

熊德兰. 基于遥感的农作物长势模板数据库构建[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 411-414.

# 基于遥感的农作物长势模板数据库构建

熊德兰

(许昌学院国际教育学院, 河南许昌 461000)

**摘要:** 针对农作物生长发育各阶段的特征, 利用高分辨率遥感影像建立农作物长势模板数据库, 可以实现农作物从播种到收获各个阶段的全程监测、预警及分析对比。以水稻种植及相关应用需求为例, 探讨了遥感影像获取及处理方法, 模板数据库概念设计、逻辑设计及分布式存储等若干关键问题。该研究对实现农作物生长过程监管、提高工作效率具有重要的意义, 极大地促进了农业遥感的纵深化发展, 并为农业信息化的精细化、产业化发展带来了新的契机。

**关键词:** 农业遥感; 数据库; 作物长势; 水稻

**中图分类号:** S127      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0411-03

遥感(remote sensing, RS)是通过某种传感器装置在远距离、不直接接触研究对象的情况下, 对目标进行测量、分析并判定目标性质的一门科学和技术<sup>[1]</sup>。利用遥感技术获取的数据具有实时性高、覆盖范围广、信息丰富客观等优点, 因而被广泛应用于航空、航天、军事侦察、灾害预报、环境监测、资源勘探、土地规划与利用、灾害动态监测、农作物估产、气象预报等诸多军事及民用领域。农业遥感始于 1971 年美国开展的大面积农作物估产试验, 目前在农作物遥感监测、产量估算、长势评估等方面都取得了较好的进展。近年来, 我国的农业遥感技术主要体现在农业资源的监测与保护、农作物长势监测和大面积估产、农业气象灾害监测与预测和作物遥感模型等几个方面<sup>[2]</sup>。

基于过程的作物生长模拟模型能够定量描述作物生长发育及产量品质形成过程, 已经成为现代农业发展的一个重要领域。美国的 CERES 和荷兰“de Wit”系列模型是作物生长模型的典型代表, 并且国内外已经研制了一批作物生长模拟与决策支持系统, 同时实现了作物生长各阶段长势的模拟预测和决策支持<sup>[3]</sup>。但是, 已有的作物生长模型通常是基于单株作物生长发育及产量品质形成过程的模拟, 而对于多株或一定范围内作物的生长发育状况的研究相对较少。与此相关的主要体现在宏观上, 利用遥感影像实现大面积作物的监测、评估<sup>[4]</sup>。实际上, 由于影像分辨率、真实地况差异、相关算法效率、人工误差等诸多因素的存在, 大面积作物长势分析、种植面积估算等研究具有很大的不确定性和不可靠性, 而近年来普及的遥感技术和日益丰富的影像数据为上述问题的解决提供了便利。利用高、中、低等不同层次分辨率的遥感影像可以实现大到区域级、小到单株作物级的监测和评估, 为作物长势分析、产量估算及其真实生长模型监控等提供必要的途径。

本研究拟构建一个基于农作物生长发育不同阶段的特征

显著的模板数据库, 实现农作物从播种到收获各阶段的过程模拟化和模型数据化。通过选取高、中分辨率遥感影像建立不同尺度级别作物的分析、对比、评估, 可以满足一定区域内作物估产、作物长势分析、灾害预警等应用需要, 实现遥感信息定性、定量、定位一体化快速处理, 从而推动数字农业、精细化农业的快速发展。

## 1 作物长势模板数据库分析

### 1.1 需求分析

遥感影像是通过安装在遥感平台上的设备对目标物表面摄影或扫描获得的影像。遥感影像具有多平台、多传感器、多波段、多比例尺、多时相等优点, 能提供丰富的信息, 其特征能够反映地理环境或目标物的质、量和动态信息<sup>[5]</sup>。波谱特性、空间特性、时间特性是遥感影像的基本属性。其中, 波谱特性指物体发射、反射的电磁波强度, 在遥感影像中通常表现为颜色、亮度、阴影等特征信息。空间特性包括成像信息的空间分辨率和投影性质分析, 涉及影像空间位置、空间布局以及地物的形状、纹理、图案等特征信息。该特征为从形态学方面识别地物、绘制地图、目标解译以及对图像进行几何纠正、增强处理等提供了重要的依据。时间特性是以一定的周期对地面重复成像, 获取多时相遥感影像进行对比分析。遥感影像的多时相性主要表现在地理环境的自然变换过程和地物的节律性变化。由于不同时期太阳辐射、气候、植被等环境因素的变化, 不同季节或日期的地物在同波段影像上色调存在差异。

