

基于无线传感技术的微型计算机信息管理系统

张海涛,胡志朋

(南京邮电大学,江苏 南京 210003)

摘要:为实现高校图书馆资源的高效管理,提出了基于超声波和蓝牙无线传感器技术的具有自动感知、实时监控功能的图书馆座位信息管理系统。系统总体设计包括数据采集、数据传输、实时监控3个模块。数据采集模块使用超声波传感模块自动探测座位使用状态、按键控制模块设定临时离开座位状态、LED模块显示座位当前使用状态。数据传输模块采用蓝牙传输模块将数据采集部分获取的座位状态信息,从发送端无线传输到接收端,并使用网络传输模块进一步通过有线方式传递到局域网中。实时监控模块接收数据传输部分传递过来的座位状态信息,并使用网页对座位状态进行实时显示。该系统能有效地对座位信息进行实时监控和反馈,并且解决了恶意占座等问题,减轻了相关工作人员的负担,保证了图书馆良好的学习环境。

关键词:无线传感;自动感知;实时监控;单片机技术

中图分类号:G250.7

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)06-0148-06

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.06.031

Microcomputer Information Management System Based on Wireless Sensor Technology

ZHANG Hai-tao, HU Zhi-peng

(Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: In order to realize the efficient management of university library resources, we propose a library seat information management system based on ultrasonic and Bluetooth wireless sensor technology with automatic perception and real-time monitoring. The overall design of the system includes three modules: data acquisition, data transmission, and real-time monitoring. The data acquisition module uses the ultrasonic sensing module to automatically detect the seat usage state, the button control module to set the temporary departure seat state, and the LED module to display the current use state of the seat. The data transmission module uses the Bluetooth transmission module to wirelessly transmit the seat state information acquired by the data acquisition part from the transmitting end to the receiving end, and further transmits the wired state to the local area network by using a network transmission module. The real-time monitoring module receives the seat status information transmitted from the data transmission part, and displays the seat status in real time using the webpage. The system can effectively monitor and feedback the seat information in real time, and solve the problem of malicious seat occupying, reduce the burden of relevant staff, and ensure a well learning environment for the library.

Key words: wireless sensing; automatic sensing; real-time monitoring; single-chip technology

0 引言

随着科学技术的不断发展,新科技产品在人们日常生活中得到了广泛应用,尤其是通信技术在很大程度上影响着人们的生活^[1]。例如高校图书馆座位资源的有效利用一直是高校管理的一个主要问题。传统的采用人工管理方式、刷卡方式的图书馆座位管理系统,存在不够灵活、系统管理存在漏洞等问题,因此采取信

息化管理是必要的趋势^[2]。而高速发展的信息通信技术为解决这一问题提供了很好的技术支持。

近年来,提出了不少信息管理系统方法,如基于微信公众平台的座位预约系统^[3]、基于NFC技术的图书馆座位管理系统^[4]、基于GIS技术的高校图书馆座位管理系统^[5]等。文献[3]提出的通过微信公众平台的座位预约系统让学生可以通过微信公众号进行图书馆

收稿日期:2018-07-02

修回日期:2018-11-07

网络出版时间:2019-03-06

基金项目:国家自然科学基金(41201465);江苏省自然科学基金(BK2012439);江苏省社会发展项目(BE2016774)

作者简介:张海涛(1978-),男,副教授,研究方向为数据挖掘、LBS隐私保护;胡志朋(1993-),男,硕士研究生,通信作者,研究方向为信息采集处理、数据挖掘。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190306.0907.034.html>

座位的预约,方便快捷,便于管理。但是该系统依然存在座位使用时间不够灵活,没有临时离座的设计,系统过分依赖移动端等问题。文献[4]提出的基于 NFC 技术的图书馆座位管理系统与微信公众平台的座位预约系统类似,相比于前一个系统,该系统解决了学生暂离座位造成不必要麻烦的问题,但是同样存在预约在座时间造成的座位使用时间不够灵活的问题。此外,该系统的核心是 NFC 技术,然而现在市面上的手机支持 NFC 功能的并不在多数,这就会给学生造成很大的困扰。文献[5]中基于 GIS 技术的高校图书馆座位管理系统主要设计了一种将地理信息与图书馆座位信息结合的图书馆管理系统,方便学生查询和找到空闲座位。但是该系统并不能很好地解决对于恶意占座,暂离座位的情况。

