

文章编号: 1007-4929(2006)02-0008-03

基于 GSM 和 GIS 的 土壤水分信息远程采集与决策系统

马景宇^{1,2}, 潘瑜春², 李翔^{1,2}, 王秀², 郑文刚², 赵春江², 王锦地^{1,3}

(1. 北京师范大学地理学与遥感科学学院遥感与地理信息系统研究中心, 北京 100875;

2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089; 3. 遥感科学国家重点实验室, 北京 100875)

摘要: 定点观测是野外信息获取的一种重要方式, 以田间土壤水分固定观测点信息的远程采集为例, 介绍了一种通过 GSM 公网实现消息传递控制田间土壤水分传感器, 实现远程的田间土壤水分信息采集, 并通过以 GIS 为平台的信息服务中心实现信息采集与灌溉决策无缝集成的系统; 最后探讨了利用 GIS 进行土壤特性分区, 并以分区为基础实现土壤水分固定信息采集点布局设计的方法。

关键词: GIS; GSM; 土壤水分信息; 远程采集; 采集点布设

中图分类号: S152.7 **文献标识码:** A

A System for Soil Moisture Information Remote Collection and Irrigation Decision Support Based on GSM and GIS

MA Jing-yu^{1,2}, PAN Yu-chen², LI Xiang^{1,2}, WANG Xiu²,
ZHENG Wen-gang², ZHAO Chun-jiang², WANG Jin-di^{1,3}

(1. Research Center for Remote Sensing and GIS, School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China;

3. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Beijing 100875, China)

Abstract: Observation with fixed points is an important means for field information collection. Taking remote collection for soil moisture information of fixed observation points as an example, this paper introduced a system, which transfers information through GSM to control soil moisture sensor in field, realizes remote collection for soil moisture information, and attains seamless integration between information collection and irrigation decision by information server center with GIS platform. The authors also discussed the soil speciality division through GIS and the design method for distribution of fixed points for soil moisture information collection based on the division in the end.

Key words: GIS; GSM; soil moisture information; remote collection; distribution of collection points

0 引言

精准农业是以信息为基础的农业管理理念, 解决农田信息的快速获取与决策分析是实施精准农业的基础。目前, 信息采集主要有基于遥感技术获取空间上连续的信息和基于采样方法获取离散的点信息两种方式。航空遥感和航天遥感在方便性和费用方面还存在着一定的局限性, 特别是在我国, 地块面积小而分散, 高分辨率卫星影像成本高、获取周期较长。固定采样点和非固定采样点是基于采样方法的两种获取方式, 目前

大部分的土壤采样都是基于非固定采样点的田间取样和实验室测试。随着信息技术和传感器技术的发展, 基于传感器技术的田间实时信息获取设备研发取得巨大进展, 而且将传感器与农机集成, 能够在田间作业时实时获取田间信息。固定采样点主要服务于定点观测, 通过无线、有线或人工读取报送是定点观测信息传输的传统方式, 有线或无线一般适合短距离传输, 对于分散的远距离固定点的信息采集显然不能满足需要, 而人工报送在实时性方面存在一定的差距。第三代移动通信技术的各种业务的不断拓展, 尤其是低廉、可靠的短消息业务 SMS

收稿日期: 2005-08-31

基金项目: 国家高技术研究发展计划(“863”计划)数字农业资助项目(2003AA209040)。

作者简介: 马景宇(1980-), 男, 硕士研究生。

为农田信息的远程采集提供了一条有效途径。本文以实现远程土壤水分信息采集为目标,研究了结合 GSM 与 GIS 技术的田间土壤水分固定观测点的信息采集、传输、管理与决策分析,为农田灌溉决策分析提供了必要的技术支持。

