

# 面向新工科的计算机类专业软硬件 协同创新实践教学模式探索\*

王彤 陈景柱

东北大学计算机科学与工程学院  
国家级计算机实验教学示范中心, 沈阳110819

邓庆绪

东北大学计算机科学与工程学院,  
沈阳110819

鲍玉斌 于亚新

东北大学计算机科学与工程学院,  
国家级计算机实验教学示范中心, 沈阳 110819

**摘要** 新工科背景下针对强化计算机类专业学生的软硬件协同创新实践能力和解决复杂工程问题能力培养, 构建了立足于扎实基础、案例强化实践、软硬件协同的创新实践能力培养的实践教学课程模式以及多学科交叉融合的课程体系。文章基于基础知识教学、案例实践训练、自主创新扩展实践的层次循序渐进的展开, 以“以多学科理论知识为基础、以案例为中枢、以项目为驱动”为主线, 通过实践教学模式的改革与探索, 阐述了包括教学体系总体介绍、教学目标与理念、教学内容与方案、教学方式与方法、考核与评价等的软硬件协同创新实践教学模式构建的基础上, 根据当前趋势、学生兴趣点和方案可行性分析等方面因素, 将基于树莓派(4B 版本及其他版本)的智能系统案例作为中枢, 围绕案例开展实践教学的教学形式, 将案例扩展作为实践成果多样化培养实现的具体方式, 配合适当的考核评价与激励机制, 构建了新工科背景下计算机类专业软硬件协同培养的实践教学培养模式及相应的实施策略。通过对实验成果成效评估, 结果表明, 该基于案例引导的创新实践教学模式较好地达成了教学目标, 同时对于双一流大学建设具有重要意义。

**关键字** 新工科, 创新实践, 软硬件系协同, 树莓派, 双一流

## Exploration of Innovative Practice Teaching Mode from Software and Hardware Collaborative Facing on the New Engineering for Computer Specialty

WANG Tong

National Computer Experimental Teaching Demonstration Center, College of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China  
wangtong@cse.neu.edu.cn

Deng Qingxu

College of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China  
dengqingxu@cse.neu.edu.cn

CHEN Jingzhu

National Computer Experimental Teaching Demonstration Center, College of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China  
chenjingzhu@cse.neu.edu.cn

Bao Yubin

National Computer Experimental Teaching Demonstration Center, College of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China  
baoyubin@cse.neu.edu.cn

YU Yaxin

National Computer Experimental Teaching Demonstration Center, College of Computer Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China  
yuyaxin@cse.neu.edu.cn

\***基金资助:** 国家自然科学基金资助项目(62072085);  
国家重点研发计划课题项目(2018YFB1702003)

**Abstract**—Under the background of the new engineering, strengthening the training of innovative practical ability and solve complex engineering problems ability from software and hardware for computer specialty. In order to cultivate students' innovative thinking and software and hardware collaboration innovation ability, strengthening foundation and cases practice teaching mode with multi-disciplinary and cross-integrated curriculum system are constructed. In this paper, based on basic knowledge teaching, case practice training, independent innovation and expansion, reform of practical teaching mode is explored with multidisciplinary theoretical knowledge, case-centered and project-driven. Base on introducing the overall instruction of the teaching system, teaching objective and idea, teaching content and program, teaching method, assessment and evaluation, software and hardware collaboration mode is built. By using the Raspberry Pi-based intelligent system cases as a hub, practical teaching is carried out around the cases and case extension is used as a concrete way to achieve the diversified cultivation of practical achievements. Through the proper excitation mechanism, assessment and evaluation, exploration of innovative practice teaching mode from software and hardware collaborative facing on the new engineering for computer specialty and the corresponding implementation strategy is constructed. Through the evaluation of experimental results, teaching efficiency including degree of experiment completion, questionnaire survey, tracking development of student ability training are investigated. The result shows that innovative practice teaching mode achieves the teaching goal well, which is of great significance to the construction of “Double first-class” universities.

**Keywords**—new engineering, innovation practice, software and hardware collaboration, raspberry pi, double first-rate

## 1 引言

计算机类专业人才培养需要扎实理论基础、注重专业能力,在基础和专业能力的基础上优化提升创新能力,进而落实理论知识,将理论转化为实际;目前课程对于单一软件能力或单一硬件能力培养的课程较孤立和分散,缺乏系统性的综合软、硬件能力类理论与实践相结合的综合类创新实践课程;理论课配套的实践课程以验证性和简单设计性实验为主,缺乏新工科背景下训练学生创新思维和软硬件协同的创新能力的解决复杂工程问题。综上,计算机面向新工科的计算机类专业高等教育的创新实践改革亟待改革和优化。