随着无线传感、无线传输以及嵌入式设备技术的发展,使得开发具有自动、实时查询监控功能的智能化图书馆座位管理系统变得可行。因此,结合超声波传感技术、蓝牙无线传感器以及微型计算机,文中设计了一套具有实时监控和查询图书馆座位信息的管理系统。蓝牙技术的实现是通过近距离的无线连接,为移动通信设备提供通信链路,进而实现近距离信息设备资源的共享^[6-7]。超声波传感器是利用超声波的特性研制而成的传感器。

超声波传感器具有成本低、安装维护方便、体积小、可以较好地实现非接触测量等特点^[8-10]。因此,提出的基于 Arduino 单片机^[11-15]并结合超声波和蓝牙无线传感技术^[16]的图书馆座位信息管理系统具有切实可行的基础。

1 系统总体设计

建立的基于超声波和蓝牙无线传感技术的图书馆座位管理系统的体系结构如图 1 所示。

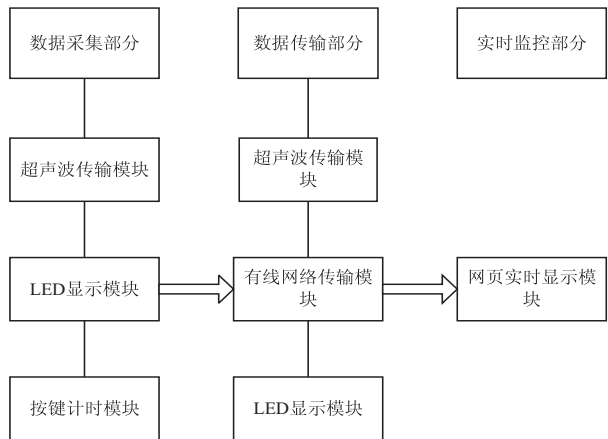


图 1 系统体系结构

系统主要由数据采集、数据传输、实时监控三部分构成。数据采集部分,使用超声波传感模块自动探测

座位使用状态、按键控制模块设定临时离开座位状态、LED 模块显示座位当前使用状态。数据传输部分,使用蓝牙传输模块将数据采集部分获取的座位状态信息,从发送端无线传输到接收端,并使用网络传输模块进一步通过有线方式传递到局域网中。实时监控部分,接收数据传输部分传递过来的座位状态信息,并使用网页对座位状态进行实时显示。

1.1 功能模块设计

1.1.1 数据采集

数据采集部分主要包括 3 个模块,分别为 LED 显示模块、超声波传感模块以及按键计时模块。LED 显示模块使用 LED 灯表示座位被使用的 3 种状态:“亮”代表无人,“闪烁”代表暂时离开,“暗”代表有人。为防止 LED 灯“亮”对使用座位人员(学生)造成的干扰,因此使用 LED 灯“暗”代表有人。利用超声波传感模块双程传播时间(time of flight, TOF)来测量超声波发射器与被探测物体之间的距离。其有效探测距离为 2~450 cm,有效探测角度为 0~15 度。如果距离超声波发射器在设定的空间范围内检测到有人存在,则 LED 显示模块的 LED 灯“暗”,否则 LED 灯“亮”。按键计时模块用于区分“暂时离开”和“离开”的状态。当座位使用者需要短暂离开时,其只需按下按键,LED 灯即开始“闪烁”,同时开始计时。通常计时时间设置为 30 分钟,在此时间内,LED 灯将一直“闪烁”,直至有人回到座位。若 30 分钟后,仍然没有人回到座位,则 LED 灯停止“闪烁”、变“暗”,座位回归无人状态。此时,该座位可被其他人使用,管理人员如果看到该座位有“占座”的书籍等,可以将书籍等转移到指定地点。

