

# 利用时间序列卫星影像监测冬小麦白粉病

马慧琴<sup>1,2</sup>, 黄文江<sup>2</sup>, Giovanni Laneve<sup>3</sup>, 师越<sup>2,4</sup>, 刘林毅<sup>2,4</sup>, 郑琼<sup>2,5</sup>

1. 南京信息工程大学, 应用气象学院, 南京, 中国
2. 中国科学院遥感与数字地球研究所, 数字地球重点实验室, 北京, 中国
3. 罗马大学, 空间工程学院, 罗马, 意大利
4. 中国科学院大学, 北京, 中国
5. 中国矿业大学, 地球科学与测绘工程学院, 北京, 中国

## 前言

白粉病 (*Blumeria graminis*) 是冬小麦病害中最具破坏性的叶片病害之一, 发生在凉爽气候区或海洋性气候区。感染该病会导致小麦的产量和品质下降。据中国国家农业技术推广服务中心统计, 过去的 17 年间, 白粉病平均发病面积高达 1000 万公顷。冬小麦整个生育期内都可能会感染白粉病, 一般情况下, 白粉病菌菌丝在 2 月上旬恢复生长, 3 月份开始发病, 4 月份普遍发病, 5 月份大发生。然而, 目前关于作物病害的研究大多只是基于病害发展后期的单一时相的遥感影像开展的, 没有考虑受病害感染后的小麦的时间变化过程。此外, 遥感时间序列特征已被成功应用于作物物候检测、作物分类、作物面积估算等研究当中。

## 研究目标

本文的研究目标是: (1) 分析在不同病害发生严重程度下, 冬小麦与归一化植被指数 (normalized difference vegetation index, NDVI) 和增强型植被指数 (enhanced vegetation index, EVI) 时间序列特征间的关系, (2) 通过 NDVI 和 EVI 时间序列特征监测冬小麦白粉病的发生严重程度, (3) 绘制冬小麦白粉病发生严重度的空间分布图, (4) 评估所建病害监测模型的性能。

## 研究区及数据获取

研究于 2014 年 5 月 10 日在中国陕西省关中平原西部共收集到 42 个实地调查点的病害数据, 该区域是冬小麦白粉病的常发区。为实现现场调查与遥感影像空间分辨率相匹配, 在 30m×30m 的空间范围内选取了 5 个 1m×1m 的代表性小区进行相对统一的病害调查。通过手持式 GPS 记录每个调查点的中心经纬度信息。具体的调查内容包括小麦生长状况、株高及小麦白粉病发生严重程度。为降低监测难度, 本研究将病害发生严重程度分为正常、轻发和重发 3 个等级。

## 研究方法

本研究基于 NDVI 和 EVI 时间序列特征构建了小麦白粉病发生严重程度监测模型。该模型基本包含了小麦整个生育期中的所有病害关键信息。

研究共收集了 2013 年 11 月 16 日至 2014 年 4 月 9 日的 18 景遥感影像。为减少云

层覆盖对影像质量的影响,共选取了三个不同传感器的数据(包括 Gaofen-1 卫星的 WFV 传感器数据、环境和减灾小卫星的 CCD 传感器数据以及 Landsat-8 的 OLI 传感器数据)。研究选用 NDVI 和 EVI 来组成用于病害监测的时间序列特征,其中 NDVI 对绿色植被敏感,经常用于计算地表植被数量和活力,EVI 对大气条件和土壤背景等环境因子较敏感。

受云层,气溶胶和降雪等因素的影响,所建时间序列特征受噪声影响明显。因此,为保证时间序列特征的质量,在使用 NDVI 和 EVI 时间序列之前,通过使用离散小波变换(discrete wavelet transformation, DWT)对其进行平滑处理,该方法是一种可应用于有限组数据的正交函数,在信号处理和图像压缩等领域得到了广泛的应用。支持向量机(support vector machines, SVM)在求解小样本,非线性和高维模式识别问题方面表现出许多独特的优势,在很大程度上克服了维数灾难和过度研究的问题。该方法在文本识别、人脸识别、基因分类、时间序列预测、风险评估及图像分类等方面得到了广泛的应用。本研究利用 SVM 方法来构建基于 NDVI 和 EVI 时间序列特征的小麦白粉病发生严重度监测模型。由于样本总量较少,因此研究采用留一交叉验证法来检测和评估分别基于 NDVI 和 EVI 时间序列特征的监测模型在监测病害发生严重度方面的表现。

## 结论

本研究构建了基于 NDVI 和 EVI 时间序列特征的白粉病发生严重度监测模型。结果表明不同病情严重度下的冬小麦 NDVI 和 EVI 时间序列曲线差异显著。NDVI 和 EVI 时间序列都能够对病害发生严重度进行区分,且 NDVI 和 EVI 时间序列模型的精度都表明,二者在量化疾病严重程度方面均表现良好。与 NDVI 时间序列模型相比,EVI 时间序列对冬小麦白粉病发生严重度的监测准确率更高。此外,基于经过 DWT 去噪处理后的 NDVI 和 EVI 时间序列特征的监测模型的效果优于基于原始 NDVI 和 EVI 时间序列特征的监测模型。以上结果说明基于时间序列卫星图像的疾病严重度监测模型可以为病害的田间防治管理提供参考。