随着现代科技的发展,以物联网、人工智能等智能系统为代表的产业变革和科技革命正在持续演进,新工科的提出逐步成为了工程教育和创新实践的领航者<sup>[1]</sup>。“复旦共识”、“天大行动”、“北京指南”和“天大方案”后,我国的新工科教育已逐步从理念、设计落实到实践提升的新阶段,对于双一流建设也具有重要意义<sup>[2]</sup>。

为顺应形式发展,着力解决新工科背景下计算机类专业人才培养方面提出的问题,扎实提升学生实际能力、创新实践能力和核心竞争力,提高解决软硬件协同复杂工程问题的能力。本次软硬件协同创新实践改革探索构建了面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践教学培养模式,以基础理论、案例强化实践和创新实践能力为线索,设置多层次的理论与实践、软件与硬件相结合的创新实践培养方案,多学科交叉融合的课程体系,主要探讨了软硬件协同创新实践教学模式、教学体系总体介绍、教学目标与理念、教学内容与方案、教学方式与方法、考核与评价,并以软硬件协同创新案例为中枢,为学生展开一个基于树莓派的智能系统案例,以学生为中心,教师为辅助,学生分组协作以自主命题形式开展创新实践拓展训练,

并设置答辩、综合评价等具体环节,同时配以适当的考核评价,包括生产实习学分置换的激励机制和良性的教学反馈机制。课程结束后,通过实验完成程度、问卷调查、学生能力培养后期发展跟踪调查等方面对教学效果进行评估,持续改进面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践教学模式的相关方面。

## 2 研究现状

近年来,诸多院校从创新实践体系的构建、教学内容的设计、教学案例的设计、教学的实施、教学效果的评估等方面开展了研究、改革和探索,新工科背景下计算机类专业软硬件协同的创新实践的重要性也得到了认同,同时实施改革与探索的过程中出现的问题也得到了总结采取不同程度的持续改进。结合新工科建设宗旨,提出了以学生为中心,以培养学生自主创新实践精神为原则的开放性创新实验室的建设目标,对新工科背景下开放创新实践体系的构建进行了探索与实践<sup>[1]</sup>;围绕更新教学内容、升级实践设施、改革教学方法、健全教学团队等方面加强质量建设,构建了面向新工科的包括工程认知、工程训练、工程探究 3 个层次的工程训练实践教学课程体系<sup>[3]</sup>;设计了基于树莓派的嵌入式课程教学探索,系统以树莓派为核心,以 Zigbee 技术作为无线通信手段,结合 DHT11 温湿度传感器,可实现对周围环境的温湿度监控<sup>[4]</sup>;提出了一套基于 Android、树莓派、Arduino 机器人的创客技能培训模式,并介绍了近年来围绕该模式开展的国内外创新教学实践与探索<sup>[5]</sup>;以树莓派为开放实验平台,结合模式识别学科背景,阐述基于树莓派的监控拍摄系统的应用性实验项目设计,包括软件系统设置、基于 Python 的视频采集和处理以及接收模块的程序设计、整体系统的集成<sup>[6]</sup>;为了优化和丰富课程实验教学内容,设计了一种基于树莓派的气象数据监测教学实验,通过引入树莓派实现软硬件协同应用的传感器教学实验,是典型的利用嵌入式树莓派

体系结构拓展传感器应用的案例,实现了多知识点的有机结合,能够发挥学生的创造性,提高工程实践能力<sup>[7]</sup>;探讨在计算机类专业实训教学方面的改革探索,介绍树莓派软硬件知识,提出基于树莓派的基础实践和综合实践相结合的多层次、立体化的实训教学模式<sup>[8]</sup>;探索了新工科背景下的自适应实验教学模式,在该模式中扎实基础,同时制定培养创新能力的教学方案,该模式可指导教学,促进教学质量和效率的提高<sup>[9]</sup>;针对非特定语音识别技术以及云计算和 ZigBee 通信技术在智能家居管理系统中的应用进行了研究,采用树莓派+云计算的方案,由语音控制终端和远程控制模块两部分组成,最终对云端识别出的指令做出相应的反应<sup>[10]</sup>。

针对以上情况,本文结合新工科背景下针对计算机类专业的软硬件协同能力、创新思维和实践实现能力的培养目标,根据当前形势、学生兴趣、成本和方案可行性分析等方面因素选择树莓派为核心硬件,从基础理论、案例强化实践和创新实践能力的多层次循序渐进的教学体系构建,从教学内容以案例为中枢展开的教学培养方案、教学方式与方法、良性反馈的考核机制、政策激励机制,最终将案例扩展作为实践成果多样化培养实现的具体方式并进行跟踪评价。

### 3 软硬件协同创新实践教学模式构建

#### 3.1 教学体系总体介绍

计算机类专业人才培养需要扎实理论基础、注重专业能力,在基础和专业能力的基础上优化提升创新能力,进而形成面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践能力和解决复杂工程问题能力,全面提高综合素质<sup>[11]</sup>。

