

物联网技术发展分析与建议

余文科, 程媛, 李芳, 赵琦

(中国电子学会, 北京 100036)

摘要: 物联网技术在我国经过近 10 年的发展, 从最初的传感网技术、射频识别 (RFID, radio frequency identification) 技术加速向基于 5G 的物联网技术演进, 万物互联离现实生活越来越近。物联网应用也从金融 IC 卡等局部领域逐步扩展至工业、政务、交通、教育、医疗等行业。以 5G、低功耗广域网 (LPWAN, low-power wide-area network) 等为代表的物联网热点技术不断发展, 区块链、边缘计算等技术与物联网深度融合, 全面推动了物联网在产业界的应用深化, 为产业界带来巨大发展机遇。重点分析了 5G、物联网标识、边缘计算、LPWAN、物联网安全等物联网关键技术的发展现状, 展望了物联网发展趋势, 针对性地提出推动我国物联网发展的政策建议。

关键词: 物联网; 关键技术; 政策建议

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2020.00195

Analysis and suggestions on the development of IoT technology

YU Wenke, CHENG Yuan, LI Fang, ZHAO Qi

Chinese Institute of Electronics, Beijing 100036, China

Abstract: The Internet of things (IoT) has been developing for a decade in China, which has rapidly evolved from the early sensor network technology, radio frequency identification (RFID) technology to the intelligent networking technology based on 5G. The Internet of everything is coming to our life. The application of IoT has also been gradually and comprehensively applied in from the area of financial IC card to the industry, government affairs, transportation, health care, education, and etc. The development of the IoT hot technologies represented by 5G and low-power wide-area network (LPWAN), and the deep integration of blockchain, edge computing and other technologies with the IoT, comprehensively promote the deep application of the IoT in the industry, which brings great development opportunities to all the industry. It was focused on the analysis of the status of 5G, IoT identification, edge computing, LPWAN, security technology, and etc. The development tendency of the IoT was also forecasted, and the corresponding policy suggestion to promote the development of IoT was put forward.

Key words: IoT, key technology, policy suggestion

1 引言

当下, 全球迎来数字化转型的大发展、大变革时期, 新一代信息技术加速引领技术应用突破, 带来了产业形态、组织管理、社会治理等方面的重大变革, 物联网等新一代技术的发展为数字经济发展带来新动力和新机遇。相比于美国和欧洲国家, 我国在物联网领域发展起步较晚, 目

前正处于高速发展期, 技术热点不断涌现, 部分领域也取得了一定突破, 但碎片化发展、核心技术对外依赖和安全问题一直是阻碍我国物联网技术发展的绊脚石。因此, 我国亟需对物联网技术体系进行系统化分析, 分析领域关键技术, 研判物联网的发展趋势和热点, 制定针对性政策措施以促进物联网持续创新与健康发展, 助力实体经济发展。

收稿日期: 2020-06-28; 修回日期: 2020-08-06

通信作者: 程媛, ciechengyuan@163.com

2 物联网产业发展现状

多个国家和地区高度重视物联网发展,发布了系列政策驱动物联网持续创新。欧洲联盟、美国近10年推出了多个战略规划以推动物联网发展,如2017年美国国家电信和信息管理局推出《加快物联网发展绿皮书》^[1],提出进一步发挥政府作用,将物联网作为国家战略。在政策牵引和市场发展的双轮驱动下,全球物联网加速发展。截至2018年年底,全球联网设备数量多达220亿台,美国山间医疗保健公司(IHC, Intermountain Healthcare)与国际数据公司(IDC, International Data Company)等多个机构预测,2020年物联网设备总联网数量将超260亿台。

物联网应用场景持续扩展,市场内生动力促使物联网高速发展。制造商、设备商、互联网企业、运营商纷纷大范围布局物联网,物联网与人工智能、边缘计算等技术融合发展。以智能工业、车联网、智慧物流等为代表的产业化应用逐渐形成规模。智能电网、智慧城市、M2M、智能化平台等行业应用成为全球物联网应用重点。工业和信息化部发布《“5G+工业互联网”512工程推进方案》,明确将工业互联网作为未来5G技术落地的重要应用场景之一,在产业政策逐渐落地的支持下,中国工业互联网市场规模逐年上升,增速维持在10%以上的较高水平^[2]。在智慧物流领域,我国已有600万余辆车辆、3000余座内河设施,近3000座海上设施使用北斗定位导航^[3]。未来,随着物流行业进一步扩展设施联网设备,智慧物流将得到快速发展。骨干企业纷纷加快物联网战略布局,随着海量数据存储、数据分析、数据感知、网络传统制造技术的不断提升,我国物联网也广泛应用于工业、农业、交通、社会治理等方面。

