



5G 时代，人工智能为运营商赋能

潘思宇，张云勇，张溶芳，张第

(中国联合网络通信有限公司研究院，北京 100176)

摘要：作为下一代移动通信技术，5G 的高带宽、低时延等特点使未来网络可以支持更为丰富的应用场景，如物联网、VR/AR 等。层出不穷的应用给运营商带来流量的持续爆发式增长，流量和收入的“剪刀差”进一步拉大，使运营商面临严峻的挑战。随着人工智能和机器学习技术的不断成熟，运营商既能对自身业务进行智能化演进，又能借助“管道”的优势，进入更多的领域，为消费者提供定制化的解决方案。从 5 个方面阐述了在 5G 时代 AI 如何为运营商赋能：首先介绍了 5G 为运营商带来的机遇和挑战，论述了运营商应用 AI 技术的必要性和可行性。并结合运营商具体业务提出了 AI 与运营业务深度结合的 3 个领域，即智能网络、智能营销和服务和产业互联网。最后，指出了运营商全面应用 AI 技术可能面临的挑战。

关键词：运营商；人工智能；5G

中图分类号：TN91

文献标识码：A

doi:10.11959/j.issn.1000-0801.2019068

Empowering MNOs with AI in 5G era

PAN Siyu, ZHANG Yunyong, ZHANG Rongfang, ZHANG Di

Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100176, China

Abstract: As the next generation of telecommunication standard and technology, 5G makes it possible for the network to support more advanced technologies like IoT, VR/AR, etc, due to its unique features, high bandwidth and low latency. Those mushrooming new application scenarios and service demand has been bringing MNOs (mobile network operators) huge opportunities as well as challenges. With the development of AI and machine learning technology, MNOs can not only upgrade their own business but also enter more fields with the advantage of “data tunnel” to provide customized solutions for consumers. How AI can empower the MNOs in 5G era from 5 aspects was represented. First of all, the possible challenges brought by 5G were introduced. What entailed was the necessity and feasibility. Then, 3 points where MNOs could focus on to carry out AI technologies were discussed, as namely intelligent network, intelligent marketing and service and industrial internet. Finally, the possible difficulties faced by MNOs when applying AI technologies in the future were forecasted.

Key words: MNO, AI, 5G



1 引言

近日, 欧洲两大运营商 Orange 和德国电信宣布, 联合开发基于人工智能的语音助手平台 Djingo, 与市场上已有的苹果 Siri 和亚马逊 Alexa 等形成竞争^[1]。随着这一重磅消息的流出, 人工智能在电信行业的关注度和投资力度持续升温。而 5G 即将到来, 人工智能能够为运营商带来什么, 如何将人工智能和传统业务相结合, 如何借助人工智能应对 5G 带来的挑战是运营商在数字化转型过程中所需要关注的核心问题。

2 5G 对运营商带来的挑战

随着智能手机、平板电脑等无线设备的大规模普及, 移动宽带服务需求、无线 M2M (机器对机器) 的通信需求以及带宽密集型应用程序 (包括高清视频、3D、VR 等) 与日俱增^[2]。5G 的诞生旨在解决这些问题。

各大科技论坛也为 5G 的发展做出了详细的规划。MENTIS 2020 Project 论坛确定了 5G 网络的基本要求: 每个区域的移动数据量增加 1 000 倍, 连接设备数量增加 10~100 倍, 典型用户数据速率增加 10~100 倍, 低功耗设备的电池寿命增加 10 倍, 以及端到端时延减少到 $\frac{1}{5}$ 。同样地, 在 5GPPP 论坛 (5G Infrastructure Public Private Partnership) 则明确了 5G 部署的关键挑战, 例如提供 1 000 倍的无线区域容量、更多样化的服务能力、服务节省高达 90% 的能源、减少平均服务创建时间周期从 90 h 到 90 min、创建一个安全可靠的互联网、为服务提供“零感知”停机时间、促进非常密集的无线通信链路部署、连接超过 7 亿人口的 7 万亿无线设备、支持高级用户控制的隐私等。最后, NGMN (Next Generation Mobile Networks) 提出了 5G 对运营商的要求: 扩大加强端对端网络建设, 以满足 2020 年后客户和市场的多样化需求。

