

M-ICT应用发展趋势及其关键技术分析

Key Technologies and Development Trend of M-ICT Applications

吕达/LV Da

董振江/DONG Zhenjiang

杨勇/YANG Yong

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳
518052)
(ZTE Corporation, Shenzhen 518052, China)

信息通信技术(ICT)融合、吸纳各种跨界的新技术,并通过在ICT应用中的探索和实践,不断催生各种新业务、新服务。ICT应用已经与移动互联网、云计算和大数据等技术领域深度融合,呈现出3个方面的技术趋势:

(1)人工智能带来的服务智能化与智慧化。在高性能计算、存储、大数据和网络技术迅猛发展的基础之上,人工智能技术重新焕发出生命力,带来了M-ICT应用与服务智能化、智慧化。

(2)以区块链为特征的去中心化。以区块链技术为代表的互联网分布式数据技术,用于M-ICT应用分布式构建,并提供去中心化的安全可信服务,解决了互联网环境交易信任的难题。

(3)万物互联化。4G网络的商用部署和5G网络的逐步推进,使得万物互联成为现实,带来更高的带宽、更低的功耗、更低的时延,催生大量万物互联下的ICT新应用、新服

收稿日期: 2017-02-10

网络出版日期: 2017-03-06

基金项目: 广东省科技计划项目(2015B010129011)

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2017) 02-0050-006

摘要: 认为随着信息通信技术(ICT)的融合发展, M-ICT应用的架构、功能和服务形态都发生了重大变化, 呈现出了智能化、去中心化、泛在化等主要特征。详细阐述了在人工智能、区块链和物联网等方面 M-ICT应用的研究进展, 展望了其发展趋势, 并指出了当前需要解决的关键技术问题。

关键词: 人工智能; 区块链; 万物互联

Abstract: With the fusion of information and communication technologies (ICT), the architecture, function and service mode of M-ICT applications have been changed, and intelligence, decentralized and ubiquitous are presented as the main features of M-ICT applications in this paper. Moreover, the M-ICT applications and development trend for artificial intelligence, block chain and Internet of things (IoT) are introduced, and the key technical problems are pointed out.

Keywords: artificial intelligence; block chain; Internet of everything

务、新形态, 泛在的 ICT 应用服务可满足用户随时随地、方便快捷、个性化的消费, 也将对 ICT 应用架构带来深刻的影响。

1 人工智能及 ICT 应用的智能化

人工智能从功能上可分为计算智能、感知智能和认知智能, 近些年人工智能的大发展是大数据、云计算和算法改进的共同作用。

1.1 计算智能的发展趋势分析

计算智能作为基础通用性技术引擎, 包含分布式计算与存储、神经网络、分布式机器学习算法与模型、智能调度引擎和智能硬件加速等。计算智能近年有了较大进展, 有如下所述的主要表现。

(1) 大数据^[1]、云计算、硬件加速是计算智能的基础支撑。大数据可

揭示未知的关联性或者规律, 是人工智能的信息载体, 而云计算则提供了充足的分布式计算和存储能力。大数据与云计算的结合是机器学习技术在近年得到飞速发展的推动力, 再加上智能加速硬件的发展(如图像处理器(GPU)和现场可编程逻辑门阵列(FPGA)芯片^[2]), 共同推动人工智能从理论走向实际应用。

(2) 机器学习特别是深度学习是计算智能取得长足进步的加速器^[3]。机器学习以计算模式划分, 包含传统的单机版机器学习(如开源的 R、Python、Weka 等), 基于各种分布式计算框架的并行机器学习(如开源的 Mahout、RHadoop 等), 以及目前热门的开源框架(如 Caffe、TensorFlow 等)。以算法类型划分, 包含基础应用中的监督学习、非监督学习、半监督学习, 又包含高级应用中的深度学习、强化学习、集成学习、迁移学习

等。目前深度学习的典型算法在图像、语音取得突破性进展,但是需要大量的人工标注数据。

综上所述,能够得到如下结论。

(1)深度学习是当前业界热点,但传统机器学习仍将占有一席之地。一方面,在金融、电信等传统领域既需要提供高精度的模式识别/预测结论,又需要模型变量的清晰可控,所以传统机器学习/统计科学方法仍有很大空间;另一方面,基于集成学习、增量学习的机器学习方法往往具有更好的鲁棒性和更经济的使用成本。

