

基于二维码技术·微信小程序技术的实验室设备管理的设计与实现

陈静娴

海南医学院现代教育技术中心 海口 571199



摘要 针对实验室设备类型和数量繁多,造成设备管理工作复杂而繁琐、实验室管理人员的工作强度高和压力大等问题,提出基于二维码技术及微信小程序的实验室设备管理系统,其功能包括人员管理模块、设备管理模块以及系统管理三大模块。其中设备管理模块包括:核查管理、设备借用管理、设备调拨管理、设备维修管理,设备作废管理等。其采用前后端分离的架构,前端包括移动端——微信小程序和 PC 端——Web 浏览器,均运用 MVVM(Model-View-ViewModel)设计思想;后端采用 SSM(SpringMVC+Spring+MyBatis)框架,以实现低耦合、高内聚的程序。实验室设备采用二维码作为识别和标记,降低了运营成本且提高了使用效率。系统的实现减少了实验室管理人员的重复工作量,提高了实验室设备的管理效率,降低了管理成本,更好地推动了实验室的科学发展。

关键词 实验室设备管理;微信小程序;二维码技术;MVVM;SSM

中图法分类号 TP391

Design and Realization of Laboratory Equipment Management System Based on QR Code Technology and WeChat Mini-program Technology

CHEN Jing-xian

Department of Modern Education Technical Center, Hainan Medical University, Haikou 571199, China

Abstract In view of the wide variety and large quantity of laboratory equipment, the equipment management work is complicated and cumbersome, the work intensity and pressure of laboratory management personnel are high. This paper proposes a laboratory equipment management system based on two-dimensional code technology and WeChat applet. Its functions include personnel management module, equipment management module and system management module. The equipment management module includes verification management, equipment borrowing management, equipment allocation management, equipment maintenance management, equipment obsolescence management, etc. The technology of the system uses a separate front-end and back-end architecture. The front-end includes the mobile terminal-WeChat applet and the PC terminal-Web browser, all using MVVM (Model-View-ViewModel) design ideas. The back-end uses the SSM (SpringMVC+Spring+MyBatis) framework to achieve low-coupling, high-cohesion programs. Laboratory equipment uses QR codes as identification and marking, the operating cost is reduced and the efficiency is improved. The realization of this system reduces the repetitive workload of laboratory managers, improves the management efficiency of laboratory equipment, reduces management costs, and better promotes the scientific development of laboratories.

Keywords Laboratory equipment management, WeChat mini program, QR code technology, MVVM, SSM

随着我国经济的快速发展,科学研究不断深入,我国科研信息化水平已经提升到了前所未有的高度,这离不开现代化的实验室建设,因为实验室承担着科研、教学以及社会服务等多项重要任务,是高等学校以及科研机构的重要基地。而实验设备作为实验室的基础硬件设施,直接关系到教学质量、人才培养和科研产出,高校实验设备的信息化管理水平是衡量高等学校信息化建设程序的重要标志,是高校综合实力的具体体现^[1-4]。

目前,我校实验室设备存在如下特点:仪器设备存在总量大、类型多、增速快的特点;实验设备存放地点分散且需要较为频繁地移动;实验设备存在信息统计工作量大、要求准确度高的特点。除上述特点外,部分高校的实验设备管理方式落

后,还停留在用手工或者 Web 网页的方式管理资产,导致管理效率低下、差错率高以及数据不能及时更新,为以后的更新和维护带来困难,实验室管理人员每学期结束时都需要花费大量的时间和精力进行资产盘查,而且难以保证数据的准确性,造成资产闲置和浪费^[5-8]。

基于此背景,本系统融合二维码技术和微信小程序开发技术,实现在移动端对实验设备进行入库、核查、借用、调拨、维修、作废等,系统不仅记录设备的全生命周期,还提供了智能预警、统计分析,账表导出等功能,从而提高了资产管理效率,充分发挥了实验室仪器设备在教学与科研工作中的作用。下面从实验室设置管理系统的功能需求、系统设计和系统实现 3 个方面具体说明。

本文已加入开放科学计划(OSID),请扫描上方二维码获取补充信息。

通信作者:陈静娴(27774560@qq.com)