农业生产是人类社会最基本和最重要的生产活动之一, 是人类社会生存和发展的基本条件。农作物长势监测能够提供全面、客观、精准的基础数据, 尽早对粮食市场进行监控和预测, 为农业政策的制定和粮食安全、粮食贸易提供决策依据。利用遥感技术可以实现农作物长势的全程监控, 包括作物的苗情、生长状况、变化规律以及自然灾害等情况, 也为农作物产量估测、灾害预警等其他研究提供了必要的前提<sup>[6]</sup>。目前, 农作物长势监测的方法主要包括直接检测方法、同期对比方法、诊断模型以及作物生长过程监测、生长模型方法等。这些方法在一定条件下能够实现特定农作物的长势监测, 但也都存在一定的局限性, 如物候差异问题、长势与最后产量预测脱节、缺乏定量监测等。

收稿日期: 2013-12-07

基金项目: 国家自然科学基金(编号: U1304403); 河南省科技攻关计划(编号: 112102210079); 许昌学院科研项目(编号: 2014022); 许昌学院青年骨干教师资助计划。

作者简介: 熊德兰(1980—), 女, 河南固始人, 硕士, 讲师, 主要从事遥感影像研究及高等教育教学工作。Tel: (0374) 2968938; E-mail: xiongdelan@aliyun.com。

农作物长势模板数据库就是通过分析农作物生长发育各阶段的显著特点和不同阶段关注的核心问题,选取合适尺度的遥感影像并提取重要特征参数,建立长势模板数据库,并根据遥感监测结果进行动态更新,从而为作物长势分析、产量估测、灾害预警提供可靠的数据基础和高效的分析方法。

### 1.2 构建流程

农作物长势模板数据库构建主要包括 RS 影像选取、图像特征提取、数据存储、数据库更新 4 个阶段(图 1)。

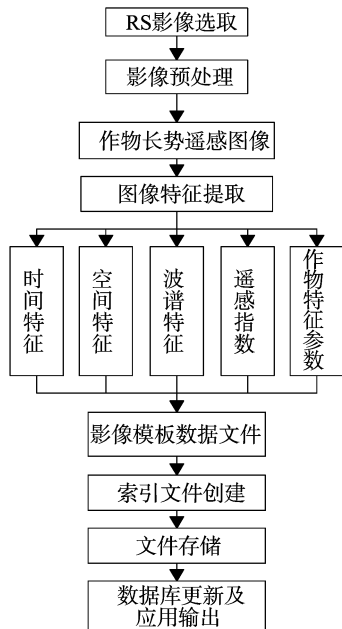


图1 作物长势模板遥感影像数据库构建流程

首先,根据要监测的区域范围和作物种植节律选取合适的遥感影像,如跨省范围大面积区域性分析可以选择中低分辨率遥感影像,田块级别精细化识别需要选取高分辨率遥感影像,而东北地区 and 长江中下游地区的水稻种植节律不同,应选取不同时间段的遥感影像。影像预处理主要指大气纠正、几何纠正、辐射校正、图像增强等操作<sup>[7]</sup>。图像特征提取主要提取遥感图像中波谱、色彩、亮度、纹理、形状、空间关系等特征信息,并在此基础上计算作物特定生长期的特征参数、遥感指数。这些信息连同处理并编码后的遥感图像被作为农作物长势模板按照一定的索引存入数据库。根据需要,可以读取数据库的信息并以一定的视图形式呈现给用户,也可以重新选取更合适的遥感影像进行上述操作并更新数据。