本次构建的面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践教学模式的体系是一个多学科交叉融合的课程体系,涉及计算机技术、电子技术、通信技术、传感器技术、测控技术、机械等多个领域的相关知识,对于学生综合实践创新能力的培养和国家信息产业的升级起到一定的促进作用。在新工科背景下,创新实践教学不但需要做好各学科知识的引入,还应同时注重学生的创新实践能力,将所学知识有机融入实际生产实践中。因此,本次创新实践教学模式基于基础知识教学、案例实践训练、自主创新扩展实践共三个层次循序渐进的展开,以“以多学科理论知识为基础、以案例为中枢、以项目为驱动”为主线,并设置与之相匹配的教学目标与理念、教学内容与方案、教学方式与方法、考核与评价等,如图1所示,以下分别逐个部分详细介绍。

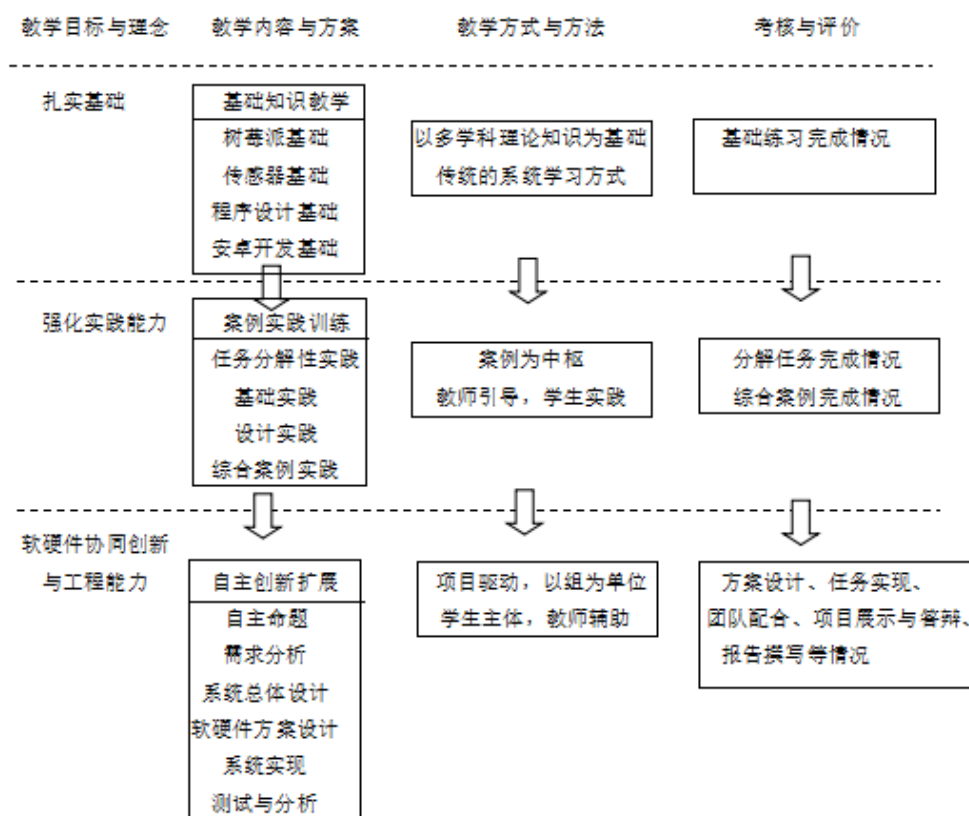


图1 软硬件协同创新实践教学体系与模式

### 3.2 教学目标与理念

此次软硬件协同创新实践教学体系与教学模式的构建,旨在强化计算机类专业学生的软硬件协同创新实践能力和解决复杂工程问题能力培养,立足于扎实基础、强化实践、促进学生软硬件协同创新能力的培养三个层次的具体教学目标。扎实基础是软硬件协同创新能力和解决复杂工程问题的基石,旨在为学生提供系统学习课程的条件,创新实践涉及多个学科、多门课程的理论基础知识;强化实践是基础的递进,是自主创新扩展实践的先导实践,旨在巩固理论知识,培养学生的系统实现能力,为学生后续自主创新提供必要的支撑;自主创新扩展实践强调利用所学软硬件知识和实践技术解决复杂工程问题的软硬件协同创新实践能力,最终实现自主创新扩展实践,形成将理论学习能力、实践能力和创新思维能力相结合发现问题、解决问题的软硬件协同创新综合能力。