1 实验室设备管理系统的功能需求分析

根据对本校实验室管理流程的分析,本系统应满足以下需求:系统能够记录跟踪设备从入库至报废的全生命周期信息;系统能够给管理员和用户及时准确的设备信息,例如在设备库存量低于安全库存量或者设备即将过期时,系统能够提供警示;系统的管理流程简单实用,操作方式直观便捷。按照一切从实际需求出发,遵循实用好用的原则,本系统把实用性、可扩展性和经济可行性结合起来,其功能设计如图1所示。本系统包含4种角色:系统管理员、实验室主任、实验室管理员以及访问者。系统管理员具有所有模块的权限,实验室主任具有操作其所在实验室的所有权限,实验室管理员具有实验室主任分配的相关权限,访问者只能浏览一些开放的信息。

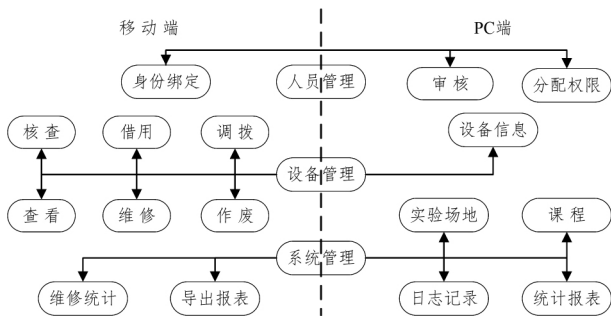


图1 系统功能模块

Fig.1 System function module

本系统包括三大模块:人员管理模块、设备管理模块以及系统管理模块。

1.1 人员管理模块

该模块包括移动端通过微信小程序进行身份绑定的功能,以及PC端的分配和审核权限功能。首先,用户使用微信中的扫一扫系统或该实验室任意设备的二维码进入系统,还可通过在微信中搜索名称或附近小程序的方式进入本系统。然后初次进入系统或未绑定身份的用户角色为访问者,可浏览系统的开放信息,如需更多功能则向管理员申请相关权限。用户在微信小程序中填写姓名等基本信息后提交即可与微信账号进行绑定,等待管理员进一步审核。最后系统管理员或者实验室主任通过PC端审核用户,并分配相应权限,权限包括实验设备的借用、报修以及查看信息等。

1.2 设备管理模块

该模块主要包括移动端微信小程序设备核查管理、设备借用管理、设备调拨管理、设备维修管理、设备作废管理等,以及PC端的设备信息管理。本系统中设备的状态如图2所示,具体状态包括正常、借用中、拟报废、已报废、已调拨、维修中。

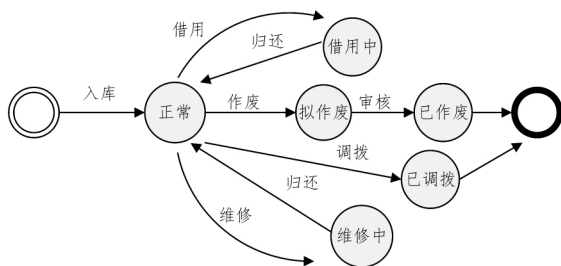


图2 系统状态图

Fig.2 System state diagram

(1)设备信息管理。该模块的主要功能是在PC端为每一个入库的设备生成一个唯一的二维码。首先管理员批量导入实验室所有设备,也可通过页面表单的方式新建设备信息,此时设备状态为正常。然后模块根据每个设备的特征码生成相应的二维码图片。接着制作不同尺寸的打印模板,模板的尺寸包括50mm×80mm圆形或方形、60mm×30mm圆形或方形、60mm×80mm圆形或方形等,根据设备尺寸大小选取合适的模板尺寸,用热敏标签机打印出该设备的二维码图片不干胶,贴在设备适当位置。最后用户打开微信扫描该二维码图片,如果该用户具有相应的权限,可查看设备信息及进行有关操作。

(2)设备核查管理。本系统支持多人多批次同时进行核查,具体流程为:首先实验室管理员新建核查批次名称,确认后生成当前设备列表信息,此时设备的状态为待核查。接着可通过搜索设备类型、设备名称或者直接扫描设备二维码的方式定位到设备信息,将设备当前情况与系统里的设备信息进行对比,选取相应的状态:账实相符和账实不符。然后根据操作结果系统分类显示批次信息,以便管理员掌握当前核查情况。最后实验室管理员完成核查后生成报告并导出。

