

新工科背景下物联网专业实验教学体系探讨

王 毅, 张沪寅, 黄建忠, 何承达, 彭红梅

(武汉大学计算机学院, 湖北 武汉 430072)

摘 要:“新工科”既包含新兴产业的对应专业,如物联网、机器人和云计算,也包括传统工科专业的升级改造。物联网技术是新工科背景下各行业发展、升级的重要支撑,因此从实验实践角度探讨其实验教学体系,对提升高校物联网专业建设质量,进一步夯实“中国制造2025”等国家计划有积极意义。

关键词:新工科;物联网;实验教学体系

中图分类号:TP3-0 **文献标识码:**A

Discussion on the Experimental Teaching System for Internet of Things in the Background of New Engineering

WANG Yi,ZHANG Huyin,HUANG Jianzhong,HE Chengda,PENG Hongmei

(School of Computer Science,Wuhan University,Wuhan 430072,China)

Abstract:New Engineering includes both emerging industries (such as Internet of things,robotics and cloud computing) and the upgrading of traditional engineering majors.Internet of things technology is an important support for the development and upgrading of various industries under the background of new engineering.Therefore,from the perspective of experimental practice,the paper explores its experimental teaching system,which enhances the quality of professional construction of Internet of things in colleges and universities and further consolidates *Made in China 2025* and other national plans.

Keywords:new engineering;Internet of things;experimental teaching system

1 引言(Introduction)

为应对新一轮科技革命和产业变革的挑战,高校要主动服务国家创新驱动发展和“一带一路”“中国制造2025”“互联网+”等重大战略实施,加快工程教育改革创新,培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才,支撑产业转型升级^[1]。

在工业智能化转型背景下,世界著名工科院校逐渐摒弃工程教育传统狭隘的知识结构内涵,如麻省理工学院(MIT)建立了“大工程观”的改革理念,提出了知识的完整性和系统性^[2]。“新工科”针对新兴产业的对应专业及传统工科专业的升级改造,更强调实际应用性和综合交叉性。物联网是新工科重要的支撑技术之一,因此对物联网实验教学体系,从软硬件整合角度进行深入的探索和改进^[3],对提高高校物联网专业建设水平,夯实各类国家战略具有积极意义。

2 从实验实践角度,当前物联网专业实验教学的共性问题分析(From the perspective of experiment,the analysis of the common problems in the current experimental teaching construction of IOT)

自2010年起,国内已先后有200多所本科高校和400多所专科学校经教育部批准后开设了物联网相关专业,目前与物联网相关专业的本科和大专学生共近十万人/年,并且数量在逐年增加。目前整个物联网产业标准不统一、核心技术不成熟、商业模式不清晰,以及存在潜在的安全隐患等问题,而合格人才短缺则是当今物联网发展的重大瓶颈^[4,5]。以武汉大学计算机学院为例,物联网专业建设常见问题如下

(1)实验室硬件环境建设容易滞后于实验教学的实际需求。我院物联网工程实验室建设一度滞后于教学需求,主要

原因有两个：一是物联网的实验教学设备缺乏统一标准导致设备采购困难，即便根据实验课程的实际需求进行定制生产，其招投标流程时间长、设备供应商前期投入巨大等一系列问题都导致了短时间内硬件建设难以满足教学需求；二是物联网相关技术迭代迅速，教学设备生产商无法短期内提供了新技术的实验设备，如2011年学院计划为无线传感器网络课程(1学分，72学时)配置以ZigBee为主要通信模式的实验设备，但当时国内并没有教学设备公司生产基于z-stack协议栈或Ember协议栈教学设备，定制开发也缺乏足够人力支持，最终只能tinyos系统。后续为了确保实验教学体系的完整性，不得不花费大量时间从软件方面升级相关实验平台，以满足实验课程需求。

(2)物联网实验课程内容的整体质量有待提升。目前物联网专业课程中的大部分实验案例，主要由各设备供应商根据自身设备特性所提供，因此存在部分实验课程的实验案例主要以展示性和验证性实验为主，内容较为单一，且相关开发资源由供应商掌握，因此案例内容的延续性和稳定性较差。

(3)原创优秀案例内容难以保持。由于近年来各类物联网相关竞赛的正面激励，产生了许多学生参加的物联网实验项目，部分高校也将其转化为实验教学案例在实验课程中面向学生开放。但由于学生项目的特殊性，存留在实验室1—2年后，其可用性有较大存疑。

(4)传统物联网教学系统中，结课考核常作为评价标准，课间考核仅作为辅助性评价^[6]。这种单一课程的授课与考核模式限制了学生的创新思维方式，使其仅局限于单门实验课程的内容，无法培养其整体化的物联网工程思维能力。

3 物联网专业实验教学体系建设的核心要素与问题解决方案(The core elements and solutions for the construction of the Internet of things experimental teaching system)

