

文章编号: 2095-2163(2023)07-0140-05

中图分类号: TP399

文献标志码: A

基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统

翟 丽

(南京审计大学 实验中心, 南京 211815)

摘要: 针对系统响应时间较长,影响实验室仪器设备智能管理控制效果的问题,设计基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统。系统硬件设计中给出了 XPD 变频器、核心电路设计;在此基础上,建立网络服务,整体把握软件功能;利用物联网,设计实验室管控系统的智能通信功能,缩短系统运行响应时间,实现实验室仪器设备智能管理控制系统的高效管理。测试结果表明,该系统的运行响应时间较短,实验室仪器设备智能管理控制效果更佳,具有较高的推广价值。

关键词: S3C2440 微处理器; 实验室; 仪器设备; 智能控制

Intelligent control system of laboratory instrument based on S3C2440 microprocessor

ZHAI Li

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

[Abstract] Aiming at the problem that the response time of the system is long, which affects the intelligent management and control effect of laboratory instruments and equipments, an intelligent control system of laboratory instruments and equipments based on S3C2440 microprocessor is designed. In the system hardware design, XPD frequency converter and core circuit design are given; On this basis, network services are established and the software functions are grasped as a whole; Using the Internet of Things, the intelligent communication function of the laboratory management and control system is designed, which could shorten the response time of the system operation, and realize the efficient management of the intelligent management and control system of laboratory instruments and equipment. The test results show that the response time of the system is relatively short, and the intelligent management and control effect of laboratory instruments and equipments is better, which has higher promotion value.

[Key words] S3C2440 microprocessor; laboratory; instruments and equipments; intelligent control

0 引言

随着物联网的发展,物联网涉及的领域较多,例如农业、工业、交通、医疗以及军事等,其未来发展趋势是实现物与物、物与人的进一步结合,以达到智能化控制的目的。实验室仪器设备是高等院校的固定资产,实验室人员需要对仪器设备进行科学管理,良好的实验室仪器设备管理对于科研的发展和学校的实验教学都起到了积极的促进作用。高校实验室在创新人才培养和科学研究的过程中具有不可或缺的重要地位。其建设和管理维护在一定程度上反映了高校的综合实力和整体发展水平^[1]。对于高校实验室而言,实验室仪器设备智能管理控制不仅能够提升学生的思维能力,还能够提高学生未来的就业竞争力。对于工业实验室而言,实验室仪器设备智

能管理控制能够确保实验环境稳定,为工业的发展创造出发展条件^[2]。无论是哪一种实验室科研类型,智能管理控制效果亟待加强。S3C2440 微处理器是基于 ARM920T 核的 16/32 位 RISC 微处理器,运行频率高达 500 MHz,主要面向手持设备以及高性价比、低功耗的应用,适用于开发各类高端手持、小型终端以及网络应用产品^[3]。因此,本文利用 S3C2440 微处理器,设计了实验室仪器设备智能管理控制系统,以系统响应时间为主,最大限度地提高系统运行效果。

1 硬件设计

1.1 XPD 变频器

本文设计的 XPD 变频器利用了网络通信技术,将实验室仪器设备智能管理控制系统中的各种元件

基金项目: 南京审计大学教改课题(2022JG056)。

作者简介: 翟 丽(1984-),女,硕士,工程师,主要研究方向:教育管理、实验室建设与管理。

收稿日期: 2022-10-09

哈尔滨工业大学主办 ◆ 专题设计与应用

连接在一起,形成一个较大通信网络,为系统提供远程控制与远程监控功能^[4]。本文利用 PLC 控制器与 XPD 变频器的控制设备相连,利用 RS232/RS485 接口,与 PLC 控制器、系统进行智能通信。在实验室仪器设备智能管理控制数据通信的过程中,本文主要利用 rofiBus、ModBus 通讯,有效地减少了变频器与系统之间的布线干扰问题,对于提高数据传输效率,提高系统运行效率具有重要作用。XPD 变频器的通信配置参数见表 1。

表 1 XPD 变频器的通信配置参数表

Tab. 1 Communication configuration parameters of XPD frequency converter

类别	参数
尺寸/(mm×mm×mm)	112×115×85
额定电压/V	50
额定电流/A	1.930
额定功率/kW	0.78
过载电流限值/A	2.895
控制方式/f	U
传输速率/Mbps	12

