

深松作业远程管理系统设计与试验

刘阳春 苑严伟 张俊宁 汪凤珠 牛 康

(中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

摘要: 为满足当前农田机械深松作业质量监控的需求,以北斗卫星定位和网络信息技术为基础,提出了一种实现远程深松作业信息采集、传输和管理的技术方案。利用移动通信技术和互联网技术对深松作业信息进行可靠传送,在监控终端利用 Web 技术和 Browser/Server 网络结构,实现底层控制网络与 Internet 的集成,建立深松作业远程管理系统。试验表明,该系统稳定可靠,既可实时获取工况信息又能进行作业面积统计,能够满足深松作业远程监测和管理的实际需要。

关键词: 深松作业; 远程管理系统; 网络信息技术; 北斗卫星定位

中图分类号: S127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2016)S0-0043-06

Design and Experiment of Remote Management System for Subsoiler

Liu Yangchun Yuan Yanwei Zhang Junning Wang Fengzhu Niu Kang

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Along with the further subsoiling operations, the precise detection of subsoiling quality and subsoiling area became a new problem and new demand. Existing subsoiling and land-preparation machine have no monitor devices. So the subsoiling quality and effective area were measured by hand. The process was inefficient and the result was easily affected by man-made factors. Based on the Beidou navigation system and the network information technology, a subsoiler scheme which could implement remote collecting, transmission, and monitoring information was presented. The subsoiler operation information was transmitted reliably by using mobile communication technology and internet technology. In the monitoring terminal, the Web technology and the Browser/Server network structure were used to apply the integration of bottom control network and Internet. Then the remote management system of subsoiler was established. Data communication service program used the multithreading technology and ActiveMQ message queue technology to do the highly concurrent data processing and optimize the processing capacity of database. System front-end page program used the real-time data query cache technology and Memcached memory object caching system, effectively reduced the database load and ensured the data real time requirements. System mainly included subsoiling depth detection sensor, vehicle terminal, monitor server and application service. The main functions of the system included basic data management, subsoiling machine orientation regulation, subsoiling quality regulation, subsoiling machine information maintenance, etc. The subsoiling operation quality testing equipments were installed in October 2015 in Jilin province. System ran continuously for two months. During these two months, the data transmission was accurate, stable and no packet loss. The maximum transmission delay time was just 3.5 s. Users can visit the web site of the system to get the real-time condition information and work area; also can carry on the statistical analysis of effective work area. The experiment results showed that the system can satisfy the actual requirement of the remote monitoring and management for subsoiler.

Key words: subsoiling operation; remote management system; network information technology; Beidou navigation system

收稿日期: 2016-07-20 修回日期: 2016-08-18

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201503124)和北京市科技新星计划项目(Z1511000003150116)

作者简介: 刘阳春(1982—),女,高级工程师,博士,主要从事精准农业智能化控制研究,E-mail: lyc327@163.com

过选择作业时段来进行查询并导出 Excel 数据表；还能每天定时生成作业日报表。

(4)深松机信息维护

主要是对车载终端、深松机、机手信息的管理与维护,包括添加、删除、修改数据。只有完成深松机信息维护,深松机才能在地图上显示。

2 关键技术设计及实现

2.1 远程数据传输模块硬件设计

远程数据传输模块(Data transfer unit, DTU)是为用户提供高速、永远在线、TCP/UDP 透明数据传输的无线终端设备。设备采用高速高性能的 ARM9 嵌入式处理器,以实时操作系统为软件支撑平台,超大内存,内嵌 TCP/IP 协议,能提供高速、稳定可靠、数据终端永远在线、多种协议转换的系统应用。DTU 原理框图如图 2 所示,主要模块为作为核心处理器的嵌入式模块和通信用的 GSM/GPRS 模块。

