional Use of Announce. <http://1.ieee802.org/tsn/802-1aseb/>
 - [5] P802.1Qdq—Shaper Parameter Settings for Bursty Traffic Requiring Bounded Latency. <https://1.ieee802.org/tsn/802-1qdq/>
 - [6] Time-Sensitive Networking (TSN) Profiles. <https://www.ieee802.org/1/files/public/docs2025/admin-tsn-summary-0325-v01.pdf>
 - [7] Xue, C., Zhang, T., Zhou, Y., Nixon, M., Loveless, A. and Han, S. (2025) A Survey and Experimental Study of Real-Time Scheduling Methods for 802.1qbv TSN Networks. *ACM Computing Surveys*, **58**, Article ID: 3736715. <https://doi.org/10.1145/3736715>
 - [8] Muñoz, P., Rodríguez-Martín, P., Caleyá-Sánchez, J., Prados-Garzón, J., Adamuz-Hinojosa, Ó. and Pablo Ameigeiras, a. (2025) Joint Scheduling of IEEE 802.1AS gPTP and Industrial Data Traffic in TSN-6G Networks. *IEEE Access*, **13**, 99842-99862. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3577021>
 - [9] Lopes, R.E., Raposo, D., Martins, R. and Sargento, S. (2025) Time-Sensitive Smart Cities: Addressing Smart City Challenges with TSN. *IEEE Access*, **13**, 10459-10480. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3528257>
 - [10] Egger, S., Dürr, F., Varga, B., De Andrade, M., Sharma, G.P., Sachs, J., *et al.* (2025) Wireless-Aware TSN Engineering: Implications for 5G and Upcoming 6G Networks. *IEEE Network*, **39**, 99-107. <https://doi.org/10.1109/mnet.2025.3556002>
 - [11] Maurya, P., Hazra, A., Kumari, P., Sørensen, T.B. and Das, S.K. (2025) A Comprehensive Survey of Data-Driven Solutions for LoRaWAN: Challenges and Future Directions. *ACM Transactions on Internet of Things*, **6**, 1-36. <https://doi.org/10.1145/3711953>
 - [12] Chinchilla-Romero, N., Prados-Garzon, J., Delgado-Ferro, F. and Navarro-Ortiz, J. (2025) An Optimization Model for Resource Allocation in Multitenant LoRaWAN Scenarios. *IEEE Internet of Things Journal*, **12**, 29713-29728. <https://doi.org/10.1109/jiot.2025.3569060>
 - [13] Al-Sammak, K.A., Al-Gburi, S.H., Marghescu, I., Drăgulescu, A.C., Marghescu, C., Martian, A., *et al.* (2025) Optimizing IoT Energy Efficiency: Real-Time Adaptive Algorithms for Smart Meters with LoRaWAN and NB-IoT. *Energies*, **18**, Article No. 987. <https://doi.org/10.3390/en18040987>
 - [14] Hoang Nguyen, X., Nguyen, V., Luu, Q., Dinh Gian, T. and Shin, O. (2025) Robust Wifi Sensing-Based Human Pose Estimation Using Denoising Autoencoder and CNN with Dynamic Subcarrier Attention. *IEEE Internet of Things Journal*, **12**, 17066-17079. <https://doi.org/10.1109/jiot.2025.3535156>
 - [15] Wang, Z. and Mao, S. (2025) AIGC for Wireless Sensing: Diffusion-Empowered Human Activity Sensing. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, **11**, 657-671. <https://doi.org/10.1109/tccn.2025.3525588>
 - [16] Nolan, J., Qian, K. and Zhang, X. (2023) KeyStub: A Passive RFID-Based Keypad Interface Using Resonant Stubs. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, **7**, 1-23. <https://doi.org/10.1145/3631442>
 - [17] Ma, W., Gao, W., Liu, J., Zhang, K., Zhao, X., Cui, B., *et al.* (2025) Research on Paging Enhancements for 5G-A Downlink Transmission Energy Saving. *Digital Communications and Networks*, **11**, 818-828. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2024.07.005>
 - [18] Wei, Z., Li, F., Liu, H., Chen, X., Wu, H., Han, K., *et al.* (2024) Multiple Reference Signals Collaborative Sensing for Integrated Sensing and Communication System towards 5G-A and 6g. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, **73**, 15185-15199. <https://doi.org/10.1109/tvt.2024.3410352>
 - [19] Chao, H., Tao, T., Wang, Y., Liu, J., Meng, Y., Liu, Y., *et al.* (2025) Architecture Evolution for Ambient Power-Enabled IoT in 5G-A and Future Cellular Networks. *IEEE Internet of Things Magazine*, **8**, 48-54. <https://doi.org/10.1109/iotm.001.2400128>
 - [20] Yan, W., Fu, B., Huang, J., Lu, R., Li, R. and Xie, G. (2024) A Conflict-Free CAN-to-TSN Scheduler for CAN-TSN Gateway. *Journal of Systems Architecture*, **153**, Article ID: 103188. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2024.103188>
 - [21] Rong, Z., Wei, M., Dan, J. and Zhang, L. (2025) Design and Implementation of Industrial Gateway for AUTBUS and TSN Protocol Conversion. 2025 *International Conference on Information Networking (ICOIN)*, Chiang Mai, 15-17 January 2025, 517-522. <https://doi.org/10.1109/icoin63865.2025.10993179>
 - [22] Feng, Z., Dong, W., Gao, S., Lin, Y., Jin, X. and Deng, Q. (2025) An Efficient Heuristic CQF Scheduling in Time-

-
- Sensitive Networking. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, **21**, 5213-5223. <https://doi.org/10.1109/tii.2025.3552701>
- [23] Yi, H., Lin, R., Wang, H., Wang, Y., Ying, C., Wang, D., *et al.* (2025) Dynamic Obstacle Avoidance with Enhanced Social Force Model and DWA Algorithm Using Sparklink. *Sensors*, **25**, Article No. 992. <https://doi.org/10.3390/s25040992>
 - [24] Gao, D., Wang, H., Chen, Y., Ye, Q., Wang, W., Guo, X., *et al.* (2025) Lobee: Bidirectional Communication between LoRa and ZigBee Based on Physical-Layer CTC. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, **24**, 6857-6868. <https://doi.org/10.1109/twc.2025.3556552>
 - [25] Wang, X., Yu, A., Niu, K., Shi, W., Wang, J., Yao, Z., *et al.* (2024) Understanding the Diffraction Model in Static Multipath-Rich Environments for Wifi Sensing System Design. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, **23**, 10393-10410. <https://doi.org/10.1109/tmc.2024.3377708>
 - [26] Yi, E., Wu, D., Xiong, J., *et al.* (2024) BFMSense: WiFi Sensing Using Beamforming Feedback Matrix. 21st *USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 24)*, Santa Clara, 16-18 April 2024, 1697-1712.
 - [27] Li, R., Deng, T., Feng, S., Sun, M. and Jia, J. (2025) Consense: Continually Sensing Human Activity with Wifi via Growing and Picking. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, **39**, 14292-14300. <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i13.33565>
 - [28] Lu, L., Chen, M., Yu, J., Ba, Z., Lin, F., Han, J., *et al.* (2024) An Imperceptible Eavesdropping Attack on Wifi Sensing Systems. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, **32**, 4009-4024. <https://doi.org/10.1109/tnet.2024.3403839>
 - [29] Zhang, J., Liu, X., Chen, S., Tong, X., Deng, Z., Gu, T., *et al.* (2024) Toward Robust RFID Localization via Mobile Robot. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, **32**, 2904-2919. <https://doi.org/10.1109/tnet.2024.3373770>