本文设计的 XPD 变频器是由 LCD 显示器、及 WinCC Web Navigator 服务器构成,通过 ProfiBus—DP 现场总线进行数据通信,传输智能管理控制数据;WinCC Web Navigator 服务器通过以太网与 S7-300 PLC 进行通信,访问相应的控制数据。XPD 变频器集合了较多的优势,安装简便,传输速率较快,调试速度快,能够适应实验室仪器设备智能管理控制系统的运行环境。

1.2 核心电路设计

主要控制模块要实现与网络的通信、与无线传感网的串行通信、Qt(应用程序开发框架)的展示等功能。为了满足上述的性能要求,该处理器选用三星 S3C2440 微处理器。系统采用 S3C2440 作为嵌入式处理器,基于 32 位的 RISC 命令集,为单片机设计提供了低成本,完成低功耗和高性价比的设计。由于采用了 16 KB 的高速缓存器和 16 KB 的高速缓存器作为 ARM 核心,在大大降低系统开销的同时,也更有效地去除了不必要的部件,尤其适合在低功率应用中使用。核心电路有包括了 2 MB 的 Nor Flash 和 256 MB 的 NandFlash 的板载 ROM、64 MB 的 SDRAM、612 MHz 的晶振电路和其他一些电路。其硬件组成框图如图 1 所示。

控制器接收到强电信号,并将强电信号传输到实验室相关设备中,使其处于导通状态。在实验开

始时,打开开关,实验室相关仪器设备立刻进入工作状态,保证实验进行效率。

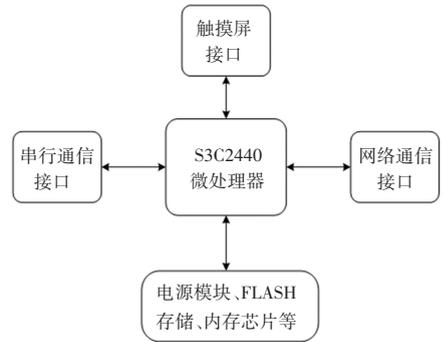


图 1 网关主控模块结构图

Fig. 1 Structure of gateway master control module

2 软件设计

2.1 建立网络服务

网络功能模块是 Linux 系统中非常重要的一个部分,网络功能模块的目的就是为上层提供网络服务,而网络服务的基础是底层的网络设备。网络设备是网络服务得以实现的硬件基础,一方面将接收到的数据传递到上层,另一方面将来自上层的数据通过特定的媒介访问控制方式发送出去。Linux 系统中网络设备的体系可以划分为 4 层,分别为:网络协议接口层、网络设备接口层、设备驱动功能层和网络设备与媒介层。网络服务实现的基础就是在 Linux 系统下开发适用于 DM9000 网卡的网络设备驱动程序。Linux 网络设备驱动的 4 层体系结构如图 2 所示。

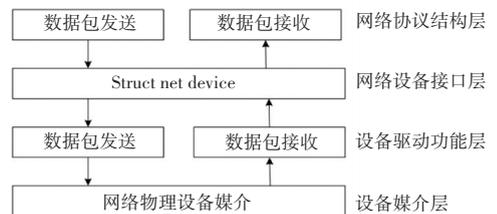


图 2 Linux 网络设备驱动的 4 层体系结构图

Fig. 2 Four-tier architecture of Linux network device driver

系统扩展节点与传感器/控制器节点之间通过网络实现数据的传输,扩展节点与上位机之间通过串口实现数据传输。

2.2 系统智能通信功能

本文在设计了软件架构的基础上,对实验室管理控制系统的智能通信功能进行设计。物联网的核心思想在于数据交换与数据通信,在此理念下,研究中将智能通信功能分为 2 部分设计。一部分为实验

