

文章编号: 2096-1472(2017)-10-20-04

基于物联网的计算机实验室智能化管理系统研究

张倩怡¹, 李小顺¹, 胡萍¹, 宁璐²

(1.北京农学院计算机与信息工程学院, 北京 102206;

2.北京农学院图书馆, 北京 102206)

摘要:随着物联网技术的发展,越来越多的高校提高了“智慧化”和“信息化”建设水平。各实验中心作为高校教学科研的核心场所,其信息化建设水平不仅关系到各实验室设备和课程的管理,而且直接影响其服务教学科研的效率。本文以北京农学院计算机实验教学中心为例,提出一套基于物联网的计算机实验室智能化管理系统。系统采用B/S结构,通过RFID等物联网技术手段,实现了对实验中心人员、课程和设备的智能管理。通过应用该系统,彻底解决了计算机实验教学中心低效、粗放的人工管理方式,使其能够给全校师生带来更加智能和高效的服务,从而全面促进学校的实验教学。

关键词: 物联网; 信息化; 实验室; 管理系统

中图分类号: TP317.1 **文献标识码:** A

Research on Intelligent Management System of Computer Laboratory Based on Internet of Things

ZHANG Qianyi¹, LI Xiaoshun¹, HU Ping¹, NING Lu²

(1.School of Computer and Informatica Engineering, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China;

2.Beijing University of Agriculture Library, Beijing 102206, China)

Abstract: With the development of Internet of Things technology, more and more colleges and universities have improved the construction level of Intelligence and Informatization. As the experiment center is the core of teaching and scientific research in universities, its information construction level is not only related to the management of laboratory equipment and courses, but also directly affects the efficiency to service teaching and research. Taking the computer experiment teaching center of Beijing University of Agriculture as an example, this paper presents an intelligent management system of computer laboratories based on Internet of Things. Through Radio-Frequency identification (RFID) and other technology in Internet of Things, the B/S structure is applied to implement the intelligent management of the personnel, courses and equipment in the experiment center. With this system, the inefficient and extensive manual management of the computer experiment teaching center has been completely solved. The experiment teaching center can bring more intelligent and efficient service to both teachers and students in the university, thus comprehensively promoting the experimental teaching in universities.

Keywords: Internet of things; informatization; laboratory; management system

1 引言(Introduction)

当今的信息时代物联网技术被广泛应用,该技术已经成为信息化社会重要的组成部分。物联网通过感知技术、通信技术和数据整理分析技术,被广泛应用于人们生产、生活的各个领域^[1],也因此被认为是当今社会最主要的四大信息技术之一,同时也被列入国家五大新兴战略产业之一。目前首都高校正在实施的“智能校园”计划在很多高校得到推行,目的是将高校建设成“智慧化”和“信息化”的学校。基于这样一个背景,大部分高校加大了实验实训硬件条件的建设,各高校实验室软硬件条件得到了大幅度的提升。目前,各高校实验室的仪器数量繁多、种类繁多,其中单价超过10万元的仪器更需要得到妥善的保管。像北京农学院计算机实验教

学中心这样规模很大的综合性实验中心,如何借助现代信息技术,提高使用效率和管理效率,使管理更加科学化和智能化,如何提升实验室服务教学、科研的能力,全面发挥实验室中各类教学设备的最大能效,已成为北京农学院计算机实验教学中心在建设方面面临的重要挑战。目前,实验教学中心的管理方式仍然停留在教辅人员集中管理的形式。在管理过程中,各种设备设施由国资处统一定制设备编码标签,分别记录教具的名称、型号等信息。每个标签需要逐个贴在对应设备上,标签损坏无法识别的情况时有发生。因此,需要继续改进现有的设备管理方式。这种管理方法的缺陷主要表现在以下几个方面:

(1)教辅人员用人工方式管理设备,不能实时获取设备的

信息,更不可能对设备进行监管。尤其是嵌入式试验箱中各种功能组件的小型设备,更加无法实现精准管理,这就给实验教学带来了极大麻烦,还很容易造成不必要的资金浪费。

(2)每年设备采购、设备报废、登记入库等日常管理工作,会带来繁重的清点任务。由于目前采用人工管理,会在设备清点时造成比较高的错误率。

(3)每个专业实验室都拥有一批单价在10万元以上的大型仪器设备,它们的位置和属性信息往往都比较复杂,这样会导致学生做实验时无法掌握大型设备的实时信息,进而无法顺利地完实验,这就大大降低了工作效率。

(4)由于没有管理系统,各个实验室之间无法共享资源。

(5)由于实验室的实验教学任务繁重,使用率高,因此对实验室电源、投影、音响等教学设备的管理更需要实时监控,否则不仅会带来能源浪费,还有可能产生安全隐患。

由此不难看出,传统的人工管理方法已经不能满足现代化计算机实验中心的管理需求。如何运用物联网技术进行对设备实时监控,实现实验室管理智能化,已经成为当今高校实验室亟待解决的问题。