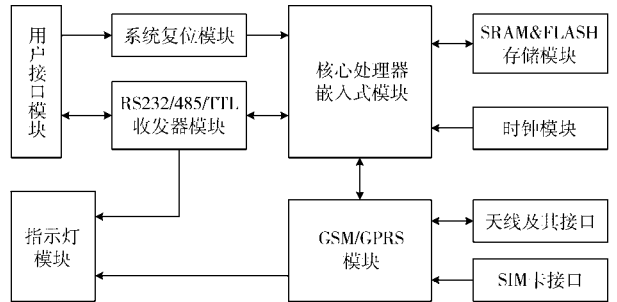


图 2 远程数据传输模块原理图
Fig.2 Schematic diagram of DTU

(1)中央处理模块由主芯片 STM32F103 以及时钟、电源等外围电路构成。STM32F103 是 32 位基于 ARM 核心的带闪存、USB、CAN 的微控制器,具有 7 个 16 位定时器、2 个 ADC、9 个通信接口。该系列芯片使用高性能的 ARM Cortex - M3 32 位的 RISC 内核,工作频率为 72 MHz,内置高速存储器(高达 128 KB 的 FLASH 闪存和 20 KB 的 SRAM),丰富的增强 I/O 端口和连接到 2 条 APB 总线的外设。包含标准和先进的通信接口:2 个 I²C 和 SPI、3 个 USART、1 个 USB 和 1 个 CAN,工作于 - 40 ~ 105℃ 的温度范围,供电电压 2.0 ~ 3.6 V,一系列的省电模式保证低功耗应用的要求^[6]。

(2) GSM/GPRS 模块采用 QUECTEL 公司的 M35 模块。M35 模块是 4 频段 GSM/GPRS 模块,支持 GPRS 多时隙等级 12 和 GPRS 编码格式 CS - 1、CS - 2、CS - 3、CS - 4。M35 是贴片式模块,采用 LCC 封装,可以通过其管脚焊盘内嵌于客户应用中,提供了模块与客户主板间丰富的硬件接口;采用了省电技术,电流功耗在睡眠模式 DRX = 5 下,低于 1.1 mA;内嵌 TCP/IP、UDP、FTP、PPP 等协议,已内

嵌的扩展 AT 命令可以使用户更容易地使用这些互联网协议^[7-8]。

2.2 数据库高并发处理

数据通信服务程序通过多线程技术,来监听并接收和处理远程数据传输模块发送来的请求。数据通信服务程序会监听指定的端口,当监听到远程数据传输模块发送来的请求后,会创建一个线程来处理该请求,解析请求中的功能代码,根据不同的功能代码来分配相应的处理流程,处理流程会根据制定好的通信协议解析请求数据并将数据持久化到数据库中。为保证数据的实时性以及面积统计的精确度,深松机车载终端的远程数据传输频率为 3 s 发送 1 次,因此当深松机达到千台数量级时,频繁数据高并发写入容易造成 MySQL 数据库负载过重,处理速度下降,进而导致系统性能下降。

深松作业远程管理系统采用 ActiveMQ 消息队列技术,根据 JMS 异步消息处理机制,作了 1 min 深松数据延迟写入。然后采用 MySQL innodb 方式批量将深松数据写入 MySql 数据库,从而大大降低了 MySQL 数据库的写入次数,另外 MySQL innodb 存储引擎通过优化内存利用、优化日志控制、优化 IO 等方面显著提高了 MySQL 数据库大数据量的写入处理能力,从而有效缓解了数据库高并发负载问题^[9]。

2.3 作业面积统计

作业面积统计分 2 种:总的作业面积和有效作业面积。其中有效作业面积是指深松机作业深度大于 30 cm 的作业面积。

系统在统计深松作业面积时,是先通过起点和终点经、纬度坐标计算深松机前进距离,然后与深松机幅宽相乘,即得到了 2 点间的深松作业面积。深松机的幅宽是根据实际情况在车载终端进行设定,上传到服务器。计算距离时,取地球半径 $a = 6\,378\,137\text{ m}$,计算方法如下^[10-11]。

设相邻 A、B 点经度、纬度分别为 (A_{lon}, A_{lat}) 、 (B_{lon}, B_{lat}) ,单位为弧度,则 A、B 点间的地面距离为

$$L_{AB} = 2a\arcsin\sqrt{\sin^2\left(\frac{A_{lat}-B_{lat}}{2}\right) + \cos A_{lat}\cos B_{lat}\sin^2\left(\frac{A_{lon}-B_{lon}}{2}\right)}$$

