

基于 DSP 蔬菜大棚环境远程监测系统的研究

朱高中

(渭南师范学院 数理学院, 陕西 渭南 714099)

摘要:设计了一种基于数字信号处理器 (DSP) 和 WiFi 技术相结合的大棚温室环境远程检测系统。该系统以 TMS320LF2407 为控制核心芯片, 基于 WiFi 技术进行通信, 实现了多路环境监测的功能。系统主要由传感器采集模块、DSP 信号处理模块、WiFi 通信模块和 PC 等组成, 通过各种类型的传感器将采集到的数据传给 DSP 控制器进行阈值的判断, 并将监测的数据通过 WiFi 和无线传输网络传送给上位机, 由上位机做出及时的处理, 实现人机交互远程控制的目的, 成功实现大棚环境远程监测的研究。实验结果表明, 该大棚环境监测系统性能稳定可靠、数据精确, 具有良好的应用价值和推广前景。

关键词:监控; 温湿度; 光照强度; 无线传输网络

中图分类号: TP302

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2016)08-0187-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.08.040

Research on Remote Monitoring System of Vegetable Greenhouse Environment Based on DSP

ZHU Gao-zhong

(School of Physics and Electrical Engineering, Weinan Normal University,
Weinan 714099, China)

Abstract: A remote detection system of greenhouse environment based on DSP and WiFi is designed. It takes TMS320LF2407 as the core control chip and completes the communication based on the WiFi technology, which can realize multi-channel environment monitoring function. The system consists of sensor module, DSP module, WiFi communication module and PC and so on. Through various types of sensors, the collected data is transmitted to the DSP controller for threshold judgment, and monitoring data is transferred to the host machine through WiFi and wireless transmission network. The PC makes timely processing, achieving the purpose of man-machine interaction and remote control, successful realization of greenhouse environment remote study on monitoring. The experiment shows that the performance of greenhouse environment monitoring system is stable and reliable with accurate data, and has good application value and extension prospects.

Key words: monitoring; temperature and humidity; light intensity; wireless transmission network

0 引言

随着科学技术的发展和社会的不断进步, 现代化农业应用技术越来越受到人们的重视。就目前的农业发展而言, 温室大棚环境参数监控已成为现代农业的一个重要组成部分。

农业生产环境参数的监控主要是空气的二氧化碳含量湿度、温度以及土壤的含水量等参数, 传统的农业环境参数检测和控制方式都是采用人工管理方式, 这

种方式具有成本高、浪费人力、检测效果不理想等缺点。

为了提高农业生产效率、减少人力资源浪费, 结合现代农业特点以及城郊农户的农业需求^[1-2], 文中设计了一种价位低廉的环境参数控制系统。该系统利用传感器技术、无线发射接收技术和 DSP 技术三者结合的方式, 由上位机和下位机构成, 实现温室大棚远程自动化控制。

收稿日期: 2015-03-19

修回日期: 2015-08-21

网络出版时间: 2016-07-29

基金项目: 陕西省教育厅科学研究项目 (12JK0514); 渭南师范学院校级科研项目 (16YKP009); 渭南师范学院特色学科重大建设项目 (14TSXK07)

作者简介: 朱高中 (1980-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为信号处理、电子技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160729.1833.008.html>

1 环境监测系统的工作原理

基于 DSP 的大棚环境远程监测系统主要由现场数据采集的现场机系统、无线网络传输环节和上位机三个部分组成^[3-5]。该系统主要是由各种类型的传感器采集环境参数经 DSP 处理后,通过无线传输网络送给上位机系统,由上位机发出指令进行处理,从而实现远程监测的目的。现场机系统中的监测仪器包括测量温度、湿度、光照以及二氧化碳含量的测量仪器。其工作原理图如图 1 所示。