3 物联网融合发展趋势

物联网技术呈现融合发展、集成创新、规模应用、生态加速的特点,核心技术不断涌现。网络和平台加速规模部署,为物联网全面推广奠定基础。当下,我国物联网技术处于融合发展的阶段,技术体系正在加速重构,物联网广域网络的规模部署和网络技术不断突破。物联网核心技术体系如图1所示,物联网标识广泛用于物联网技术领域的各个环节,是物联网技术领域的应用基

础;物联网平台、物联网安全技术是物联网技术的支撑保障;LPWAN技术与5G技术是整个技术领域的核心和热点;边缘计算、区块链技术等近年来与物联网技术融合发展,催生了物联网领域产业新应用。

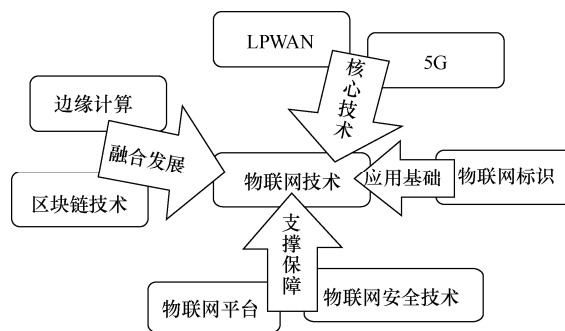


图1 物联网核心技术体系

3.1 标识体系促进物联网产业规模化发展

标识体系是实现物联网万物互联的基础,是实现数据可追溯的关键,在过去10年受到政府、企业的高度重视。标识体系架构如图2所示,物联网标识体系主要包括根节点、国家顶级节点和二级节点,各节点存储特定信息。2015年,GB/T 31866-2015《物联网标识体系 物品编码 Ecode》正式颁布,截至2019年,平台标识注册量超792亿个^[4],主要用于工业、制造、农业、零售、城市建设等方面。在消费电子方面,标识体系已主要用于智能家居领域,相关方通过使用统一的标识体系实现不同家电设备、数据采集终端和软件服务平台的数据互通、解析和管理,产生更多智慧家居使用场景。在工业领域,工业互联网标识体系为传统制造设备、产品、零部件添加可追溯的标识,为工业智能化和跨企业的数据互通和共享提供可能。从长远发展来看,一方面,需要完善标识解析领域标准研制和平台试验的验证,减缓全球物联网标识异构对我国的影响;另一方面,需要对物联网资源进行进一步优化整合,加深标识体系在汽车、航天、船舶、医疗等重点行业的应用推广。

3.2 LPWAN 放大物联网终端设备潜力

LPWAN适用于低速率、远距离、大量连接的应用场景,解决了面向物联网应用的广域覆盖大规模网络连接问题,弥补了传统蜂窝技术的不足,加速了物联网的应用和规模化部署,随着万物互联和网络基础建设的发展,LPWAN未来发

展潜力巨大。截至2019年12月,全球商用LPWAN网络数量达98张,其中NB-IoT网络数量达60张,国内以华为海思、紫光展锐、联发科为首的制造商在NB-IoT软/硬件及芯片方面投入巨大并已取得商用。2020年,NB-IoT标准已正式纳入ITU IMT-2020 5G标准,NB-IoT也将有利于促进解决我国物联网行业碎片化问题。未来,NB-IoT技术将更大规模地用于智能家居、智慧金融等智慧领域^[5]。