## 2 数据库设计

### 2.1 概念结构设计

数据库概念结构设计是对需求信息进行综合、归纳,抽象为特定的概念模型。常用的概念模型是实体-联系模型(E-R模型),该模型能真实、有效地反映现实世界需求,便于不同用户的理解和交流。作物长势模板数据库主要包含处理后的遥感图像和分析提取的影像特征集 2 类数据。遥感图像就是遥感影像数据预处理后得到图像,可以使用统一的编号对其进行编码,图像特征也是通过该编码实现不同特征集合和遥感影像的关联<sup>[8]</sup>。图像特征包括遥感影像波谱特征、空间特征、时间特征等,在此基础上,根据特定作物的生长发育

特点和领域专家先验性知识,采用一定方法计算并记录相关的遥感指数和作物特征参数。

根据上述分析,抽取出遥感影像(RSImage)、波谱特征(SpectrumInfo)、空间特征(SpatialInfo)、时间特征(TemporalInfo)、遥感指数(RSIndex)、作物参数(CropParameter)等实体,各实体之间关系如图 2 所示。

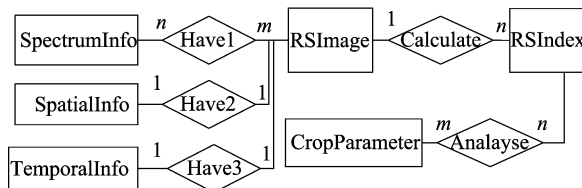


图2 模板数据库主要实体联系

其中,RSImage 记录遥感图像基本信息,包括影像编号、类型、分辨率、波段范围、文件大小、行数、列数、文件块号、地理位置、影像描述等属性;SpectrumInfo 记录遥感图像中不同地物反射、发射电磁波的强度分布,主要包括波谱编号、波长、反射率以及影像中地物名称、采样点、亮度等属性;SpatialInfo 记录遥感影像的空间特征,主要包括地理名称、经纬度范围、拓扑形状等;TemporalInfo 记录图像时间特征,包括成像时间、当天云量、温度等信息;RSIndex 反映作物的生长状况,常用的遥感指数有归一化植被指数、叶面积指数、温度条件指数等;CropParameter 反映该遥感影像对应的作物实际种植时间、种植面积、领域专家预计的拔节、抽穗、成熟时间及相关评价参数。

### 2.2 逻辑结构设计

数据库逻辑结构设计是按照某种数据库管理系统,使用特定数据模型对概念结构设计结果进行转换。为保证遥感影像数据及不同类型特征信息的统一管理,满足不同类型用户的应用需求,研究中选取通用的关系型数据库管理系统 SQL Sever 进行设计<sup>[9]</sup>。因此,数据的逻辑模型使用关系表来描述,数据库中主要数据表名称及其结构如图 3 所示。

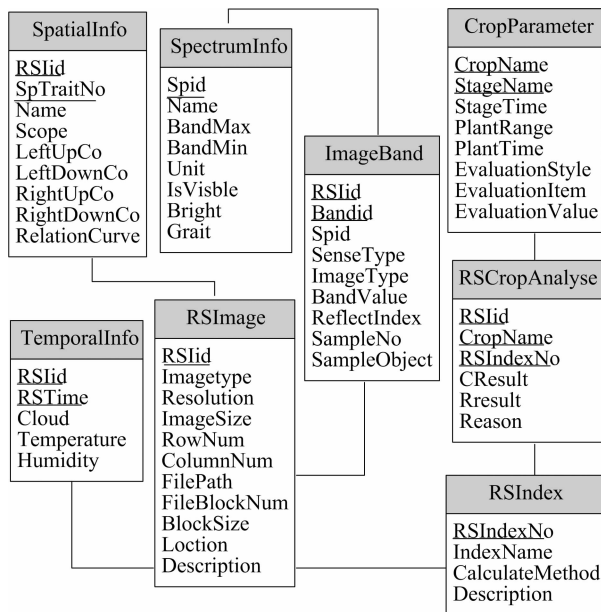


图3 模板数据库主要数据表名称及其结构

### 2.3 数据库索引及存储

由于遥感图像本身数据量大,读取速度慢,因此在存储遥感图像时一般考虑分块和索引策略。分块是按照一定的算法将图像分成一定大小的文件块,分别进行存储,当对图像局部进行操作时可以单独读取指定的文件块<sup>[10]</sup>。为提高检索效率和处理速度,一般对文件块按一定顺序编码并建立索引。

