

智能时代的物联网发展前沿

——第十六期 CCF 秀湖会议报告

整理: 马华东¹刘云浩²张大庆³孔令和⁴谢磊⁵董玮⁶许辰人³戴海鹏⁵王继良²郑霄龙¹¹ 北京邮电大学² 清华大学³ 北京大学⁴ 上海交通大学⁵ 南京大学⁶ 浙江大学

背景与意义

物联网(internet of things, IoT)作为连接物理世界与数字世界的桥梁,已经在全球范围成为研究重点领域。物联网技术通过自动化、智能化的方式,实现数据的实时采集、交换与处理,支撑大量相关应用,极大地推动了社会生产方式和人们生活方式的变革。

智能时代的到来给物联网带来了新的挑战和机遇。物联网设备的激增和数据的爆炸式增长,人工智能(artificial intelligence, AI)、大数据、云计算等先进技术的融合,为物联网提供了更为广阔的应用场景和更深层次的创新可能,也给物联网未来发展提出了新的挑战。因此,中国计算机学会(China Computer Federation, CCF)物联网专委会组织了第十六期 CCF 秀湖会议“智能时代的物联网发展前沿”,围绕物联网在智能时代的发展与挑战展开深入讨论。会议设置“物联网智能感知”“新型网络与传输技术”“物联网人工智能融合”和“物联网新型应用”4个专题进行深度研讨,汇聚专家学者和工业界代表,共同分享物联网领域的最新研究思想、前沿成果、技术进展和应用实践。

专题报告

物联网智能感知

中国科学院院士、哈尔滨工业大学教授李惠以《大

DOI: [10.11991/cccf.202507011](https://doi.org/10.11991/cccf.202507011)

通信作者: 马华东, E-mail: mhd@bupt.edu.cn

型桥梁健康智能监测与诊断》为题作特邀报告,首先从我国桥梁健康监测研究与应用现状出发,介绍了大型桥梁监测的背景。我国是桥梁大国,桥梁数量世界第一,受复杂环境影响,大型桥梁服役安全面临严重挑战。为保证大型桥梁的安全运行,李惠院士介绍了桥梁健康监测与检测领域的3个技术方向:传感技术、数据技术和系统集成技术,同时展开介绍了桥梁监测系统中传感技术需求,以及多种不同的物联网桥梁监测技术和大规模应用。通过桥梁感知中物联网智能融合案例,分享了内部和界面稠密感知、稠密感知和边缘计算结合、桥梁健康高精度诊断等技术的最新进展,探讨了物联网高精度诊断和AI技术在桥梁监测领域的广泛应用前景。报告为物联网领域提供了重要的真实应用场景,指出物联网在实际应用场景中大有可为,但也面临巨大的挑战。报告开拓了与会者的视野,引发了大家的思考和热烈讨论。

深圳理工大学教授赵伟以《CPS 2.0》为题作特邀报告,围绕信息物理系统(cyber-physical system, CPS)的起源、现状与未来发展展开。CPS被认为与物联网的概念密切相关,这一术语正是由赵伟在任职美国国家自然科学基金会期间首次提出的。此后,美国国家自然科学基金会持续支持CPS研究长达18年,对相关行业产生了深远影响。在报告中,赵伟重点从教育培训和科研开发两个方面探讨了CPS的未来发展。他指出,CPS应成为独立的学术专业,并详细阐述了其与计算机等传统专业的区别。CPS的学习重点与传统的计算机科学与工程不同,更注重信息与物理系统的深度融合。在科研和开发方面,赵伟深入介绍了CPS所涉及的科学、

技术和工程领域,并总结出基于CPS的设计方法学。面向未来的发展,CPS领域目前仍缺乏通用模型、标准体系架构和通用模式,而这些问题的解决将直接关系到CPS未来的重要发展。

北京大学教授张大庆围绕《构建泛在无线感知的理论技术体系》进行分享。首先,张大庆回顾了过去10年泛在无线非接触感知的研究进展,并指出泛在无线感知领域的一个重大问题和3个挑战。其中,一个重大问题是指“领域缺乏一个直观刻画无线接收信号与目标参数、设备位置和环境之间关系的通用感知模型”,3个挑战包括“泛在无线感知有无一个通用的理论模型”“泛在无线感知的基本参数如何准确估计”“泛在无线感知的感知极限、感知边界、信号质量如何刻画”。其次,张大庆介绍回答了上述问题与挑战的理论体系,阐述了通过基础理论的创新,可以解释无线感知为什么做不好、在什么条件下做不好、性能为什么不鲁棒,从而可指导新的感知系统设计,将感知性能推向极限。最后,张大庆希望未来和领域同行一起建造完整的无线感知理论体系,探明不同感知应用所需要的感知信号、感知技术和信号参数,进而为领域发展和更多产品落地奠定理论基础。