1.1.2 数据传输

数据传输部分主要包括蓝牙传输模块、有线网络传输模块和 LED 显示模块。蓝牙传输模块分为发送端和接收端。发送端和接收端的角色通过使用串口调试的 AT 指令进行设置。发送端通过发射蓝牙无线信号,将数据采集部分获取的座位状态信息无线传输给接收端。在实际应用中,蓝牙传输模块的发送端集成于数据采集部分、安装每个座位上,而蓝牙传输模块的接收端集成于数据传输部分、安装在每个房间。系统使用的 HC-05 蓝牙模块的有效传输距离为 10 m 左右,可以满足数据采集部分数据的无线传输需求。有线网络传输的作用是通过有线网络,将蓝牙传输模块接收端的数据高速传递到局域网络。LED 显示模块则将数据采集部分获取的信息,在数据传输部分进行直观显示。该模块的状态信息与数据采集部分的 LED 显示模块会保持一致。

1.1.3 实时监控

实时监控部分只有一个模块即网页实时显示模块,学生或者图书馆管理员使用 PC、PDA 或者智能手机等智能终端采用有线(或无线)方式接入局域网,在浏览器上输入局域网服务器的 IP 地址后,可分别对图

书馆座位的使用状态信息进行查询和实时监控。

1.2 系统工作流程

该系统根据硬件电路和需要实现的功能进行了软件设计。

具体功能流程如图 2 所示。

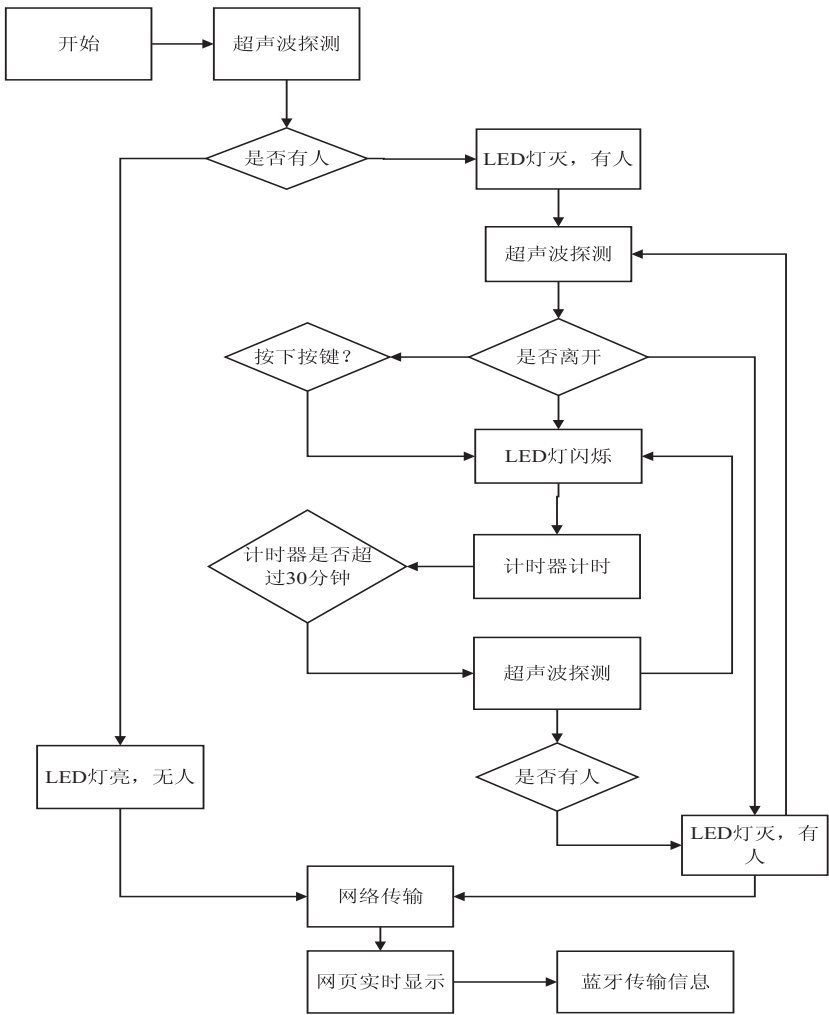


图 2 系统工作流程

当系统开始工作时,超声波模块开始探测座位前是否有人,如果有人,则 LED 显示模块的灯熄灭;如果没有人,则 LED 显示模块的灯亮。当学生临时有事需要离开,则需要按下按键模块的按键,没有按下按键离开 LED 灯会点亮,表示无人使用;按下按键,LED 灯进入闪烁状态,表示暂离状态,同时 30 分钟计时器开始工作,如果超过 30 分钟还没有人回来 LED 灯就会点亮,表示无人占座;如果在 30 分钟之内超声波检测到有人回来,则 LED 灯将由闪烁状态转化为熄灭状态。蓝牙接收端接收到的信息最终会通过网络模块传输到计算机终端,实时显示座位的状态。

