

# 感知-通信-计算一体化背景下的“物联网与服务计算”课程教学体系的研究与探索

李文正

北京工业大学信息学部计算机学院, 北京 100124

**摘要** 针对智慧社会、数字经济与智能化行业发展需求和教学实际以及创新型人才培养中存在的问题, 分析了感知-通信-计算一体化背景下研究生课程“物联网与服务计算”的教学内容、学科交叉特点以及研究生人才培养目标, 提出了感知-通信-计算一体化背景下的面向工业互联网综合能力培养的“物联网与服务计算”研究生教学课程体系。实践探索结果表明, 该课程体系对于学科交叉与创新型人才培养, 探索多学科交叉的研究生复合型应用人才培养的课程体系建设具有指导意义。

**关键词** 感知-通信-计算, 物联网与服务计算, 课程教学体系

## Research and Exploration on the Teaching System of "Internet of Things and Service Computing" Under the Background of Integration of Perception, Communication and Computing

Li Wenzheng

Faculty of Information Technology, Beijing University of Technology

Beijing 100124, China  
liwww@bjut.edu.cn

**Abstract**—In view of the development needs of the smart society, digital economy and intelligent industry, the teaching practice and the problems existing in the training of innovative talents, this paper analyzes the teaching content, interdisciplinary characteristics and training objectives of the graduate course "Internet of things and service computing" under the background of the integration of perception, communication and computing. This paper puts forward a postgraduate teaching course system of "Internet of things and service computing" which is oriented to the cultivation of the comprehensive ability of industrial Internet under the background of the integration of perception, communication and computing. The practice and exploration results show that the curriculum system has guiding significance for the training of interdisciplinary and innovative talents, and the construction of the curriculum system for the training of interdisciplinary and interdisciplinary graduate compound applied talents.

**Key words**—perception-communication-computing, Internet of things and service computing, Course teaching system

## 1 引言

随着第五代移动通信技术 5G、物联网、边缘计算、云计算及大数据等新兴技术为代表的新一代信息通信技术的快速迭代发展, 正酝酿着融合人类社会、信息世界、物理世界, 以人、机、物三元融合为主要特征的技术革命和产业变革。以新一代信息通信技术、人工智能为代表的新兴科技快速发展, 大大拓展了时间、空间和人们认知范围, 人类正在进入一个人机物三元融合的万物智能互联时代, 感知-通信-计算一体化发展是新一代信息通信技术的发展必然趋势。工业互联网是面向行业深度融合应用的感知-通信-计算一体化最佳应用场景之一。具有新一代信息通信技术和国际

视野的高水平专业人才, 而工业互联网发展的关键是人才的培养, 工业互联网涉及多学科、对人才的创新和实践能力要求较高。因此, 如何站在新一代信息通信技术发展的高度, 培养具有感知-通信-计算一体化综合能力的从跨学科复合性人才是作者多年一直思考的问题。

“物联网与服务计算”是在从万物互联到万物唤醒的背景下, 以感知-通信-计算一体化为主线的背景下开设的一门研究生课程, 旨在以学科交叉研究生人才培养目标, 培养具有跨学科专业知识, 具有新一代信息通信技术专业知识和国际视野的高水平专业人才。如何设计“物联网与服务计算”教学内容? 针对

研究生知识结构, 如何把握其难度和深度? 用什么方式传授这些知识激发研究生的兴趣? 是作者首要思考的问题。作者瞄准未来学科交叉及创新发展方向, 根据自身积累与优势, 探索多学科交叉的复合型应用人才培养模式的课程体系研究的基础上, 对其教学内容和教学方法作了深层次的思考, 经过精心设计, 取得了较好的教学效果。

## 2 “物联网与服务计算”知识体系框架

“物联网与服务计算”知识体系框架的构建建立在感知技术、通信技术以及计算机技术的基础上, 从个人和社会的需求, 实现人与人、人与物、物与物之间按需进行的信息获取、传递、存储、认知、决策、使用等服务需求出发, 结合当前国家工业互联网和企业转型重大需求以及新一代信息技术演进, 构建“物联网与服务计算”的知识关键点(如图1所示), 聚焦工业互联网是新一代信息通信技术与行业深度融合的

新兴产物, 正在成为新工业革命的关键支撑, 对未来工业经济发展将产生全方位、深层次、革命性的影响。

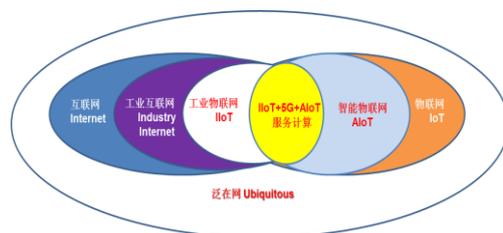


图1 “物联网与服务计算”的知识关键点

“物联网与服务计算”知识体系框架设计从构建云边网端一体化及融合知识为出发点, 以工业互联网场景为主线, 以AI(人工智能)+IIoT(物联网)为目标, 以新一代通信网络技术为纽带, 以端、网、边、云为知识单元, 形成“物联网与服务计算”知识体系框架(如表1所示)。