西北大学教授陈晓江聚焦无线感知,探讨了无线感知领域的一些困惑、理解和尝试。首先,陈晓江介绍了基于物理模型的感知方法,通过建立基于无线信号的感知模型,提取稳健感知特征,并分享了在无线定位、穿墙人体感知、呼吸心跳及睡眠监测、材质识别等场景中的无线感知技术。陈晓江进一步介绍了基于深度学习的感知方法,探讨当场景变化时,如何解决跨域感知泛化问题。在此基础上,陈晓江提出了对无线感知的一些困惑:“无线感知精度、鲁棒性极限在哪里?落地还有多远?”“智能超表面环境调控增强感知模型是否有意义?能提升极限在哪里?可以调控多径吗?”最后,陈晓江提出,通过材料科学与无源感知技术的学科交叉、深入耦合,实现无源可穿戴感知新方案,可能成为物联网智能感知领域的新热点。

南京大学教授谢磊以《探索智能感知新范式》为切入点,介绍了基于“摩尔纹视觉”的超高精度微状态感知技术的研究成果与相关应用。通过探索基于新型模态的感知手段:“摩尔纹视觉”,利用摩尔纹对摄像头微小位姿变化的高灵敏度感知,构建了摄像头位置/姿态

与摩尔纹特征之间的映射关系,能够有效支持人机交互场景中摄像头位姿参数的精确重建,并且实现对微米级高频振动的精确感知,实现了感知精度从像素级到亚像素级的突破。谢磊进一步指出,通过探索新型的感知模态和感知方法,构建智能感知的新范式,能够为物联网智能感知突破感知极限、拓展感知范畴提供全新的技术支撑和发展机遇。

浙江大学教授董玮阐述了大模型赋能物联网的技术和愿景,特别是大模型技术如何赋能物联网智能感知,总结了目前学术界4种不同的探索思路,包括“利用现有大模型生成训练数据,解决传统感知算法训练数据标注不足问题”“文本化感知结果,使大模型理解物理世界”“借助Transformer思想,设计每种模态和感知任务的AI模型,并利用模型微调解决跨域感知问题”和“微调现有大模型,使之能直接理解物联网感知数据”,探讨了实现通用泛在感知大模型可能的技术思路和挑战,并指出大模型赋能的物联网愿景是成为人们的数字物理助理,通过与人交互,实现对物理世界的感知与控制。

观点争鸣

“物联网智能感知”方向的本质科学问题是如何构建打通物理世界与数字世界的桥梁,在此基础上,“拓展感知范畴”和“探索感知极限”,提升物联网智能感知的“多元综合能力”。

挑战与应对

同质化严重:当前智能感知的技术路线同质化严重,需要一些标志性成果来启发学术界和业界,带动智慧医疗/养老、工业互联网等行业的创新发展,以证明当前路线的可行性并探索其他新型感知技术路线。

缺少公共数据支撑:面向行业应用场景,智能感知在垂直领域的工作需要大量的公共数据支撑,但尚缺乏相关机制和技术实现数据共享。以智慧医疗为例,在医疗领域的工作规模相对较小,需要更多合力,围绕不同病种数据进行共享。

场景泛化问题:对于无线感知等非接触感知技术而言,场景依赖性较强,使得不同场景的感知能力大幅下降,感知缺乏鲁棒性和泛化性。

演进与突破

新型感知模态的探索:通过探索新型的感知模态,以及挖掘一些相应的颠覆性研究方向,能够有助于智

能感知技术的持续演进和突破。

大模型赋能感知方法创新:大模型技术的涌现,为智能感知方法的演进带来了新的机遇。1)通过文本化感知结果的方式,使大模型通过文本的形式理解物理世界;2)为每种模态和感知任务设计专用的与大模型对接的代理模型,解决跨域感知问题;3)通过现有大模型生成感知方法的逻辑代码,使之能直接理解物联网感知数据。

