

手机短信远程控制灌溉系统

霍战鹏, 魏正英, 张梦, 席贞强

(西安交通大学机械制造系统工程国家重点实验室, 710049, 西安)

摘要: 针对滴灌系统中水肥远程自动化和智能化灌溉控制的需求, 基于移动通信网络的 SMS (Short Messaging Service) 机制, 设计并开发了一种手机短信远程控制灌溉系统. 该系统利用短信文本分词、频次计算及主题抽取算法对所接收的远程控制信息进行处理, 生成终端设备所需的二进制命令来实施灌溉控制或状态查询; 系统将待反馈信息进行适合 SMS 机制的数据转换并处理成 PDU (Protocol Data Unit) 串, 通过移动通信网络经无线数传模块传送至客户服务端, 实现现场执行状态或系统查询结果的显示; 该系统具有一定的自学习及再学习能力. 在陕西省西安市长安区现代农业示范园区的应用实验结果表明, 该系统稳定性高, 操作简单方便, 可以大大节约用人成本, 易于大面积推广应用.

关键词: 短信; 远程控制; 灌溉系统; 短信息服务

中图分类号: S24 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-987X(2012)10-0036-06

An Irrigation System with Short Message Remote Control

HUO Zhanpeng, WEI Zhengying, ZHANG Meng, XI Zhenqiang

(State Key Laboratory for Manufacturing Systems Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: An automatic irrigation system with short message remote control is proposed to consider the requirement for automatic and intelligent irrigation remote control of the water and fertilizer in the drip irrigation system. The proposed system bases on SMS (Short Messaging Service) of the mobile communication network, and takes advantage of the message content dividing algorithm, frequency calculation and the subject extraction algorithm to process the remote control information received. Then binary commands for terminal units are generated by the system to perform irrigation controlling or state inquiry. The information to be fed back is firstly processed into PDU strings that conform to the format of SMS, and then transmitted to the user by a wireless transmission module through mobile communication network to display both the executing state in the field and the query results of the system. Moreover, this system has some certain self-learning and re-learning abilities. Its practical application in the agricultural demonstration fields in Chang An region of Xi'an in Shannxi Province shows that this system is suitable for applications in large acreage with its steadiness in running, convenience in operation and low cost in use.

Keywords: short message; remote control; irrigation system; short messaging service

随着工业自动控制技术的不断进步和发展, 自动控制在农业灌溉方面有了逐步的应用与推

广. 相对于一般的自动控制技术, 农业灌溉自动控制技术针对的是广阔的农田灌溉区域, 形状复杂且往

往不规则的农田地形,分散的田间控制和测量点,恶劣的设备工作环境,相对困难的维护条件以及比较差的布线条件^[1]. 目前,国内应用的灌溉控制系统大多依靠进口,这些系统虽然功能全,但价格太高,应用范围只局限于少数示范田或农业示范园区,很难大面积推广应用^[2]. 因此,研制一种操作简单、价格低廉且适合于我国国情的农田灌溉控制系统便成为了焦点.

考虑到我国农田的实际状况以及当前移动通信网络的基本普及,本文借助无线通信的优势,选用 GSM(Global System of Mobile Communication)网络的 SMS(Short Messaging Service)技术来实现远程无线控制,提出了一种手机短信远程控制灌溉系统的实现方法.

1 手机短信远程控制灌溉系统的构成

手机短信远程控制灌溉系统(以下简称系统)以实现对农田温、湿度等信息的远程快速获取、传输、处理及反馈控制为目标,由远程数据处理中心和现场数据采集与监控设备两部分组成. 远程数据处理中心包括上位机和无线数传模块,现场数据采集与监控设备包括下位机、命令执行与信息采集单元等. 基于上位机设计开发了手机短信远程控制灌溉客户端和数据库,用于接收并处理农田信息,远程控制农田灌溉. 无线数传模块与上位机进行串行连接,用来与用户进行通信并与上位机进行数据交互. 下位机采集、处理、发送数据并发布控制命令. 命令执行与信息采集单元通过温、湿度传感器来采集农田信息,并通过继电器和电磁阀等来执行控制命令. 系统结构如图 1 所示.