服务器实时接收深松机的经、纬度坐标,结合当前的车速和耕深值,记录深松作业的起点和终点的经纬度坐标,然后根据起点和终点的经纬度坐标计算两点间的直线距离,乘以当前深松机的幅宽,即得到一个有效的作业面积,具体软件设计流程框图如图 3 所示。

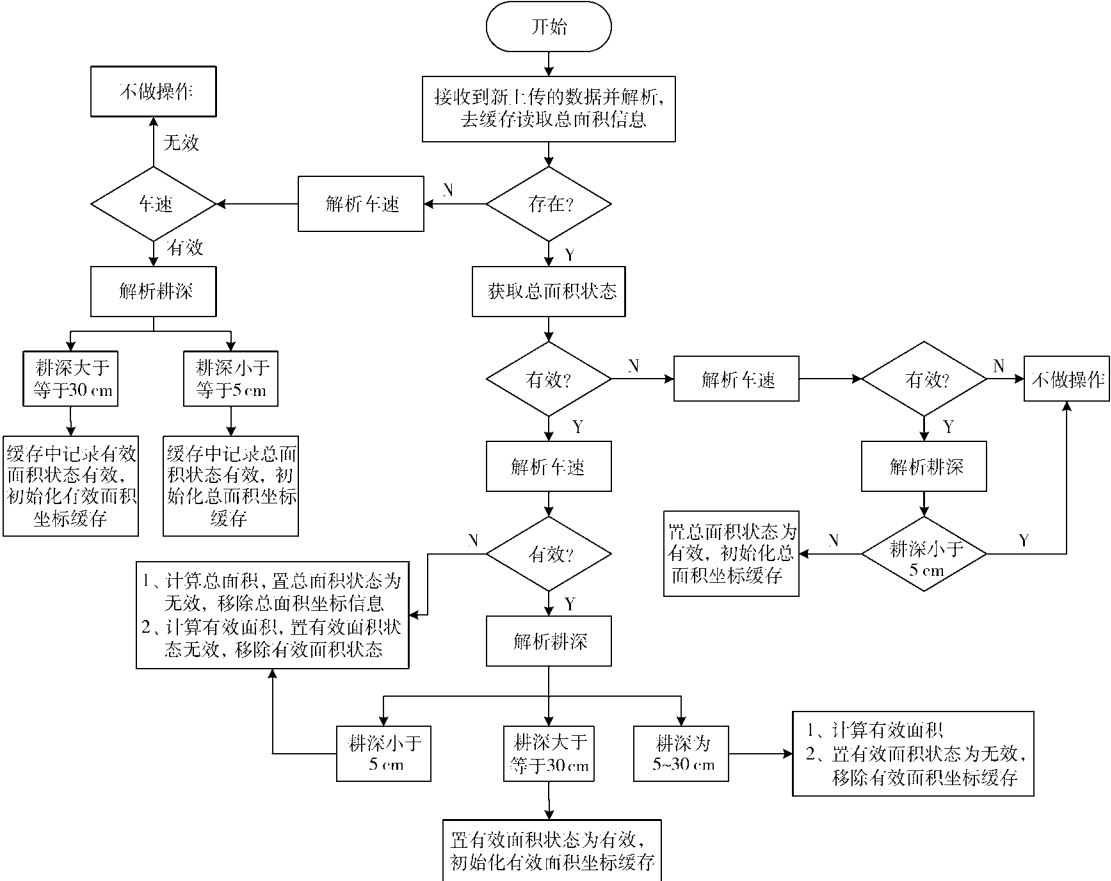


图3 作业面积计算流程图

Fig. 3 Schematic diagram of area statistics algorithm

2.4 实时数据查询缓存技术

深松作业远程管理系统采用在线卫星地图实时显示深松机作业动态信息,当深松机达到千台数量级时,需频繁的从数据库中读取深松机实时作业数据,不仅容易造成数据库高并发负载,还容易导致实时数据加载严重延迟。因此,本文设计的深松作业远程管理系统引入了 Memcached 内存对象缓存系统。后台数据采集系统将采集到的数据信息存入 Memcached 内存对象缓存系统,深松作业远程管理系统会优先从 Memcached 内存对象缓存系统中获取深松机的最新作业数据,如果 Memcached 内存对象缓存系统没有深松机的最新作业数据,才会从 MySQL 数据库中读取^[12]。通过该内存对象缓存系统有效减少了读数据库的次数,有效减轻了数据库负载,保证了作业数据显示的实时性。