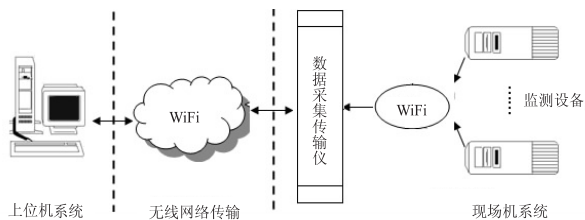


图 1 环境监测系统的工作原理图

2 系统硬件电路的设计

为了能够对植物的生长进行合理的控制,文中设计了基于 DSP 蔬菜大棚环境远程监测的控制系统^[6-7]。该系统能完成数据的采集和处理、显示、串行通信、输出控制信号等多种功能,包括数据采集、数据调理、DSP 控制中心、无线传输等。系统总体硬件电路设计框图如图 2 所示。

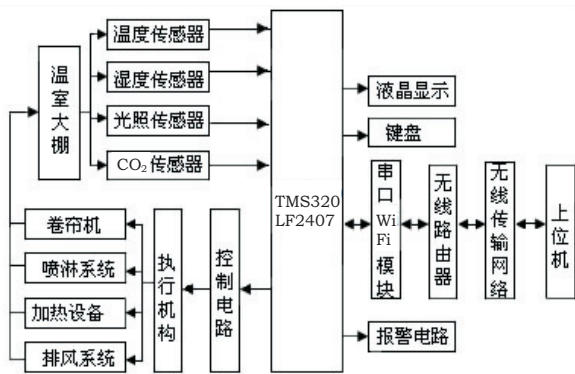


图 2 硬件总体设计结构图

从整体结构框图可以看出,该硬件电路包括温室大棚环境参数采集部分、液晶显示部分、键盘控制电路、继电器执行电路、报警电路和无线发射和接收电路等。其工作原理是首先由各种类型传感器采集环境信号送 DSP 后经无线路由器送到上位机,把传输过来的信号和预设信号阈值进行比较判断,然后由上位机发出执行命令经 DSP 控制继电器执行电路,液晶显示电路显示环境参数检测数值,环境参数阈值可以通过键盘控制电路设定。当所测环境参数值超出预设阈值时,报警电路发出报警信号^[8]。

2.1 温度检测电路

AD590 温度传感器是一种已经 IC 化的温度感测

器,它会将温度转换为电流。其规格如下:温度每增加 1℃,它会增加 1 μA 输出电流。可量测范围为 -55℃ ~ 150℃。AD590 的输出电流 $I = (273 + T) \mu A$ (T 为摄氏温度)^[9-10],根据 AD590 的特性得出温度检测电路,如图 3 所示。

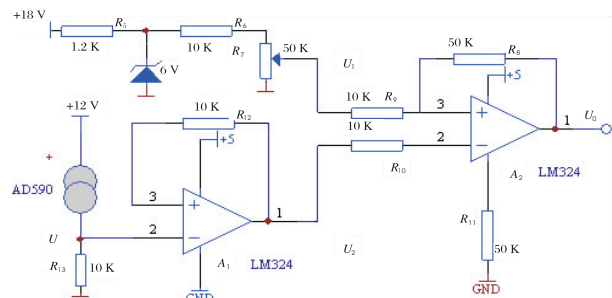


图 3 温度检测电路

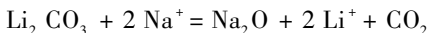
由图 3 可知,该电路包括两个运算放大器,这两个放大器所起的作用分别是跟随和放大,最终采集的信号电压和温度之间的关系式为: $V = T/20$ 。

2.2 光强检测模块

大棚作物进行光合作用与光照条件有着密切的关系,作物在白天进行光合作用,吸收二氧化碳,在黑夜作物进行有氧呼吸放出二氧化碳,在阴天光照条件很弱,作物的光合作用极其微弱,无需人工补充二氧化碳^[11]。文中采用光敏电阻来制作光强检测模块,光敏电阻对光线非常敏感,在有光和无光的状态下,其电阻变化非常大。无光时,阻值大,有光时,阻值迅速减小。在同样之电压下,照度愈强,光电流愈大,亦即电阻愈小,利用光敏电阻可以判断黑夜、白天和阴天三种状态。所以利用光敏电阻不仅经济,而且电路设计也非常简单。在设计上用 一个与光敏电阻的暗电阻(无光照条件下电阻)相等的电阻串联,检测其分压量,然后经过放大处理,送入 A/D 转换器转化为数字量送入 DSP 处理器。