表1 “物联网与服务计算”知识体系

知识体系构建矩阵	端	网	边	云
主要内容	感知层智能传感器原理、物理层接口标准	无线网络原理	边缘计算及其主要开源平台	云计算及其主流开源云平台
知识点	智能传感器原理、工业物联网主流传感器、接口标准 RS-232、RS-422、RS-423、RS-485、PLC、CAN、Ethernet等	无线频谱、无线传输的特征、及扩展频谱信号技术以及主流无线通信技术比较	边缘计算的基本概念、动机以及计算迁移、边缘计算编程模型、边缘计算标准体系	云计算的发展历史、云计算模式、分布式资源管理技术分、虚拟化技术、编程模型
知识单元	阵列传感器、智能传感器原理、接口标准技术参数	主流无线通信技术原理, 5G技术及应用	边缘计算标准、编程模型、工业物联网边缘计算	虚拟化技术、云计算编程模型、云边协同
知识体系	感知层主要是对物理对象信息感知及其发送	通过通信网络实现工业物联网场景下的人、机、物的通信	边缘计算数据缓存和处理以及工业物联网边缘智能, 云边协同	虚拟化技术、云计算可提供资源服务方式, 云边协同及智能服务

课程知识体系设计是基于当前新一代信息通信技术领域中具有前瞻性、先导性的重大技术, 根据研究生能力培养发展要求, 确定的通感一体化、云网一体化、感知通信计算一体化的知识体系框架。

## 3 “物联网与服务计算”课程内容设计原则与目标设计

### 3.1 课程内容设计原则

“物联网与服务计算”教学内容设计原则如下。

- 深入理解新一代信息通信技术演进及发展规律, 推动互联网、大数据、人工智能、第五代移动通信等新兴技术与绿色低碳产业深度融合

- 国务院关于《加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中的新一代信息技术领域。即信息技术正在纵深发展并深刻改变人类的生产和生活方式, 新一代信息网络正在从以信息传递为核心的网络基础设施, 向融合计算、存储、传送资源的智能化云网基础设施发生转变。
- 工业和信息化部办公厅工信厅信管〔2020〕8号关于推动工业互联网加快发展的通知。即引导提升工业互联网平台核心能力, 增强5G、人工智能、区块链、增强现实/虚拟现实等新技术支撑能力。

### 3.2 课程地位及教学目标的设计

以信息技术、人工智能为代表的新兴科技快速发展,大大拓展了时间、空间和人们认知范围,人类正在进入一个人机物三元融合的万物智能互联时代,感知-通信-计算一体化融合创新发展成为新一代信息通信技术的必然趋势,物联网的发展催生了新的服务计算模式。结合计算机科学与技术学科建设的特点,2018年起我们开设了“物联网与服务计算”研究生课程。本课程系统介绍物联网与服务计算的基础理论和最新技术,使研究生全面了解物联网体系结构、感知技术、通信技术、边缘计算、云计算以及服务计算的基本概念、基本原理和方法,结合工业互联网场景培养发现新技术及应用相关问题并提出解决问题的能力。通过引入思政教学模块,引出5G网络的基本概念、特征以及应用,融入华为在5G技术上的成就,增强研究生科技自信、民族自信、勤于实践、勇于创新以及浓郁的爱国情怀。

在教学内容上,本课程从新一代信息通信技术的演进趋势出发,以工业互联网为应用场景为主线,重点介绍物联网体系结构、智能传感技术、无线通信技术、边缘计算,工业互联网平台及其相关技术、服务计算的理论基础、核心思想、基本概念、基本原理和方法。通过本课程的学习,探讨新一代信息通信技术应用领域尤其是工业互联网领域的问题解决方法,帮助研究生掌握物联网和服务计算领域最基本的知识,使他们能够运用这些知识解决物联网和服务计算领域尤其是内工业互联网场景下的复杂问题。通过本课程的学习,对于研究生的创新意识和能力的培养以及对物联网与工业互联网、服务计算的兴趣和热情具有重要的意义。

教学目标:

- ① 理解计算模式的演进及其发展趋势;
- ② 理解和掌握工业互联网与物联网技术及其体系结构;
- ③ 理解和掌握先进的感知技术和智能传感器原理;
- ④ 理解和掌握主流无线通信技术;
- ⑤ 理解和掌握边缘计算、云计算、云边协同的基本原理;
- ⑥ 理解和掌握工业互联网应用场景中融合技术、学科交叉以及解决复杂工程问题的能力;
- ⑦ 通过引入思政教学模块,引出5G网络的基本概念、特征以及应用,融入华为在5G技术上的成就,增强研究生科技自信、民族自信、勤于实践、勇于创新以及浓郁的爱国情怀。

### 3.3 教学内容及实践模块

根据“物联网与服务计算”知识体系框架与课程目标的对应关系,基于感知-通信-计算一体化背景

下的“物联网与服务计算”教学与实践模块课程体系如图2所示。



图2 “物联网与服务计算”教学与实践模块课程体系

### 3.4 教学环节与教授方法及学习方法指导

本课程主要以课堂讲授为主,结合基于CDIO的工程教学理念,课堂穿插一些提问和讨论及互动,帮助研究生更好深层次理解相关技术与概念。同时,在教学中采用案例课程教学方法,用教学课件中的标志性应用案例驱动模式帮助研究生提高解决工程的需求和问题。案例课程教学是理论与实践结合最佳着力点,能有效解决理论知识和实际工作脱节的问题。