遥感影像特征信息和农作物生长状况相关特征主要通过影像编码(RSId)和作物名称(CropName)、生长阶段(StageName)等建立关联,通过遥感影像基本特征信息可以计算出作物生长发育状况的主要遥感指数,结合领域专业的先验知识,可以对作物长势进行定量评价。

## 3 水稻长势模板数据库开发实例

### 3.1 水稻生长发育过程

水稻是主要的粮食作物,种植面积广,生长周期较长。我国水稻种植地区主要有东北早熟单季稻区、华北单季稻区、华中单双季稻区、华南双季稻区、西北干燥区。水稻的生长发育可以分为幼苗期、分蘖期、发育期、结实期 4 个阶段,各阶段又可以细分为若干个子阶段,生长周期在 100 ~ 180 d。例如,结实期是指稻穗开花后到谷粒成熟的时期,又可分为乳熟期、蜡熟期和完熟期,为 25 ~ 30 d。该阶段的主要特点是长茎长穗、开花、结实,形成和充实籽粒,也是确定水稻长势、夺取高产的主要阶段。该阶段的栽培尤其要重视肥、水、气的协调,延长根系和叶片的功能期,提高物质积累转化率,以使穗数足、穗型大、千粒质量和结实率高。

### 3.2 水稻长势分析遥感数据

根据长江中下游水稻生长周期特点,可以在育苗期、秧苗期、返青期、分蘖期、孕穗期、扬花期、结实期、收割期等不同阶段的具体时间选取合适的遥感影像。本研究中,笔者仅对同一地区不同年份抽穗期的生长状况进行研究,所选取的是长江中下游水稻主产区的遥感影像,所选用的影像为 2010 年 8 月 2 日和 2011 年 8 月 5 日 Landsat 7 ETM 影像,影像跨越经度范围为 115.73° ~ 118.11°E,纬度范围为 29.63° ~ 31.24°N,对应实际地理区域为安徽省安庆市大观区安徽长江中下游地区湿地。数据从中国科学院网络信息中心地理空间数据云服务平台下载<sup>[11]</sup>。

### 3.3 影像模板数据库实施

根据图 3 所示的模板数据库表结构,提取遥感影像元数据建立遥感影像数据基本信息表(RSImage)、光谱信息表(SpectrumInfo)、空间信息表(SpatialInfo)等。其中,遥感指数数据表(RSIndex)须对不同波段影像数据值计算后提取。本研究中主要选用了国内外同行在作物长势分析中通常采用的归一化植被指数(NDVI)、叶面积指数(LAI)、温度条件指数(TCI)等<sup>[12]</sup>。其中归一化植被指数被定义为近红外波段数值(NIR)与可见光红波段数值(RED)之差和这 2 个波段数值之和的比值,即  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ 。

植被指数与植被覆盖度关系密切,当植被覆盖率为 25% ~ 80%,植被指数会随植被覆盖度增加呈线性增长。对 2 幅影像中连续区域提取植被指数,如图 4 所示。

由于遥感影像数据量大,读取速度慢,在数据库中以快视图形式存放其缩略图,供用户快速查看。原始影像以数据块

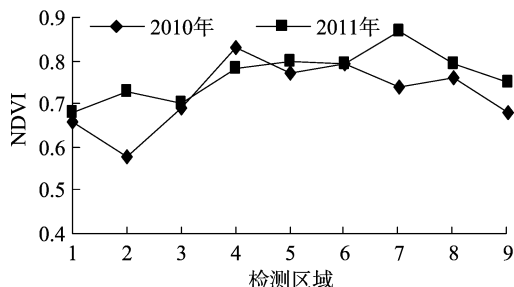


图4 NDVI特征提取

的形式分别存放,不同影像块之间以文件索引形式进行关联。根据内存空间大小的不同,数据块的大小可以适当调整,一般取  $2^k$  大小。如将数据块以小文件顺序存放,可以选择如图 5 所示的分块方法。

