

## 以能力为导向浅谈物联网工程专业人才的培养\*

陈颖文<sup>1</sup>, 钟 萍<sup>2</sup>, 逢德明<sup>1</sup>

(1. 国防科技大学计算机学院, 湖南 长沙 410073; 2. 中南大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

**摘要:**总结了物联网人才培养的现状,阐述了以能力为导向的人才培养模式的重要性,分析了物联网工程专业能力的三个层次,根据物联网体系架构的特征构建了课程体系,基于专业能力与课程内容之间的对应关系,提出教学的实施建议。

**关键词:**物联网工程;能力导向;课程体系建设;教学研究

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1007-130X.2018.Suppl(1).023

## Capability-oriented education for the Internet of Things engineering majors

CHEN Ying-wen<sup>1</sup>, ZHONG Ping<sup>2</sup>, PANG De-ming<sup>1</sup>

(1. College of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073;

2. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** We carry out a survey on Internet of Things education, summarize the current situation and describe the importance of capability-oriented education. Then we divide the capacity into three levels and construct a curriculum according to the characteristics of the architecture of the Internet of Things. Finally, based on the relationship between the required capability and contents of each course, we propose several pieces of suggestion for practical teaching.

**Key words:** Internet of Things engineering; capability oriented; curriculum construction; research on teaching

### 1 引言

当前,全球物联网产业趋于成熟,未来仍具有巨大的增长空间。互联网数据中心 IDC(Internet Data Center)发布报告<sup>[1]</sup>称 2017 年全球物联网总体支出同比增长 16.7%,略高于 8 000 亿美元,报告预计 2021 年这一数字将达到 1.4 万亿美元,到 2025 年,物联网将每年为全球带来高达 3.9 万亿到 11.1 万亿美元的经济影响。在如此产业背景下,高等院校应当提前布局,抓住人才培养的历史机遇,为物联网的发展储备人力资源。

自 2010 年物联网工程专业被批准开设以来,

截至 2017 年,我国共计五百余所本科院校开设物联网工程专业,成为近十年院校新增数量最多的专业。世界范围内,我们国家最先将物联网工程列为战略新兴专业,随着物联网技术的不断发展以及产业布局的不断完善,欧美等发达国家也相继推出专门的人才培养计划。

从 2016 年开始,巴黎综合理工学院<sup>[2]</sup>新设面向工业界的物联网硕士项目,该项目为期两年,不仅提供与工业界紧密合作的教育,还提供高水平的科研训练;既包括了电子、通信、软件方面的技术训练,又结合了与物联网密切相关的法律、社会和经济等知识内容。此外,学生还须完成一个从想法、到设计、到实践完全属于他们自己的物联网成品。

\* 收稿日期:2018-07-25;修回日期:2018-09-28

基金项目:湖南省自然科学基金(2018JJ3692)

通信地址:410073 湖南省长沙市国防科技大学计算机学院

Address: College of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, Hunan, P. R. China

同年,英国伦敦玛丽女王大学<sup>[3]</sup>在电子工程与计算机科学学院开设了物联网理学硕士专业,该专业旨在培养擅长充分利用各项技术潜能的专业工程师,满足信息化新领域对技术人才的需求,培养的必备技能包括:设计制造新型交互产品;与规模更大范围更广的系统进行交互;获取、融合和处理数据等。作为澳大利亚顶尖的国立研究型大学之一,詹姆斯库克大学<sup>[4]</sup>也于2016年创新开设澳大利亚第一个,也是目前唯一一个通过澳大利亚工程师协会认证的物联网工程本科学位,该专业强调学科交叉,将虚拟网络空间和实际物理世界融合一体,主要学习通信技术、传感技术、网络技术以及射频识别RFID(Radio Frequency Identification)技术、嵌入式系统技术等,有着很强的工程实践特点,致力于培养具有国际水平的创新物联网领域高材生。美国提倡宽口径的人才培养模式,很长一段时间并没有将物联网工程单独设立成一个专业<sup>[5]</sup>。然而,从2018年春天开始,佛罗里达国际大学成为美国第一所提供物联网学士学位的大学<sup>[6]</sup>,课程大纲将覆盖物联网硬件、软件、通信和网络安全四大领域。该校的Kenneth G. Furton院长结合物联网产业的发展现状指出:“物联网学位将允许我们的学生获得和创造许多在今天并不存在的优秀工作。”

