



## 新工科通识实践课程建设

翟显<sup>1</sup>, 李敏<sup>2</sup>, 廖冬梅<sup>1</sup>, 肖晓晖<sup>1</sup>, 石端伟<sup>1</sup>, 刘照<sup>1\*</sup>

(1. 武汉大学动力与机械学院, 武汉 430072; 2. 武汉大学武汉大学本科生院, 武汉 430072)

**摘要:** 新工科要求培养宽口径、厚基础的创新型、复合型人才, 对学生的跨学科视野和交叉创新实践能力提出了要求。实践教学作为人才培养的关键环节, 必须与时俱进, 采用新的教学理念, 探索符合新工科人才培养需求的课程教学模式和内容。针对通识实践课程对专业知识要求高, 而选课学生基础薄弱的突出矛盾, 以 Arduino 小车项目为例, 采用成果导向的教学理念, 分层次、模块化的教学思路, 构建兴趣驱动的四环节教学体系及多维度综合考核评价机制。并探索了将图形化编程软件 App Inventor 2 和 Mixly 分别应用于手机端和 Arduino 小车端的编程, 实现了对 Arduino 小车的“黑箱式”蓝牙遥控, 大大降低了编程的难度, 激发了学生的自主学习兴趣, 拓展了其创新实践能力。

**关键词:** 新工科; 通识实践; 图形化编程; Arduino 小车

中图分类号: TB-4; G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220302

## Research on Construction of General Practical Education Course under Background of New Engineering Disciplines

ZHAI Xian<sup>1</sup>, LI Min<sup>2</sup>, LIAO Dongmei<sup>1</sup>, XIAO Xiaohui<sup>1</sup>, SHI Duanwei<sup>1</sup>, LIU Zhao<sup>1\*</sup>

(1. School of Power and Mechanical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. Undergraduate College of Wuhan University, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** The new engineering disciplines requires the cultivation of innovative and compound talents with wide caliber and thick foundation, which puts forward requirements for students' interdisciplinary vision and cross-innovation practical ability. As a key link in talent training, practical teaching must keep pace with the times, adopt new teaching concepts, and explore teaching modes and contents that meet the needs of new engineering disciplines. General practice courses have high requirements for professional knowledge but a weak foundation of students who choose courses. In view of this outstanding contradiction, taking the Arduino car control project as an example, the outcomes-based education (OBE) and hierarchical and modular teaching ideas were adopted, and a four-link teaching system driven by interest and a multi-dimensional comprehensive assessment and evaluation mechanism were constructed. The graphical programming applications App Inventor 2 and Mixly were explored to program android phones and Arduino cars respectively, thus realizing the “black box” bluetooth remote control of Arduino cars. The results showed that the difficulty of programming was greatly reduced, the students' interest in independent learning was stimulated, and their innovative practical ability was expanded.

**Key words:** new engineering disciplines; general practical; graphical programming; Arduino car

近年来以大数据科学、人工智能、智能制造等交叉学科为代表的新一轮科技革命浪潮对构建新工科人才培养体系提出了新的要求<sup>[1-2]</sup>。通识教育课程作为新型工程人才培养的重要桥梁, 是打

破专业壁垒, 打通理论知识和培养学生动手能力的关键途径<sup>[3-5]</sup>。通过通识课程提高大学生工程实践与创新能力, 是目前高校通识课程教学研究中的热点。然而, 现有的通识课程的实施效果并不

收稿日期: 2022-05-21; 修回日期: 2022-11-24

基金项目: 教育部产学合作协同育人项目(202002309011); 2023 年武汉大学“双一流”建设子项目(机器人创新创业中心); 武汉大学实验技术项目(WHU-2021-SYJS-10); 武汉大学产学协同育人建设项目; 武汉大学教学研究项目。

作者简介: 翟显(1992-), 男, 硕士, 助理实验师, 主要从事机械、智能制造课程实验教学研究。

\*通信作者: 刘照(1971-), 男, 博士, 高级实验师, 主要从事汽车电子控制、机器人等方面的研究。E-mail: whuliuz@163.com

理想，面临教学方式与课程内容不匹配、不同层次不同专业学生的认知水平多极化、课程评价体系不完善等诸多问题。不少高校探索将成果导向(OBE)教学理念应用于通识课程改革，有研究指出 OBE 有助于通识教育课程体系的梳理和构建<sup>[6]</sup>，借鉴 OBE 有助于提升教学效果及育人质量<sup>[7]</sup>，将三层次的实践教学体系应用于学科知识高度集成和交叉学科的人才培养<sup>[8]</sup>，这些都为新工科通识课程实践教学提供了新思路。