对于运营商来说, 5G 所带来的挑战也是前所未有的。

(1) 网络规划和网络维护难度增加

目前三大运营商共建设 4G 基站约 391 万个, 而未来 5G 的基站数量将为 4G 基站的两倍, 这极大地增加了网络的复杂性, 而传统的以人工为主的工作方式将难以应对网络建设、监测和维护带来的挑战。

(2) 营销模式和用户体验管理需要升级

5G 将赋予运营商更多的市场机会、更丰富的产品体系, 但是如何改变传统的“地毯轰炸式”营销, 为用户提供更优质的服务, 改善用户体验, 摆脱“增量不增收”的现状也是运营商需要解决的难点。

(3) 行业融合的新模式亟待探索

移动通信技术的升级将优化或构建大量通用技术, 通用技术与垂直行业的融合将创造大量的应用场景和收入机会。如何发挥自身优势, 深度参与行业融合, 抓住机遇, 摆脱“增量不增收”的尴尬境地是运营商未来发展的难点。

3 AI 技术的必要性和可行性

3.1 必要性

AI 的三大优势可以助力运营商迎接 5G 时代带来的生态系统变革的风暴。

(1) 人工智能增强和决策自动化

人工智能能够从海量的历史数据和特征中筛选有用的数据特征, 并创建大量的因素概览, 还可以依据该因素进行建模分析, 为决策层提供决策依据^[3]。同时, 通过预设特定的阈值, 人工智能能够自动触发决策机制, 从而实现决策自动化。

(2) 人工智能增强重复性和预测性维护

人工智能非常适用于大规模重复性工作。相对于人而言, 人工智能不受情绪和体力的影响, 能够精确快速地实施预设的工作计划。而通过算

法分析传感器的数据,人工智能还能够预测和避免机器故障,从而降低系统维护成本。

(3) AI 支持的系统交互

人工智能语音助手的应用使人机交互成为可能,能够将简单的查询或处理进行批量化实施,从而节省了大量的时间和人工成本。

3.2 可行性

AI 的发展部署离不开数据的“喂养”和硬件设施的支持,而移动网络运营商在这两方面都有天然的优势。

(1) 数据优势

运营商是“数据管道”,任何个人、企业的上网和通话行为都流淌在运营商的管道里,并且任何时候用户的位置都需要上报给运营商的基站以便随时沟通,移动互联网越发展,运营商的数据规模优势就越大。

运营商以号码为唯一的 ID 来整合各类数据,因此刻画客户的完整性是一般企业难以企及的,因为号码就是业务本身,而且还有终端 ID 作为移动通信网天生的业务属性而存在。

运营商数据解决移动互联网时代最为关注的 3 个问题:我是谁,我在哪里,我在干什么。这是很多企业的数据库难以比拟的。运营商承担着巨大的社会责任,数据基本是在它的体内循环的,所以数据安全得以保障^[4]。

(2) 云平台优势

由于业务需要,运营商早已着手建立大规模数据集群和云数据平台,可以同时满足大规模的数据集中计算和敏捷的边缘计算需求,为人工智能的部署提供了基础保障。

4 人工智能与运营商深度结合

4.1 智能网络

4.1.1 网络规划

合理有效的网络规划是一个具有挑战的任务,因为规划方法涉及各种不确定的时间参数和

空间参数。传统上,由于缺乏有效的手段来进行精准的网络规划,过度供应和供不应求的现象屡见不鲜,从而导致了资源的浪费。而由于 5G 网络的特殊性,数据的数量、种类和传输速度将会呈几何指数式增长,网络规划的难度也会相应增加。

AI 和大数据的发展将有效解决 5G 网络规划所面临的难题。模拟退火、禁忌搜索、遗传算法等 AI 技术可以用于解决复杂的网络设计问题。在此过程中, AI 中心通过各种来源(如 SDN 控制器等)获取蜂窝网络数据,处理获取的信息,然后反馈学习,从而形成动态架构^[3]。AI 中心示意图如图 1 所示, AI 中心包含用于感知、挖掘、预测和推理数据的模块化功能,而这些模块可以用于发现流量模式,将预测的流量模式用作网络规划的输入会大幅提高网络规划的准确性。此外,还可以以时间、空间和 QoS(服务质量)的角度来分解预期的流量需求,进而推导模型。