综上所述,随着物联网支撑技术的不断成熟,物联网应用逐渐脱虚向实,发挥着越来越重要的作用。物联网工程专业的建设应当以实际应用为牵引,明确人才的培养目标,即要弄清楚需要培养什么样的专业人才,学生毕业的时候具备哪些能力才能达到本专业的基本要求。本文首先阐述物联网工程专业的能力要求以及课程体系,然后通过分析专业能力与课程之间的对应关系,提出教学的实施建议。

## 2 物联网工程专业能力需求

过去相当长的一段时间,我们的教育主要围绕知识教学来展开,也就是说,教师是教学活动的主体,教学的目标在于教师向学生传授知识。在知识教学过程中,教学主要培养学生的认知情况,而往往忽略了学生为主体对知识的实践。而事实上,知识只有通过正确的应用,才能发挥它的价值,因此,知识教学需要向能力为导向的教学进行转变,教学活动的中心也应当由教师转变为学生,教学效果的好坏由学生获得能力的多少来评价。

在教学的过程中,学生首先获取相关知识,然

后才是知识的运用。由于知识有深也有浅,知识运用有简单也有复杂,因此学生能力的培养实际上应该是一个循序渐进的过程,既要包含低层次的基础能力,也要包含高层次的创新能力。

物联网工程专业具有多专业交叉融合的特点,但在2012年最新颁布的普通高等学校本科专业目录中,物联网工程专业属于工学中的计算机大类,这也进一步说明物联网工程专业的学生,应当按照计算机大类塑造专业能力。即具备基本的软、硬件开发能力;能够基于网络平台开发简单应用;能够利用结构化查询语言SQL(Structured Query Language)语言实现数据库的访问;可以对基于不同类型操作系统的信息系统进行管理维护等。

除了基本的学科能力之外,学生还应当具备系统思维能力,不仅能够解决单一的具体问题,还应当能够解决复杂的工程问题,这是高等教育所有本科工程专业都需要培养的能力。学生解决复杂工程问题能力的培养是一项系统性、全局性的工作<sup>[7]</sup>。它不是只通过一、两门课程的实施就能实现,也不是一、两位教师就能带领学生达到目标。在具体开展能力培养工作之前,需要将能力要求予以分解和落实,要将专业基本能力分解和细化成为对知识、能力或素质的明确要求,通过一系列相关课程或教学环节逐步来实现。

随着国家不断推行“走自主创新之路,建设创新型国家”的发展战略,高校工科毕业生的创新能力也变得越来越重要,因此物联网工程专业需要强化学生的创新意识、鼓励学生的创新精神、最终提升学生的开拓创新能力。创新是人们在社会实践过程中产生新的观念、行动与方法,并用于改变社会生产与文化而获得重要成果的变革过程<sup>[8]</sup>。大学生创新能力的培养应当注重顶层设计,从教育理念和管理体制上进行改革,树立创新教育的观念,关注学生创新精神和实践能力培养的实效,摒弃过去以传授知识为目标的教育方式,重新构建新型的教育体系,将创新教育贯穿于人才培养全过程,落实到每个教学环节。

## 3 物联网工程专业课程体系

从技术角度来看,物联网的体系架构分为感知层、网络层和应用层<sup>[9]</sup>。感知层主要实现物体的感知、识别、采集、捕获信息,涉及条码识别、射频识别、定位、传感器网络等技术。网络层主要负责将感知信息进行安全可靠的传递和处理,涉及无线通

信、网络接入、自组织网络、异构网络融合、网络管理等技术。应用层利用经过分析处理的感知数据,将物联网技术应用在各个行业,提供智能化的生活和生产服务,涉及操作系统、数据库、软件中间件、系统集成等技术。

由物联网三层体系架构所涵盖的技术内容可知,物联网是计算机类、电子信息类、通信类等多个学科的交叉领域。通过整合计算机、电子信息和通信各专业的课程,可以梳理出物联网工程专业的课程体系如表1所示。

