

一种基于物联网的实验室智能控制系统

汪湛清 彭熙伟 郭玉洁

(北京理工大学自动化学院,北京 100081)

摘要: 实验室是高校教学和科研的重要场所,传统的人工管理实验室的方式既增加管理成本,又增加了管理人员的负担。物联网技术的发展,为高校实验室智能化管理提供了技术支持。本文提出一种基于物联网的实验室智能控制系统。整个实验室智能控制系统主要分为教学演示子系统、视频监控子系统、实验室基本设备控制子系统以及实验室安防子系统,该实验室智能系统能够实现对实验室教学设备和环境控制的智能操作以及实验室安全的监控,可以大大地提高整个教学质量,并能更好地确保实验室安全。

关键词: 物联网; 智能实验室; 智能管理

A Laboratory Intelligent Control System Based on IOT

Zhanqing Wang, Xiwei Peng, Yujie Guo

(Beijing Institute of Technology, School of Automation, Beijing 100081, Beijing China)

Abstract: Laboratory is an important place for teaching and research in colleges and universities. The traditional way of manual management of laboratories not only increases management costs, but also increases the burden on managers. The development of Internet of things technology provides the technical support for the university laboratory intelligent management. This paper presents a laboratory intelligent control system based on Internet of Things. The entire laboratory intelligent control system is mainly divided into teaching demonstration subsystem, video surveillance subsystem, laboratory basic equipment control subsystem and laboratory security subsystem. The laboratory intelligent system can achieve the laboratory teaching equipment and environmental control intelligence operation and laboratory safety monitoring. Furthermore, the laboratory intelligent system can greatly improve the quality of teaching and better ensure laboratory safety.

Key Words: Internet of Things; Intelligent laboratory; Intelligent management

引言

随着传感技术、现代网络技术和人工智能等技术的发展和运用,物联网技术被誉为信息产业的第三次创新^[1]。物联网技术具有十分宽广的技术范畴和应用领域,它一方面利用了诸多现有技术,包括半导体技术、计算机技术、现代通信网络

技术、甚至纳米技术、生物技术等各种高新技术、交叉技术;另一方面又具有自身独有的特点,能对物理世界进行信息获取、传输和处理,并将处理结果以服务的形式发布给用户。

目前,在国内较为多见的“物联网”定义为:物联网是指利用各种信息传感设备,如射频识别装置、红外传感器、全球定位系统、激光扫描等多种装置与互联网结合起来而形成了一个巨大网

联系人: 汪湛清. 第一作者: 汪湛清(1968年11月—),女,硕士,副教授.

络^[2],其目的就是使所有物品都与网络连接在一起,使得识别和管理更加方便。物联网把网络所实现的人与人之间的互联通过技术扩大到了所有事物之间的连通,不但使得现实世界的物品互为连通,而且实现了现实世界(物理空间)与虚拟世界(数字化信息空间)的互联^[3],从而有效地支持人机交互、人与物品之间的交互、人与人之间的社会性交互。总之,物联网是一个物物相连的互联网,从而成为了新一代信息技术的重要组成部分。

目前的物联网主要应用于生活家居、智能交通等方面,然而其在实验教学方面应用却很少^[4],基于此现状我们运用物联网技术以期提高实验教学质量并更好地确保实验室安全。除此之外我们还将物联网技术与自动化实验室教学相结合,更好的提高了实验室教学质量。

1 智能实验室系统概述

基于物联网的智能实验室管理系统,主要由三个层次构成——应用层、网络层、感知层^[5]。总体框图如图 1 所示:

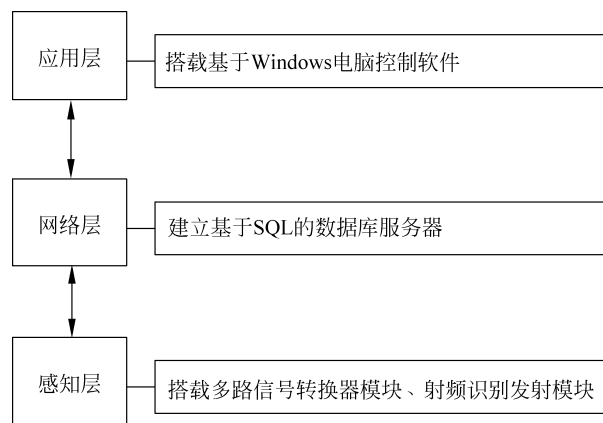


图 1 智能实验室系统总体框图

应用层主要用来搭载 Web 浏览器的各类用户终端。本课题的终端控制器为一款基于 Windows 的平板电脑。通过该平板电脑连接实验室管理服务器,之后服务器通过与感知层进行 TCP/IP 通信,将感知层获取的实时状态数据写入 SQL 数据服务器中,基于 Web 平台的用户端可以实时的显示实验室中传感器的状态并且通过感知层中的射频识别发射模块实现对实验室设备的控制。