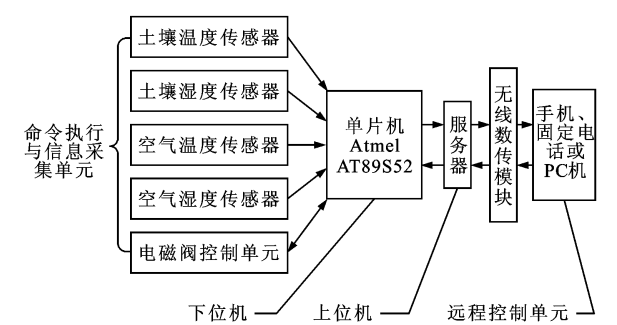


图 1 手机短信远程控制灌溉系统结构框图

本系统所采用的技术方案如下:在农田中设置土壤及空气温、湿度传感器,用来实时采集田间温、湿度信息;各灌区安装统一编号的电磁阀,用来控制各区灌溉水路的开启与关闭;下位机采用 AT89S52

单片机来接收农田传感信息并将其传至上位机,同时,下位机实时监测上位机命令,执行各灌区电磁阀的开启或关闭命令. 在控制中心的服务器上安装有手机短信远程控制灌溉客户端及数据库,客户端用来处理下位机上传的各种信息,并将其存入数据库,以备后续使用. 通过 RS-485 接口与 PC 机相连的无线数传模块上安装有一张 SIM 卡,模块借助于 GSM 网络进行短信收发,从而实现用户与 PC 机的交互通信. 用户可以借助手机短信实时查询农田基本信息,发布农田灌溉命令,或进行定时灌溉计划的设置,并以短信形式接收田间反馈的命令执行情况以及农田基本温、湿度信息.

1.1 远程数据处理中心

处理中心选用普通 PC 机作为上位机,其上装有多串口及 USB 接口,以连接无线数传模块、摄像头及下位机. 上位机主要涉及手机短信远程控制灌溉客户端和数据库两方面的软件设计与开发. 手机短信远程控制灌溉客户端采用 Microsoft Visual Basic 6.0 操作数据库和编制交互界面. 数据库采用 Microsoft SQL Sever,利用 SQL(Structured Query Language)结构化编程语言进行数据库编程. 简单的鼠标操作下拉菜单以及按键操作便可以创建灌溉命令,实现接收、处理命令,存储信息以及发布控制命令的目标,同时在数据库中备份信息,最终实现全程灌溉操作.

1.1.1 手机短信远程控制灌溉客户端的设计 手机短信远程控制灌溉客户端主要通过提取无线数传模块传输至电脑串口的信息来获取用户命令,然后将相关命令转换成二进制代码控制下位机动作,进而控制农田相应电磁阀的开启与关闭. 下位机完成相应动作后,回馈 PC 机一组二进制数字信号. 客户端在收到相应信号后,再将命令发布者的手机号码、电磁阀的动作执行状态、灌溉时间、土壤和空气温湿度、灌溉园区以及作物种类等信息进行适合 SMS 机制的数据转换处理,生成 PDU 串,然后借助移动通讯网络经无线数传模块传送至客户服务端(手机、PC 机等),从而实现现场执行状态或系统查询结果的显示. 与此同时,客户端准备好接收下一条命令.