案例课程教学符合研究生特别是专业学位研究生培养目标,是现阶段专业学位研究生教育改革重要方向,能够有效调动研究生学习积极性,促进研究生思考,提升学习成效;同时又是一个具有启发性、开放性和互动性的学习过程。比如用章鱼“腿”思考并解决问题的启示引出边缘计算的基本概念,用车联网应用场景分析边缘计算中云边协同等关键技术以及边缘计算基本概念与应用场景(如图3所示)。



图3 边缘计算基本概念与应用场景

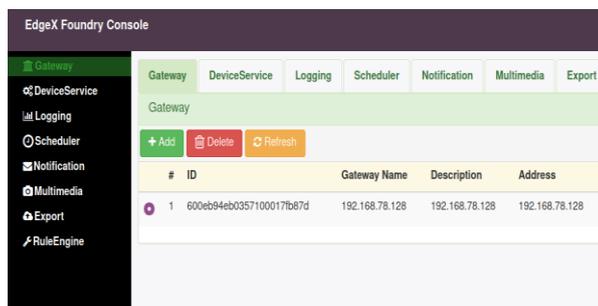


图 4 EdgeX Foundry 平台及开发环境

在研究生学习方法上,根据课程的特点,除了通过课堂学习基本理论和方法之外,最重要的一点是要找到一个适合开源平台,在阅读代码的同时边学边做,以激发学习动机,帮助研究生学会主动学习、深入探究。比如用 EdgeX Foundry 开源平台让研究生边学边实践边缘计算的部署与开发。EdgeX Foundry 是由 Linux 基金会的开放源码项目,EdgeX Foundry 平台及开发环境(如图 4 所示),旨在为物联网边缘计算创建公共开放的框架。

## 4 结束语

研究生“物联网与服务计算”课程是从构建云边缘一体化及融合知识为出发点,以工业互联网场景为主线,以 AI(人工智能)+IoT(物联网)为目标,以新一代通信网络技术为纽带,全范围组织云、边、端、网为知识单元的相关技术和原理形成的面向工业互联网应用场景中融合技术、学科交叉以及解决复杂工程问题的能力课程体系。本课程以综合实践模块为载体,以课程内容为基本知识点,探索了将创新、融合技术以及学科交叉以及解决复杂工程问题方法融入人才培养全过程,经过四届研究生近 80 名研究生教学结果表明,研究生“物联网与服务计算”课程的学习,有效提高研究生的融合技术、学科交叉以及解决复杂工程问题的能力,对于学科交叉与创新型人才培养,

探索多学科交叉的复合型应用人才培养模式的课程体系建设具有指导意义。

## 参考文献

- [1] MICHAEL A, ARMANDO. Above the clouds: A Berkeley view of cloud computing [EB/OL]. <http://www2.eecs.berkeley.edu/pubs/techrpts/2009/eecs-2009-28.pdf>.
- [2] ATYANARAYANAN M, BAHL P, DAVIES N. The case for VM-Based Cloudlets in Mobile Computing [J]. IEEE Pervasive Computing, 2009, 8(4):14-23.
- [3] BONOMI F. Connected vehicles, the Internet of things and fog computing[C]//The Eighth ACM International Workshop on Vehicular Inter-Networking (VANET). Las Vegas, USA, 2011:13-15.
- [4] SHI Weisong, FELLOW, IEEE et al. Edge Computing: Vision and Challenges [J]. IEEE Internet of Things Journal, 2016, 3(5):637-646.
- [5] LI Y, GAO W. MUVIR: Supporting Multi-User Mobile Virtual Reality with Resource Constrained Edge Cloud [C]//2018 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC). Seattle, WA, 2018:1-16.
- [6] 李文正. 新工科背景下计算机网络课程实验教学体系的研究. 高教学刊, 2021, 7(32):101-104.
- [7] 陈建军, 辜永红, 韩庆文, 于彦涛. 信息类研究生的创新能力培养[J]. 教育教学论坛, 2017, (17):86-87.
- [8] 王春霞, 赵三根等. 高校内涵建设背景下人才培养的探索研究[J]. 高教学刊, 2017, (14):154-156.
- [9] 张少初. 物联网交叉学科融合教学环境探究[J]. 中小企业管理与科技, 2014(9):253-254.
- [10] 杨宗凯, 杨浩. 论信息技术与当代教育的深度融合[J]. 教育研究, 2014(3):88-95.
- [11] 杨银付. 深化教育领域综合改革的若干思考[J]. 教育研究, 2014(1):4-19.
- [12] 周鸿铎. 我理解的“互联网+”：“互联网+”是一种融合[J]. 现代传播, 2015(8):114-121.
- [13] 刘悦, 孙润元, 荆山. 中美高校的计算机网络课程教学对比[J]. 计算机教育, 2013(1):58-61.