

基于虚拟仪器的柔性化农机机群远程监测系统研究*

王玲 王新 刘健 王书茂

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 针对我国农业机械分布范围广、作业环境恶劣且数量繁多,采用人工监测机具运行状态将造成大量人力物力的消耗,自动化水平低;而传统的在线监测方式对于大范围测量存在费用高、采集精度差及能耗大等问题,建立了农业机械机群远程监测系统。其硬件设备由集成 GSM 和 GPS 技术的远程数据采集器及工程信号接收器组成,实现了农业机械作业状态、收获面积及地理信息等的自动监测及数据的主动上传;基于 LabWindows/CVI 的柔性化远程数据监测中心,采用面向对象的软件复用方法,可针对机群中不同类型农业机械、不同测控任务高效地开发专用测控软件,实现监测数据的实时显示、保存、地理信息的准确定位及行驶轨迹的动态跟随;通过调用 Microsoft Access 数据库,监测中心将单机使用状况及时汇报给系统管理员,为农业机械机群的分配、组合和集中管理提供可靠依据。通过田间试验表明,该系统现场数据传输的实时性、采集数据的准确性都达到了联合收获机机群远程监测的要求;采用软件复用的设计思想,大大提高了面向对象的专用测控软件的开发效率。

关键词: 农业机械 机群管理 虚拟仪器 LabWindows/CVI 软件复用 轨迹跟随

中图分类号: S225.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)01-0034-06

引言

农业机械作业对象不统一、作业环境恶劣,传统的测试仪器需要针对不同的机械类型、不同的测控任务开发专用的测试软件,这样不仅需要软件编程技术,而且需要付出大量的精力和时间,给机群的集中管理带来不便,并造成很大的资源浪费。农业机械除了进行室内试验,还需进行大量的田间试验,需要大量的人力物力,而目前的现场检测没有统一的标准,自动化水平低。因此,本文设计农业机械机群远程监测系统。该系统设计集成 GPS 和 GSM 技术的远程数据采集器^[1-2],实现机群各单机作业状态、作业环境、收获面积及地理信息等的远程自动监测和主动上传^[3]。对于大量机械的长期监测、提高农业机械机群工作效率及增加农民经济利益等方面有重要作用^[4]。

1 柔性化远程数据监测中心设计

随着农业现代化进程的不断加快,农业机械的应用越来越广泛,机群规模、数量不断上升,机群系统的维护和管理问题也越来越凸现出来^[5]。监测系统能高效地利用机群各单机资源,快速发现并定

位故障机械,为用户提供可管理、易维护的机群监测^[6]。

1.1 柔性化数据监测软件设计

以测试系统模块化、虚拟化、可复用化为理念,开发了基于 LabWindows/CVI 的柔性化数据监测软件。该软件以系统配置、界面管理、数据链路 3 层结构对拟开发的测试软件进行管理(图 1)。

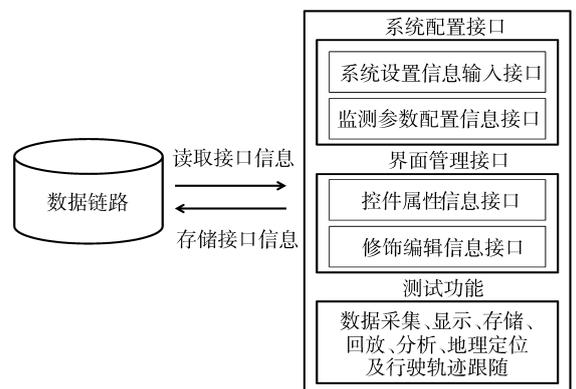


图 1 软件设计结构框图

Fig. 1 Block diagram of software designing

柔性化应用软件系统是指在一定范围内能够满足和适应不断变化的需求应用软件系统^[7-8]。以上述结构设计的远程数据监测软件的柔性主要体现在

基于开发者的柔性,当开发一个新的应用系统时,无需进行大量的代码或图形化编程,而是充分利用已有的可复用资源,仅针对实际的工程项目,通过重新编辑或组合便可生成适用于不同类型农业机械、不同测试任务的专用测试软件^[9]。该监测软件能够根据机群单机数量、监测参数信息快速地增加、减少及编辑测试软件,很好地解决大规模机群的可扩展性和可伸缩性。