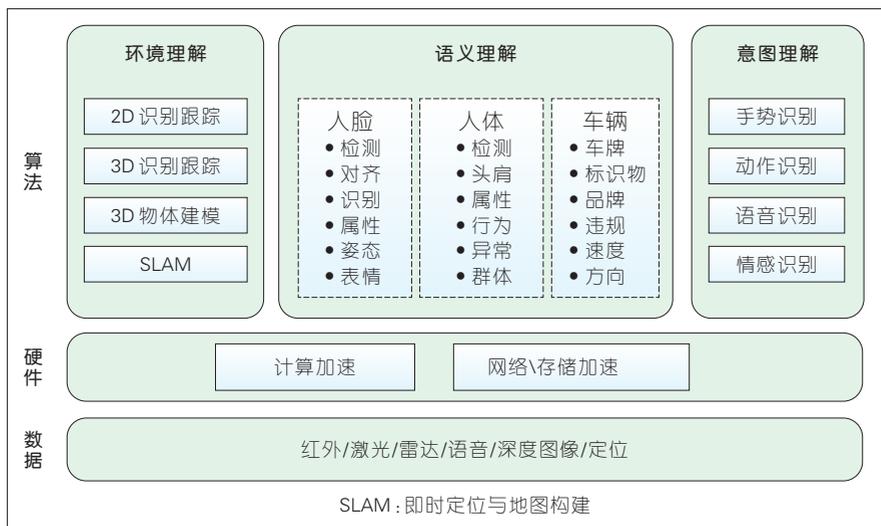
(2)迁移学习和深度强化学习是未来机器学习研究和应用的重要方向。迁移学习能够让我们把大数据得到的模型迁移到小数据上面,是在较小人工监督代价下进行机器学习的一种新策略;而强化学习在AlphaGo成功后重获业界关注,在游戏、多轮语义对话、机器人的运动规划和避障等中有广阔的应用前景。

(3)智能调度是计算智能中大规模数据训练与上线的服务保证。智能调度需要根据数据形态、算法实现、模型构建,自动选择合适的并行计算框架及相应算法/模型,实现最优在线服务。人工智能的模型训练需要进行若干次的实验才能达到最佳效果,而且在模型训练过程需要提供中间结果的可视化展示与应用效果评估,考虑如何快速进行自动的超参数优化等。

1.2 感知智能的发展趋势分析

感知智能的目标是让机器能听懂人类的语言,看懂世间万象,典型的如自动语音识别和图像识别。感知智能是人工智能的基石,也是目前产业化前景最为看好的技术,其技术全貌如图1所示。

随着传感器技术的进步,一些新的传感器也涌现出来,如深度摄像头等。这些传感器不断地产生和收集多种类型的海量数据,为感知智能的



▲ 图1 感知智能技术全貌

发展奠定了数据基础。

算法是感知智能计算的核心,从应用的领域可以分为几何理解、语义理解和意图理解三大领域。

- 几何理解指根据视觉信息恢复环境的几何信息,并可以对目标进行精确定位和跟踪,输出6个自由度的空间位置信息;

- 语义理解是对图片或者视频中的目标进行识别和分析,并输出结构化的有明确语义的信息;

- 意图理解是指对交互意图的理解,目前成熟度最高是语音识别技术,除此之外,姿态手势和情感也是重要的交互手段,在游戏中得到了初步应用。

感知智能,特别是语音识别、人脸识别近年取得了很大突破,主要依赖于深度学习的蓬勃发展^[4-5]。深度学习取得成功,首先是因为大数据在很大程度上缓解了训练过拟合的问题,其次在于飞速发展的计算机硬件所提供的强大计算能力,使得训练大规模神经网络成为可能。此外,神经网络的模型设计和训练方法也取得了长足进步,非监督和逐层的预训练等训练方法能加速收敛。

感知智能虽然在指定的数据集上准确率不断提高,但是实际工程应用中还有许多问题需要解决。深度

学习现在已经有一些很好的开放模型可以解决一些通用问题,但是图像识别中需要对于不同的目标构造不同的特征提取和分类器模型,没有通用的准则。实际工程中为获得较高性能,需要针对目标特性,构造核心的损失函数和监督规则,同时需要大量的专业领域知识和经验。