先进的 AI 技术将使基站的规划建设和流量网络的设计受益。

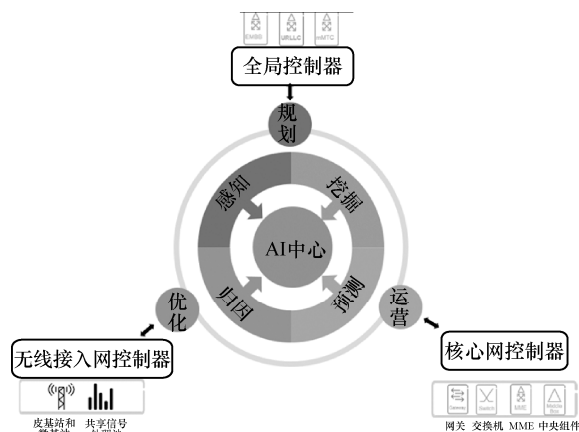


图 1 AI 中心示意图

4.1.2 网络维护

网络维护通常被认为是第二代基于人工智能的解决方案。人工智能将被用于构建以软件为中心的,能够自我修复(self-healing)、自我优化(self-optimizing)和自我学习(self-learning)的网络^[5]。

几年前,运营商常常派遣工作人员到现场站



点定期进行检查硬件，这导致了频繁的时延和错误，以至于对客户体验产生负面影响。虽然这种系统维护方式仍然有效，并广泛应用，但 AI 应用可以有效地避免许多紧急和无计划的检查任务^[6]。AI 系统可以实时监控网络中的数百万个信号和数据点，以便发现或者预测可能会出现的问题。根据 AI 系统返回的数据，运营商可以通过负载均衡及时做出调整^[7]，重新启动涉及的软件或派遣人工来解决问题，从而赶在用户意识到服务中断前解决问题。

4.2 智能营销和服务

用户体验是企业获取竞争优势的驱动因素，同时也是企业风险的最大来源，数据洞察是提升用户体验的有力工具之一。但在 5G 时代，物联网的发展导致运营商的用户数据更加多元化、复杂化，数据洞察难度呈指数级增长。而这种复杂性恰好是人工智能可以在用户体验管理中展现价值的原因所在。AI 可以从智慧洞察、定制化服务和智能客服 3 个方便改善用户体验。

4.2.1 智慧洞察

运营商数据维度示意图如图 2 所示。运营商可以充分发挥自身数据优势，建立用户洞察平台，从多渠道整合用户属性数据（用户的身份信息、终端信息等）和行为数据（上网行为、社交行为、通信行为、位置信息、消费行为等）。AI 可以助力运营商从海量用户数据中探索用户的行为模

式，发现用户的需求、兴趣偏好，评估用户的忠诚度、满意度，最终将“人机交互”“人人交互”转换成用户在整个生命周期的精准洞察。

4.2.2 定制化服务

AI 将历史数据和用户行为模式与实时场景有机地结合起来，能够在适当的时间、适当的地点为客户提供最合适的服务，使服务自然地融入消费者的日常生活中。智能预测和定制化服务能使客户感觉好像每个产品或体验都是为他们量身定制的。运营商还可以通过与广告商户的合作，以渠道协同调度为基础，以个体为细分粒度，完成广告的精准投放，创造互联网营销的新模式，实现运营商“大数据、超细分、微营销、精服务”的战略目标^[8]。

4.2.3 智能客服

智能客服是 AI 技术在运营商运营体系中的典型应用。智能客服本质上是一种基于 AI 技术的会话代理，由 AI 机器人完成与用户的交互，可用于用户参与的众多场景，如业务咨询、用户回访、用户投诉、产品营销等^[9]。智能客服的优势主要有以下几点。

- 提供 7×24 h 在线服务，及时响应和解决用户需求。
- 可同时为多人提供服务。
- 不受情绪影响，无论在何种情形下，皆能以礼貌得体的方式进行服务。
- 可结合用户数据，快速为用户制定个性化