用户也可以通过打电话的方式来发布命令,命令执行完毕后,系统将以短信形式反馈给用户相关信息. 用户收到反馈短信即可确认电磁阀的状态,并可获得农田的一些基本信息,同时客户端会显示目前所采用的模式、灌溉状态等信息. 用户还可锁定专用手机来发布控制命令,此种状况下,其他手机或者

通信设备的命令均告无效. 在用户不锁定专用手机来发布命令的情况下, 本客户端采用反馈给用户相应命令发布者手机号码的形式来告知用户, 可以使用用户确定命令发布者的信息, 从而做出判断与决策. 本客户端还可利用“现场控制平台”控制相应园区的相应电磁阀, 利用“计划灌溉平台”设置灌溉计划, 还可自动实时绘制系统所采集传感信号, 以方便用户直观查询与决策. 除此之外, 本客户端还具有短信、飞信远程设置定时灌溉计划的功能, 并且在计划开始及结束执行时均会自动发短信通知用户灌溉执行情况以及农田的当前温、湿度信息, 极大地方便了用户对农田的管理.

1.1.2 手机短信远程控制灌溉客户端工作流程 手机短信远程控制灌溉客户端工作流程如图 2 所示.

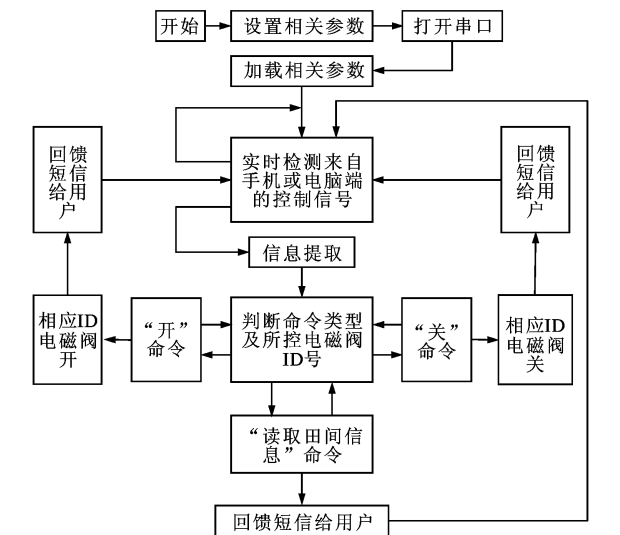


图 2 上位机客户端工作流程图

客户可自行设置相关参数, 也可按照默认参数进行加载, 在打开串口后, 程序开始实时检测来自手机或电脑的控制信号, 若收到相应命令则开始信息提取, 否则继续检测. 在完成信息提取后, 程序开始判断命令类型及所控电磁阀的 ID 号, 从而控制相应 ID 号电磁阀的开启与关闭并反馈田间信息及电磁阀的运行状态给用户, 然后程序返回初始位置, 继续检测来自手机或电脑的控制信号.

1.2 现场数据采集与监控设备

在加电初始化之后, 现场数据采集与监控设备一方面实时接收数据中心发布的控制信息, 另一方面将所采集数据及命令执行情况以短信息方式发至数据中心. 系统下位机硬件结构如图 3 所示.

下位机实时检测来自上位机的数据信息, 没有信号则继续检测, 否则进行命令分析与处理, 并将处

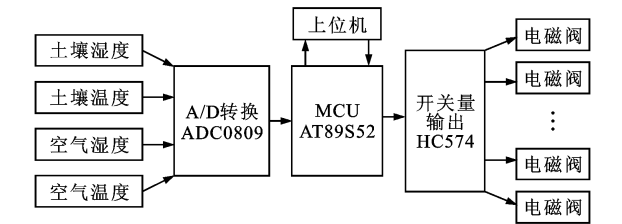


图 3 系统下位机硬件结构框图

理结果发至执行终端来控制相应 ID 号电磁阀的开启与关闭, 命令执行成功后, 反馈上位机一组二进制数字信号, 同时准备好接收下一条命令. 命令执行与信息采集单元主要由土壤温、湿度传感器, 空气温、湿度传感器, 摄像头以及电磁阀等组成. 上述传感器将田间采集的物理信号转换为模拟信号, 然后经信号调理电路来除噪, 再经调整、放大, 最后输入 A/D 转换器转换为数字信号^[3]. A/D 转换器及温、湿度传感器的性能最终决定信息采集单元获取信息的精度和速度^[2]. 各灌区通过电磁阀接收下位机的控制命令来直接控制灌溉水路的通断.