感知智能有以下发展趋势:

(1)采用弱监督/半监督学习框架提升数据利用率。

大数据中标注样本少,人工进行多属性标注耗时久、花费大,如何有效利用无标签数据进行学习成为提升深度神经网络的关键问题。自2016年以来,以生成对抗网络(GAN)为代表的无监督学习方法成为深度学习研究的主流方向,但是GAN训练存在极大的不稳定性,用于图像识别的效果并不好。结合聚类等传统无监督方案,研究如何在深度学习框架下结合现有的标注样本进行弱监督或半监督学习成为一个重要思路。

(2)多模型集成或者多模态加权提升任务目标的准确率。

在一些特定领域,如支付,对准确率要求非常高,目前人脸识别仅仅作为一种辅助手段,在这种情况下,单一模型由于深度学习自身原因容易陷入局部最优解的问题,在错误拒

绝率和正确接受率之间很难做到兼顾。可以考虑采用多模型集成学习的策略进行准确率提升,或者采用多种生物特征如声纹识别进行安全性加强。

(3)从单一算法模块向端到端的深度神经网络框架演进。

深度学习最初用来进行特征学习,视频和图像分析任务由多个算法构成,单一算法性能提升在硬件架构上无法做到统一,导致实时性较差。进行端到端的神经网络构造,是深度学习的演进方向。如在目标检测分类领域单纯地从特征提取,发展到引入专门的池化层来解决尺寸归一化问题,进一步分类和定位任务联合设计损失函数,最后将候选框选取也纳入目标检测网络,在性能上也会有非常可观的提升。

图像的采集从数据源方面极易受到光照、天气等的干扰,导致识别率下降,如何从数据源侧提升采集的质量,也是感知智能系统方案设计中非常重要的环节。

针对感知智能的新的服务器架构和终端硬件,是计算智能发展重点方向。数据、硬件和算法构成了感知智能的三架马车,在未来的人工智能产业蓬勃发展的时代里,感知智能会一如既往成为科技进步,改变产业格局的最重要的技术原动力之一。

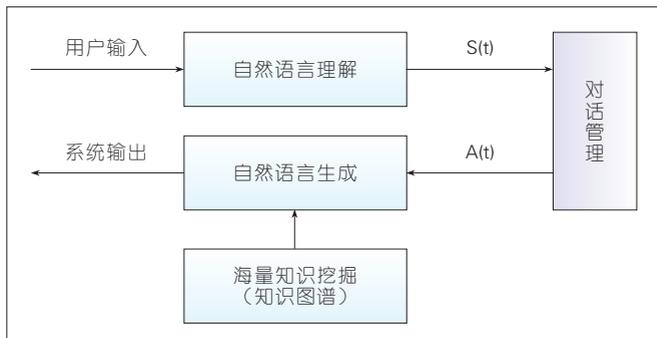
1.3 认知智能的发展趋势分析

认知智能,即对人类深思熟虑行为的模拟,包括记忆、推理、规划、决策与知识学习等高级智能行为,代表了人工智能的更高层次。近年来,自然语言处理(NLP)取得了较为明显的技术突破^[6-7],相关的智能应用层出不穷,例如智能问答和智能机器人等。典型的自然语言处理系统如图2所示。

(1)自然语言理解。

模块功能是真正理解用户输入的语义和意图。从用户的输入来讲,一般问题分为3种类型:基于特定领

图2▶
典型自然语言处理系统



域的知识问答型,基于特定目的的任务型和完全开放的闲聊型。

- 基于特定领域的知识型,又分为一问一答和上下文交互两种形式,均可以采用基于知识图谱加上传统检索模型的方式。

- 基于特定目的的任务型,对于任务型的一般所需的参数或条件是非常明确的,可以将参数或条件抽象成帧插槽,采用插槽填充的方式进行问答。

- 完全开放的闲聊型。对于闲聊型的,是意图最不容易把握的,通常采用传统检索模型加上深度学习方式进行问答。

(2)自然语言对话。

- 引导交互。基于某种营销或推荐目的,引导用户聊天内容。也可以在理解用户意图前提下,缺失部分或全部必要元素,采用引导方式追问达到用户目的。

- 对话管理。基于当前对话状态确定系统动作,目前研究主流的方式是基于深度强化学习来实现对话管理,如部分可观测马尔科夫决策过程(POMDP)。

(3)自然语言生成。

自然语言生成一般主要用在开放闲聊型中,对于常见问题(FAQ)库中无法找到答复的就自动生成,最流行的解决方案是“seq2seq + attention”。一般答复和生成比例在8:2左右,自动生成的使用率并不高,除技术难度高之外,还存在缺乏聊天机器人的评价标准,缺乏标准化的大规模训练数据等问题。此外,基

