

· 科学论坛 ·

人工智能验证平台综述*

吴国政¹ 王志衡¹ 韩军伟² 何斌^{3**}

(1. 国家自然科学基金委员会 信息科学部, 北京 100085; 2. 西北工业大学 自动化学院, 西安 710072;
3. 同济大学 电子与信息工程学院, 上海 200092)

[摘要] 近年来,随着硬件性能、软件算法的不断提升完善,互联网大数据的广泛应用以及基于云平台的大规模计算能力的不断突破,以深度学习为核心的人工智能发展迅猛。作为人工智能理论技术在相关应用背景下的具体体现,人工智能验证平台具有推动各产业智能化改造、转型升级和推动产业革命进一步深化的重要作用。基于第216期双清论坛“人工智能挑战性科学难题及颠覆性技术”主题下的报告和讨论,本文分析了人工智能验证平台的基础关键技术的发展现状和局限,探索人工智能验证平台的未来发展方向。

[关键词] 硬件性能;软件算法;云平台;人工智能;验证平台

人工智能是研究用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学,本质是对人类意识与思维信息过程的模拟^[1]。自从1956年达特茅斯会议首次提出“人工智能”以来,人工智能已经进入第三次发展浪潮,开始重视数据和学习的自主性。特别是在进入移动时代后,全球各大互联网科技巨头纷纷积极布局人工智能技术与产业,随着GPU、AI芯片、算法模型的增强提升以及大数据、云计算对数据规模和计算力的日益改善,人工智能发展进入了前所未有的黄金时期。各国相继出台了有关人工智能的发展战略和研究计划。2016年10月,美国政府发布了《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研究与策略规划》重要报告;2019年2月,美国总统特朗普启动《美国人工智能倡议》以确保美国在全球人工智能领域的领导力;英国、法国也分别制定发布了《人工智能:未来决策制定的机遇和影响》报告和《国家人工智能战略》。为了占领人工智能发展制高点,2017年7月,我国《新一代人工智能发展规划》出台,将新一代人工智能发展提高到国家战略层面;同年12月,又颁布



吴国政 信息与通信工程工学博士。副研究员,现担任国家自然科学基金委员会信息科学部三处副处长兼人工智能与智能系统项目主任。自1997年在国家自然科学基金委员会工作,先后任《自然科学进展》杂志编辑、信息科学部综合处副处长,自2016年起在信息科学部三处工作。



何斌 2001年获浙江大学博士学位。现任同济大学电子与信息工程学院、上海自主智能无人系统科学中心教授,博士生导师。主要研究方向包括智能机器人、智能检测与计算感知等,在IEEE/ACM汇刊等国内外学术期刊发表论文100余篇,授权国家发明专利30余项。现任十三五国家重点研发计划智能机器人总体专家组成员、中国自动化学会建筑机器人专委会副主任委员等。

了《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018—2020年)》;最近在2019年两会政府工作报告中,正式提出了“智能+”的重要战略。政策的引领推动人工智能与实体产业深度融合,促进了人工智能验证平台的发展。

收稿日期:2019-06-14;修回日期:2019-07-11

* 本文根据第216期“双清论坛”的研讨整理。

** 通信作者,Email:hebin@tongji.edu.cn

人工智能验证平台是人工智能领域产业化的重要体现,人工智能技术在机器人、交通、医疗、安防、金融和教育等各类产业的验证应用将在未来产业改革和社会经济发展中扮演关键性的角色,反过来人工智能验证平台的建设对人工智能理论体系的发展与完善也具有重要的推动作用。本文主要从智能硬件、开源软件、数据源、云服务出发,分析平台技术基础的发展现状与趋势,探索人工智能验证平台的未来发展方向。

1 平台技术基础

随着人工智能研究的深入,机器学习算法变得越来越完善,应用领域也越来越广泛。智能硬件、开源软件、数据源、云服务等技术是结合产业背景搭建人工智能验证平台的重要基石,对人工智能产业化发展至关重要。

