

基于移动 GIS 的施肥推介系统研发

张国峰¹ 贺立源¹ 韩松¹ 秦长鸣²

1. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2. 湖北省宜昌市夷陵区土壤肥料工作站, 宜昌 443100

摘要 在基于 GeoDatabase 的成果数据库和基于 ArcGIS Server 的移动数据服务的支持下, 利用 ArcGIS Mobile 9.3 组件和丰缺指标法施肥模型, 开发了面向导航型 PDA 的施肥推介终端软件, 以满足人们随时随地获取施肥信息的需求。

关键词 测土配方施肥; 移动地理信息系统; 数据库; ArcGIS Mobile

中图分类号 S 147.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)04-0484-04

采用信息技术深化和普及测土配方施肥技术, 是近年来农业资源利用学科关注的热点之一。目前, 国内对施肥信息系统也有了研究, 如新疆农业大学盛建东等^[1]与地方合作开发研制了棉花、小麦、玉米等基于 GIS 的计算机推荐施肥系统; 新疆建设兵团绿洲生态农业重点实验室吕新等^[2]建立了棉田土养分信息管理与作物推荐施肥系统; 湖南省林业科学院吕建平^[3]结合 B/S + C/S 的三层 WebGIS 结构, 对泡桐配方施肥系统进行了初步的设计; 华中农业大学资源环境信息工程系采用 ESRI 公司的 ArcGIS Engine 二次开发平台, 开发了以县为单位的配方施肥系统^[4]; 东北林业大学张磊等^[5]在 WebGIS 平台上开发并建立了农户耕地管理与施肥决策支持系统。总的来看, 施肥信息系统正在不断向精确化、网络化、施肥作物多元化方向发展。

基于桌面 GIS 或 WebGIS 技术的施肥信息系统因其具有强大的运算能力、存储能力及网络带宽可以实现复杂而全面的信息系统仍然是当前施肥信息系统的主流, 具有不可替代的作用。但是, 桌面 GIS 或 WebGIS 技术也有其自身的局限性, 例如不便于携带, 不能满足人们随时随地获取施肥信息的需求等。基于此, 本研究拟利用测土配方施肥项目取得的成果数据, 设计、开发基于移动 GIS 的施肥推介系统。

1 材料与方法

1.1 开发方式的选择

基于 GIS 的软件工程通常有 3 种开发模式即独立开发、单纯 2 次开发和集成 2 次开发。根据研究目标、需求, 选择 ESRI 公司的 ArcGIS Mobile^[6]作为本系统的技术基础, 进行集成 2 次开发。

1.2 空间数据的获取

测土配方施肥项目的成果数据包括 3 个部分: ①县域边界、乡镇边界、乡镇名称、村名、高速公路、国道、省道、县道、水系等基础图件; ②耕地地力评价数据, 主要有基于土壤图和土地利用现状图制作的耕地评价单元、耕地评价指标属性数据和耕地等级等; ③测土配方施肥常规 5 项, 即土壤有机质、pH 值、碱解氮、有效磷和速效钾等测定数据, 每个县市达到 4 000~6 000 条记录。本研究利用此数据集进行插值并按照耕地评价制作的评价单元进行区域统计, 然后联接。根据这些数据制作耕地地力等级和测土配方施肥空间数据库。

1.3 开发环境的搭建

系统开发环境采用单机部署形式, 即将 Oracle10g 关系型数据库、ArcSDE 9.3 空间数据引擎、ArcGIS Server 9.3 空间服务器、ArcGIS Mobile 9.3 移动 GIS 组件全都部署到一台装有 Windows XP SP2、IIS6.0 Web 服务器和集成开发环境(包括 Visual Studio 2005 SP1、Net Framework2.0、Win-

收稿日期: 2010-06-04

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD10A1304)

张国峰, 硕士研究生, 研究方向: 地理信息系统应用. E-mail: zhangwei200405@163.com

通讯作者: 贺立源, 教授, 研究方向: GIS 应用和农业信息化. E-mail: heliyuan@mail.hzau.edu.cn

dows Mobile 5.0 Pocket PC SDK)的 PC 机上。终端软件的测试环境为华硕导航型 PDA A632,其上需要安装 ArcGIS Mobile Runtime 9.3、SQL CE 2.0嵌入式数据库引擎等。

1.4 系统实施流程

首先利用 ArcGIS Desktop 对数据进行处理,建立数据库;然后是利用 ArcGIS Desktop 制作 .MXD 地图文档;接着利用 ArcGIS Server 的管理工具 ArcCatalog 或者 ArcGIS Manager 将制作的地图文档以 Map Service 地图服务的形式发布到 ArcGIS Server,最后生成地图缓存并以各种形式将缓存转移到移动终端上。

