

基于 ARM 的仪器管理系统设计与实现*

Management System of Instruments and Equipment Based on Advanced RISC Machines

李亮亮^{1,2} 闵小平^{1,2} 杨志伟^{1,2} 林一奇^{1,2} 葛胜祥^{2,3}

(1 厦门大学信息科学与技术学院计算机科学系,福建 厦门 361005;

2 厦门大学国家传染病疫苗与诊断试剂研究工程中心,福建 厦门 361005;

3 厦门大学公共卫生学院预防医学系,福建 厦门 361005)

摘要

针对学校等大型科研平台拥有的精密器材种类繁多、安置位置分散、操作流程特异、操作人员流动性大的现象,基于监测的思想设计了此仪器管理系统,旨在督促实验人员按稳妥的使用流程操作仪器,并为器材的更迭维修提供参考。系统分为终端、服务端两部分,终端通过检测电流来判断仪器状态,使用者使用需用有效 IC 卡辨别身份,终端相应给予声光提示,并且拍照留据。相应的状态情况可以通过网络传输到服务器,例如使用者有效卡号、报警照片等且客户端可以从服务端获取人员信息更新等资料。通过对本工程中心内部分仪器的监管测试表明,较好的提高了操作人员使用素质,提高了仪器管理水平。

关键词: 仪器管理,ARM,实时地图

Abstract

In college laboratory there are many different kinds of scientific instruments with the problems of high mobility of using personnel,being scattered and so on.This paper designs this management system based on the principle of monitoring,aiming to urge the user to operate the instrument according to proper procedures.The system is divided into client and server two parts.The terminal system discriminates instrument status by detecting current,users need effective IC card,the system corresponding to give sound and light tips,and photos to stay.The corresponding information is sent to the server,such as card number,photo,switch machine time,and the client can access to personnel information updates from the server.

Keywords: management system of equipment,ARM,real map

根据目前的情况,需要设计一个基于监管的仪器管理系统,既能减少人员消耗,降低维护标准,又能精确地记录设备使用详情,避免意外损坏,以此来加强科研平台的现代化设备管理。

1 系统整体框架与流程设计

仪器管理系统基于终端与服务端协作的概念进行开发,融合了网络技术、自动化检测技术、数据库技术等,系统又可系统地分为硬件与软件两个部分,硬件的主要部分即终端,主要应用于数据采集、仪器状态检测、声光信号提醒、数据传输;软件部分则负责用户和设备信息的管理、设备情况的实时显示、仪器预约、使用情况统计分析等功能,如图 1。

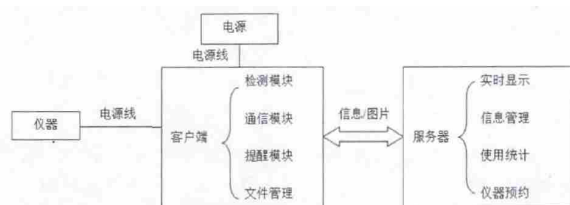


图 1 整体架构图

本系统在管理层面将设备使用情况分为三种状态:①待机:设备处于无人使用且可使用状态,即闲置状态;②合法使用:使用人员现场操作设备流程符合既定操作规范;③非法使用:使用人员现场操作设备流程不符合既定操作规范。

本系统旨在简化管理步骤,提升管理标准,所以主要分为两个步骤:

1)刷卡开机:用户持有效射频 IC 卡。(即校园一卡通)在终

端刷卡位置扫过时,终端会采集卡片信息,并将该信息与本地用户权限缓冲内容进行对比,当验证通过后,终端上会显示相应人员信息,此时操作人员可按照规范对当下设备进行操作,终端上 LED 指示灯则变换对应颜色状态并将信息上传至服务器,服务器获得信息后更改相应状态。如果在一次使用当中使用人员未按照既定操作规范进行操作,终端则进行声光提示并进行视频摄像留据,接下来传到服务器并更改显示状态。在一次正常的操作中其他有权限人员无法任意更改此次操作状态。

2)关机停用:操作人员完成既定实验。目标后,可按照正常规范关闭设备,终端会检测到设备使用情况并将关机信息上传到服务器,服务器则进行使用人次与时长统计,并且将网页上对应仪器状态改为待机。

2 系统硬件设计

本系统硬件设计主要在终端方面如图 2,由 ARM9 嵌入式开发板、射频读卡模块、AD 转换模块、电流检测线圈、声光提醒模块、摄像模块共同组成如图 2。终端功能流程:电流检测线圈 24 小时检测,获取电流值并传给 AD 模块,开发板获取最新电流信息后根据预留阈值联合射频读卡数据更改设备状态,如果判定设备处于合法状态则向服