2 高等院校计算机实验中心管理系统分析(Analysis of the management system of computer experiment center in colleges and universities)

2.1 高校计算机实验中心管理理念

高校各实验中心是学校重要的教学、科研、实验场所,是创造科学的发源地,也是人才培养的重要基地。因而,实验中心管理就显得格外重要。实验中心的管理水平,不仅会影响到师生的教学科研工作,还会严重影响到实验数据的精确程度。利用物联网等现代信息技术加强对实验中心的管理,旨在实现对实验实训设备、师生、工作人员、实验环境等各项主体间的基本规律进行研究,并且将其有机结合,科学管理,发挥最大的功效。

2.2 高校实验室(中心)管理现状

目前,高校实验室(中心)管理经常会遇到一些问题。首先,大部分数据都需要人工记录与统计,特别是当实验中心每年都需要配合教委和学校进行资产清查时,教辅人员都要对诸多设备进行核对,不仅无形之中加大了工作量,也容易出现数据错误。其次是运行问题。由于不能实时更新设备信息,会使教学进程出现突发状况。再次是能源浪费问题。因为无法获取实验室(中心)大型能耗设备的实时状态,所以在不需要使用这些大型能耗设备时,往往会造成大量的能源浪费^[2]。而本文提出的基于物联网的实验室(中心)设备管理系统,恰好能为实验室(中心)管理提供一个合理的智能化解决方案。从而实现实验室(中心)管理智能化、绿色化。

3 基于物联网的高校实验中心管理系统分析(Analysis of the management system of experiment center based on internet of things in colleges and universities)

3.1 需求分析

3.1.1 用户需求分析

现代的物联网技术已经应用到各个领域。在物联网应用

中,感知层数据获取手段和精准度是物联网应用层面的关键技术之一。本系统的关键就是基于无线射频技术和无线传感器的集成应用^[3]。首先,对于系统管理员来说,他们具备该系统的所有操作权限,可以随时对系统数据进行增删改,同时负责整个系统的功能维护、配置管理、运行监测等。对于实验室(中心)管理人员来说,他们可利用该系统来统计教学工作量,也可以管理设备的采购、存放、报废及其他信息,还可以实现实验室(中心)的预约及使用情况的在线管理,方便设备的信息查询及跟踪,并自动生成报表。对于教师来说,他们可以利用该系统快速地准备实验实训环境,完成网上实验安排,查询实验室使用情况、学生考勤情况等。对于学生来说,可利用该系统完成实验预约、设备预约、每个实验室资料查询、在线师生互动、接收通知等。从节能环保的角度来说,可以实时掌握大型耗能设备的动态信息,避免大量能源的浪费,从而实现智能化管理。

3.1.2 功能需求分析

针对高校实验室(中心)管理的实际需求,本系统设计了以下功能模块:

(1)实验室管理主要是管理人员要对本实验室(中心)教学任务、教学设备的时时数据信息进行管理和分析,并保障教学进程顺利开展。

(2)针对每一类用户进行信息管理,进行身份确认和权限分配。

(3)数据管理主要是对后台数据库的管理和维护,再利用无线网传感模块将数据上传到后台服务器。

(4)设备管理主要是对实验室的各类设备进行管理,包括设备的信息变动、使用状态变动等。

3.1.3 性能需求分析

系统的设计主要是依据目前的管理需求,同时还要兼顾以后系统功能扩展的需求。

(1)安全性和便捷性

为了兼顾到系统的安全性和便捷性,依据系统的不同功能,构建不同的功能模块,实现分模块管理。这种管理模式还有利于对用户信息安全的把控。

(2)界面友好性

针对实验中心管理的实际需求,系统管理界面尽量简洁化,从而满足参与管理的各级用户的需求。

3.2 系统分析

在该系统的实现过程中,核心思想必须是以用户需求为中心,做出高效实用性的管理。本管理系统,利用RFID等无线传感网技术对人员、设备进行实时有效管理。通过RFID技术,对实验设备设施的属性信息进行采集,并通过简单计算,实现数据的统计分析。为了实现实验室管理的在线化、信息化,需要进一步深化应用物联网技术,系统E-R图如图1所示。

本系统应该具有下功能:

(1)RFID读写设备对设备巡检检查,进而对实验室设备信息进行智能分析^[4];

(2)实现资源共享,保证了实验室的信息安全,也能促进交流;