美国权威咨询机构Forester预测，到2020年，世界上物联网互联的业务，跟人与人通信的业务相比，将达到30比1，因此，“物联网”被称为是下一个万亿级的通信业务^[7]。物联网行业的迅速发展，更需要高素养人才的强力支撑，因此对于以上物联网专业实验教学体系的缺陷和不足，只需抓住新工科对人才培养的核心需求，即增强实验实践能力，提高跨专业、学科的复合创新能力，就可以在一定程度上解决以上问题。

(1)以顶层设计为切入点，在本科人才培养方案中强化实验实践培养的比重。

物联网技术极其强调实践能力的培养，想要合理解决教学中存在的实践不足的问题，必须从顶层设计入手，编撰均衡完善的物联网本科人才培养方案，提升实验实践课程的学时比例，通过大量时间的实验实践课程来提升学生的项目设计能力和实际动手能力。

(2)以课群建设为核心，提升实验教学体系的人才培养效能。

物联网专业多层次(感知、传输、应用)间的知识点相互

关联性极强，因此实验教学体系的建设必须以课群建设为核心，可以按照“四类型六环节”的方式，如图1所示，将各门实验课程的内容划分为认知环节所对应的基础性实验、验证与设计环节所对应的专业性实验、设计与综合实训环节所对应的综合性实验、毕业设计与科研竞赛环节所对应的科研创新实践，且各环节间可通过学生课堂项目的方式相互联动，大幅提升实验课程间知识点的关联性，提升实验教学体系对人才培养效果的支撑能力。实验课群体系图如图1所示。

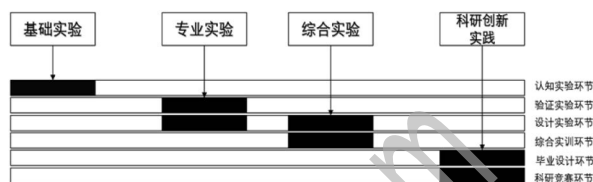


图1 四类型六环节的实验课群体系

Fig.1 The experimental group system of four types and six links

(3)建立校企共建机制，为实验教学体系建设提供外部动力。

以实验案例内容建设为重点，建立校企共建机制，由设备供应商提供开源软件和咨询服务支持，引导师生参与实验案例内容的开发、拓展，丰富实验教学案例的内容，可以为实验教学体系的完善提供有效的外部动力。

(4)建立竞赛引导机制，增加实验教学体系的内在动能。

将竞赛激励导入实验教学课程之中，即满足了一般学生的教学需要，也拓展了优秀学生的培养方式，但前提是需要充分重视学情分析，切实做到以学生为中心组织教学过程^[8]。只有以人才培养为中心，才可以保证实验教学体系不出现根本性的偏差。在实际培养过程中，可根据竞赛等级和难度的不同，分不同年级，利用不同的实验课程，在完成实验案例的同时，进行诸如人员选拔；竞赛队伍基础培训；项目设计与完善；文档资料整理；竞赛项目分层级转换为基础、综合、设计性实验案例资源等方面的工作。

(5)结合云计算技术，建立符合物联网专业特点的开放机制，使物联网专业实验教学体系满足新工学的核心需求。

高校院系之间的课程资源共享存在壁垒，院系专业课程只供本院系学生修读，高校人才培养与科学研究之间、本科生培养与研究生培养之间、学院与学院之间、高校与高校之间的资源共享存在较大壁垒，存在壁垒的主要原因主要在于机制问题^[9]。除了机制问题外，物联网专业实验教学案例均基于各类硬件设备，其实验案例较为复杂，除实验授课以外，难以有效实现案例资源对外开放。

利用云计算及网络串口模块通信技术，同时结合竞赛队伍开放引导培训制度，可建立一套适合于物联网专业特点的分层开放机制，有效支撑新工科背景下的跨专业、跨学科人才培养核心需求。

4 物联网专业实验教学体系建设的一些具体措施(Some measures for construction of experimental teaching system of Internet of things)

物联网的技术构成主要体现在感知控制层、网络层、应

用层三个层次上。物联网专业是计算机、电子、通信、自动控制、软件、管理工程等多个学科的融合^[10]。在新工科背景下，建设相对完善的物联网专业实验教学体系，就必须以社会产业的变革需求作为最重要的驱动要素，依次驱动相关专业顶层设计、案例资源建设、开放共享模式等要素的不断优化。武汉大学计算机学院物联网专业实验教学体系建设中存在的一些亮点，可以分享如下。

4.1 合理进行顶层设计，夯实物联网专业的跨专业、重实践的实验教学培养体系

结合学院推行的“大类招生培养模式及全新的课群建设方案”，学院于2017年初重新编撰了物联网专业本科人才培养方案，增强跨专业选修课程，尤其是面向卓越工程师班及计算机科学与技术专业开设更多物联网相关的专业选修实验课程，如RFID综合设计等。合理分配了实验课程工作量，让专职实验员全流程的参与到物联网专业实验课程的教学之中，做到在同等学分下，实验课程学时两倍于理论课程学时，夯实物联网专业跨专业、重实践的实验教学培养体系。

