
赋予农业机器人“预判未来”的智慧！研究团队实现环境污染物精准预警

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40971.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

赋予农业机器人“预判未来”的智慧！研究团队实现环境污染物精准预警。 在全球气候变化与粮食安全的双重挑战下，农业环境监测正面临从事后被动治理向事前主动防控转型的关键节点。随着智慧农业的发展，移动机器人和多模态传感器虽然解决了传统人工采样效率低、成本高的问题，但现有的监测方案大多停留在事后检测阶段，即污染已经发生，警报才姗姗来迟，导致控制措施往往慢半拍。要想真正实现农业的绿色可持续发展，亟需赋予移动机器人一颗智慧大脑，使其不仅能感知当下，更能基于复杂的环境数据，精准预测污染物的动态变化趋势。

然而，高精度预测绝非易事。农业环境中的污染物浓度时间序列（如CO、非甲烷总烃（NMHC）、NO₂）具有极强的非线性、非平稳性和复杂性，且极易受到环境噪声的干扰。现有的机器学习方法在面对此类数据时，往往难以有效分离信号中的不同频率成分，导致特征提取不充分；传统注意力机制在处理高维数据时效率不高，且忽略了时间序列本身的内在信息熵特征。如何在降低计算成本的同时，从充满噪声的数据中精准锁定关键特征，成为制约模型在移动机器人上部署的瓶颈。

近日，中南大学刘辉教授团队在ENGINEERING Agriculture期刊上发表题为A hybrid prediction model based on decomposition algorithm and sample entropy-weighted attention mechanism for mobile robot agricultural environment monitoring的研究成果，该研究创新性地提出了一种名为VMD-SE-DLAM-LSTM的混合深度学习预测模型（其中VMD为变分模态分解，SE为样本熵，DLAM为双层注意力机制，LSTM为长短期记忆神经网络），巧妙化解了数据复杂性难题。

该模型设计了一套逻辑严密的分解-加权-预测三步走策略：首先引入变分模态分解（VMD）作为数据预处理步骤，在频域内自适应地将复杂的原始信号拆解为多个具有明确物理意义的模态分量，有效避免了模态混叠问题；其次，创新性地利用样本熵（SE）来衡量各分解子序列的复杂度与信息量，并以此作为先验知识对特征进行加权，使模型能够自动聚焦于信息价值更高的关键特征，同时抑制冗余信息的干扰；最后，采用长短期记忆神经网络（LSTM）作为核心预测器，处理经过加权优化的特征序列，更轻松地捕捉数据中的长期依赖关系。

实验结果有力地证明了该混合模型的优越性。在预测CO、NMHC和NO₂三种污染物时，VMD-SE-DLAM-LSTM模型的性能全面超越了ARIMA、RNN、SVM及GRU等主流模型。特别是在预测相关性（R²）指标上，相比表现最好的GRU模型，本文模型分别提升了6.9%、10.1%和4.8%，展现出显著且全面的性能优势，且计算复杂度完全在移动机器人的可接受范围内。

该研究成功攻克了农业环境数据非线性与非平稳性强、噪声干扰大的技术难题，赋予了移动机器人精准预判污染物浓度趋势的能力，将预测精度提升至新高度。

研究不仅实现了算法层面的突破，更具有深远的产业应用价值。它直接回应了农业环境监测中测不准、预不早的痛点，使预测平均绝对误差（MAE）等关键指标显著降低。这为移动机器人提供了真正的智慧大脑，使其具备了从被动治理转向主动防控的能力。从国家战略高度看，该成果紧密契合我国数字乡村与智慧农业发展战略，通过构建监测-预测-决策的闭环系统，为保障国家粮食安全与生态安全提供了强有力的技术支撑。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2026674> 特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：刘辉等 来源：《工程·农业》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发