创新与应用

创新与应用的闭环:物联网感知技术与应用场景结合得非常紧密,构建“基础理论-关键技术-场景应用”的创新与应用闭环非常关键,有助于构建“从实践中来,到实践中去”的产学研用良性循环模式。同时,在开展物联网相关创新过程中,面对未知的方向和领域,可以尝试藤蔓式创新模式,即围绕一个研究点逐步深入和拓展,每次拓展创新30%~40%,来确保创新的持续性和稳健性。

新型网络与传输技术

中国科学院院士、东南大学教授尤肖虎以《6G移动通信研究进展》为题作特邀报告,尤肖虎院士从1G到5G移动通信技术的演进发展历程、核心技术和应用特征讲起,进一步介绍了全球6G发展趋势与技术特征,总结了从模拟到数字、从窄带到宽带、从移动互联网到移动信息基础设施的3个阶段,强调了6G将成为新一代普适性、智能化、融合性的信息基础设施。尤肖虎院士还从6大典型场景分析总结了6G的三大关键能力:量级提升、要素融合、全域覆盖,并总结了移动信息网络强连接、强算力、强智能、强安全的4大属性和全频谱、全覆盖、全应用的三大特征。随后,尤肖虎院士从网络智能内生人工智能(artificial intelligence, AI)等维度分析了6G移动通信研究核心技术,并介绍了有限码长多输入多输出(multiple-input multiple-output, MIMO)通信理论基础,通过空时互换原理,增加空间自由度来显著改善容量崩塌效应,提出空时二维信道编码以支持6G的极低时延需求。此外,尤肖虎院士还介绍了6G关键技术、端到端试验平台、核心器件等方面当前的主要进展。清华大学教授刘云浩在其报告中指出,IoT自诞生之初,就承载着感知、联接、认知和控制的愿景。随着技术的发展,物联网已经从最初的概念

验证逐步走向实际应用,在很多领域取得了显著进展。然而,为了实现物联网的进一步发展,我们不能仅仅依赖于当前的热门方向和应用场景,而应该深入探索那些独立于现有技术路径的基础理论科学问题。这些问题可能涉及数据的高效处理、智能决策的优化算法、以及物联网设备的安全和隐私保护等。只有通过解决这些基础科学问题,物联网才能实现更深层次的创新和突破,而这些问题总结起来的一个核心问题就是物联网的可扩展性问题。

电子科技大学教授鲁力在其报告中强调,在物联网应用中,超低成本和超低功耗的需求尚未得到有效解决,这成为物联网技术普及的一大障碍。他指出,当前的科学问题主要集中在如何在终端计算中实现低冗余与高通用性的需求平衡,以及如何在低功耗约束下优化无线通信的关键性能指标。为了解决这些问题,鲁力提出了研发“终端无处理器计算架构”和“近零功耗高性能通信技术”的理论和技术创新思路。这些研究可能涉及新型的计算模型、能量收集技术、以及先进的通信协议设计。

上海交通大学教授孔令和针对天基物联网中卫星作为移动接入网关的应用,指出了宽带卫星通信在功耗受限的物联网终端中的不适用性问题。他指出,通信功耗的限制和复杂空间环境之间的矛盾,是天基物联网发展中需要解决的关键问题。为了应对这一挑战,孔令和提出了基于星历自适应变化的低功耗长距离星地窄带通信技术的研究。这可能包括对卫星轨道和通信协议的优化,以及开发新的信号处理和编码技术,以实现在保持低功耗的同时,提高通信的可靠性和效率。

北京大学教授许辰人关注现代物流数智化转型中面临的挑战,特别是在海量业务背景下,如何实现货物状态的实时监控。他指出,这一过程中存在的科学问题包括如何在高密度仓储环境中实现货物时空位置的高可靠与低延时测算,如何在广域协同配送中实现交通态势要素的高覆盖与低成本感知,以及如何在网联运输中实现在途形态要素的高可用与低延时监测。为了解决这些问题,许辰人提出了“多频并发感测”“反光互联组网”和“多源异构网联”等理论与技术的研究思路,这些研究中涉及新型传感器技术、网络通信协议的创新等。

观点争鸣

从可实现性到可扩展性:物联网领域若想进一步发展必须寻找独立于现有热门方向和应用场景的基础理论科学问题,尤其是需要着重解决其中的可扩展性问题,实现具有代表性和引领性的智能物联网应用系统。

