

丁克奎, 钟凯文. 基于“3S”的精准农业管理系统设计与实现[J]. 江苏农业科学 2015 43(1): 399-401.
doi: 10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2015. 01. 132

基于“3S”的精准农业管理系统设计与实现

丁克奎^{1,4}, 钟凯文^{2,3}

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640; 2. 广州地理研究所, 广东广州 510070;
3. 广东省遥感与地理信息系统应用重点实验室, 广东广州 510070; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为了解决人地矛盾, 在北斗卫星导航产业快速发展的契机下, 研究利用北斗卫星定位技术、远程数据采集技术、GIS 技术、卫星遥感技术, 实现农情信息的实时采集、综合利用, 构建基于“3S”的精准农业管理系统。系统的构建包括农情采集终端硬件设计、农情采集终端嵌入式软件开发、精准农业管理系统服务平台开发。

关键词: 北斗; 精准农业; 3S 技术

中图分类号: S127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0399-03

近年来, 我国耕地面积不断减少、质量不断下降、污染逐渐严重、人口持续增长, 人口与耕地之间的矛盾还将长期存在, 再加上山地、高原、丘陵约占我国国土面积的 2/3 及家庭联产承包责任制, 决定了我国地块分散及小型化。因此, 精耕细作的精准农业(也称精细农业)是解决我国人地矛盾, 实行农业现代化、信息化的必然途径, 也是解决“三农”问题的必经之路^[1]。精准农业调动耕地生产力, 以最少或最节省的投入达到同等产出或更高的产出, 可以高效利用各类农业资源并获得良好的经济效益、环境效益^[2]。精准农业基于空间

变异理论, 以地块内每个小区为单位采集农情信息, 获取土壤性状与生产力空间差异、农作物苗情^[3-4]。农情数据采集、作物生长和产量检测、作物模拟和空间决策支持是精准农业的重要组成部分^[5-6]。目前, 精准农业在种植业方面研究最多、应用最广, 但是精准农业同样适用于林业、养殖业、畜牧业等^[7-8]。笔者从农情采集终端、终端嵌入式软件设计、精准农业管理服务平台 3 个方面对精准农业进行研究, 旨在为促进我国农业可持续发展提供依据。

1 支撑技术

1.1 地理信息系统

相对于其他信息管理系统, 地理信息系统(GIS)的优势在于具有强大的空间分析能力、海量地理数据管理能力。精准农业牵涉到海量农情信息地理空间数据, 可以利用 GIS 将这些农情信息数据加工处理成 GIS 图层, 简化农情信息数据管理。对这些农情信息数据进行知识模型、专家系统等空间

收稿日期: 2014-02-23

基金项目: 广东省中国科学院全面战略合作项目(编号: 2011B090300048); 广东省自然科学基金(编号: 10151007003000002); 广东省科技计划(编号: 2011B060500056)。

作者简介: 丁克奎(1987—), 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 主要从事数字城市、物联网、智慧城市研究。Tel: (020) 87680967, E-mail: dinkfamily@gmail.com。

[5] 张来林, 张爱强, 朱彦, 等. 粮食自动分级的类型与预防措施[J]. 粮食储藏, 2008(6): 28-30.

[6] 姜永顺. 几种浅圆仓进仓设备的比较[J]. 粮食与饲料工业, 2002(9): 16-17.

[7] 张峻岭, 陈艺, 张卓青. 布粮器在浅圆仓入粮防分级中的应用[J]. 粮食流通技术, 2012(6): 16-22.

[8] 王永昌, 姚文冠, 李军五. 浅圆仓粮食入仓自动分级原因分析及解决措施[J]. 粮食流通技术, 2010(3): 28-29.

[9] 程绪铎, 黄之斌, 石翠霞, 等. 筒仓中入粮自动分级的动力学分析及缓解措施研究[J]. 粮食储藏, 2012(1): 16-19.

[10] 周延智, 李松伟, 曾卓. 浅圆仓杂质分布规律的研究[J]. 粮油仓储科技通讯, 2009(4): 14-16.

[11] 张峻岭, 陈艺, 张卓青. 布粮器在浅圆仓入粮防分级中的应用[J]. 粮食流通技术, 2012(6): 16-22.

[12] Richarda P, Taberlet N. Recent advances in DEM simulations of grains in a rotating drum[J]. Soft Matter, 2008(4): 345-348.

[13] 焦玉勇, 葛修润, 谷先荣. 三维离散元法中的数据结构[J]. 岩土力学, 1998, 19(2): 74-79.