(3)设备借用管理。其流程为:用户选定设备后发起借用申请;管理员审核申请,通过后借用人取走设备,更改设备状态为借用中;归还设备时,管理员扫描设备二维码,系统自动记录归还时间,以及更改设备状态为正常。

(4)设备调拨管理。其流程为:用户选定设备后发起调拨申请;管理员审核通过,设备状态自动更新为已调拨。

(5)设备维护管理。其流程为:1)用户选定设备后发起报修申请;2)用户登记报修内容,系统自动获取报修人、报修时间,设备状态更改为维修中;3)设备维修完成并归还时,管理员扫描设备二维码,记录维修人或公司、维修完成日期,保存后设备状态更改为正常。

(6)设备报废管理。设备报废存在两种情况。第一种情况是设备达到使用年限:管理员建立设备信息时系统会根据设备的类型及生产日期计算使用年限,系统在到达使用年限前一个月将推送消息至管理员,管理员根据具体情况做相应处理。第二种情况是设备未到达使用年限:设备出现异常情况,实验室管理员扫描设备二维码申请报废,状态更新为拟报废,实验室主任核实实际情况后将设备状态更改为报废。

1.3 系统管理模块

该模块在PC端使用,包括两类功能:一类是对实验设备管理过程产生数据的查看和统计,如日志记录与统计报表。日志记录是实时记录实验室设备从采购验收直到作废的整个生命周期的管理活动;统计报表侧重于展现实验室设备的整体状况,以形象的统计图形反映同一批次或同一类别的设备信息对比,为后续实验室管理提供决策依据。另一类是对实验设备的基础数据管理,如实验场地管理、课程管理等。实验场地管理是设备存放地点的管理,便于数据的统一和维护。同时设备管理需要考虑到设备利用率,而设备利用率与课程相关,所以课程管理模块为本系统的下一步扩展做好准备。

2 实验室设备管理系统的设计与编码

本系统采用前后端分离的架构,前端负责数据的展现与用户交互,后端负责业务逻辑的实现和提供数据接口。前端都运用MVVM设计思想,后端采用SSM框架。本文将 In-

telliJ 作为开发工具, Nginx 和 Undertow 作为 WEB 服务器, MySQL 作为数据库软件, 基于 MVC 设计模式进行开发。该架构有利于团队人员分工协作, 也有利于后续多端复用, 提高程序的扩展性。前端涉及两个平台: 微信小程序和 PC 端的 Web 浏览器。之所以选用微信小程序作为使用环境, 是因为该方案能很好地解决应用下载安装复杂、账号注册繁琐、分享传播不便等传统 APP 的弊端, 并且它可跨多平台使用。该系统对于用户有着轻量、便捷、流畅的体验, 对于开发具备高效、灵活、可靠等优势。利用手机以及微信的高普及率, 用户更易于将个人信息与本系统绑定, 省去用户的注册及登录等繁琐操作。该系统将设备信息查询、设备核查等管理操作通过移动化的方式进行, 实现实验室设备数据的实时获取与更新, 大大提高了实验室管理效率和操作便捷性。

实验室设备标记与识别是系统特色功能, 但如何标记和识别实验室设备呢? 如果使用 RFID(射频识别技术), 则实现成本相对较高, 且需配备专有识别设备; 如果使用条形码, 则它有保密性弱、容纳数据小以及污损后识别率差的缺点。综合考虑现有资源与各技术优劣, 本系统选用二维码技术实现设备的标记。利用二维码标记实验室设备成本低、易制作、持久耐用, 二维码比起普通标签或条形码容错能力更强, 具有更大可编码容量及更多可编码类型, 能很好地满足实验室设备数量众多、环境复杂等场景。装载微信的智能手机都可作为本系统的识别终端, 避免额外购买识读设备, 可节约项目成本并提高本系统的使用率^[9]。