2 系统硬件设计

2.1 数据采集模块

系统的数据采集模块采用 Arduino UNO R3 硬件

开发板对超声波模块、LED 显示模块、按键计时模块以及蓝牙传输模块的发送端进行集成,其中超声波模块选用 HC-SR04,蓝牙传输模块的发送端选用 HC-05,整个数据采集部分依靠 Arduino 硬件开发板的 USB 接口或 16VDC 输入接口进行供电。

数据采集部分的硬件设计与实现,电路连接原理如图 3 所示。

HC-SR04 超声波模块的 GND 引脚,Echo 引脚,Trig 引脚,VCC 引脚分别连接到 Arduino 硬件开发板的 GND 端口,数字 5 端口,数字 6 端口以及电源 5 V 端口。LED 显示模块的正极长引脚连接到 Arduino 硬件开发板的数字 7 端口,负极短引脚连接到电源 GND 端口(需串联 220 Ω 电阻)。按键计时模块的引脚 1,2,3 分别连接到 Arduino 硬件开发板的电源 5 V 端口,数字 8 端口,电源 GND 端口。HC-05 蓝牙传输模块

的发送端的 VCC 引脚连接到 Arduino 硬件开发板的电源 5 V 端口,GND 引脚连接到电源 GND 端口,发送端的 TX_5V 引脚连接到数字 RX0 端口,RX_5V 引脚连接到数字 TX1 端口。

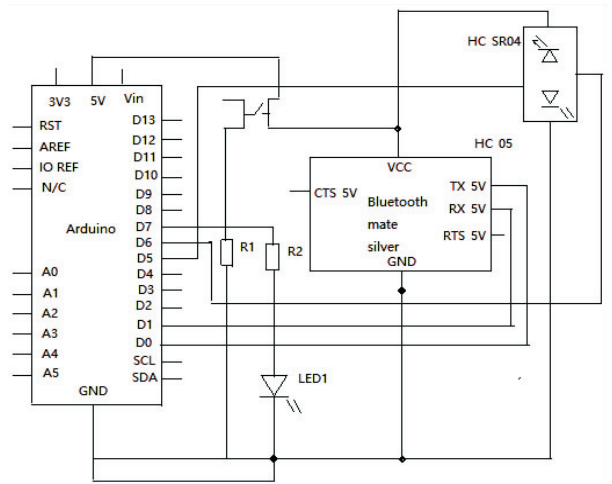


图 3 数据采集部分的原理

2.2 数据传输模块

数据传输模块包含了蓝牙传输模块的接收端、网络传输模块以及 LED 显示模块。与 Arduino 硬件开发板进行集成,其中蓝牙传输模块的接收端选用 HC-05,网络传输模块选用 W5100。