3 试验与性能分析

3.1 系统试验

系统试验主要是面积计算试验和田间试验。面积计算试验是针对作业面积统计算法的准确度,田间试验于 2015 年 10—11 月在吉林省进行,是对深松作业远程管理系统的整体性能测试。

面积计算试验时,因为幅宽是设定值,所以计算的是两点间的距离,服务器计算得到的距离与实际皮尺测量距离的对比统计如表 1 所示。

表 1 实时计算距离误差统计表			
Tab. 1 Real-time calculation range error statistics			
试验序号	皮尺测量距离/m	计算距离/m	测量误差/%
1	75	75.58	0.8
2	105	107.24	2.1
3	105	105.05	0.1
4	190	189.99	0.1
5	200	203.83	1.9
6	200	203.56	1.8

从表 1 所列的服务器实时计算距离与皮尺测量距离即实际距离之间的误差一般能稳定在 3% 以内。

2015 年 10 月至 11 月在吉林省进行了田间试验,总共安装了 74 套深松作业质量检测设备,实时传输深松机作业信息,远程监测系统界面如图 4 所示。

当远程数据传输成功后,界面地图上将显示深松机当前所在位置,点击代表深松机的小图标,界面右侧将显示该深松机当前工况信息以及总的作业有效面积和总面积。在数据展示区域会显示一个深松