图 2 运营商数据维度示意图

服务方案。

- 支持多语言交互。

智能客服系统可以在改善用户体验的同时，帮助运营商降低人工成本，提升经营效率。

4.3 产业互联网体系

5G 具有高带宽、低时延的特性，5G 技术将面向海量机器设备，为万物互联提供了机会。5G 的业务范围将扩展到各行各业，更将趋向于多样化，因此社会对网络的依赖也将更大。作为“数据管道”商，运营商可以充分发挥 5G 技术的优势，深度参与跨行业融合，重塑数据管道价值，丰富和完善自身数据体系。未来运营商的数据将呈现准确性高、连续性好、业务全覆盖、地域全覆盖的特点，能够加速 AI 技术的场景落地，使运营商在新应用（如无人驾驶、智能制造等）上实现弯道超车，进而打造产业互联网生态体系^[10]。运营商可以以车联网和工业互联网为切入点，逐步开展行业融合。AI 在产业互联网中的应用示意图如图 3 所示。

4.3.1 车联网

5G 超低时延的特点可以有效地提升数据采集和传输的及时性，保障车与人、车与车、车与

路的实时信息互通，消除无人驾驶安全风险，推动车联网服务生态的逐步升级，直至实现完全无人驾驶。在车联网生态体系中，运营商不仅可以提供 5G 网络，也可以作为人工智能技术提供方。AI 技术将在多个节点发挥作用。车联网示意图如图 4 所示。

（1）自动驾驶

人工智能可以实现完全替代人类对车辆进行驾驶操作。在模拟人类驾驶习惯的基础上，AI 还可以实现路径智能规划、车辆实时定位、环境全方位感知、行为动态预测等功能，从而有效降低驾驶安全隐患，提高出行效率。

（2）车辆服务

AI 系统能够根据驾驶员的偏好为驾驶员提供个性化车内服务，例如座椅位置调整、车内温度调整、日历更新、信息娱乐等。

（3）交通调度

借助图像监测和识别技术，人工智能可以实时监测道路车流量、拥堵、信号灯等交通情况，并对车辆行驶路径和信号灯配时进行及时调整，实现智能化交通调度，缓解交通压力，方便出行^[11]。

