

基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统设计

戴美玲

(南京审计大学 实验中心, 南京 211815)

摘要: 针对智能控制精准度不高,影响实验室科研效果的问题,设计基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统。硬件方面,设计 CMOS 微处理器与 HS1101 湿度传感器。软件方面,构建实验室智能监控系统软件架构,设计软件整体结构;设计出监控目标控制算法,提高实验室监控智能控制效果,进而实现实验室监控的精准控制。采用系统测试的方式,验证了该系统在精确度、响应速度等方面优于现有系统,可显著提升实验室管理的智能化水平。

关键词: CMOS 微处理器; 实验室; 智能监控; 控制系统

Design of laboratory monitoring intelligent control system based on CMOS microprocessor

DAI Meiling

(Experiment Center, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

【Abstract】 Aiming at the problem that the precision of intelligent control is not high and affects the scientific research effect of the laboratory, a laboratory monitoring intelligent control system based on CMOS microprocessor is designed. In terms of hardware, CMOS microprocessor and HS1101 humidity sensor are designed. In terms of software, the software architecture of the laboratory intelligent monitoring system is built, and the overall structure of the software is designed; after that, the monitoring target control algorithm is designed, the laboratory monitoring intelligent control effect is improved, thereafter the precise control of laboratory monitoring is realized. By means of system testing, it is verified that the system is superior to the existing system in accuracy and response speed, which can significantly improve the intelligent level of laboratory management.

【Key words】 CMOS microprocessor; laboratory; intelligent monitoring; control system

0 引言

在科技迅速发展的时代背景下,实验室的基础建设规模不断扩大^[1]。高校实验室扩大了招生规模,科研实验室也拓宽了工业技术开发范围,为科技的进步提供了条件。实验室环境的好坏,决定着科研结果的优劣^[2]。在高校实验室中,学生通过科研实验,与理论知识相结合,进一步提高自身的专业能力;在科研实验室中,通过工业技术的开发与研究,不断推动工业领域的可持续发展^[3]。因此,本文设计基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统,最大限度地提高实验室监控智能控制效果。

1 硬件设计

1.1 CMOS 微处理器

本文设计的 CMOS 微处理器工作主频可以达到

688 MHz,能够支持系统对实验室监控视频的多种编码,除了 H.264/H.263、Mpeg4 之外,还存在 USB 外扩展接口,用于处理监控视频信息。CMOS 微处理器存在多个 TTL 串口,标准 DB9 串口、LCD 接口、USB Host1.1、Mini USB2.0 等接口。在监控数据处理与控制的过程中,主要通过 ZigBee 协议完成,系统远程控制通过以太网完成。CMOS 微处理器接口情况如图 1 所示。

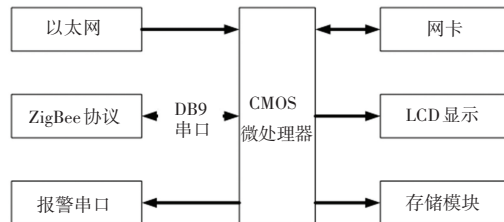


图 1 CMOS 微处理器接口示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the CMOS microprocessor interface

基金项目: 南京审计大学教改课题(2022JG061)。

作者简介: 戴美玲(1984-),女,硕士,工程师,主要研究方向:计算机技术。

收稿日期: 2022-11-08

由图1可知,本文设计的CMOS微处理器通过以太网、ZigBee协议、报警串口、网卡、LCD显示、存储模块等接口,对实验室监控视频数据进行采集并处理,使视频内容更加清晰。并将视频信息存储在存储模块中,使系统能够精准把控实验室监控数据。

1.2 HS1101 湿度传感器

本文设计的HS1101湿度传感器是一种独特工艺设计的电容元件,对于实验室湿度控制、空气质量控制具有重要作用。HS1101湿度传感器能够与实验室环境中的空气进行互换,在标准环境下无需校正,能够快速脱除湿气,使实验室内的环境更佳,科研人员能够更加快速地进入研究中^[4]。HS1101湿度传感器的技术设计指标见表1。