(3)通过物联网技术实时监控设备,进而了解设备的性能参数。

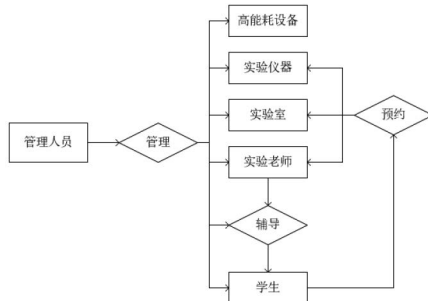


图1 系统E-R图

Fig.1 E-R diagram of system

4 基于物联网的高校实验中心管理系统总体结构设计(Architectural design of the management system of experiment center based on internet of things in colleges and universities)

4.1 系统物联网层次结构

本系统是将物联网技术应用于实验中心管理。系统包括感知层、应用层和网络层三部分,采用三层体系架构的B/S模式。具体来说,就是由应用层的管理系统(包括数据库)、网络层的校园网和感知层的传感网络及其他部分组成^[5]。

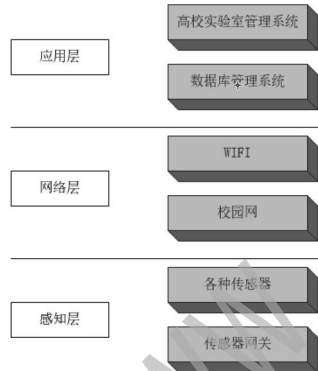


图2 系统架构图

Fig.2 System architecture diagram

从图2可以看出,感知层是由各种传感器、传感器网关组成。具体包括温度传感器、湿度传感器、RFID标签、读写器等感知终端。感知层的主要作用就是采集师生和设备信息。具体地说,就是利用相应的读写器采集贴有RFID标签的设备和师生校园卡的信息。网络层主要是由校园无线网络组成,主要是用来把从感知层获得的设备及人员信息传输到后台数据库当中。应用层是由高校实验室管理系统和数据库管理系统组成,主要是给实验室的管理人员和其他师生提供服务。

4.2 系统拓扑结构

根据对用户需求的分析,同时结合该系统的数据流向分析,设计出一个功能符合需求的系统。如图3所示,该系统由物联网设备(RFID数据读取等)、数据处理、数据存储等部分组成。

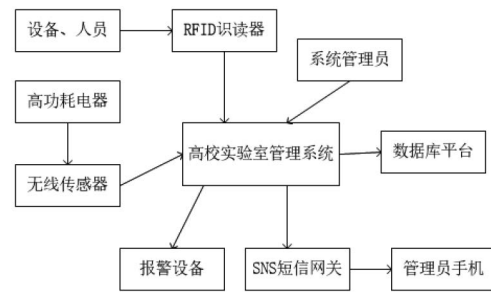


图3 系统拓扑图

Fig.3 System topology diagram

4.3 系统安全设计

由于本系统是通过网络传递数据,因此必然存在网络安全问题。由于本系统是基于物联网模型而设计,所以系统安全问题具体还得从三层体系结构来分析,即感知层、网络层和应用层^[6]。首先,感知层的主要任务是采集目标事物的信息,而信息采集过程可能存在的安全隐患包括是否有他人篡改信息,标签是否正常,标签是否会导致误读,是否有他人非法访问等;网络层的主要任务是传输感知层所采集到的数据信息,传输过程中也存在网络安全隐患,包括数据加密是否完整,数据流是否被他人所获取等。

5 基于物联网的高校实验中心管理系统的详细设计(Detailed design of the management system of experiment center based on Internet of things in colleges and universities)

5.1 系统数据库设计

在现代结构化开发的趋势下,本系统关于数据库的设计思路是一开始先做出系统的E-R图,再根据E-R图所体现出的逻辑关系做出与之相对应的数据库模型。数据库的设计不仅要使整个系统方便存储数据,而且也要简单明了,使得开发人员能够很方便地进行数据信息查询,同时也要保证数据库数据的安全性、良好的可扩展性和操作便捷性等特点。该系统的数据库设计采用三层结构。具体来说,该系统主要是SQL Server 2008数据库为基础,采用表数据流协议,同时使用ADO.NET设备进行信息的存取。同时可以防止由于某个问题出现导致的系统崩溃。

5.2 RFID设计

整个设计包括电子标签、中间件平台、RFID读写器监测系统、后台数据库服务器四个部分。

(1)电子标签:用来存储实验设备设施的数据信息。

(2)中间件平台:主要在阅读器和主机中运行,扮演着RFID标签和应用程序之间的中介角色。后台应用程序端可以通过RFID中间件提供的一组通用的应用程序接口API或者通过一组接口函数的调用,来连接到RFID硬件系统,进而获取标签数据^[7]。

