

# 基于终端监控的仪器管理系统服务器设计与实现<sup>\*</sup>

Management System of Instruments and Equipment Based on Server Terminal Monitoring

李亮亮<sup>2,3</sup> 李小玲<sup>1</sup> 林一奇<sup>2,3</sup> 杨志伟<sup>2,3</sup> 闵小平<sup>2,3</sup> 葛胜祥<sup>2</sup>

(1 厦门大学公共卫生学院预防医学系,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 厦门大学信息科学与技术学院计算机科学系,福建 厦门 361005)

## 摘要

针对高校实验室科研仪器存在的种类繁多、使用人员流动性大、仪器地点分散等情况,设计了一个采用 C/S 架构的仪器监控管理系统。系统终端采用 ARM 架构的嵌入式处理器,通过霍尔电流传感器检测其所监控的仪器的电流变化情况,将仪器状态、使用人的卡号以及非法操作的报警照片实时地通过网络发送给服务器,同时应用网络数据库技术设计了实验室监控仪器网上查询列表,实现了可在网页直接地查询当前各个房间的仪器使用情况、任何时间段的使用记录信息和所有时间段的报警记录照片以及实验室仪器的预约。

**关键词:** 仪器管理系统; socket 通信

## Abstract

This paper designs an equipment monitoring and control system which is using C/S structure for better management. The terminal system is based on the embedded processor with ARM architecture. The client monitors the electric current by Hall current sensor, then send the state of the instrument, the user's card number and the warning pictures to the server through the network in real time, and use the network database technology to design an online query list for the instruments which are monitored, can visually check the equipments usage in each room, the use record information in any time period and the warning pictures of all time online, can also make an appointment with instruments on the Internet.

**Keywords:** instrument management system, socket communication

目前许多实验室的仪器设备使用情况混乱缺乏统一管理,使用率和使用时长难以统计。按照传统的方式,仪器设备使用机时的统计是依靠人工记录,每次设备使用后在设备使用记录本上进行登记,这些数据包含过多的人为因素和不稳定因素,必然会对数据的准确性造成影响,设备使用真实情况不能反映出来,也就无法对仪器设备有效地管理<sup>[1]</sup>。

同时现有的监控手段有缺陷。现有的测试设备一般有电源监控、电脑开机监控。电源监控是对网上运行的电源设备进行实时的自动监控。虽然可以做到减少人工记录、提高维护水平之作用<sup>[2]</sup>,但是对于一些特殊类型的设备,尤其是精密仪器设备,如气相色谱仪等设备,在测试之前有较长时间的预处理、预加工过程,或是长期要待机在某种温度、湿度环境中,电源监控的数据并非设备实际使用机时。电脑开机监控即对仪器设备相连的电脑的开机和关机进行监控,自动记录下开关机时间。虽然这种方法可以避免记录下仪器设备的预处理、待机时间,但是当与设备相连的电脑用于测试数据分析或是未进行测试时,电脑开机监控的数据也非设备实际使用机时<sup>[3]</sup>。

为此需要设计一个监控仪器使用电流变化的仪器监控管理系统,既能满足减少人工记录,提高维护水平,又能准确记录仪器使用情况,以此来加强实验室仪器设备的管理,建立一个高效、信息化的仪器管理手段。

## 1 仪器监控系统实现流程及整体架构和功能

仪器监控系统的实现流程:

使用人持有一张 IC 卡,实际上用我们的校园卡就行,每当

要使用某台实验室仪器的时候,就先刷卡,这时候,客户终端的 3.5 寸触屏上会显示刷卡人的工号、姓名、门卡号、考勤、门禁、起始日期、截止日期和所属部门,当然如果客户端本地数据库没这个人信息,则不作反应,如果前一个人只是刷卡不开机,那么下一个人的刷卡信息会替换掉前一个人的。正常刷卡上机,客户端将仪器 ID 以及刷卡人卡号发往服务器,服务器进行刷卡记录,并且更新后台数据库仪器使用情况,同时网页上的地图服务设置成定时刷新,这样可以实时显示当前实验室监控仪器的使用情况。若为非法操作,即不刷卡先开机则触发警报,客户端语音提示使用人刷卡,并摄像头取照,然后将仪器 ID、报警信息及报警照片发往服务器,如果这时补刷,则客户端将卡号发往服务器做记录。

