

基于 Android 手机的联合收获机主要部件工况监测系统

陈进 王学磊 王一帆

(江苏大学机械工程学院, 镇江 212013)

摘要: 设计了一种基于物联网 Android 手机的联合收获机主要部件工况信息监测系统。主要通过 C8051F020 微处理器外接多霍尔传感器,实现对联合收获机主要工作部件如脱粒滚筒转速、输送器转速等关键信息获取,通过物联网平台由 Android 智能手机实现对数据的实时接收。通过在单片机中采用基于目标信号瞬时变化趋势的故障诊断方法,将故障状况监测信息进行传输,从而实现对联合收获机关键信息以及故障状况实时监测。模拟试验表明,该系统在下位机采集系统、服务器端以及客户端表现稳定,数据丢失率小于 5%,信息获取延迟时间小于 2 s,报警及时、正确,满足联合收获机户外工作远程信息采集与故障监测要求。

关键词: 联合收获机; 故障监测; 信息获取; Android

中图分类号: TP277; S225.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2016)S0-0203-05

Monitoring System for Main Parts Working Condition of Combine Harvester Based on Android Mobile Phone

Chen Jin Wang Xuelei Wang Yifan

(School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: To solve the present stage combine monitor system lack of remote network interconnection and remote monitoring ability of operating data and fault information, this paper developed an information monitoring system for main parts working condition of combine harvester based on Android mobile phone. On the basis of combine local monitoring system, we can achieve effective monitoring and fault information processing for revolution speed of threshing cylinder, a stirring dragon speed and similar parameters, and realize Android client remote operation and fault information monitoring. Mainly through the C8051F020 microprocessor connected with multi hall sensor, the key information of the main working parts, such as revolution speed of threshing cylinder, stirring dragon speed, was acquired. C8051F020 through UART0 serial interface with SIM900A module and SIM900A module sent a TCP connection request to the China mobile internet open platform server. Then the data was received by a Android smart phone based on network platform in real-time. Using the fault diagnosis method based on the instantaneous variation trend of the target signal in the single chip microcomputer for fault diagnosis, transmitted fault information of condition monitoring was used to realize real-time monitoring for combined harvester critical information and fault diagnosis. Simulation tests showed that the lower computer acquisition system, server and client performance were stable, data loss rate was controlled within (less than) 5%, information access delay time was less than 2 s with alarm in time and correctly, and was able to meet the requirements of remote information acquisition and fault monitoring when combine harvesters work outdoors.

Key words: combine harvester; fault monitoring; information acquisition; Android

引言

联合收获机结构复杂,工作环境恶劣,作业对象状态及工作负荷波动较大,致使其作业性能不稳定,故障率较高^[1]。准确及时获取联合收获机主要工作部件的工况信息对联合收获机故障解决、预测都有非常重要的意义。为此,南京农业大学谢蓓^[2]采用基于 CAN 总线构建了联合收获机工作过程智能监控系统,江苏大学陈进等^[3]设计了一种基于 PLC 和触摸屏的联合收获机监控系统。以上装置在一定程度上加强了联合收获机各装置间相互联系,提高了联合收获机的作业性能和总体工作状态反馈,降低了故障率,但信息共享仍局限于本机,没有做到信息远程网络互联,工作数据和故障信息远程监测性差,不利于联合收获机综合性能的研究改进。陈进等^[4]进行基于 ARM 的联合收获机远程监测系统的设计,该设计一定程度填补了联合收获机远程监测的空白,但该远程监测终端有限且固定,信息共享程度不能满足物联网农业发展要求。随着移动互联网的深入发展,我国的手机网民人数激增,智能手机时代的价值核心开始转向软件与应用。Android 在农业装备上的应用鲜有研究与报道。为此,本文设计一种基于物联网 Android 手机的联合收获机主要部件工况信息监测系统,将联合收获机的实时数据监测与故障状况监测结合起来,实现多源信息融合,增强数据互补,以实现农业信息数据的远程监测^[5]。

