

基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统

杨卫东 邓冠群 张国平 徐洪波 葛 镜

(华中师范大学物理科学与技术学院 武汉 430079)

摘 要: 针对目前库房安全中存在的实时性差、处理速度慢、传输距离短、设备成本高和不能组成监控网络等问题,设计了一种基于 STM32F103ZET6 微处理器的远程安全控制系统。STM32 单片机获取现场的温湿度、二氧化碳、臭氧和烟雾等工作数据后通过 Internet 主动连接远程 Web 服务器并上传数据,在远端通过互联网访问 Web 服务器可以获取现场数据并对库房进行远程可靠控制。当发生火灾或者库房安全指数(温湿度等)不正常时,单片机向 Web 服务器发出警报,服务器会将警报转发给客户(网页或者手机 APP),并自动开启灭火设备和其他设备控制库房环境。最后经过实地测试,系统能正确、实时地采集到各个工作数据并能有效控制库房环境,充分证明了系统的可行性和稳定性。

关键词: 库房安全;STM32;Web 服务器;远程控制

中图分类号: TP368.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8040

Remote control system for the security of Building based on the STM32 microcontroller

Yang Weidong Deng Guanqun Zhang Guoping Xu Hongbo Ge Jing

(College of Physical Science and Technology in Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Aiming at the problem of bad real-time, slow processing speed, short transmission distance and the shortcoming that it cannot be composed of the monitoring net in the security of building, a remote controlling system for the security of building based on the STM32F103ZET6 microcontroller is designed. After the STM32 microcontroller achieves real-time data including temperature, humidity, CO₂, O₃ and smoke scope from the sensors, it will actively connect to the Web server through the Internet, and then, any device who can also connect to the internet could access the Web server through any browser and control the STM32. On this way, it can get the local data and achieve the reliable remote control and information exchange for the building. If there is a fire or the environment of the building is not well, the STM32 will send alarm signal to the Web server, at the same time the fire-fighting equipment and other devices will be opened to keep the building safe. After field test, the system can achieve real-time data accurately and be able to control the environment efficiently. It proves the feasibility and stability of system.

Keywords: safety of building; STM32; Web server; remote control

1 引 言

近 10 年来,随着人们的生活水平及社会现代化程度的提高,安全保障再次成为人们关注的焦点。当库房发生火灾或者遭到非法入侵以及其他不良情况时,系统应能及时检测,判断,并自动处理和完成报警功能,从而达到灭火、人员疏散及减少人员和财产损失的目的。

目前的库房安全防护系统比较落后,以 PCL(如西门子 S5 系列)为主要控制部件的安防系统占据主导地位,但功能比较简单,不具备集成化,成本也较高^[1]。以国内比较有名的海湾安全技术有限公司为例,它的库房安全控制系

统仅有火灾探测和火灾处理这 2 个功能,且成本高达上万元,并不适合小中型库房。

为此,本文设计了一种基于 STM32 单片机的智能库房安全远程控制系统,解决了功能不全和成本过高的问题,并配合其他数据探测器和远程 Web 服务器,使之具有使用范围广、操作方便、多平台兼容性等特点。

2 系统整体设计

智能库房安全控制系统主要由控制中心,数据探测模块,联动控制模块和信号传输系统组成。数据探测器

模块用于探测现场的环境数据,由多种传感器和变送器构成。联动控制模块是现场环境自动控制的执行机构,其收到控制器的控制信号后,执行相应动作。信号传输系统采用两级网络传输方式:底层数据通信采用 RS485 串口通信来完成;另一部分是远程数据通信部分,选用以太网来完成^[2]。

本系统中 STM32F103ZET6 单片机通过 SPI 接口控制以太网控制器 ENC28J60,并主动与 Web 服务器通信。底层

监控项目包括温度、湿度、二氧化碳浓度和烟雾浓度(防火),这些探测器通过 RS485 串口与监控器通信。Web 服务器将监控器的 IP 储存在数据库中,当用户通过浏览器登录服务器,将控制信息通过互联网发送到监控器,监控器收到信号后进行相应操作,可以是传感器数据采集或通过继电器控制负载进行处理,这样就实现了用户的远程控制^[3]。当不需要人工控制时,可设定系统为自动化模式,实现无人控制。图 1 为系统结构。