网络层对于整个实验室的控制起着承上启下的作用。网络层主要是用于搭建数据库服务器,一方面将数据库中存储的信息展示给远程用户,另一方面将远程用户的控制命令写入数据库的控制决策表^[6],通过与感知层通信,借助多路信号转换器、射频识别发射模块实现对实验室设备的控制。

感知层作为物联网技术模块的最底层,在智能实验室控制系统设计中,它的主要用途是搭建无线传感器网络。智能实验室的感知层主要由多路信号转换器、射频识别发射器等模块组成。感知层与底层无线传感器采用基于调度算法的 MAC 协议,传感器节点可发送数据的时间通过一个调度算法来决定,这样多个传感器节点就可以同时、没有冲突的在无线通道发送数据。在此基础上应用层传递的控制信号才能通过多路信号来完成对实验室基本设备的控制。

2 智能实验室系统结构设计

本实验室智能控制系统的硬件原理设计框图如图 2 所示。主要由自动化教学演示子系统、视频监控子系统、实验室基本设备控制子系统以及实验室安防子系统四部分构成,下文将分别介绍其实现原理。

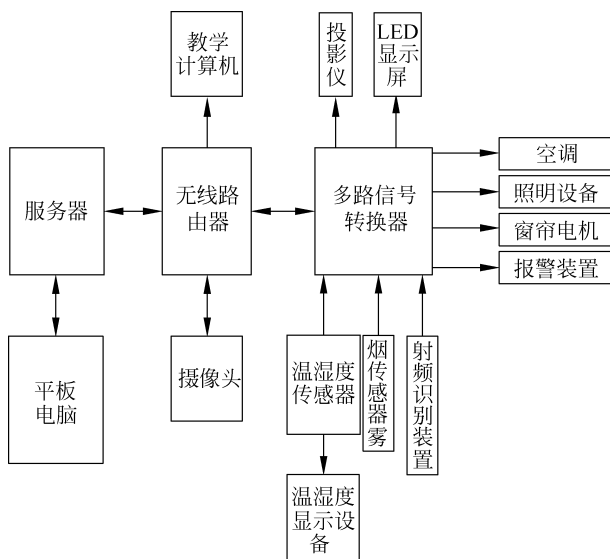


图 2 智能实验室系统硬件结构图

2.1 自动化实验教学演示子系统

自动化实验教学主要分为普通教学和实验教

学。普通教学主要是基于实验课理论及原理的讲解。其演示子系统主要包括投影仪和教学计算机。利用遥控器红外控制的原理,手持平板电脑通过访问无线路由器向多路信号器发送投影仪的打开或关闭的控制信号,经过多路信号器转换为红外信号发送给投影仪,从而实现对投影仪的打开或关闭的控制;之后手持平板电脑通过无线路由器远程控制教学计算机,老师在上课的过程中在任何位置都可以通过手持平板电脑控制教学计算机,给学生播放 PPT、教学演示等。除此之外,老师可以控制平台调用摄像头来进行教学录像,将录像的视频传送给实验室服务器。学生可以通过访问服务器进行查看相应的教学视频,从而实现远程网络实验教学。

自动化实验教学主要是对实践部分的应用。其演示子系统主要将实验室目前已有的基于单片机 ARM 嵌入式系统等微控制器和微处理器的控制系统,以及被控对象—小型双容水箱、云台控制平台等通过物联网纳入到该智能实验室系统中。首先将实验室 PC 机的被控制命令建立在感知层的数据服务器中,其次在实验室 PC 上位机端采用 LabVIEW 设计虚拟仪器,用微控制器作为被控水箱和云台的下位机。学生可以通过访问实验室数据服务器实现对实验室 PC 机的控制,最后,通过事先在 PC 级建立好的虚拟仪器实现对小型水箱和云台的远程控制。这样通过该教学子系统可以实现远程教学。