2.3 二氧化碳浓度传感器

CO₂ 浓度检测电路所用的传感器是 TGS4160,该传感器将采集的浓度模拟信号送入 A/D 转换器转化为数字信号后送入 DSP 处理。TGS4160 传感器的工作原理是,当此传感器检测空气中二氧化碳气体时,就会发生化学上的电化学反应,方程式如下^[12-13]:



根据电化学反应方程式,将气体信号转换为电压信号,此电压信号方程为:

$$\text{EMF} = E_c - (RF)/2F \ln(\text{PCO}_2)$$

其中, E_c 为常数; PCO_2 为 CO₂ 分压部分; R 为气体常数; F 为法拉第常数。

将对应的绝对电势值转换到传感器两极之间变化的电势值,然后再放大。可以采用 2 级运算放大电路

实现^[14]。

2.4 执行机构电路

该系统通过 DSP 控制固态继电器来执行对喷淋、加热器、风扇开关以及二氧化碳容器电磁阀等的控制。执行电路图如图 4 所示。

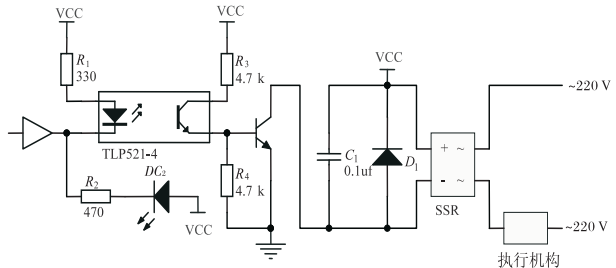


图 4 执行机构电路

其具体的工作过程如下:当 DSP 控制引脚输出低电平信号时,经驱动器加到光电耦合器的输入端,当光耦合器的电压超过 3 V 时,就会产生光电信号,光电转换为电信号后执行喷淋、加热器、风扇开关以及二氧化碳容器电磁阀等的控制。执行控制电路工作后,当 DSP 检测到环境参数已经在期望值的范围内时,DSP 就发出高电平信号,停止执行相关机构的运行。

2.5 基于 WiFi 技术的无线传输模块

无线传输网络承担了整个系统的数据流通工作。文中设计采用基于 WiFi 技术的无线传输网络,WiFi 技术具备传输速率高、传输距离远、覆盖范围广等特点。在该设计中,考虑了设计范围,所以只需建立一个 WiFi 热点就可以达到设计要求。在此无线传输系统模块中,上位机的作用是对接收的数据进行汇总,然后根据所设阈值进行分析,并根据分析的结果进行处理。当上位机收到数据不在预设阈值范围内时,上位机就会向现场机发送不同执行命令,从而实现对现场机的远程控制作用。另外上位机系统还建有一个完整的数据管理系统,可以随机调用不同时刻的检测信号,做到实时检测环境参数的目的。

3 系统软件的设计

3.1 系统主程序的设计

系统主程序流程图如图 5 所示。该系统控制核心是 DSP TMS320LF2407,从图中可以看出整个系统软件由三大部分组成:

- (1)数据的采集软件,包括系统的初始化、数据的采集和数据存储。
- (2)信号处理和软件,包括信号比较分析,决策控制信息传输。
- (3)问题的解决处理,通过比较对超过阈值的参数进行调节。

其工作原理是:系统上电后,首先进行初始化,然

后数字信号处理器进入监控工作状态,如果在没有外部控制信息输入信号的情况下,监控系统会自动调节温室大棚各种环境参数,通过和所设置的上下限阈值对比判断是否超出阈值,对超出阈值的参数进行报警并及时处理。