于深度学习来构建聊天机器人的技术研发还处于初期阶段。

(4)海量异构知识挖掘。

基于特定领域的问答或者知识性、事实性问答,需要基于知识图谱来实现。对海量异构数据进行解析后,从中挖掘出概念、关系、属性、语义等语言单元,然后采用知识图谱的方式进行知识表示和存储。知识图谱在知识的查找、推理和管理方面有明显的优势。

认知智能技术的发展趋势有以下4点。

(1)从浅层语义分析到深层语义分析的自然语言处理。

传统的语义分析通常采用符号抽取和匹配的思路来进行,或者采用简单的机器学习。局限性在于在有限样本和计算的情况下,对复杂函数表示能力有限,复杂分类泛化能力受限,同时还需要人工抽取特征。目前,NLP领域深度学习受到极大重视,深度学习不仅可以自动抽取特征,同时以更紧凑简洁方式表达比浅层复杂的函数集合,NLP将不断从传统的浅层语义分析向深层语义分析发展。

(2)从单一的智能机器学习到混合的智能学习。

AlphaGo的成功背后,其技术更加让人震撼,它将深度学习和强化学习进行结合使用,突破了传统单一方法的效果。同样的,在处理NLP时,由于NLP大部分是复杂问题或者XOR问题,因此需要多种算法的组合来解决问题,扬长避短,机器学习、深

度学习和强化学习的结合,将在 NLP 中发挥出更大的优势。

(3)从单一知识获取方式到多通道融合获取方式。

最传统的问答系统交互性差,技术实现上通常基于类似于搜索引擎的索引检索方式,很难理解用户意图,主要原因在于粗粒度检索,准确率受限,另外也缺乏知识推理和知识引导交互。通过已结构化的知识图谱来进行语义理解、获取答案,甚至可以进行知识推理,不仅可以精确匹配答案并推理,同时也能处理非结构化文档,支持结构也更复杂。

(4)从人工学习知识到半监督的人机协作知识自学习。

互联网产生的大量的非结构化数据,通常被以文件形式存储到文件系统,以进行搜索、查询,对于文档中的知识价值则需要人去理解消化,其局限性在于管理成本高,知识无法共享传递价值。而采用知识挖掘工具或者知识图谱等技术,就可以实现半自动的非结构化文件知识挖掘,同时采用图的形式进行知识表示和存储,只需人工校对就能使大家共用数据,发挥知识价值。

1.4 人工智能在 ICT 领域中的应用

人工智能技术已经走进了工业生产和人们生活的方方面面。在传统的电信网络领域,基于人工智能的网络智能运维及智慧运营成为各个电信运营商的主要目标之一。特别地,基于人工智能技术对各类网络数据的实时处理,自动学习,主动优化和提升,将通信网络从“灵活网络”升级至“自动网络”,最后演进成为“知化网络”,全面提升运行服务能力和效率。

在行业领域。人工智能首先将在如行业客服、安防、金融等各行业深化应用。例如视频分析、反恐与情报分析、地铁等大流量区域的监测控制比对;自动客服机器人,减少人力的成本,实现 7×24 自动智能客服;金

融领域的远程开户、刷脸支付、金融大数据采集、处理、人工智能自动交易、资产管理等。

在智慧家庭领域,智慧家居产品将因为人工智能技术而更加智能,各种可听、可看、可行走、能理解、能执行的智慧家居产品,能全面服务于家庭娱乐、看护和生活助手等多种个性化需求。

在终端领域,语音交互、语义理解、自动学习,将会改变终端的交互方式。个人助手业务的兴起,意味着终端业务的用户体验将深受人工智能技术影响。特别是 5G 到来后,网络提速后的“宽”和“快”,将极大提升人机之间响应速度。结合“类人脑”的智能云服务,极大地提升了用户体验。

