

物联网跑出发展加速度

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,实现人、机、物的泛在连接,大量新技术、新产品、新模式不断涌现,深刻改变着传统产业形态和社会生活方式。近年来,我国物联网产业蓬勃发展,整体呈现良好态势。“十四五”规划和2035年远景目标纲要提出,推动物联网全面发展,打造支持固移融合、宽窄结合的物联接入能力。党的二十大报告强调,加快发展物联网。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。



突破瓶颈推动物联网覆盖空天地海

什么是物联网?从概念到深入千行百业,物联网经历了怎样的发展历程?

刘弛(北京理工大学计算机学院副院长):国内外学术界和工业界对于物联网没有统一的定义,但经过近十年探索普遍认为,物联网是一种将各类计算设备、机械传感器等具有感知物理世界能力的物体相互关联的系统,通过网络传输数据,进而存储数据并对数据进行分析挖掘以形成知识和决策,服务于各个行业领域应用。从全球来看,物联网技术的发展经历了三个阶段。

第一个阶段是传感器网络。标志性事件是1978年美国国防部高级研究计划局在卡耐基梅隆大学组织召开分布式传感器网络研讨会,主要议题包括传感器、感知数据处理技术与算法和分布式软件。值得关注的是,其中设立了运用人工智能技术理解信号传播规律的议题。传感器网络通过固定部署的传感器形成对物理世界的感知,在这个阶段,比较有代表性的物联网技术包括射频识别、定位技术、窄带物联网(NB-IoT)和远距离无线电(LoRa)为代表的远距离无线传输技术等。传感器网络的应用领域非常广泛,包括工业自动化、智能家居、智能交通、医疗、环境监测、农业、安防监控、能源管理等。与此同时,也面临组网成本高、系统维护难、服务不灵活等挑战。以农业监测为例,传感器网络可用于种植管理、病虫害监测、农产品质量检测等,但需要部署大量传感器覆盖整个区域,

且电池每隔一段时间就要更换,导致使用不便。

第二个阶段是个体感知,即通过普适移动感知设备对环境进行感知。标志性事件是1991年美国施乐公司帕洛阿尔托研究中心首席技术专家马克·维瑟提出普适计算的概念,认为计算机机会融入网络、环境、生活,因此计算机会更小、更廉价、有网络连接,有超越图形界面,可以和环境进行更多交互的手段。在这个阶段,比较有代表性的物联网技术包括近场通信技术、无线感知技术等。普适计算的概念在今天仍然没有过时,利用平板电脑、智能手机、智能手表、智能手环对人体生理特征进行监测就属于这个范畴。与此同时,也面临着感知范围小、感知层次浅、数据质量低等挑战。以智能手表监测心率为例,与专用医学设备相比,监测传感器精度不高,不能用于临床诊断。

第三个阶段是移动群体感知网络,即当前物联网发展阶段。随着手机等智能终端载体飞速发展,其强大的感知能力使之成为重要感知体,通过普适移动感知设备搜集物理环境数据。近年来,以无人机和无人车为代表的新型边缘计算设备兴起,空地协同移动群体感知网络通过调度无人机、无人车等形成长时空、复杂的物联网感知与服务能力,从而实现物理空间大范围、全连通、深层次感知数据采集与分析,在智慧交通、应急响应等方面有重要应用。在城市精细化管理方面,全景实时交通状态监控是世界性难题,尤其是交通拥堵、地势复杂等场景,无法实时监控路况。无人机视

野开阔、拍摄范围大、位置可调节,使用无人机辅助路况监控预报拥堵路段,可及时疏导交通。因此,交警与无人机、无人车协同调度可全方位优化交通。在应急救援方面,一些自然灾害频发、地质条件复杂的地区,救援难度较大。无人机携带高精度传感器可灵活机动地感知受灾区域,辅助救援人员快速了解灾情;无人车可成为地面救援站,兼顾获取数据、辅助救援等任务。因此,救援队与无人机、无人车协同救援为救灾争取了宝贵时间。

面向未来,物联网将构成空天地海一体化的移动群智感知网络。可以预见,物联网应用将覆盖空天地海,深度融合天基网络、空基网络、地基网络,充分发挥不同网络功能,实现广域、深度、精准的感传算控一体化。具体来说,一方面,物联网连接数呈指数型增长。据全球移动通信系统协会预测,2025年全球物联网连接数将达250亿,其中消费物联网连接数110亿,工业物联网连接数140亿。另一方面,群体智能的技术能力将显著增强,目前正向多类感知群体互动、多种计算模式互动、感算控多个系统层次互动的“群智互动感知”新阶段发展。