2.2 基于无线路由器的视频监控子系统

本子系统主要是实现对实验室的视频监控。多个摄像头通过网线或者无线路由器连接到固定的无线路由器上,无线路由器通过 Wi-Fi 连接到手持平板电脑上,手持平板电脑实时显示摄像头拍下的视频进行监控;并且手持平板电脑可以任意选择显示其中一个摄像头拍下的视频,也可以同时显示多个摄像头拍下的视频。除此以外,手持平板电脑还可以控制摄像头的转动,可以调节拍摄的角度。

2.3 实验室基本设备控制子系统

主要实现实验室基本设备的实时监测并进行相应的控制。主要包括传感单元与执行单元两大部分。这两部分均通过多路信号转换器模块连接。该子系统主要实现对 LED 显示、照明控制、空

调、窗帘、温湿度等设备的控制。

(1) LED 显示控制:手持平板电脑可以设置需要显示的内容,主要包括:课程名称、上课老师、上课时间等。手持平板电脑通过无线路由器,将需要显示的内容,经过多路信号转换器转换为红外信号发送给 LED 显示设备实时显示。

(2) 照明设备控制:手持平板电脑选择其中一个或多个照明设备的关闭或打开。手持平板电脑通过无线路由器将关闭或打开的控制信号,经过多路信号转换器转换为红外信号发送给照明设备,从而进行照明设备的开关控制;

(3) 空调控制:手持平板电脑控制空调的工作模式,包括打开或关闭、制热或制冷、温度设置等方面。手持平板电脑通过无线路由器,将这些控制信号经过多路信号转换器转换为红外信号发送给空调进行相应工作模式的调控;

(4) 窗帘控制:每个窗帘上都安装有驱动电机,驱动电机正转时打开窗帘,反转时关闭窗帘,驱动电机上安装有信号接收装置;手持平板电脑通过无线路由器,将电机的正转或反转控制信号经过多路信号转换器转换为红外信号发送给驱动电机的信号接收装置,从而实现对窗帘的打开或关闭;

(5) 温湿度显示:在实验室的墙壁上安装温湿度传感器和温湿度显示设备,温湿度传感器将当前实验室的温度和湿度信息,发送给温湿度显示设备进行实时显示;同时将温度和湿度信息以红外信号的方式发送给多路信号转换器,多路信号转换器通过无线路由器将温度和湿度信息发送给手持平板电脑进行监测。

2.4 实验室安防子系统

实验室的安防现阶段主要考虑到烟雾报警和在布防状态下有人进入的报警。

(1) 烟雾报警:在实验室墙顶安装烟雾报警器,在烟雾报警器检测到一定浓度的烟味,会发出报警声,并且将烟雾浓度信息以红外信号的方式发送给多路信号转换器,然后通过无线路由器发送到手持平板电脑进行火灾判断,如果确定发生火灾及时采取灭火措施,如果没有发生火灾关闭报警声;

(2) 布防设置:利用无线射频技术,在每个窗户安装射频识别装置,同时将实验室设定为布防

状态或非布防状态。在实验室布防状态下,当窗户被打开时,会发出射频信号。当实验室没有工作时,所有窗户处于关闭状态,整个实验室智能控制系统开启布防模式。如果有人打开窗户,射频信号发送给多路信号转换器,再经过无线路由器发送到手持平板电脑上;手持平板电脑接收到射频信号时,判断当前系统是否为布防模式,如果不是布防模式,不进行操作;如果是布防模式,则立即开启报警模式,通过无线路由器和多路信号转换器,将警报信号发送给报警装置,将照明设备打开信号发送给所有照明设备。

3 系统的软件设计

本系统的软件部分包括:控制终端软件设计、多路信号转换器部分软件设计。

3.1 终端软件设计

控制终端软件流程如图 3 所示。控制终端为平板电脑。平板电脑上开发了一款基于 Windows 操作系统的软件。目前大多数电脑系统和移动设备都是基于 Windows 操作系统。因此开发的实验室系统软件可以很好的被大多数移动 PC 安装。

