

增强性移动泛在智慧环境——物联网的高级态势

张平, 李世林, 胡铮

(北京邮电大学信息与通信工程学院, 北京 100876)

摘要: 提出物联网发展的高级态势, 即增强性移动泛在智慧环境 (E-MUSE, enhanced-mobile ubiquitous smart environment), 它是移动泛在业务环境 (MUSE, mobile ubiquitous service environment) 在物联网时代的自然发展。E-MUSE 是以 5G 技术为核心的运行于 5G 泛在网络之上的移动化、泛在化、智慧化的信息环境。对 E-MUSE 目标架构进行定义, 围绕物联网、云—雾—边缘协作计算、人工智能等技术, 论述了其对 E-MUSE 的具体作用, 最后展望了 E-MUSE 带来的新应用。

关键词: 物联网; 移动通信; 5G 网络; 泛在网络; 人工智能

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2018.00037

Enhanced-mobile ubiquitous smart environment ——the super state of Internet of things

ZHANG Ping, LI Shilin, HU Zheng

School of Information and Communication Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China

Abstract: Enhanced-mobile ubiquitous smart environment (E-MUSE) was proposed as the super state of Internet of things (IoT), which was also the evolution of mobile ubiquitous service environment (MUSE) in the epoch of IoT. E-MUSE is a mobile, ubiquitous and intelligent information environment that runs on 5G ubiquitous network and takes 5G technology as the core. The physical structure and connotation framework of E-MUSE were defined. Around IoT, cloud-fog-edge computing, artificial intelligence, etc., the function of these new technologies in E-MUSE were discussed. Finally, some new application based on E-MUSE was discussed.

Key words: IoT, mobile communication, 5G network, ubiquitous network, artificial intelligence

1 引言

泛在网络实现人与人、人与物、物与物之间信息的获取、传递、存储和处理, 从而提供无所不在的连接和信息服务, 它代表了信息社会基础设施的发展趋势, 揭示了未来信息网络与应用“无所不在”的显著特征。物联网是“物物相连的网络”, 利用传感器、射频识别 (RFID, radio frequency identification) 和二维码等作为感知元件, 再通过基础网络实现物与物、人与物的互联。当今信息社会, 实现泛在网络的引领性思路是综合利用大数据、人工

智能、移动互联网、物联网、云—雾—边缘协作计算、软件定义网络 (SDN, software defined networking)、网络功能虚拟化 (NFV, network function virtualization) 等新技术融合无线通信、Internet 以及计算机等领域, 使多种资源 (如网络资源、计算资源等) 可以实现灵活无缝的调度, 以满足未来网络高度发展的需求。如图 1 所示, 物联网是实现泛在网络的重要板块之一。

2 发展背景

当今世界, 各国综合国力竞争的焦点越来越向

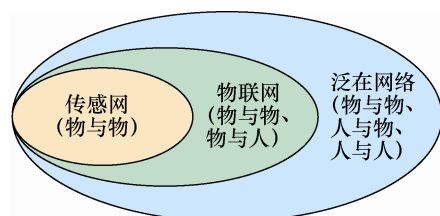


图 1 泛在网络、物联网、传感网关系

2 个方面集中：一是信息技术创新和信息产业发展的速度；二是信息化渗透经济社会的深度和广度。因此，世界主要国家高度重视信息化建设，一方面根据信息化发展形势及时出台相关战略、政策与规划，另一方面均把信息化发展战略作为国家发展战略的重要组成部分，如美国《国家宽带计划》、欧盟《“数字化议程”计划》和韩国《U-Korea 计划》等^[1]。

此外，众多国家都从战略高度进行了相关科研和应用建设布局。新加坡先后启动了“智慧国 2015”“智慧国 2025”这 2 个信息产业 10 年计划，前者提出创新、整合和国际化三大原则，希望将新加坡建设成为一个以信息通信作为驱动的智慧化国度，后者着重于信息的整合以及在此基础上的执行，除了通过技术来收集信息外，更关键的是利用信息^[2]。德国在《高技术战略 2020》中提出“工业 4.0”，将传统制造技术与互联网技术相融合，实现智能制造，旨在支持工业领域新一代革命性技术的研发与创新。欧盟推行“单一数字市场”，出台数字化新规划，旨在帮助欧洲产业以及政府部门充分利用新技术。欧盟还将建设“欧洲开放科学云”，为欧洲科研人员提供虚拟环境，对海量数据进行存储、管理、分析以及再利用。