4.2 根据课群建设需求，申请国家级专项资金，完善实验教学体系

实验教学中心以“四类型六环节”的实验课程建设理念，陆续建设了“RFID综合实验教学平台”“传感网实验教学平台”“物联网综合应用实践平台”，涵盖了10门本科实验教学课程，共100多个实验教学案例，较好的支撑了物联网专业本科人才培养的均衡发展。

4.3 以社会资本支持为助力，培养学生自主设计能力，完善实验教学培养内容，提高学生优秀实验案例的转化率

以我院物联网专业的物联网应用系统设计(1学分，72学时)实验课程为例，在设备采购招标时就规定中标企业需按照实验课程需求，提供设计性实验案例的开发支持。目前该课程学生案例中，已有两组项目分别转化为全国大学生物联网设计竞赛参赛作品，分别是2015年一等奖作品“基于多传感器协助的智能视频监控系統(智能头盔)”及2017年一等奖作品“SmartMat智能坐垫”。

4.4 建立“课程——竞赛”的一体化引导机制，增强实验教学体系的培养深度与广度，扩展优秀实验案例来源

基于合理的顶层设计，实验教学中心负责多门物联网专业的必修、选修课程，因此实验教师得以利用相关实验课程，分层级引导学生参与不同等级的学生竞赛。

我院实验教师可在大一的必修课(计算机导论)中，面向全年级学生进行初步选拔。后续由实验教学中心提供软硬件资源的技能培训，并在暑期由实验教师进行一对一指导，最终推选优秀项目组参与中国大学生计算机设计大赛。

大二分专业后，实验教师可利用RFID系统综合设计、物联网应用系统设计、嵌入式系统综合设计三门面向物联网专业、卓越工程师班及计算机科学与技术专业的实验课程，引导

学生自发组队。在完成实验课程内容的同时，指导其中优秀项目队伍细化项目内容，并参加全国大学生物联网设计竞赛。

同时实验教师也负责遴选适合于实验教学的优质竞赛项目进行改造，将其分解为基础、综合、设计等多类型实验案例后，利用云计算技术存留优秀实验案例的软件资源和指导文档。

目前已引导学生参加2017年中国大学生计算机设计大赛，获全国二等奖两项、三等奖九项。

4.5 利用云计算技术，建设虚实结合的开放系统，完善物联网专业的实验教学体系

适合于传统课程体系的管理模式，可能完全不适用于跨学科课程体系的管理^[11]。在新工科背景下，必须以新思维、新技术为前提，针对不同的人才培养需求，设计一套符合自身专业培养特色的开放管理模式，才能真正的提升人才培养效果。教学信息化是推动教育变革的重要力量，课程信息化是课程建设的发动机，课程信息化与教学方法与手段改革相结合可为当今我国高校课程教学改革提供系统性解决方案^[9]。有效使用云计算技术，结合课外实验室开放培训，设计一套符合物联网专业特色的开放模式，可以有效的完善物联网专业实验教学体系，提升跨专业、跨学科的人才培养能力。

目前我院物联网专业实验室除日常实验授课外，还承担了大量竞赛培训工作，因此学院利用云计算技术结合课外实验室开放培训，建立了一套较为完善的，符合物联网专业实验教学特色的开放制度。

(1)自主设计基于硬件实验的开放网络平台架构，面向非物联网专业学生开放基础硬件实验案例。

传统实验教学的硬件设备，难以解决接入网络后的兼容性及实时操作性的限制，因此传统硬件实验教学案例的开放共享大多采用虚拟仿真形式或开放实验室的形式，其整体改造成本较高且增加了实验室安全管理成本。

利用云计算技术及网络串口通信设备建设云开放平台，体系架构如图2所示。可以通过网络共享的形式，对授权对象开放部分物联网专业实验教学案例。

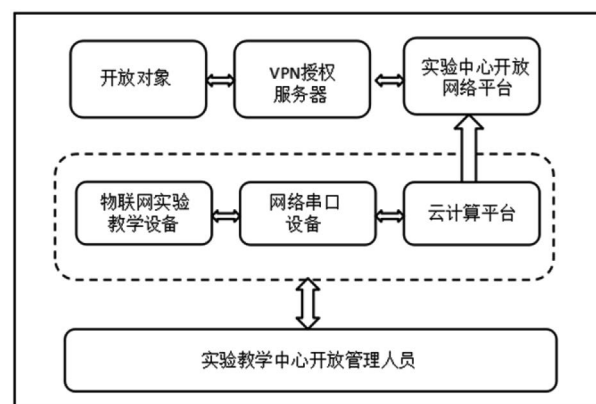


图2 云开放平台

Fig.2 Open platform of clouds

学生可以通过实验课程申请、竞赛基础培训申请等方式
(下转第50页)