机总数,以及当前在线深松机数量。在地图上,在线深松机用绿色图标,离线深松机用红色图标。通过输入深松机车牌号,可以快速定位到该深松机。

通过选择作业时间,可以查询当前作业设备在本段时间内的作业轨迹,并对每个地块进行面积测算,如图 5 所示。

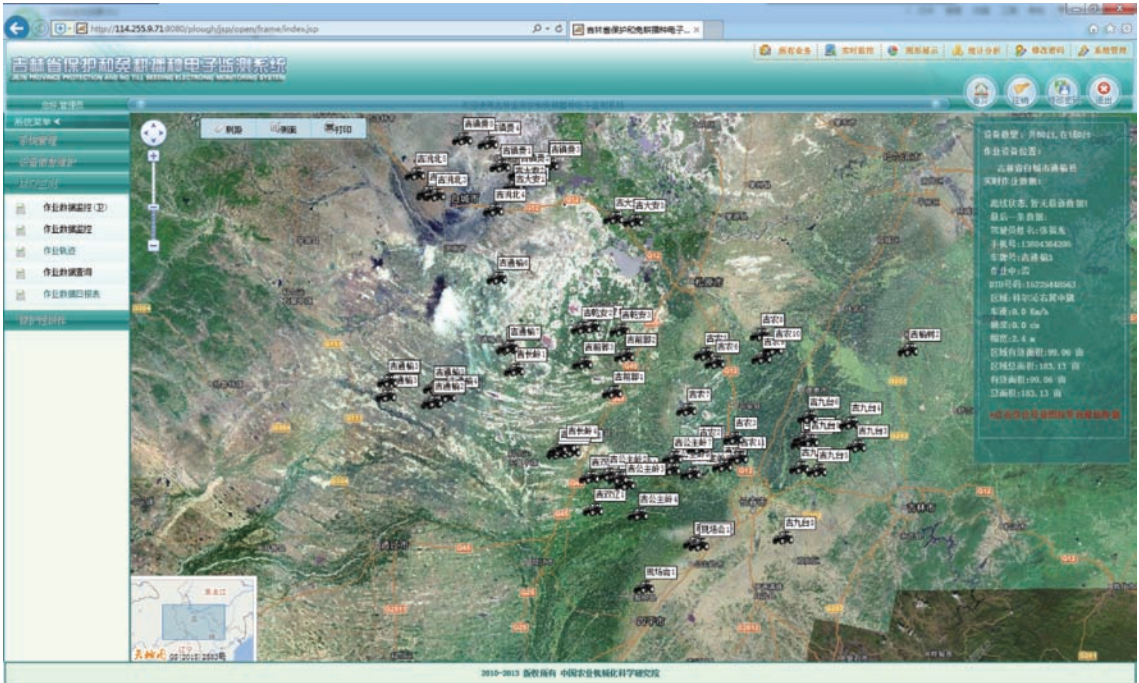


图 4 深松作业远程监测系统 Web 界面

Fig.4 Web user interface of information service platform

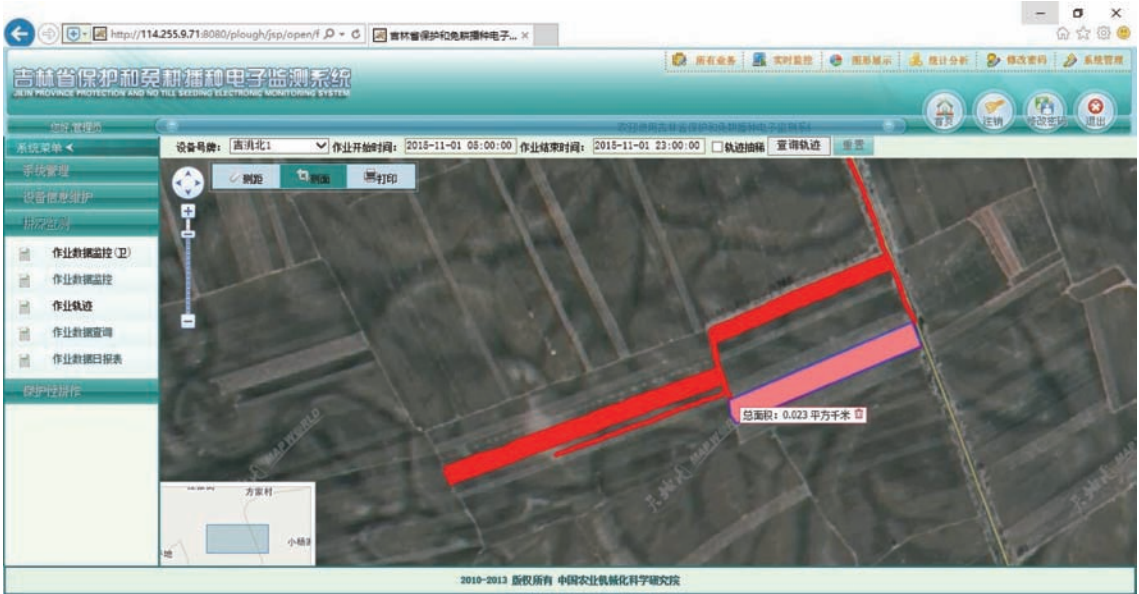


图 5 深松作业轨迹回放界面

Fig.5 Web user interface of information service platform

3.2 性能分析

拖拉机启动后,车载终端也会同时启动,远程数据传输设备会自动向监控中心发起连接请求,在监控中心用秒表对远程连接所需时间进行计时,在不同日期的不同时段共计时了 50 次,平均连接时间为 16.8 s,连接成功率为 100%。深松机工作时,车载终端会记录保存深松机的工况信息以及当前时间,同时将工况信息远程传输至监控中心,监控中心将

接收到的工况信息及当前时间存储到数据库中。系统连续运行 2 个月,最大并发量为 74 台深松机,将深松机车载终端存储的工况数据与远程传输保存的工况数据进行对比分析,结果显示:系统通信稳定可靠,数据传输没有丢包,最大传输延迟时间为 3.5 s;系统运行稳定,作业面积统计计算最大误差 3%;采用心跳包保持永久在线(当长时间没有数据通信时,移动网关将断开 DTU 与监控中心的连接,心跳包就

是 DTU 与监控中心在连接被断开之前发送 1 个数据包,以保持连接不被断开);支持断线自动重连。

4 结论

(1)设计的基于网络信息技术的深松作业远程监测系统,克服了传统有线传输方式布线的限制和电台方式传输数据通信距离和入网许可的局限性,实现了监控中心通过通信协议对远程多点深松机的工况信息采集,并在监控终端利用 Web 技术和 Browser/Server 网络结构,实现了底层控制网络与 Internet 的集成,与远程客户端相结合,具有较好的实用价值和应用前景。