1 系统总体设计

系统主要包括:基于 C8051F020 的数据采集与故障诊断系统、SIM900A 模块、OneNet 物联网平台、Android 手机客户端。系统框图如图 1 所示。其中物联网平台采用中国移动的 OneNet 的物联网开放平台,该平台是中移物联网有限公司基于物联网技术和产业特点打造的开放平台和生态环境,适配各种网络环境和协议类型,支持各类传感器和智能硬件的快速接入和大数据服务,提供丰富的 API 和应用模板以支持各类行业应用和智能硬件的开发,能够有效降低物联网应用开发和部署成本,满足物联网领域设备连接、协议适配、数据存储、数据安全、大数据分析等平台级服务需求。

2 基于 C8051F020 的数据采集与故障诊断系统

本采集系统以联合收获机智能控制模拟试验台为试验平台,设计以微处理器 C8051F020 为核心的

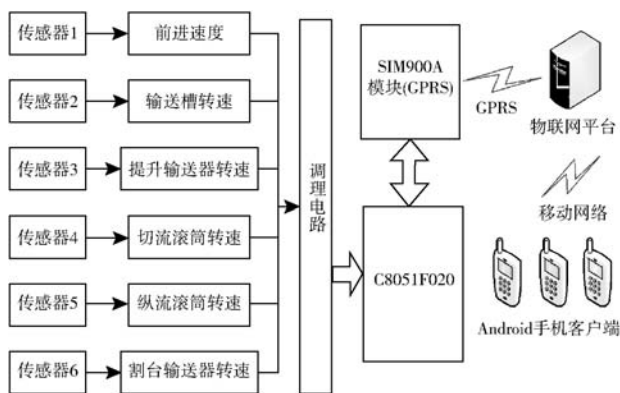


图1 系统总体框图

Fig.1 General framework of the system

数据采集与故障诊断系统。采集信号包括前进速度、输送槽转速、提升输送器转速、切流滚筒转速、纵流滚筒转速、割台输送器转速等信号,用多路霍尔转速传感器对多路转速信号进行采集^[6]。其中前进速度信号与割台输送器信号经调理电路处理后分别接入 C8051F020 的 1、0 外部中断中,与内部定时器配合进行独立采集与处理。输送槽转速、提升输送器转速、切流滚筒转速、纵流滚筒转速通过四选一多路模拟开关 CD4052 选通后经信号调理电路接入外部中断 2,循环进行信号采集与处理。

在采集前进速度、输送槽转速、提升输送器转速、切流滚筒转速、纵流滚筒转速、割台输送器转速等信号的基础上,采用基于目标信号瞬时变化趋势的故障诊断方法^[7]。当系统判定信号出现预警状态,触发预警中断子程序,发送数据“1”;当系统判定信号出现报警状态,触发报警子程序,发送数据“2”;转速正常情况下,发送数据“0”。

3 物联网平台设计

通过注册登录 OneNet 平台,在平台上创建一个项目,因项目通信涉及数据监测转发以及故障状况监测转发,故在创建的项目中分别为作业数据监测与故障状况监测各创建 6 个设备、6 个数据流以及 1 个设备应用。创建的项目与设备都被随机分配唯一的 ID 号和 APIkey,APIkey 用于权限的控制,可以进行数据的上传、修改、删除和查看。这里统一采用项目 APIkey,物联网平台设计如表 1、2 所示,表 1 中数据流用来接收多路转速信号,表 2 中数据流用来接收故障诊断方法中发送的“0”、“1”、“2”数据。

微处理器 C8051F020 通过 UART0 串行接口与 SIM900A 模块相连,SIM900A 是紧凑型、高可靠性的无线模块,采用 SMT 封装的双频 GSM/GPRS 模块解决方案,采用功能强大的处理器 ARM9216EJ-S 内核,能满足低成本、紧凑尺寸的开发要求。通过

表 1 平台作业数据设计表

Tab.1 Platform operation information design table

信号名称	云设备名称	数据流名称	APIkey
前进速度	前进速度	QJData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
输送槽转速	输送槽	SSCData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
提升输送机转速	提升输送机	SLData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
切流滚筒转速	切流滚筒	QLData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
纵流滚筒转速	纵流滚筒	ZLData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
割台输送机转速	割台输送机	GTData	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =

表 2 平台故障状况设计表

Tab.2 Platform fault condition design table

信号名称	云设备名称	数据流名称	APIkey
前进速度报警	前进速度 BJ	QJBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
输送槽报警	输送槽 BJ	SSCBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
提升输送机报警	提升输送机 BJ	SLBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
切流滚筒报警	切流滚筒 BJ	QLBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
纵流滚筒报警	纵流滚筒 BJ	ZLBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =
割台输送机报警	割台输送机 BJ	GTBJ	JommnQ3KZip01jxz = Pf80EsVWnM =

SIM900A 模块发送 TCP 连接请求到以下地址,发送封装的报文与平台交互,其中平台服务器地址 jjfaedp. hedevice. com,TCP 端口 876/29876。通信软件流程图如图 2 所示。

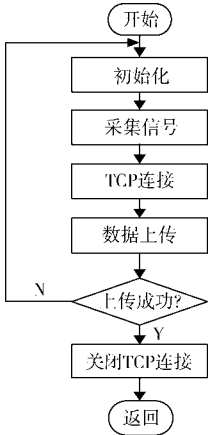


图 2 通信软件流程图

Fig.2 Flow chart of communication software

体设计简单直观,便于数据监测。故障状况监测模块用于接收来自表 2 中数据流转发的“0”、“1”、“2”数据,实现“0”表示正常,“1”表示预警,“2”表示报警的故障状况监测设计,故障状况监测显示同样采用经典三段式仪表盘式样显示。数据存取模块由手机自带 SQLite 数据库来实现数据的本地存储和管理、人工故障诊断信息采集界面和参数设置界面。

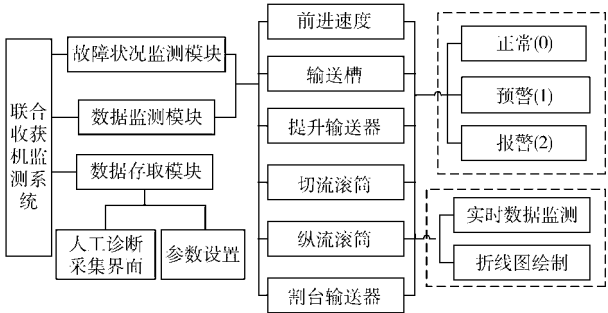


图 3 客户端功能框图

Fig.3 Functional framework of the client

4 Android 客户端设计

客户端部分采用 Android Java 开发,所有源代码编译完成后打包生成 APK 文件^[8],这个文件即为该系统的安装文件。将 APK 文件直接安装在 Android 手机上,相比于传统的联合收获机监控系统,本设计不受时间、地域、环境、距离等因素限制^[9],用户可随时轻松安装该系统,操作方便灵活。

客户端功能框图如图 3 所示。客户端主要分为数据监测模块、故障状况监测模块和数据存取模块。数据监测模块可获取纵切流滚筒、滚筒转速、提升输送机转速等部位实时数据,数据监测显示采用经典三段式仪表盘式样显示,可绘制实时数据折线图,整

本系统模块设计主要包含了 15 个 Activity, 28 个XML 脚本语言,1 个 MySQLiteHelper 类^[9-10],用来创建 SQLite 数据库,以及 HttpUtils 和 TimeUtils。Activity 与 Activity 之间通过 Intent 进行通信以及变量的数据传递,每个文件的属性以及权限在全局配置文件 manifest. xml^[11-12]中定义。

4.1 数据存取模块设计

在人工故障诊断采集界面中,可将人工故障诊断原因、故障程度、初步诊断方法以及采集时间等数据存储 SQLite 数据库中,且在人工采集的数据上进行增、删、改、查等操作,不断完善采集的数据。当需要将采集的故障信息上传至服务器时,在 SQLite 数据库的故障采集数据上传成功后,可通过全选方式

将本地暂存的数据全部清空,以避免造成数据重复。参数设置模块可设置各工作部件的额定参数,便于设计数据监测界面三段式仪表盘红色警戒等数值的设置,同样可进行增、删、改、查等操作。故障信息采集和参数信息分别如图 4、5 所示。