表1 HS1101湿度传感器的技术设计指标

Tab. 1 Technical design index of HS1101 humidity sensor

类别	指标
封装尺寸/(mm×mm×mm)	3×3×1
灵敏度/(pF·%RH ⁻¹)	0.34
曲线精度(10%~90%)/%RH	±0.02
工作温度/°C	-40~+100
存储温度/°C	-40~+125
供电电压/Vac	5~15
湿度测量范围/RH	1~99

由表1可知,本文设计的HS1101湿度传感器尺寸较小,在系统中以低功耗环境运行,提高系统对湿度—电容控制效果。HS1101湿度传感器在运行过程中,相对湿度在0%RH~100%RH范围内,电容在145 pF~200 pF的范围内变化,湿度控制误差≤±0.02%RH,响应时间在0.5 ms左右,能够快速有效地控制实验室湿度环境。

2 软件设计

本文设计的系统软件架构,是以CMOS微处理器与HS1101湿度传感器等硬件基础上构建而成。本文将软件架构分为3个部分,分别为应用中心、监控中心、控制中心。软件结构如图2所示。

本文在应用中心以监控管理终端为主,监控中心主要为温湿度监控、煤气浓度、烟雾浓度、电气控制、警报响应等;控制中心主要为实验室监控数据、监控管理数据、数据应用服务、执行控制指令等。其中,监控中心作为实验室监控智能控制系统的传感网络,能够将实验室相关数据传达到控制中心中,为系统提供更加稳定的运行条件。

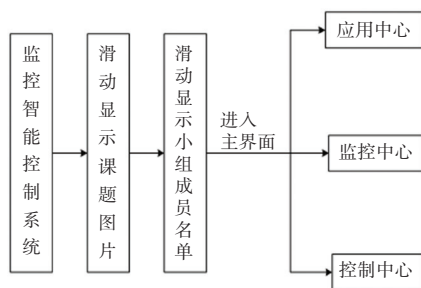


图2 软件总体结构图

Fig. 2 Overall structure diagram of the software

2.1 监控目标控制算法

本文在构建的软件整体架构基础上,设计监控目标运动控制算法。实验室监控以视频为主,在电脑终端上,将视频中的运动目标与背景分开,并对监控目标进行跟踪与控制。处理监控视频数据流程为:提取监控视频第 n 帧与 $n-1$ 帧,进行差分图像处理与阈值处理,进而得出监控目标的运动控制数据。差分图像处理公式具体如下:

$$s_n(x, y) = \min \{ s_n(x-t, y-t), s_n(x, y), s_n(x+t, y+t) \} \quad (1)$$

$$s_{n-1}(x, y) = \min \{ s_{n-1}(x-t, y-t), s_{n-1}(x, y), s_{n-1}(x+t, y+t) \} \quad (2)$$

$$T(x, y) = |s_n(x, y) - s_{n-1}(x, y)| \quad (3)$$

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 & T(x, y) \geq V \\ 0 & T(x, y) < V \end{cases} \quad (4)$$

其中, s_n 为差分图像的第 n 帧; s_{n-1} 为差分图像的第 $n-1$ 帧; $s_n(x, y)$ 为第 n 帧监控目标的运动轨迹; $s_{n-1}(x, y)$ 为第 $n-1$ 帧监控目标的运动轨迹; t 为常数; $T(x, y)$ 为实验室监控视频图像的监控目标; $F(x, y)$ 为监控目标的最终运行控制轨迹; V 为运动控制阈值。当 $F(x, y) = 1$ 时, $F(x, y)$ 为监控目标点, $T(x, y)$ 为运动背景点;当 $F(x, y) = 0$ 时, $T(x, y)$ 为监控目标点, $F(x, y)$ 为运动背景点。最终的智能控制效果则由 $F(x, y)$ 的结果而定。该算法流程如图3所示。

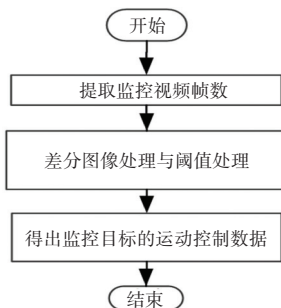


图3 算法流程图

Fig. 3 Flow chart of the algorithm

2.2 实验室监控智能控制数据库

为了实现实验室监控的精准控制,本文在监控目标运动控制算法设计的基础上,建立了实验室监控智能控制数据库。见表2。

表2 实验室监控智能控制数据库

Tab. 2 Laboratory monitoring intelligent control database

字段名	说明	数据类型	是否为主键
mcon_ID	登录名称	Int	Yes
mcon_IP	登录地址	Nvarchar	No
mcon_empe	温湿度监控数据	Datetime	No
mcon_coga	煤气浓度	Varchar	No
mcon_smo	烟雾浓度	Nvarchar	No
mcon_eleca	电器控制	Nvarchar	No
mcon_staxa	状态响应	ntext	No
mcon_jkop	警报响应	Varchar	No

