

# 我国气象领域应用人工智能技术的现状和国际对比

■ 唐伟 周勇\* 董昊 张定媛 赵文芳

通过调研人工智能技术的发展现状以及在我国气象领域的应用情况,开展该领域论文计量等的国内外对比,分析人工智能技术对气象的预期影响,提出中国气象局加快促进人工智能技术应用应优先解决的三点基础性问题:一是统筹加快培养和聚集人工智能高端人才,二是开发用于人工智能训练及测试的公共数据集和环境,三是建立人工智能技术标准体系和评估体系。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.05.009

2006年以来,人工智能(AI)在全球掀起第三次浪潮,一般被称为“新一代人工智能”或“人工智能2.0”。这次发展浪潮和前两次有两点明显不同:一是得益于硬件越来越便宜、大规模并行计算能力越来越强以及大数据的出现,人工智能在深度学习算法上取得突破性进展;二是这一次浪潮的影响已经远远超出学术界之外,政府、企业都开始谋划和投入人工智能技术和产业。

## 1 人工智能技术发展现状

根据《人工智能标准化白皮书(2018版)》定义,人工智能是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。

人工智能的结构化层次从下往上依次是基础设施层、算法层、技术层、应用层(图1)。其中算法层是人工智能的核心,机器学习算法是人工智能技术应用的主要算法之一。常用的机器学习算法有逻辑回归(LR)、支持向量机(SVM)、随机森林(RF)、梯度提升决策树(GBRT)、人工神经网络(ANN)等。深度神经网络(深度学习)算法是神经网络算法的一个最新分支,具体算法包括深度玻尔兹曼机(DBM)、深度信念网络(DBN)、卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)、长短期记忆网络(LSTM)等。基础设施层包括硬件、计算能力和大数据基础等。利用机器学习算法,人工智能的主要技术方向包括赋予计算机感知/分析能力的计算机视觉(图像处理)和语音技术、提供理解/思考能力的自然语言处理技术、提供决策/交互能力的规划决策系统和

大数据/统计分析技术等。应用层即具体技术,包括图像识别、图像理解、模式识别、视频识别、语音识别等。



图1 人工智能的层次结构(引自《人工智能》,腾讯研究院等著)

## 2 人工智能在我国气象领域的应用

我国气象部门基于当今业务需求的新一代人工智能预研究大多从2017年开始,主要的研发应用场景有5类:一是基于视频分析与模式识别的气象观测智能识别,相关单位有浙江省气象局、中国气象局气象探测中心等;二是基于深度学习的临近预报(雷达图像外推、降水临近预报、累积降水预报、强对流分类概率预报等),相关单位有国家气象中心、公共气象服务中心、上海市气象台、福建省气象台、广东省气象台、香港天文台等;三是基于机器学习的定量降水客观预报和台风集合预报,相关单位有国家气象中心、公共气象服务中心、广西区气象局等;四是基于机器学习的数值预报订正,相关单位有北京市气象局、上海市气象台、福建省气象台等;五是人机互动的预报

收稿日期:2018年10月18日;修回日期:2018年12月11日

\* 通信作者:周勇(1972—),Email:zhouy@cma.gov.cn

智能编辑和基于自然语言生成的预报产品智能生成，相关单位有国家气象中心、公共气象服务中心、上海市气象台等。这些应用场景中，基于深度学习的临近预报已经取得了一定进展。预报模型不仅能跟踪雷达回波的移动方向，而且能较好地反映雷达回波的生消变化，较传统雷达回波外推方法取得了一些新的进展。

人工智能在商业气象服务公司中的应用则从2014年起得到开展，并在精细化预报上取得较高准确率。北京彩彻区明科技有限公司（简称彩云天气）基于气象部门的天气雷达资料，采用了深度学习算法，建立了0~2小时逐分钟、空间分辨率为1 km的临近降水预报。北京墨迹风云科技股份有限公司（简称墨迹天气）利用气象部门雷达回波图和卫星云图，通过深度学习预测降雨云团的趋势，并结合智能手机的定位功能，发布用户所在位置的即时天气情况。此外，阿里巴巴、百度、IBM中国研究院、腾讯等IT巨头在气象中也有所涉猎。总的来说，商业气象服务公司因为人才、技术等先发优势，对人工智能技术的应用超前于气象部门。