使用人用完仪器,成功下机后,客户端将记录下该用户的下机时间并显示在屏幕上供下一个用户查看,同时发送该仪器 ID 和使用人的下机信息给服务器,服务器更新数据。因为生物实验室的贵重仪器短时间内是不允许反复使用的,记录下上一个人的下机时间也是方便后面的人规范使用仪器。

系统客户端还设置每天定时往服务器发送其本地刷卡记录,以防止有人刷卡的时候因为网络异常导致刷卡信息没有发往服务器,服务器查询其发来的本地刷卡记录,根据筛选更新后台数据库。

系统客户端还设置定时往服务器发送数据更新请求,如果服务器上有人员信息变动,则在客户端请求时将最新的人员信息发送给客户端,若没有,则不予理会。仪器监控系统的整体架

<sup>\*</sup> 厦门大学基础创新科研基金本科生项目(CXB2013023),一种非接触、具备学习机制的远程仪器实时监控方法研究

构如图 1 所示:

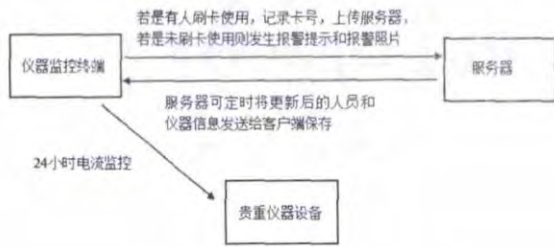


图 1 仪器监控管理系统架构图

### 1.1 总体设计思路和功能模块

开发分为客户端和服务端两个方面，客户端通过霍尔电流传感器检测仪器设备的使用电流，根据初次运行时检测到的临界阈值判断仪器当前状态是待机还是使用中。搭载有 IC 读卡器用于使用前刷卡，以及针孔摄像头和小音箱，可用于未刷卡上机时的照片摄取和报警语言，3.5 寸触屏可以进行简单的操作以及刷卡人界面信息显示。

因为考虑到生物实验室贵重仪器不能频繁的通断电，所以仅仅是作为一个监控系统来开发，也就是说和强制刷卡才能使用的上机系统来比，监控系统并不会根据是否刷卡来限制仪器的使用而仅仅是记录并提醒。

服务器通过与客户端建立的 TCP 连接接收数据，实时更新后台 SQL Server 数据库，同时设计 Asp.Net Webform 满足用户从网页上浏览数据的需求。

客户端功能模块，主要包括与 IC 读卡器的串口通信，AD 转换模块，以及和服务器的通信模块，另外还有摄像头模块、语音提示模块等。

服务器功能模块，主要包括与客户端的通信模块和仪器监控数据网上查询显示模块。

## 2 关键技术与开发流程

这里主要介绍服务器方面的开发流程，在系统实现过程中，主要需要解决的关键技术就是之前提到的两个功能模块：与客户端的通信模块和仪器监控数据网上查询显示模块。

### 2.1 与客户端的通信模块

服务器与客户端的通信模块要实现的是：一台 PC 机作服务器开启服务端套接字监听网络，等待客户端套接字主动连接，一旦接收到客户端套接字的连接请求，就建立一个新的线程，把服务器端套接字的描述发给客户端，一旦客户端确认了此描述，连接就建立好了，而服务器端套接字继续处于监听状态，继续接收其他客户端套接字的连接请求。服务器端与客户端的数据交互由每次新建的线程来实现，比如客户端发往服务器端使用人门卡号、报警照片、本地刷卡记录以及一些状态信息，或者是服务器发往客户端最新的人员信息。

同时考虑到网络不稳定的因素，设计为客户端不用时刻与服务器保持连接，只需要在发信息的时候建立连接，并且在发完信息后确定不必要再从服务器接收信息，就可以自行关闭套接字连接，并且服务器也及时结束对应接收线程。

#### 2.2.1 服务器端套接字监听并建立连接

服务器端套接字监听并建立连接服务器绑定自己的 IP 地址和 8008 端口后，设置采用 TCP 连接，然后开启监听。

```
IPEndPoint ipep = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 8008); //设置本地 ip 和 8008 端口
```

```
Socket serverSocket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork, SocketType.Stream, ProtocolType.Tcp); //生成服务器上的监听 socket
```

```
serverSocket.Bind(ipep); //绑定 IP 和端口
```

```
serverSocket.Listen(100); //可同时监听 100 个接入请求
```

```
while (true) //循环监听
```

```
{
```

```
try
```

```
{
```

```
Socket clientSocket = serverSocket.Accept();
```

```
Thread clientThread = new Thread (new ParameterizedThreadStart(ReceiveData));
```

```
clientThread.IsBackground = true;
```

```
clientThread.Start(clientSocket);
```

```
} //对每一个接入请求新建一个线程处理，注意设置为后台线程，随主线程结束而结束。
```

```
.....
```

```
}
```

