

# 人工智能下深度学习在气象预报中应用综述

□ 刘雅忱

**摘要:** 首先概述了深度学习技术的特征, 指出其深层次结构和逐层训练对复杂问题预测的重要性, 分析了国内外深度学习技术的发展现状和应用成果, 并介绍了常用的深度神经网络模型。基于国内外研究成果, 概述了深度学习在气温、多普勒雷达回波及厄尔尼诺现象等气象预测方面的研究成果, 并分析了目前存在的缺点和局限。最后结合新基建等发展形势, 对深度学习技术未来在气象预测领域的发展做了展望, 为今后相关研究提供了一定的参考。

**关键词:** 深度学习; 气象预报; 神经网络

## 一、深度学习的研究现状

深度学习属于神经网络范畴, 其“深度”是与浅层机器学习(例如BP神经网络和SVM支持向量机法)相对应的, Geoffrey Hinton<sup>[1]</sup>等人2006年在Science上发表论文认为通过对多层神经网络进行逐层训练, 可以提高神经网络对抽象高维数据的学习能力, 使得程序具备可靠的自主学习能力, 解决了以往BP神经网络等机器学习方法在多层级结构中易出现的收敛速度慢、陷入局部最优解等问题<sup>[2]</sup>, 但其需要的计算资源水平限制了其应用, 直至云计算、大数据、超级计算机的突破进展, 深度学习才在视觉识别、图像处理和机器翻译等人工智能领域得到了广泛应用。

目前国外深度学习技术发展比较成熟, 例如谷歌开发了著名的开源平台TensorFlow, 其开发的AlphaGo在人机围棋对战中取得了绝对优势; 微软通过深度学习技术将语音识别错误率降低了20%—30%, 推出了Brainwave深度学习加速平台。国内方面时华为立足云计算开发了与Brainwave类似的华为云, 其中的ModelArts为个人和小微企业以较低成本应用人工智能技术提供了可能。

深度学习经过多年发展, 出现了多种较为成熟的模型, 如卷积神经网络CNN、深度玻尔兹曼机DBN、前馈神经网络FNN、递归神经网络RNN、长短期记忆神经网络RNN-LSTM和生成式对抗网络GAN等<sup>[3][4]</sup>。作为神经网络的一种, 深度学习网络的结构也由输入层、隐藏层和输出层组成, 其机理在于通过设置更多的隐藏层来提高神经网络对复杂数据映射的求解能力, 最终提高复杂问题的预测精度<sup>[5]</sup>。

## 二、深度学习的气象应用

气象预报方法目前分为数值气象预报和数值驱动方法两种, 前者依靠大型计算机对大气物理模型进行求解获得预报结果, 而后者则通过统计学或机器学习方法对大气未来发展做出预测。数值预报方法经过长时间发展, 其大气物理模型不断完善, 成为目前主流的气象预报方法, 但由于物理模型的协调性问题, 使其在部分情况下出现预报偏差<sup>[6]</sup>, 另外由于大型数值计算所需时间较长, 其在突发性天气、短期天气的预报上面临成本高和响应慢的缺点。

与之相反, 深度学习的模型已经过训练, 其预测结果几乎是实时的, 因此相较于数值预报方法, 特别适合用于中短期、突发性气象预报, 具有成本低和响应迅速的优点, 但同时由于气象模式的混沌性, 深度学习网络的长期预报精度不如数值计算。

刘鑫达<sup>[7]</sup>分别对浅层机器学习和深度学习各方法进行了对比分析, 使用了NOAA(美国国家海洋和大气管理局)1956年—2015年银川气象站的数据, 在24项原始数据中确定了包括时间、风向、风速等12项实验数据, 利用Matlab和LibSVM软件分别使用浅层神经网络、SVM模型、SAE模型、DBN模型对气

温进行了预测, 实验发现使用深度学习的预测结果(65%)明显高于浅层神经网络(59%), 但与SVM相差不大, 其原因是受限于数据量影响, 深度学习的网络模型层数较少, 例如DBN模型只构建了3层, 实际并未发挥深度学习在大数据量求解方面的优势。杨函<sup>[8]</sup>对1980年至2014年沈阳地区气象资料进行筛选, 保留了数据的九个维度属性, 选择了更为优化的ReLU作为激活函数, 为提高网络对时间序列的表达力, 采用了具有LSTM单元的RNN-LSTM网络, 并将FNN网络、ARIMA模型作为对比, 经过在TensorFlow环境下的计算实验发现, 相较于其他两者, RNN-LSTM在气温预测上表现出了较为准确的预测值, 且随着预测时间的增加, 准确度比其他两者下降更少。