从低功耗到近零功耗:物联网应用中对于超低成本、超低功耗的需求目前还未得到很好解决,其主要问题包括终端计算低冗余与高通用需求难兼得和约束下的无线通信关键性能指标难调和,终端无处理器计算架构和近零功耗高性能通信等理论和技术研究具有探索价值。

从地面通信到卫星物联网:面对以卫星作为移动接入网关的天基物联网,宽带卫星通信不适用于功耗受限的物联网终端的现状,针对通信功耗限制和复杂空间环境的矛盾,探索基于星历自适应变化的低功耗长距离星地窄带通信的关键技术也是物联网领域研究中值得探索的重要方向。

从物流物联网到数智化互联:现代物流数智化转型面临海量业务,导致货物状态实时监控信息获取精度低、覆盖弱和时效差的挑战,其背后的科学问题包括“高密仓储货物时空位置要素测算高可靠与低延时难取舍”“广域协同配送交通态势要素感知高覆盖与低成本难两全”“网联运输在途形态要素监测高可用与低延时难兼顾”。学者提出研发“多频并发感测”“反光互联网组网”和“多源异构网联”等理论与技术手段。

物联网人工智能融合

中国科学院院士、军事科学院系统工程研究院研究员尹浩作《面向万物智联的通信网络内生智能架构研究思考》的特邀报告。报告从AI赋能边缘计算与云边端协同出发,着重强调了6G内生智能的新型网络技术,面向万物智联的智慧社会发展需要高度智能的通信网络,内生智能是未来网络重要创新方向。尹浩院士全面总结了通信网络+AI赋能的现状,指出了当前通信网络架构从本源上全面支撑万物智联发展面临的根本性挑战,阐述了网络认知和网络智能体的概念。尹浩院士介绍了创新设计的基于网络认知的内生智能架构,介绍了其中的科学问题、能力需求和应用场景,提出了三面四层两环内生智能逻辑功能架构,通过建立

网络认知、网络知识体系和智能网元交互体系,使通信网络能够主动适应其传播环境、自身状态、用户行为的变化,具有自主感知、自主学习、自主优化、自主管理、自主演进等特征,原生支持各类AI应用,实现“AI+网络”的整体赋能,为通信网络内生智能的发展探索了新的方向。

香港理工大学教授曹建农作《协作式边缘计算使能先进AIoT应用》的报告。曹建农指出因为日益增长的物联网数据和人们对延迟、隐私性等需求,促进了边缘计算与AI的融合,并介绍了一种新型的边缘计算模式:协作式边缘计算。它通过在边缘网络中内置分布式AI服务,协作处理各种任务,以支撑大模型推理、微调等新兴AI任务,在智慧城市、智慧工厂、元宇宙/数字孪生等场景中具有巨大应用潜力。

北京邮电大学教授马华东以《物联网智能化的若干思考》为题作报告。马华东指出普适服务智能化是物联网的本质特征之一,不同于以机器为中心的传统互联网,物联网以物理对象为中心,标识和感知是物联网的基因。物联网技术从2000年开始逐步发展,已深入到各行各业中。视频物联网作为一种新型基础设施,经历了专网封闭系统、公网封闭系统、公网开放服务3个阶段,成为目前最大规模的物联网系统。马华东总结出物联网智能化内涵的3个层面:1)AI赋能物联网,即将AI用于物联网感知-传输-服务各个层面;2)智能体物联网,即将联网对象智能化;3)内生智能物联网,即将类人/仿生的思路融入网络设计的整个生命周期,全新的实现思路还需探索。

香港科技大学教授李默作了题为《渗透式人工智能》的报告。李默指出可泛化的物联网智能感知将是未来重要的演进方向,基于大模型构建物联网基础模型是重要的基础技术途径之一。渗透式AI,就是将大语言模型的世界知识构建入物联网中,实现对物理世界的感知和控制。李默介绍了在渗透式AI方面的探索,通过将传感器数据文本化,同时注入专家知识,可以使大模型理解传感数据,并通过自然语言与人进行交互。渗透式AI具有诸多好处,包括简单部署、极致泛化、可解释推理、固有模糊处理逻辑、新型的多模态融合能力,但同时也面临诸多前沿研究问题,包括如何应对大模型世界观崩塌,如何增强大模型的领域知识,如何进行大模型的部署与应用等。