数据传输部分的硬件设计与实现,硬件连接原理如图 4 所示。

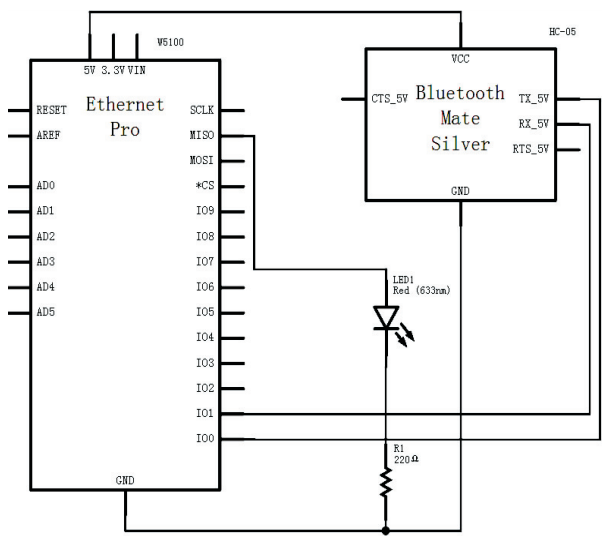


图 4 数据传输部分的原理

HC-05 蓝牙传输模块的接收端的 VCC 引脚,GND 引脚,TX_5V 引脚,RX_5V 引脚分别连接到 Arduino 硬件开发板的电源 5 V 端口,GND 端口,RX0 端口以及 TX1 端口。LED 显示模块的负极短引脚连接到 Arduino 硬件开发板的电源 GND 端口,LED 显示模块的正极长引脚连接到 Arduino 硬件开发板的数字 12 端口(需串联 220 Ω 电阻)。

2.3 实时监控模块

实时监控模块包括 W5100 网络传输模块和终端显示两部分。电路连接原理如图 5 所示。

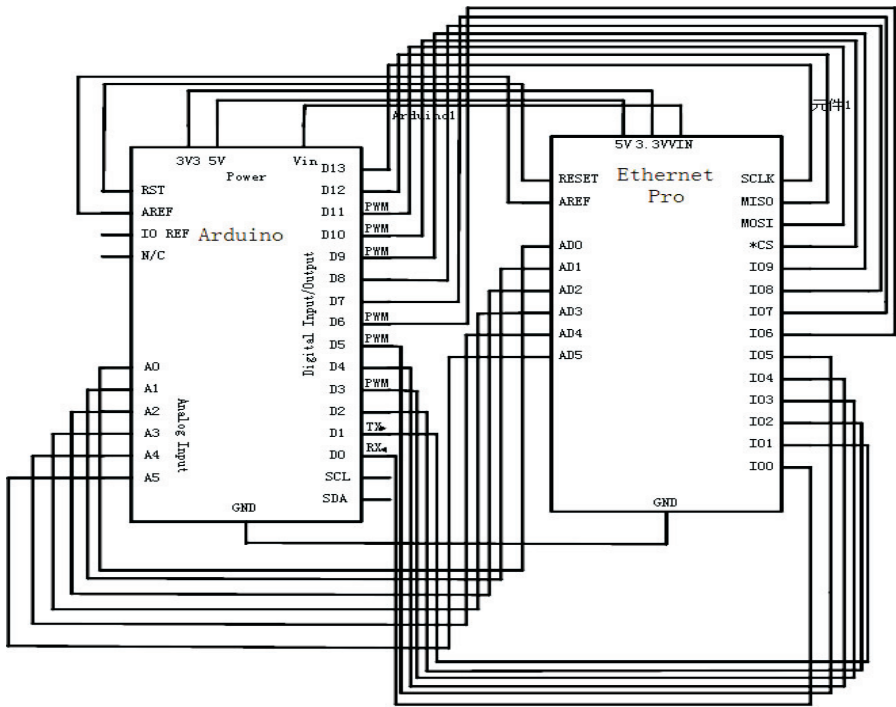


图 5 实时监控部分的原理

W5100 网络传输模块与 Arduino 硬件开发板的连接:W5100 网络传输模块的数字端口 (DIGITAL PWM (/) 的 2 3/ 4 5/ 6/ 7 8 9/ 10/ 11/ 12 13 TX→1 0→

RX) 的引脚线,AREF、GND 引脚线,6 个 ICSP 引脚线,模拟端口 (ANALOG IN A0 A1 A2 A3 A4 A5) 的引脚线,RESET 端口的引脚线分别插入 Arduino UNO 硬件

开发板数字端口(2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 TX 1 RX 0)的引脚孔, REF、GND 引脚孔, ICSP 引脚孔, 模拟端口(ANALOG IN 0 1 2 3 4 5)引脚孔, RESET 端口引脚孔。

实时监控部分的终端使用 PC、PAD 或者智能手机等设备有线(或无线)接入 W5100 局域网, 在浏览器上输入局域网服务器的 IP 地址后, 即可对座位的使用状态数据进行实时监控。

图 6 是实时监控终端的页面显示图, 其中第一张图表示 1 号座位已经有人占用, 此时通过串口监控工具可以看出, 数据采集部分向串口发送数字 0。第二张图表示 1 号座位为空闲状态, 串口监控工具显示数据采集部分向串口发送数字 1。第三张图表示 1 号座位有人且为暂离状态, 数据采集部分向串口发送数字 2。