2 区块链技术

区块链是一种分布式账本^[8-9],账本以区块形式存在,每个区块以哈希值连接成一根链条,因此得名区块链,它是基于密码学、分布式系统和对等网络的综合技术。其去中心化、数据不易篡改、数据可追溯等新特性,将会为 ICT 应用的架构带来新的变化。

尽管区块链技术的还存在一些重要的问题还需要继续突破,但是这并不妨碍区块链技术在各行各业的应用,其应用前景非常广阔,典型的

应用场景如下所述。

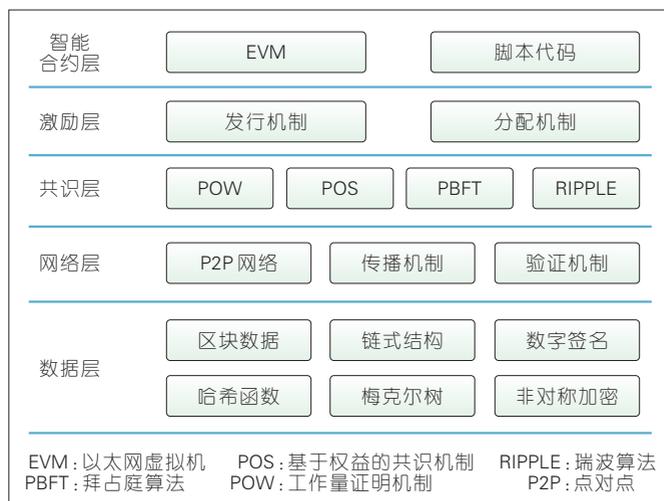
- 数字货币:提供更多的汇兑手段,流转通畅;
- 支付交易:优化交易过程,降低交易成本;
- 大数据交易:数据资产流通和隐私保护,通过应用程序编程接口(API)保护“裸”数据;
- 物联网:自我服务、自我维持,设备间自主交易和共享;
- 身份认证:杜绝网络和电信诈骗、反洗钱,提供可信凭证;
- 权益登记和转移:明确所有权,提供溯源依据,保护合法权益;
- 信用交易:减少交易纠纷,推动互联网金融行业进一步发展;
- 公共领域:车位共享、学历证明、环保众筹、供应链等,智能合约提供信任保障;
- 医疗领域:医疗记录、死亡证明,杜绝篡改和作假。

区块链技术的演进,目前已经从 1.0 进入 2.0 阶段,区块链 2.0 的架构如图 3 所示。

以上各层中,共识层、网络层和数据层是需要重点关注的技术方向。

(1)共识层。

共识机制最初源于比特币的工作量证明机制(POW),该机制耗时耗能。后期发展出了基于权益的共识机制(POS)。基于瑞波算法(RIPPLE)和拜占庭算法(PBFT)的共



识机制也是当前使用非常广泛的技术。从性能、可靠性和安全性等多个方面考虑,基于PBFT的共识算法应该是以后的主流算法。

(2) 网络层。

根据现有的测试数据分析,节点数量的增加带来了指数级增长的网络流量,从而严重影响到了共识算法的性能。此外,区块链节点的验证机制也严重依赖于网络层的性能和安全。当然效率和可靠性是一对矛盾,业界很多企业宣称的性能指标,脱离了业务应用、复杂网络、系统异常等场景的指标,是没有意义的,除了关注峰时性能还要关注平均性能数据,这是目前的难点,也是重点研究方向,性能提升可以从打包、异步、并行、分离等几个方面考虑。

(3) 数据层。

为了提升区块链的性能和效率,区块上需要存储的是价值数据、可信数据,而对于其他数据需要结合传统数据库和文件存储技术,需要在两者间做好桥梁和同步机制,同时对于投票节点和普通节点可采用轻节点和完全节点保存数据的方法,减少数据量的大规模同步。数据安全是另一大核心技术,也是区块链技术赖以生存的根本,是数据层需要重点解决的问题。随着量子计算机的研制成功,密码学技术需要继续研究出新的抗

量加密技术。

3 万物互联下的 ICT 服务泛在化

当前全球物联网技术体系、商业模式、产业生态仍在不断演变和探索中。低功率广域网(LPWAN)技术在全球范围内快速兴起并逐步商用,面向物联网广覆盖、低时延场景的5G技术标准化进程加速,各种物联网垂直应用逐渐成熟,推动物联网的发展进入万物互联的新时代^[10-11]。平台化服务、泛在化连接、智慧化终端成为物联网应用发展的主要特征。产业生态进入以水平化环节为核心,垂直一体化布局为模式的构建阶段,如图4所示。