我国高度重视物联网技术和产业发展。2013年《国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012—2030年)》提出“建设未来网络试验设施”,其中就包括物联网应用。“十四五”规划和2035年远景目标纲要提出,推动物联网全面发展,打造支持固移融合、宽窄结合的物联接入能力。目前从技术维度看,构建空天地海一体化的移动群智感知网络亟需突破的技术点包括:相关基础理论、面向海量物联网终端的人工智能模型持续训练方法、大模型驱动的群体互动感知技术等。



随着技术水平的持续提升,物联网应用的广度和深度不断拓展,基于物联网的传统企业数字化转型备受关注。根据物联网研究机构IoT Analytics数据,2022年全球物联网连接数达143亿,同比增长18%,2023年预计将达167亿,增幅16%。物联网发展历经基础网络建设、系统平台开发、应用创新落地、产业融合发展等过程,当前正处于进一步加快规模应用、推动高质量发展的关键期。各国紧抓研究和开发、探索试验,抢占物联网建设和数字经济发展新高地。目前我国移动物联网连接数占全球比例已超70%,尤其在工业制造业领域,物联网应用有力推动了数字产业化、产业数字化的发展。

以工业设备管理为例,作为新型工业化发展过程中不可忽视的环节,工业设备管理连接着生产效率、产品质量、成本控制、安全和可持续发展等关键因素。在竞争日益激烈、技术不断进步的背景下,有效的设备管理成为制造业企业维持和提升竞争力的核心要素。物联网建设与工业设备管理相结合,将传统静态、反应性的管理方式变为动态、预测和优化的方式,正逐步成为变革资产管理路径、推动物联网行业应用的主流方式。

物联网融合多项技术推动工业设备管理向数字化、智能化、网络化、绿色化发展。物联网技术通过连接各种物理设备和系统,收集、分析和共享大量实时数据,为工业设备管理提供了前所未有的便利。具体来看,通过射频识别技术、传感技术、网络通信技术、云计算、大数据、人工智能、区块链等多种技术融合,提升设备运行状态和环境条件的实时监控能力,以动态实时、数据驱动的决策方式实现预测性维护,减少停机时间,从而提高生产效率;通过对大量数据的分析,辅以人工智能算法,企业可以深刻洞察生产和运营,识别潜在的改进机会,预测和响应市场变化,有效监测碳排放数据,加快绿色化改造;结合区块链技术保障数据在不同主体间流转的可信性,提升工业设备全生命周期管理的安全性。

标识技术是物联网发展的基石,使物联

提升工业设备管理效能

网、互联网、通信技术有效结合,实现工业设备管理效能提升。标识技术作为物联网发展的基石,在提升工业设备管理效能方面发挥着重要作用。当前,工业制造业领域标识技术主要依托工业互联网标识解析体系实现,这一体系是支撑工业设备互联互通的神经中枢,其核心要素包括标识编码、标识解析系统和标识数据服务三部分。我国工业互联网标识解析体系“5+2”国家顶级节点已全面建成,截至2023年10月,318个二级节点上线运行,超29万家企业节点接入,标识注册量突破3991亿。通过将物联网设备与工业互联网标识解析系统对接,依托通信模组、安全芯片及通用集成电路卡等产品打造主动标识载体系统,能解决传统资产管理系统依赖单一无源、被动标签方式造成的物品遗漏、重复管理、位置不清等诸多痛点。主动标识载体是实现与智能终端双向通信的连接入口,它创新了设备管理模式,基于识别与感知完成终端数据的采集,主动向标识解析服务器节点或安全认证服务平台等发起连接,完成数据订阅、身份认证、数据直连等操作,从而有效赋能工业设备数据决策、提升信息传输效率、减少误判率等。

近年来,我国持续推进主动标识载体规模部署,打造物联网工业设备管理融合平台。2020年,工业和信息化部印发《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》,提出“加快推动基于5G、窄带物联网(NB-IoT)等技术的主动标识载体规模化应用,部署不少于3000万枚,建设各类主动标识载体可信管理平台”“加强标识产业生态培育”“构建软硬件协同开发平台,研制一批高性能、高可靠专用设备”。在杭州第19届亚运会上,标识解析技术就被应用于设备管理系统,在部署好的网络保障上加入主动标识载体系统,实现了终端设备的唯一属性。据测算,使用基于标识解析技术的主动标识载体后,设备巡检效率提升40%以上,巡检人力降低约30%,保障率提升约20%,有效提升了设备管理的智能化水平。(作者系中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所副所长)

完善政产学研协同创新体制机制

我国物联网技术创新、产业发展情况如何?