### 3.3 教学内容与方案

教学方案以“以多学科理论知识为基础、以案例为中枢、以项目为驱动”为主线,并配以基础知识教学、案例实践训练、自主创新扩展实践共三个层次递进式展开的实验内容。如图2所示为软硬件协同创新实践教学内容与方案,形成了紧随基础知识教学后,案例实践训练中的分解性设计实践,组成基于树莓派与移动终端的智能系统实践案例,最后通过学生自主命题,以组为单位团队协作,进行可行性分析、需求分析、总体设计、软硬件方案设计、系统实现、测试与分析等。后续,学生可以通过参加竞赛类项目、研究类项目、设计类项目或校企合作项目,如大学生创新创业、生产实习、毕业设计等进一步加深研究,积累实践经验。

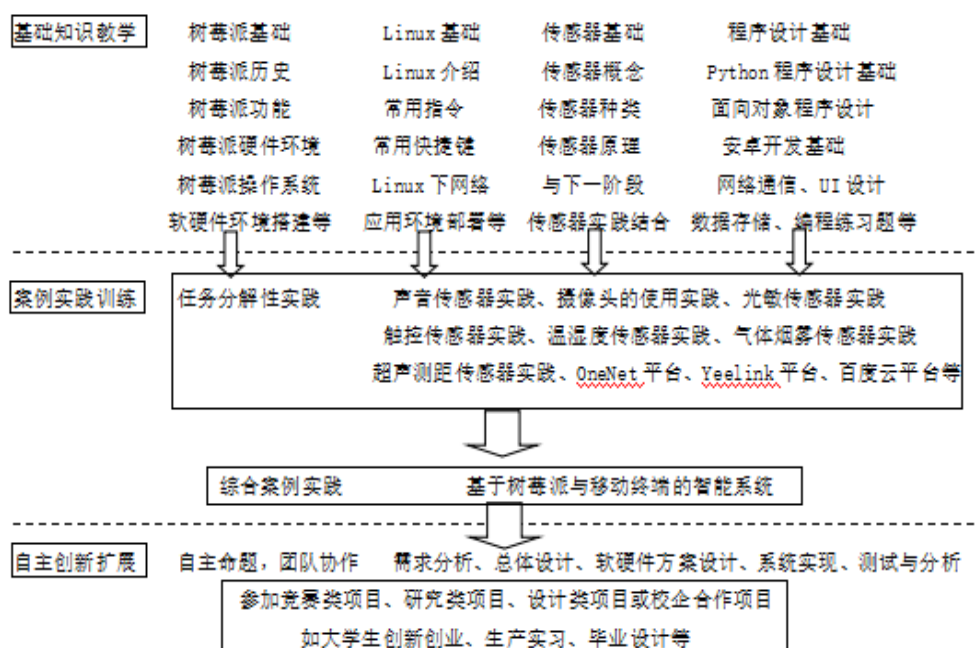


图2 教学内容设置结构图

基础知识教学。本环节是创新实践的必备基础,创新实践系统的理论知识是计算机技术、电子技术、通信技术、传感器技术、测控技术、机械等多学科知识的交叉融合,也是最容易激发学生兴趣和创造力的因素<sup>[11]</sup>。该创新实践模式根据学生兴趣、当前趋势、成本和方案可行性选择体积较小、宜便携、低成本的以树莓派作为核心硬件的教学方案。具体的基础知识教学涉及树莓派基础知识,包括树莓派的历史、树莓派的功能、树莓派硬件环境、树莓派操作系统、软硬件环境搭建等;Linux基础知识包括Linux介绍、常用指令、常用快捷键、Linux下网络应用环境部署;

传感器基础包括传感器概念、传感器种类、传感器原理、与下一阶段结合的传感器实践等;程序设计基础包括Python程序设计基础、面向对象程序设计等,安卓开发基础包括网络通信、UI设计、数据存储、编程练习题等。

案例实践训练。本环节基于面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践案例开展,通过将基于树莓派与移动终端的智能系统案例分步展开,再整体结合。本实践环节强化训练学生软件编程、硬件构建、网络通信、服务部署等信息学科的实践能力,使学生系统性地理解如何将设计方案转化为实际的系统是学

生后续自主创新扩展的必要支撑。具体包括分解实践和基于树莓派与移动终端的智能系统案例两大部分。任务分解性设计实践包括声音传感器实践、摄像头的使用实践、OneNet 平台介绍等。案例实践的具体内容详见第 4 部分实践教学案例设计与指导。

自主创新扩展实践。通过前两个阶段的学习与实践,题目总体要求为可围绕设备、手机 APP 等设计成套的软硬件相结合的应用系统。在此基础上学生可自主选择题目,接着以组为单位进行团队协作,先进行团队调研设计创新课题、需求分析、总体设计、软硬件方案设计、系统实现、测试与分析等。后续可通过参加竞赛类项目、研究类项目、设计类项目或校企合作项目加深研究,进一步积累实践经验,如大学生创新创业、生产实习、毕业设计等。需要特别说明的是可设置适当的激励机制,如本校本次的创新实践可以置换生产实习,获得对应成绩与学分。其中,强化实践案例详见第 4 部分实践教学案例设计与指导。