滕志伟<sup>[9]</sup>在基于多普勒气象雷达回波的临近气象预测中, 为提高样本训练速度, 参考相关文献对RNN-LSTM网络进行了优化, 删除了LSTM单元中的输出门, 使用2015年6月湖南省岳阳市一次降水过程的1450组回波数据, 其中1200组用于训练, 50组用于验证, 200组用于测试, 经过实验发现, 在30分钟的预报尺度内, 使用深度学习得到的推测回波图与实际回波图平均综合相似度达到70%以上, 12分钟的预报尺度上准确率上升至90%。

从以上文献对深度学习在气象预报领域的应用中可以发现, 一是由于气象数据明显的高维度特征, 相比传统BP神经网络, 具有多层结构的深度学习模型更适合进行气象预测; 二是气象数据具有明显的时间特征, 因此深度学习中对时间序列有良好反映的模型, 例如RNN-LSTM模型, 其预测效果要明显好于普通模型; 三是对气象问题的预测中, 为防止出现梯度消失问题, 传统的激活函数如tanh和sigmoid普遍被新型函数ReLU代替, 说明其高度仿生的神经功能已获得广泛的认可; 四是随着气象数据维度的增多, 为保证预测精度, 模型的复杂性也会随之增加, 例如文献<sup>[9]</sup>对回波图像的预测中, 由于图像维度远高于文献<sup>[7][8]</sup>中数据记录, 因此使用的模型在原有架构上进行了多次优化。

需要指出的是, 由于气象数据和模型体积带来的计算问题, 计算资源已成为运用深度学习技术的瓶颈, 个人计算机已无法较好的完成预测任务, 而这种情况反之又会使数据筛选和模型设计做出一定的妥协, 例如缩减数据维度、降低模型深度等, 最终使得预测精度受到影响, 因此从长期发展来看, 借助公共云计算资源的深度学习将会是气象预测的一个发展方向。

同时, 由于深度学习自身的特点, 目前主要进行的是短期气象预测, 但国内外也开始尝试对深度学习的中长期预测, 如Yoo-Geun Ham等人<sup>[10]</sup>利用1871年以来的气候数据训练CNN模型, 使其对1984年以来的厄尔尼诺现象可以提前1.5年做出预报, 虽然对于该气候现象, 其预测尺度是否属于中长期仍值得探讨, 但仍不失为一次有意义的尝试。

## 三、深度学习在气象预测应用的展望

随着新基建概念的提出, 以信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施三方面为代表的基础设施体系建设, 必将使我国的制造业、服务业发生重大变革<sup>[11]</sup>。2019年, 中央气象局提出建设研究型业务的指导意见, 推进人工智能、云计算、大数据等新一代信息技术在气象业务中的应用, 以科技创新驱动业务发展, 以业务需求牵引科学技术进步, 形成观测自动、预报智能、服务智慧的新时代气象业务体系<sup>[12]</sup>, 由此看出, 气象预报技术也将与人工智能、大数据等技术取长补短, 互相融

(下转第135页)

名学生成为工作室的正式成员。

## 二、实施项目制教学——确定工作室内容

根据中职计算机学科特点、教学内容及学生实际,通过分类汇总,以项目的形式组织教学,重组教学内容。工作室内容现分为以下四个项目:

表1 学习内容表

	项目	学习内容
计算机 工作室	电脑维修	1. 电脑硬件组装及检测 2. 电脑系统安装及修复 3. 硬盘数据及移动存储数据的修复
	网络管理	1. 网络设备(路由器、交换机等)配置及维护 2. 网络操作系统(windows2003、2008)配置及调试
	软件设计	1. 网页编程语言(Javascript、html等) 2. C#软件程序设计 3. ActionScript3.0动画程序语言
	创意设计	1. Dreamweaver网页制作 2. Flash二维动画制作 3. Photoshop平面设计处理 4. Premiere影片剪辑

## 三、倡导服务性学习方式——确定工作室运作

工作室运作主要采用边服务边实践边学习的方式。通过承接校内和校外各类服务项目,确定工作室的工作内容。这些服务可以引导学生学以致用,同时运用自身的技术水平服务大众,进一步激发学生学习专业的积极性,在服务中体验满足感、成就感。服务主要分为三个类型:

**公益服务:**工作室定期组织一些公益活动为校内外大众提供计算机方面咨询服务,免费维修校内师生计算机设备,定期整理校园机房和网络设备等。

**专项服务:**工作室通过挖掘学校各项活动需求,制定专项服务,如制作社团的招新海报、动画处理、视频剪辑、软件程序设计等各类计算机专业技术服务。专项服务面向全校师生开放,长期运营。

**大赛服务:**为中职技能大赛和创新创业竞赛输送人才。

## 四、推行项目考核制——制定工作室评价要素

因为工作室运作采用项目模式,所以评价也借鉴工程项目的要求,分为以下六个阶段,分别是策划、评估、决策、设计、施工和竣工验收。因此在评价主要分为三个方面:

**项目预计:**项目开展前需要制定项目分析策划书。而后工作室内部进行项目可行性评估,修正其中的问题,最后董事局和客户对项目预计进行评价。

**项目实施:**根据项目预计开展项目实施,项目负责人在过程中要对项目进行跟踪,及时处理项目运行中所出现的问题,最后董事局评价项目实施的过程。

**项目反馈:**项目完成后需要提交竣工报告(包括账号、密码、拓扑结构、操作手册等),并要求客户填写验收报告及反馈意见,最后归档。

当一个项目运作结束,根据项目实施情况和客户的反馈意见,工作室召集项目相关人员进行项目总结。通过不断地总结反思,不仅能够提高学生的分析、总结能力,还能以后的项目开展提供有用的经验。

除此以外,工作室还定期举办成果展,将优秀成果展现给其他人看,激发学生的学习热情,引导学生相互学习。同时邀请专业人士参与,以扩大专业的影响力和工作室的知名度。

“飓风工作室”成立5年来,积极组织师生参加各类比赛,获得全国职业技能大赛一等奖1次、二等奖1次,全国创新创业比赛二等奖1次、三等奖2次。指导教师撰写的论文获省一等奖1次,市二等奖2次,编撰2本专业教材得到广泛好评。工作室成员100%考入高校继续深造,其中已有10位学生高校毕业并成功找到专业对口工作。

总而言之,学生通过工作室的学习、实践,理论联系实际,使职业技能得到有效提高;工学结合,积极组织并参与校内外的实践和服务,学生的职业素养也不断提升。同时“飓风工作室”的运作模式,可以帮助我们探索出一种新的中职计算机专业学生的培养模式,进一步推进学校的教育教学改革。

## 参考文献

- [1] 严璇,唐林伟.“工作室制”高技能人才培养模式初探[J]. 教育与职业,2009(18):22.
- [2] 刘天问,徐凡.工作室制人才培养模式建设的构想[J]. 教育学术文摘,2012(48):101.
- [3] 孙晓男.“工作室制”工学结合人才培养模式研究[J]. 中国成人教育,2010(6):67-69.
- [4] 赵志群.职业教育工学结合一体化课程开发指南[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [5] 刘秀珍.中艺术设计工作室教学模式的研究[J]. 美术与设计(理论),2010(5):176-178.
- [6] 邱志涛.包豪斯教学模式与当今设计教育改革[J]. 美术观察,2003(11):102.
- [7] 吴玉红.高职艺术设计类专业项目“工作室”制教学模式实践的探讨[J]. 当代教育论坛(管理研究),2011(4):86.

(作者单位:嘉善县中等专业学校)

**课题项目:**本论文系浙江省教育科学规划课题“中职计算机专业‘工作室制’育人模式构建研究”(课题编号:2016SC147)阶段性成果。

(上接第121页)

合,出现智能化、实时化的新型预报服务,深度学习作为近年来发展最快的人工智能技术,将在气象预测领域取得更多的成果和发展。

## 参考文献

- [1] G.E. Hinton, R.R. Salakhutdinov. Reducing the dimensionality of data with neural networks[J]. Science, 2006(31):504-507.
- [2] 余本国. BP神经网络局限性及其改进的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2019, 29(1):89-93.
- [3] 方梦梁. 基于深度学习的光学遥感图像目标检测研究与应用[D]. 南京:南京邮电大学, 2019.
- [4] 余静. 基于深度学习的机器人视觉跟踪算法研究与实现[D]. 南京:南京邮电大学, 2019.
- [5] 吴彬. 基于深度学习的特征提取及其在图像检索中的应用[D]. 南京:南京邮电大学, 2019.

- [6] 陈德辉,薛纪善.数值天气预报业务模式现状与展望[J]. 气象学报, 2004, 62(5):623-633.
- [7] 刘鑫达. 基于深度学习的气象温度预测研究[D]. 银川:宁夏大学, 2016.
- [8] 杨函. 基于深度学习的气象预测研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2017.
- [9] 滕志伟. 基于深度学习的多普勒气象雷达回波外推算算法研究[D]. 长沙:湖南师范大学, 2017.
- [10] Yoo-Geun Ham, Jeong-Hwan Kim, Jing-Jia Luo. Deep learning for multi-year ENSO forecasts[J]. Nature, 2019:568-573.
- [11] 郭朝先,王嘉琪,刘浩荣.“新基建”赋能中国经济高质量发展的路径研究[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 20(6):31-39.
- [12] 张林. 中国气象局印发研究型业务试点建设指导意见18家单位先行先试探索业务科研融合发展[N]. 中国气象报, 2019-05-16(1).

(作者单位:天津市突发公共事件预警信息发布中心)