

小麦产量实时测报系统^①

汪 强¹, 郑 光¹, 马新明^{1,2}, 席 磊¹

¹(河南农业大学 信息与管理科学学院, 郑州 450002)

²(河南农业大学 农学院, 郑州 450002)

摘 要: 针对当前河南地区小麦产量估测信息滞后问题, 集成传感技术、GPS 和无线通信技术, 对接农机收获装备, 构建基于多传感器技术的小麦产量测报信息服务系统, 实现小麦收割与产量测报同步进行. 系统的应用实验于 2015 年 6 月在许昌市长葛县 800 亩试验田进行, 实验结果表明, 系统的产量测报误差小于 5%, 可以满足小麦产量测报的实际需求. 系统的推广应用为河南及全国的小麦产量测报提供数据参考, 为获知农田信息的时空差异性提供数据支撑, 为实施“精细农作”提供决策依据.

关键词: 传感器技术; GPRS 通信; 小麦; 产量测报; 测报系统

The Real-Time Wheat Yield Measuring System

WANG Qiang¹, ZHENG Guang¹, MA Xin-Ming^{1,2}, XI Lei¹

¹(College of Information & Management Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

²(College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To solve the problem of the wheat yield estimation information lagging in current Henan province area, with the tech of integrating the sensor, GPS and wireless communication, docking the agricultural machinery equipment, the wheat yield measuring and information service system is built that is based on the multi-sensor technology to realize the simultaneous wheat yield measuring with the wheat harvest. The system application experiment has been carried out in the 800-mu experimental field in Changge county, Xuchang City in June 2015. The experimental results show that the measurement error of this system is less than 5% and could satisfy the actual demand of the real-time wheat yield measuring. The popularization and application of the system would provide the data reference for the wheat yield measuring in Henan province. Moreover, it also could provide data support for the obtaining of the spatio-temporal difference of the farmland information and offer the decision basis for the implementation of “precision agriculture”.

Key words: sensor technology; GPRS communication; wheat; yield measuring; measuring system

作物产量是精准农业中需要获取的重要信息之一, 它集中反映了农田地形结构、土壤特性、气象因素、灌溉情况、肥料利用率和虫草侵害等因素对产率的影响, 实时获取的产量信息和产量图是“精细农作”中不可缺少的信息^[1]. 而在谷物联合收割机上安装产量计量系统是实现此环节的关键部分, 谷物联合收割机产量计量系统在田间作业过程中, 利用 GPS 定位系统确定收割机的位置, 根据收割机的速度、割幅和谷物籽

粒的流量可测出各小区地块的产量, 绘出产量分布图^[2,3]. 胡均万等^[4]设计了双板冲量式谷物流量传感器, 利用电路差分的方法使测产误差降到 5%; 陈树人等^[5]开展的冲击式流量传感器性能试验, 田间水稻测产精度误差小于 3.8%, 但当谷物流量大于 2 kg/s 时, 测量误差会增大; 王志全等^[6]采用软件滤波、电路抗干扰设计等方法消除振动干扰, 动态测量误差可达到±5%以内; 王薄等^[7]开发了以 ARM7 为核心的单板冲击式

① 基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2014BAD10B06); 河南省现代农业产业技术体系项目(S2010-01-G04); 河南省高等学校重点科研项目计划(16A520056)

收稿时间: 2016-06-01; 收到修改稿时间: 2016-06-30 [doi: 10.15888/j.cnki.csa.005606]

谷物产量监测系统,取得了较高精度的研究成果.此外,张小超、朱聪玲等^[8-14]人也开展了测产传感器以及振动对测产系统影响等方面的研究,并取得了一定的研究成果.国外 Ag Leader、Micro Track、CASE IH 等公司的联合收获机上已经安装了配套的测产系统,目前国内还没有成熟的测产系统产品,一些高校及科研院所对国外产品进行了研究和改进,研发了一些低成本的测产系统.

据统计,目前美国大约有一半的玉米和大豆产区使用带有测产系统的联合收获机进行收获^[15,16],逐步实现了产业化.国外主流机型一般割幅较宽,地块距离长,可以保证测产系统在稳定的状态下工作.国内相关研究的进展主要包括设备引进、消化吸收进而实现自主创新.中国农业大学精细农业研究中心先后开展了基于 γ 射线式和冲击式产量监测技术的研究,并取得了一定的成果^[17,18].