图 4 故障信息采集
Fig.4 Fault information collection



图 5 参数信息
Fig.5 Parameter information

4.2 客户端通信设计

客户端通信设计包括故障状况监测模块和数据监测模块。云平台与客户端通信采用 SOCKET 通信方式^[13-14],利用云平台的 IP 地址和端口号创建新的 socket 连接,通过该端口向云平台发送连接请求。若连接成功,再通过具体的项目或设备 ID 号和 APIkey 获取数据并通过植入物联网平台提供的官方 AndroidSDK 完成数据监测以及故障状况监测界面的设计。值得注意的是在执行通信程序时在配置文件 manifest.xml 中要声明 <uses-permission android:name = “android.permission. INTERNET”/> 权限,否则无法使用。另外由于 Android 4.0 以后,Android 不支持在 UI 线程中加入网络访问等有可能造成延时的线程,所以在编写线程连接时需要用到 Handle 的 message 来进行线程通信。客户端数据监测和故障状况监测界面如图 6、7 所示,图 6 中输送槽和切流滚筒转速过快时,数据监测界面上输送槽和切流滚筒的指针和文字变红提醒。同时图 7 故障状况监测界面上输送槽和切流滚筒表盘上指针和数字为 1,提示进入预警状态。

5 系统试验与分析

将基于 C8051F020 的数据采集与故障诊断系



图 6 数据监测界面
Fig.6 Data monitoring interface

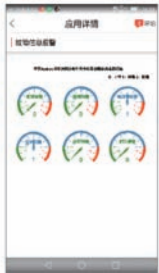


图 7 故障状况监测界面
Fig.7 Fault condition monitoring interface

统与联合收获机智能控制模拟试验台连接,进行信息采集、传输、显示及储存等试验,数据采集与故障诊断系统能迅速响应并显示各转速,数据采集显示如图 8 所示。采集的数据通过 SIM900A 模块发送至云平台,经客户端请求获取云平台数据,云平台 and 客户端数据显示如图 9 所示。经分析,因 GPRS 覆盖范围广、信号好、传输数据量小,故系统延时小,客户端能正常接收实时数据。表 3 为试验台模拟收获机从启动状态到正常工作状态过程中选取的 10 组系统记录的各个监测点数据。



图 8 数据采集显示
Fig.8 Data acquisition and display

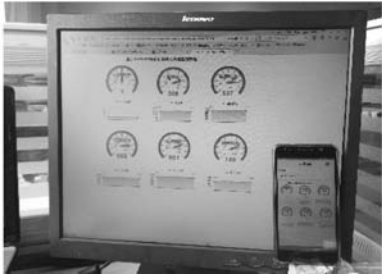


图 9 远程数据显示
Fig.9 Long-range data show

表 3 系统试验记录

Tab.3 System experimental record

参数	记录编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
割台输送器转速/($r\cdot\min^{-1}$)	150	149	155	154	158	144	146	152	157	156
切流滚筒转速/($r\cdot\min^{-1}$)	640	632	641	638	658	642	639	640	630	637
提升输送器转速/($r\cdot\min^{-1}$)	540	542	543	539	521	532	539	542	522	549
纵轴流滚筒转速/($r\cdot\min^{-1}$)	910	916	903	913	905	900	909	904	901	907
输送槽转速/($r\cdot\min^{-1}$)	300	298	312	302	300	305	301	306	306	310
前进速度/($m\cdot s^{-1}$)	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4

6 结束语

本文设计的基于物联网 Android 手机的联合收获机主要部件工况信息监测系统,能够远程监测联合收获机主要工作部件如滚筒转速、输送器转速、前进速度等关键信息,以及接收采用基于目标信号瞬时变化趋势的故障诊断方法实现的故障预警、报警信号,且具有安装、携带、运行方便,操作简单,数据传输速度快,信息处理多样化等特点。同时利用第

三方免费物联网开发平台作为云服务器,使系统开发周期大大缩短及稳定性显著提高。试验数据表明:数据接收延时在 2s 内,数据丢失率控制在 5% 以内,报警及时、正确,满足联合收获机户外工作远程信息采集与故障监测要求。最后利用手机的易携性以及手机系统自身 SQLite 数据库平台方便实现实地采集联合收获机故障信息,为后期更好地故障诊断以及研究故障解决方案提供了技术支持。