观点争鸣

1) AI For IoT 与 IoT For AI

人工智能为物联网服务(AI For IoT)和物联网为人工智能服务(IoT For AI)是目前物联网和 AI 融合的两大学研究方向。AI For IoT 主要考虑物联网设备的特性,如资源受限、隐私敏感、传输不稳定等,对 AI 模型及其底层系统的设计进行优化,以适应这些限制条件。这涉及开发轻量级的机器学习模型,这些模型能够在资源受限的设备上运行,同时保持较高的准确性和效率。此外,还需要考虑数据的隐私保护和安全传输,确保在数据收集、处理和传输过程中不会泄露敏感信息。

IoT For AI 则关注如何借助物联网感知物理世界的能力,增强现有 AI 模型的理解和持续学习能力。物联网设备可以收集大量的实时数据,这些数据为 AI 模型提供了丰富的训练材料,有助于提高模型的泛化能力和适应性。通过物联网设备, AI 系统可以更好地理解环境变化,实现自我学习和自我优化。

除 AI For IoT 和 IoT For AI 外,其实还可探索第 3 种方向“AI in IoT”,即将 AI 的能力融入物联网设计到使用整个生命周期中。这种思路强调 AI 不仅是物联网的辅助工具,还是物联网系统的核心组成部分,从设计、部署到维护和升级的每一个环节都应融入 AI 的智能。这种融合可以带来以下很多方面的优势:在物联网设备的设计阶段, AI 可以帮助预测设备的性能,优化硬件和软件的配置,甚至在设计阶段就考虑到设备的可维护性和可升级性; AI 可以用于自动化物联网设备的部署过程,通过机器学习算法优化设备的放置位置和网络配置,以实现最佳的性能和覆盖范围;在物联网设备的使用过程中, AI 可以监控设备的状态,预测潜在的故障和性能下降,从而实现预防性维护,减少停机时间和维护成本; AI 可以帮助物联网系统实现动态升级,根据环境变化和用户需求自动调整算法和功能,使系统始终保持最新的状态; AI 可以分析物联网设备收集的大量数据,提供数据驱动的决策支持,帮助用户做出更精准的业务决策。通过 AI 的集成,物联网系统可以提供更加个性化和智能化的服务,增强用户的体验。

2) AI 大模型是否能超越专家,设计更好的物联网算法或者协议?

与会专家普遍认为大模型具有很好的可泛化能力,使其能在多样化的场景和任务中具有出色的表现,是其核心优势之一。在物联网领域,这种泛化能力尤为重要,因为物联网设备和应用场景的多样性要求 AI 模型能够适应不同的环境和需求。然而,尽管 AI 大模型在处理机械性和重复性工作上显示出巨大潜力,它们在设计更优算法或协议方面是否能够超越人类专家,仍然是一个值得探讨的问题。在物联网的环境中,有很多物理数据,这些物理数据是否能够跟文本数据一样被大模型很好地利用起来,实现基于物理数据的大模型,这也是值得研究和思考的问题,也面临着很多的挑战。这些挑战的背后,是多方面因素的综合作用,包括但不限于训练数据的不足和物理知识引导的缺失。训练数据的不足限制了模型学习的能力,而物理知识的缺失则影响了模型对物联网环境的深入理解。

3) 智能原生物联网

普适服务智能化是物联网提出时就具有的重要特征,智能化将是物联网重要的发展方向。智能原生物联网,即怎么设计物联网,运行物联网,使之更好适配智能化发展的新趋势(特别是 AI 大模型),将对通信网络架构设计、边缘计算架构、智能感知范式带来革命性的影响,推动物联网跨越式智能化演进。智能原生物联网的概念从其诞生之初,就预示着物联网将不仅仅是连接物理设备的一个网络,而是能够提供普适服务智能化的平台。AI 大模型的引入,可能为物联网领域中的许多挑战问题提供解决方案。例如,在物联网设备的自动化配置、故障预测、能耗优化等方面,可以通过 AI 实现更精准地预测和决策支持。此外,大模型还能够自然语言处理、图像识别等领域发挥作用,使得物联网设备更加智能,更好地理解 and 响应用户的需求。

AI 与物联网的深度融合可以催生新的研究机遇。智能原生物联网的发展将对通信网络架构设计、边缘计算架构、智能感知范式带来革命性的影响,这不仅需要技术上的创新,也需要跨学科的研究合作,以及对智能化趋势的深入理解和适应。