政府的大力推动和跨国企业的积极参与使电子信息产业、信息服务市场等领域涌现出很多新业态、新应用和新模式。例如，谷歌建立起“终端+软件+内容+服务”的移动互联网产业生态体系；IBM 实现从传统 PC 厂商向解决方案供应商转型；Facebook 围绕社交平台开发互联网增值服务，打造具有高度粘性的平台经济。德国政府“工业 4.0”战略计划通过信息通信技术和网络空间虚拟系统—信息物理系统相结合的手段实现智能制造。

从《2006—2020 年国家信息化发展战略》和“十一五”“十二五”信息化政策以及各类科技专项规划可以看出，我国非常重视信息网络建设与技术看创新，包括有线和无线通信的基础设施建设和发展、用户规模扩充以及未来无线泛在网络信息服务市场的潜力培育方面。“十三五”规划中则明确提出实

施网络强国战略，加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。目前，我国亟待一种突破性、跨越式的经过重新构思并全新设计的泛在网络体系，结合“信息化驱动现代化”“网络强国”“宽带中国”以及“数字中国”等战略需求和目标，围绕物联网、云计算、大数据、人工智能等众多新技术，展开新一轮的信息产业建设。

3 泛在网络发展现状

在北京召开的世界无线研究论坛（WWRF）上，张平首次提出了移动泛在业务环境（MUSE），用来描述未来无线世界的一种愿景。MUSE 强调业务提供方的智能性，业务生成方式的多样性以及业务对底层网络、终端变化的自适应性，并希望异构网络之间可以无缝融合、协同工作，从而获得新业务。针对网络资源利用率低、异构网络联通困难、业务应用兼容能力弱等问题，MUSE 主要研究可控前提下的协同工作和资源分配的泛在网络体系架构^[3]。从业务角度出发，认为应用需求将推动以移动通信网络为代表的广域网络与泛在计算相互融合，从而演进为一个可以提供具有无处不在计算能力的异构协同网络^[4]。MUSE 的概念模型主要分为终端业务环境、网络业务环境、用户身份这 3 个部分，并以可以自动地、智慧地提供以用户为中心的业务为最优体验目标^[5]。

随着网络社会的发展，以物联网场景高度发展为背景、以 5G 为移动通信板块的 5G 泛在网络时代即将来临。物联网作为新一代信息通信技术高度集成和综合应用的典范，深刻改变了生产活动、社会管理、公共服务。随着物联网技术的不断普及和深化，“万物互联”的信息时代即将到来，可穿戴设备、智能汽车、智慧终端、智能机器人等数百亿的设备将接入网络。预计到 2020 年，全球物联网市场规模达到 1.9 万亿美元，终端接入数量达到 260 亿个。随着移动通信网的发展，终端设备、接入方式、业务平台等都呈现出异构化、多样化、泛在化的趋势，场景方面从纯粹的蜂窝通信业务向着多业务场景融合发展。5G 不再单纯地追求数据传输峰值速率，而是综合考虑 8 个技术指标：频谱效率、最大接入量、能量效率、移动性、时延特性、流量密度、峰值速率与用户体验速率^[6]。从用户需求看，5G 泛在网络支持更高带宽、超低时延、更高可靠性以及海量用户；从运营商来看，5G 泛在网络应该是弹性化、自动化、智能化的；从功能方

面讲，5G 系统需要支持通信、计算、控制和内容交付等；从应用方面讲，大量的应用和服务正在不断涌现，如实时在线游戏、虚拟现实以及超清视频等。5G 泛在网络的基本特征可以归纳为超高接入速率、超大接入量、超强异构性、高可靠低时延特性。国际电信联盟将 5G 的主要应用场景定义为增强型移动宽带(eMBB)、大规模机器通信(mMTC)、高可靠低时延通信(uRLLC)^[7]。

然而，面对即将到来的 5G 泛在网络时代，还缺乏一种突破性、跨越式、智慧化、安全可信的泛在网络环境来支撑未来网络的进一步发展。基于 MUSE，本文提出了增强性移动泛在智慧环境(E-MUSE)。E-MUSE 在强调人机交互和人通信的同时，还追求人人通信、人物通信、物物通信的深度融合，这与物联网的部分愿景高度重合。因此，E-MUSE 不只是 MUSE 在 5G 通信时代的增强，还被看作是物联网发展的高级态势。E-MUSE 希望以物联网技术为基础，综合利用云—雾—边缘协作计算、人工智能、大数据、移动互联网、SDN、NFV 等先进技术，搭建泛在互联、泛在融合、泛在智慧三位一体的信息网络环境，以支撑未来网络社会中新型产业与应用的发展建设。

