

# 面向“新工科”人才培养的大学计算机专业课程 教学改革与实践——以“AIoT系统设计”课程为例

周爱民 沈建华 邵非

华东师范大学计算机科学与技术学院, 上海, 200062

**摘要** 新工科建设对计算机类专业人才培养提出了新的要求, 为了应对当前高等教育体系中计算机专业课程建设在适应新形式、满足新需求方面存在的一些突出问题, 提出通过教育理念转变、课程体系完善、教学方法创新、校企合作共建等改革举措改善教学效果、提升培养质量, 并以大学“人工智能与物联网(AIoT)系统设计”课程为例, 通过教学实践证明了其正确性和有效性。

**关键字** 新工科, AIoT, 课程改革

## Teaching reform and Practice of College Computer Major Courses for the Training of "New Engineering" Talents—— Takeing "AIoT system design" Course as an Example

ZHOU Aimin, SHEN Jianhua, SHAO Fei

College of Computer Science and Technology  
East China Normal University  
Shanghai, 200062, China

amzhou@cs.ecnu.edu.cn jhshen@cs.ecnu.edu.cn fshao@cs.ecnu.edu.cn

**Abstract**—The construction of new engineering courses puts forward new requirements for the training of computer professionals. In order to deal with some prominent problems in the construction of computer courses in the current higher education system in adapting to new forms and meeting new needs, it is proposed to improve the teaching effect and training quality through reform measures such as the transformation of educational ideas, the improvement of course system, the innovation of teaching methods, the cooperation between schools and enterprises, etc. Taking the college course "Artificial intelligence and Internet of things (AIoT) system design" as an example, its correctness and effectiveness are proved through the teaching practice.

**Key words**—new engineering, AIoT, curriculum reform

### 1 引言

在新一轮科技革命与产业变革的时代背景下, 2017年2月20日, 教育部发布《关于开展新工科研究与实践的通知》<sup>[1]</sup>, 同年, 教育部审议通过了《新工科研究与实践指南》。“新工科”战略的提出, 为我国当前的高等工科教育事业指明了前进方向, 对学生的学习能力、实践能力、创新能力提出了更高的要求, 同时也对我国当前的高等工科教育事业带来了前所未有的机遇和挑战。

计算机科学作为“新工科”重要专业领域, 同时也是物联网、数据科学、机器人等专业领域的基础学科, 成为各院校学科建设、课程建设的重点。

笔者所在学校的计算机科学与技术学院目前在科学研究上围绕计算机图形图像、机器学习及计算机系统展开, 前两个方向侧重人工智能, 后一个方向侧重计算机体系、网络、边缘计算等; 在教学和课程设置方面, 目前学院已将人工智能课程群作为重点建设方向, 一年级以基础编程和数学为主, 二年级以人工智能基础课程为主, 三年级以人工智能选修课为主, 目前已将“AIoT系统设计”课程作为人工智能算法与计算机系统相结合的收尾课程重点来予以建设。AIoT(人工智能物联网)=AI(人工智能)+IoT(物联网), 其融合AI技术和IoT技术, 通过物联网产生、收集海量的数据存储于云端、边缘端, 再通过大数据分析, 以及更高形式的人工智能, 实现万物数据化、万物智能化, 物联网技术与人工智能追求的是一个智能化生态体系, 是人工智能目前重要的研究和应用领域, 特别是在智能家居、智慧城市、智能安防等领域有广泛的

\*基金资助: 本文得到华东师范大学创新创业实验室及创新创业课程建设项目基金支持

应用。该课程放在大三下学期及研究生阶段讲授，意图在于希望通过课程学习和实践，学生能够深入理解AI及IoT，并利用现有资源设计AIoT系统解决实际问题，进一步提升自身前沿技术储备和创新实践能力。

## 2 大学计算机专业课程改革述评

尽管各大院校计算机科学相关专业一直大力推进计算机专业课程改革，积极探索新工科背景下的计算机专业建设，也取得了具有借鉴意义的成果<sup>[10-13]</sup>，具有代表性的例如：

**课程内容改革。**专业课程内容改革遵循“宽基础、模块化”的思路，力求既夯实理论基础，又突出专业技能，并根据不同专业方向选择相应的课程组合方案、优化课程体系。

**课堂教学创新。**采用如“翻转课堂”“创新课堂”“慕课资源”“倒置法教学”<sup>[2]</sup>等方式，增强课堂趣味性、互动性，改善课堂教学单一的教学样态。通过实现全方位、多元化的教学创新，力图实现兴趣驱动、调动学生的主观能动性，在主动和愉快的氛围中获得知识技能和人格塑造。