2 结果与分析

2.1 系统功能划分

系统功能可以划分为服务端功能和客户端功能

两部分。服务端功能主要包括数据处理、管理、建库、发布、服务端管理等。客户端功能包括用户登录、数据更新、定位导航、施肥建议生成、施肥模型参数和知识库管理等。

2.2 系统逻辑结构

本研究的逻辑结构如图 1 所示,由空间数据引擎 ArcSDE、ArcGIS server、ArcGIS desktop 或 ArcGIS engine 通过 2 次开发的应用、Web server (网络服务器)、PDA(移动终端,或智能手机)等组成。其中,空间数据引擎 ArcSDE 负责管理测土配方施肥成果数据;ArcGIS server 负责服务器端的业务逻辑;ArcGIS desktop 负责空间数据的处理;Web 服务器负责空间服务的发布;PDA、智能手机等移动终端负责终端一侧的数据管理、定位、业务应用等。

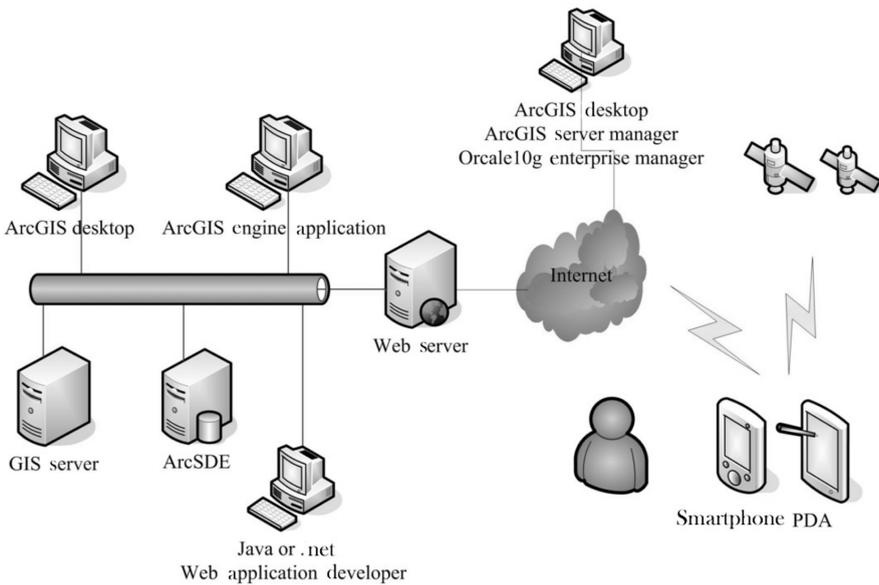


图 1 系统逻辑结构

Fig.1 System logical structure

2.3 空间数据库设计

基于移动 GIS 的施肥推介系统的空间数据库采用 Oracle10g + ArcSDE9.3 的技术方案进行组织和管理。ArcSDE 对空间数据的管理在逻辑上是通过 GeoDatabase 这一概念实现的。GeoDatabase 是建立在 DBMS 之上的统一的、智能化的空间数据库^[7]。在测土配方施肥项目中,因为每个县的所有图层均有相同的空间坐标系(如北京 54 坐标系),所以将每个县的数据首先组成一个数据集(DataSet,以县名的中文全拼为名称,如赤壁市为 chibi),然后

由所有县的 DataSet 组成一个 GeoDatabase,从而建立起整个空间数据库(图 2)。

2.4 模型参数和知识库设计

目前,作物营养诊断与施肥方法主要包括土壤与植物测试推荐施肥方法、肥料效应函数法、土壤养分丰缺指标法和养分平衡法等,不同方法各有优缺点。本研究选择常用的土壤养分丰缺指标法作为系统的施肥模型。土壤养分丰缺指标法是指通过土壤养分测试结果和田间肥效试验结果,建立不同作物、不同区域的土壤养分丰缺指标,提供肥料配方。

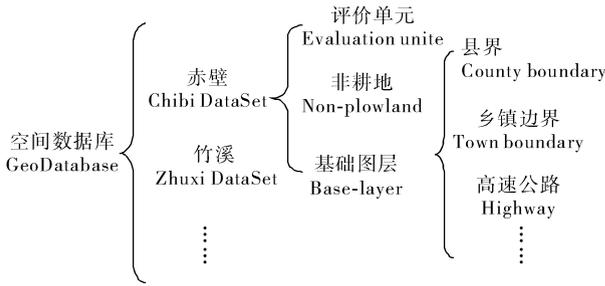


图 2 空间数据库的组织

Fig.2 Organization of spatial database

施肥模型参数和知识库中存储 2 类数据：一是不同地域独立的丰缺指标体系；二是不同丰缺指标体系下对应的施肥量。系统模型参数和知识库中存储的是一般情况下的丰缺指标体系，是系统推荐施肥模型的原型。

模型参数和知识库存储在 SQL Mobile 中，在系统开发阶段预先在 Visual Studio 2005 中建好，然后部署到终端设备上。农技人员在结合地域和自身

经验的情况下，通过客户端软件可以修改丰缺指标，从而给用户推荐施肥以灵活的选择。

2.5 地图文档的设计

PDA 与普通 PC 机相比，其性能、容量、屏幕等差别都很大，且 PDA 经常在野外有强光、雨水的条件下工作，因此，在室内设计要显示到移动设备中的地图时，需注意地图的颜色、符号、比例等。一般情况下，设计一个好的移动地图文档的关键是对比度和简易性。背景层应尽可能透明，尽量使用灰色的色调以及尽可能减少属性文本(如标注)的显示。针对移动终端屏幕较小的特点，需要对地图文档进行层次可视化设计。