E-MUSE 与 MUSE 的主要区别体现在：第一，E-MUSE 以物联网高度发展的“万物互联”为背景；第二，E-MUSE 以 5G 移动通信为通信板块支撑；第三，E-MUSE 拥有大数据、人工智能、物联网、云—雾—边缘协作计算、移动互联网等技术支持。

4 E-MUSE 目标架构与技术难点

E-MUSE 基本目标是搭建以泛在互联为基础，以泛在融合为支撑，以泛在智慧为核心的移动化、泛在化、智慧化的信息环境，其目标架构分布如图 2 所示，共分为 3 层，由下至上依次为泛在互联、泛在融合、泛在智慧。

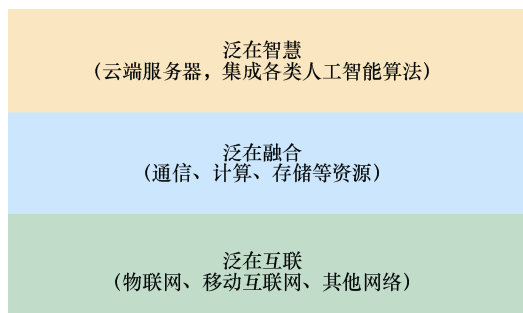


图 2 E-MUSE 目标架构

4.1 泛在互联

泛在互联层是 E-MUSE 目标架构的底层，是泛在网络感知外部环境信息的媒介。泛在互联层中遍布着形式迥异、功能不同、网络接入方式多样的终端设备与物联网节点，包括摄像头、传感器、RFID、智能手机以及其他终端设备或通信基础设施等。作为泛在网络感知现实世界的触角，它们表现出功能多样化、网络接入方式差异化、信息获取独立化的特征，且都是具有通信能力的物理实体，它们能够将现实世界抽象成具体的数据信息，是泛在网络与现实世界联通的桥梁，是实现信息交互的基础。

当前信息社会仍存在异构网络与智能终端各自为用户服务而对外呈现“信息孤岛”的现象。因为在现实网络中，不同制造商生产的不同型号的计算机、网络设备、移动终端等以不同的网络制式、不同的通信协议运行在不同的操作系统中，以支撑不同的功能、业务和应用。

泛在互联层希望利用物联网技术、移动通信技术等，通过无线、有线等通信组网手段，将泛在终端节点连接起来，实现人与人、人与物、物与物之间数字化信息的互联互通，为进一步实现信息流转融合与基于信息的智慧决策做准备。

然而，随着信息社会的发展，物联网节点的种类和数量均呈几何式增长趋势，移动性增强，软硬件资源越发短缺，尤其是无线通信终端还存在地域上网络覆盖层面的限制。因此，在泛在互联层上不仅要研究如何破除“信息孤岛”现象，还要研究场景适应性的无线通信及组网、可信和安全接入问题。

4.2 泛在融合

移动泛在智慧环境下的网络是移动通信网、互联网、物联网及其他相互异构网络的高度融合基础上的智慧化网络，目标之一是实现跨网络、跨行业、跨平台、跨应用的智慧化融合。泛在融合的本质是在分布式环境中通过协议算法可信管理和协同控制通信资源、计算资源和存储资源，以达到高效资源利用与异构网络融合的目的，从而实现通信、计算、存储的三重融合。泛在融合的实现需要依赖于 NFV 与 SDN 的平台。NFV 通过产生多个虚拟机的方式使单个边缘设备可以同时为多个移动用户提供各种资源。SDN 可以让管理者将服务功能抽象化，从而提供可扩展的、动态的、跨平台的业务。