1.1 智能硬件

智能传感器:人工智能面对许多复杂和动态系统问题,对信息空间与物理空间映射的完整性和一致性提出了更高要求;同时人工智能表现出的强大信息感知、融合和学习能力,使其能够处理来自物理空间的大规模、多源异构传感数据,推动了仿人感知等领域的快速发展^[2, 3];集成化、小型化、智能化是未来传感器的发展方向,许多传感器(组)具有了接近甚至超过人类的感受能力^[4],为类脑计算、仿人感知等探索提供良好的验证环境;针对人工智能系统计算特点和特殊应用场景的智能传感器不断涌现,在某些传统传感器效率低下的领域(如以视频监控为代表的稀疏异步事件监控)表现出明显的速度和功耗优势^[5];此外,结合人工智能技术的嵌入式边缘计算在传感器端或网关端对传感器数据进行预优化处理,数据再以半结构化的形式进入云端人工智能平台,在减轻数据传输延时和云端计算的负担的同时也维护了数据侧的隐私和安全^[6]。

智能芯片:人工智能需要强大计算能力的支持,尽管人们在终端侧进行多种软硬件优化以减小云端计算负荷,诸多机器学习算法始终面临算力要求巨大的问题,也限制了云端计算向终端计算的迁移,迫切需要针对算法进行特殊优化的硬件来提升计算效率。一方面,人们积极寻找 GPU 以外的计算架构: FPGA(Fiebl Programmable Gate Array)利用门电路直接运算,电路灵活性高、处理简单指令重复计算能力强,在云计算架构形成 CPU+FPGA 的混合异

构,相比 GPU 更加低功耗和高性能,适用于高密度计算; ASIC (Application Specific Integrated Circuit)是一种为专用特定任务设计的、面向特定用户需求的定制芯片,是人工智能领域潜力较大的芯片,在大规模量产的情况下具备性能更强、体积更小、功耗更低、成本更低、可靠性更高等优点,其中最为突出的是 Google 的 TPU^[7],比同时期的 GPU 或 CPU 平均提速 15~30 倍,能效比提升 30~80 倍。另一方面,由于冯·诺依曼结构中计算模块和存储单元相互分离造成的算力瓶颈,人们参考人脑神经元结构和人脑感知认知方式设计了多种神经形态芯片,在架构上直接通过模仿大脑结构进行神经拟态计算,将内存、CPU 和通信部件集成来实现极高的通信效率和极低的能耗,开辟了另一条实现人工智能的新道路,主要包括基于 CMOS (Complementray Metal Oxide Semicenductor) 的神经形态芯片(如 TrueNorth^[8]、BrainScaleS、NeuroGrid 和 Loihi 等)以及基于新型器件的神经形态芯片(如忆阻器、相变单元^[9]、自旋器件和 flash 等)。此外,量子计算技术继续得到发展和应用,其中 IBM 在 CES 2019 上推出首个独立商用量子计算机,但距离实用化仍有 10 年以上距离。2018 年 10 月,人工智能产业发展联盟联合国内众多芯片开发商和应用企业,正式发布《人工智能端侧芯片基准测试评估方案 Version 0.5》,旨在客观评估具有深度神经网络加速能力的处理器在端侧完成推断任务时的性能,力图为人工智能芯片性能测试、应用场景评估提供了规范的评价方案。国内的智能芯片领域经过近十年的飞速发展,以深度学习和神经网络为理论基础,涌现出了一批诸如“寒武纪”^[10]和海思芯片为代表的智能芯片,分别在云端服务器和智能手机终端等平台有着广泛的应用。