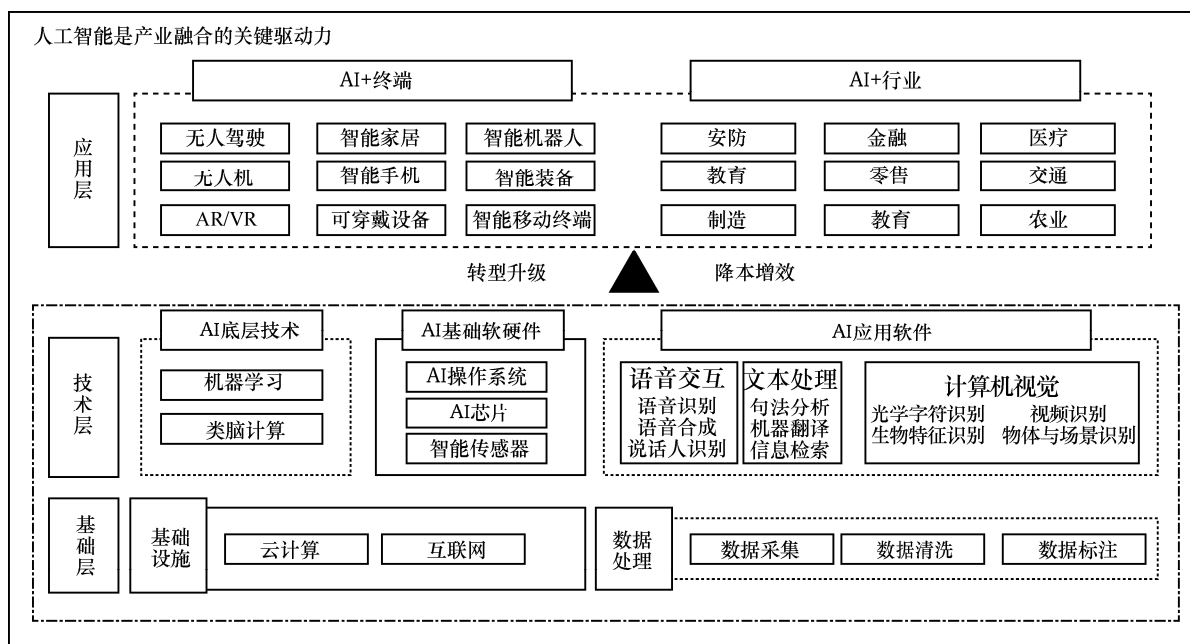


图3 AI在产业互联网中的应用示意图

2019068-5

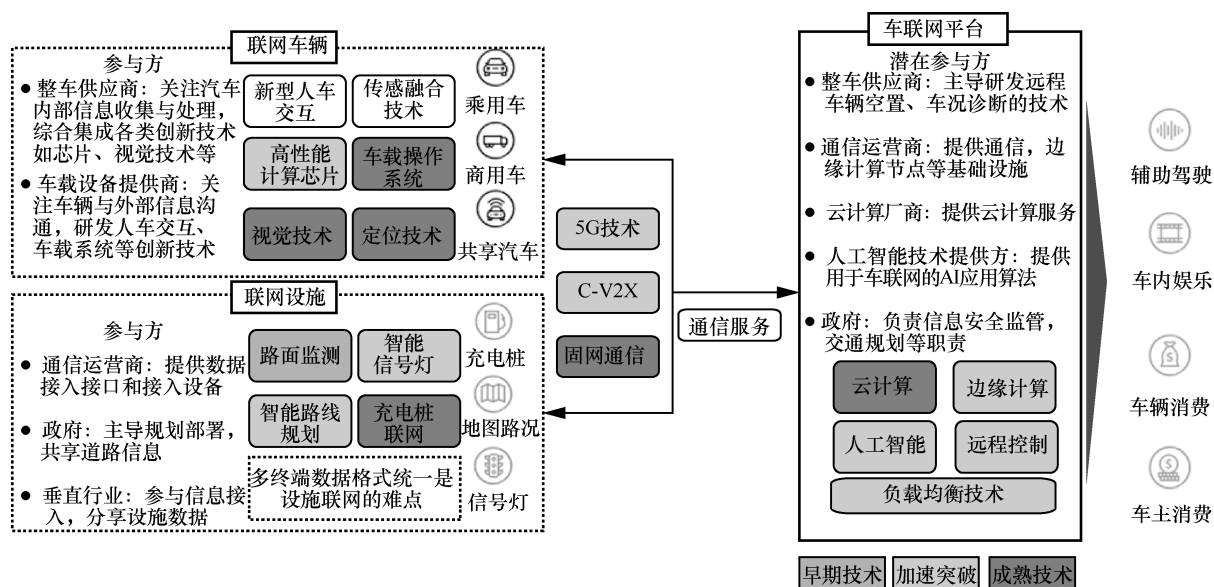


图4 车联网示意图 (图片来源: 德勤研究)

4.3.2 工业互联网

工业互联网也是运营商可以着重发力的领域,如图5所示。运营商可以通过5G网络对工业设备数据进行采集,并进行云存储,再进行跨行业和跨领域的整合,实现云与AI的结合,通过网络协同生产^[12]。AI技术主要应用如下。

(1) 预测性维护

AI可以对云端收集的設備运行数据(例如能耗、转速、温度、压力等)进行洞察和分析,提

前感知和预测工业设备可能会出现的问题,并及时实施预防性措施^[13]。

(2) 智能工业机器人

将AI嵌入传统的工业机器人中,使工业机器人不仅仅局限于重复性强的工艺流程,而是向复合型、多功能、智慧化转变,除了自动生产之外,还可以实现自我检修、自动质检、智能调度等功能。