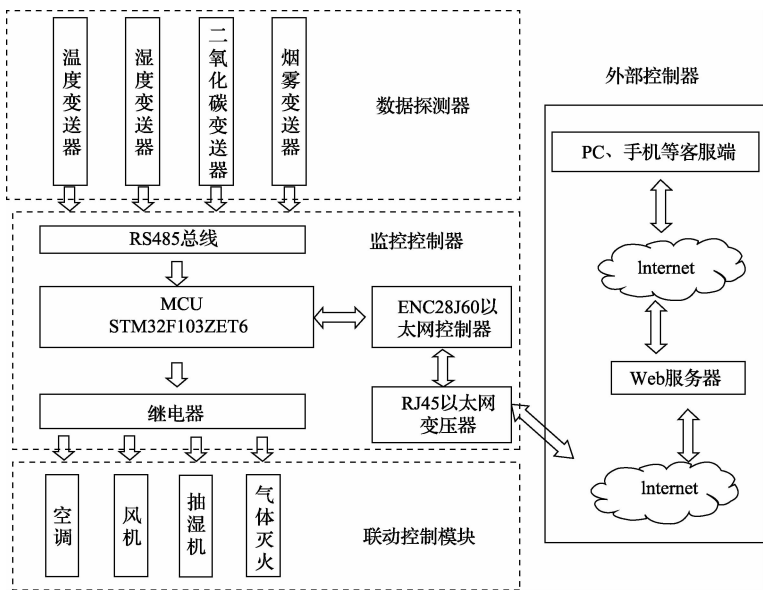


图 1 嵌入式智能库房安全监控系统结构

3 硬件设计

用户通过访问 Web 服务器发送指令到控制端来控制相应设备,同时获取指定传感器数据和负载状态。

3.1 控制器 MCU 的选择

控制器与互联网通信采用的是 TCP/IP 协议,因此必须是大容量 RAM 的 MCU。基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103ZET6 是 32 位微处理器,片上资源丰富,总共 144 个引脚,通用 I/O 口 112 个。拥有 64 KB SRAM、512 KB FLASH、8 个定时器并集成了 SPI 总线、I²C 总线、USB 外设、FSMC 接口和 5 个串行外设接口,最高频率固件库开发,不必接触底层寄存器,因而大大缩短了开发周期,降低了编程难度^[4]。

3.2 数据采集器的选择

目前数据采集器有 3 种,温湿度采集器、二氧化碳浓度采集器和烟雾浓度采集器。所有的数据采集器都自带 RS485 网络输出,通过 MODBUS 485 协议与监控器进行通信^[5]。这也是系统的一个特点:任何带 485 网络输出的数据采集器都可接入本系统。

3.3 以太网接口的设计

ENC28J60 是带有行业标准串行外设接口 SPI(serial peripheral interface)的独立以太网控制器。ENC28J60 符合 IEEE 802.3 的全部规范,采用了一系列包过滤机制以对传入数据包进行限制。它还提供了一个内部 DMA 模块,用来实现快速数据吞吐和支持硬件 IP 校验和计算。与主控制器的通信通过两个中断引脚和 SPI 实现,数据传输速率高达 10 Mb/s。两个专用的引脚用于连接 LED,进行网络活动状态指示。

STM32F103ZET6 通过自带 SPI 接口与 ENC28J60 通信,ENC28J60 再通过 TPIN+/- 与 TPOUT+/- 接口和 RJ45 变压器连接到外部网络^[6]。相关原理如图 2 所示。

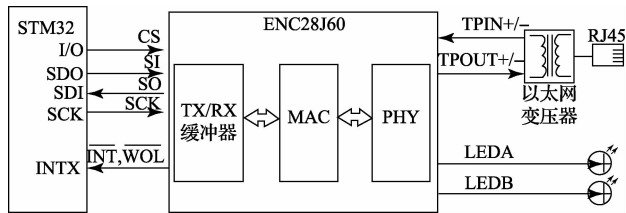


图 2 ENC28J60 以太网接口电路

4 软件设计

本系统软件设计包括单片机驱动和 Web 服务器设计。单片机驱动采用 C 语言编程,包括主程序、中断服务程序和通信程序。Web 服务器采用 PHP 和 MYSQL 语言,包括通信握手验证程序、数据处理程序和网络协议。