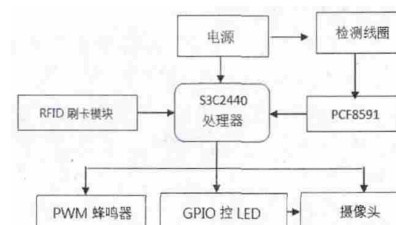


图 2 硬件设计

* 福建省科技重大专项(2012Y4011)新型荧光定量侧向流纸条自动化检测仪的研制

务器发送操作人员信息与设备情况,如果判定设备处于非法状态则进行声光提醒、摄像并向服务器发送图片信息与设备情况。

2.1 ARM9 嵌入式开发板

采用友善之臂计算机科技有限公司提供的 Mini2440 嵌入式开发板采用三星 S3C2440 微处理器,并且使用专业的内核电源芯片与复位芯片来支撑系统的正常稳定运行,提供 64Mbyte 的运行内存,分别有 128、256、1024MB 的储存内存,支持多尺寸 LCD 屏幕驱动此外还有 USB 接口、音频接口、网络接口、SD/MMC 插口、串口(引出 TTL 接口)、LED、I²C 器件、AD 输入、PWM 蜂鸣器等多个功能,这些功能驱动已经开发完全且提供底层源代码,使用 C、C++ 结合开发具有良好的参考价值,在系统中使用到 USB 端口、音频、网络、串口、LED、I²C 总线、PWM 蜂鸣器这些功能。

2.2 射频读卡模块

此模块支持卡片类型为 ID EM4100,输出接口为 RS232 TTL 电平,电源要求 4.2V~5V 40mA 以下,采用四字节十六进制 ASCII 码编码,可设置为连续输出或者单次刷卡单次数据传输,此类模块属于高性能射频 IC 卡系统专用非接触式读卡模块,可与开发板上 TTL 串口数据接通,能够识别本校校园卡的射频信号,当然不能分析加密信息如图 3。

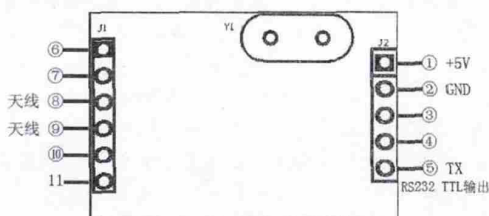


图 3 射频读卡模块

2.3 AD 转换模块

使用 PCF8591 芯片进行 AD 转换是目前较为成熟的技术,该芯片具备功耗小、8 位 CMOS 数据获取等特性,使用串行 I²C 总线接口,并且提供三个地址引脚进行编制,支持同时使用 8 个芯片,器件上的输入输出地址、控制和数据信号都是通过双向 I²C 总线以串行方式传输。模块操作电压范围 2.5V~6V,且自带热敏电阻与光敏电阻,四位模拟输入接口可便成为单端输入或者差分输入,并且有一位 DA 输出接口。

2.4 交流检测线圈

终端检测功能核心技术即此无源交流检测线圈,使用霍尔电流检测原理,通过电磁互感来获得线路中对应的感应电流,并在转换后输出稳定的直流电压(0~5V),波动范围在左右 0.5% 内。系统中电流检测与模数转换是核心部件,稳定的电流检测是仪器状态判断的基础。经过多种实验该线圈工作状况良好,且长时间使用不会出现大范围抖动,检测线圈的量程从 5A 到 300A 不等,完全符合种类繁多仪器不同工作模式的要求。

3 系统软件设计

本系统中软件部分分布在终端与服务端两方面。终端程序基于嵌入式 WinCE 平台应用 C# 开发语言,主要实现数据采集、状态判断、数据传输、声光显示及摄像;服务端基于 Windows7 的 PC 平台应用 C# 开发语言,主要实现数据库管理、实时地图显示。

3.1 终端关键技术

3.1.1 电流检测

电流检测的核心部件为交流检测线圈、PCF8591 核心的 AD 转换模块,其中与 PCF8591 的通讯需要用到 I²C 协议。I²C

是一种串行总线的外设接口,采用同步方式串行接收或者发送信息,两个设备可在用一个时钟下工作,使用两根线分别为:串行数据 SDA、串行时钟 SCL。串行时钟用来控制时序与串行数据共同作用来控制设备运行。

在 PCF8591 芯片中,控制字节在选定地址后使用时,其中 D1D0 决定 A/D 通道编号 00 表示通道 1 输入共有四个通道;D2 是在 DA 转换时才使用的增益选择,置 1 表示有效;D5、D4 模拟量输入选择 00 为四路单数输入、01 为三路差分、10 为单端与差分输入、11 为模拟输出有效定义如表 1。

