

盘古气象大模型：超前精准预报天气

——解读2023年度中国科学十大进展(一)

□ 田奇 毕恺峰 谢凌曦

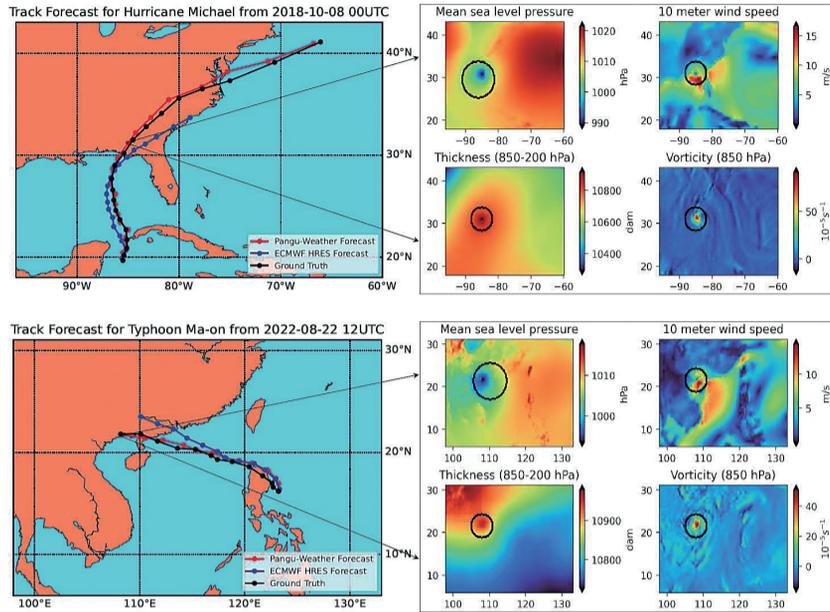
编者按 日前,国家自然科学基金委员会发布2023年度中国科学十大进展,人工智能大模型为精准天气预报带来新突破、揭示人类基因组暗物质驱动衰老的机制、发现大脑“有形”生物钟的存在及其节律调控机制等10项重大科学成果脱颖而出。为让读者深入了解我国基础研究取得的成就,本报将陆续刊发由十大进展完成人撰写的解读文章,增进大家对这些成果的创新性、战略性和引领性的认识。

天气预报,旨在研究地球大气系统的演变来预报未来天气。天气预报是国家重大战略需求,也是国际科学前沿课题,提升天气预报精度,对社会生产、人民生活、防灾减灾具有重要意义。在全球变暖的大背景下,极端气象灾害发生的频率比以往更高。通过普及早期预警,全球可以每年额外避免上百亿美元的财产损失,挽救数万人的生命。

数值天气预报的历史和局限性

现有的数值天气预报理论起源于20世纪初。1904年,挪威科学家皮叶克尼斯提出通过求解描述大气运动变化的数学物理方程来预知未来天气。1922年,英国气象学家理查德森组织大量人力,以纸笔计算的方式,花费6个星期完成了6小时天气预报。1950年,美国气象学家查尼利用电子计算机花费24小时完成了24小时天气预报而轰动一时。随着计算机运算速度的不断提升,数值天气预报日趋成熟,不仅预报时长从1天增长至5—7天,预报分辨率也从几百公里降至几公里。

数值天气预报的基本原理,是将多



图为盘古气象大模型预报台风路径原理。上半部分为飓风迈克尔的路径预报结果,下半部分为台风马鞍的路径预报结果。(作者供图)

种观测资料包括雷达、卫星等,整合为网格化的温度、气压、湿度、风速等气象变量,再求解基于大气动力学的方程。然而,近年来,这种数值预报方法遇到许多问题,这是因为数值方法依赖于大气系统的偏微分方程,而这些方程往往包含近似和参数化。与此同时,数值天气预报方法往往需要大量算力,这也使得欠发达国家难以建立数值天气预报系统。

深度神经网络用于数值天气预报

近年来,人工智能尤其深度学习理论蓬勃发展,在各个领域取得广泛应用。本研究改进了基于人工智能的数值天气预报方法,训练了一个三维神经

网络模型。该模型沿用了Transformer网络结构。其中高空层和地表层输入变量,经过独立编码后连接起来,使编码器—解码器架构得到输出变量。该神经网络模型具有约6400万个参数。

与同期英伟达、谷歌等公司提出的方法相比,本研究通过采用三维神经网络模型,使得模型能够同时考虑多个高空层和地表层的气象要素,以更好地捕捉扩散、对流等气象过程。为了提升该模型的训练和推理效率,本研究还提出地球位置编码和层次化时域聚合技术,达到了缩短推理间隔、减少迭代误差、节省推理时间的多重益处。配备了上述技术的人工智能模型,被团队命名为盘古气象大模型。

盘古气象大模型在欧洲气象中心

第5代再分析场数据(ERA5)上训练,选取了1979—2021年的气象数据,并选定其中69个关键气象变量进行研究。盘古气象大模型共有4个不同预测时效的神经网络模型,每个模型需要在192块GPU(图形处理单元)上训练16天。盘古气象大模型的单步推理只需要在单个GPU上运行1.4秒。这意味着,盘古气象大模型仅需不到10秒,即可完成全球7天高分辨率数值天气预报,比传统数值方法快了1万倍以上。

人工智能算法在数值天气预报上的优越性

盘古气象大模型在2018年全年的ERA5数据上进行了测试,结果表明,确定性预报精度超越了欧洲气象中心的集成预报系统。综合各气象要素的测试结果表明,盘古气象大模型将集成预报系统的预报时效增加了0.6天,而传统数值天气预报的时效每10年才能增加1天。