但总体而言，仍距离新工科的目標与要求还有较大的距离，为了准确反映出学生对计算机专业课程改革的接受认同程度和实际教学效果，笔者以“AIoT系统设计”课程改革为例，设计了相关的学生调查问卷，调查显示，在培养研究型、创新型计算机专业人才的过程中仍存在不少问题。

专业课程体系尚不完备，理论联系实际的教学目标仍浮于表面。调查问卷结果显示，同学们认为目前校课堂教学改革中存在的问题中，排名第一（54.17%）的就是缺乏实践动手环节，理论实践脱节。主观上，教师仍侧重于计算机理论教学，希望以“学”为基、以“术”为用，这在一定程度上可以提高理论传授的效率，但弱化了实践能力和创新思维的培养、不利于理论联系实际，导致学生缺乏知识迁移和实践应用能力，在工程中无法解决实际问题。客观上，由于部分任课教师因缺乏课程改革经验、课程资源重组困难、建课耗时长、技术性要求高、成效无法立竿见影等原因<sup>[3]</sup>，导致专业课程体系建设的进程迟缓。

课堂教学方法仍较单一，传统单向式教学模式仍然大量存在。调查问卷结果显示，同学们认为目前校课堂教学改革中存在的问题中，排名第二（41.67%）的就是压迫式、灌输式的教学方法未得到根本的改变，单一的ppt展示在教学方法层面缺乏创新。

学生学习兴趣不浓厚，主观能动性发挥不够，理论课教学改革赋能增效的作用发挥仍不充分。单向讲授式教学方式下，课堂教学仍以教师为中心，学生大

部分时间都在被动接收，没有考虑到学生的个性化发展要求，也就使他们丧失了学习的积极性和主观创新的兴趣，并且和产业脱节严重，不能起到引导他们从工程基础能力向工程应用能力转化的作用<sup>[4]</sup>，兴趣驱动和发挥主观能动性更无从谈起，这必然导致学生只是为了获得学分而机械学习，缺乏探究意识和独立解决问题的能力，这样再好的教学内容都无法提高教学效果。

鉴于此，计算机专业课程的创新改革势在必行。具体到“AIoT系统设计”课程，寻求符合当今时代特点和计算机专业特色的系统化改革方案已是当务之急，在教育理念、课程体系、教学方法、校企合作等方面有所发展、有所创新，进而提升学生的理论水平、实践能力、创新创业能力，使其更加符合新时代对新工科人才的要求。

## 3 大学计算机专业课程改革方案探索

笔者根据所在院校新工科人才培养新要求，以教育理论结合教学实际为基本方法，以当前专业课程体系为基础，以有效提升学生理论素养、应用能力和创新水平为目标，转变教育理念、重构课程内容、创新教学方法、开拓校企合作，合理创设符合新工科培养要求的教育环境、引导和激发学生的主观能动性，切实提高学生的能力和素养，使每一位学生都能得到充分的成长和发展。

### 3.1 教育理念转变引领教学改革思路

与以往教学不同，笔者尝试改变以往课内教学偏重理论知识传授的倾向，在保证课内理论知识传授有效完成的同时，将课内相关知识的推导或应用归纳为数个实验，例如：围绕AIoT方向，在机器学习、自然语言处理、图形图像三个方向设计了5个实验案例见表1，实验案例的设计充分结合AI和IoT领域的主要知识，平衡理论知识与工程实践、思维方式与方法论。让学生通过AIoT实践课程的学习，融汇贯通之前所学的人工智能各项算法等偏“软”的知识，和嵌入式系统、边缘计算、FPGA、物联网等偏“硬”的知识，系统掌握“AIoT系统设计”课程内涵以及计算机科学众多课程之间的关联。

这样学生在温习了理论基础的同时有了具体项目或实验作为依托，在游泳中学游泳，改变了机械记忆知识点的现状，在实践中举一反三、逐类旁通、软硬结合、全栈贯通，也解决了AI部分内容与IoT衔接不紧密的“两层皮”的问题，一石二鸟。这样的教学方法既避免了教师重复教学，又提高了学生学习效率；既增进了学生对该课程的学习兴趣，又有了发挥自己聪明才智的舞台。