2 无线数传模块与短信文本算法设计

2.1 无线数传模块

GSM 即全球移动通信系统, 是当前应用最为广泛的移动电话标准^[4]. 本系统选用 GSM 的 SMS 技术, 采用存储-转发机制, 用户发送的短信息先被存储在短信息服务中心 (Short Message Service Center, SMSC), 然后再被转发至接收方^[5]. 若接收方不在服务区或关机, 则 SMSC 将自动保存该信息, 等接收方在服务区再次出现时再发送信息至目标号码 (一般为 3 天以内). SMS 可以与多项其他业务进行同步传输, 支持全国和国际漫游, 即使在业务信道处于高峰期的情况下, 也可照常使用短信息进行通信.

该系统中的无线数传模块采用西门子的 TC35i, 它是上位机与下位机间实现数据传输的关键部分, 是一款双频 900 MHz 高度集成的 GSM 模块^[6]. 该模块信息传送内容包括语音和数据, 利用外接形式连接 SIM 卡, 发射功率为 2 W, 采用 AT 命令进行编程.

目前, 发送短信息常用 Text 和 PDU 模式. 利用 Text 模式收发短信, 代码简单, 容易实现, 但不能收发中文短信, 而 PDU (Protocol Data Unit) 模式支持中英文短信的发送. 本系统选用 PDU 模式, 在此模式下, 可以使用 7-bit、8-bit 和 UCS2 三种编码来收发短信. 利用 7-bit 编码来发送 ASCII 字符, 8-

bit 编码来发送数据消息等,UCS2 编码来发送 Unicode 字符^[6]. PDU 串除了短信息内容外,还包含许多其他信息,如 SMSC、编码方式、目标地址、短信长度和时间等,并且发送和接收的 PDU 串有差别.

在设置好相应串口的端口号、波特率、数据位、奇偶位及停止位之后,即可进行 TC35i 模块的初始化操作,具体初始化指令如下:

- (1)AT. 收到“OK”,则表明模块已经正常运行.
- (2)AT+IPR. 该命令固定 DTE 波特率,指定 DCE 接收的波特率. AT+IPR? 查询当前波特率值;AT+IPR=? 检测波特率可能的取值;AT+IPR=9 600,取消波特率自动适配,设置当前波特率为 9 600 b/s(具体值取串口初始化时的波特率);AT+IPR=0,设置自动波特率适配.
- (3)AT+CSCA=+8613800290500. 设置陕西省西安市为短信息中心.
- (4)AT+CMGF=0. 设置短信息格式为 PDU 模式.
- (5)AT+CNMI=2,2,0,0,0. 在串口数据线空闲时,有新信息主动提示.
- (6)AT+CLIP=1. 设置来电自动显示.

2.2 短信文本算法设计

TC35i 模块将所接收用户短信指令按照小号优先、空位优先的原则先存储在 SIM 卡上. PC 机根据需要来获取短信文本并进行信息文本分词、主题抽取以及后续处理.

2.2.1 短信文本接收处理 例如,用户发送短信指令“打开桃树园区 3 号电磁阀”,接收的 PDU 串如下:“0891683108200905F0240D91683166295249F50008213050412393231662535F006843681156ED533A003353F7753578C19600”.

在手机短信远程控制灌溉客户端程序设计中,所接收 PDU 串按表 1 中格式及原理分类转化为相应中文短信,然后再交由客户端进行算法处理.

2.2.2 短信文本的算法处理 在实际应用中,用户往往不按上述固定短信格式来进行短信命令的发布,使得系统的正常运行以及后续的大面积推广遇到困难. 鉴于此,本系统对用户所发短信命令进行了信息文本分词与主题抽取的算法处理.