盘古气象大模型还可以通过寻找平均海面气压的极小值,对台风路径进行预报。盘古气象大模型在2018年全球88个命名台风上进行了测试,结果表明,对台风眼位置3天和5天预测的绝对位置,误差比欧洲气象中心高分辨率系统降低了26%和28%。2023年夏秋季,盘古气象大模型还对多个台风过程进行了实时预报,表现优异。盘古气象大模型能够提前5天判断出台风玛娃将在台湾岛东部海域转向,对于中国大陆没有显著影响,也能够台风苏拉编号之前,即判断其将在菲律宾东部海域逆时针绕圈并登陆中国华南沿海。

(田奇系华为云计算有限公司人工智能领域首席科学家,毕恺峰系华为云计算有限公司高级研究员,谢凌曦系华为云计算有限公司高级研究员)

人工智能助力核聚变开发无尽能源

□ 陈思进

超越时空

核聚变一直受着一个“幽灵”的困扰——等离子体不稳定性问题。近日,美国普林斯顿大学一个研究团队用人工智能提前300毫秒预测了核聚变等离子体不稳定态。这个时间,足够约束磁场调整应对等离子体的逃逸。从此,科学家防止可控核聚变的中断、产生足够能量所需的高功率聚变反应,也就更有可能了。这项研究成果的论文在最新一期国际著名科技期刊《自然》上发表。

既然可控核聚变取得了新突破,那就让我们从核聚变与人工智能的角度入手,再探讨一下核聚变能源和人工智能如何共同开启无穷无尽的能源前景。

核聚变是一种引人注目的能源解决方案,被认为是未来能源领域的重要突破。同时,人工智能的快速发展,也为核聚变技术的商业化提供了新希望。

太阳是一座巨大的核聚变反应堆,持续释放着巨大的能量。核聚变是通过将轻元素如氢聚合成更重的元素,并在

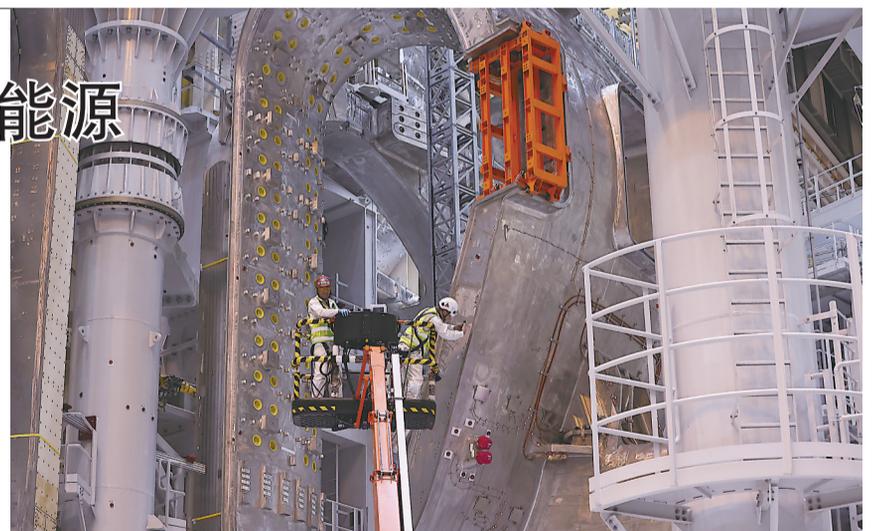
这个过程中释放能量的过程。与核裂变不同,核聚变释放的能量更为强大,而且产生的废物更少。

在地球上,我们一直在努力模仿太阳的核聚变过程,以便在人类社会中获得清洁、可持续的能源。然而,实现可控核聚变并非易事。迄今为止最成功的核聚变反应,是通过等离子体在极高温度和压力下实现控制来实现。但是,要将这种技术商业化仍然面临许多挑战,包括高昂的成本和技术困难。

人工智能的迅猛发展为核聚变技术的商业化提供了新希望。人工智能在核聚变研究中发挥着至关重要的作用,帮助科学家们更好地理解和优化核聚变反应过程。

数据分析和预测模型显示,核聚变反应中涉及的数据量巨大,往往是非线性和高度复杂的,而人工智能可以帮助科学家们分析这些数据,并建立预测模型,以更好地理解反应过程,并提高反应效率。

核聚变反应需要在非常高的温度和压力下实现控制,以确保反应的稳定性和效率,而人工智能可以实时监测反应过程,并根据实时数据对反应进行调整



在位于法国圣保罗—莱迪朗斯国际热核聚变实验反应堆(ITER)预组装大厅里,高高的吊架上悬着一个超大碗豆形金属设备,吊斗里的技术人员正在对它进行检查。新华社记者 高静 摄

和优化,从而提高反应的效率和可控性。

核聚变反应需要耐高温、高压和辐射的材料,以及有效的隔热和冷却系统,而人工智能可以帮助科学家们设计新型材料,并模拟材料在极端环境下的性能,从而加速材料研发过程。

人工智能可以帮助优化核聚变能源的整体系统,包括能量生产、储存和分配,从而提高能源利用率和整体效率。

虽然人工智能为核聚变技术的商业化提供了新希望,但要实现这一目标仍

然需要克服许多挑战:首先,核聚变技术本身仍处于发展的初期阶段,需要进一步的研究和实验验证;其次,商业化核聚变技术需要克服诸多技术和经济上的障碍,包括高昂的建设成本和复杂的安全风险管理。然而,随着科学家们不断努力,我们对核聚变能源的理解和掌握将不断加深,而人工智能技术的不断进步,也将为核聚变技术的商业化带来新的机遇和可能性。

(作者系科幻作家)