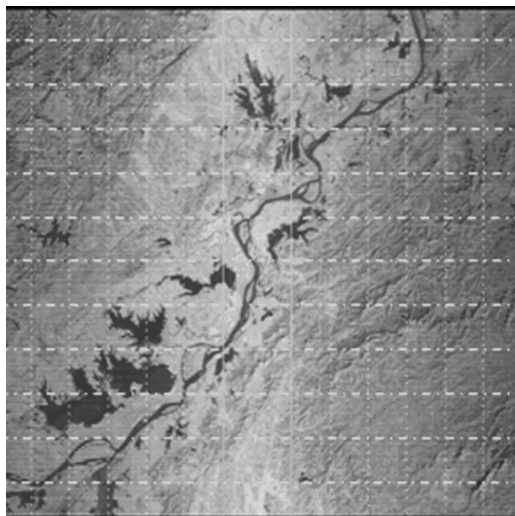


图5 影像分块示意图

## 4 总结

农作物长势监测是农业遥感监测和估产的核心部分,其本质是根据作物生长发育各阶段监控作物种植和粮食培育过程中的问题,实时动态地了解作物生长状况,确保作物丰收增产,从而保证国家的粮食安全。本研究提出利用高、中、低分辨率遥感影像建立区域性作物生长发育数据库,结合已有农业数据和历年遥感影像历史数据实现对当前作物种植、长势、估产等若干问题的监控和管理,为农业信息化的实现提供了很好的参考模式。随着遥感技术的发展,大量厘米级分辨率的高分辨率遥感影像不断出现并快速更新,可以实现田块级别、单株级别作物长势状况分析,从而为精细化农业发展提供了必要的基础。

### 参考文献:

- [1] 李小文. 遥感原理与应用[M]. 北京:科学出版社,2008:1-8.
- [2] 邢素丽,张广录. 我国农业遥感的应用现状与展望[J]. 农业工程学报,2003,19(6):174-178.
- [3] 陈仲新. GEOS 背景下的农业遥感监测[J]. 中国农业资源与区划,2012,33(4):5-10.
- [4] 冯学智,肖鹏峰,赵书河,等. 遥感数字图像处理与应用[M]. 北京:商务印书馆,2011:267-274.

阴国富. 基于光载无线交换技术的渭南智慧农业系统研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 414-418.

# 基于光载无线交换技术的渭南智慧农业系统研究

阴国富<sup>1,2</sup>

(1. 渭南师范学院, 陕西渭南 714099; 2. 陕西省渭南市智慧城市工程技术研究中心, 陕西渭南 714000)

**摘要:**针对精细农业应用具有作物类型与地势多样、受干扰因素多等特点, 以较好的环境适应性、低功耗、低成本、标准化为目标, 对面向精细农业的无线传感器网络组织结构和组网方式进行研究, 结合实施农业与大田的实际应用环境, 设计无线多媒体传感器网络系统架构, 进行仿真试验。结果表明, 该系统能够较好地满足精细农业应用需求, 均衡节点能耗, 延长网络生命周期。

**关键词:**无线传感器网络; 智慧农业; 压缩传感; 光载无线交换

**中图分类号:** S126      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2014)08-0414-05

渭南市是陕西省的主要农业城市, 是西安市的菜园子、果园子, 该地地域辽阔、地形复杂、气候多变。如何在有限的农田资源基础上, 借助先进的科技手段提高农田的生产效率、经济效益与环境效益已经成为亟待解决的问题。目前, 以现代信息技术与农业技术融合为特点的农业技术成为解决以上问题的关键支撑技术之一, 其核心是利用信息技术精确、及时地获取地块中每个小区土壤、环境与作物的信息, 诊断作物长势和产量在空间上存在差异的原因, 并对每个小区作出决策, 准确地每个小区上进行灌溉、施肥、喷药等, 以达到最大限度地提高水、肥等的利用率, 增加产量, 减少环境污染的目的。