### 3.4 教学方式与方法

基础知识教学部分教学方式与方法。主要任务是向学生传授基础知识,为学生提供系统学习多学科知识的平台,教学方式主要为传统的教师讲解,学生学习学科内容,并配备必要的答疑和习题练习环节。

案例实践训练教学方式与方法。以案例为中心开展实践训练,起到承上启下作用,为学生自主创新实践提供必要的支撑,以学生主体,教师引导形式开展。学生通过完成教师设定的题目,在实践中巩固所学知识,并培养学生软硬件协同创新思维。

自主创新扩展教学方式与方法。学生创新思维的落脚点,以学生为主,教师辅助的形式开展。学生根据教学内容中的要求设定围绕设备、手机 APP 等设计成套的软硬件相结合的应用系统类题目,接着完成需求分析、总体设计、软硬件方案设计、系统实现、测试与分析;学生根据已掌握的软、硬件知识完成方案,通过组内方案评估,教师对方案的可行性评估和若干次的汇报持续改进,直至完成实现方案;最后,以答辩形式进行汇报和展示,完成自主创新题目的开发工作。同时,在政策激励方面,需要特别说明的是可设置适当的激励机制,如本校本次的创新实践可以置换生产实习,获得对应成绩与学分。

本校软硬件协同创新实践为暑期,为期两周完成,通常教学设置为上午授课、下午练习、答疑或实践,前三天为基础知识教学,以授课为主,案例实践训练在授课的基础上完成案例实践,基础知识教学及案例实践训练共占约 7 天至 8 天(可根据学生掌握情况调整),自主创新扩展为剩余的接下来的一周时间,最后一天以组为单位进行展示和答辩汇报。

### 3.5 考核与评价

设置规范的考核标准与评价制度,可使教师和学生有章可循,使学生明确努力的方向,了解自身的优势和不足,并通过不断地自我提升实现目标,使课程的开设更具实际意义。

考核与评价包括实践成绩、参加项目或竞赛追踪评价两部分。考核为全过程和实践结果的综合考核评价机制,基础知识学习情况、练习题目完成情况、实践训练完成情况占 50%;自主创新扩展包括创新课题创新性、软硬件方案设计情况、题目完成度、测试与分析结果、团队协作情况等,占总体成绩的 50%。

在政策激励方面附加选项可置换学分或加分。可设置适当的激励机制,如本校本次的创新实践可以置换生产实习,获得对应成绩与学分;因本实践设置在春季学期末、暑假小学期、秋季学期给出评价结果,有一段的时间跨度,可跟踪学生竞赛类项目、研究类项目、设计类项目或校企合作项目计入考核与评价。

## 4 实践教学案例设计与指导

### 4.1 案例概述

随着物联网、智能硬件、可穿戴设备、互联网+等新技术和新概念的出现,新兴产业在不断发展的同时,传统产业也在升级改造。为顺应社会对创新人才需求的趋势,在新工科背景下面向计算机类专业学生开展基于树莓派(4B 或其他版本)的应用系统实践相关软硬件协同创新实践。

本实践环节强化训练学生软件编程、硬件构建、网络通信、服务部署等信息学科的实践能力,使学生系统地理解如何将设计方案转化为实际的系统是后续自主创新的必要支撑。本案例主要解决的应用问题为设计并模拟智能家居设备管理和安防监控系统,树莓派作为基于 ARM 的微型电脑主板,其具有成本低可扩展性强等优点,符合本次实验需求,因此以树莓派作为核心,通过 Android 应用作为远程控制端(Android 端应用程序控制设备维护树莓派系统、查看室内情况等)或近距离红外控制、多种传感器进行信息采集,可实现人脸识别门锁、灯光控制、实时监控室内温湿度、智能调节温度、智能报警等功能的模拟智能家居设备管理和安防监控系统。设计要求尽量提高系统集成度、降低系统成本,同时在现有软硬件的基础上尽量提高安全系数,保证节能和便利的基础上考虑当前市场应用价值和前景。

### 4.2 案例总体设计

案例系统的主要角色包括树莓派、服务器和用户三部分。软硬件协同创新实践案例系统整体架构图和



软硬件协同创新实践案例系统硬件框图分别如图 3 和图 4 所示。其中, 图 4 软硬件协同创新实践案例系统硬件框图仅给出部分分解实践。此外, 分解实践还包括光敏传感器实践、智能风扇实践、雨滴传感器实践等, 在此不逐个展示。