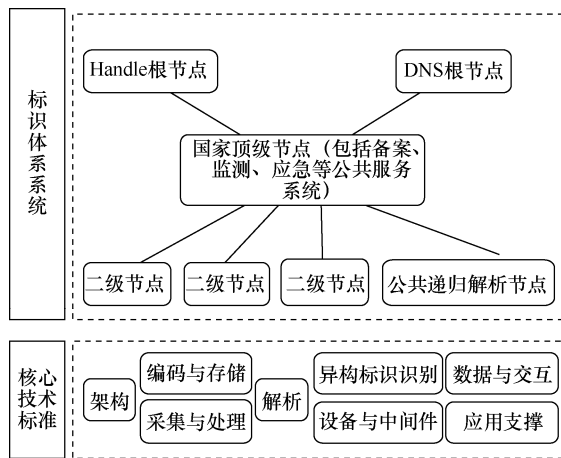


图2 标识体系架构

3.3 5G 技术成为物联网产业发展新一轮驱动

5G 技术主要应用于增强移动宽带 (eMBB, enhanced mobile broadband)、大规模机器类通信 (mMTC, massive machine type of communication) 和超可靠低时延通信 (uRLLC, ultra-reliable and low latency communication) 3 类场景^[6]。eMBB 为 4K、8K 超高清视频直播传输提供了所需的大带宽保障,适用于虚拟现实、增强现实等应用场景,可以满足高速图像传输和处理需求,大幅度提升用户体验。uRLLC 给自动驾驶等物联网应用场景提供了应用条件,今后 5G 将为车联网带来重大发展机遇,车联网通过 5G 技术将迎来爆发式发展。百度、阿里、京东、滴滴等企业均在布局商用 5G 自动驾驶。mMTC 保障了海量设备的物物互联,主要面向大规模物联网业务,如 mMTC 能够满足电网海量基础设施数据采集和安全传输的需求,帮助配电网完成智能抄表、数据传输、状态监控和智能化控制,为智能电网提供有效的解决方案^[7]。未来,在行业信息化需求与市场技术迭代的双重推进下,“5G+”将进一步加强物联网与其他新一代信息技术融合应用。

3.4 边缘计算催生百万级物联网设备

一方面,边缘计算支撑边缘计算专用人工智能芯片快速演进,边缘计算专用人工智能芯片将在架构复杂度、算法多样性及多场景适应性上不断创新和提升,进一步与边缘设备在性能、功耗与尺寸间平衡。另一方面,边缘计算与云计算协同发展,作为云计算的深化,边缘计算极大地补充了云计算在实时性、智能性和安全管控上的不足,云计算和边缘计算的进一步融合,为物联网中连接的设备带来了稳定性,并通过处理更接近源头的数据来解决时延问题。同时,云计算与 5G 协同发展,5G 商用为边缘计算的快速发展提供了新的机遇,5G 的快速处理、低时延等特点可以在迅速响应方面提供一个新的途径,能够对端、边缘、云进行联合优化。边缘计算的这种能力,可以从用户体验、功耗、计算负载、性能、成本等方面在物联网设备、边缘设备和云设备之间智能配置资源,为联合优化提供一种新的途径。未来,边缘计算将推动更多新的平台和案例出现,超过百万的物联网设备和海量的数据将通过云连接和交互。

3.5 物联网安全是物联网行业发展重点

物联网安全技术是物联网行业发展的重点,物联网设备的连接性和内置安全性的普遍不足已被忽略了很长时间,除了少量智能手机芯片,用于物联网的终端芯片较少加入安全芯片,普遍不具备抗网络攻击能力。同时,终端物联网设备接入公网后更将成为公网的安全隐患。整体来说,我国物联网行业尚未建立有效的安全防护防御体系和安全生态。调研结果显示,我国 97% 的企业在实现物联网技术时开始关注安全性问题,80% 的企业认为部署物联网的最大壁垒之一是数据安全隐私。未来,应从体系上全面构建物联网安全架构,在设备层面加强基础设施创新,从源头保障物联网安全。在网络层面,加大 5G、区块链、云计算安全部署,实现安全可靠通信与存储。在应用层面,加大与人工智能、边缘计算的结合,构建智能化安全体系。未来,物联网安全管理、安全标准、安全技术服务和安全监管显得尤为重要。

3.6 面向服务的智能物联网是必然趋势

目前,信息产业已从“以网络为中心”转向“以服务为中心”,单一化、碎片式的物联网应用已不足以应对市场的多样化新兴需求。先进计算、数字孪生等技术与物联网领域融合发展,面向各类边缘服务场景的智能化服务云平台、工业大数据平台逐

渐完善。以大型互联网公司、运营商、电力公司等为代表的服务提供商加速对海量数据的整合利用，纷纷打造智能物联网平台，实现垂直行业价值变现，按需提供开放式服务，打造物联网产业生态圈。未来，物联网行业将趋于规模化和智能化发展，水平化和垂直化平台将相互渗透，物联网边界将逐渐模糊化。

4 物联网发展对策建议

4.1 加强对物联网技术研发创新

加强对以边缘技术、LPWAN、5G 为代表的物联网关键技术的研发创新力度。

一方面，发挥企业的技术研发作用，加大培育物联网产业力度，整合物联网产业链上下游资源，引导资本市场对物联网产业的支持。针对我国物联网操作系统、海量数据存储与处理、安全管理、核心芯片、智能传感器、中间件、标识编码、网络通信等物联网领域发展短板和领域难点问题，引导物联网企业进行关键技术研究。同时，加大物联网相关专项研发经费的投入，形成有利于物联网关键技术研发攻关的环境和氛围，加大对企业在重点领域协同合作攻关重大难点问题的鼓励和支持。

另一方面，重视物联网领域高素质人才培养和人才集聚，在积极引进国外优秀技术人才的同时，加大对国内本土技术人才的培育，激发科研人员创新创业动力。

最后，强化知识产权创造、保护、运用，加大面向智能化生产、服务和安全的物联网标准体系建设，鼓励企业、行业组织加入物联网国际标准化工作，增强我国物联网产业发展的国际竞争力。