表 1 芯片控制字节

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
----	----	----	----	----	----	----	----

终端采用 C# 语言进行开发,故在使用 I²C 协议是需借助内核函数来调用驱动即 DeviceIoControl:

```
Private static extern bool DeviceIoControl(
int hDevice, //设备句柄
uint dwIoControlCode, //宏控制码
byte[] lpInBuf, //输入数据缓存
uint nInBufSize, //输入数据缓存大小
byte[] lpOutBuf, //输出数据缓存
uint nOutBufSize, //输出数据缓存大小
ref uint lpBytesReturned, //实际长度单元长度
uint lpOverlapped //重叠操作结构指针);
```

输入输出数据的设定格式采用与驱动相关的结构体,并将结构体转换成内存缓存块来写入映射内存空间,以达到操控硬件的作用,C# 无法直接操作指针,故使用一种合法的非安全模式来定义结构体中遇到的指针类型,结构体定义如示:

```
unsafe struct _I2C_IO_DESC{
public uint SlaveAddr; //目标地址
public uint WordAddr; //字写入地址
public byte* b; //数据缓存
public uint Count; //数据字节数(读/写) }
```

根据 PCF8591 芯片使用手册可以查到片选地址为 0x90,则读写地址分别为 0x91、0x90,对芯片内存的设置与读取俱在第一个字节,故字写入与读取地址全是 0x00,接下来即可对结构体进行初始化并提交内核函数以达到设置 AD 转换芯片,并获取转换后电流值的目的。

//结构体初始化

```
I2C_IO_DESC iic_data1;
memset(&iic_data1,0,sizeof(I2C_IO_DESC));
iic_data1.SlaveAddr=0x90;
iic_data1.WordAddr=0x00;
iic_data1.Data=&wrdData;
iic_data1.Count=1;
```

//提交到内核函数

```
DeviceIoControl (hI2C,IOCTL_I2C_WRITE,&iic_data,sizeof(I2C_IO_DESC),NULL,0,lpBytesReturned,NULL )
```

3.1.2 数据传输

终端在检测到每次操作时都会发送对应的信息到服务器,以方便服务器进行对应设备的状态管理以及使用人员的信息管理,为了确保信息的可靠性与实时性,所以我们采用 TCP 连接的方式,即使用基于 TCP/IP 的 Socket 连接进行通信,在此期间服务器处于循环监听状态,不断接受来自终端的信息协议,此协议中包含设备状态位、IC 编号位、传输数据位,通过不断完善此协议的定义完整性与接收的稳定性来提高系统的准确与稳定程度。

Socket 连接应用于 C# 的实现需要依赖 .Net 框架中的

System.Net 与 System.Net.Sockets 库,这两个样库中提供了完整且稳定的方法。为了保持网络通信与终端其他工作的独立性,这里采用一个多线程与公共缓冲区结合的方法完成功能。

```
public class ThreadClass
{ public string ThisString = string.Empty;//卡号
public string DevId = string.Empty;//仪器 id
public string ConStr = string.Empty;//操作
public void SendData() {} //线程运行函数
}
```

上述类定义中的线程运行函数便是一个普通的 Socket 连接过程,在程序中使用时可以通过实例化对象属性完成网络信息的简单通信。其具体使用方法如示:

```
ThreadClass TC2 = new ThreadClass();//实例化对象
TC2.ThisString = TempData.tempID;//卡号信息
TC2.DevId = DeviceId.ToString();//设备 ID
TC2.ConStr = "close";//此次连接所传输内容 System.Threading.
Thread CloseSe = new System.Threading.Thread(TC2.SendData);
//新建线程完成传输
CloseSe.Start();//线程启动
```

3.2 服务端管理程序

服务器方面主要是信息接收以及之后的数据库管理如图 4,服务端程序应用 C# 开发,使用线程池技术,处于无限监听状态,每接收到一次新的 Socket 申请则新建一个线程处理以保证接收信息的独立性、完整性。信息接收成功后按照相应的仪器状态即待机、合法操作、非法操作去修改数据库中各个仪器的状态位,完成此次操作后等待终端断开连接或者主动断开连接以保持实时性与稳定性。