以软件复用思想开发的专用测试软件在程序代码、测试用例、用户界面、设计文档、数据、体系结构等方面具有高度的一致性^[10],对于机群集中管理有重要作用。专用测试系统开发只需 3 步(图 2):新建机具、配置监测参数和生成监测软件。图 3 为柔性化数据监测软件编辑生成的 2 种机械监测系统实例。



图 2 专用软件编辑过程
Fig.2 Process of special software



(a)



(b)

图 3 监测软件编辑实例

Fig.3 Projects developed by flexible remote monitoring system

- (a) 小麦联合收获机可靠性检测系统
- (b) 播种机性能检测系统

1.2 数据库表设计

LabWindows/CVI 访问数据库需要借助 NI 公司开发数据库系统软件工具包 SQL Toolkit 才能实现数据库的访问和操作。通过 SQL 工具包,CVI 可

以和任何符合 ODBC 标准的数据库驱动器和符合 ADO 标准的产品协同工作。由于 Access 数据库符合 ODBC 标准,因此 CVI 可以通过 SQL 提供的数据库函数,不用 SQL 语言,便可实现与数据库的交互。程序代码如下:

```
//利用 Microsoft. Jet. OLEDB. 4. 0Access 数据库搜索引擎, 链接数据库驱动; strcat ( ConnectString, "Provider = Microsoft. Jet. OLEDB. 4. 0; Data Source = ");
//获得软件所在路径,并将路径连接到 Data Source 数据源中;
GetDir ( PathName );
strcat( ConnectString, PathName );
//获得需要连接的数据库连接路径;
strcat( ConnectString, "\\ database \\ DataBase. mdb; Persist Security Info = False" );
// 连接数据库, 返回数据库连接句柄;
HandleDBConnect = DBConnect( ConnectString );
```

柔性化远程数据监测软件结合了 Microsoft Access 数据库,主要维护 2 张表用来存储设备的基础信息和运转状态信息(如表 1、2 所示)^[11]。进行收获工作时,该系统实时地获取单机作业状态、地理位置及作业时长,系统管理员通过查询数据库信息便可掌握机群各单机当前资源使用情况,为任务分配和作业调度提供可靠的依据;数据库中还可自行输入单机故障信息,系统管理员可根据故障信息对单机进行故障率分析、维修,对机群管理起到重要作用。

表 1 设备基础信息表

Tab.1 Basic information of agricultural machinery

字段名	类型	说明
设备编号	Char	自行定义如“SGJ-001”
设备名称	Char	联合收获机、播种机
负责人员	Char	驾驶员姓名“张三”等
使用单位	Char	农机鉴定站等
联系电话	Char	驾驶员联系方式 1381123 * * * *
创建时间	Char	表格创建时间

表 2 运转状态信息表

Tab.2 Monitoring parameters

字段名	类型	说明
行驶速度	Double	采集到的速度值
作业状态	Int	采集到的状态(1/0)
纬度信息	Double	GPS 采集的实时纬度值
经度信息	Double	GPS 采集的实时经度值
作业时长	Int	采集到的时间差值
故障类型	Varchar	故障原因可自行输入