随着众多互联网巨头入局智能硬件领域,预计到 2020 年全球市场规模将超 100 亿美元。上游芯片将仍以 GPU 为主,但巨头公司自主研发 ASIC 芯片已是大势所趋;下游芯片仍将以推理芯片为主,发展潜力巨大,但机遇与挑战并存。ASIC 芯片凭借其针对性的优化设计,将在特定场景及智能传感器领域大展拳脚,这给予了国内芯片厂商绕过国外 IP 授权、自主设计芯片并进行弯道超车的机会,但 ASIC 芯片开发周期长、成本巨大,且需要对芯片架构的深刻理解与应用场景的准确预测,发展动力主要依赖

华为、阿里、地平线等供给自足、资本雄厚的龙头企业。神经拟态芯片有望引领下一次人工智能高潮，目前的研究仍集中在芯片材料、架构等基础领域，其综合应用效果仍无法满足实际需求，对脑神经科学、认知科学等的进一步研究可能会带来新的突破。

1.2 开源软件

开源学习框架是推动人工智能产业发展的重要软件基础，能够提供人工智能基础算法的底层架构和接口。随着算力的提高，人工智能迎来了前所未有的爆发期，越来越多的企业、高校、研究机构竞相布局人工智能开源学习框架，意图占领人工智能的战略制高点。自从加拿大蒙特利尔大学机器学习研究所(MILA)于2008年发布Theano以来，各种开源深度学习框架层出不穷，其中代表性的有加州大学伯克利分校贾扬清主导开发的Caffe，Google于2015年开源的TensorFlow^[8]，亚马逊官方主导的MXNet^[9]，微软2016年推出的CNTK^[11]以及Facebook在2017年发布的PyTorch^[12]。这几类学习库占据全球市场份额的绝大部分，相比而言国内开源学习框架发展比较薄弱，百度2016发布了国内首个深度学习框架PaddlePaddle^[13]，该学习框架功能齐备，性能出色，在百度的多项主要产品和服务中发挥着巨大作用。此外，腾讯联合北京大学、香港科技大学于2017年发布了面向机器学习的高性能分布式计算框架Angle，支持数据并行及模型并行的计算模式，能支持十亿级别维度的模型训练。从关注度、下载量、贡献者数量上来看，谷歌的TensorFlow占据领先地位。但是众多的框架训练出来的学习模型不能通用，事实上造成了深度学习框架的“碎片化”，各个框架训练出来的模型进行标准化互通将是业界努力的方向。

人工智能的巨大潜在产业应用价值使其国际竞争日趋激烈，开源学习框架作为建立人工智能产业生态中的重要一环备受关注。要促进开源机器学习框架的蓬勃发展，必须加大支持力度，鼓励大型互联网企业发展自主开源平台，鼓励初创企业发展垂直领域专用平台，注重产学研的结合，加大高端人才培养力度，促进科研成果转化。

1.3 数据源

人工智能技术取得突飞猛进的发展得益于良好的数据基础。海量数据为训练人工智能提供了原材料。为了加快人工智能应用技术创新，建立人工智

能应用的验证评价模型，针对不同技术应用领域建立标准、完善的开源数据集是AI领域的研究核心之一。

从原始数据或标注数据中挖掘出的较为抽象的、表示能力更强的特征，在自然语音处理、计算机视觉、智能语音等技术领域都取得了较好的实验效果。目前常用的开源数据集有：自然语言处理研究领域的典型数据集SQuAD^[14]、bAbi、IMDB、MSMARCO^[15]等；计算机视觉研究领域的典型数据集MNIST、ImageNet^[16]、MS-COCO^[17]、FaceNet、KITTI^[18]、YouTube-8M等；智能语音研究领域的典型数据集TIMIT^[19]、2000HUB5 English、LiBriSpeech^[20]、VoxForge、CHIME、CMU_ARCTIC等。