在物联网的发展过程中,标准的地位举足轻重。全球物联网相关标准化组织众多,标准化体系框架已基本建立,如图5^[12]所示。

- 平台层。作为业界最大的标准组织,oneM2M已发布两个版本标准,并在继续研制新的版本;W3C也已完成了相关工作,并在物联网语义方面继续研究。

- 网络层。主要由第3代合作伙伴(3GPP)等主要标准化组织推动,已冻结的标准有:面向中低速率机器通信的eMTC,面向窄带移动场景的窄带物联网(NB-IoT)和面向车联网

应用的V2V。此外,低功耗、长距离通信技术也是标准化热点,如LoRa、sigfox等。

- 行业应用。国际电信联盟(ITU)成立了SG20推动物联网和智慧城市相关标准的制定,工业互联网联盟(IIC)完成工业领域的标准化,KNX定义了智能家居标准。

各标准组织间也加大了协调合作,协同推进标准的落地。此外,物联网开源兴起,如短距离通信领域的OCF和AllSeen,平台标准oneM2M、W3C的开源等。开源软件成为标准落地、构建和扩大生态、增加企业影响力的重要手段。

在万物互联的进程中,仍然面临一些技术挑战。比如:工业制造、安全生产中的高可用性和可靠性,车联网和智能家居中的安全与隐私问题等。具体来说,有以下关键技术需要重点研究:

- 边缘计算。在靠近物或数据源头的网络边缘侧,就近提供智能互联服务,聚焦实时、短周期数据的分析和处理,满足行业在处理的敏捷性、业务智能化、数据聚合与互操作、安全与隐私保护等方面的关键需求。

- 运动智能技术。通过融合各种外部传感器数据评估机器人位姿和环境地图的概率分布,实现地图构建和机器人定位,在未知环境的自主

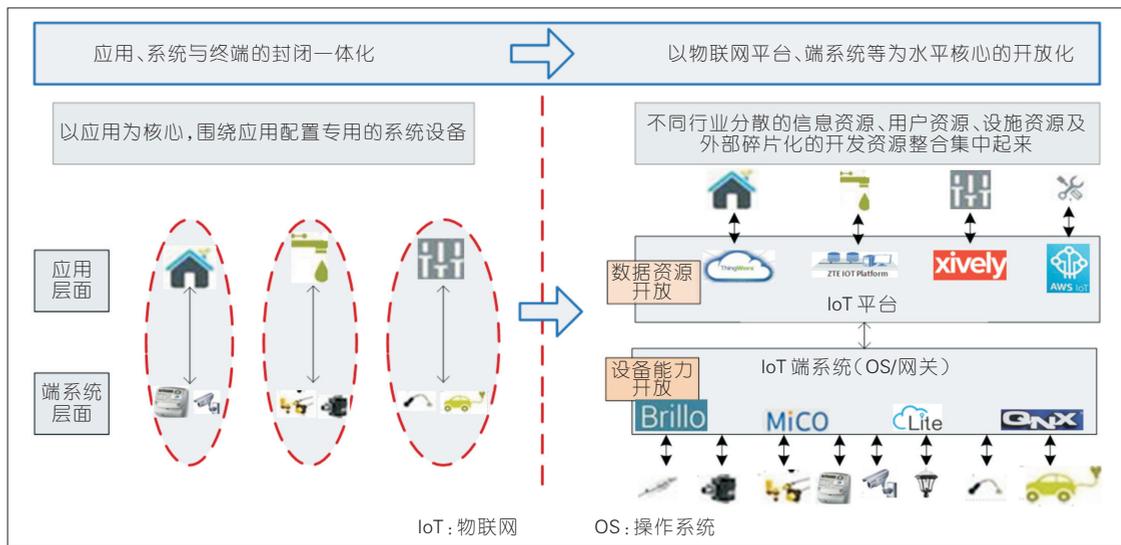


图4 物联网产业发展模式转变示意



图5
全球物联网标准化体系框架示意

移动和避障导航。基于运动智能,结合感知智能与认知智能,服务机器人将在金融、零售、养老、政务等领域大展身手。

• 物联网认知计算。物联网商业模式将以各种方式利用“设备”所收集的信息,以便了解顾客行为,提供服务或改善产品,或用来辨识及把握商机。随着数据量的持续增加,需要全新的分析方法、工具与运算法则,如数据挖掘、机器学习等。