表 1 AIoT系统设计实验案例

序号	实验题目	知识要点	学时	人数	成果
1	基于亚博K210的微气象站	GPIO、数据标准、传输协议	6	2-4	a、完成实验系统搭建 b、实现所有功能
2	基于ReSpeaker 的家庭灯光智能控制开关	语音识别、自然语言处理	6	2-4	c、提交实验报告, 尤其注明实验中遇到的问题、解决方案、改进设计, 以及相应的PPT
3	基于亚博K210/Jetson Nano的人脸识别	机器学习、图形图像	6	2-4	d、现场演示、汇报、交流
4	基于华为Atlas200 DK的图像分类	机器学习、图形图像	6	2-4	
5	基于华为HiLens/英伟达Jetbot 无人驾驶小车	机器学习	6	2-4	

主观能动性得到充分发挥,理论-实践形成良性循环,由知识的吸收者发展为知识的使用者、创造者,为成为知识、能力、素质三位一体的创新型计算机人才打下坚实的基础。

另外,为了充分发挥学生的课堂主体作用,采用小组学习、团队合作的方法带动全体学生学习效果的提升,例如:在“AIoT系统设计”课程中讲授AI理论及技术在IoT领域中的应用时,多以实验的形式深化对理论的理解,这时会采用面向能力的分组机制[5],将全班学生组合为若干学习小组,每组一般3人、最多不超过4人,其中编程能力较强的学生1人、硬件基础较好的学生1人,表达协作能力较优的学生1人。课前会预习实验方案或手册;课内大家协同工作,遇到问题则合作讨论、共同拟定解决方案;每项实验结束后,各小组成员需要一起总结交流、相互学习;同时,每组提交一份实验报告并注明遇到的困难和问题、做出的改进及创新、每人在实验中的贡献,然后通过PPT演讲的形式与其他小组集体交流、相互考查。实践证明,这样可以大大增强学生对理论的掌握效果和知识的迁移能力;从长远看,团队合作是持续学习的“一个秘密武器”,学会如何让合作是学生最看重的教育成果之一;这种在对话与对话中不断积累专业知识的学习文化,也是未来职业生涯成功最重要的因素之一<sup>[6]</sup>。

### 3.2 课程体系完善实现课程改革落实

课程内容的先进性和现代化是课程改革的主旋律,这不仅是针对某一门或某几门课程,更是针对整个计算机相关专业的课程体系。针对计算机专业的特点以及相关课程的要求,模块化课程体系结构是课程改革的关键词。以新工科创新型人才的培养目标为导向,打破原课程体系限制、进行课程内容的模块化设计重组,最终收拢到“知识、能力、素质”这一根本目标。

相应的,“AIoT系统设计”课程同样可以划分为多个模块,包括本文前述的嵌入式系统、边缘计算、FPGA、物联网以及人工智能相关算法等,在新工科人才培养中,不应该舍弃任何一个模块,但可以有所侧重,例如:重点讲授人工智能算法在物联网设计应用中的代表实例,如LSTM在ARM架构平台中的设计与应用;其余具有上游课程基础的内容如FPGA,则可以弱化为讨论内容或自学内容。这样抓大放小、主次分明,有既利于学生把握重点,又有利于学生知识迁移,从而提高教学效率、提升培养质量。

当然,课程体系建设离不开包括“AIoT系统设计”在内的每一门核心课程的建设与教学方法的执行。实践是检验真理的唯一标准,只有将课程体系形成的综合能力放在实际的教学实践中进行检验,才能验证是否达到计算机专业新工科人才培养的目标和初心<sup>[4]</sup>。也只有把理论内容和应用需求有机结合,凸显理论知识的应用价值,特别是支撑专业新进展、新技术发展的前沿理论,优化课程体系,才能从底层加深对本专业发展与创新的理解<sup>[13]</sup>。

### 3.3 教学方法创新保障课程改革成效

课堂教学方法改革的指导思想是“以能力输出为中心”,其目标是提高学生的理论水平和学习能力、培养学生的实践能力和创新思维;具体到教学手段上,根据教学内容灵活运用理论教学、案例教学、实训教学和课程设计相结合的教学方法,采用“产学研”理论与实验、实践、项目、竞赛相结合的教学模式,把课程教学目标与科研实践、竞赛实战融为一体,加强学术交流、破除专业藩篱,解答实验与实践环节怎么开展等的专业谜思,教会学生如何学而不仅是学什么,着重培养学生对基本理论的深入理解和具体工程的实践能力,科学引导学生在学习和实践中勤于动手动脑,善于发散思维,勇于突破“范式”,敢于主动创新<sup>[3]</sup>,从而为培养新工科人才打下良好的理论和应用基础。

上述教学方法创新在实践中取得较好效果。例如：在“AIoT系统设计”课程改革后，调查问卷显示，87.5%的学生认为，专业课程采用实践为主、小组合作的学习形式后，同学们的学习兴趣比较高或非常高；83.3%的学生认为，学习效果较好或很好；91.7%的学生认为，课堂教学改革后，自己的理论水平、动手能力、创新思维等都得到较明显或很明显的提高。