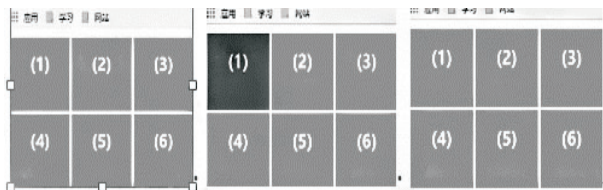


图 6 实时监控终端页面显示

3 系统软件设计

3.1 数据采集功能实现

数据采集部分的程序代码实现, 采用 Arduino IDE 作为程序集成开发环境, 定义 inputPin 为超声波输入数字口, outputPin 为超声波输出数字口, led 为 led 灯的数字口, button 为按钮的数字口, sittingtime 为在座时延, unseattime 为离座时延。collectionSetup() 方法初始化开发板的状态具体代码如下:

```
1. void collectionSetup()
2. { pinMode( inputPin, INPUT);
3. pinMode( outputPin, OUTPUT);
4. pinMode( led, OUTPUT); //led
5. pinMode( button, INPUT);
6. Serial. begin(9600); }
```

其中 2~6 行表示分别将超声波的输入数字口置为输入, 超声波输出数字口置为输出, led 数字口置为输出, 按键数字口置为输入, 设置开发板的串口波特率为 9 600。

采集程序的主体方法为 collectionLoop(), 在该系统开始运行到结束运行的整个过程中, 该方法会一直循环运行, 具体代码实现如下:

```
1. void collectionLoop() {
2. if( HIGH == digitalRead( button) )
3. thirtyminutes();
4. digitalWrite( outputPin, HIGH); }
```

```
5. delayMicroseconds( 10);
6. digitalWrite( outputPin, LOW);
7. int distance = pulseIn( inputPin, HIGH)/58;
8. delay( 1000);
9. if( distance >= 50) {
10. digitalWrite( led, HIGH);
11. sittingtime = 0;
12. unseattime = unseattime + 1;
13. if( unseattime >= 60) {
14. Serial. print( '1');
15. unseattime = 0; } } }
```

程序的 2~3 行表示当检测到数据采集部分的按键被按下时, 开始调用 30 分钟的计时函数。学生为暂离状态。代码 4~7 行通过对超声波模块设置高低电位实现测距的功能, 9~15 行表示如果检测到超过 50 cm, 就点亮 Led 灯, 表示学生不在座位上, 反之则熄灭 Led 灯, 表示该座位已经被占用。在这段代码中间需要添加连续在座和连续离座 1 分钟的判定代码, 以减少误判的概率, 如代码 13~15 所示。

3.2 数据传输功能实现

数据网络传输部分与系统监控部分需要设置 Led 数字口为 ledpin, 设置 MAC 地址和 ip 地址, 以及局域网服务器端口号, 其初始化方法由 transmissionSetup() 定义, 具体代码如下所示:

```
1. void transmissionSetup() {
2. Serial. begin(9600); 9600
3. while ( ! Serial) { };
4. Ethernet. begin( mac, ip);
5. server. begin();
6. Serial. print( " server is at" );
7. Serial. println( Ethernet. localIP());
8. pinMode( ledpin, OUTPUT); }
```

传输部分的程序的 transmissionSetup 方法同数据采集部分实现的功能类似, 都是实现初始化开发板的各个变量。设置串口的波特率为 9 600, 等待连接的建立, 如果 Serial 为 false 则在 while 循环中一直等待连接的建立。当有连接建立时, 通过第 4~5 行代码建立局域网的连接并启动局域网服务器, 第 8 行代码设置 Led 的数字口为输出。

传输部分的主要功能代码以及系统监控部分的代码由 transmissionLoop() 方法实现, 蓝牙接收端接收到的来自数据采集端蓝牙发送端的信息, 通过这段程序代码, 从采集端获取的信息通过图像的方式更直观地反应在客户端上, 具体伪代码实现如下:

```
1. void transmissionLoop() {
/* *
判断并建立客户端部分代码省略
* */ }
```

```
2. if(ok) init(client);  
3. if(val == '1')  
    client.println(background='green');  
4. else if(val == 0 || val == 2) client.println(background='red'); }
```