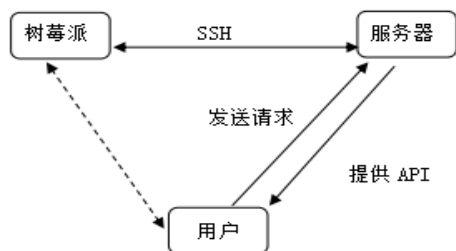


图 3 软硬件协同创新实践案例系统整体架构图

树莓派和服务器通过 SSH 进行交互, 这里需要注意的是如果本系统为在校园内搭建, 并且设置树莓派默认接入的是校园网, 可得到 IPV6 网址, 无需认证即可访问网络, 但是当学生重启树莓派时发现 IP 可能发生变动, 不便于连接且后续实现视频流推送时还需进行统一接入地址, 解决方式可进行内网穿透将树莓派暴露在服务器端, 实现服务器对树莓派的访问; 服务器和用户的交互, 可采用开源项目进行实现, 部署在服务器的项目会监听服务器某个端口, 对请求进行校验,

校验成功会根据请求 ID 触发不同 shell 脚本运行完成操作, 至此实现一个事件驱动的服务器, 这里由于应用程序的管理需要, 可实现 API 为移动端应用程序用于查询树莓派的信息; 用户和树莓派之间的虚线表示二者可通过如红外完成直接交互操作, 本次为学生提供了红外遥控器作为该种方式的扩展实现。实践结果可参见图 5 第一组同学的实现效果。服务器为位于公网某供应商的运行 Linux 发行版的虚拟主机, 用户指施行远程控制的应用程序(Android 应用程序)、红外控制设备或可以向服务器发送 HTTP 请求的第三方等。服务器的主要任务包括为用户提供对树莓派进行监控和监测的 API; 该开源的项目可以是一个基于事件触发的服务器, 其主要任务为监听某端口, 并触发脚本为用户提供树莓派信息或完成对树莓派的控制等。

其中, 图 4 中给出了各个传感器对应的实物图。另外, 图 4 仅给出部分硬件, 整个可备选软件环境和硬件设备包括树莓派、声音传感器、摄像头(Pi-camera V2)、光敏传感器、触控传感器、温湿度传感器、气体烟雾传感器、超声测距传感器、步进电机、红外遥控器、Android 端应用程序控制设备、OneNet 平台、Yeelink 平台、百度云平台等。

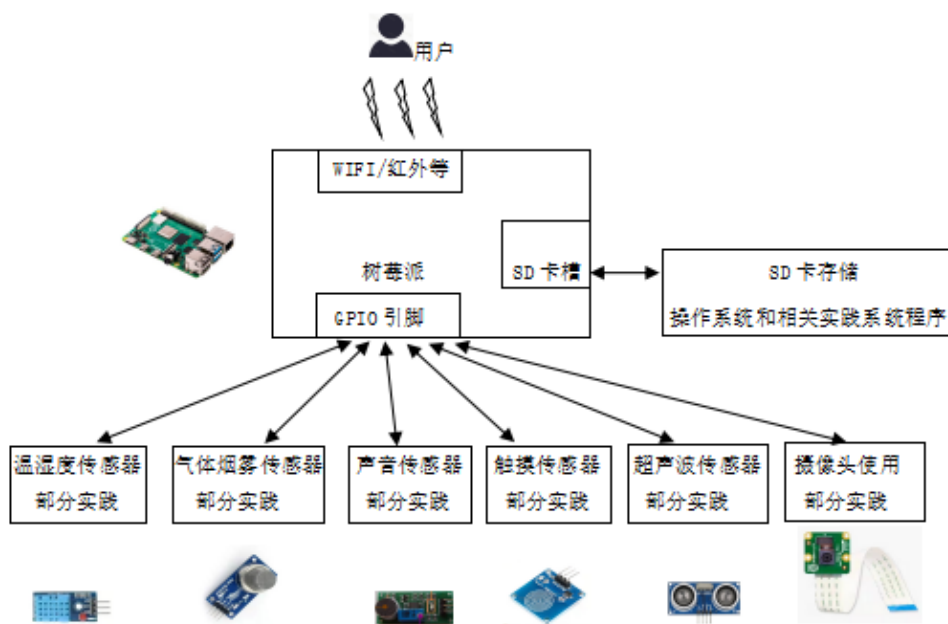


图 4 软硬件协同创新实践案例系统硬件框图

### 4.3 案例实施及任务分解

本部分给出将上述系统进行拆分, 分别进行包括软硬件实践在内的分解实验, 学生可逐一完成后在此基础上设计不同的扩展软硬件协同的应用系统。本部分为保证阐述时系统的完整性, 其中连线部分选择一