中文短信的词汇之间存在很强的相互关系,例如同义关系、共现关系等,这些关系为文本信息的准确分析提供了依据. 例如,“打开”“开”“启动”“开始”等都表示相同的概念. 与本体论方法不同,本文设计开发了自己的概念库,通过概念归并、概念聚焦重新

编排短信内容,最终转化为程序可识别的格式^[7].

表 1 短信接收 PDU 串的结构和编排方式

分段	含义	说明
08	短信息服务中心地址信息长度	包括 91 在内,共 8 个字节
91	短信息服务中心的地址格式	选用国际格式号码(号码前加“+”)
683108200905F0	短信息服务中心地址: 8613800290500	中心号码先进行奇偶位交换,后补“F”凑成偶数
24	SMS_DELIVER 的第一个 8 位	
0D	目标地址字符数	13 个十进制数(不包括 91 和“F”)
91	目标地址格式	选用国际格式号码(号码前加“+”)
683166295249F5	目标地址(TP-DA)	8613669225945,补“F”凑成偶数
00	协议标识(TP-PID)	点到点方式,为普通 GSM 类型
08	用户信息编码方式(TP-DCS)	表示编码方式为 UCS2 编码
21305041239323	时间信息 TP-SCTS	表示 12/03/05 14: 32: 39 32(+32 时区)
16	短信内容字节长度	此处为两位 16 进制数,若为 7-bit 编码,则表示解码后的字节长度
62535F0068436811 56ED633A003353 F7753578C19600	短信内容	表示“打开桃树园区 3 号电磁阀”

本系统采用短信文本分词算法,在一些关键字前后分别取词组合,从而将短信命令分成若干个单独词汇,存入当地数据库. 与此同时,系统将数据库中的新增词汇进行频次统计,累计频次超过设定值时,该新增词汇将被提交至系统信息审核界面并提醒短信给用户,提示其进行词汇审核处理. 在用户将频现陌生词汇赋予特定含义后,该词汇及其含义将自动添加至概念库中,从而使得系统具有了一定的自学习及再学习能力. 在短信文本分词之后,系统采用主题抽取算法将相应词汇从数据库中调出并分别与概念库中的相应信息进行匹配,匹配成功则转化为相应匹配字符. 若短信所需关键字全部匹配成功,则系统进行后续拼接处理,否则反馈用户一条短信息,提示其所发布短信命令无法识别. 经系统抽取并成功匹配的主题关键字经重新排列后进行拼接处理,并转化为可识别的短信命令格式. 最后短信命令被转化为二进制代码,控制下位机动作.

2.2.3 短信文本发送处理 例如,上位机反馈给用

户“9 号园区的 3 号电磁阀已经打开”,发送的 PDU 串如下:“0011000D91683166295249F50008A71E003953F756ED533A7684003353F7753578C196005DF27ECF62535F003002”,各数据位具体解析如表 2 所示.

表 2 短信发送 PDU 串的结构和编排方式

分段	含义	说明
001100	短信头代码	中国通用固定短信头代码
0D	目标地址字符数	13 个十进制数(不包括 91 和“F”)
91	目标地址格式	选用国际格式号码(号码前加“+”)
683166295249F5	目标地址(TP-DA)	8613669225945,补“F”凑成偶数
0008A7	编码方式代码	
1E	短信长度	为 2 位 16 进制数,此处表示有 30 个字节
003953F756ED533A7684003353F7753578C196005DF27ECF62535F003002	短信内容	内容为“9 号园区的 3 号电磁阀已经打开.”

按照上述原理,手机短信远程控制灌溉客户端将预发送短信文本自当地数据库进行提取、组合,然后转化为 PDU 串发送至用户手机,这样,用户就可以通过短信来获悉田间信息以及短信命令的执行状况.

3 远程数据的传输协议

在农田实验现场共设置 9 个园区,每个园区设置 3 个电磁阀、3 个土壤温度传感器、3 个土壤湿度传感器、3 个空气温度传感器和 3 个空气湿度传感器,共计 27 个电磁阀,108 个传感器.