4.2 深化物联网技术在重点行业的深度应用

发挥物联网应用示范区引领作用。针对工业、农业、医疗、公共安全等智慧发展重点领域，结合行业需求与地方特色，通过建设示范区深化重点行业应用，探索新业态、新模式，形成一批效果突出、有针对性、带动性强的行业应用示范区域，进一步挖掘市场潜力和资源要素。

推动物联网融合开发平台建设，推进芯片、终端、模组、平台、网络及应用各个平台的厂商密切配合，使不同行业、地域的厂商资源共享和互动。在技术层面推动物联网融合创新，在产业层面推动

物联网产业生态建设，在经济层面建设成熟的商业模式和良性盈利方式。

4.3 加强物联网安全部署和管理

重视网络安全、系统安全、数据安全、身份授权、密钥管理、信道攻防等物联网核心安全技术研发与应用落地，重点加强对 5G、LPWAN、工业互联网等新兴领域的风险防控、安全产品研发和安全服务输出，推进物联网安全产品和服务在重要领域的应用。加强对拟态防御、可信计算等信息安全技术和观念的应用推广，将其与现有体系结合，逐渐完善物联网全生命周期立体防御体系。

加强顶层设计规划，强化物联网安全管理生态构建与安全标准体系建设。在政府引导下，加强企业、科研机构、行业组织和第三方机构联合开展物联网安全标准研制、网络安全认证等。加强安全防护与监管并举，提高行业整体安全管理水平，促进物联网行业健康快速发展。

5 结束语

我国物联网产业正处于飞速发展时期，目前已取得不少成果，但随之也不断产生新的问题和挑战。为了进一步推动物联网技术创新和产业发展，抢抓智能时代的机遇，我国亟需抢抓物联网发展热点，夯实物联网发展基础，不断凝聚人才，突破核心关键技术，建立和完善物联网生态链，提升物联网价值链，完善全面的技术体系和标准体系，提升我国物联网的全球影响力。

参考文献：

- [1] 乔健. 美国推动物联网发展的相关政策研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32(6): 19-24.
QIAO J. Policies research for promoting the Internet of things in the U.S.[J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2017, 32(6): 19-24.
- [2] 何希. 激发工业互联网的乘数效应[N]. 人民日报, 2019-9-6(5).
HE X. Stimulate the multiplier effect of the industrial Internet[N]. The People's Daily, 2019-9-6(5).
- [3] 弘毅. 2019 物联网产业分类排行, 新趋势报告[J]. 互联网周刊, 2019(8): 32-36.
HONG Y. 2019 Internet of things industry classification ranking, new trends report[J]. China Internet Week, 2019(8): 32-36.
- [4] 田野, 刘佳, 申杰. 物联网标识技术发展及趋势[J]. 物联网学报, 2018, 2(2): 8-17.
TIAN Y, LIU J, SHEN J. Development and trend of IoT identifier technology[J]. Chinese Journal on Internet of Things, 2018, 2(2): 8-17.

- [5] 徐芙蓉, 翁玮文, 张超, 等. NB-IoT 增强技术研究现状和发展趋势[J]. 电信科学, 2020, 36(2): 130-136.

XU F R, WENG W W, ZHANG C, et al. Research status and development trend of NB-IoT enhancement technology[J]. Telecommunications Science, 2020, 36(2): 130-136.

- [6] 邬贺铨. 物联网技术与应用的新进展[J]. 物联网学报, 2017, 1(1): 1-6.

WU H Q. Technology and application progress on Internet of Things[J]. Chinese Journal on Internet of Things, 2017, 1(1): 1-6.

- [7] 张卫民, 赵新颖. 5G 移动通信关键技术及发展趋势分析[J]. 无线互联科技, 2018(13): 9-10, 21.

ZHANG W M, ZHAO X Y. Analysis on the development trend and key technologies for 5G mobile communication[J]. Wireless Internet Technology, 2018(13): 9-10, 21.

[作者简介]