针对当前河南地区小麦产量估测信息滞后等问题,集成传感技术、GPS 和无线通信技术,对接农机收获装备,构建基于多传感器技术的小麦产量测报信息服务系统,实现小麦收割与产量测报同步进行,有效提高小麦收获效率及区域化小麦产量数据测报能力.通过实时获取小麦产量分布信息,建立农田产量空间分布图,为获知农田信息的时空差异性提供数据支撑,为实施“精细农作”提供决策依据.

1 系统构成

系统主要由数据采集模块、数据处理模块、监控终端三部分组成.通过小麦产量计量传感器监测产量,同时通过速度传感器、割台高度传感器获取其它所需数据,这些传感器信号通过数据采集模块以 CAN 总线通讯的方式传送到数据处理模块.数据处理模块对数据进行计算和处理,并由 GPRS 通过物联网传送到监控终端,在监控终端显示出所给定的作业参数,为收割机使用者或分析人员提供参考.监控终端通过小麦产量实时测报系统对小麦收割过程中的作业信息进行实时监控和管理.系统结构示意图如图 1 所示.

1.1 数据采集模块

数据采集模块包括数据采集芯片及所需的传感器,其中数据采集芯片包括:电源转换电路、传感器信号采集电路、时钟复位电路和 CAN 总线通讯电路等,实现速度、产量、湿度等数据参数的采集,及 CAN 总线

通讯、中断处理等功能.传感器包括产量传感器、速度传感器、割台高度传感器等,实时采集初始数据,并传送到数据采集芯片待处理.数据采集芯片对实时采集的各传感器电信号进行初步处理,并通过 CAN 总线通信方式,将所采集的数据传送到数据处理模块的产量测报系统软件进行后期处理,并在监视器中显示最终的结果.

数据采集芯片采用以 Atmel 公司生产的 AT90CAN128 为主控制芯片设计,利用芯片中的 ADC 接口实时接收各传感器发来的电信号.产量传感器选用杭州西勒称重科技有限公司的量为 0~6kg 的悬臂梁式压力传感器 XL-1B,速度传感器采用基于多普勒测速方法的霍尔传感器.

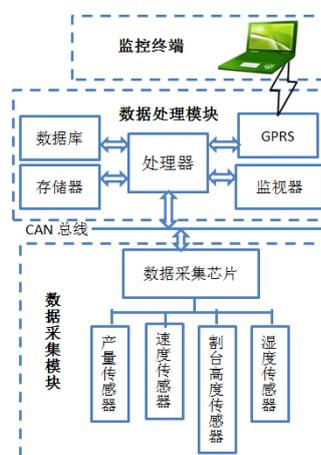


图 1 系统结构示意图

1.2 数据处理与终端显示

数据处理模块主要负责对数据采集模块传送过来的数据进行运算和处理,其硬件主要包括处理器、存储器、监视器及 GPRS 通信芯片.处理器通过产量测报系统软件的所设计的算法对数据采集模块传送过来的数据进行处理和运算,并把结果存储在存储器中,同时把需要检测的数据在监视器中显示.GPRS 通过物联网实现与远程监控终端链接,实现在远端实时监控和管理产量测报系统的各种操作.

2 产量测报软件系统设计

2.1 软件系统总体设计

按照软件工程的设计原则,对系统进行了整体的规划与设计,选择 windows 操作系统作为系统的运行平台,选择 VS2010 作为系统开发工具,Access 数据库

作为系统数据库, C++语言作为系统开发语言, 对系统软件功能进行设计及实现. 根据产量测报的系统功能需求, 软件需要实现以下功能: 数据存储、实时显示、参数标定、收割信息管理、传感器状态检测等功能. 系统总体功能结构如图2所示.

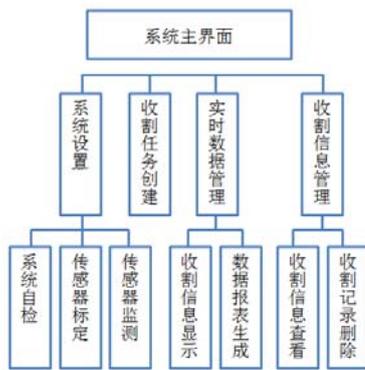


图2 系统总体功能框架图

2.2 系统控制程序设计

系统控制程序主要用于完成系统数据参数的初始化、CAN 数据解析、GPRS 数据实时发送及系统的操作控制工作. 系统开启后首先激活系统启动程序, 系统启动程序会初始化 Access 数据库的 COM 组件, 同时尝试连接 Access 数据库; 然后会通过 CAN 设备文件中的函数寻找 CAN 设备路径, 如果找到 CAN 设备则直接打开, 打开后会启动设备的接收线程; 然后系统会根据设定好的参数对 GPRS 设备进行拨号连接, 连接成功后读取 IP 地址向目标服务器实时发送产量数据. 系统启动后, 进入系统主界面, 在主界面中实现系统的各种功能操作.