如上述代码所示,代码第2行初始化客户端的页面。代码3~4行表示当接收到传来的变量为“1”时,就将相应位置显示为绿色,表示位置空缺,当传过来的变量为“0”或“2”时就将相应的位置显示为红色,表示位置已经被占用。并且接收端的Led也显示为相应的状态。

3.3 实时监控功能实现

实时监控部分的代码,主要用于初始化浏览器客户端的页面,把图书馆座位信息直观地反应出来。其初始化方法由init()定义,具体伪代码如下:

```
1. void init(EthernetClient client) {  
2.   refreshtime = 60s;  
3.   id = 'a';  
4.   for i = 0 to 6  
5.     print blank;  
6.   document.getElementById('a');  
7.   if value == 1  
8.     background = 'green';  
9.   else  
10.    background = 'red'; }
```

代码的第2行设定页面定时刷新时间为1分钟,第3行指定监控的座位的id属性值,4~5行建立了6个单元格,表示6个座位,第6~10行根据从串口获取的数据,给相应属性值的单元格设置背景颜色。

4 结束语

针对传统图书馆座位管理系统存在不够灵活、系统管理存在漏洞等问题,设计了一种新型的图书馆座位管理系统,即基于无线传感技术的微型计算机信息管理系统。该系统包括3个模块:数据采集模块负责采集图书馆座位信息,数据传输模块负责接收端和采集端之间数据的传递,实时监控部分可以让学生在任何时候都可以查询出图书馆位置的实时信息。相对于传统方式具有以下优势:不依赖外部环境,不存在由于

学生忘带手机而引起的不能入座,不能在终端进行离座操作等问题;系统硬件电路简单、易于搭建,控制系统使用方便可靠;用户可以通过PC端和移动端实时查看图书馆位置的使用情况,有效解决图书馆的“占座”问题。

参考文献:

- [1] 武 兵. 短距离无线通信技术[J]. 电子技术与软件工程, 2018(10):29.
- [2] 于 健. 高校图书馆座位管理系统应用研究[J]. 四川图书馆学报, 2016(2):67-70.
- [3] 薛欢雪, 刘晓峰. 基于微信公众平台的图书馆座位预约系统设计——以吉林大学鼎新图书馆为例[J]. 图书馆学刊, 2017, 39(11):115-119.
- [4] 江先斌. 基于NFC技术的图书馆座位管理系统的研究[J]. 机电技术, 2017(2):15-17.
- [5] 张静端. 基于GIS技术的高校图书馆座位管理系统[J]. 东华大学学报:自然科学版, 2016, 42(2):242-247.
- [6] 万义星. 基于蓝牙技术的智能传感器的研究[J]. 中小企业管理与科技, 2015(8):273-274.
- [7] 钱志鸿, 刘 丹. 蓝牙技术数据传输综述[J]. 通信学报, 2012, 33(4):143-151.
- [8] 韦兴平, 车 畅, 宋春华. 超声波传感器应用综述[J]. 工业控制计算机, 2014, 27(11):135-136.
- [9] 季江飞, 黎云飞, 张逸聪, 等. 基于蓝牙的超声波测距系统的设计与实现[J]. 福建电脑, 2018(1):24-25.
- [10] 刘洲洲, 张亚杰, 全定可. 基于超声波检测的传感器网络定位测距系统[J]. 计算机技术与发展, 2017, 27(10):156-160.
- [11] 陈吕洲. Arduino 程序设计基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2014:18-31.
- [12] WARREN J D, ADAMS J, MOLLE H. Arduino robotics [M]. New York:APress, 2011:70-96.
- [13] PURDUM D J. Beginning C for Arduino [M]. New York:APress, 2017:34-55.
- [14] PEREA F. Arduino essentials [M]. Birmingham:Packt Publishing, 2015:113-147.
- [15] BLUM J. Exploring Arduino: tools and techniques for engineering wizardry [M]. New York:Wiley, 2013:202-250.
- [16] 孙利民. 无线传感器网络 [M]. 北京:清华大学出版社, 2005:42-55.