Table 1 Internet of Things curriculum system

表1 物联网工程专业课程体系

课程类别	课程设置
专业选修课程	网络测试与评价、路由与交换技术、地理信息系统、数据仓库与数据挖掘、模式识别技术及应用、计算机系统安全、应用密码学
专业必修课程	通信原理与系统、网络工程、物联网导论、工业控制网络、传感器原理与技术、移动通信与无线网络、大数据分析技术、网络安全、物联网应用开发与系统集成
学科基础必修课程	大学计算机基础、电路与电子学基础、数字电子技术基础、计算机原理、离散数学、计算机程序设计、数据结构与算法设计、操作系统、软件工程、数据库原理与技术、计算机网络、信息安全概论、嵌入式系统、人工智能导论

表1中的学科基础课程涵盖了计算机大类专业的关键要素,如计算机软/硬件基础、程序语言、操作系统、数据库、计算机网络等,旨在通过这些课程的训练,让学生具备最基本的计算机类专业技能。然而,物联网工程专业和计算机专业也是有所区别的,主要体现在物联网的专业课程需要支撑物联网的三层体系架构。支撑感知层的课程主要是嵌入式系统、传感器原理与技术,这两门课程的实施目标是让学生能够设计、改造并实现感知数据的采集系统;支撑网络层的课程主要是通信原理与系统、计算机网络、网络工程、工业控制网络、移动通信与无线网络,这些课程的实施目标是让学生能够根据实际的应用场景,通过异构网络的融合,实现高效的数据传输;支撑应用层的课程主要是大数据分析技术、物联网应用开发与系统集成、网络安全,这三门课程的实施目标是让学生能够根据应用需求,实施数据的有效分析与处理,设计并构建物联网应用系统。

#### 4 教学实施建议

如本文第2节所述,专业能力的塑造涵盖基本学科能力、解决复杂问题的能力以及创新能力三个

层次。因此,教学的实施,就应当设计一个循序渐进的过程,与此同时,以课程体系为基础,构建学生易于接受的阶梯式的实践教学体系。

能力的培养贵在实践,也就是说,学生的能力不是靠教师照本宣科教出来的,一定是教师带着学生通过实际的操作实践出来的。本科人才培养方案涉及到的实践环节主要有:课内实验、课程设计、专业实习、课外创新实践和毕业设计等,各个环节对学生能力的提升也有所差异。结合专业能力的不同层次,建议实践环节按照下面的方式进行实施:

(1)课内实验:对于每一门专业课程,都应当设置一定的课内实验,课内实验以验证性实验为主,侧重于训练学生的基本学科能力。例如,传感器原理与技术课程,课内实验可以是位移传感器特征实验、转速传感器测速实验、测温特性实验、湿度传感器实验等,实验内容不必追求复杂,目的是打牢基本学科能力基础。

(2)课程设计:对某一门课程进行综合性的实践,以应用为牵引设计综合性实验,初步训练学生解决问题的能力,可设置难度依次递进的若干实验进行实施。例如,在传感器原理与技术课程的基础上,可以提炼出课程设计的一个综合性实验,利用多种类型的传感器测量电梯的工作时间,以电梯维护与保养的具体问题为背景,来促使学生独立思考,强化基本学科能力的综合运用。

(3)专业实习:是对之前所学多门专业课程的综合实践,强调将所学专业知运用于实际,是训练学生解决复杂问题的重要环节。一般的形式是,由学生自行确定实习单位定岗实习,与此同时,指导教师根据应用需求来确定实习题目,并根据实际情况进行跟踪和辅助,通过专业岗位实习,最大限度地实现毕业前的专业实践要求,为就业作好充分的准备。

(4)课外创新实践活动:旨在训练学生高层次的专业能力,需要构建一个创新型的教学平台,将最新的科学研究成果及时地融入到教学实践中<sup>[10]</sup>。有意识地培养学生创新的思维,激发学生独立思考、用于探索的精神。在培养方案中设置课外创新实践活动的学分要求,创新实践活动的形式则可以多种多样,如参加竞赛获奖、申报项目立项、发表学术论文、申请专利等等。总之,鼓励学生参加科技创新活动,培养创新能力。

(5)毕业设计:是体现本科生各方面能力的总结性独立作业,具体形式是要求学生针对某一课

题,综合运用本专业有关课程的理论和技术,做出能够解决实际问题的或具有创新意义的设计。毕业设计是所有实践活动的最后一个环节,通过毕业设计的实施,学生可以对某一课题作专门深入系统的研究,从而巩固、扩大、加深已有知识,培养综合运用已有知识独立解决问题的能力。毕业设计既可以在学校完成,也可以在校企共建的实践基地完成。