陶元(中国工业互联网研究院政策研究所副所长):党的二十大报告强调,加快发展物联网。物联网是以感知技术和网络通信技术为主要手段,实现人、机、物的泛在连接,提供信息感知、信息传输、信息处理等服务的基础设施。近年来,我国物联网产业蓬勃发展,成为推动数字经济和实体经济深度融合的重要引擎和有力支撑。

产业规模稳步增长。我国物联网产业保持平稳发展,2023年市场规模预计将超3.9万亿元,为经济社会发展打造了坚实数字底座。物联网基础设施加快布局,已初步形成窄带物联网、4G和5G多网协同发展的格局,网络覆盖能力持续提升。截至2023年底,5G基站总数达337.7万个,全国行政村通5G比例超80%,窄带物联网规模全球最大,实现了全国主要城市乡镇以上区域连续覆盖。物联网连接数保持高速增长,用户规模取得新突破。截至2023年11月末,三家基础电信企业发展蜂窝物联网终端用户超23亿户,同比增长27.2%,占移动网络终端连接数的比重达57.3%,在全球主要经济体中率先实现“物超人”,即移动物联网终端用户超过移动电话用户数,万物互联基础不断夯实。

技术创新持续发力。我国物联网技术不断迭代更新,持续增强产业发展的内生动力。网络方面,随着无线连接技术突破,低功耗广域网商用化进程加快,面向物联网广覆盖、低时延场景的5G技术标准化进程加速。我国5G轻量化(RedCap)技术已在2022年完成关键技术测试,能满足工业制造、车联网、远程抄表等场景的速率和功耗需求,降低部署和使用成本。物联网虚拟平台、数字孪生与操作系统方面,物联网平台迅速增长,带动服务支撑能力提升,涌现出爱智操作系统、轻量级操作系统等一批物联网操作系统,支持多种终端应用场景。新技术融合方面,区块链、边缘计算、云计算等技术不断融入物联网,带来创新活力。

行业应用不断拓展。物联网加速向一二三产业融合渗透,在农业领域,形成了实时监测、地形勘察、质量安全管控等应用场景;在制造业领域,涌现出远程运维、能源监控、安全监测等物联网应用新模式;在服务业领域,广泛应用于疫苗追溯、沉浸式体验等,支撑传统产业转型升级。消费领域应用潜力加速释放,全屋智能、健康管理类可穿戴设备、智能门锁、车载智能终端等市场保持高速增长。互联网数据中心数据显示,2023年上半年我国智能门锁市场出货量为368万台,同比增长13%。社会治理领域加快规模应用,物联网在智慧消防、智慧城市、智慧环保等多个领域加快落地,动态感知、风险预警、科学决策能力持续提升。

产业生态日益繁荣。物联网领军企业发展壮大,华为、中兴微电子等企业加速布局物联网芯片;移远通信、广和通、中国移动等公司深耕移动物联网模组,市场调研机构数据显示,截至2023年三季度末,我国企业在全球市场中包揽前三,占比近50%;百度、腾讯、浪潮等企业加快构建物联网平台,向各行业领域渗透。一批技术领先、专业化程度高、市场影响力强的优质企业涌现,2022年高新技术企业和科技型中小企业均超过1000家,截至2023年9月,我国物联网投资数量达64件,投资金额达66.73亿元。随着物联网创新促进中心、国家实验室等创新载体不断涌现,一批国家新型工业化产业示范基地加快建设,物联网产业集聚发展水平加速提升。

随着政产学研协同创新的体制机制不断完善,我国物联网产业预计将保持高速增长,并呈现以下发展趋势。

一是数字经济和实体经济走向深度融合,传统产业数字化转型步伐加快,万物互联需求不断激发,物联网发展态势强劲,正从小范围局部应用向大范围规模化应用转变,从垂直应用、闭环应用向开环应用转变。二是物联网与人工智能加快融合,将传统互联网和物联网的连接范围、方式提升为人、机、物深度互联,万物互联向万物智联过渡,加快迈入智联网时代。三是物联网龙头企业不断拓展合作伙伴,联合行业企业、电信运营商、互联网企业等,加快探索统一的标准协议,促进物联网终端、基础设施互联互通和互操作,加快构建开放协同、跨界融合、互利共赢的产业生态。

连接技术融合发展成为重要趋势

从世界范围看,物联网建设情况和发展趋势如何?