1 系统设计

1.1 系统构成

根据精准农业生产管理和技术研究的需要,系统以实现多时相农田信息的远程快速获取、传输与管理决策为目标,系统

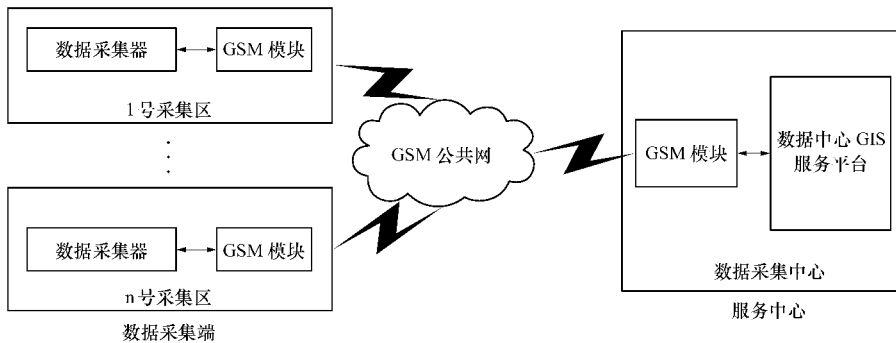


图1 系统体系结构

由数据采集端和服务中心构成,通过 GSM 公网相联系,如图 1 所示。其中,数据采集端由信息采集传感器和 GSM 通信模块组成,负责信息采集,GSM 通信模块负责信息传输与交换;服务中心主要由 GSM 通信模块和计算机组成,其中包含一个以 GIS 为核心的软件系统,主要完成发送信息采集请求消息、接收采集信息、信息管理、可视化和决策分析功能。

1.2 功能设计

根据系统构成,其功能可分为数据采集端和服务中心端两部分的功能,其功能结构如图 2 所示。

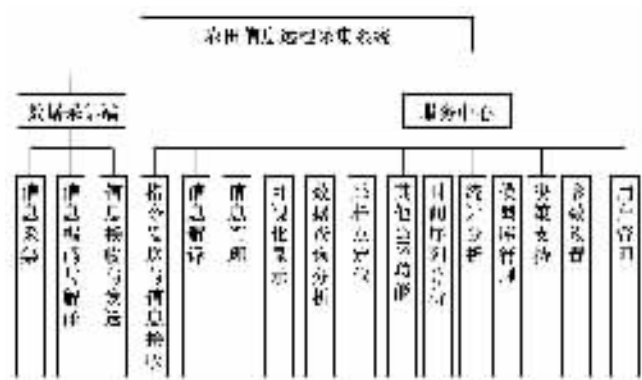


图2 系统功能结构图

数据采集端主要由信息采集、信息编码与解译、信息发送与接收 3 部分构成,利用传感器技术采集土壤水分信息,并把采集的数据通过 GSM 通信模块发送到服务中心。首先接收服务中心发来的信息采集请求,通过信息解译转换为信息采集指令到传感器,传感器完成采集信息后,由信息编码模块对信息进行编码,并最终通过通信模块将采集的信息发送到服务中心。

服务中心是整个系统的核心,主要由通信、GIS 功能、统计分析和决策支持等模块构成。数据通信模块完成信息采集请求信息发送和远程采集的信息接收与解译。信息采集请求包含 2 种方式:定时采集和随机采集,定时采集是通过设定定时采集的时间,系统将定时发送请求;随机采集是通过选取要采集的采样点发送采集请求,这种选择可以在地图上直接选取,或是通过条件选取。GIS 功能包括地图显示、查询定位等通用 GIS 功能。时序分析是分析采样点在时间序列方向上的动态变化,并预测未来变化趋势。通过远程采集的信息是离散的点状信息,不能直观的反映区域内如土壤含水量的空间分布规

律,而统计分析能够较好地实现所采集的指标的空间分布特征,并能插值生成连续分布的信息供决策分析使用。根据实时采集的信息及相关模型和知识进行管理决策分析是该系统的最终目标,并将根据具体应用以用户自定义方式挂接相应的决策分析模块。