3.1 短信息的接收及控制指令的传输

手机默认的编码方式是 PDU 模式,故用户发送的控制指令为一串 PDU 字符,TC35i 模块接收到数据后通过 RS-232 接口传输至手机短信远程控制灌溉客户端,客户端利用 AT 指令将 PDU 串分解为两大部分:短信正文部分和辅助信息部分^[8]. 对于短信正文部分,根据其编码方式进行分别解码生成短信正文字符. 若接收到的用户信息编码方式(TP-DCS)为 7-bit 编码,则需先进行解压缩处理,将原 7 字节的数据解压为 8 字节的 ASCII 码,然后再转换为文本格式;若 TP-DCS 为 UCS2 或 8-bit 编码,则

可直接将 Unicode 码转换为文本. 辅助信息部分被解码为相应的发送号码和发送时间等字符信息. 至此,短信息的接收工作结束. 短信息接收的具体流程如图 4 所示.

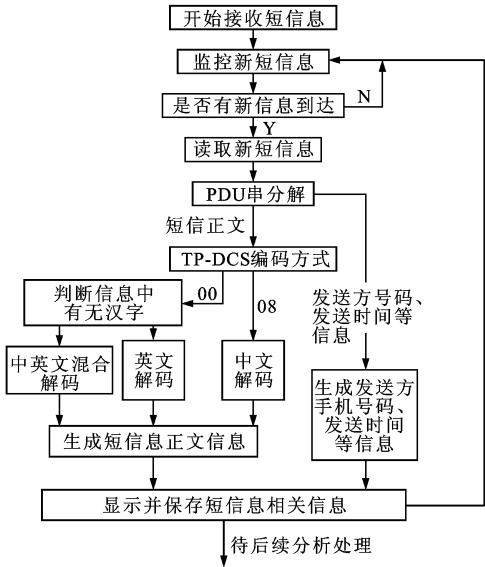


图 4 短信息接收流程图

上位机客户端将所接收短信进行提取与判别,然后将相应命令转换为 29 位具体数据指令,并按所设波特率通过 RS-485 接口发至下位机. 其中,第 1 位及第 29 位分别为起始位和结束位,均被设置为“FF”;余下 27 位为有效位数据指令,被分为 9 组,每组 3 位,用来分别控制指定园区的指定电磁阀. 在用户选择“电话模式”的情况下,9 个园区的 27 个电磁阀进行分步动作,总体思路为“先分后总”,即先打开支路水阀,再打开总路水阀,可有效防止水路憋死事故的发生. 下位机接收上位机的相关数据指令后,首先判别起始位与结束位是否正确. 如果错误,则通知上位机重新发送,否则将余下 27 位命令自前向后以每 3 位为一组分别进行移位提取,并输入单片机的相应输入端口. 与此同时,下位机反馈一组二进制数字信号给上位机,通知其命令执行完毕,并等待执行下一命令.

3.2 农田温、湿度信息的传输及短信息的发送

对于采集的农田温、湿度信息,下位机经 A/D 转换、计算、处理后,上传至上位机数据库. 根据用户具体要求,上位机从数据库中分别提取相关信息进行重新组合,然后转换为 PDU 串发至 TC35i 模块,再以短信形式发至用户手机. 短信息的具体发送流程如图 5 所示.