余文科(1985-), 男, 湖南长沙人, 博士, 高级工程师, 中国电子学会学术交流中心主任, 主要研究方向为云计算、物联网、人工智能等新一代信息技术。



程媛(1991-), 女, 湖北黄冈人, 工程师, 中国电子学会高级咨询师, 主要研究方向为新一代信息技术及相关领域。



李芳(1995-), 女, 山西临汾人, 工程师, 中国电子学会咨询师, 主要研究方向为集成电路、新一代信息技术等。



赵琦(1993-), 男, 黑龙江大庆人, 工程师, 中国电子学会咨询师, 主要研究方向为新一代信息技术及相关领域。

高级顾问

国际电信联盟秘书长

赵厚麟

中国科学院院士

李 未 姚建铨 朱中梁 陈国良 吴培亨 何积丰
吴一戎 徐宗本 梅 宏 王 巍 吕 建 郝 跃
陆建华 房建成 黄 如

中国工程院院士

倪光南 孙 玉 薛禹胜 邬贺铨 贵 德 邬江兴
柴天佑 刘韵洁 戴 浩 于 全 吴曼青 段宝岩
王广基 何 友 费爱国 桂卫华 余少华 姜会林
钱 锋 樊邦奎

第一届编辑委员会

主任委员：尹 浩

常务副主任委员：朱洪波

副主任委员：

刘 多 郭英杰 刘海涛 刘云浩 刘明亮 宋 彤 刘华鲁

委

员：（按姓氏笔画排序）

丁进良 丁志国 丁恩杰 于宏毅 卫 国 马华东 马建国
马建峰 王 伟 王 翔 王文博 王永建 王汝言 王红刚
王丽宏 王现斌 王金龙 王承祥 王重钢 王祖林 王新兵
韦 岗 牛志升 毛军发 仇洪冰 卢光跃 兰巨龙 吕卫锋
朱 艳 朱 琦 乔 辉 刘 飞 刘 云 刘元安 江 涛
安建平 孙 怡 孙玲玲 阳春华 杜文莉 李安民 李建东
李宣东 李德识 杨 旻 杨 健 杨龙祥 时龙兴 吴启晖
冷甦鹏 汪一鸣 沈八中 沈连丰 宋令阳 张 平 张 伟
张 彦 张 瑞 张云勇 张文生 张宏科 张英海 张钦宇
张海林 张朝阳 张登银 陆宇平 陈 岚 陈 钟 陈山枝
陈少平 陈仪香 陈后金 陈如山 陈前斌 陈晓华 陈积明
范九伦 范平志 林金朝 易东山 罗军舟 金 石 金 海
周兴社 周建江 郑 淦 郑志彬 郑福春 赵小强 赵晓晖
胡清阳 胡瑞敏 钟章队 施 毅 姜 斌 洪 文 姚 力
夏香根 钱 毅 高 跃 高飞飞 郭 庆 郭贵生 黄继杰
崔曙光 隆克平 续合元 葛 宁 葛俊祥 程崇虎 曾凡仔
谢 斌 詹 杰 潘 炜

物联网学报

2020年(第4卷)总目次

专题

	期	页码
6G与广域物联网.....	尤肖虎, 尹浩, 郭贺铨	1 (3)
面向航空6G的频谱认知智能管控.....	刘东, 吴启晖, Tony Q. S. Quek	1 (12)
面向6G的无线通信信道特性分析与建模.....	王承祥, 黄杰, 王海明, 高西奇, 尤肖虎, 郝阳	1 (19)
基于深度学习的大规模MIMO信道状态信息反馈.....	陈慕涵, 郭佳佳, 李潇, 金石	1 (33)
面向6G物联网的主被动互惠传输关键技术.....	伍明江, 类先富, 李里, 唐小虎	1 (45)
面向认知物联网的隐蔽通信智能功率控制.....	李赞, 廖晓闽, 石嘉, 肖培	1 (52)
面向6G的智能机器通信与网络.....	陈旭, 尉志青, 冯志勇, 潘淼	1 (59)
意图驱动的6G无线接入网络.....	周洋程, 闫实, 彭木根	1 (72)
6G时代信息新鲜度优先的无线网络设计.....	熊轲, 胡慧敏, 艾渤, 张煜, 裴丽	1 (80)
6G蜂窝物联网的大规模接入技术.....	田飞燕, 陈晓明, 钟财军, 张朝阳	1 (92)
6G卫星物联网移动性管理: 挑战与关键技术.....	白卫岗, 盛敏, 杜盼盼	1 (104)
区块链赋能6G.....	代玥玥, 张科, 张彦	1 (111)
6G异构边缘计算.....	王鹏飞, 邸博雅, 宋令阳, 韩竹	1 (121)
面向6G智能终端身份鉴别技术.....	夏仕达, 徐璿, 陶小峰	1 (131)
基于区块链与边缘计算的物联网数据管理.....	程冠杰, 黄诤杰, 邓水光	2 (1)
区块链在物联网系统中的应用探讨.....	高镇, 崔琪楣, 张雪菲, 王晓飞	2 (10)
优化可扩展的拜占庭容错共识算法.....	韩嗣诚, 朱晓荣, 张秀贤	2 (18)
基于区块链的动态频谱共享接入技术.....	王威, 李祖广, 吴启晖	2 (26)
区块链跨链技术分析.....	郭朝, 郭帅印, 张胜利, 宋令阳, 王晖	2 (35)
基于区块链的安全车联网数字取证系统.....	李萌, 司成祥, 祝烈煌	2 (49)
基于区块链智能合约的物联网恶意节点检测和定位.....	黄豪杰, 吴晓晓, 李刚强	2 (58)
基于区块链的分布式物联网设备身份认证机制研究.....	谭琛, 陈美娟, Amuah Ebenezer Ackah	2 (70)
一种基于区块链的物联网架构.....	陈诗鹏, 陈彬, 代明军, 王晖	2 (78)
空天地一体化网络技术: 探索与展望.....	沈学民, 承楠, 周海波, 吕丰, 权伟, 时伟森, 吴华清, 周淙浩	3 (3)
基于无源反向散射技术的智能标签: 应用与挑战.....	郭颖, 王公仆, 李宗辉, 何睿斯, 钟章队	3 (20)
基于SDN的铁路系统空天地融合网络架构.....	滕颖蕾, 李鑫, 王剑, 蔡伯根, 宋梅	3 (30)
基于深度强化学习的无人机数据采集和路径规划研究.....	牟治宇, 张煜, 范典, 刘君, 高飞飞	3 (42)
无线能量收集驱动下的铁路物联网中断性能分析.....	马佳星, 熊轲, 张煜, 钟章队, 倪强	3 (52)