1.3 多时相数据组织

由于采集数据具有多时相、多种类和空间分布性等特点,根据数据管理的可行性和空间分析的需要,把采集信息数据存储在关系数据库中,其中,为了分析采集信息的日变化和不同日期的变化情况,把采集时间和采集日期在数据库表中作为两个字段分开存储,这些信息通过 ID 和其空间位置信息相关联。空间位置数据的组织方式采用了面向对象的数据模型,这种数据模型把空间数据以坐标的形式存储在二进制索引文件中,使得显示和访问最优化,属性数据存储在关系数据库中,属性数据和空间数据通过同一 ID 连接。

2 系统实现的关键技术

2.1 采集点布局设计

采集点的多少和布局直接关系到采集信息的代表性和合理性,一般采集点愈多,所采集信息愈合理,而增加采集点数目受到系统成本的限制,所以采集点布局设计的合理与否显得非常重要,采集点的布局设计是该系统有效运行的关键之一。采集点的分布具有空间信息特征,利用 GIS 技术空间分析功能可以实现采样点的空间布局设计。采样点布局设计的最终目标是利用最少的采集点获得最能合理反映整个采集区情况的信息。以土壤特性信息采集为例,首先要求对整个采集区进行土壤特性分区,每一类分区内部土壤特性基本一致。土壤特性分区可以是单一指标和多指标分区,对于单指标分区的方法一般

以数值分段法实现,包括等间隔法、分位数法、对数、指数和自然断点法,而对于多指标分区实现一般采用聚类法,具体包括 K 均值聚类算法、小波分析和人工神经网络等方法。以上几种分类方法都是根据空间单元属性数据的相似性程度,将空间单元划分为不同类型或区域,没有考虑单元的空间位置相互依赖关系。而基于空间连续性聚类算法是在传统的 K 均值算法的基础上,引入地理事物的空间自相关性,其核心思想是利用地理事物的空间相关性对地理事物的属性值进行加权修改,然后利用 K 均值算法进行分类。

采样点布局设计步骤:①确定影响土壤水分含量的影响因子,不同的农田地块,其影响因子不尽相同;②依据能够反映各影响因子空间分布状况的数据源易获取性和易处理性选取相应的数据源,如土壤质地、高程、坡度、坡向等地形数据,土壤电导率等;③依据影响因子状况和数据源特性,选择合适分区方法实现土壤特性分区,将整个采集区分成若干类别的土壤特性分区。④以分区多边形的形状为依据确定每个分区中的采集点数目及位置,对于相对规则的分区多边形可以布置一个采集点,对于不规则的分区多边形可以布置若干个采集点,该区的采集信息为多个采集点采集信息的平均值。

2.2 GIS 功能与专业应用分析模型集成

根据实时采集的信息及相关模型和知识进行管理决策分析是该系统的最终目标,因此应用不同,其决策分析的内容及实现也不尽相同,如何实现 GIS 功能与专业应用分析模型之间的集成是系统先进性和实用性的前提之一。有关系统集成的软件结构可分为以下 4 种不同的混合策略:①独立模型,即 GIS 功能模块与应用模型系统是两个独立系统,它们之间通过数据转换建立联系;②松耦合模型,两系统之间通过标准中间文件联系;③紧耦合模型,即两个系统通过参数传递的方式进行信息交换;④完全集成模型,两个系统实现无缝连接,这种无缝集成包括在 GIS 中嵌入集成应用模型功能和在应用模型中嵌入 GIS 功能。图 3 为以 GIS 为核心的系统集成构架。

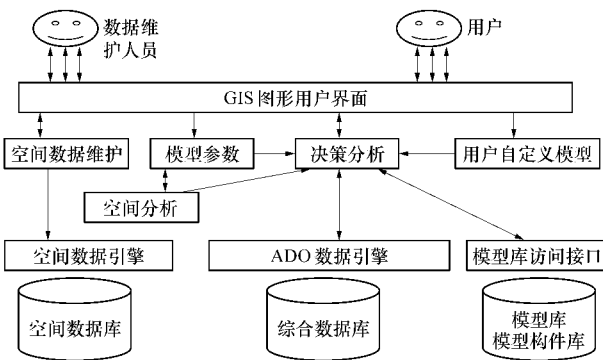


图3 以GIS为核心的系统集成构架

3 系统实现

本系统利用 GSM 实现数据通信,计算机和 GSM 模块的通信通过 RS232 串口进行。中心计算机的通信由 VB6 的 MSComm 控件来完成。该控件提供了两种串行通信方式,即事件驱动式和查询式。本系统采用事件驱动式。在系统开始