室预约阶段通信功能设计;另一部分为实验室使用阶段通信功能设计。本文假定实验室预约阶段的系统中存在 s 个时隙,并分成了 l 个子帧,每个子帧由 l 个时隙组成,则实验室预约阶段的通信时隙分配公式具体如下:

$$F = \sum_{i=1} s_i l \quad (1)$$

其中, F 为物联网结构中,实验室预约阶段的通信时隙分配结果; s_i 为第 i 个预约时期的时隙。在相同的条件下,得出实验室使用阶段通信时隙分配公式见如下:

$$K = F \sum_{i=1} l_i s_i f_i \quad (2)$$

其中, K 为物联网结构中,实验室使用阶段通信时隙分配结果; l_i 为第 i 个子帧的时隙; f_i 为系统通信的第 i 个网络节点。在物联网条件下,实验室管理控制系统的智能通信功能,主要是将实验室中的基本数据进行提取后,传输到系统中,并存储在数据库中,保证实验室数据得到基本管理,进而提高系统物联网通信效果。

2.3 实验室仪器设备智能管理控制数据库

智能管理控制数据库为实验室仪器设备管理控制系统的核心部分,是系统设计的关键部分之一。数据库是分析、处理、整理、加工数据的管理方式和有关逻辑架构的组织过程。合理地设计数据库,能有效地降低数据冗余量,提高执行速度,提高数据库的稳定性,并有助于后续的数据共享。为了实现实验室仪器设备智能管理的精准控制,本文在通信数据、实验室数据采集的基础上,建立了实验室仪器设备智能管理控制数据库。本文主要将实验室相关数据存储于数据库中,缩短实验室数据查找时间,进而提高系统运行效率。实验室仪器设备智能管理控制数据库结构见表2。

表2 实验室仪器设备智能管理控制数据库

Tab. 2 Intelligent management and control database of laboratory instruments and equipments

字段名	说明	数据类型	是否为主键
<i>Admik_ID</i>	登录名称	Invarchar	Yes
<i>Admik_IP</i>	登录地址	Varchar	No
<i>Admik_app</i>	实验室预约数据	Int	No
<i>Admik_use</i>	实验室使用数据	Char	No
<i>Admik_rume</i>	仪器使用频率	Varchar	No
<i>Admik_maint</i>	仪器维护数据	Varchar	No
<i>Admik_jur i</i>	用户权限数据	Invarchar	No
<i>Admik_sdi</i>	其他	text	No

由表2可知,本文选取了登录名称、地址、实验室预约数据、使用数据、仪器使用频率、维护数据、用户权限数据等作为数据库存储内容。用户登录功能主要是获取登录者的身份和验证密码的正确性,对设备用户和实验室管理员以外的用户进行限制登录。用户登录成功后,需要按照注册用户身份,转入相应的操作界面,并进行相应的初始化。系统客户端的功能模块是一样的,通过用户的帐号来判断用户的权限,并可以访问对应的权限接口,在自己的权限范围内完成相应的菜单操作。用户登录后检索对应的字段名,即可得出实验室相关数据,减少了数据查找时间,进而缩短系统响应时间,提高系统整体运行效率。

3 系统测试

为了验证本文设计的控制系统是否具有实用价值,本文对上述系统进行测试。首先,调试 XPD 变频器与 PCL 控制器这 2 个硬件,使硬件处于正常运行状态;其次,调试系统软件,使软件运行正常;最后,测试系统整体控制效果,在系统整体运行正常的条件下,将传统实验室仪器设备智能管理控制系统,与本文设计的基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统进行对比。具体测试过程及测试结果详述如下。

3.1 测试过程

在进行测试前,本文将 XPD 变频器与 PCL 控制器按照使用说明安装完毕后,对其进行调试。在 XPD 变频器的各个电路节点进行电流测试,电流均在 1.9 A 左右,并未出现电流过载现象,可以保证 XPD 变频器的运行正常。PCL 控制器安装完毕后,电源处的电压为 12 V,红色指示灯、黄色指示灯、绿色指示灯依次亮起,中间间隔为 1 min,黑色指示灯未亮起,可以保证 PCL 控制器的运行正常。硬件调试结束后,本文对软件进行调试,使软件在一定的负载下,能够稳定工作 24 h,保证系统软件运行正常。在系统硬件与软件调试好后,将硬件与软件相连接。软件调试参数见表3。

点击权限设置为管理员后,输入正确的用户名、密码,点击登录,进入到系统中。点击对应的数据采集、处理、存储模块,能够得出相应的管理控制数据,可以保证系统整体运行正常。

