

AI助力数据驱动是否会改变NWP? ——ECMWF-ESA主题会议评介

■ 魏晓敏

2022年11月14—17日，欧洲两家最重要的气象及相关机构——欧洲中期天气预报中心（ECMWF）和欧洲空间局（ESA）共同主办了以“机器学习用于地球观测和预报”为主题的学术会议。ECMWF关注的数值天气预报（NWP）和ESA关注的地球观测，都是人工智能（AI）技术应用最为活跃的领域。两家机构共同促成了该主题学术交流活动，到2022年已经是第3次（2020年10月首次举办，近400人参会）。这项旨在展示这一快速发展领域的最新发展前沿、促进科学家和业务人员之间交流的活动，是两家机构最为重要的年度学术系列活动之一，影响越来越大，成为促进AI技术气象业务化应用的重要推动。

此次为期4天的研讨会涵盖4个专题，即用于地球观测的机器学习、数据同化中的混合机器学习、用于模式模拟和模式发现的机器学习，以及面向用户的地球科学应用的机器学习等，吸引了大量学者。会议包括43个口头报告，40个墙报，内容十分丰富。

从会议开幕仪式上ESA领导人的致辞中可以看出，机器学习（ML）所代表的AI技术会更加全面地在地球系统观测和预报（ESOP）中得到应用。不仅如此，ML在ESOP领域的应用，将过渡和落地至AI在数字孪生地球的应用，从而贯穿数据、资料同化、模式模拟和数字孪生这一地球系统应用全链条的主要环节。

与传统的动力学研究思路不同，利用AI技术开展以数据驱动为特征的全新地球系统研究，是一个涉及多领域AI技术、多圈层地球观测以及数字融合多个机制和结构研发的宏大系统。在该系列会议的3年时间里，无论从参会专家分布，还是会议内容来看，全球已经完成了将AI技术融入科技创新活动并得到初步成效的转变。可喜的是，这样的转变从一开始，就是构建在学界与商业界共同努力的基础上，双方发挥各自优势并有机融合，展现了针对地球系统这一更复杂的系统学商联合创新攻关的新格局。在这样的新格局中，以ECMWF为代表的欧美主要气象中心，依然保持创新活力并引领着这样的转变；以谷歌等公司为代表的高科技企业积极贡献算法和智能计算等优势和智慧，共同成就AI快速走进气象应用。这一点，从本次会议参与者中有部分是来自企业和气象业务中心的学者可见一斑。

本次会议的4个主题中，地球观测ML涉及领域甚广，从太阳能、野火探测、云探测、降水反演到海洋学/叶绿素探测和测地学，涵盖了地球科学各个学科。正因为涉及面广，ML对多样性变量和参数观测结果的重复能力及可解释性是一个严重挑战；其次是业务化和社会可用性问题，理论上与物理感知ML的先验物理知识和约束有关，还涉及互用性与已有非ML工具的融合。

另外，鉴于混合数据同化主题的重要性和价值显而易见，会议强调：1）有必要完全基于AI的分析更新，如利用神经网络进行分析更新，并采用对抗性的方法绕过高斯假设；2）采取混合ML/DA（Data Analysis）方法，如模型杂交、将基于物理的模型与统计模型相结合；3）采用预报/订正的AI，包括使用ML对观测值进行预处理；4）应用ML重建过去的气候。

用于模式模拟和模型发现的机器学习，是直接挑战NWP模式的一个研究方向。在模型发现方面，本次会议专门报告不多，但可以推断以AI模型为工具的新发现，或许远远超过NWP模式成功后带来的成果。

最后一个主题：面向用户的地球科学应用ML，是直接研究ML的业务化和具体应用。首次亮相的应用领域是短临降水预报和极端事件的探测和预报，如热带气旋预报；其次是气候事件预测与气候风险。此外，更多的应用来自太阳能、能源分配、水圈、环境预测、野火预测和河流流量预测、公共卫生和工业应用、航空飞行计划等丰富领域，凸显了AI与数字化碰撞的广泛影响。

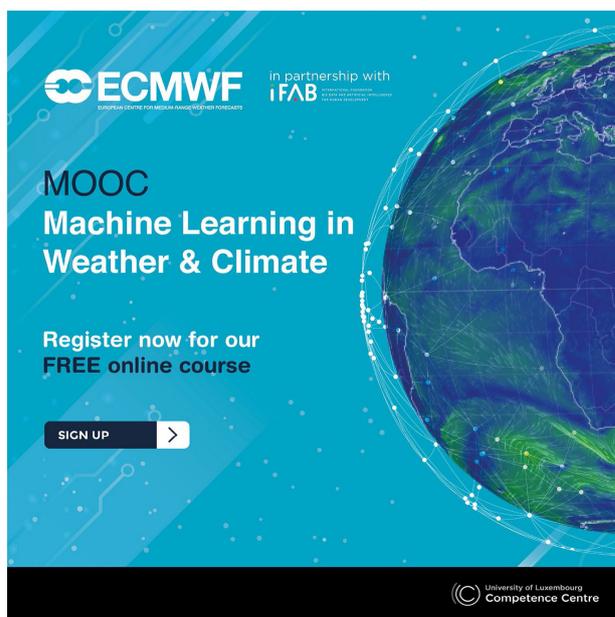


图1 ECMWF开发的机器学习应用慕课

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）