物联网新型应用

京东集团副总裁何田教授以《浅谈物流行业数智

化落地三大趋势:原生化、孪生化、共生化》为题作报告。当前,物流行业正从传统运营向人机协同阶段发展,需实现流程现代化与数字化,以满足业务需求并为自动化时代做准备。工业界追求标准化、高可靠性和低试错成本,技术策略上,利用AI标准化非标产品,评估大模型确保方案无瑕疵,并根据环境变化推进工程化落地。何田提出原生化、孪生化、共生化三大理念:从目标导向出发,生成灵活且自适应的端到端方案,如订单地址解析、围栏自动绘制和仓储布局3D规划,提升物流各环节效率;通过数字孪生系统完成全链路验证评估,京东在仓管规划、运输调度和终端配送等场景中应用该技术,实现低成本试错与快速迭代;为创新想法落地提供技术支撑,降低失败概率,具有数实交互、逐步推进、降低风险和持续优化的特点。京东物流运用这些方法推进300多个项目,涵盖物流多场景,助力行业发展。

香港科技大学教授张黔以《智能物联网对居家健康、智能养老的赋能》为题分享了其在相关领域的经验。我国老龄化进程加快,慢性病患者数量庞大,如肥胖患者人数达上亿规模,给社会带来沉重负担。为实现健康管理,行业采用多模态感知技术,从传统可穿戴传感器发展到多种新型传感器,涵盖光学、无线、声音等多种感知方式。疾病评估不仅要关注生命体征,步态、讲话声音等行为体征同样重要,这些都有助于发现疾病标志物和评估疾病进程。通过与多家医院合作,联合多学科力量针对膝关节炎、慢性阻塞性肺疾病等疾病开展研究,通过多模态感知技术获取数据,借助大语言模型辅助诊断,利用生成式AI将康复训练游戏化。如今行业迎来发展机遇,医疗领域权威推动慢性病院外管理,医生对物联网、互联网技术用于健康管理的接受度提升,同时物联网感知和机器学习技术不断进步,为行业发展提供支撑。但行业发展也面临挑战,健康领域数据共享困难,基础模型构建在垂直行业存在争议,这些问题亟待解决。

哈尔滨工业大学教授李治军以《物联网(具身)智能操作系统设计与应用》为题作报告,分享了物联网(具身)智能操作系统InsightOS的研发历程、设计与应用思考。李治军提出操作系统是万物互联和AI时代的关键基座,但当前物联网操作系统存在可用性差、碎

片化、缺乏生态等问题。为此,李治军教授团队研发InsightOS具备智慧内生体系结构,分为3层7个模块:底层是生态计算模式,关注计算抽象的语义化;中间4个模块是关键技术,包括可编程定制化资源调度、异构物联网泛连接协议栈、端边云融合任务管理、多模态意图理解与自然交互;顶层两个模块是应用场景,即人形服务机器人操作系统和泛机器人智能场景操作系统。李治军总结了阶段性思考:物联网的关键在于系统,当前系统可用性低,软件开发模式和体系结构需改变,重点是AI原生。物联网系统应用的交互表现是关键,可成长智能体是重要抓手。他认为,研发高可用的物联网操作系统,实现系统好用、高性能的目标,将对物联网未来发展起到推动作用。

小米集团IoT事业部总工孔令涛以《设备互联生态的创新应用》为题作报告,围绕小米IoT业务与应用展开分享,阐述了小米IoT平台的特点、技术框架、实际应用场景、面临的难点以及生态合作情况。2023年小米战略升级为人车家全生态,将手机、可穿戴设备及车等纳入IoT平台范畴。小米智能家居控制入口丰富,涵盖智能开关、语音音箱、电视、手机、手表等,还实现车与家设备的互联互通。小米推出Xiaomi HyperConnect框架,旨在解决物联网设备碎片化问题,实现跨端互联、跨设备子系统能力及跨端用户接口框架,支持一次开发多端部署。前沿成果落地过程中面临难点,如环境感知与健康检测技术因成本高、结果不确定,难以被消费者接受,还需学界和产业界携手共同推动相关技术的发展。

观点争鸣

从发表论文到应用落地的思维转变和技能培养:学术对人类认知探索具有重要意义,原创性理论研究仍然需要继续突破。而将先进技术落地产业,必须做到可靠与低成本,超低成本新型物联网感知、高可靠的人机协同等先进方法和技术,在实际领域应用中都具有重要需求。大模型促进了AI的发展,物联网若有变革性技术活爆款应用,会吸引更多力量投入研发,推动领域发展。