参 考 文 献

1 张认成,桑正中,张际先. 联合收割机自动控制研究现状与展望[J]. 江苏理工大学学报,1998,19(2):11-16.
ZHANG Rencheng, SANG Zhengzhong, ZHANG Jixian. State of art and prospect on combine automatic control[J]. Journal of Jiangsu University of Science and Technology,1998,19(2):11-16. (in Chinese)

2 谢蓓. 基于 CAN 总线的联合收割机工作状态智能化监测系统研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.

3 陈进,季圆圆,李耀明. 基于 PLC 和触摸屏的联合收割机监控系统[J]. 仪器技术与传感器,2014(7):78-81.
CHEN Jin, JI Yuanyuan, LI Yaoming. Combine harvester monitoring system based on PLC and touch screen [J]. Instrument Technique and Sensor,2014(7):78-81. (in Chinese)

4 陈进,杨广静,徐凯,等. 基于 ARM 的联合收割机远程监测系统设计[J]. 电子科技,2016(1):131-135.
CHEN Jin, YANG Guangjing, XU Kai, et al. Combine remote monitoring system design based on ARM [J]. Electronic Science and Technology,2016(1):131-135. (in Chinese)

5 尚明华,秦磊磊,王风云,等. 基于 Android 智能手机的小麦生产风险信息采集系统[J]. 农业工程学报,2011,27(5):178-182.
SHANG Minghua, QIN Leilei, WANG Fengyun, et al. Information collection system of wheat production risk based on Android smartphone[J]. Transactions of the CSAE,2011,27(5):178-182. (in Chinese)

6 王希波,彭海勇,邓康耀. 基于数据采集卡的转速测量方法及实现[J]. 农业机械学报,2007,38(2):72-75.
WANG Xibo, PENG Haiyong, DENG Kangyao. Method and implement of measuring the revolution speed with data acquisition card [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(2):72-75. (in Chinese)

7 陈进,吕世杰,李耀明,等. 基于 PLC 的联合收获机作业流程故障诊断方法研究[J]. 农业机械学报,2011(增刊):112-116.
CHEN Jin, LÜ Shijie, LI Yaoming, et al. Fault diagnosis of combine harvester based on PLC[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011,42(Supp.):112-116. (in Chinese)

8 李慧,刘星桥,李景,等. 基于物联网 Android 平台的水产养殖远程监控系统[J]. 农业工程学报,2013,29(13):175-181.
LI Hui, LIU Xingqiao, LI Jing, et al. Aquiculture remote monitoring system based on IOT Android platform[J]. Transactions of the CSAE, 2013,29(13):175-181. (in Chinese)

9 公磊,周聪. 基于 Android 的移动终端应用程序开发与研究[J]. 计算机与现代化,2008(8):86-89.
GONG Lei,ZHOU Cong. Development and research of mobile phone termination application based on Android[J]. Computer and Modernization, 2008(8):86-89. (in Chinese)

10 LIN Chengmin, LIN Jhy-Horng, DOW Chyi-Ren, et al. Benchmark dalvik and native code for Android system[C]//2011 Second International Conference on Innovations in Bio-inspired Computing and Applications(IBICA),2011:320-323.

11 SON Ki-Cheol, LEE Jong-Yeo. The method of Android application speed up by using NDK[C]//2012 International Conference on Awareness Science and Technology(ICAST),2011:382-385.

12 高峰,毕经平,郭景峰,等. 汽车状态感知系统的 Android 客户端[J]. 清华大学学报:自然科学版,2011,51(增刊1):1393-1396.
GAO Feng, BI Jingping, GUO Jingfeng, et al. Android client for vehicle state-aware system[J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 2011,51(Supp. 1):1393-1396. (in Chinese)

13 E2Ecloud 工作室. 深入浅出 Google Android[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.

14 韩超,梁泉. Android 系统原理及开发要点详解[M]. 北京:电子工业出版社,2009.