4.1 STM32F103ZET6 单片机软件设计

4.1.1 单片机与数据采集器通信

通信协议采用基于 RS485 的标准 MODBUS RTU(远程终端)协议^[7]。监控器控制数据采集器数据格式如表 1 所示。

表 1 监控器控制数据采集器通信协议格式

地址码	功能码	数据地址	寄存器数量	CRC16
01	03	01 8E	00 02	A5 DC

表中均为十六进制数,01 代表 1 号库房,03 代表读取数据,01 8E 为烟雾浓度值储存起始地址,00 02 为烟雾值数据位数,上述指令代表读取 1 号库房的烟雾浓度值。

当 1 号库房的烟雾传感器收到这条指令时,会采集烟雾值并向监控器做出回应。应答数据格式如表 2 所示。

表 2 数据采集器回应监控器数据格式

地址码	功能码	数据个数	数据	CRC16
01	03	00 02	01 90	E5 F6

表中均为十六进制数,01 代表 1 号库房,03 代表读取数据,00 02 代表数据有两位即高位字节 01 和低位字节 90,0X0190 的十进制数是 400,即烟雾浓度为 400×10^{-6} 。

4.1.2 单片机与 Web 服务器通信

本系统中,STM32 利用自带 SPI 口与 ENC28J60 连接,与 Web 服务器通信^[8]。网络协议采用的是基于 TCP/IP 协议的 UIP 协议栈,传输层采用 UDP(用户数据报协议)协议。单片机作为客户端,IP 地址固定。发送信息前,单片机发送 ARP 请求获取服务器 DNS 地址,实现 UDP 连接,发送 http 请求^[9]。整个通信流程如图 3 所示。