多源异构航班航迹数据流实时融合方法研究.....张曷熹, 田 旺, 朱少川, 刘洪岩, 朱 熙 3 (60)

面向自动驾驶应用的车联多智能体信息融合协同决策机制研究.....曹佳钰, 冷甦鹏, 张 科 3 (69)

基于多特征时空图卷积网络的水运通航密度预测.....董 伟, 张磊磊, 金子恒, 孙 伟, 高俊波 3 (78)

基于双层规划的应急物资邮政运输模型优化方法研究.....周海霞, 梅育荣, 吕福如, 孙知信 3 (86)

动态时空数据驱动的认知车联网频谱感知与共享技术研究.....郭彩丽, 陈九九, 宣一荻, 张 荷 3 (96)

基于分布式光纤振动传感器的铁路安全监测算法.....陈复扬, 姜 斌, 沙 宇 3 (106)

长输油气管道大数据挖掘与应用.....于 涛, 刘丽君, 陈泓君, 于 瑶 3 (112)

基于 SqueezeNet 卷积神经网络的车辆检测.....魏泽发, 崔 华 3 (120)

能源物联网及其关键技术.....刘俊勇, 潘 力, 何 迈 4 (9)

面向智慧矿山的移动群智感知覆盖及能效优化.....王朝炜, 刘 婷, 王天宇, 王卫东 4 (17)

基于 CSI 的井下人员行为识别方法.....张 雷, 张 跃, 李明雪, 史新国, 翟 勃, 王卫龙 4 (26)

面向能源互联网的多端口 DC/DC 能源路由器控制策略研究.....
.....马文忠, 李冠成, 张奎同, 杨淑娟, 魏孟迪, 唐毓振, 宋玉成, 董 磊 4 (32)

面向智慧农业的分层土壤墒情监测仪的设计及应用.....赵小强, 权 恒, 晏珠峰, 王录俊 4 (43)

Wi-Pest: 一种基于 CSI 的储粮害虫检测方法.....单少伟, 杨卫东, 肖 乐, 王 珂 4 (51)

精准农业无线传感器网络协议研究.....杨金凤, 王 骥 4 (62)

前沿与综述

物联网常识讨论.....孙 玉 4 (1)

理论与技术

面向 6G 物联网的智能反射表面设计.....王兆瑞, 刘 亮, 李 航, 崔曙光 2 (84)

工业物联网中基于边缘计算的跨域计算资源分配与任务卸载.....周 鹏, 徐金城, 杨 博 2 (96)

基于毫米波感知的小型无源物体定位追踪.....王 宁, 赵 科, 周安福, 马华东, 刘建华, 杨 宁 2 (105)

基于顾问引导搜索的虚拟网络映射算法.....刘文覃, 庄 雷, 和孟佺, 田帅魁, 宋 玉, 王国卿 2 (113)

铁路物联网中无线携能中继网络性能分析.....李亚平, 熊 轲, 张 煜, 杨 玺 4 (70)

异构云计算平台业务迁移.....魏 峰, 丁 飞, 焦鹏举, 李 杨, 陈焱山, 张登银 4 (79)

感知质量优化的移动群智感知任务在线分发算法.....张 伟, 李 卓, 陈 昕 4 (91)

服务与应用

基于 OLAP 技术的物联网客户数据平台构建.....郭 悦, 龙 岳, 张 勋, 屈 阳 2 (122)

工业互联网无线室内定位技术概述.....常 娥, 冷卫杰 2 (129)