2.3 实时数据显示设计

实时数据显示功能主要实现收割机的收割速度、已收割面积、地块名称、及产量等重要信息在监视器中实时显示出来, 为作业人员实时提供可靠的各种收割信息. 在实时数据显示程序中, 计时器每隔一秒刷新一次系统时间, 同时将原始产量数据写入根目录下的 TXT 文件中, 另一计时器每隔 500 毫秒更新一次系统控件数据. 操作人员可以根据需要将数据存入 ACCESS 数据库中.

2.4 收割信息管理功能设计

收割信息主要包括收割区域名称、收割总面积、收割总产量、收割时间等重要的历史数据信息. 系统在收割过程中会将收割信息存入数据库, 以便在用户

需要的时候进行查看和使用, 用户也可根据需要对数据进行删除. 当用户进行数据操作时, 系统会对操作界面中的控件进行初始化, 同时尝试连接数据库, 连接成功后会读取数据表中的收割记录中的各字段信息, 然后加载在操作界面中的数据控件中. 用户也可根据需要删除不需要的历史收割信息数据记录.

3 系统应用与实验

在完成了产量测报系统硬件和软件设计的基础上, 对系统进行实地应用的各项实验. 开展了传感器性能验证实验、产量测报系统标定实验、产量测报系统精度验证等试验, 并对测报精度和误差进行了分析. 结果表明, 产量测报系统误差小于 5%, 可以满足产量测报的实际需要.

应用实验于 2015 年 6 月在许昌市长葛县 800 亩试验田进行. 在福田雷沃谷神 GE25 型联合收割机平台上安装产量测报系统. 系统从联合收割机上的一个车载蓄电池获得 12V 电压, 并通过一个 12V 转 5V 的 DC-DC 模块, 将 12V 转换成 5V 电压, 为系统上的芯片及各模块正常工作提供电源. 系统安装如图 3—图 7 所示.



图3 雷沃谷神 GE25 型联合收割机



图4 系统操作平台



图 5 数据采集芯片



图 6 冲击式流量传感器

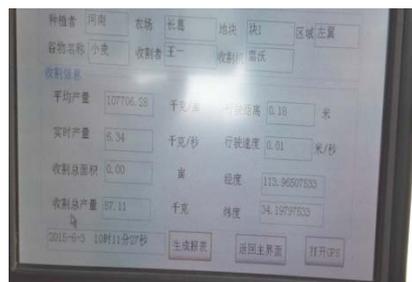


图 7 产量测报结果

在实验中,共收割小麦 1.43 亩,并分别在实际收割 0.51 亩、0.81 亩、1.12 亩、1.43 亩时,对测报面积、测报产量、实测产量等数据进行了记录.在实际收割 0.51 亩时,对系统进行了标定,标定系数=实际小麦产量/显示产量,此次标定系数为 1.17,其后的测报数据按照此标定系数进行测报,其结果如表 1 所示,我们可以看出测报数据和实测数据误差均在 5%以下,说明测报的准确率较高.

表 1 产量测报试验数据记录

测报面积(亩)	实际面积(亩)	测报产量(公斤)	实测产量(公斤)	测报误差(%)
0.83	0.81	471.78	456.26	-3.40
1.13	1.12	694.23	669.36	-3.72
1.45	1.43	872.29	837.48	-4.16

根据所得到的数据,对测报产量和实测产量进行对比分析,其结果如图 8 所示.由图 9 可以看出,实测产量和测报产量之间的线性关系良好,而且斜率为 0.952,截距为 7.49,相关系数为 1,说明测报的准确率较高,误差较小.

同时,在田间收割的过程中,利用 GPS 定位系统确定收割机的位置,根据收割机的速度、割幅和小麦籽粒的流量计算出各小区地块的产量,根据所测得的面积及产量在系统中生成了各小区地块的亩产分布图,如图 9 所示.