本系统结构图如图 3 所示, 包括前端和后端。前端涉及两个平台: 微信小程序和 PC 端的 Web 浏览器, 它们都运用 MVVM 设计思想。MVVM (Model-View-ViewModel) 是 MVC 的改进版, 图 4 给出了 MVVM 功能图。Model 代表数据模型, 可以在 Model 中定义数据操作的业务逻辑; View 代表 UI(界面) 组件, 它负责将数据模型转化成 UI 展现出来; ViewModel 是一个同步 View 和 Model 的对象。在 MVVM 架构下, View 和 Model 之间并没有直接的联系, 而是通过 ViewModel 进行交互, Model 和 ViewModel、View 和 ViewModel 之间的交互是双向的, 因此 View 数据的变化会同步到 Model 中, 而 Model 数据的变化也会立即反应到 View 上。ViewModel 通过双向数据绑定把 View 和 Model 连接起来, 而 View 和 Model 之间的同步工作完全是自动的, 无需人为干涉, 因此开发者只需要关注业务逻辑, 复杂的数据状态维护完全由 MVVM 统一管理。

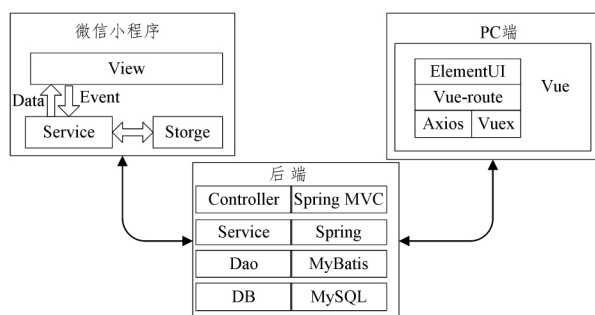


图 3 系统结构图

Fig. 3 System structure diagram

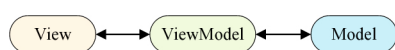


图 4 MVVM 功能图

Fig. 4 MVVM function diagram

在架构图中的微信小程序端, View(视图)层实现页面结构的渲染, Service(服务)层实现逻辑处理、数据请求、接口调用等功能, 它们运行在不同的线程中。Service 层把数据变化通知到 View 层, 触发 View 层页面更新, View 层把触发的事件通知到 Service 层进行业务处理, Storage(存储)层则为 Service 层提供离线数据存储, 以提高处理速度。基于同一思想, 在 PC 端也有对应功能的 Vue 框架, 它遵循 MVVM 模式, 编码简洁, 体积小, 运行效率高。其中的 ElementUI 提供了丰富的 UI 组件库, 能便捷地实现页面展示; Vue-route 是 Vue 的路由管理器, Vuex 则是管理数据状态的一种机制, 将 Vue 中所有的状态(数据)抽离出来进行统一管理; Axios 是一个 HTTP 库, 用于转换请求数据和响应数据, 是与后端交互的重要工具。

后端采用 SSM 框架, 即 SpringMVC+Spring+MyBatis, 其中的技术框架处于后端架构中不同的层, 完成不同的功能。Controller 层采用 SpringMVC 架构, 负责具体业务流程的控制, 完成客户端的请求转发以及响应。Dao 层采用 MyBatis 架构, 主要完成数据持久层的工作, 封装所有与数据库交互的任务, 包括数据库的增加、删除、修改、查询等操作。Service 层处于 Dao 层与 Controller 层之间, 不仅可以调用 Dao 层提供的接口, 而且要为 Controller 层提供可调用的接口, 从而完成操作业务逻辑的封装。Spring 作为 SSM 框架的核心, 管理整个应用中所有 Bean 的生命周期, 即应用中所有对象的创建、初始化、销毁, 及对象间关联关系的维护。后端分层开发不仅使程序结构变得清晰, 也有利于提高功能模块的独立性和代码复用性, 从而实现软件开发的高内聚、低耦合的目标^[10-11]。前端和后端通过 HTTP 协议传输 JSON 格式的数据进行数据传输, 前端和后端可以灵活地选用各自的技术栈, 达到前后端解耦的目的。开发人员分工明确, 只要约定好接口, 前端和后端可同时进行开发, 前端大量代码可以组件化, 后端提供的接口一次开发, 多种前端平台共用, 这些方面都可进一步提升开发效率。在系统负载量大时, 其也能同时水平扩展前后端服务器, 具有很好的可扩展性。系统生成二维码图片的核心代码片段如下。

```

/**
 * 批量生成设备二维码图片
 * @param path 图片存放路径
 * @param barcodes 设备编号集合
 */
private static void generateQrcode(String path, List<String> barcodes)
{
    //从配置文件获取微信 appid 及 secret, 使用 HTTP Get 方式获取
    token 的 JSON 字符串, 并进行缓存
    String tokenJsonStr = CacheKit.get("wxAccessToken", "wxapp");
    //从配置文件获取微信 Appid
    String appid = PropKit.get("appid");
    //从配置文件获取微信 secret
    String secret = PropKit.get("secret");
    //使用 HTTP Get 方式获取 token
    if (StrKit.isBlank(tokenJsonStr)) {
        tokenJsonStr = HttpKit.get("https://api.weixin.qq.com/cgi-bin/token?grant_type=client_credential&appid=" + appid + "&secret=" + secret);
        CacheKit.put("wxAccessToken", "wxapp", tokenJsonStr);
    }
}