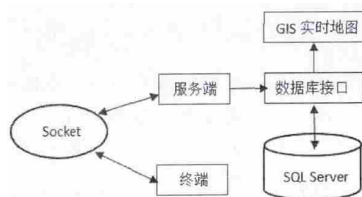


图 4 服务器管理

应用 GIS 技术的实时地图是本系统一个亮点,相关程序会循环读取数据库中各个仪器对应的状态位,并修改地图上对应矩形坐标块的设备状态,在此系统中使用带颜色的矩形坐标块标识系统工作状态,如黄色-待机、红色-非法操作、绿色-合法操作、黑色-设备断开连接,且单击坐标块可以显示设备的详细信息与操作人员的详细信息,还提供进入该设备统计的连接如图 5。

(上接第 16 页)

4 结束语

本文对光控制技术系统进行了设计与实现,形成了比较完备的研究思路。本课题的改进措施和应用皆可从以下几个方面开展:①控制算法与光器件控制需要在同一个微控制器实现;②在微控制器实现的过程中,会受限与外设资源对光线的扩展;③考察 ARM9 性能系统指标,需要对其进行一系列相关的比较和效能的测试,以最终实现 ARM9 控制的正确性与全能性;④在今后的研究中多个变换器的合并运行以及在未知环境下如何才能做到对光路的自主识别问题是一大主要课题。

光控制技术系统设计还处于试验阶段,要应用于实际,仍需要做进一步的改进和完善。

参考文献

[1]黄智伟,等.ARM9 嵌入式系统设计基础教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2013:114-122
[2]朱红,叶雷.基于 ARM 的嵌入式系统的设计[D].成都:电子科技大学,2005
[3]李嗣福.计算机控制基础[M].合肥:中国科技大学出版社,2001:29-35

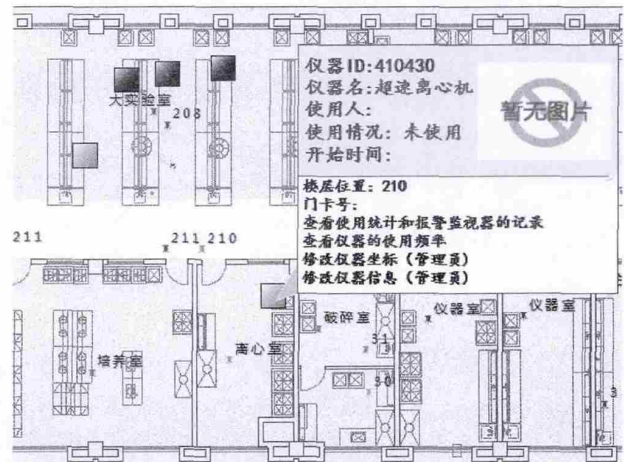


图 5 GIS 实时地图

4 结束语

随着高科技仪器对科学研究和社会发展的作用越发凸显,对这些仪器进行合理化、信息化、共享化的管理已经变得刻不容缓。有效地管理仪器设备并能够较好地解决在资源使用过程中遇到的操作性、实时性的问题已经越来越受到重视,这影响着我国高水平科研平台搭建及管理的进程。

本系统通过记录设备电流情况、完善实时设备状态显示以及详细的人员管理较为完整地解决了设备共享化使用中遇到的大多数问题,在客观记录仪器设备使用情况的同时减少了人力、物力和时间的投入,无疑从基础上保证了科研平台的利益,提高了管理水准^[1]。

参考文献

[1]李亮亮,李小玲.基于终端监控的仪器管理系统服务器设计与实现[J].工业控制计算机,2014,27(3)
[2]张昕明,朱勇.高校实验室综合管理系统的设计与实现[J].实验技术与管理,2009,26(12):91-92
[3]李云,万瑛.基于全程信息化管理的大型仪器设备管理系统开发策略研究[J].中国现代教育装备,2013(23)
[4]刘士荣.计算机控制系统[M].北京:机械工业出版社,2013:11-14
[5]邹细勇.主移动机器人的智能导航研究[D].杭州:浙江大学,2004
[6]陈伯时.电力拖动自动控制系统[M].北京:机械工业出版社,1992:53-59
[7]毛德操,胡希明.嵌入式系统[D].杭州:浙江大学出版社,2003
[8]杨志强.嵌入式系统设计与发展[J].青海师范大学学报(自然科学版),2005(3)
[9]探砂工作室.嵌入式系统开发圣经[M].北京:中国青年出版社,2002:58-61
[10]田泽.嵌入式系统开发与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:15-18
[11]阳宪惠.现场总线技术及其应用[M].北京:清华大学出版社,2008:40-48
[12]姚志垒.基于 DSP 控制的串并联组合式逆变器及其并网控制策略的研究[D].南京:南京航空航天大学,2006
[13]孙涵芳.MCS-51/96 系列单片机原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002:62-68
[14]苏成利.过程控制系统[M].北京:清华大学出版社,2014:50-56

[收稿日期:2014.10.3]