个具有整体性的学生已完成的实验案例为例给出, 并介于篇幅限制仅给出部分指导内容。

#### (1) 软件部分设计

本部分主要介绍 Android 应用程序的设计需要考虑的主要因素, 以便提示和引导学生的学习方向, 案例

也可通过红外遥控器实现控制。具体包括主界面功能设计、查看树莓派状态、控制台界面的设计与实现、视频界面的实现等。如可通过创建进程，向服务器发送请求，当进程获得响应时在 UI 进程更新树莓派的状态信息，如当前室内温湿度及其他状态信息；提示学生在公网环境下，可采用图片的形式定期刷新效果，规避直播出现的问题。由于篇幅限制，Android 开发基础所涉及的网络通信、UI 设计及具体实现的详细过程等知识不在此做详细介绍。

## (2) 硬件分解实验

本部分给出与图 4 软硬件协同创新实践案例系统硬件框图相对应的硬件套件实践及软件平台的实践介绍，包括温湿度传感器实践、气体烟雾传感器实践、声音传感器实践等任务分解性实践，以及平台介绍。

温湿度传感器部分实践，温湿度传感器采用 DHT11 数字温湿度传感器，为含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器，可通过 OneNET 平台实时显示在平台的折线图上，进而能够清晰地观察室内温湿度变化；气体烟雾传感器部分实践，气体烟雾传感器具有对天然气等快速响应的特性，可用于家庭或工厂的气体泄漏监测装置。气体烟雾传感器原理方面具有双路信号输出、模拟量输出 0-5V 电压、信号输出指示等；声音传感器部分实践，声音传感器的原理，声音传感器内置对声音敏感的电容式极体话筒，声波使话筒内的驻极体薄膜振动能够使电容变化产生微小电压，在转换后通过 A/D 转换被数据采集器接收并传递给计算机；触摸传感器部分实践，TTP223B 触摸传感器基于触摸检测 IC 电容式点动型触摸开关模块，常态下，模块输出低电平为低功耗模式，当被触摸时输出高电平切换为快速模式，当一段时间无触摸时再次切换为低功耗模式；超声波传感器部分实践，超声波传感器常见用法为测量与障碍物间的距离，本部分教师介绍其内部结构、测距原理、HC-SR04 超声波传感器引脚介绍及其使用；摄像头的使用部分实践，可通过树莓派专用摄像头 Picamera V2 和百度云平台等实现人脸识别的门锁，API 可以实现的功能包括数据点的查询与上传，触发器或数据流等的资源管理，发送命令给某设备等，与摄像头相关的操作包括开启摄像头、添加驱动程序文件、修改树莓派启动配置使能项等。

此外，分解实践还包括光敏传感器实践、智能风扇实践、雨滴传感器实践等，指导方式与气体烟雾传感器实践等已列出实践相类似，在此不再介绍。

## (3) 平台介绍

OneNET 平台是定位为 PaaS 服务的物联网开放平台，平台能够帮助开发者轻松实现设备接入与设备连接，提供综合性的物联网解决方案，实现物联网设备

的数据获取、存储和展现，可作用为以更美观的方式将传感器管理界面展示给用户，同时用户可通过更快捷灵敏的方式管理传感器<sup>[12]</sup>。以 OneNET 平台为例，树莓派可与 OneNET 平台建立 EDP 连接，将温湿度数据上传到平台上，接着等待平台传来控制继电器信号，另一方面为了方便用户使用，可设置按钮跳转到相应的 OneNET 应用界面。也可根据需要自行选择其他符合应用需要的平台，如 Yeelink 平台、百度云平台。

## 5 交流与答疑

针对基础知识教学、案例实践训练和自主创新扩展实践开展不同形式提供交流与答疑。基础知识教学交流与答疑采取教师讲授和引导为主，案例实践训练以学生主体，教师引导形式开展，自主创新扩展实践以学生为主，教师辅助的形式开展。总体遵循不能完全直接告诉学生问题的答案，通过引导和启发使学生主动思考问题、自主寻找答案，教师、学生的分工明确，使学生在独立的同时又可以交叉互动；同时，鼓励学生组内间、组间的交流，可在提问和回答中找到共鸣；进而，教师引导学生以组为单位进行项目展示，形成良性和互动的反馈机制。

## 6 成果与成效

本部分为本次面向新工科的软硬件协同创新实践的成果与成效，以三组同学完成的实践效果为例对学生自主扩展实践的成果进行展示，并总体分析本次的教学效果。本次创新实践的自主扩展创新以 2-3 名同学为一组的组长负责制的形式开展，共组成约 18 组同学。选取其中的 3 组同学的完成成果详细介绍本次的学生自主扩展实验效果。同时，该三组同学均为大三学生，在该阶段需完成生产实习获得学分，因此使用本次创新实践完成成果置换生产实习学分并获得了较好的成绩。