运行时,就打开串口并完成初始化设置。当中心计算机发出指令或接收到信息采集终端发出的数据时,都会触发 OnComm 事件,并由两个重要的方法 conReceive 和 conEvSend 去处理,从而完成系统的通信功能。

农田短信息编码是远程信息采集一项重要内容,主要是将多种农田采集信息进行格式设置,并转换为某一种短消息模式。短消息有 Block、Text 和 PDU 三种模式,本系统采用 PDU 模式。农田短信息编码为信息接收端对信息进行解码和解析提供协议。为保证数据接收中心和数据采集终端通信的有效性,以及对多种农田信息的正确解析,通信数据报文格式约定如下:AA+数据长度+数据本身+累加和+55,其中累加和是所有数据的和,各种农田信息之间用逗号隔开。假设采集的土壤水分和温度的数据分别为 9 和 3.4,则表示为“9,3.4”,格式化后的数据报文是:“\xAA59,3.4\xFF\x55”,最后形成 AT 命令的格式为:AT+CMGS=“13800123456\r\nxAA59,3.4\xFF\x55\x1A”,其中控制中心的号码为 13800123456,“\x1A”是确认控制字符。当 SIM 卡中有短信,通过读命令 AT+CMGR=1 将短信数据读到缓冲区内,然后定位数据报文的位置,并分解判断数据报文的正确性。该指令发出后,则从 UART 接口返回如下信息: +CMGR:“REC UNREAD”,“+8613800123456”,“05/5/25,15:37:28+32”\xAA59,3.4\xFF\x55。

4 结语

基于田间固定观测点的土壤水分信息采集是农田信息采集的一种重要方式,这类采集方式具有采集点分散、采集间隔长、数据量较小、通信速率要求不高、通信距离远的特点。GSM 技术能够实现基于固定观测点采集的土壤水分信息的实时传输,固定采样点布设对采集信息的精确性和成本具有重要影响,利用 GIS 空间分析技术进行土壤特性分区,并基于土壤特性分区进行采集点布设是一种切实可行的方法。虽然 GSM 短信通信技术采集数据发送到接收的时间延迟为 5~8 s,甚至更长一些,但对农业决策分析与应用不会构成较大的影响,因此它可以有效地解决远距离低速数据传输的问题,从而为农业信息的智能监测、数据采集、远距离控制等实现提供了良好的途径。

参考文献:

- [1] 沙宗尧,边霞琴.一种基于GIS的时空数据分析与应用研究[J].测绘通报,2001,(12):4-6.
- [2] 向怀坤,刘小明.GPS/GIS/GSM车辆动态监控调度系统的设计与开发[J].公路交通科技,2002,19(4):97-100.
- [3] 张洪明,梅益力.基于GSM短信息的远程水情数据采集控制系统[J].计算机工程,2004,30(9):180-181.
- [4] 李迎春,张佑生.GSM短消息在无线数据采集与监控中的应用[J].计算机工程与应用,2004,40(3):213-215.
- [5] 钟文凯,黄建明.基于GIS/GSM的疾病防疫应急指挥决策系统的设计与实现[J].测绘科学,2004,29(1):29-32.
- [6] 朱少霞,诸云强,孙颖.基于GIS的地下水空间分析系统的设计[J].首都师范大学学报(自然科学版),2005,26(1):108-111.
- [7] 薛安,倪晋仁,马嵩乃.模型与GIS集成理论初步研究[J].应用基础与工程科学学报,2002,10(2):134-142.