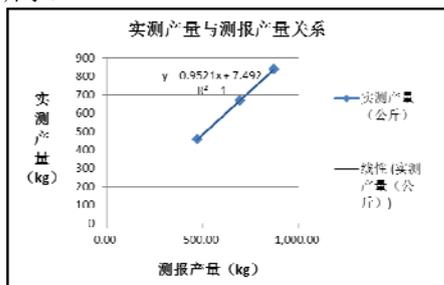


图 8 实测产量与测报产量关系

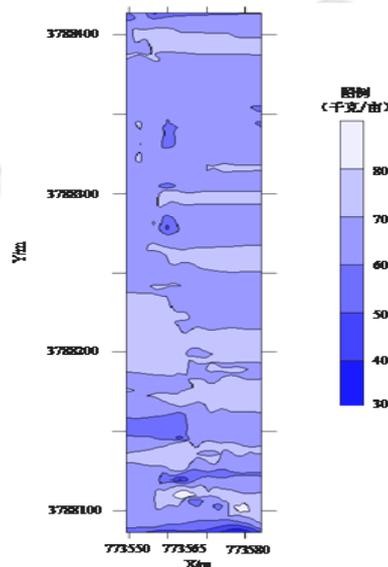


图 9 亩产分布图

4 结论

作物产量是精准农业中需要获取的重要信息之一.

国外的谷物产量测报系统应用较为广泛,一般采用在联合收获机上安装配套的测产系统。目前国内一些高校及科研院所对国外产品进行了研究和改进,研发了一些低成本的测产系统,但还没有成熟的测产系统产品在国内广泛应用。

针对当前河南地区小麦产量估测信息滞后等问题,集成传感技术、GPS和无线通信技术,对接农机收获装备,构建基于多传感器技术的小麦产量测报信息服务系统,实现小麦收割与产量测报同步进行。2015年6月,在许昌市长葛县800亩试验田对系统进行应用实验,其测报误差均低于5%,达到了推广应用的要求。

系统实现了在收割过程中对产量测报、面积测报、亩产分布等数据的实时测报功能,为河南及全国的小麦产量的测报提供了数据参考,为获知农田信息的时空差异性提供数据支撑,为实施“精细农作”提供决策依据。

参考文献

- 1 郝磊斌.压电式谷物质量流量传感器仿真及试验研究[学位论文].镇江:江苏大学,2010.
- 2 汪懋华.“精细农作”的主要支持技术五.农业机械,1999,(7):22-24.
- 3 邓华.精准农业产量图分析方法研究与系统设计[学位论文].南京:南京信息工程大学,2005.
- 4 胡均万,罗锡文,阮欢,等.双板差分冲量式谷物流量传感器设计.农业机械学报,2009,40(4):69-72.
- 5 陈树人,杨洪博,李耀明,等.双板差分冲量式谷物流量传感器性能试验.农业机械学报,2010,41(8):171-174.
- 6 王志全,杨方,欧阳斌林,等.联合收割机实时测产系统的抗振动干扰设计.东北农业大学学报,2011,42(2):38-42.
- 7 王薄,李民赞,张成龙,等.冲击式谷物流量传感器设计与性能试验.农业机械学报,2009,40(增刊1):52-56.
- 8 张小超,胡小安,张爱国,等.基于称重法的联合收获机测产方法.农业工程学报,2010,26(3):125-129.
- 9 张小超,胡小安,张银桥,等.联合收获机粮食产量分布信息获取技术.农业机械学报,2009,40(增刊1):173-176.
- 10 姜国微,邱白晶,解金键,等.谷物质量流量测量装置的设计与试验.农机化研究,2012(3):155-158.
- 11 朱聪玲,程志胜,王洪源,等.联合收获机割台振动问题研究.农业机械学报,2004,35(4):59-61,65.
- 12 高建民,李扬波,郝磊斌,等.压电式谷物质量流量传感器设计及试验.江苏大学学报,2011,32(2):129-133.
- 13 谭玉芳.联合收割机测产系统振动信号的抑制研究[学位论文].哈尔滨:东北农业大学,2010.
- 14 孙志强.精准农业智能测产系统关键技术及仪器的研究[学位论文].上海:上海交通大学,2003.
- 15 蒲明辉,吴江.基于ADAMS的甘蔗柔性体模型建模研究.系统仿真学报,2009,21(7):1930-1932.
- 16 高梦祥,郭康权,杨中平,等.玉米秸秆的力学特性测试研究.农业机械学报,2003,34(4):114-118.
- 17 张彦河.玉米秸秆破碎力学特性的研究.黑龙江八一农垦大学学报,2003,15(4):43-45.
- 18 张道林,刁培松,张士新,等.基于ADAMS玉米收获机关键机构的三维动态仿真农业装备与车辆工程,2007,(10):35-37.