1.3 机群作业轨迹的动态跟随

机群的集中管理需要系统管理员及时准确地判断各单机地理位置及故障原因,以便对机群进行合理的分配调度及维护。远程数据监测中心接收到GPS传送的经纬度信息,在电子地图上的实时定位是通过在 LabWindows/CVI 软件平台下调用 MapX 控件完成的。MapX 是一个基于 ActiveX (OCX) 技术的可编程控件,而 LabWindows /CVI 开发环境提供了使用 ActiveX 控件的标准函数库和开发工具。MapX 安装完成后便可离线使用地图信息。程序代码如下:

```
//初始化地图
GetObjHandleFromActiveXCtrl ( panelHandle , PANEL_
MAP , &objecthandle );
MapXLib_CMapXSetGeoSet ( objecthandle , NULL , “中
国地图 . gst” );
//初始化位置信息
MapXLib_CMapXSetCenterX ( objecthandle , NULL ,
“116. 31179” );
MapXLib_CMapXSetCenterY ( objecthandle , NULL ,
“40. 001322” );
//添加小车图元信息
MapXLib _ CMapFeatureFactoryCreateSymbol
( featurehandle , NULL , MapXLibBitmap );
```

在调用过程中,通过对其进行编程、设置属性以及调用方法或相应事件,远程数据监测中心实现了地图数据可视化、地理查询、实时定位、地图放大缩小、漫游、标注等丰富的地图信息系统功能。

//地图放大缩小

```
MapXLib_CMapXSetZoom ( objhandle , NULL , &2 *
zoomvalue );
```

```
MapXLib_CMapXSetZoom ( objhandle , NULL , &0. 5 *
zoomvalue );
```

//地图平移

```
MapXLib_CMapXSetCurrentTool ( objhandle , NULL ,
MapXLibConst_miPanTool );
```

//地图属性查询

```
MapXLib_CMapXPropertyPage ( objhandle , NULL );
```

经纬度信息在地图控件上以小车的形式显示(图4圆圈位置),且小车会随着经纬度信息实时变化,从而实现农业机械地理位置的准确定位及作业轨迹的跟踪(见第3节)。

2 远程数据采集器设计

远程数据采集器是联合收获机机群远程监测系统的检测和信



图4 行驶轨迹跟踪

Fig. 4 Tracking of travel

MC9S12XS128 单片机、GSM 模块、GPS 模块、RS232 串口通信模块及信号调理模块等组成,能实现对 4 路模拟信号、2 路频率信号、2 路脉冲信号和 4 路状态量信号的同时采集^[12]。

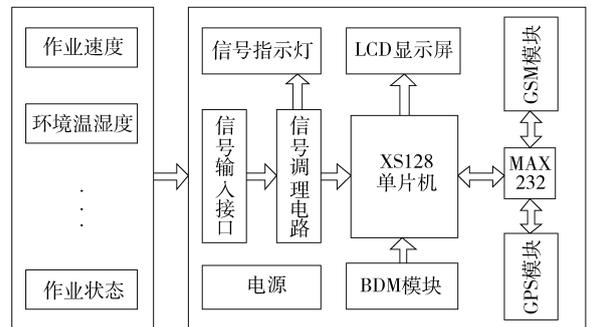


图5 数据采集器硬件结构框图

Fig. 5 Hardware structure diagram of data acquisition unit



图6 数据采集器硬件实物图

Fig. 6 Hardware physical figure of data acquisition unit

1. GPS 模块 2. 串口通信模块 3. 信号调理模块 4. GSM 模块

传感器采集的信号经过单片机处理后转换为数字信号,并与内置的 GPS 模块获得的联合收获机地理信息结合起来,然后将所有数据打包,通过 RS232 协议与 GSM 模块通信^[4,13],将数据包无线发送到信号接收器,从而实现数据处理中心对数据的显示、处理、故障报警及 LED 屏幕显示等。

远程数据监测中心与基于 GSM 模块的远程数据采集器的通信有 2 种方式:定时采集和单次呼叫。定时采集功能是在农业机械正常运转状态下,系统按照一定时间间隔循环采集由各传感器传送的信号,经过相应的数据处理后,将结果发送到远程信号采集器的 LED 显示屏进行显示,这种方式无需工人操作和现场监测,采集数据会以定时间隔自动保存;

LabWindows/CVI 平台开发了柔性化远程数据监测软件,大大提高了面向对象的专用测控软件的开发效率,实现了远程数据的实时显示、保存,地理信息的准确定位和行驶轨迹跟随。