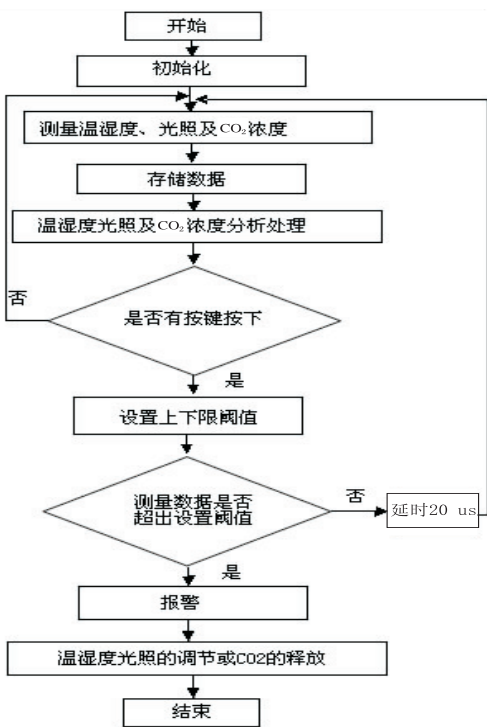


图 5 系统的主程序流程图

3.2 现场数据传输的具体过程

现场数据监测部分主要是对上位机所发出的消息进行分析,并根据现场控制网络进行数据传输,生成仪器可以识别的消息帧,并发送给仪器。现场机在读取多个仪器的数据时,按照各种类型传感器采集的数据逐一进行扫描直至全部数据扫描完成,然后再进行下一轮的扫描,直到完成所有的参数指令。图 6 为现场机数据通信的流程图。

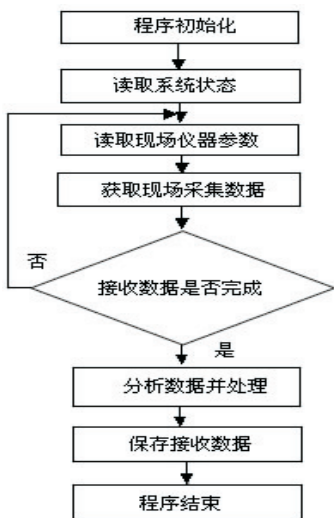


图 6 现场数据传输流程图

4 结束语

大棚环境监测系统设计将 WiFi 和 DSP 两者相结合的方法应用于大棚环境监测系统。系统以 PC 机为上位机、TMS320LF2407 DSP 为下位机完成对测试数据的各种功能处理。文中对系统硬件进行了设计,给出 TMS320LF2407 为控制中心的环境监测系统电路,该系统监测包括温湿度监测、光照强度监测及 CO₂ 浓度监测,通过将温湿度传感器、光照传感器及 CO₂ 浓度采集数据信息送入到 DSP 中心处理器与所设上下限值进行监测处理,并将监测的数据通过 WiFi 和无线传输网络传送给上位机,由上位机做出及时处理。经过电路的测试和软件调试表明,该系统的硬件结构简单、测量精度高,自动化、智能化较好,能够实现大棚环境的远程监测。

参考文献:

- [1] 卢丽君. 基于 TLC1543 的单片机多路采样监测系统的设计[J]. 仪器仪表与分析监测, 2007(4): 5-6.
- [2] 刘丰年. 气体传感器测试系统[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2003.
- [3] McCammon K. Alcohol-related motor vehicle crashes: deterrence and intervention[J]. Annals of Emergency Medicine, 2001, 38(14): 415-422.
- [4] Dass M, Cannady J, Walter D. Potter: LIDS learning intrusion detection system[C]//Proc of FLAIRS. [s. l.]: [s. n.], 2003: 12-16.
- [5] 梁发强, 曾志专, 梁辛征. 现代温室的单片机控制系统[J].