刘建丽(中国社会科学院工业经济研究所研究员):物联网在全球范围内快速发展,工业互联网、智慧城市、智能家居等成为重点领域。物联网研究机构IoT Analytics预测,2022年至2027年,全球物联网市场规模将以19.4%的年复合增长率增长,并在2027年达到4830亿美元,同时将从消费物联网连接主导转向产业物联网连接主导转变。当前,全球近六成物联网依赖于短距离的局域网络连接,其中31%依赖于WiFi技术,27%依赖于蓝牙技术,近20%由蜂窝网络技术驱动的长距离连接。由于5G技术快速发展,2022年全球蜂窝物联网连接同比增长27%,大大超过全球物联网连接的增长率。此外,低轨卫星物联网越来越受到关注。IoT Analytics发布报告指出,2022年至2027年卫星物联网连接数预计从600万增至2200万,年复合增长率为25%。一些公司开始将卫星连接集成到芯片中,将加速卫星物联网的应用。各种连接技术融合发展成为物联网发展的重要趋势。

主要发达国家普遍将物联网作为经济发展新动能。例如,美国将物联网作为驱动未来产业发展的关键技术,从国家战略角度进行前瞻布局。2008年,美国国家情报委员会发表《2025年对美国利益潜在影响的关键技术》,将物联网列为六种关键技术之一。根据

产业发展需要,参议院2020年通过《促进创新和发展物联网法》,确认适当的优先事项、频谱规划,促进物联网发展。物联网产业发展和技术研发方面,美国在射频识别、传感器、人工智能等技术领域具有领先优势。美国将网络安全视为物联网产业发展根基,2020年《物联网网络安全改进法案》出台,成为全国性法律。同时,重视军事防务对先进技术应用和技术迭代的牵引,国防部一直是主导物联网应用的主要部门,通过物联网连接技术收集数据并执行各种任务。

欧盟执委会2009年发表“物联网行动计划”,提出信任和安全、标准化、研究开发、开放和创新、国际对话等14项活动内容。其中,管理体制的制定、安全性保障和标准化是行动计划的重点。欧盟在物联网标准制定方面发挥了重要作用,推动制定了传感器、通信协议、数据安全和安全等一系列标准。近年来,欧盟通过资助研究项目和推动产业合作等方式,促进物联网技术研发和应用。例如,“地平线2020”计划资助了大量与物联网相关的研究项目,推动技术创新和发展。同时,通过立法方式保障物联网安全,2022年发布《网络弹性法案》提案,要求对“具有数字元素的产品”采取强制性网络安全措施,以保护消费者和企业免受不安全连接设备的影响。

日本和韩国也是全球物联网发展的重要力量,两国在发展战略上具有相似性。首先,两国都将物联网作为重点发展的战略性新兴产业,2004年均推出了基于物联网的国家信息化战略,通过制定政策法规,加大对物联网

技术研发和应用的支持力度。其次,两国企业在物联网技术研发和应用方面都发挥了重要作用,日本东芝、富士通、松下等企业投入研发力量开发物联网技术并取得积极成果;韩国三星和LG加快了智能家居系统的互联互通,双方宣布其人工智能家居应用程序将在2024年底前与彼此的家用电器和电视兼容。再次,两国物联网市场应用取得显著进展,智能家居市场成为全球最大的市场之一,智能交通系统广泛应用,东京、首尔的智能交通系统已覆盖全市主要道路。最后,两国还加强与国际社会合作,加入国际电信联盟的物联网全球标准化工作组,参与物联网国际标准的制定和推广。

当前,全球物联网发展面临的最大挑战是生态碎片化问题。全球范围内,物联网技术标准出现多个协议混战的局面,企业之间“拆墙”兼容的成效将直接影响终端产品推广。例如智能家居领域,苹果、谷歌、亚马逊等公司主导的连接标准联盟支持Matter协议(智能家居标准),该协议逐渐发展成为主流标准;三星电子公司主导的家庭连接联盟,其成员更多来自于家电行业,致力于推广相关规范标准加速互联互通。

物联网作为战略性新兴产业,网络安全是产业发展的基础。从我国物联网产业发展实际来看,需加快推进网络安全立法,为产业蓬勃发展扫清障碍;推动形成自主标准体系,开发具有自主知识产权的RFID标准、智能家居互联互通技术标准等,通过借鉴并兼容国际标准的方式,建立安全自主的物联网技术标准体系;提升企业在标准制定过程中的参与度,充分吸收行业专家意见,提高决策的科学化水平;积极参与国际标准化活动,增强在相关标准制定中的话语权,推动本国标准向国际标准转化。