(3) 决策辅助

人工智能可以帮助企业在宏观决策、生产执

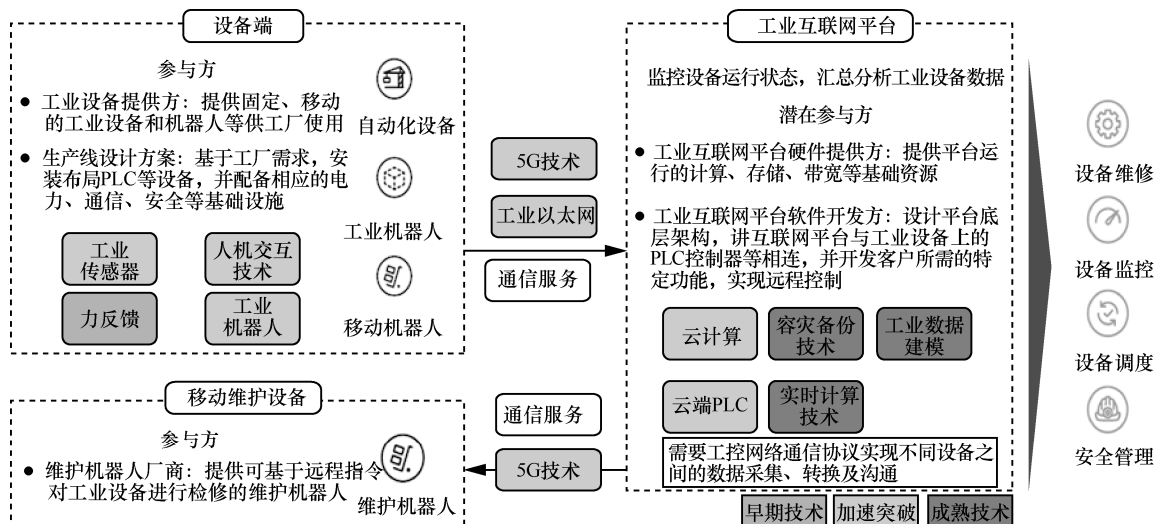


图5 工业互联网示意图 (图片来源: 德勤研究)

行和设备运维等层面,实现从整体到局部的全局把控,并且从多方面识别定位企业生产瓶颈(例如财务条件、生产工艺、设备调度、人员安排等),从而为企业决策提供参考依据^[14]。

5 运营商全面应用 AI 所面临的挑战

AI 技术虽然发展迅速,但是与运营商深度结合的应用场景还在摸索,由于涉及海量数据,大规模的应用尚未开始。从实验室到工程实践仍然有很长的路要走。运营商也将面临不小的挑战。

(1) 运营商需要建立可靠的数据采集和治理模式以满足 AI 计算框架要求

AI 需要数据来“喂养”^[15]。虽然运营商的数据从数据的种类和数量都有着其他企业无法比拟的优势,但是这些海量的数据仍然存在着缺失、不一致、使用不方便、整合困难等问题。同时未来运营商将大力参与行业融合,所对接的其他行业数据标准不一,结构各异,所以建立可靠的数据采集和治理模式对 AI 的应用至关重要。

(2) 数据+业务的复合型人才严重不足

由于 AI 的应用有着极高的技术壁垒,导致 AI 相关人才极度稀缺。而单纯的 AI 人才缺乏对电信网络、对运营商需求缺乏深入的了解,而运营商内部则缺乏应用 AI 的经验,这就导致了既懂 AI 又懂电信的复合型人才凤毛麟角。所以,无论是外部引进还是内部培养都还有很长的路要走。

(3) AI 应用的商业模式尚不明确

AI 应用的商业模式还在探索中,具体细节落地还需要较长的时间。短期内,AI 为运营商带来的收入效益不明显,投资回报不易评估。

6 结束语

对于运营商来说,AI 既是挑战也是机遇,它

能够在 5G 垂直应用时代为运营商打开更广阔的市场空间,为增速放缓的电信行业带来新的业务增长点,在人口红利、流量红利基本释放完毕的阶段,提供新的发展思路,但同时要求更为高效的组织管理模式、对于人员的综合素质要求也随之提高。通过电信运营商全面互联网化转型进程,在已有的自身优势之上,强化自主研发,打造产业生态,在网络、营销、服务、创新业务等诸多领域运营商应该大有可为。

参考文献:

- [1] 郭朝峰. 运营商人工智能发展之策[J]. 通信企业管理, 2017(12): 25-27.
GUO C F. Operator's AI development strategy[J]. C-Enterprise Management, 2017(12): 25-27.
- [2] 郭朝峰. 浅谈 5G 对运营商发展的影响[J]. 广东通信技术, 2018(10): 49-50, 78.
GUO C F. Talking about the influence of 5G on the development of operators[J]. Guangdong Communication Technology, 2018(10): 49-50, 78.
- [3] ANURADHA C B, SHARMA P. Empowering the future 5G networks: an AI based approach [J]. Telecom Business Review, 2017, 10(1): 53-59.
- [4] 麦欢怡. 电信运营商网络安全管理创新平台规划研究[J]. 电信快报, 2018(8): 20-23, 49.
MAI H Y. Research on the planning of network security management innovation platform for telecom operators[J]. Communications Information, 2018(8): 20-23, 49.
- [5] BOUTABA R, SALAHUDDIN M A, LIMAM N, et al. A comprehensive survey on machine learning for networking: evolution [J]. Journal of Internet Services and Applications and Research Opportunities, 2018, 9(1): 2.
- [6] 蔡鑫. 人工智能助力运营智慧化转型[J]. 通信企业管理, 2018(4): 55-57.
CAI X. AI helps operation intelligent transition[J]. C-Enterprise Management, 2018(4): 55-57.
- [7] 郭云峰, 蔡珩, 戈磊. 基于大数据网格的电信 IT 系统智能运维体系[J]. 电信科学, 2018, 34(6): 159-164.
GUO Y F, CAI H, GE L. Telecom intelligent operation system based on big data grid[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(6): 159-164.
- [8] 赵继壮, 马卫民, 蔡永顺, 等. 运营商定制化服务器研究[J]. 电信技术, 2017(6): 25-28.
ZHAO J Z, MA W M, CAI Y S, et al. Research on operator



- customized server[J]. Telecommunications Technology, 2017(6): 25-28.
- [9] 王铮, 任华, 路绪海. 人工智能在客服系统的应用及关键技术[J]. 电信科学, 2018, 34(12): 84-91.
- WANG Z, REN H, LU X H. Key technologies of AI in customer service system [J]. Telecommunications Science, 2018, 34(12): 84-91.
- [10] 陈晓萌. 移动互联网产业价值链中电信运营商的策略研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2017.
- CHEN X M. Strategies of telecom operators in mobile internet industry value chain[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2017.
- [11] 李蓉蓉, 陈力, 林玮平, 等. 借车联网新机遇拓展新市场[J]. 通信企业管理, 2017(11): 54-56.
- LI R R, CHEN L, LIN W P, et al. New opportunities and market expansion of vehicle-borrowing networking[J]. C-Enterprise Management, 2017(11): 54-56.
- [12] 王艳, 齐飞, 任思颖. 产业互联网:运营商发展的新机遇[J]. 通信企业管理, 2016(3): 16-19.
- WANG Y, QI F, REN S Y. Industrial internet: new opportunities for operators' development[J]. C-Enterprise Management, 2016(3): 16-19.
- [13] 李佳师. 传统工业企业如何拥抱工业互联网? [N]. 中国电子报, 2018-06-08.
- LI J S. How traditional industrial enterprises embrace industrial internet?[N]. China Electronics News, 2018-06-08.
- [14] 石立峰. 电信运营商的工业互联网战略选择及策略研究[J]. 电信网技术, 2018(1): 41-44.
- SHI L F. Strategic choice and strategy research of industrial internet for telecom operators[J]. Telecommunication Network Technology, 2018(1): 41-44.
- [15] 程琳琳, 黄海峰. AI 为电信网络插上腾飞的翅膀[J]. 通信世界, 2018(24): 13.
- CHENG L L, HUANG H F. AI plugs flying wings into telecom network[J]. Communications World, 2018(24): 13.

[作者简介]



潘思宇 (1994-), 男, 现就职于中国联合网络通信有限公司研究院大数据与 IT 技术研究中心, 主要从事数据挖掘、算法研究和数学建模等方面的研究工作。



张云勇 (1976-), 男, 博士, 中国联合网络通信有限公司研究院院长、教授级高级工程师, 国家“百千万人才工程”入选者, 荣获国务院特殊津贴专家称号, 入选中共中央组织部“青年拔尖人才计划”、“中青年科技创新领军人才”、“中国青年科技奖”国务院国有资产监督管理委员会候选名单。主要研究方向为云计算、移动互联网、物联网、大数据、信息安全、SDN/NFV 国际行业标准、新技术实验、国家重大专项的研发、验证及实施等。



张溶芳 (1991-), 女, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据与 IT 技术研究中心机器学习算法工程师, 主要从事数据挖掘、建模、数据可视化等方面的研究工作。



张第 (1986-), 男, 中国联合网络通信有限公司研究院大数据与 IT 技术研究中心工程师, 主要从事数据挖掘、数据加工等方面的研究工作。