由表2可知,本文选取了登录名称、地址、温湿度监控数据、煤气烟雾浓度、电器控制、状态响应、警报响应等数据,建立了智能控制数据库。点击对应的数据类型,即可得出相应的数据内容,缩短系统运行时间的基础上,提高智能控制效果。

3 系统测试

为了验证本文设计的系统是否具有实用价值,本文对上述系统进行测试。在硬件与软件均调试完成的基础上,使整体系统运行正常,即可开始系统运行测试。最终的测试结果以传统实验室监控智能控制系统,与本文设计的基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统进行对比的形式呈现。具体测试过程及测试结果,将展开研究论述如下。

3.1 测试方案设计

在进行系统测试之前,本文将 CMOS 微处理器与 HS1101 湿度传感器等硬件进行调试。将 CMOS 微处理器按照说明书进行安装之后,处理器上的绿色指示灯亮起,各个接口处并未出现红色指示灯亮起的现象,可以保证 CMOS 微处理器运行正常。将 HS1101 湿度传感器按照说明书安装完毕之后,系统能够将实验室内相对湿度控制在 0% RH ~ 100% RH 的范围内,电容量从 145 pF 变化到 200 pF。因此,在安装好湿度传感器后,本文对系统电容量进行测试,电容量在 182 pF 左右,在 165 pF ~ 200 pF 的范围内,可见 HS1101 湿度传感器运行正常。将系统硬件调试完毕后,本文对系统软件进行调试。

3.2 测试过程

本文中,将软件调试串口设定为 COM1,波特率

为 9 600,校验位为 NONE,数据位为 8,停止位为 1。此时,点击软件接收区,并以自动清空的形式进行数据显示界面调试与更改。调试结束后,点击关闭程序,即可完成软件调试。软件调试无误后,本文将硬件与软件相连接,出现的系统登录界面如图4所示。

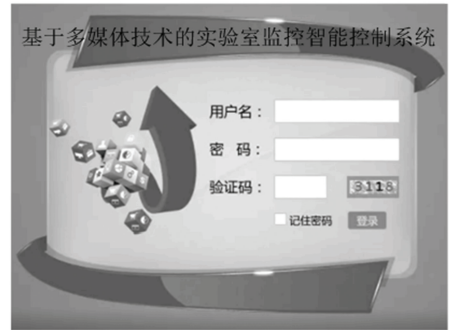


图4 系统登录界面

Fig. 4 Login interface of the system

由图4可知,系统硬件与软件调试完成后,系统得以正常运行。在登录界面中,输入正确的用户名、密码、验证码后,点击登录,进入到系统中。点击智能控制系统中的实验室环境参数监控,得出的界面如图5所示。

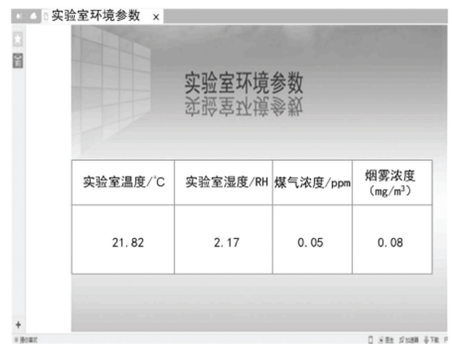


图5 实验室环境参数监控情况

Fig. 5 Monitoring of laboratory environmental parameters

由图5可知,进入系统后,本文对实验室环境参数进行智能控制。将实验室温度控制在 21.82 °C 左右,湿度控制在 2.17% RH 左右,煤气浓度控制在 0.05 ppm 左右,烟雾浓度控制在 0.08 mg/m³ 左右。由此保证实验室内部的基础环境稳定。