然而，现存网络种类繁多，研究方法难以统一，算法研究较多，应用型研究较少。因此，在未来的

泛在网络融合研究过程中,应归纳网络概念并探究有效的融合方法,推动融合研究面向大规模异构网络与应用性。

4.3 泛在智慧

泛在智慧是指通过人工智能、数据挖掘、信息处理等技术,对泛在网络所感知到的海量异构数据进行准确提取与综合分析,获取普适性的泛在知识并对知识加以智能应用的过程,是 E-MUSE 最核心的技术体系,是实现 5G 泛在网络的基础。泛在智慧本质上是从离散的异构数据中抽取携带语义信息的可用知识,建立数据空间到知识空间的复杂映射关系,通过联想、聚合、推理等信息处理能力,实现知识驱动、知识支配型智能业务。泛在智慧需以多学科理论为研究基础,涉及分布式决策与协作、知识表示与编码、符号逻辑与语义推理、模式识别等众多理论与实践问题;同时,还包含多学科交叉引发的新型科学问题,如泛在知识融合与演进、业务及网络反馈控制交互认知等问题。

E-MUSE 纳入全部终端节点、物联网节点的感知数据并具备对数据深度分析的能力,为各类应用提供经过认知处理的数据,从而构成了面向不同领域的泛在智慧环境。E-MUSE 还有一些配套支撑体系,包括移动泛在智慧模型和移动泛在安全体系。智慧模型是 E-MUSE 运转的逻辑基础,包括基础模型、领域模型、主题模型。基础模型是支撑 E-MUSE 落地的基础性的公共模型,如智慧城市。领域模型是针对不同的领域建立的领域特殊的模型,如窄带物联网、车联网、工业互联网等。主题模型用于描述横跨多个领域的应用环境的模型,如科技冬奥。移动泛在安全体系包括安全感知、安全计算、安全共享,负责整个信息环境的数据安全问题。

4.4 技术难点

根据 E-MUSE 的目标架构,其技术难点可以概括为“信号多态融合”“资源可信重构”与“跨域智慧协同”。针对“信号多态融合”,需以信号处理基础理论为重点研究内容,突破可重构器件和处理架构、信息智慧融合与处理技术;针对“资源可信重构”,需深入研究未来网络体系结构和组织,突破泛在可信接入技术、泛在网络融合技术、资源分布式管控技术、可信共享和数据高速交换技术等;针对“跨域智慧协同”,需以数据科学、认知科学、人工智能为基础研究方向,深入研究人、机、物信

息上的认知和决策技术,网络空间元数据处理及认知,信息协同消费模型,泛在信息网络空间治理技术。

5 新技术支撑下的 E-MUSE

当今网络社会的重要技术主要包括物联网、云一雾一边缘协作计算、人工智能、大数据、移动互联网,而 E-MUSE 离不开这 5 种主要技术的协同支持。泛在互联网层主要由物联网、移动互联网支撑,泛在智慧层主要由大数据、人工智能支撑。云一雾一边缘协作计算则支撑了 E-MUSE 目标架构的整体实现,因为从泛在互联网到泛在融合,再到泛在智慧,都离不开计算资源的支持。

5.1 物联网

物联网指的是在物理实体世界中部署具有一定感知能力、计算能力或执行能力的各种信息传感设备,通过网络设施实现信息传输、协同和处理,从而实现广域或大范围的人与物、物与物之间信息交换的互联。物联网是面向人与物、物与物的通信,是泛在互联网层的主要技术之一。根据泛在的内涵,E-MUSE 首先关注的是人与周边环境的智慧化交互,而感知设备与无线网络只是手段。物联网产生大数据,从物联网到大数据,再到智慧决策构成了从感知到认知的全过程。物联网是产业互联网的核心技术,在推动实现信息—物理系统融合的同时,与云计算、大数据、人工智能等技术相互结合,成为未来信息社会的重要支柱。此外,车联网、窄带物联网以及产业互联网等新技术极大扩展了物联网的应用领域,渗透到社会生产生活的方方面面,从而更好地支撑 E-MUSE 的发展。

伴随着“万物互联”信息时代的到来,物联网对 E-MUSE 既是挑战,也是机遇。物联网场景中大量的节点以及其所带来的海量数据,对网络管控与数据处理带来了极大的挑战,然而,其所拥有的网络资源、数据资源、计算资源又是 E-MUSE 必需的支持。

5.2 云一雾一边缘协作计算

泛在计算的概念首先由施乐实验室的首席技术官 Weiser^[8]提出。泛在计算旨在构建超越传统桌面计算的人机交互新模式,将信息处理嵌入用户生活周边空间的计算设备中,协同地、不可见地为用户提供信息通信服务。这里的云一雾一边缘协作计算可以很好地支撑 E-MUSE 对泛在计算的概念要求。