基于物联网和边缘计算的智能化建筑管理系统及应用.....宋海鹰, 陈志文, 邱佰平, 匡付华, 邓仕钧 4 (98)

物联网技术发展分析与建议.....余文科, 程 媛, 李 芳, 赵 琦 4 (105)

Chinese Journal on Internet of Things

Contents List Vol.4 (2020)

Topic	No.	Pages
On 6G and wide-area IoT.....	YOU Xiaohu, YIN Hao, WU Hequan	1 (3)
Spectrum cognitive intelligent management and control for aviation 6G.....	LIU Dong, WU Qihui, Tony Q. S. QUEK	1 (12)
6G oriented wireless communication channel characteristics analysis and modeling.....	WANG Chengxiang, HUANG Jie, WANG Haiming, GAO Xiqi, YOU Xiaohu, HAO Yang	1 (19)
An overview of the CSI feedback based on deep learning for massive MIMO systems.....	CHEN Muhan, GUO Jiajia, LI Xiao, JIN Shi	1 (33)
Key technologies of symbiotic transmission for 6G Internet of things.....	WU Mingjiang, LEI Xianfu, LI Li, TANG Xiaohu	1 (45)
Intelligent power control for covert communication in cognitive Internet of things.....	LI Zan, LIAO Xiaomin, SHI Jia, XIAO Pei	1 (52)
Intelligent machine-type communication and network for 6G system.....	CHEN Xu, WEI Zhiqing, FENG Zhiyong, PAN Miao	1 (59)
Intent-driven 6G radio access network.....	ZHOU Yangcheng, YAN Shi, PENG Mugen	1 (72)
Information freshness orientated wireless network design for 6G.....	XIONG Ke, HU Huimin, AI Bo, ZHANG Yu, PEI Li	1 (80)
Massive access technology in 6G cellular Internet of things network.....	TIAN Feiyan, CHEN Xiaoming, ZHONG Caijun, ZHANG Zhaoyang	1 (92)
Mobility management of the 6G satellite IoT: challenges and key techniques.....	BAI Weigang, SHENG Min, DU Panpan	1 (104)
Blockchain empowered 6G.....	DAI Yueyue, ZHANG Ke, ZHANG Yan	1 (111)
Heterogeneous multi-layer mobile edge computing for 6G.....	WANG Pengfei, DI Boya, SONG Lingyang, HAN Zhu	1 (121)
Intelligent terminal identification technology toward 6G.....	XIA Shida, XU Jin, TAO Xiaofeng	1 (131)
Data management based on blockchain and edge computing for Internet of things.....	CHENG Guanjie, HUANG Zhengjie, DENG Shuiguang	2 (1)
Discussions about application of blockchain in IoT systems.....	GAO Zhen, CUI Qimei, ZHANG Xuefei, WANG Xiaofei	2 (10)
Optimized scalable Byzantine fault tolerance algorithm.....	HAN Sicheng, ZHU Xiaorong, ZHANG Xiuxian	2 (18)
Dynamic spectrum sharing access technology based on blockchain.....	WANG Wei, LI Zuguang, WU Qihui	2 (26)
Analysis of cross-chain technology of blockchain.....	GUO Zhao, GUO Shuaiyin, ZHANG Shengli, SONG Lingyang, WANG Hui	2 (35)
Secure vehicular digital forensics system based on blockchain.....	LI Meng, SI Chengxiang, ZHU Liehuang	2 (49)
Anomaly detection and location of malicious node for IoT based on smart contract in blockchain network.....	HUANG Haojie, WU Xiaoxiao, LI Gangqiang	2 (58)
Research on distributed identity authentication mechanism of IoT device based on blockchain.....	TAN Chen, CHEN Meijuan, Amuah Ebenezer ACKAH	2 (70)
Blockchain-based IoT architecture.....	CHEN Shipeng, CHEN Bin, DAI Mingjun, WANG Hui	2 (78)
Space-air-ground integrated networks: review and prospect.....	SHEN Xuemin (Sherman), CHENG Nan, ZHOU Haibo, LYU Feng, QUAN Wei, SHI Weisen, WU Huaqing, ZHOU Conghao	3 (3)
Smart tags based on the batteryless backscatter technology: applications and challenges.....	GUO Ying, WANG Gongpu, LI Zonghui, HE Ruisi, ZHONG Zhangdui	3 (20)
SDN enabled space-terrestrial integrated network architecture of railway system.....	TENG Yinglei, LI Xin, WANG Jian, CAI Bogen, SONG Mei	3 (30)
Research on the UAV-aided data collection and trajectory design based on the deep reinforcement learning.....	MOU Zhiyu, ZHANG Yu, FAN Dian, LIU Jun, GAO Feifei	3 (42)
Outage performance analysis of wireless powered railway Internet of things.....	MA Jiaying, XIONG Ke, ZHANG Yu, ZHONG Zhangdui, NI Qiang	3 (52)
Research on real-time fusion method of multi-source heterogeneous flight trajectory data stream.....	ZHANG Zhuxi, TIAN Wang, ZHU Shaochuan, LIU Hongyan, ZHU Xi	3 (60)