(上接第 186 页)

- 科学, 2014, 41(1): 22-30.
- [2] Labrinidis A, Jagadish H V. Challenges and opportunities with big data[J]. Proceedings of the VLDB Endowment, 2012, 5(12): 2032-2033.
- [3] 黄慧群, 何敏, 兰巨龙. 基于布鲁姆过滤器的未决兴趣表查找方法研究[J]. 信息工程大学学报, 2015, 16(1): 84-89.
- [4] 张星煜, 张 建, 辛明军. 相似性-局部性方法相关参数分析[J]. 计算机技术与发展, 2014, 24(11): 47-50.
- [5] Gong Q, Yang T, Tong H, et al. Reducing the number of Bloom filters[C]//Proc of international conference on progress in informatics and computing. [s. l.]: IEEE, 2014.
- [6] Guo D, Wu J, Chen H, et al. The dynamic Bloom filters[J]. IEEE Transactions on Knowledge & Data Engineering, 2010, 22(1): 120-133.
- [7] Tang S, Jin A, Wang Y. A comment on "fast bloom filters and their generalization"[J]. Molecular Medicine, 2016, 13(3-4): 303-304.
- [8] Saravanan K, Senthilkumar A, Chacko P. Modified whirlpool

湖南工业大学学报, 2007, 21(6): 64-66.

- [6] 裴清华. 基于 AT89C51 单片机的蔬菜大棚控制系统[J]. 计算机与现代化, 2010(1): 4-6.
- [7] 钟晓伟, 宋蛰存. 基于单片机的实验室温湿度控制系统设计[J]. 林业机械与木工设备, 2010, 38(1): 39-42.
- [8] Morais R, Fernandes M A, Matos S G, et al. A ZigBee multi-powered wireless acquisition device for remote sensing application in precision agriculture[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 62: 94-106.
- [9] 刘媛媛, 朱 路, 黄德昌. 基于 GPRS 与无线传感器网络的农田环境监测系统设计[J]. 农机化研究, 2013, 35(7): 229-232.
- [10] 孟志军, 赵春江, 王 秀, 等. 基于 GPS 的农田多源信息采集系统的研究与开发[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 13-18.
- [11] Chen Yunxia, Chuah Chen-nee, Zhao Qing. Network configuration for optimal utilization efficiency of wireless sensor networks[J]. Computer Networks, 2002, 38(4): 393-422.
- [12] Hossain A, Radhika T, Chakrabarti S, et al. An approach to increase the lifetime of a linear array of wireless sensor nodes[J]. International Journal of Wireless Information Networks, 2008, 15(2): 72-81.
- [13] Leea W S, Alchanatis V, Yang C, et al. Sensing technologies for precision specialty crop production[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2010, 74(1): 2-33.
- [14] Cihan S, Emine D B. Development of remote control and monitoring of web-based distributed OPC system[J]. Computer Standards & Interfaces, 2009, 31(5): 984-993.

hash based bloom filter for networking and security applications[C]//Proc of 2nd international conference on devices, circuits and systems. [s. l.]: IEEE, 2014.

- [9] Xia W, Jiang H, Feng D, et al. Similarity and locality based indexing for high performance data deduplication[J]. IEEE Transactions on Computers, 2015, 64(4): 1162-1176.
- [10] 王国华. 高效重复数据删除技术研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- [11] Kim M, Oh K H, Youn H Y, et al. Enhanced dual Bloom filter based on SSD for efficient directory parsing in cloud storage system[C]//Proc of international conference on computing, networking and communications. [s. l.]: IEEE, 2015: 413-417.
- [12] Rottenstreich O, Keslassy I. The Bloom paradox: when not to use a Bloom filter[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2015, 23(3): 703-716.
- [13] Antikainen M, Aura T, Särelä M. Denial-of-service attacks in bloom-filter-based forwarding[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2014, 22(5): 1463-1476.