一旦有客户端套接字主动连接服务器，服务器端套接字调用 Accept 方法返回一个专门的套接字 clientSocket 用于服务器与该客户端的套接字通信，并且新建一个线程调用 ReceiveData 方法处理数据。随后服务器继续监听等待别的客户端的连接。

#### 2.2.2 服务器端消息接收与发送

我们针对客户端发往服务器的消息设计了固定的内容格式，以方便通讯。

第一种是心跳检测包，我们设计心跳检测机制是，客户端定时 30s 发送一次信息，格式是“仪器 ID,heartbeat”，通过心跳检测服务器判断与客户端之间是否还保持正常通讯。

第二种是有关正常上机或正常下机的信息，我们设计格式是“仪器 ID,门卡号 open”和“仪器 ID,门卡号 close”。服务器获取相应仪器 ID 和使用人门卡号，然后进行相应数据库操作。

第三种是有关非法操作开始和结束的信息，格式是“仪器 ID,warningbegin”和“仪器 ID,warningsshutdown”，一般来说，关机和补刷卡都会结束非法操作。服务器获取相应仪器 ID，然后进行相应数据库操作。

第四种是有关客户端定时将本地刷卡记录发往服务器进行数据更新的消息，以免因为网络故障导致服务器刷卡记录不全的问题，消息格式为“仪器 ID,update”，服务器一接收到对应消息，就准备接收客户端发送的本地刷卡记录，然后将接收到的刷卡记录以文本方式存储在服务器上，再根据仪器 ID 进行后台数据库操作。

第五种是有关客户端请求服务器进行数据更新的消息，格式是“仪器 ID,request”，因为考虑到客户端数量众多，设计时采取让客户端定时请求数据而服务器有更新再发送数据的方式。

第六种是有关客户端往服务器发送报警照片，格式“仪器 ID,photo”，之前说过客户端报警的同时会传输报警照片，服务器接收到对应消息后，就准备接收对应的报警照片并且存到本地，以便随时查看。

最后一种信息是用

来让服务器及时结束接

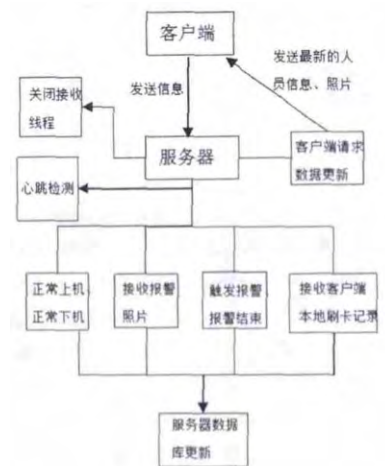


图 2 服务器处理客户端信息流程图

$$K_D = K_P T_D = 12 * 12 = 144ms;$$

Sen\_set \* Moto\_set \* Machine\_set 系统总系数取经验值 0.05。

测试时,分别对 16 路传感器接入单片机 I/O 口的信号进行计数。通过计数值绘制数字 PID 控制器实际输出计数-时间曲线图,如图 6 所示。经过测试与优化处理,最终参数整定为:  $K_P=10, K_I=100, K_D=180, \text{Sen\_set} * \text{Moto\_set} * \text{Machine\_set}$  系统总系数=0.45。如图 7 所示,为巡线机器人测试运行图。

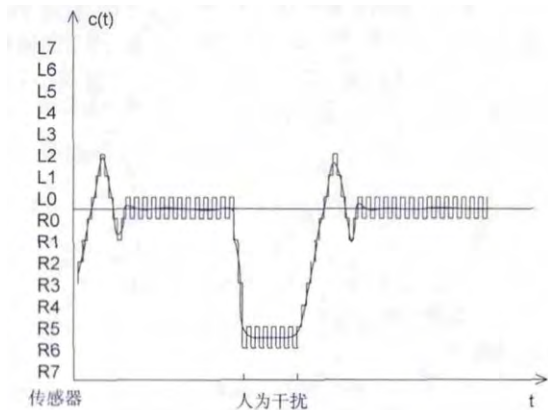


图 6 数字 PID 控制器实际输出计数-时间曲线图

## 5 结束语

经过实际运行测试,基于增量式数字 PID 控制器的机器人巡线系统具有较好的控制性能:在大偏差情况下经过 1 次大幅震荡调整就能完成巡线修正,达到了快速调整和灵敏性的要求;在小偏差情况下,机器人调整幅度很小,甚至不调整,保证了巡线的平稳性和准确性。综合比较,增量式数字 PID 控制器的准确