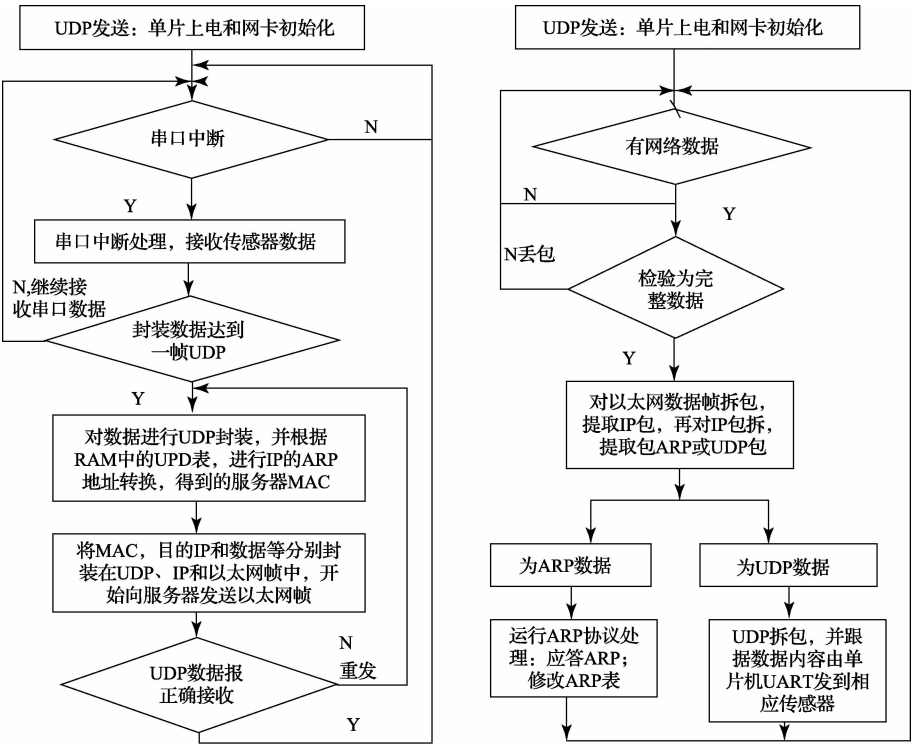


图 3 单片机与 Web 服务器 UDP 通信过程

4.2 Web 服务端设计

本系统的 Web 服务器用 PHP 和 MYSQL 语言^[10]设计。主要处理由单片机发起的连接请求及通过不同 IP 地

址区分不同设备的数据包,并提取信息和储存数据。控制界面完成对远程监控器的控制。相关流程如图 4 所示。

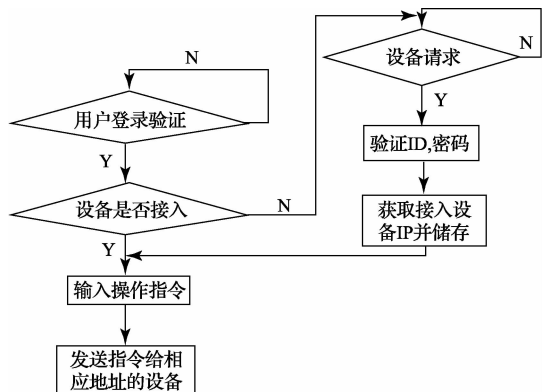


图 4 Web 服务器程序流程

5 系统测试

完成系统的软硬件设计之后,在湖北省某档案馆的两个库房安装了该系统,进行实地测试。每个库房安装一套监控器和数据采集器,包括温湿度、臭氧、二氧化碳和粉尘传感器 4 个。整个系统组建成功后,Web 服务器可以检测各个库房的工作状态,可以获得现场的传感器数据,也可以检测负载(空调,抽湿机,风机和灭火器)的工作状态。当发生火灾或者库房安全指数不正常时,监控器能通过控制相应的继电器控制负载工作,同时网页会有报警信息。

通过浏览器登录控制界面,会出现图 5 所示页面。



图 5 Web 服务器控制主界面

这里,不同设备是分开控制的,点击授权控制台,会进入相应的控制界面。图 6 展示的是灭火器的控制界面。



图 6 Web 服务器档案馆灭火器控制界面

这时,点击关闭,服务器会发送关闭灭火器指令到设备,STM32 收到指令后会做出关闭灭火器的动作,然后返回命令响应;点击获取烟雾浓度,服务器会发送获取烟雾浓度指令到设备,STM32 单片机收到指令后会通过烟雾传感器获取烟雾浓度值,再上传给服务器,并显示。点击,查询烟雾浓度,会显示历史浓度数据,如图 7 所示。其他设备如空调、风机和抽湿机等操作类似。在测试过程中发现实际数据的获取和开量量的应答会有一定的延迟,这说明网络状况会对系统产生一定影响。经测试整个系统可以正常稳定的工作,为库房安全提供了更直观地数据,也给工作人员的管理带来的便利。

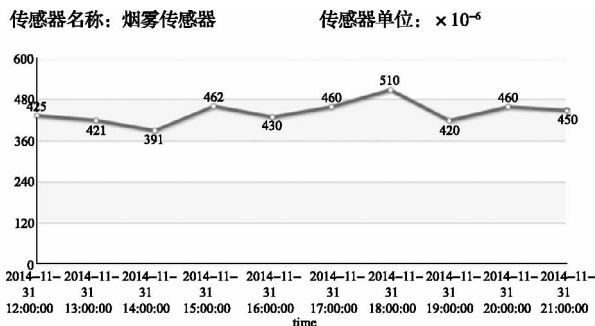


图 7 烟雾浓度历史数据查询

6 结 论

以 STM32F103ZET6 单片机为核心,用 ENC28J60 以太网模块,设计了一个简单实用的基于广域网的远程控制系统,系统具有火灾报警和处理,库房环境监控和远程控制功能。鉴定表明,各部分通信正常,监控器端,单片机每隔一定时间向服务器发送连接请求,保证单片机与 Web 服务器的可靠连接。服务器端,界面简单直观,操作方便,控制界面交互性和扩展性强。

该系统硬件简单,成本低,稳定性及可扩展性强,能有效的实现库房安全的实时控制,具有一定的实用价值。遗憾的是,由于时间仓促,视频模块未能嵌入该系统。目前该系统已经成功应用于湖北省部分档案馆。