```

```

}
JSONObject obj=JSONObject.parseObject(tokenJsonStr);
String token=obj.getString("access_token");
//拼接微信二维码接口访问地址
//如使用普通方形码则将访问地址改为 https://api.weixin.qq.com/cgi-bin/wxaapp/createwxaqrcoe
String qrcodeUrl="https://api.weixin.qq.com/wxa/getwxacode?access_token="+token;
//循环生成设备的二维码图片
for(String barcode;barcodes){
    //设定二维码图片被识别后跳转的路径及生成图片尺寸
    String postJson="{\"path\":\"pages/scan/scan?code=%s\", \"width\":430}";
    String postData=String.format(postJson,barcode);
    try {
        //通过 HTTP Post 方式请求接口后将所获得的输入流转为 png 图片文件
        InputStream inputStream = httpPostWithJsonStr(qrcodeUrl, postData);
        //将输入流转为指定路径下的 png 图片文件
        saveToImgByInputStream(inputStream, path, barcode + ".png");
    } catch (Exception e) {

```

```

e.printStackTrace();
}
}
}

```

3 实验室设备管理系统的实现

图 5 给出本系统移动端显示效果的部分截图。下面以设备借用和设备维修流程进行详细讲解。图 5(a)为系统为某一设备生成的二维码,贴于设备上。图 5(b)是实验室管理员登录微信小程序后的首页面。当用户需要借用设备,点击图 5(b)中的设备借用,在图 5(c)页面中点击新建,在图 5(d)中可以通过扫设备上的二维码添加多个设备,也可以通过列表选择要添加的设备,选取好待借用设备,点击保存,完成借用操作。

对于维修流程,用户首先点击首页中的设备维修,在设备维修列表中(见图 5(e))新建设备维修,在图 5(f)中可以通过扫码添加需要维修的设备,可以是一个或者几个设备,或者从列表选取相应的设备进行维修。通过首页的统计进入维修统计列表(见图 5(g)),可见设备的维修次数,还可以查看某一设备的维修详情(见图 5(h))。维修记录的统计可以作为该设备报废的依据。



图 5 部分页面展示

Fig. 5 Partial page display

结束语 随着《高等学校仪器设备管理办法》的实施,结合行政方式和服务方式的转变,本文针对实验室设备管理需求,借助移动互联网和智能终端,开发了基于微信小程序及二维码技术的实验室设备管理系统,可随时随地获取信息和服务,快速便捷地进行管理操作,实现管理流程的无纸化、信息化、智能化,提高管理效率和可靠性,进而提升实验室管理机构的管理水平和服务能力。随着物联网技术的发展,下一步工作

是结合射频识别技术(RFID)将仪器设备接入互联网,实现实验室设备的定位可视化,达到全方位、实时有效地监管仪器设备,充分发挥实验室设备在教学与科研工作中的重要作用。

参考文献

- [1] ZHANG W P, WANG H M. Analysis on the Intelligent Management Mode of University Laboratory Equipment [J]. Re-