(3)RFID读写器监测系统:对设备和师生身份信息进行检测和核查处理,核查处理完后通过通讯模块同步到后台服务器中。

(4)数据库服务器:存储实验室的设备和相关人员的所有

信息。

5.2.1 RFID编码设计

每个设备在本系统中只有一个唯一的RFID编码。

(1)唯一性。每个实验设备有且只有一个唯一的编码，即一一对应。

(2)统一性。为了能够让所有实验设备实现数据交换，编码制度必须符合国际标准。

(3)简便性。最常见的三种EPC编码有64位、96位和256位，由标头、厂商代码、对象分类代码、序列号组成。本系统中我们使用的是EPC96位编码。

5.2.2 RFID读写模块

RFID读写模块主要是负责把RFID电子标签所采集到的目标事物的数据转换成读写器标准的数据格式，然后利用读写器存储这样格式的数据，为传输数据做准备^[8]。RFID数据读写模块主要功能如下：

(1)采集目标事物上电子标签的数据。

(2)数据转换。将目标实验设备信息参数，按照相应标准转换成采样信号，再将这些信号转换成可识别的数字格式。

(3)数据存储。存储符合阅读器标准格式的设备数据，为传输到后台做准备。本系统中将采用ER302读写器，可以读写设备及人员信息。

5.2.3 RFID数据采集接口模块

数据采集模块主要起中间件的作用，即连接后台应用软件和RFID读写器，负责RFID阅读器和应用系统之间数据的交互。RFID标签、RFID读写器和RFID系统三者之间通过标准的数据接口，实现数据互联。

(1)因为标签在读取过程中不可避免地会产生数据冗余或者错误，所以数据采集模块就采用了一种防碰撞的手段。同时采用合适的算法进行筛选，保证数据比较精准。

(2)有时用户需要知道读写器的实时工作状态，为此该模块会发送控制指令给读写器。

(3)为了使应用程序接口可以准确地接收到采集到的数据，远程共享数据，数据采集模块提供了一个特殊的功能，即数据路由服务。使得数据库服务器能够准确地收到RFID阅读器采集到的数据。

(4)为了能够让阅读器与应用程序接口更好地进行数据连接，会安装几个适配器接口在外部接口处。

5.2.4 RFID数据传输模块

RFID数据传输模块主要就是将获取到的设备数据信息通过特定的数据接口传输到后台系统服务器中。在这个过程中，会出现大量的数据获取、比对运算。如果每次都需要比对数据库中的数据，那么将会出现系统响应时间过长的情况。因此，我们可将数据先同步到前端，进而减少响应时间，提高系统性能。在数据传输过程中采用无线传输技术，可进一步提升数据传输的可靠性。

5.3 基于物联网的计算机实验室智能化管理系统功能模块设计

本系统从功能上大概有以下五个功能模块：系统管理、

用户管理、数据管理、设备管理及物联网管理功能模块。这五大功能模块相互独立，但又相互关联。

5.3.1 系统管理模块

系统管理模块主要负责的是对系统本身进行各项参数设置，对各项采集到的数据进行管理，对本系统的各级用户进行管理。

(1)系统设置

系统设置主要是初始化系统，以及对系统进行维护和升级。

(2)数据管理

数据管理主要包括数据的更新、备份、还原等。

(3)实验室管理

实验室管理主要包括实验室日常事务的管理、实训实验课程的安排、实验室工作流程管理等。

(4)用户管理

用户管理主要包括用户信息的录入、分配用户权限等。从系统安全性考虑，各级用户权限不同。用户权限的管理又包括添加、删除或修改人员信息。其中的人员有实验室系统管理员、实验室教师及学生三类。

5.3.2 用户管理模块

人的因素是每个系统开发所必须考虑的，用户管理模块也是每个系统所必须具备的。本系统中的用户管理模块包括用户信息管理、权限管理、个人用户界面设计。

(1)用户信息管理

用户信息主要包括用户身份、权限、登录密码、注册信息等。

(2)权限管理

本系统中的权限分为系统管理员、实验室管理人员和学生。权限最高的是系统管理员，可对各类型用户进行增删改，并可设置各类用户的权限，还可进行初始密码的设置。

(3)个人用户界面设定

该功能主要是针对不同级别登录系统的用户，其系统界面会有差异。

5.3.3 数据管理模块

数据管理模块主要是针对RFID标签，包括对数据库、用户登录、数据查询、数据交互进行管理。

5.3.4 设备管理模块

设备管理在本管理系统中是最基础的环节，主要是管理设备信息和设备使用信息。

(1)设备信息管理：包括设备的基本信息及动态信息、设备的基本自然属性和使用情况信息。

(2)设备使用信息管理：整个设备周期包括库存信息、使用信息和状态信息等环节。

6 结论(Conclusion)

本研究设计的基于物联网的计算机实验室智能化管理系统，正好符合“智慧校园”的发展要求。RFID技术抛弃了传统条形码所带来的缺陷，能够自动识别数据信息，使各种事

(下转第16页)