## 5 结束语

随着国家对物联网产业扶持力度的不断加大,物联网在我国战略性新兴产业地位的不不断提升,可以预计,物联网产业人才将呈现供不应求的态势。为适应这种现实需求,各高校在构建物联网工程专业课程体系时,应当按照计算机大类的要求夯实学科基础,内容上涵盖感知层、网络层和应用层等多个方面。除此之外,各高校还应集中优势资源,坚持以能力为导向的人才培养模式。将不同能力要求贯穿于教学的各个环节,形成课内实验、课程设计、专业实习、课外创新实践和毕业设计为一体的循序渐进的实践教学体系。

### 参考文献:

- [1] 2017 annual report on the development trend for Internet of Things industry in China[EB/OL]. [2018-08-12]. <http://www.chyxx.com/>. (in Chinese)
- [2] Internet of Things: Innovation and management program (IoT-IM) Master. école Polytechnique[EB/OL]. [2018-07-21]. <https://portail.polytechnique.edu/>.
- [3] MSc in the Internet of Things. Programme Specification, Queen Mary University of London[EB/OL]. [2016-02-01]. <http://www.arcs.qmul.ac.uk/>.
- [4] Bachelor of information technology (Internet of Things)[EB/OL]. [2018-08-02]. <https://www.jcu.edu.au/>.
- [5] Gui Xiao-lin. Research on the courses program and education mission for the specialty in the Internet of Things[J]. Computer Education, 2010(16): 1-3. (in Chinese)
- [6] FIU to offer first Internet of Things degree in U. S. FIU News[EB/OL]. [2017-06-27]. <https://news.fiu.edu/>.
- [7] Lin Jian. Methods of understanding and solving complex engineering problems—based on the definition and requirements of Washington agreement[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2016(5): 17-26. (in Chinese)
- [8] Zhang Hui, Jiao Lan, Li Ying. Innovative talents analysis and

cultivation[J]. Heilongjiang Researches on Higher Education, 2012, 30(6): 133-137. (in Chinese)

- [9] Wu Gong-yi. Internet of things introduction[M]. Beijing: China Machine Press, 2012. (in Chinese)
- [10] Zhang Jun-shi. Exploration and research on innovation ability cultivation for college students[EB/OL]. [2006-06-01]. <http://theory.people.com.cn/GB/49157/49166/4426334.html>. (in Chinese)

### 附中文参考文献:

- [1] 2017年中国物联网行业发展趋势分析[EB/OL]. [2018-08-12]. <http://www.chyxx.com/>.
- [5] 桂小林. 物联网技术专业课程体系探索[J]. 计算机教育, 2010(16): 1-3.
- [7] 林健. 如何理解和解决复杂工程问题—基于《华盛顿协议》的界定和要求[J]. 高等工程教育研究, 2016(5): 17-26.
- [8] 张辉, 焦岚, 李颖. 创新型人才的剖析和塑造[J]. 黑龙江高教研究, 2012, 30(6): 133-137.
- [9] 吴功宜. 物联网工程导论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [10] 张君施. 当代大学生创新能力培养的探索与研究[EB/OL]. [2006-06-01]. <http://theory.people.com.cn/GB/49157/49166/4426334.html>.

### 作者简介:



陈颖文(1979-),男,湖南株洲人,博士,副教授,CCF会员(11379M),研究方向为物联网。**E-mail:** ywch@nudt.edu.cn

**CHEN Ying-wen**, born in 1979, PhD, associate professor, CCF member (11379M), his research interest includes Internet of things.



钟萍(1982-),女,湖南益阳人,博士,副教授,CCF会员(49217M),研究方向为物联网。**E-mail:** ping.zhong@csu.edu.cn

**ZHONG Ping**, born in 1982, PhD, associate professor, CCF member(49217M), her research interest includes Internet of Things.



逢德明(1984-),男,内蒙古兴安盟人,博士,讲师,研究方向为无线网络与移动计算。**E-mail:** pang3724@nudt.edu.cn

**PANG De-ming**, born in 1984, PhD, lecturer, his research interests include wireless networks, and mobile computing.