[14] 焦玉勇, 葛修润. 基于静态松弛法求解的三维离散单元法[J].

岩石力学与工程学报, 2000, 19(4): 453-458.

[15] 孙其诚, 王光谦. 颗粒物质力学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 41-42.

[16] Teufelsbauer H, Wang Y, Chiou M C, et al. Flow-obstacle interaction in rapid granular avalanches: DEM simulation and comparison with experiment[J]. Granul Matter, 2009, 11(4): 209-220.

[17] Grima A P, Wypych P W. Investigation into calibration of discrete element model parameters of scale-up and validation of particle-structure interactions under impact conditions[J]. Power Technology, 2011, 212(1): 198-209.

[18] 吴清松, 胡茂彬. 颗粒流的动力学模型和实验研究进展[J]. 力学进展, 2002, 32(2): 251-260.

[19] 李婉宜, 曾攀, 雷丽萍, 等. 离散颗粒流动堆积行为离散元模拟及实验研究[J]. 力学与实践, 2012, 34(1): 20-25.

[20] 徐泳, 黄文彬. 颗粒离散元法建模和仿真的若干进展[J]. 过程工程学报, 2002, 2(增刊): 530-536.

[21] 杨洋, 唐寿高. 颗粒流的离散元法模拟及其进展[J]. 中国粉体技术, 2006, 12(5): 38-43.

分析,不仅可以进行耕地生产力时空差异评价,还可以指导优化播种、施肥、灌溉、病虫害防治等种植管理及产量预测^[9]。将管理措施与历年产量进行对比分析可以修正知识模型、专家系统以及进行农业调整、规划、战略部署^[10]。同时,GIS还可以对自然灾害等突发异常情况快速评估其影响范围、程度,应用空间分析决策支持制定应对措施以减少损失。

1.2 遥感

遥感技术在精准农业中的主要作用是大面积快速了解最新作物生长状况、耕地生产力空间差异信息(土壤、水分、空气等)以及异常情况,及时调整农业政策、战略,提高作物品质、产量。遥感可为精准农业提供以下2类相关数据:基础信息、时空动态变化信息^[11]。基础信息包括基础设施、地块分布、土壤肥力状况等信息。时空动态变化信息包括作物生长状况、病虫害、土壤墒情、微生物、杂草等信息。利用飞机、飞艇、气球等作为传感器平台的航空遥感,尤其是低空遥感的快速发展为灵活、方便、低廉地快速获取高分辨率农情信息提供了可能^[12]。

1.3 北斗卫星导航系统

卫星导航正在逐渐渗透到人类生活中,深刻改变了人类的生产生活方式、思维习惯。北斗卫星导航系统是我国正在实施的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统。与GPS相比北斗卫星导航系统不仅具有定位功能,还可以进行通信,可以在用户间进行位置传递。在地震、海啸、台风等自然灾害引发网络中断或不畅等情况下,定位、双向通信的特点决定了北斗卫星导航系统在生命线工程中不可取代的作用。将北斗卫星定位模块集成到农情采集终端,可以准确记录设备地理位置,在采集农情信息的同时提供空间信息,同时可以在播种、施肥、灌溉、施药等种植作业中进行精确导航、定位^[13]。

2 系统设计

2.1 系统总体设计

农情采集终端是综合应用北斗卫星定位技术、嵌入式技术、3G通信技术、多传感器多通道数据采集技术、GIS技术以及信息融合技术开发,集多种测量要素于一体的多功能农情信息采集终端。农情采集终端通过外围传感器、监测仪器获得农情信息数据,经过无线网络与精准农业管理系统服务平台保持通信,将农情信息数据上传到服务平台,服务平台对数据进行信息入库、信息统计分析、空间决策支持,并将处理结果以地图、统计图表等直观形式展示出来,从而指导精准农业生产(图1)。