同时，在人工智能应用产业发展的需求下，公共数据的开放和共享也成为大家关注的焦点。从国际上看，开发、开放和共享政府数据已经成为普遍潮流，英美等发达国家已经在公共数据驱动人工智能方面取得一定成效。美国政府推出了世界上首个国家级开放政府数据平台Data.gov，开放包括农业、商业、气候、教育、能源、金融、卫生、科研等多个领域的13万个数据集的数据。英国、加拿大、新西兰等国也都建立了政府数据开放平台。国内各地也在建设公共数据平台，如上海市数据服务网、深圳市政府数据开放平台、成都公共数据开放平台、贵州大数据智库平台等。但目前而言，制约我国人工智能发展的关键因素包括高质量大数据应用基础设施缺乏、公共数据开放共享程度低、社会参与数据增值开发进展缓慢、标准时效性差等^[21]。因此，为了推动人工智能验证平台的建立，必须加快人工智能基础数据平台建设，面向语音、图像、地理等信息，集成音频、视频、图片、三维模型、地理信息等格式数据，构建面向全行业应用的标准测试数据集和人工智能基础资源数据库。

1.4 云服务平台

大规模云计算平台、高性能计算技术、高速网络技术的成熟以及互联网的普及，使数据的产生、传输、处理和使用变得非常容易，为新一代人工智能技术发展提供了良好的平台基础，人工智能云服务平台应运而生。

人工智能云服务平台是通过整合人工智能、云计算和大数据等关键技术，从数据、模型、算法到应用技术API接口，再到先进、完整的AI开发解决方案，为机器学习研发过程提供端到端技术支持的人

工智能技术平台。其目标是克服传统 AI 服务经济价值低、开发运营成本高的弊端,提高人工智能(尤其是人工神经网络、深度学习等前沿技术)的服务水平、应用效率和创新速度。通过对计算、智力和数据资源的有机整合,减少 AI 应用的开发成本,缩短研发周期,促进 AI 在金融、交通、安防、医疗、零售、教育等行业的应用。

人工智能云服务平台建设,对营造“互联网+”时代的人工智能生态环境具有重要的战略意义。亚马逊的 AWS、微软的 Azure 和谷歌的 Google Cloud,都在逐步布局提供全面的人工智能平台和服务。同时,国内的人工智能云服务平台主要有百度 AI 开放平台、腾讯 TI Matrix 人工智能服务平台、阿里 ET 大脑以及以语音交互为核心的讯飞开放平台等。该类平台都获得政府的大力支持(2017 互联网+重大工程拟支持项目名单)。相比传统的人工智能开放平台,国家人工智能基础资源公共服务平台还具有:“加强国家管控,保障信息数据安全”“优先服务于传统行业,深度融合实体经济,加速升级转换”“提供惠及民生的公共服务,建设人工智能底层基础设施”等特点。

人工智能不仅仅是一门科学、一个学科,更在逐渐成为一种基础设施和泛在工具,是人类历史上又一次技术变革带来的重大机遇。人工智能云服务平台需要从基础算法层、核心技术层以及直接面对客户的具体应用层不断完善和发展,建设全面、完善的人工智能云服务平台,为人工智能生态体系的开发和建设提供基础性、公共性服务。

2 结束语

在各类政策战略的支撑和引领下,人工智能必将成为未来经济发展的核心动力,而在当前产业结构性改革的迫切需求下,人工智能与各产业全方位融合无疑是促进产业调整和新产业形成的一剂良药。因此,发展人工智能验证平台极为重要。本文从智能硬件、开源软件、数据源和云服务等平台技术基础现状出发,分析人工智能验证平台的发展趋势。加强智能传感器和 AI 芯片的研发投入、促进技术平台开源化、构建并开放人工智能海量训练资源库和标准测试数据集、建设全面完善的人工智能云服务平台是今后人工智能验证平台的工作重点,对推动未来人工智能产业化和产业智能化具有积