(3) 结合 Microsoft Access 数据库管理系统,通过对作业时长、作业状态、速度、收获面积等参数的查询、调用与分析,实现了联合收获机机群的动态组合和集中管理,提高了机群工作效率。

参 考 文 献

- 1 余红珍,于海平. GSM 短信息在温室远程监控系统的应用[J]. 微计算机信息,2008,24(7):92~94.
Yu Hongzhen, Yu Haiping. Application of GSM short message in greenhouse remote monitoring system [J]. Microcomputer Information, 2008, 24(7):92~94. (in Chinese)
- 2 黄培,徐立鸿,王乐达,等. 基于 GSM/GPRS 的温室环境远程监控系统设计[J]. 网络与通信,2012(31):45~50.
Huang Pei, Xu Lihong, Wang Leda, et al. Design of remote monitoring system for greenhouse environment based on GSM/GPRS [J]. Network and Communication, 2012(31):45~50. (in Chinese)
- 3 武永峰,宫志宏,刘布春,等. 基于远程控制的农业气象自动采集系统设计[J]. 农业机械学报,2010,41(10):174~179.
Wu Yongfeng, Gong Zhihong, Liu Buchun, et al. Automatic collecting system of agro-meteorology information[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010,41(10):174~179. (in Chinese)
- 4 张猛,房俊龙,韩雨. 基于 ZigBee 和 Internet 的温室群环境远程监控系统设计[J]. 农业工程学报,2013,29(增刊1):171~176.
Zhang Meng, Fang Junlong, Han Yu. Design on remote monitoring and control system for greenhouse group based on ZigBee and internet[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(Supp. 1): 171~176. (in Chinese)
- 5 倪广宝,马捷,詹剑锋,等. 基于机群中间件监控系统的设计和实现[J]. 计算机工程与应用,2005(22):134~137.
Ni Guangbao, Ma Jie, Zhan Jianfeng, et al. The design and implementation of monitoring system based on cluster middleware[J]. Computer Engineering and Applications, 2005(22): 134~137. (in Chinese)
- 6 顿海强,庄雷. 面向对象与软件复用技术研究[J]. 计算机应用研究,2002(3):42~44.
Dun Haiqiang, Zhuang Lei. Object-Oriented and study on software reuse technology[J]. Application Research of Computers, 2002(3): 42~44. (in Chinese)
- 7 祝青园,王书茂,郑永军,等. 基于网络的柔性转子实验台虚拟仪器设计[J]. 仪器仪表学报,2008,29(4):442~445.
Zhu Qingyuan, Wang Shumao, Zheng Yongjun, et al. Design of virtual instrument for the flexible rotor test bed based on the network[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2008, 29(4): 442~445. (in Chinese)
- 8 倪晓军,郑龙. 基于软件复用的水利信息系统的柔性化设计[J]. 科学技术与工程,2011,11(8):1822~1826.
Ni Xiaojun, Zheng Long. The flexible design approach for water information systems based on software reuse [J]. Science Technology and Engineering, 2011, 11(8): 1822~1826. (in Chinese)
- 9 杨芙清,梅宏,李克勤. 软件复用与软件构件技术[J]. 电子学报,1999,27(2):68~75.
Yang Fuqing, Mei Hong, Li Keqin. Software reuse and software component technology[J]. Acta Electronic Sinica, 1999, 27(2): 68~75. (in Chinese)
- 10 黄靖,赵海光. 软件复用、软件合成与软件集成[J]. 计算机应用研究,2004(9):118~120.
Huang Jing, Zhao Haiguang. Software reuse, software composition and software integration [J]. Application Research of Computers, 2004(9):118~120. (in Chinese)
- 11 杨柳,毛志怀,蒋志杰,等. 基于无线传输的粮仓温湿度远程监测系统[J]. 农业工程学报,2012,28(4):155~159.
Yang Liu, Mao Zhihui, Jiang Zhijie, et al. Remote detection system of granary temperature and moisture based on wireless transmission[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(4): 155~159. (in Chinese)
- 12 康峰,王书茂,王新,等. 农业机械共性参数采集方法及数据采集器研究[J]//2010 国际农业工程大会论文集,2010:185~190.
Kang Feng, Wang Shumao, Wang Xin, et al. Study on common parameters of agricultural machinery collection [J]//Proceedings of International Conference on Agricultural Engineering, 2010:185~190. (in Chinese)
- 13 韩华锋,杜克明,孙忠富,等. 基于 Zigbee 网络的温室环境远程监控系统设计与应用[J]. 农业工程学报,2009,25(7):158~163.
Han Huafeng, Du Keming, Sun Zhongfu, et al. Design and application of ZigBee based telemonitoring system for greenhouse environment data acquisition [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(7): 158~163. (in Chinese)
- 14 Beerli O, Peled A. Geographical model for precise agriculture monitoring with real-time remote sensing [J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2009, 64(1):47~54.
- 15 范军涛,李国庆. 实用的机群监控系统[J]. 计算机工程与设计,2008,29(1):190~192.
Fan Juntao, Li Guoqing. Practical cluster monitoring system [J]. Computer Engineering and Design, 2008, 29(1): 190~192. (in Chinese)
- 16 于海业,张云鹤,孙瑞东. 基于 LabVIEW 的温室环境远程监控系统研究[J]. 农机化研究,2004(1):75~77.
Yu Haiye, Zhang Yunpeng, Sun Ruidong. The research on telemeasuring-controlling system for greenhouse based on LabVIEW [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2004(1):75~77. (in Chinese)
- 17 史国滨,王熙,庄卫东. 基于 Google Maps 的农业机械作业轨迹监测系统[J]. 农业机械学报,2012,43(11):231~236.
Shi Guobin, Wang Xi, Zhuang Weidong. Agricultural machinery trace monitoring system with google maps [J]. Transactions of