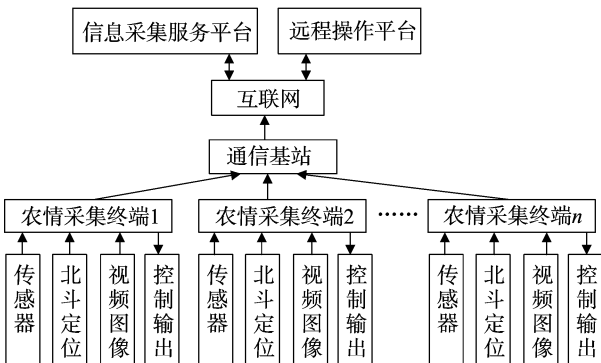


图1 系统体系结构

2.2 农情采集终端设计

农情信息的实时采集、传输与处理是实施精准农业的关键环节^[14]。农情采集终端采集的信息包括土壤成分/养分信息、土壤特征信息、作物生长小气候信息、图像信息等。农情采集设备内部主板卡设计采用性能优越的基于ARM9低功耗CPU、具有MiniSA总线扩展功能的工控核心板,集成一系列硬件扩展模块:北斗卫星定位模块、3G通信模块、ZigBee通信模块、数据采集模块等。硬件系统的高度集成提高了系统防震及野外抗干扰性能,有效保证了系统的稳定性,使设备更能适应农业生产的需要。人机交互界面采用较大尺寸的VGA触摸屏,减少误操作并保证产品的操作性能,外壳、对外接口具备防水防潮功能。农情采集终端依靠传感器采集农情信息数据,主要包括NIR土壤养分分析仪(土壤养分监测)、RY-G/N光照度传感器(光照度监测)、RY-ZW光量子传感器(光量子监测)、RY-DW土壤温度传感器(土壤温度监测)、TDR土壤水分传感器(土壤水分监测)、土壤电导率传感器(土壤电导率监测)、植物叶绿素传感器(植物叶绿素监测)、RY-FS风力风速传感器(风力风速监测)、RY-FX风向传感器(风向测量)、光纤pH值传感器(pH值监测)、VC1009二氧化碳传感器(二氧化碳监测)、RY-YL雨量传感器(雨量测量)、JWSK-6+VS-6室外型温湿度变送器套装(空气温湿度监测)、红外摄像枪(图像监控)。

2.3 嵌入式软件组成和功能模块设计

农情采集终端嵌入式软件采用Linux操作系统,使用C++语言编写。农情采集终端通过接口接收传感器及监测仪器收集到的数据,将数据存储到农情采集终端内存上,在无线网络覆盖区域将农情信息数据上传到服务平台,同时提供数据查询、统计分析、视频浏览、系统设置、设备控制等功能。考虑到野外强光操作环境,农情采集终端界面采用高对比度背景与高亮度前景显示设计。农情采集终端的功能主要包括农情综合信息采集和通信、信息管理等功能(图2)。

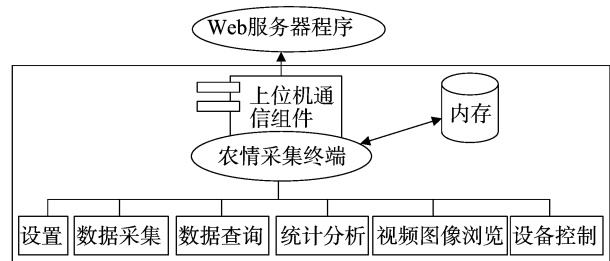


图2 采集终端软件组成与功能模块

2.4 服务平台软件组成与功能模块设计

服务器操作系统为Windows Server 2003,服务发布平台为Apache tomcat 6,数据库为ORACLE 11g。通信服务程序采用Web Service程序开发技术进行开发。Web服务程序采用B/S(brower/server)结构,GIS平台为ArcGIS Server10.0,开发语言为Java,系统的技术架构采用基于J2EE组件开发技术的多层应用体系结构,数据按照需求采取远程单位分散,逐级集中的管理模式。在J2EE结构下开发,可以跨平台运行,通过XML技术提供可跨平台交换、移植的业务数据。农情采集终端通过无线通信网络将采集的信息上传到后台服务平台,服务平台再通过Web技术发布到互联网上,让用户可以随时随

地了解到最新农情信息。服务平台提供用户管理、数据管理与浏览、数据共享、空间分析及空间决策支持、提供精准农业解决方案等功能(图3)。

2.5 数据库设计

数据是精准农业开展一切作业的前提,数据存储的关系型数据库系统 ORACLE 11g 中,其中地理空间数据使用 Geodatabase 进行数据库组织,通过 ArcSDE 空间数据库引擎存储在 ORACLE 11g;属性数据直接存储在 ORACLE 11g,通过数据访问接口进行访问。精准农业主要涉及以下数据:基础地理数据(地形地貌、土地利用、道路、水系、基本设施、地块分布、行政区划等);北斗数据(北斗控制点、农情信息采样点等);土壤数据(N、P、K及微量元素等矿物质、温湿度、电导