### 3 国际上气象领域人工智能的应用

国外气象领域对人工智能的研究和应用自20世纪90年代开始开展，已有很多可借鉴的成果。一些研究针对强风暴开展预测研究，如采用前馈神经网络方法、逐步回归正向选择法、朴素贝叶斯分类器方法等预测发生直线大风或龙卷风的概率，如采用模糊标签神经网络方法、随机森林和梯度提升决策树方法对直线大风进行预测，如采用梯度提升决策树、随机森林、弹性网络方法等研究风暴持续时间、冰雹发生概率的预测。一些研究针对风能和太阳能预测开展研究，如采用人工神经网络、自回归移动平均模型、支持向量机、回归树、相似集合方法对风速、风能、太阳辐照度等进行预测。一些研究采用模糊逻辑、随机森林算法等开展航空湍流的临近预报研究。一些研究采用人工神经网络方法、多参数支持向量机方法、分层K均值聚类方法等针对卫星资料开展云分类和降水估计研究。还有一些研究采用神经网络方法、模糊逻辑方法等开展气象数据融合和数据提取的研究，在气象预报业务上发挥了很好的作用。

作为科技领域的一项指标，论文发表的数量可以在一定程度上体现该领域的研究水平。基于Web of Science平台的SCIE和CPCI-S国际会议数据库，本研究检索了2008—2017年有关人工智能及其主要算法主题的论文，对比了国内外气象领域对人工智能

研究的论文发表情况。通过使用检索式TS=(“artificial intelligence” OR “AI” OR “machine learning” OR “deep learning” OR “Deep Neural Network” OR “artificial neural network” OR “decision tree” OR “fuzzy logic” OR “hierarchical clustering” OR “k-means clustering” OR “support vector machine” OR “logistic regression” OR “ridge regression” OR “elastic nets” OR “random forests” OR “gradient boosted regression tree” OR “Gradient Boosted Decision Tree” OR “natural language processing” OR “Deep Belief Nets” OR “Deep Boltzmann Machine” OR “convolutional neural network” OR “recurrent neural network” OR “Long Short-Term Memory”), 学科类别限定为“气象和大气科学”，文献类别限定为期刊论文、综述和会议论文，检索得到该主题文献1612篇（检索时间为2018年6月）。

从论文发表数量和影响力来说，我国在世界上仅次于美国，遥遥领先于其他国家。2017年，我国大气科学领域有关人工智能的论文数比2008年增长了7倍。2012—2017年，我国大气科学领域有关人工智能的论文数在国际上仅次于美国，且和美国的差距逐年缩小，在2017年美国为76篇，我国为72篇（图2）。2012—2017年我国在该领域至少被引用1次的论文数在国际上也是仅次于美国（图3）。

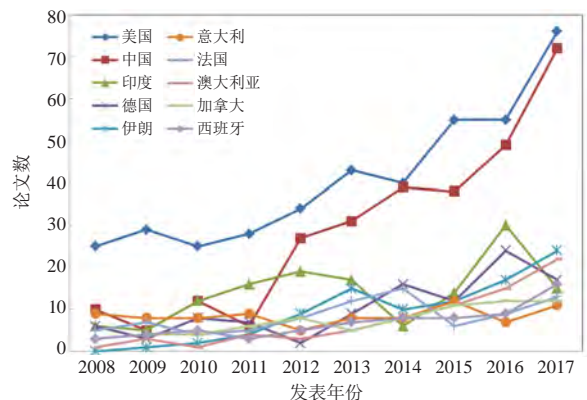


图2 2008—2017年大气科学领域有关人工智能的论文数前十名的国家

从应用领域来说，由于我国的人工智能产业在国际上位于世界第二的水平，高校、企业的研发应用能力很强，气象部门在观测识别、数据处理、短时临近预报、模式参数化、预报结果集成分析等领域，与清华大学、北京大学、中科院等科研院校以及阿里巴巴、百度、IBM等企业开展广泛合作，并已取得若干成果。特别是我国已有多项算法取得国际领先的业绩。如国家气象中心和清华大学合作研发的基于深度