Multi-agent driven collaborative decision mechanism of information fusion for autonomous driving vehicles	CAO Jiayu, LENG Supeng, ZHANG Ke	3	(69)
Prediction of the waterborne navigation density based on the multi-feature spatio-temporal graph convolution network	DONG Wei, ZHANG Leilei, JIN Ziheng, SUN Wei, GAO Junbo	3	(78)
Research on the optimization method of emergency material post transportation model based on bi-level programming	ZHOU Haixia, MEI Yurong, LYU Furu, SUN Zhixin	3	(86)
Research on the spectrum sensing and sharing technology in the dynamic spatiotemporal data driven cognitive	Internet of vehicles	GUO Caili, CHEN Jiujiu, XUAN Yidi, ZHANG He	3 (96)
Railway safety monitoring algorithm based on distributed optical fiber vibration sensor	CHEN Fuyang, JIANG Bin, SHA Yu	3	(106)
Big data mining and application of long-distance oil and gas pipeline	YU Tao, LIU Lijun, CHEN Hongjun, YU Yao	3	(112)
Vehicle detection based on SqueezeNet convolutional neural network	WEI Zefa, CUI Hua	3	(120)
Internet of energy things and its key technologies	LIU Junyong, PAN Li, HE Mai	4	(9)
Mobile crowd sensing coverage and energy optimization in smart coalmine	WANG Chaowei, LIU Ting, WANG Tianyu, WANG Weidong	4	(17)
CSI-based underground personnel behavior identification method	ZHANG Lei, ZHANG Yue, LI Mingxue, SHI Xinguo, ZHAI Bo, WANG Weilong	4	(26)
Research on the control strategy of multi-port DC/DC energy router for the energy Internet	MA Wenzhong, LI Guancheng, ZHANG Kuitong, YANG Shujuan, WEI Mengdi, TANG Yuzhen, SONG Yucheng, DONG Lei	4	(32)
Design and application of the layered soil moisture monitor for the smart agriculture	ZHAO Xiaoqiang, QUAN Heng, YAN Zhufeng, WANG Lujun	4	(43)
Wi-Pest: a method for detecting stored grain pests based on CSI	SHAN Shaowei, YANG Weidong, XIAO Le, WANG Ke	4	(51)
Research of precision agriculture WSN protocols	YANG Jinfeng, WANG Ji	4	(62)

Frontier and Comprehensive Review

Discussion on the common sense of the Internet of things	SUN Yu	4	(1)
--	--------	---	-----

Theory and Technology

Intelligent reflecting surface design for 6G-assited Internet of things	WANG Zhaorui, LIU Liang, LI Hang, CUI Shuguang	2	(84)
Cross-domain task offloading and computing resource allocation for edge computation in industrial Internet of things	ZHOU Peng, XU Jincheng, YANG Bo	2	(96)
Small passive object location tracking based on millimeter-wave sensing	WANG Ning, ZHAO Ke, ZHOU Anfu, MA Huadong, LIU Jianhua, YANG Ning	2	(105)
Virtual network embedding algorithm based on consultant guided search	LIU Wentan, ZHUANG Lei, HE Mengyang, TIAN Shuikui, SONG Yu, WANG Guoqing	2	(113)
Performance analysis of simultaneous wireless information and power transfer relay network in railway Internet of things	LI Yaping, XIONG Ke, ZHANG Yu, YANG Xi	4	(70)
Service migration of heterogeneous cloud computing platform	WEI Feng, DING Fei, JIAO Pengju, LI Yang, CHEN Yanshan, ZHANG Dengyin	4	(79)
Data quality optimized online task allocation method for mobile crowdsensing	ZHANG Wei, LI Zhuo, CHEN Xin	4	(91)

Service and Application

Construction of Internet of things customer data platform based on OLAP technology	GUO Yue, LONG Yue, ZHANG Xun, QU Yang	2	(122)
Summary of wireless indoor positioning technology in industry Internet	CHANG E, LENG Weijie	2	(129)
Building intelligent integrated management system based on Internet of things and edge computing and its application	SONG Haiying, CHEN Zhiwen, QIU Baiping, KUANG Fuhua, DENG Shijun	4	(98)
Analysis and suggestions on the development of IoT technology	YU Wenke, CHENG Yuan, LI Fang, ZHAO Qi	4	(105)