率、pH值、微生物、质地、结构、成分、渗透性、含水量、持水量、厚度等);环境数据[空气温湿度(日、月平均以及极值)、风力、风速、降水量(月、年平均以及高强度6h降水量)、日照时间和强度、电磁辐射、二氧化碳浓度、气压等];苗情数据(作物的种类、结构、品种、生长发育、抗性、品质、病虫害等);作物数据(作物分布、种植面积、产量水平、生育期、营养需求、结构等);作物相关数据库(化肥农药的品名、价格、状态、作用、使用方式等);知识模型(包括产量预测模型、耕地生产力评价模型、光合作用模型等与作物相关的评价、管理、投入产出、预测知识模型);遥感数据(现阶段主要是指卫星遥感数据, TM、SPOT 5 广东全省卫星影像)。

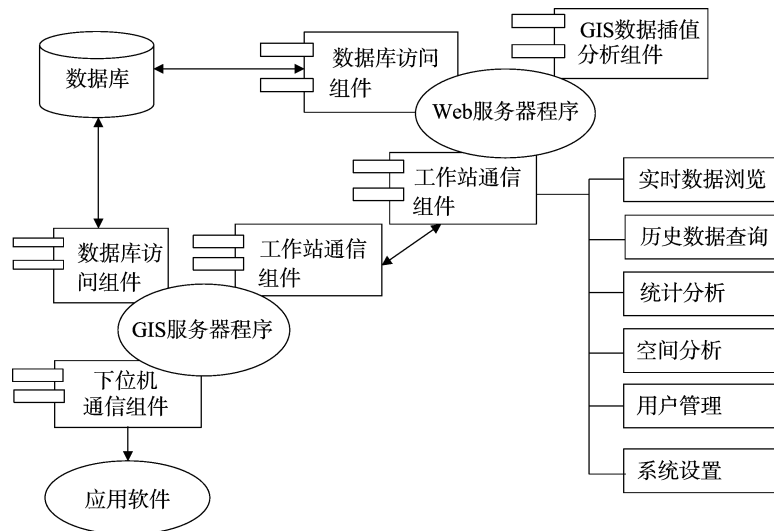


图3 服务平台软件组成与功能模块

3 结论

基于“3S”的精准农业管理系统将首先在广东省推广,取得一定成果之后,再根据实施经验、教训对精准农业管理系统进行修改完善,进而推广到其他省份。精准农业管理系统的实施可以促进我国农业技术创新发展,提升我国农业生产信息化、农业装备智能化、农业经营管理的现代化水平,利用高端、前瞻的信息技术改造传统农业,提高农业资料利用率、劳动生产率,对于确保国家农产品供应及粮食安全、提高农产品质量安全水平、改善农业生态环境具有深远的社会效益。

参考文献:

- [1]彭望禄,程惠贤. 农业信息技术与精确农业的发展[J]. 中国农业信息快讯, 2001, 1(8): 6-7.
- [2] Auernhammer H. Precision farming—the environmental challenge [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2001, 30(1/3): 31-43.
- [3]金继运. “精准农业”及其在我国的应用前景[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(1): 1-7.
- [4]刘焱选,白慧东,蒋桂英. 中国精准农业的研究现状和发展方向[J]. 中国农学通报, 2007, 23(7): 577-582.
- [5]孟志军,王秀,赵春江,等. 基于嵌入式组件技术的精准农业农田信息采集系统的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4):

91-96.

- [6]陈宏金,马广,梅淑芳. 精确农业的支持技术及应用进展[J]. 农业与技术, 2005, 25(5): 54-56.
- [7]Gebbers R, Adamchuk V I. Precision agriculture and food security [J]. Science, 2010, 327(5967): 828-831.
- [8]Zhang N Q, Wang M H, Wang N. Precision agriculture—a worldwide overview [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2002, 36(2/3): 113-132.
- [9]陈云坪,赵春江,王秀,等. 基于知识模型与 WebGIS 的精准农业处方智能生成系统研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(6): 1190-1197.
- [10]张前勇. 基于“3S”技术的精准农业[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(16): 4170-4171.
- [11]蒙继华,吴炳方,杜鑫,等. 遥感在精准农业中的应用进展及展望[J]. 国土资源遥感, 2011, 23(3): 1-7.
- [12]白由路,金继运,杨俐苹,等. 低空遥感技术及其在精准农业中的应用[J]. 土壤肥料, 2004(1): 3-6.
- [13]Neményi M, Mesterhazi P A, Pecze Z, et al. The role of GIS and GPS in precision farming [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2003, 40(1): 45-55.
- [14]仇焕广,邓祥征,战金艳,等. 精准农业分布式数据采集与空间决策分析系统的设计[J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 109-112.