the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012,43(11):231 ~ 236. (in Chinese)

18 张小康,许肖梅,彭阳明,等. 集中式深水网箱群鱼群活动状态远程监测系统[J]. 农业机械学报,2012,43(6):178 ~ 182, 187.

Zhang Xiaokang, Xu Xiaomei, Peng Yangming, et al. Centralized remote monitoring system for bred fish in offshore aquaculture cage[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012,43(6):178 ~ 182,187. (in Chinese)

Research on Flexible Remote Monitoring System of Agricultural Machinery Based on Virtual Instrument

Wang Ling Wang Xin Liu Jian Wang Shumao

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: With the features of wide distribution, adverse environment and large numbers of agricultural machinery in our country, it could cause a lot of manpower and material consumption to use technologists to follow-up and detect agricultural machinery for long-term, and it is low level of automation. Also there are some problems such like high cost, poor accuracy in acquisition and energy-wasting in the traditional online monitoring methods. Thus, a remote monitoring system for a group of agricultural machinery was established. Remote data acquisition integrated with GSM and GPS technology and engineering signal receiver were consisted in the hardware device; and the features such like automatic monitoring of operating status, harvesting areas and geographic information, and data uploads actively were implemented. Flexible remote data monitoring centre based on LabWindows/CVI was developed using a shared set of parameters architecture, and specific measurement and control software aiming at different kinds of agricultural machinery group and different tasks could be efficiently developed by users. The goals of real-time displaying of uploaded data, saving data, accurate positioning of geography information and following of running track were realized by monitoring center. Combined with a Microsoft Access database management system, dynamic combination and centralized group management of agricultural machinery were realized. Through a field test, it shows that the requirements of on-site real-time data transmission and accuracy data collection of agricultural machinery are implemented by the system. By the shared set of parameters of architecture, the efficiency of software development for object-oriented measurement and control system is greatly improved.

Key words: Agricultural machinery Group management Virtual instrument LabWindows/CVI
Software reuse Track following