此外，学生参与学术或实验竞赛的积极性也得到增强，95.8%的学生表示愿意参加相关的专业竞赛项目，并将其成果运用于更广泛的社会服务领域。在本次2021年华为中国大学生ICT大赛全国决赛中，笔者所在学校计算机科学与技术学院的3位选修“AIoT系统设计”课程的研究生同学，分属两支参赛队夺得一等奖1项、二等奖1项，一等奖队伍还同时获得特别奖，获奖等级和获奖数量均创历史新高。

在学习的过程中，学生不但对问题的分析和解决问题的能力逐渐提高，而且有机会追求自己的兴趣和发现自己的激情，从而走向更深层次的使命<sup>[6]</sup>。

### 3.4 教学方法创新保障课程改革成效

国家2010-2020年教育改革和发展规划纲要中提出了“创立高校与科研院所、行业、企业联合培养人才的新机制”<sup>[7]</sup>，教育部推出产学研协同育人项目，构建产教融合校企合作的人才培养新生态<sup>[8]</sup>。作为校企合作共建的重要形式，企业参与高校专业实践创新教育平台建设成为课程教学改革的重要外延。对于学校学生而言，可以对接前沿，面向需求；对于企业而言，可以发现人才、布局生态。

笔者所在高校与华为公司合作构建AI实验室，将华为公司提供的全栈AI/华为云及算力资源、Atlas200 DK套件等与计算机科学与技术学院现有资源相结合建立实训中心，并应用于课堂教学，同时为任课教师提供专业的培训、教学内容及实验环境，切实提高教学水平；为全体学生提供创新创业、课题设计、项目学习和课程实践的平台；并以此为契机，组织同学们将与课程相关的创新创业成果，运用于更加广泛的社会服务方面，促进学生的前沿技术储备和创新实践能力进一步提升。

## 4 结束语

“新工科”建设为高等工科教育事业发展带来了前所未有的机遇和挑战。在“新工科”背景下的课程改革应当认真贯彻全国教育大会的宗旨理念，以学生为根本，以培养为核心，以创新为动力，真正做到知识、能力、素质全面发展；任课教师也需要不断学习、更新观念、持续努力，在“新工科”课程中培育面向产业、面向世界、面向未来<sup>[9]</sup>的新型人才。

## 参考文献

- [1] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知（[http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223\\_297158.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html)），教育部[引用日期2022-01-20]
- [2] 吴林华，“大学计算机信息技术基础”课程教学改革和实验创新，计算机教育[J]，2007(18):113-114.
- [3] 邱向宇，龙俊浩，构建以能力输出为导向的物联网专业课程体系改革研究，广东技术师范大学学报[J]，2020(4):54-58.
- [4] 祝鸣，沈建华，汪家财，可扩展物联网教学开发系统的设计与实现，华东师范大学学报(自然科学版)[J]，2021(3):78-95.
- [5] 何尔利，马满福，王昌龙，等，新工科背景下无线传感器网络课程设计教学改革与实践，计算机教育[J]，2020(6):174-178.
- [6] [美]理查德·米勒(Richard K. Miller)，王连江，于海琴，等，“新工科”办学的欧林效应：理查德·米勒校长与王连江、于海琴的对话，华东师范大学学报(教育科学版)[J]，2021(3):111-126.
- [7] 云红艳，李建波，徐茹滢，等，基于产学研合作的地方高校网络工程专业创新人才培养，计算机教育[J]，2019(12):20-22+26.
- [8] 郝兴伟，张龙，唐德凯，等，依托产学研合作的计算机通识教育新技术系列课程建设，计算机教育[J]，2021(1):124-128.
- [9] 方娟，张佳玥，王秀娟，等，新工科背景下物联网工程专业产教融合与多元协同育人模式研究，计算机教育[J]，2021(3):153-156.
- [10] 蔡艳，基于能力培养为导向的大学计算机基础课程教学改革与实践，产业与科技论坛[J]，2021(13):149-150.
- [11] 何强，以计算机实践能力培养为目标的大学计算机课程教学改革研究，电脑知识与技术[J]，2021(18):119-125.
- [12] 李慧君，“互联网+”背景下大学计算机类课程实验教学模式改革，科技风[J]，2021(7):82-83.
- [13] 付沙威，陶荟春，满玉春，新工科背景下建筑类高校“大学物理”课程改革探索，通化师范学院学报[J]，2021(12):141-145.