无线多媒体传感器网络(WMSNs)是20世纪发展起来的一种无线自组织网络, 是物联网的关键组成部分, 因此智慧农业解决方案集先进的物联网工程信息平台、新兴现代农业、移动互联网和物联网技术为一体, 依托部署在农业生产现场的各种传感节点(环境温湿度、土壤水分、二氧化碳、图像等)和无线通信网络实现农业生产环境的智能感知、智能预警、智能决策、智能分析、智能控制等, 为农业生产提供精准化种植、可视化管理、智能化决策平台<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2014-04-25

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 11304230); 陕西省教育厅科研专项(编号: 2013JK1085); 渭南师范学院特色学科建设项目(编号: 14TSXK007)。

作者简介: 阴国富(1980—), 男, 陕西富平人, 硕士, 副教授, 从事无线传感器网络研究。Tel: (0913) 2088785; E-mail: yinguofu@126.com。

## 1 基于光载无线交换技术的渭南智慧农业系统设计

智慧农业系统包括物联网工程信息平台、环境监测系统、智能控制系统、数据中心、生产追溯系统、远程农业监控系统等。基于物联网工程信息平台的智慧农业系统架构如图1所示。

在农业大棚部署各种用途的传感设备, 如温度传感器、湿度传感器、光照传感器、土壤水分传感器等, 以采集农作物生长环境的各种参数<sup>[2]</sup>。传感设备将采集到的数据通过无线传感网络(ZigBee)等传输给中间层Wi-Fi/无线传感网关, Wi-Fi/无线传感网关再将采集到的信息进行过滤、分组、关联、聚合等操作, 形成TCP/IP数据包, 通过物联网工程信息平台及有线计算机网络上到数据中心; 数据中心将数据进行整理、分类, 保存在数据服务器上, 并根据农业专家系统对各类控制设备实施控制, 达到对温湿度、光照、土壤水分、土壤肥力、环境通风的智能控制; 数据中心将各类数据和设备状态信息通过网路发布出去, 提供本地、远程的数据访问及设备控制, 达到远程监控农业生产过程; 数据中心将农作物生长及生产过程中的各种数据进行分类保存, 以实现对农产品的安全追溯及产品生产过程的追溯。

### 1.1 物联网工程信息平台

物联网信息平台由光载无线交换机及其配套设备远端射频单元构成, 用于实现Wi-Fi无线射频信号的远距离、大范围的光纤分布, 是物联网无线网络分布的主要方式。

光载无线交换机安装在物联网智慧农业系统中心机房的落地式网络机柜里面, 与原来的有线布线网络连接, 接入有线计算机网络; 光载无线交换机内置Wi-Fi接入点(AP, 所有

[5] 陈圣波, 孟治国, 湛邵斌, 等. 遥感影像信息库[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 23-35.

[6] 刘慧, 汤亮, 张文宇, 等. 基于模型的可视化水稻生长系统的构建与实现[J]. 农业工程学报, 2009, 25(9): 148-154, 彩插2.

[7] Mather P M. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction[M]. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004: 110-123.

[8] 杜根远. 海量遥感图像内容检索关键技术研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2011: 46-48.

[9] 熊德兰, 杜根远. 遥感影像模板数据库设计与实现[J]. 现代计算机: 上半月版, 2012, 10(10): 62-65.

[10] 蒋楠, 李卫国, 杜培军. 雷达遥感在水稻生长监测应用中的研究进展[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(2): 491-493.

[11] 中国科学院计算机网络信息中心. 地理空间数据云[DB/OL]. [2013-12-01]. <http://www.gscloud.cn/>.

[12] 柳钦火, 辛晓洲. 定量遥感模型、应用及不确定性研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 52-80.