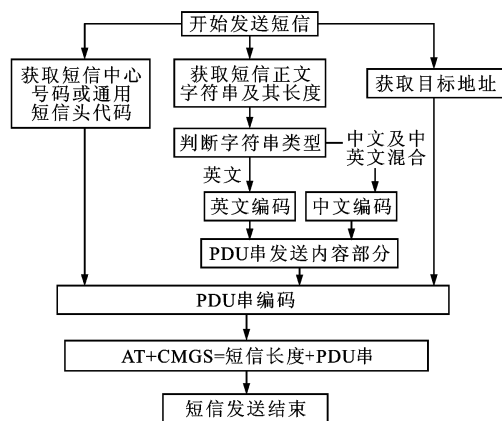


图 5 短信息发送流程图

4 结 论

本系统将无线通信技术、单片机控制及数据库技术相结合,实现了手机、固定电话或 PC 机远程无线控制农田灌溉设备的目的,属基于 PC 机 Windows 操作系统开发平台的控制系统。相对于其他现场灌溉控制系统,该系统可以大大节约用人成本(少雇佣一人,一年至少节约 12 000 元),并且可使用户实现随时随地监控农田灌溉的目的,在很大程度上方便了用户对于农田的动态管理。相对基于 Arm 嵌入式开发平台的控制系统^[9],该系统具有较高的稳定性,不易受到外界电磁信号的干扰,有足够大的数据存储空间,且可以常年不间断运行。本系统基于 PC 机的特点,使得它可以与其他许多高科技技术进行集成。例如,本系统的服务器可以同时作为视频服务器,进行现场及远程网络视频监控来实时处理田间状况;还可以作为本地 web 服务器来组建基于 internet 的网络远程灌溉智能控制系统,上述两种功能目前已初步实现。本系统目前已应用于陕西省西安市长安区现代农业示范园区,运行效果满足实际需要。

参考文献:

[1] 张泽卉,孙颖,杨耿煌. 基于 GSM 短信和无线高频通信的灌溉自动控制系统[J]. 节水灌溉, 2008 (1): 33-37.
ZHANG Zehui, SUN Ying, YANG Genghuang. The irrigation automatic control system based on GSM messages and wireless high frequency communication

[J]. Water Saving, 2008 (1): 33-37.

- [2] 薛慧霞,高林,王璐,等. 基于智能手机的果园灌溉无线自动控制系统研究[J]. 湖南农业科学, 2010 (19): 138-141.
XUE Huixia, GAO Lin, WANG Lu, et al. The wireless automatic control system for orchard irrigation based on smart-phone platform[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2010 (19): 138-141.
- [3] 郑丽萍,何东健. 基于 S3C2410A 的农田土壤信息采集平台设计[J]. 农机化研究, 2008 (6): 82-85.
ZHENG Liping, HE Dongjian. Design of field soil information collecting platform based on S3C2410A[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008 (6): 82-85.
- [4] 刘珍. 基于 GPRS/GSM 模块的 PC 机与手机通信的研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.
- [5] 王洪涛. 远程实时监测抄表系统[D]. 天津: 天津工业大学, 2009.
- [6] 张凤传,张启峻,周晓云,等. 利用 GSM 短信息实现收割机测产数据的远程传输[J]. 计算机应用, 2004, 24(9): 158-160.
ZHANG Fengchuan, ZHANG Qijun, ZHOU Xiaoyun, et al. Remote data transmission based on GSM&SMS technology for combine harvester[J]. Computer Applications, 2004, 24(9): 158-160.
- [7] 刘金岭. 基于降维的短信文本语义分类及主题提取[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(23): 159-161.
LIU Jinling. Short message semantic classification and subject extraction based on dimensionality reduction[J]. Computer Engineering and Applications, 2010, 46(23): 159-161.
- [8] 王晓娟,黄忠全,张根保. 短消息系统设计与实现[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2004, 27(5): 96-98.
WANG Xiaojuan, HUANG Zhongquan, ZHANG Genbao. Design and realize the short message service system[J]. Journal of Chongqing University: Natural Science Edition, 2004, 27(5): 96-98.
- [9] 杨子华,胡倩,凌江荣. 基于智能手机平台的 SMS 系统设计与实现[J]. 通信技术, 2007, 40(9): 70-72.
YANG Zihua, HU Qian, LING Jiangrong. Design and implementation of SMS system based on smartphone platform[J]. Communications Technology, 2007, 40(9): 70-72.

(编辑 武红江)