云计算中，计算功能、存储功能和网络管理功能统一集中在“云端”，以支撑资源受限终端的正常运行。然而，较长的传输时延一直是云计算的重要缺陷。移动边缘计算（MEC, mobile edge computing）由欧洲电信标准协会提出，并被定义为一个无线接入网络中在移动用户近端为其提供计算能力的边缘节点，如基站或接入点。雾计算（FC, fog computing）作为 MEC 概念的一般形式由思科（Cisco）公司提出，其中，对边缘设备的定义也更加广泛了，从智能手机到机顶盒等。物联网设备是资源受限的，但大量闲置的设备可以为实时任务处理提供充足的计算资源。如图 3 所示，云—雾—边缘协作计算通过将云、雾、边缘计算资源融合、统一调度，从而为 E-MUSE 各层提供无处不在的、满足任务需求的计算能力，以支撑 E-MUSE 不同功能的具体实现，如泛在互联中数据的交互、泛在融合中数据的融合、泛在智慧中数据的处理。



图 3 云—雾—边缘协作计算

5.3 人工智能

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的新技术，是 E-MUSE 泛在智慧层中最核心的技术，对智慧社会影响深远，并在机器人、无人机、金融、农业、医疗、教育、能源、国防等诸多领域得到了较为广泛的应用。机器学习作为人工智能研究的一个核心领域，它可以让计算机通过训练不断提高自身性能，从而在未编程的前提下对事情做出更合理的反应。现代机器学习是一个基于大量数据的统计学过程，试图通过数据分析导出规则或流程，用于解释数据或预测未来数据^[9]。人工智能技术主要应用于泛在智慧层，通过机器学习、深度学习，对大量经过泛在融合的数据进行处理并做出合理的决策，从而满足泛在智慧的功能需求。

共享单车企业收集用户的骑行数据，应用卷积神经网络预测用户的出行需求，实现智慧化运营，是人工智能在 E-MUSE 中与物联网技术相结合的应用之一。共享单车企业之间基于泛在融合的信息共享可以使预测更加精确，从而提升用户满意度。在电气自动化领域中，人工智能技术可以应用于电气产品的设计，在增加产品设计精度的同时缩短了设计时间，从而提高生产效率。在电气控制环节，目前常用的有神经网络控制与专家系统模糊控制。人工智能技术在系统中的实现需要依托于 E-MUSE 框架中泛在互联层所采集的数据，并通过泛在融合层获得外部控制变量^[10]。

5.4 大数据

大数据技术是对泛在融合效果与 E-MUSE 智慧化程度起决定性作用的技术。随着大数据的迅速发展及计算能力的不断提升，各类学科越发期望通过一定的手段对多种数据展开分析，挖掘这些数据中的有价值部分^[11]。当前，面对 5G 泛在网络中数据量、数据维度的暴增，要想全面把握研究对象的特征，仅从单一维度对数据进行挖掘，其结论的准确性和全面性已显现不足，需引入多维视角。此外，真实的世界是异构的，不同类型事物间存在复杂的关系，而传统的网络分析方法难以直接迁移到异构信息网络研究中，需利用异构信息网络对真实的世界进行表征。目前，就情报研究而言，随着分析工作精细化与准确化程度的不断提高，对多种信息进行融合并开展深入分析的要求也日益增加^[12]，但就如何对这些多源、异构信息通过网络建模进行融合仍存有诸多不足，这也是当前制约情报分析向前推进的重要因素。

5.5 移动互联网

移动互联网就是将移动通信和互联网结合起来，成为一体，是互联网技术、平台、商业模式和应用与移动通信技术结合并实践的活动的总称，是 E-MUSE 实现泛在互联不可或缺的关键技术。移动互联网是网络通信的补充，可以打通“信息孤岛”和业务隔阂，实现信息之间的无缝衔接。基于移动互联网的移动 App，是实现泛在互联层中人与人、人与物互联的关键；具有开放性接口、可兼容、已扩展的移动操作系统又是实现泛在融合的重要技术之一。