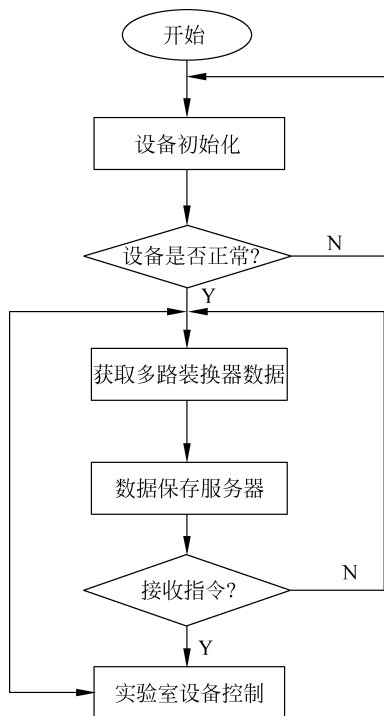


图 3 控制终端流程图

首先通过平板电脑完成对整个实验室系统的初始化,其次通过多路信号转换器获取各个设备的环境参数,之后通过 TCP 协议将实验室设备的信息发送给服务器,同时平板电脑可以通过访问服务器来向多路信号转换器传送控制命令^[7]。

3.2 多路信号转换器软件设计

多路信号转换器软件设计主要实现对实验室基本设备的数据采集和控制功能。首先对实验室的基本设备进行初始化,然后基本设备通过射频模块向多路信号转换器发送对应的状态信息,之后通过无线路由器传送给服务器主机。最后终端层通过访问服务器得到设备的状态信息,实现对实验室设备的监控。服务器发出控制指令时,多路信号转换器根据终端信息做出相应的动作。

4 结论

我们所提出的基于物联网的实验室智能控制系统,基于我校自动化学院的计算机技术实验室的建设项目而设计并实现,在考虑到针对计算机技术相关课程实验教学的同时,还需要兼顾自动化教学的特色,引入了小型双容水箱、云台等被控对象,以便进行基本的控制理论与实践教学。总而言之,该系统实现了一下功能:

(1) 本系统基于实验室教学和实验室管理需要,运用物联网技术,设计了一套完整的智能控制系统,实现对实验室教学设备和环境控制的智能操作以及实验室安全的监控。

(2) 基于物联网的实验室智能控制系统,提高了实验室的管理水平,减轻了实验室管理人员的工作负担。除此之外,应用该系统的教学演示模块可以减轻老师的上课负担,增加了教学的灵活性。同时通过实现对实验室设备的智能控制,增加了学生上实验课的兴趣,为学生营造了一个良好的学习环境,提高了学生的课堂学习效率^[8]。

(3) 此外,本课题的实验室智能系统为智能教室、实验室的建设提供了一个良好模型^[9],学生可以通过访问服务器找到老师讲授的教学视频,为学生复习和答疑提供了一个良好的平台。其次增加对实验室内的双容水箱、云台等过程控制、运动控制等被控对象的控制,让存在于实验室内的传统教学仪器设备变的更加智能化。这样学生就可

以在诸如宿舍、图书馆等实验室以外的环境场所,利用自己的笔记本实现对放置在实验室内的双容水箱、云台等设备的控制,这样极大的提高实验室设备的利用率以及学生学习的兴趣。

References

- [1] 由高潮. 浅谈物联网技术及应用[J]. 科技成果纵横, 2010, (04): 55-57.
- [2] 陈明选, 徐旸. 基于物联网的智慧校园建设与发展研究[J]. 远程教育杂志, 2012, (04): 61-65.
- [3] 刘云浩. 物联网导论[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [4] 汪湛清, 阮广凯, 郭玉洁, 张军, 梁晓江, 周博, 金群. 一种基于物联网的实验室智能控制系统[P]. 北京: CN204695054U, 2015-10-07.
- [5] 仲明瑶, 文燕. 基于物联网的智能计算机实验室管理系统设计[J]. 无线互联科技, 2016, (18): 129-130.
- [6] 秦琳琳, 陆林箭, 石春, 吴刚, 王云龙. 基于物联网的温室智能监控系统设计[J]. 农业机械学报, 2015, (03): 261-267.
- [7] 王慧渊. 基于物联网技术的智能实验室的研究与实践[D]. 杭州电子科技大学, 2014.
- [8] 吴蓬勃, 李学海, 杨斐, 张金燕. 基于物联网的智能实验室研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2015, (03): 78-85.
- [9] 崔贯勋. 基于物联网的实验室智能化综合管理系统设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2015, (11): 217-220 + 266.