极作用。

参 考 文 献

- [1] Russell S, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. Pearson Education Limited, 1995.
- [2] Fazeli N, Oller M, Wu J, et al. See, feel, act: Hierarchical learning for complex manipulation skills with multisensory fusion. *Science Robotics*, 2019, 4(26): eaav3123.
- [3] Kim D, Kang BB, Kim KB, et al. Eyes are faster than hands: a soft wearable robot learns user intention from the egocentric view. *Science Robotics*, 2019, 4(26): eaav2949.
- [4] Wu YZ, Liu YW, Zhou YL, et al. A skin-inspired tactile sensor for smart prosthetics. *Science Robotics*, 2018, 3(22): UNSP eaat0429.
- [5] Chen CH. Handbook of pattern recognition and computer vision. World Scientific, 2005.
- [6] Shi WS, Cao J, Zhang Q, et al. Edge Computing: vision and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 2016, 3(5): 637—646.
- [7] Jouppi NP, Young C, Patil N, et al. In-Datacenter performance analysis of a tensor processing unit. 2017 ACM/IEEE 44th Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA), 2017: 1—12.
- [8] Abadi M, Barham P, Chen J, et al. Tensorflow: a system for large-scale machine learning. 12th Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI), 2016: 265—283.
- [9] Chen TQ, Li M, Li YT, et al. Mxnet: A flexible and efficient machine learning library for heterogeneous distributed systems. arXiv preprint arXiv, 2015, 1512.01274.
- [10] Chen TS, Du ZD, Sun NH, et al. A small-footprint high-throughput accelerator for ubiquitous machine-learning. *Acm Sigplan Notices*, 2014, 49(4): 269—283.
- [11] Frank S, Agarwal A. CNTK: Microsoft's open-source deep-learning toolkit. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. ACM, 2016, 2135.
- [12] Paszke A, Gross S, Chintala S, et al. Pytorch: Tensors and dynamic neural networks in python with strong gpu acceleration. *PyTorch: Tensors and dynamic neural networks in Python with strong GPU acceleration*, 2017, 6.
- [13] Baidu. PaddlePaddle 易学易用的分布式深度学习平台. <http://www.paddlepaddle.org>.

- [14] Rajpurkar P, Zhang J, Lopyrev K, et al. Squad: 100,000+ questions for machine comprehension of text. arXiv preprint arXiv, 2016, 1606.05250.
- [15] Nguyen T, Rosenberg M, Song X, et al. MsMarco: a human generated machine reading comprehension dataset. arXiv preprint arXiv, 2016; 1611.09268.
- [16] Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems, 2012; 1097—1105.
- [17] Lin TY, Maire M, Belongie S, et al. Microsoft coco: common objects in context. European conference on computer vision, Springer, Cham, 2014.
- [18] Geiger A, Lenz P, Stiller C, et al. Vision meets robotics: the KITTI dataset. The International Journal of Robotics Research, 2013, 32(11): 1231—1237.
- [19] Kapadia S, Valtchev V, Young SJ. MMI training for continuous phoneme recognition on the TIMIT database. 1993 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1993, 2: 491—494.
- [20] Zeinali H, Sameti H, Burget L, et al. i-Vector/HMM based text-dependent speaker verification system for RedDots challenge. Interspeech, 2016; 440—444.
- [21] 何清, 李宁, 罗文娟, 等. 大数据下的机器学习算法综述. 模式识别与人工智能, 2014, 27(4): 327—336.

Artificial intelligence verification platform: a review

Wu Guozheng¹ Wang Zhiheng¹ Han Junwei² He Bin³

(1. Department of Information Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 10085;

2. Key Laboratory of Information Fusion Technology, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072;

3. Department of Control Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract In recent years, benefitting from the improvement of hardware performance, software algorithms and the large-scale computing capabilities based on cloud platforms, artificial intelligence (AI) with deep learning as the core has developed rapidly. AI verification platform, the application of artificial intelligence in the related industries, plays a significant role in promoting the intelligent transformation and upgrading of various industries and driving the industrial revolution. Based on the 216th Shuangqing Forum, this paper focus on the current situation and limitations of the core technology of the artificial intelligence verification platform, and explore the future development direction meanwhile.

Key words hardware performance; software algorithms; cloud platforms; artificial intelligence; verification platform