系统中存在 3 个使用标签、1 个预约标签、1 个管理标签,标签测试过程中,将数据、天线号、次数、RSSI、设备均进行了管理。数据类型以实验室使用

日期为开头,夹杂了设备与其他相关数据。其中,实验设备 65535 使用次数较多,本文标签测试以该设备为主,经过测试后,得到标签数目为 5 个,测试速率为 42 次/s。标签个数与实际个数相一致,可以保证系统运行效果。

表 3 软件调试参数

Tab. 3 Software debugging parameters

类别	参数
开发环境	JDK
CPU/GB	64
编程语言	Java
文件	Apache Derby
数据吞吐量/(bit · s ⁻¹)	≥200
用户同时登录占用系统资源率/%	≤50
运行时间/h	7 * 24
一定负载下稳定工作时间/h	24

3.2 测试结果

在上述测试条件下,本文随机选取出 1 000~8 000 人,使其同时登录实验室仪器设备智能管理控制系统。并将传统实验室仪器设备智能管理控制系统的响应时间,与本文设计的基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统的响应时间进行对比,具体测试结果见表 4。

表 4 测试结果

Tab. 4 Test results

系统同时登录人数/人	传统系统的响应时间/s	本文设计系统的响应时间/s
1 000	0.25	0.02
2 000	0.36	0.03
3 000	0.43	0.04
4 000	0.58	0.05
5 000	0.74	0.06
6 000	1.02	0.06
7 000	1.54	0.06
8 000	2.03	0.06

由表 4 可知,本文分别选取了 1 000 人、2 000 人到 8 000 人的同时登录人数。登录人数越多,对系统的压力越大,测试对系统运行效果的影响。根据表 4 内容,绘制对比图,如图 3 所示。

在其他条件均不变的情况下,传统实验室仪器设备智能管理控制系统的响应时间相对较长,随着同时登录人数的增加,系统响应时间随之延长。当系统同时登录人数超过 4 000 人时,系统响应时间增加速度加快。当系统同时登录人数达到 8 000 人

时,系统响应时间达到了 2.03 s,影响了系统运行效果。因此,使用传统智能管理控制系统能够接受同时登录人数为 5 000,超出此人数,系统将会出现卡顿、甚至崩溃的现象,智能管理控制效果随之下降,系统整体运行水平亟待加强。

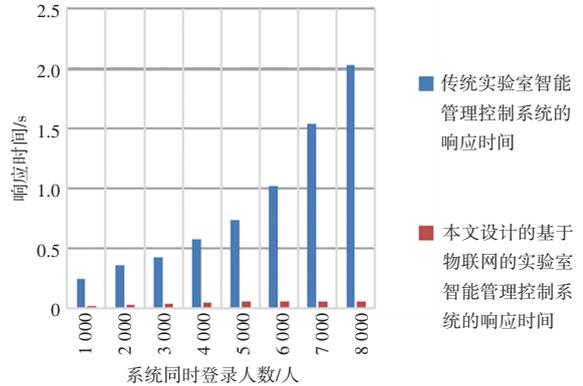


图 3 测试结果对比图

Fig. 3 Comparison Chart of Test Results

本文设计的基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统的响应时间相对较短,始终在 0.07 s 以内。并且,当系统登录人数超过 5 000 人后,本文设计的系统响应时间稳定在 0.06 s 左右,并不会影响系统整体运行效果。因此,使用本文设计的智能管理控制系统能够接受同时登录人数可达 8 000 人及以上,系统并不会出现卡顿或崩溃的现象,系统整体运行水平较高,智能管理控制水平随之提升,符合本文研究目的。

4 结束语

近些年来,科研实验室的建设加快,推动了科技技术的发展,为高校、工业等领域创造了价值。实验室仪器设备智能管理控制效果,是实验室未来发展的关键指标。在管理控制过程中,主要以集中资源管理控制为主,发挥出各个管理智能的优势,为实验室提供良好的使用环境。为了进一步提高实验室仪器设备智能管理控制效果,本文设计了基于 S3C2440 微处理器的实验室仪器设备智能控制系统,有效地应对了实验室科研建设的挑战。

参考文献

[1] 邓君,张莹,肖忠新,等. 基于前馈控制的质控管理措施在医学实验室管理中的应用研究[J]. 中国高等医学教育,2021(04): 42, 139.

[2] 霍俊锋,孙小芳,张凡非,等. 山西省疾病预防控制中心病原微生物实验室管理的现状分析[J]. 中国药物与临床,2020,20(06):987-989.