在控制实验室电器的过程中,分别对窗帘、电子锁、电源开关等电器进行智能控制。通过系统终端,将窗帘控制在打开的状态,电子锁控制在关闭的状态,电源开关控制在打开的状态,保证实验室内的科研人员能够迅速进入研究状态。并将电器智能控制响应时间设定为 0.26 ms,最大限度地提高系统控制质量。

在实验室完成研究之后,对实验室情况进行最

终检查,电子锁为关闭的状态,状态查看响应时间为 0.14 ms;语音警报未触发,响应时间为 0.08 ms;服务器为错误状态,亟需进行处理,警报响应时间为 0.05 ms。经过实验室环境、电器、状态等控制,可以保证系统运行正常。

3.3 测试结果

在上述测试条件下,本文选取出 8 种系统测试条件,每个监控内容均存在一个标准控制结果。在其他条件均一致的情况下,本文将传统实验室监控智能控制系统的控制结果,与本文设计的基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统的控制结果进行对比。具体测试结果见表 3。

由表 3 可知,本文选取出实验室温度、湿度、煤气浓度、烟雾浓度、电气控制响应时间、电子锁状态

查看响应时间、语音警报响应时间、服务器错误警报响应时间等实验室智能监控内容作为系统测试条件,每一个测试内容均对应着标准值。在其他条件均一致的情况下,传统实验室监控智能控制系统的控制结果,与标准控制结果相差较多,响应时间、温度、湿度、浓度等智能控制结果与标准控制结果相差得越多,系统运行能力越弱,智能控制效果随之下落。而本文设计的基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统的控制结果,与标准控制结果相差较少,响应时间、温度、湿度、浓度等智能控制结果与标准控制结果相差较小,煤气浓度、烟雾浓度、语音警报响应时间等监控内容的智能控制结果,与标准控制结果一致,可以保证系统运行能力,智能控制水平较高,符合本文研究目的。

表 3 测试结果

Tab. 3 Test results

实验室智能 监控内容	标准控制 结果	传统实验室监控智能控制 系统的控制结果	本文设计的智能控制 系统的控制结果
实验室温度/°C	21.82	21.72	21.81
实验室湿度/RH	2.17	2.27	2.18
煤气浓度/ppm	0.05	0.08	0.05
烟雾浓度/(mg·m ⁻³)	0.08	0.15	0.08
电器控制响应时间/ms	0.26	0.36	0.25
电子锁状态查看响应时间/ms	0.14	0.04	0.13
语音警报响应时间/ms	0.08	0.10	0.08
服务器错误警报响应时间/ms	0.05	0.15	0.04

4 结束语

为了使实验室环境更加符合科研需求,本文设计了基于 CMOS 微处理器的实验室监控智能控制系统,通过硬件设计与软件设计两方面,实现实验室监控智能控制,为科研事业的发展提供基础条件。

参考文献

[1] 赵宏伟,秦昌明. 构建基于 PDCA 模式实验室建设项目质量监

控体系[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2021(05):131-133.

[2] 吴遵义,谢湖均. 基于 HACCP 理念的高校实验室安全隐患排查与监控研究[J]. 实验科学与技术,2020,18(02):144-148.

[3] 刘燕,张奕,秦维勇,等. 新工科背景下集成化智能配电网监控系统实验室建设研究[J]. 中国教育信息化,2021(01):87-92.

[4] 付秀伟,付莉,赵广磊,等. 基于物联网技术的水产养殖网箱水质监控实验教学平台建设[J]. 物联网技术,2022,12(02):41-42

(上接第 84 页)

[15] 张前图,房立清,赵玉龙. 具有 Levy 飞行特征的双子群果蝇优化算法[J]. 计算机应用,2015,35(05):1348-1352.

[16] 包振山,郭俊南,谢源,等. 基于 LSTM-GA 的股票价格涨跌预测模型[J]. 计算机科学,2020,47(S1):467-473.

[17] 杨孟达. 基于改进 PSO-LSTM 神经网络的气温预测[J]. 现代

信息科技,2020,4(04):110-112.

[18] 熊伟丽,徐保国. 基于 PSO 的 SVR 参数优化选择方法研究[J]. 系统仿真学报,2006,18(09):2442-2445.

[19] 刘春艳,凌建春,寇林元,等. GA-BP 神经网络与 BP 神经网络性能比较[J]. 中国卫生统计,2013,30(02):173-176,181.