6 E-MUSE 推进新应用发展

E-MUSE 可以推进诸多新应用的实现，典型的

应用如智慧城市、智能制造、智慧管理等。E-MUSE 特殊的目标架构、先进的技术协同控制措施,对以下新应用的发展具有良好的推动作用。

现代化信息城市建设以绿色、现代、智慧为目标,打造优美的生态环境,发展高端高新产业,建设优质公共设施,提供优质公共服务,构建高效交通网,打造绿色交通体系。智慧城市是指利用先进的信息技术,实现城市智慧式管理和运行,进而为城市中的人们创造更美好的生活,促进城市的和谐、可持续发展。智慧城市的发展得益于云计算、大数据、物联网、人工智能和移动互联网等技术的支持。智慧城市的建设需要对城市的资源进行连接、监测、整合、分析,最终做出决策,这与 E-MUSE 的目标架构不谋而合。智慧城市也为 E-MUSE 提供了全套的测试业务场景,推动技术进一步完善和进步。美国迪比克与 IBM 合作,利用物联网、大数据、人工智能等技术将城市的资源数字化并连接起来,如水、电、油、气、交通、公共服务等,进而通过感知、整合和分析各种数据智能化地响应城市需求,降低城市的能耗和成本。借助于 E-MUSE,智慧城市的建设将进入高速发展阶段。

智能制造是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统,它在制造过程中能进行智能活动,例如分析、推理、判断、构思和决策等。它把制造自动化的概念更新,扩展到柔性化、智能化和高度集成化。E-MUSE 不仅可以让智能制造系统在实践中不断地充实知识库,而且还具有自学习功能,能够搜集与理解环境信息和自身的信息,并进行分析判断和规划自身行为的能力。已有的 COSMOplat 平台是海尔自主研发的工业互联网平台,是由用户全流程参与体验并实现用户终身价值的共创共赢多边平台,形成了物联网范式的“世界第三极”。它具有 3 个差异化特点:以用户体验迭代为中心,创造用户终身价值;以互联工厂为载体,实现由大规模制造到大规模定制;打造用户、企业、资源开放共赢的全生态。

智慧管理可分为政府办公管理、财政管理以及企业管理。数字化、智慧化的政府办公管理系统需要 4 个核心能力:数字化服务、自动化工作流程、基于数据的决策、通过与企业和个人进行数据共享进行业务创新。信息化、智慧化的财政体系追求实现财务与财政一体化目标,实现预算、核算、决算的三算一体化目标和财务监控、分析决策、内部审

计一体化的目标。在企业管理方面,已有的 SAP Leonardo 数字化创新系统将物联网、大数据、人工智能、区块链等领先技术融入云平台,智能地连接人、物与业务。它不仅能实现对互联万物的感知洞察,还帮助企业实现端到端的数字化业务流程,让所有技术实现集成和数字化实时运营。E-MUSE 可以为智慧管理在各个领域的实现提供完备的信息环境与先进的技术支持。

E-MUSE 还可以支撑智慧交通、智慧医疗、智慧旅游、智慧家居等行业的快速发展。例如,智慧交通通过对各类交通信息的整合、提取、认知并做出决策,促进智慧出行、智慧运输、自动泊车、自动驾驶等新应用的实现。智慧医疗可以建立智慧化数字医院,实现病人诊疗信息和行政管理信息的收集、存储、处理、提取、交换,进一步实现远程会诊、临床决策、智慧处方等医疗服务。基于泛在互联,智慧旅游将旅游场景数字化,并通过增强现实等技术,给游客更丰富的场景信息、更极致的视觉体验。智慧家居将更多的生活用具(家具、家电等)接入智慧家庭总控平台,实现智慧家电控制、家庭资源共享、自动安全防护等。

7 结束语

E-MUSE 是 MUSE 在以 5G 为背景的全新网络信息时代的增强,是“万物互联”时代下物联网的高级态势,是运行于 5G 泛在网络之上的移动化、泛在化、智慧化的信息环境,以用户、终端和系统为服务对象,提供数据感知及高效传输、信息智能处理、态势智慧认知以及信息共享等核心能力。E-MUSE 概念的形成是移动通信发展到 5G 多业务场景阶段的必然结果,是多场景融合的必然要求,是建设智慧社会的必备条件。同时,5G 技术及其他信息网络技术的成熟与发展又是 E-MUSE 实现的前提。现阶段,我国已经跻身 5G 第一梯队,相关技术、应用场景越来越成熟,相关产品也获得重要性突破。我国在领跑 5G 的同时,需进一步部署 E-MUSE,结合未来无线泛在网络的体系化需求,以业务创新和引领为目标导向,关注颠覆性模式、架构和技术创新,抓住“信息化驱动现代化”“网络强国”“宽带中国”以及“数字中国”等国家战略发展机遇,转化创新成果,带动我国信息产业良性健康发展。在未来,E-MUSE 可以支持面向购物客户端的推荐信息环境、面向自动驾驶的道路交通