结束语

本次秀湖会议围绕智能时代的物联网发展前沿进

行了学术研讨和思想碰撞,从物联网智能感知、新型网络与传输技术、物联网人工智能融合、物联网新型应用4个方面展开深度研讨。与会者普遍认为,当前智能物联网面临新一轮技术和产业变革,迫切需要解决低成本、高可靠的物联网智能化感知、传输和服务等关键问题。与会者呼吁,学术界和工业界要把握发展机遇,面向国家和行业的重大应用需求,与AI深度融合,加快科技创新,加速成果转化和产业落地,培育智能物联网的杀手级应用。

参会专家名单

特邀嘉宾:李 惠 尹 浩 尤肖虎

参会嘉宾(按姓氏拼音排序):

曹建农 陈晓江 戴海鹏 董 玮 杜军朝

郭松涛 何 田 孔令和 孔令涛 李 默

李治军 刘云淮 鲁 力 罗军舟 彭 舰

任丰原 谢 磊 许辰人 张 黔 赵 伟

会议组织:马华东 刘云浩 张大庆

会议秘书:王继良 郑霄龙 黄 河

Frontiers of Internet of Things Development in the Artificial Intelligence-Powered Era

Compilation: Huadong Ma¹, Yunhao Liu², Daqing Zhang³, Linghe Kong⁴, Lei Xie⁵, Wei Dong⁶, Chenren Xu³, Haipeng Dai⁵, Jiliang Wang², Xiaolong Zheng¹

1. Beijing University of Posts and Telecommunications

2. Tsinghua University

3. Peking University

4. Shanghai Jiao Tong University

5. Nanjing University

6. Zhejiang University

Abstract: The 16th CCF Beautiful Lake Seminars was successfully held at the CCF Business Headquarters & Academic Exchange Center in Suzhou from June 21 to 23, 2024, with a focus on in-depth discussions regarding “Frontiers of IoT Development in the AI-Powered Era”. The conference was chaired by Prof. Ma Huadong(Beijing University of Posts and Telecommunications), Prof. Liu Yunhao(Tsinghua University), and Prof. Zhang Daqing (Peking University). The event gathered over 20 distinguished experts, including Prof. Yin Hao (Systems Engineering Research Institute, Academy of Military Science), Prof. Li Hui (Harbin Institute of Technology), and Prof. You Xiaohu(Southeast University). Centering on the development trends and challenges of IoT in the artificial intelligence (AI) era, the conference featured four thematic sessions: intelligent sensing in IoT, next-generation networking and transmission technologies, integration of AI and IoT, emerging IoT applications. Participants shared cutting-edge research findings, technological breakthroughs, and practical implementations in IoT, fostering extensive discussions and leading preliminary consensus. Furthermore, suggestions were proposed to collectively advance IoT development. This article summarizes the key insights and outcomes from the conference.

Keywords: internet of things; artificial intelligence; novel network technology; edge computing; embodied artificial intelligence; low-power communication

摘 要:2024年6月21–23日,第十六期中国计算机学会(China Computer Federation, CCF)秀湖会议在苏州CCF业务总部&学术交流中心举办,就“智能时代的物联网发展前沿”进行深入交流和研讨。本次秀湖会议的执行主席为北京邮电大学马华东教授、清华大学刘云浩教授、北京大学张大庆教授。会议特别邀请军事科学院系统工程研究院尹浩院士、哈尔滨工业大学李惠院士、东南大学尤肖虎院士等20余位专家出席会议,围绕物联网在智能时代的发展与挑战,从“物联网智能感知”“新型网络与传输技术”“物联网人工智能融合”和“物联网新型应用”4个专题方向分享物联网领域的最新研究成果、技术进展和应用实践,展开深入讨论,形成初步共识,并就如何共同推动物联网的发展提出了建议。本文对该次秀湖会议的讨论观点进行了总结。

关键词:物联网;人工智能;新型网络技术;边缘计算;具身智能;低功耗通信

中图分类号:TP393

中文引用格式:马华东,刘云浩,张大庆,等.智能时代的物联网发展前沿——第十六期CCF秀湖会议报告[J].计算,2025,1(3):75–81.

英文引用格式:Huadong Ma, Yunhao Liu, Daqing Zhang, et al. Frontiers of Internet of Things Development in the Artificial Intelligence-Powered Era[J]. *Computing Magazine of the CCF*, 2025, 1(3): 75–81.

(本文责任编辑:朱弘恣)