(2)系统采用基于可靠连接的 TCP/IP 协议,在此基础上设计的应用通信协议,可以实现系统中各类参数信息、控制信息的有效传输,并且能保持永久在线。

(3)系统从 2015 年 10 月到 11 月,连续运行 2 个月,通信稳定,最大并发量为 74 台深松机,最大传输延迟为 3.5 s,运行稳定,性能可靠,具有灵活的扩充性和伸缩性,试验表明,作业面积统计计算最大误差 3%,系统可以满足深松作业远程管理的实际需要。

(4)在系统容量方面,理论上是不受限制的,但实际情况下,本系统在大容量下的适用性和可靠性还需要进一步研究完善。

参考文献

- 何进,李洪文,高焕文.中国北方保护性耕作条件下深松效应与经济效益研究[J].农业工程学报,2006,22(10):62-67.
HE Jin,LI Hongwen,GAO Huanwen. Subsoiling effect and economic benefit under conservation tillage mode in Northern China[J]. Transactions of the CSAE,2006,22(10):62-67. (in Chinese)
- 孙彦景,丁晓慧,于满,等.基于物联网的农业信息化系统研究与设计[J].计算机研究与发展,2011,48(增刊2):326-331.
SUN Yanjing,DING Xiaohui,YU Man,et al. Research and design of agriculture informatization system based on IOT [J]. Journal of Computer Research and Development,2011,48(Supp. 2):326-331. (in Chinese)
- 陈威,郭书普.中国农业信息化技术发展现状及存在的问题[J].农业工程学报,2013,29(22):196-205.
CHEN Wei,GUO Shupu. Current situation and existing problems of agricultural informatization in China[J]. Transactions of the CSAE,2013,29(22):196-205. (in Chinese)
- 赵新波,庄怀宇,黄建秋.基于卫星定位的秸秆还田作业管理系统的研究[J].数字技术与应用,2015(8):137-138.
- 吴英满,叶长青,汤治明.农业机械可靠性试验远程监控系统的开发[J].大众科技,2014,16(8):40-42,54.
WU Yingman, YE Changqing, TANG Zhiming. Development and application of agricultural machinery reliability test remote monitoring system [J]. Popular Science & Technology,2014,16(8):40-42,54. (in Chinese)
- 周长明,刘鹏.农业试验田数据采集系统开发[J].电子技术应用,2013,39(10):124-126.
ZHOU Changming,LIU Peng. Development of an agriculture experimental field-data acquisition system[J]. Application of Electronic Technique,2013,39(10):124-126. (in Chinese)
- 任工昌,杨勇,郭海春,等.基于 GPRS 的数据传输系统的设计与实现[J].机械设计与制造,2012(1):69-71.
REN Gongchang,YANG Yong,GUO Haichun,et al. The design and implementation if data transmission system based on GPRS[J]. Machinery Design & Manufacture,2012(1):69-71. (in Chinese)
- 郭志伟,张云伟,李霜,等.基于 GSM 的农田气象信息远程监控系统设计[J].农业机械学报,2009,40(3):161-166.
GUO Zhiwei,ZHANG Yunwei,LI Shuang,et al. GSM-based remote monitoring system of farm field meteorological information[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2009,40(3):161-166. (in Chinese)
- 余震. MySQL 数据库对并发事件的控制和处理[J].电脑知识与技术,2013,9(34):7672-7674.
YU Zhen. Control and disposal of MySQL database for concurrent events [J]. Computer Knowledge and Technology,2013,9(34):7672-7674. (in Chinese)
- 季彬彬,李俊,杨玉萍,等.基于 GPS 的联合收割机收割面积实时统计方法[J].中国农机化,2012(6):89-92.
JI Binbin,LI Jun,YANG Yuping,et al. A real-time measurement based on GPS which was designed for calculating the harvest area of combine[J]. Chinese Agricultural Mechanization,2012(6):89-92. (in Chinese)
- 朱张才,姚建松,刘飞,等.便携式 GPS 面积测绘仪的研制及应用 [J]. 农业装备技术,2009,35(1):30-31.
- 刘亮,徐步东,谭艳艳.基于 Memcache 内存对象缓存技术应用研究[J].计算机技术与发展,2015,25(11):204-208.
LIU Liang,XU Budong,TAN Yanyan. Research on memory object cache technology application based on Memcached [J]. Computer Technology and Development,2015,25(11):204-208. (in Chinese)