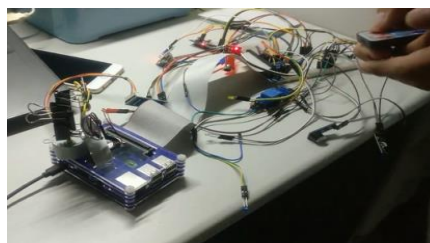


图 5 APP 远程控制与监控的模拟智能系统硬件端

三组同学的设计均满足软硬件协同创新实践基本要求，设计了具有实践应用价值的软硬件协同应用系统，并在此基础上进行了扩展。第一组同学设计的应用系统为通过 APP 远程控制与监控的模拟智能系统，第二组同学设计的应用系统为智能电子相册系统，第三组同学设计的应用系统为人脸识别系统和安防报警相结合的智能系统。如图 5、6、7 和 8 分别为三组同

学的软硬件协同创新实践自主创新扩展设计作品结果。



图 6 APP 远程控制界面

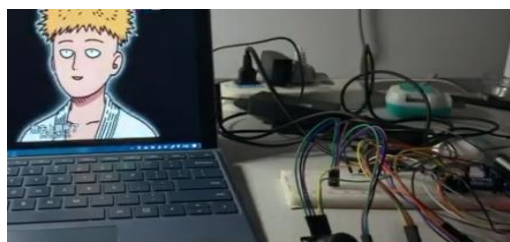


图 7 智能电子相册系统

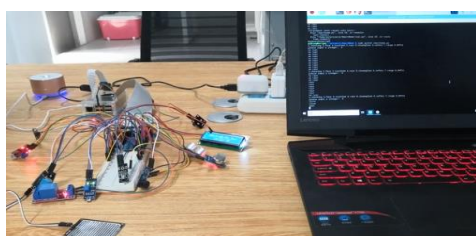


图 8 人脸识别系统和安防报警相结合的智能系统

通过实验完成程度、问卷调查、学生能力培养后期发展跟踪调查等方面对教学效果进行评估,共 18 组学生,除一组部分成员因病导致未完成实践外,其他组均不同程度完成实践;通过包括对学生自我能力提升、题目挑战度、对今后学业是否有指引作用等项的问卷调查和是否参加竞赛类、科研类、校企合作等项目的后期发展跟踪调查,表明通过本次面向新工科的软硬件协同创新实践学生的实践动手能力、创新思维能力和软硬件协同能力均得到了很好的锻炼。

## 7 结束语

面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践教学模式探索在计算机类专业软硬件课程的基础上引入基于树莓派的软硬件协同创新实践,在基础知识教学、案例实践训练的基础上,开展学生自主创新扩展实践。树莓派具有较强通用性、支持 Python 语言编程、支持多种类传感器、性价比高、便于携带、是学生感兴趣点等特点,能较好的锻炼学生软硬件协同的创新实践能力。在本次实践中学生同时通过改进算法,对数据进行处理,提高数据的正确性和系统的抗干扰能力,在完善系统的同时,学生的实践动手能力、创新思维能力和软硬件协同能力均得到了很好的锻炼。在今后的创新实践中将继续引导学生在设计和实现作品的基础上,进一步加强分析数据、处理数据、改善数据精确度的能力,并深入思考和解决系统抗干扰能力。

## 参考文献

- [1] 别玉涛, 王晓光, 朱卓, 等. 新工科背景下开放创新实验室的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(6): 240-243.
- [2] 黄平, 杨启贵. 新工科背景下数学创新实践基地建设的探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(8): 15-19.
- [3] 李昕, 詹必胜. 面向新工科的工程训练中心建设与发展[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(7): 249-252.
- [4] 卢建华, 龙超平. 基于树莓派的嵌入式课程教学探索[J]. 教育教学论坛, 2019, 15: 76-78.
- [5] 朱轶, 曹清华, 等. 基于 Android、树莓派、Arduino 机器人的创客技能教育探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(6): 172-177.
- [6] 刘琼, 吴细宝, 等. 基于树莓派的应用型开放实验[J]. 计算机教育, 2017, 10: 51-53.
- [7] 陈金立, 周睿, 等. 一种基于树莓派的气象数据监测教学实验设计[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(6): 189-193.
- [8] 王彤, 夏利, 等. 基于树莓派的计算机类专业实训教学探索[J]. 计算机教育, 2018, 1: 25-29.
- [9] 杨桂松, 彭志伟, 何杏宇. 面向新工科的物联网工程实践教学模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(8): 160-165.
- [10] 赵丽, 郑艳芳, 等. 基于云平台的家庭语音控制系统[J].
- [11] 吴爱华, 侯永峰, 等. 加快发展和建设新工科, 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017, 1: 1-9.
- [12] 李成勇, 王莎, 等. 实验室远程监控系统架构与应用[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(7): 234-237.