- search and Exploration in Laboratory, 2018(1):247-251.
- [2] WANG W J, YIN X M. Application of mobile phone QR code recognition technology in the management of large-scale instruments[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2015(5): 288-291.
- [3] XI Z H, KONG X F, ZHOU A D. Information Construction of Public Instrument Laboratory Based on Mobile Terminals[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2018, 37(9): 165-168.
- [4] FENG J W. Laboratory appointment check-in and refined management based on QR code and new media[J]. Telecom World 2016, 289(6): 225-226.
- [5] YIN S P, WANG J Y. Intelligent Management and Practice of University Laboratory in Mobile Internet Era[J]. Experimental Technology and Management, 2018, 35(10): 262-264.
- [6] MA R T, LI Y, RAO X. The Construction of Multi-dimensional University Laboratory Management Platform[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38(3): 247-250.
- [7] YUAN G L, LI F M, SHU Q J. Construction and practice of comprehensive laboratory management system[J]. Experimental Technology and Management, 2018, 35(6): 235-237, 270.
- [8] LV S J, HOU J C, ZHU W H. Research on Laboratory Innovation Management Based on WeChat Public Platform[J]. Office Informatization, 2019, 24(1): 43-45.
- [9] ZHU Y L, YANG Z W, HUANG Y X. Analysis of the application of QR code in laboratory information management[J]. China Science and Technology Information, 2019(20).
- [10] DONG A T, WEN J H. Design and realization of laboratory equipment management system based on mini-program and cloud development[J]. Experimental Technology and Management, 2019, 36(10): 282-284.
- [11] WU H, SUN Y C, LIU S X. Design and Implementation of Laboratory Equipment Management System Based on B/S Mode [J]. Experimental Technology and Management, 2019, 36(7): 270-273.



CHEN Jing-xian, born in 1981, master. Her main research interests include Java programming teaching research and Java application system development.

(上接第 672 页)

分布式集群计算环境下尝试采用多种回归算法进行预测模型训练,提升预测模型的训练速度和预测准确度。

参 考 文 献

- [1] TAN J R. Key technologies and development trends of intelligent manufacturing and robot applications [J]. Robot Technology and Application, 2017(3): 18-19.
- [2] LIU Y, LI H. Intelligent manufacturing and advanced CNC technology [J]. China Southern Agricultural Machinery, 2019, 50(16): 158.
- [3] ZHOU J, LI P G, ZHOU Y H. Chinese academy of engineering proposes a new generation of intelligent manufacturing [J]. Industry City, 2018(2): 58-63.
- [4] LIU X Y, SUN J, WANG X N. Research on MES and PLC real-time communication system [J]. Journal of Chinese Computer Systems, 2020, 41(1): 128-131.
- [5] PERICO P, ARICA E, POWELL D J, et al. MES as an enabler of lean manufacturing [J]. IFAC-Papers OnLine, 2019, 52(13): 48-53.
- [6] QI R C, ZHANG L, DU P S. Application of artificial intelligence technology in intelligent manufacturing demonstration line [J]. Automation Panorama, 2019(9): 99-102.
- [7] QIAN X Q. Discussion on the predictive maintenance of CNC machine tools [J]. China Southern Agricultural Machinery, 2019, 50(21): 124.
- [8] WANG Y P, LIU Z C, ZHA M Y. Development and application of an intelligent management system for industrial equipment [J]. Communication World, 2019, 26(4): 266-268.
- [9] XU Z H, ZHANG Z, FANG Z H. Design of remote management system for industrial equipment power supply based on wireless networking technology [J]. Digital Technology & Application, 2017(7): 174-175.
- [10] QIN Y L. Research and development of equipment management system in petroleum industry [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2009.
- [11] FAN M S. Design and implementation of a NC workshop production management system based on MES [D]. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences, 2015.
- [12] ZHI X W, YAO B, DEMENG B, et al. BDAP: A Big Data Analysis Platform Based on Spark [C]// 2018 2nd International Conference on Data Mining, Communications and Information Technology (DMCIT 2018). 2018.
- [13] WU R H. Research and implementation of big data platform for train maintenance equipment with intelligent coordination [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2018.
- [14] SHU N, LIU B, LIN W W. Survey of distributed machine learning platforms and algorithms [J]. Computer Science, 2019, 46(3): 9-18.
- [15] LIU X Y, JIAO Y Q, ZHANG Y Y. Research on E-commerce data mining based on PMML [J]. Modern Intelligence, 2015, 35(8): 57-60.



YU Xin-yi, born in 1979, Ph.D, associate professor, master supervisor. His main research interests include embedded system, industrial robot control and research.



OU Lin-lin, born in 1979, Ph.D, professor, Ph.D supervisor. Her main research interests include PID control, multi-agent coordination.