（下转62页）

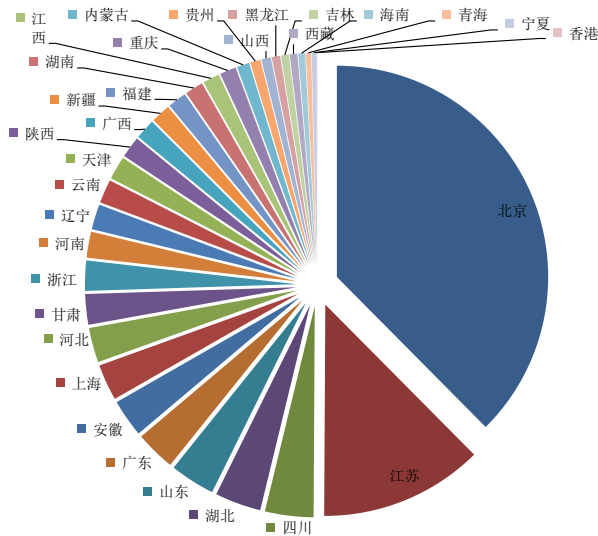


图1 2006—2017年《气象》发表论文的国内作者来源区域分布

## 7 结语

《气象》是反映我国气象科技发展的重要期刊，

多年来为推动气象科技的发展做出了突出的贡献。《气象》的各项指标反映出期刊近十多年来取得了长足的发展和进步，也是我国气象科技发展整体很好的反映。

气象科学的发展伴随着与各行各业的相互渗透和交叉，使得气象科学成为21世纪以来最有活力的一门科学。加强多单位合作与交流是促进和提高各地气象科研水平的有效途径。

### 深入阅读

- 安秀芬, 王景文, 黄晓鹏. 2003. 《中国科技期刊研究》1990—2002年的载文分析. 中国科技期刊研究, 14(3): 264-267.
- 方太强, 于淑云. 2000. 90年代《图书情报工作》论文及作者统计分析. 图书情报工作, (1): 22-27.
- 胡英. 2005. 大气科学类核心期刊文献计量分析. 图书情报工作, (3): 20-27.
- 王惠翔. 1993. 十年来我国文献学与文献工作研究论文的调查分析. 冶金高校图书馆, (2): 23-27.

(作者单位: 国家气象中心《气象》编辑部)

(上接56页)

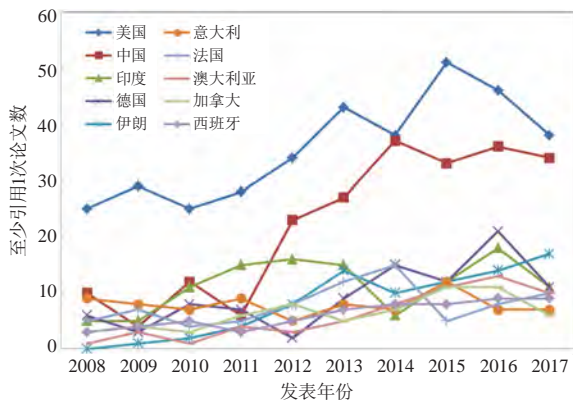


图3 2008—2017年大气科学领域有关人工智能的“至少被引用1次”论文数前十名的国家

学习的回波外推(PREDRNN)的成果,在人工智能领域A类国际会议NIPS(2017年)上取得最好成绩;清华大学研发的基于卷积神经网络技术的短时强降水定量预测方法,在全球顶级学术会议CIKM(2017年)的挑战赛中,在来自中、美、英等10余个国家和地区的1395组选手中排名第1。可见近5年来,人工智能在我国大气科学领域的应用研究呈明显增多趋势,研究成果数量和影响力逐年提升,一些成果取得了国际领先的成绩。

总的来说,由于人工智能领域在原理上并未取得突破性的进展,其技术爆发不是全领域的,仅是利用深度学习在图像和语音识别等几个有限领域取得了成

功。因此,上述国内外应用于气象上的人工智能案例也主要是基于图像识别(如对雷达图像、卫星遥感影像)开展取得的成功。

致谢: 本文由2018年度气象软科学研究项目(指令项目[01])、2018年度气象软科学研究项目(重点项目[04])、2019年度气象软科学研究项目(2019ZDIANXM19)共同资助。

### 深入阅读

- Lagerquist R, Mcgovern A, Smith T. 2017. Machine learning for real-time prediction of damaging straight-line convective wind. *Weather & Forecasting*, 32(6): 2175-2193.
- Marzban C, Stumpf G J. 1998. A Neural network for damaging wind prediction. *Weather & Forecasting*, 13(1): 151-163.
- Mcgovern A, Elmore K L, Gagne D J, et al. 2017. Using artificial intelligence to improve real-time decision making for high-impact weather. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98(10): 2073-2090.
- Williams J K. 2014. Using random forests to diagnose aviation turbulence. *Mach Learn*, 95: 51-70.
- 唐伟, 周勇, 王喆, 等. 2017. 气象预报应用人工智能的现状分析和影响初探. *中国信息化*, 11: 69-72.
- 腾讯研究院, 等. 2017. 人工智能. 北京: 中国人民大学出版社.
- 许小峰. 2018. 从物理模型到智能分析——降低天气预报不确定性的新探索. *气象*, 44(3): 341-350.

(作者单位: 唐伟, 周勇, 中国气象局气象干部培训学院, 中国气象局发展研究中心; 张定媛, 中国气象局气象干部培训学院; 董昊, 天津市气象局; 赵文芳, 北京市气象信息中心)