信息环境、面向诊断医疗的个人健康信息环境等。
2022年北京冬奥会有望在E-MUSE的辅助下,实现中国特有的科技冬奥:赛事成绩预测、节目个性推荐、数据辅助训练、环境综合监控、场地智能感知等。

参考文献:

- [1] 薛澜, 林泽梁, 梁正, 等. 世界战略性新兴产业的发展趋势对我国的启示[J]. 中国软科学, 2013, 5:18-26.
XUE L, LIN Z L, LIANG Z, et al. The development trend of strategic emerging industries around the world and implications for China[J]. China Soft Science, 2013, 5:18-26.
- [2] 杨学成. 从新加坡“智慧国 2025”看大数据治国[J]. 通信世界, 2017(24): 9.
YANG X C. Analysis of big data from “Wisdom Country 2025” in Singapore[J]. Communications World, 2017(24):9.
- [3] 张平, 纪阳, 冯志勇. 移动泛在网络环境(1)[J]. 中兴通讯技术, 2007, 13(1): 58-62.
ZHANG P, JI Y, FENG Z Y. Mobile ubiquitous network environment (1)[J]. ZTE Communications, 2007, 13(1): 58-62.
- [4] 张平, 纪阳, 李亦农. 移动泛在网络环境(2)[J]. 中兴通讯技术, 2007, 13(2): 55-60.
ZHANG P, JI Y, LI Y N. Mobile ubiquitous network environment (2)[J]. ZTE Communications, 2007, 13(2): 55-60.
- [5] JI Y, ZHANG P, HU Z, et al. Towards mobile ubiquitous service environment[J]. Wireless Personal Communications on International Journal, 2006, 38(1): 67-78.
- [6] 张平, 陶运铮, 张治. 5G 若干关键技术评述[J]. 通信学报, 2016, 37(7): 15-29.
ZHANG P, TAO Y Z, ZHANG Z. Survey of several key technologies for 5G[J]. Journal on Communications, 2016, 37(7): 15-29.
- [7] ITU-R M 2083-0. IMT vision, framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond[S]. ITU-R, Document 5/199-E, 2015.
- [8] WEISER M. The computer for 21st century[J]. Scientific American, 1991, 265(3): 94-104.
- [9] 闫志明, 唐夏夏, 秦旋, 等. 教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析[J]. 远程教育杂志, 2017, 35(1): 26-35.
YAN Z M, TANG X X, QIN X, et al. The connotations, key technologies and application trends of educational artificial intelligence (EAI):

interpretation and analysis of the two reports entitled “preparing for the future of artificial intelligence” and “the national artificial intelligence research and development strategic plan”[J]. Journal of Distance Education, 2017, 35(1): 26-35.

- [10] 周贺, 王占峰, 王朔. 人工智能技术在电气自动化控制的应用分析[J]. 电子世界, 2017(3): 96-97.
ZHOU H, WANG Z F, WANG S. Application analysis of artificial intelligence technology in electrical automation control[J]. Electronics World, 2017(3): 96-97.
- [11] CHEN C L P, ZHANG C Y. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: a survey on big data[J]. Information Sciences, 2014, 275(11): 314-347.
- [12] 孟祥保. 图书情报学交叉融合与发展——基于国外 35 种核心期刊的引文分析[J]. 图书情报知识, 2012(5): 50-58.
MENG X B. A study on convergence and development of library and information science based on citation analysis of 35 overseas core journals[J]. Document, Information & Knowledge, 2012(5): 50-58.

[作者简介]



张平(1959-), 男, 北京邮电大学教授、博士生导师, 网络与交换技术国家重点实验室主任, 主要研究方向为未来无线通信组网理论与技术。



李世林(1992-), 男, 北京邮电大学博士生, 主要研究方向为移动边缘计算、无线能量传输。

胡铮(1980-), 男, 北京邮电大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向为大数据、人工智能、行为挖掘分析、人机协同。