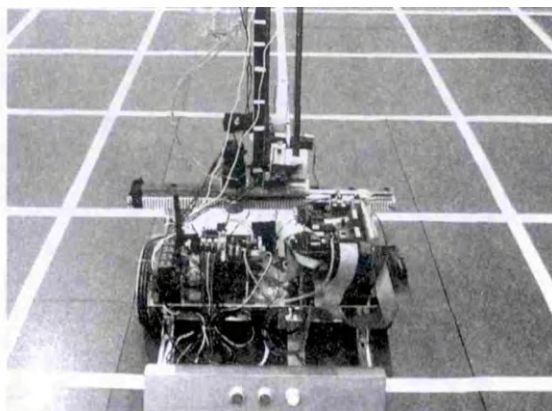


图 7 巡线机器人测试运行图

度,灵敏性和鲁棒性达到巡线机器人的控制要求,能较好应用到巡线机器人中去。

## 参考文献

- [1]王毅.基于数字 PID 控制的直流电机控制系统的设计[J].福建师范大学学报,2010;59-62
- [2]陶永华.新型 PID 控制及其应用[M].北京:机械工业出版社,2003
- [3]李士勇.模糊控制·神经控制和智能控制论[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006
- [4]黄友锐.PID 控制器参数整定与实现[M].北京:科学出版社,2010
- [5]王毅.数字 PID 控制算法的研究[J].辽宁大学学报,2005;367-370
- [6]王奎民.巡线定位技术在机器人大赛中的应用[J].传感器与微系统,2008;105-108

[收稿日期:2013.12.3]

(上接第 79 页)

收线程的,内容是“socketshutdown”。

如果网络异常导致服务器没有收到这条信息,那么同样有异常判断,能够让该线程及时结束。

总的来说,客户端会向服务器发七种信息,服务器根据不同情况做出不同处理。服务器处理客户端信息流程如图 2。

## 3 仪器监控数据网上查询显示模块

该模块的主要功能是实现在网页上直接查看当前监控仪器的状态,以及查询相关仪器的使用情况统计和监控报警照片。

### 3.1 设计便于查询的仪器监控列表

我们设计了一个仪器实时监控列表,可以根据具体需求进行查询,采用定时刷新方式,每一分钟刷新一次,如图 3 示意图。

门卡号	仪器 ID	仪器名	使用人	楼层位置	使用状态	使用情况统计	查看报警照片
1111 1111	111 1111	111 1111	111 111	111 111	111 111	111 111	111 111
111 111	111 111	111 111	111 111	111 111	111 111	111 111	111 111

图 3 仪器监控列表

仪器监控列表显示监控仪器的仪器 ID、仪器名、当前使用人门卡号、当前使用人姓名、仪器楼层位置以及仪器当前使用状态,并且可以查看仪器使用情况表,适用于各种要求的查询。

### 3.2 针对监控仪器生成统计图表

针对仪器的使用情况汇总成表,以方便平时的仪器维护。我们使用的是微软的 MSChart 控件来生成简单的统计图表。例如如图 4 是我们针对某台仪器 9、10 月份测试时的使用情况的折线统计图。

处理成统计图表显示主要是为了方便日常的仪器维护,算是仪器监控的辅助功能。

## 4 结束语

基于终端监控的仪器监控系统,利用终端的电流监控,服务器可以准确无误的获取当前监控仪器的使用状况,并做出相应的反馈与记录,允许用户在网页上进行查看,无论是通过地图服务还是只有文字图片的监控列表,都能准确查看当前联机监控的仪器状态,同时能处理仪器的所有使用情况绘制成图表,方便日常维护。

开发了这套系统,可以安全可靠地管理实验设备,并为仪器管理员提供了仪器的详细使用情况和统计数据,规范了仪器管理工作,减少了大量人力、物力和时间的投入,保证了中心实验室的利益。

## 参考文献

- [1]张洪武,郑小林.科学仪器共享控制系统的设计[J].现代科学仪器,2008(5):14-16
- [2]杨世忠.论电源监控的作用及意义[J].邮电商情,1999(13):57-57
- [3]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

[收稿日期:2013.11.6]