2.6 终端软件的开发

依据经纬度位置数据、施肥模型参数和知识库生成施肥建议是终端软件的核心功能，其界面如图 3 所示。在生成施肥建议的模块中，为了使程序有更好的可读性、扩展性、结构性，系统设置了 3 个类，即评价单元信息类、养分等级类、专家建议类。



图 3 生成施肥建议

Fig.3 Generate fertilization advise

评价单元信息类包括 5 个字段和 GetPingJiaUnitInfo() 1 个成员函数。5 个字段分别存储相应兴趣点所在评价单元的碱解氮、有效磷、速效钾的值及耕地地力等级、所在的乡镇。成员函数 GetPingJiaUnitInfo() 用来获取评价单元的信息并将信息存储到对象的字段中。

养分等级类包括 m_GradeN, m_GradeP, m_

GradeK, m_parameterN, m_parameterP, m_parameterK 等 5 个字段，分别用来存储碱解氮、有效磷、速效钾的等级和判定碱解氮、有效磷、速效钾等级的临界值信息。养分等级类还拥有 NutritionGrade()、JudgeGrade() 2 个成员函数。其中，NutritionGrade() 是该类对象的构造函数，其作用是在养分等级类的对象生成时就将判定养分等级的临界值信

息直接从模型参数库中取出,并存储到 m_parameterN, m_parameterP, m_parameterK 3 个数组字段中,从而加快每次判定养分等级的速度。判定函数 JudgeGrade(double LayerQ, double[] array) 根据给定评价单元相应养分的平均含量和相应的临界值数组判定养分的等级。

专家建议类包括 3 个字段,分别用来存储专家建议的碱解氮、有效磷、速效钾的使用量。专家建议类还包含 1 个成员函数 GetExpertAdvise() 用来根据养分等级对象和用户指定的作物类型从知识库中获取施肥知识并存储到 3 个字段中。

3 讨论

本研究在基于 GeoDatabase 的成果数据库和 ArcGIS Server 的移动数据服务的支持下,利用 ArcGIS Mobile 9.3 组件和丰缺指标法施肥模型,开发了面向导航型 PDA 的施肥推介终端软件,基本可以满足农技人员随时随地获取施肥信息的需求。

测土配方施肥项目涉及的数据量大,信息类型丰富。本研究虽然初步完成了基于移动 GIS 的施肥推介系统研制,但是有待通过实际应用不断完善。

无论是终端软件的运行平台,还是推介施肥的方法都还有大量的工作要做,尤其是测土配方施肥项目积累的大量 3414 试验数据,还需要认真总结、研究^[8-9],在后续的开发应用中,进一步挖掘和利用。

参 考 文 献

- [1] 盛建东,蒋平安. 基于 GIS 的区域土壤养分管理与作物推荐施肥信息系统研究[J]. 土壤, 2002(4): 77-81.
- [2] 吕新,陈彦,原俊凤. 基于 WebGIS 的棉田土壤肥力信息管理及施肥决策系统[J]. 土壤通报, 2005, 36(4): 541-544.
- [3] 吴建平,吴晓芙,吴立潮,等. 基于 WebGIS 的泡桐配方施肥专家系统的初步设计[J]. 数字林业, 2010(2): 54-56.
- [4] 胡开全. 基于 ArcGIS Engine 的县域配方施肥系统的设计与实现[D]. 武汉: 华中农业大学资源与环境学院, 2008.
- [5] 张磊,李凤日,赵军,等. 基于 WebGIS 的农户耕地管理与施肥决策支持系统的构建[J]. 农业系统科学与综合研究, 2009, 25(4): 401-405.
- [6] 朱磊,陈鹏,何兵,等. 基于 ArcGIS Mobile 的移动地理信息系统的关键技术[J]. 铁道勘察, 2009(6): 48-53.
- [7] 李含璞,马金辉,史玉龙. 基于 Geodatabase 模型建立测绘数据库的方法研究[J]. 地理空间信息, 2006, 4(2): 52-54.
- [8] 高祥照. 我国测土配方施肥进展情况及发展方向[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29(1): 7-10.
- [9] 鲁明星,徐辉,贺立源等. 湖北省钟祥市耕地土壤养分时空变化分析[J]. 华中农业大学学报, 2009, 28(4): 431-437.

Research and development of recommended fertilization system based on mobile GIS

ZHANG Guo-feng¹ HE Li-yuan¹ HAN Song¹ QIN Chang-ming²

1. College of Resource and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Soil and Fertilizer Extension Station of Yiling District, Yichang City, Hubei Province, Yichang 443100, China

Abstract A terminal software that could run on navigation PDA for recommended fertilization using ArcGIS Mobile 9.3 and abundance and deficiency indices model was developed with the support of achievement database based on GeoDatabase and mobile data service based on ArcGIS Server. Farmers can get fertilization information with the terminal software at all times and places.

Key words soil testing and recommended fertilization; mobile GIS; database; ArcGIS mobile

(责任编辑:张志钰)