• 物联网安全。物联网应用环境复杂,终端计算和存储能力有限,无法应用常规的安全防护手段。如何保护物联网设备免于遭受攻击破坏,通信过程加密,“冒名设备”、会耗尽电池的拒绝休眠攻击等新型挑战将成为重点考虑的安全技术。

4 结束语

网络通信和智能终端技术的发展使得通信技术(CT)应用和信息技术(IT)应用深度融合,这可以看作是ICT应用服务出现的第1次巨大变革;宽带高性能移动通信网络的发展,以及云计算基础设施服务的成熟使得人工智能应用于ICT应用,势必促进ICT应用服务发生第2次重大的变革。区块链技术作为分布式去中心化的数据支撑技术,将会在金融、能源、电力等公共行业领域催生

出一批全新架构的ICT应用服务。尽管目前还存在一些关键技术需要深入研究和突破,但是万物互联,随时随地享受各种安全、方便、快捷的ICT服务将使人类走向智慧生活的新时代。

致谢

感谢贾霞、吉锋、陈虹、王晔、韦薇和王永银等在文章撰写过程中给予的大力支持。

参考文献

- [1] 郭平,王可,罗阿理,等.大数据分析中的计算智能研究现状与展望[J].软件学报,2015,26(11):3010-3025. DOI: 10.13328/j.cnki.jos.004900
- [2] 丁科,谭莹. GPU通用计算及其在计算智能领域的应用[J].智能系统学报,2015,10(1):1-11. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4785.201403072
- [3] 孙志远,鲁成祥,史忠植,等.深度学习研究与进展[J].计算机科学,2016,43(2):1-8. DOI: 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.2.001
- [4] SUN Y, WANG X, TANG X. Deep Learning 10000 Classes[C]//2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. USA:IEEE, 2014:1891-1898. DOI: 10.1109/CVPR.2014.244
- [5] GIRSHICK R, DONAHUE J, DARRELL T, et al. Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection and Semantic Segmentation [C]//2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. USA:IEEE, 2014:580-587. DOI: 10.1109/CVPR.2014.81
- [6] 陈熙霖,胡事民等.面向真实世界的智能感知与交互[J].中国科学:信息科学,2016,46(8):969-981
- [7] 奚雪峰,周国栋.面向自然语言处理的深度学习研究[J].自动化学报,2016,42(10):1445-1465. DOI: 10.16383/j.aas.2016.c150682
- [8] 共识-价值互联的不变协议[R].毕马威,2016
- [9] 袁勇,王飞跃.区块链技术发展现状与展望[J].自动化学报,2016,42(4):481-494. DOI: 10.16383/j.aas.2016.c160158
- [10] 物联网白皮书[R].北京:中国信息通信研究院,2016
- [11] ZOL 智能家居. CES2017: 物联网+人工智能智能家居迎来新高度[EB/OL]. (2017-01-06) [2017-02-09]. <http://sh.zol.com.cn/622/6228932.html>
- [12] 物联网白皮书[R].北京:中国信息通信研究院,2016

作者简介



吕达,中兴通讯云计算及IT研究院院长;长期主持和从事程控交换机、基于IP的大视频解决方案、增值业务、大数据、物联网和人工智能的研发与管理工作,对ICT技术发展趋势和业务应用有深入理解;多次获得省部级奖;已发表论文5篇。



董振江,中兴通讯战略与技术专家委员会业务专家组组长、云计算及IT研究院副院长,中国人工智能学会常务理事;主要研究方向为云计算与大数据、新媒体、移动互联网等;曾获国家科技进步二等奖2次,多次获得省部级奖项,主持基金项目10余项;已发表论文20余篇,出版专著1部。



杨勇,中兴通讯技术专家委员会委员、云计算及IT研究院总工程师;研究方向为网络技术、多媒体处理技术、业务能力开放等,长期从事电信增值业务及移动互联网相关的研发工作;曾获电子学会科技进步一等奖1次,多次获得省部级科技进步奖;已发表论文18篇,拥有授权专利15项,出版专著1部。