参考文献

- [1] 陈慧萍. 油库消防控制系统问题分析及解决措施[J]. 自动化仪表, 2014, 35(12): 32-33.
- [2] 于江利, 桂垣, 杨晓晴, 等. 基于 zigbee 的智能建筑消防控制系统设计[J]. 河北建筑工程学院学报, 2014, 32(1): 124-126.
- [3] 洪霞. 基于 CH376 的 U 盘读写系统的设计与实现[J]. 民营科技, 2012 (12): 64-64.
- [4] 蔡雪佳, 周征翰, 伍郁韩. 基于 USB-Host 的大容量数据采集方案研究[J]. 电子设计工程, 2011, 19(16): 1-3.
- [5] 李萍, 单葆悦, 刘晓东, 等. USB 芯片 CH376 在智能仪器仪表中的应用[J]. 计量与测试技术, 2011, 38(2): 9-10.
- [6] 杨君. 基于单片机的嵌入式 USB 主机系统的实现[J]. 微计算机信息, 2009, 24(14): 93-94.
- [7] 郑玉章, 徐爱钧. STC15 和 CH376 的实时海量数据采集系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014, 11(2): 38-41.
- [8] 曾庆喜, 王庆, 杨英杰, 等. USB 接口 GPS 中频信号采样器研究与实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2012, 26(10): 883-888.

- [3] 应胜斌, 雷必成, 周坤, 等. 基于物联网的禽畜智能养殖监控系统的设计[J]. 电子测量技术, 2014, 37(11): 86-89.
- [4] 郑红梅, 王有杰, 陈科, 等. 塔机群无线远程安全监控系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(5): 520-527.
- [5] 张小贝, 周凤星. 基于嵌入式控制器和 RS485 的智能家居系统[J]. 电子测量技术, 2012, 35(8): 62-65.
- [6] 玉峰, 陈海军, 董兰飞. 基于 ENC28J60 的网络型数据采集器设计[J]. 橡塑技术与装备, 2014, 40(6): 51-54.
- [7] 唐建东. 基于 ModbusRTU 的变压器油微水变送器设计[J]. 电子测量技术, 2013, 36(5): 111-113.
- [8] 马桂勤, 杨英宝, 王帮峰. 电路在线维修远程监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2013, 27(1): 436-442.
- [9] 蒲天银, 饶正婵, 秦拯. 基于 UDP 的冶金烟尘密度远程 Web 监控系统[J]. 电气应用, 2013, 32(24): 32-35.
- [10] 张笑青, 吴中杰, 夏俊. 基于 PHP+MySQL 的网络互动社区平台的设计与研究[J]. 电脑知识与技术, 2014, 10(8): 1681-1691.

作者简介

杨卫东, 1989 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为嵌入式系统及应用。

E-mail: 472862133@qq.com

张国平(通讯作者), 1969 年出生, 教授, 博士生导师。主要研究方向为光电子技术、信号与信息处理等。

E-mail: w472862133@126.com

(上接第 93 页)

- [3] 洪霞. 基于 CH376 的 U 盘读写系统的设计与实现[J]. 民营科技, 2012 (12): 64-64.
- [4] 蔡雪佳, 周征翰, 伍郁韩. 基于 USB-Host 的大容量数据采集方案研究[J]. 电子设计工程, 2011, 19(16): 1-3.
- [5] 李萍, 单葆悦, 刘晓东, 等. USB 芯片 CH376 在智能仪器仪表中的应用[J]. 计量与测试技术, 2011, 38(2): 9-10.
- [6] 杨君. 基于单片机的嵌入式 USB 主机系统的实现[J]. 微计算机信息, 2009, 24(14): 93-94.
- [7] 郑玉章, 徐爱钧. STC15 和 CH376 的实时海量数据采集系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014, 11(2): 38-41.
- [9] 王芳成, 梁华为, 郜文. 嵌入式系统中 FAT32 文件系统的实现[J]. 电子测量技术, 2012, 35(9): 122-126.
- [10] 吴兴中, 欧青立. 一种 PC 与单片机多机 RS232 串口通信设计[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(1): 74-76.
- [11] 郭连平, 田书林, 蒋俊, 等. 高速数据采集系统中触发点同步技术研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2010, 24(3): 224-229.
- [12] 宋鹏飞, 王厚军, 曾浩. 高速深存储数据采集系统研究与设计[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(4): 903-912.

作者简介

储甜, 硕士研究生。主要研究方向为硬件电路接口电路的设计与研究。

E-mail: chutiansweet@126.com