基于 OBE 理念，我们探索开发了一系列的实验项目，以 Arduino 小车控制项目为例，从建设背景、建设内容以及课程实施与考核评价机制 3 方面，探讨通过分层次、模块化的实践教学设计，保证不同专业背景学生顺利开展并完成设计的教学环节，激发学生兴趣和提高创新实践能力。

### 1 Arduino 小车建设背景

通识实践课将理论与实践、原理与应用相结合，促进学生对工程概念的理解，增强工程实践能力，提高工程综合素养。为达上述目的，开发合适项目是课程建设的关键环节。作为现代信息科技的代表，智能手机发展迅猛，尤其应用软件的发展日新月异，安装了各种 App 的智能手机具备移动支付、定位、导航等诸多功能，已经与师生的学习生活密不可分。因此，将智能手机与 Arduino 小车控制相结合，可以降低上手的难度，激发大多数学生的学习兴趣。

Arduino 小车控制实验以手机为载体，通过 APP 及蓝牙通信技术来遥控 Arduino 小车实现各种动作，还可实现自动寻迹、自动避障等功能。该实验项目的学科交叉性很强，涉及电机驱动、机械传动、传感器、单片机、软件编程等众多知识，学生全程做完项目可锻炼综合实践能力。然而由于该项目涉及的专业知识较多，而选修通识课的学生来自各个专业，很难在短时间内深入理解并掌握这些专业知识，尤其是单片机编程和手机编程开发，很容易打击学生的积极性。因此，如何对实践教学进行设计以激发学生兴趣，保证不同专业背景学生都能顺利完成所有教学环节，激励学生团结协作、动手实践，很值得进行深入探究。

### 2 Arduino 小车建设内容

针对以上突出矛盾和实际情况，我们以兴趣

驱动作为重要切入点，以成果导向为指引，将教学内容分层次、模块化，构建认知实践、验证实践、综合实践、设计实践四环节教学体系，如图 1 所示。

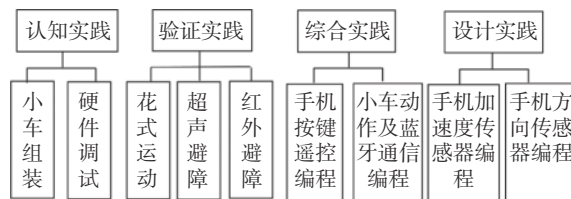


图 1 兴趣驱动的 Arduino 小车四环节教学体系

如表 1 所示，基于 OBE 教学理念，首先明确对应环节学生应实现的成果。实践项目的内容包括 Arduino 小车的组装、调试、小车控制和手机编程等几部分，成果小车实物如图 2 所示。

表 1 基于 OBE 教学理念各环节成果

实践环节	实践内容	成果
认知实践	小车硬件组件的组装及电机、红外避障、超声模块的调试	组装且调试好的 Arduino 小车
验证实践	小车花式运动、超声避障、红外避障等软件编程，并在小车上实现	小车花式运动、红外避障和超声避障等动作实现
综合实践	小车端软件编程和手机端按键遥控软件编程	手机按键遥控 App 及小车控制软件实现
设计实践	小车端软件编程和手机端加速度传感器遥控软件编程	手机重力感应遥控 App 及小车控制实现

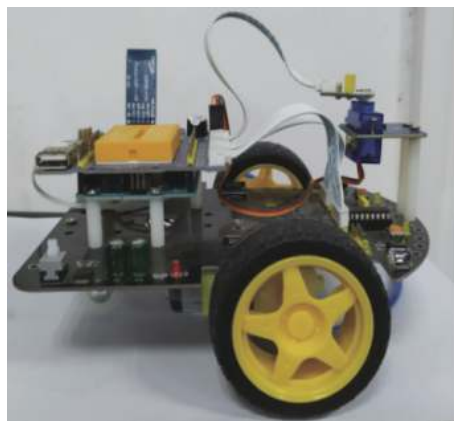


图 2 成果小车实物图

#### 2.1 实践项目设计架构

Arduino 小车实践项目的硬件架构如图 3 所示，该实验装置上位机是安卓手机，下位机是 Arduino 小车，主要由 Arduino UNO 开发板、电机驱动芯片 L293D、左右轮电机、寻迹模块、红外避障模

块、超声避障模块、蓝牙模块等组成。Arduino 小车软件设计架构如图 4 所示, 一部分是小车端控制软件, 采用 Mixly 软件编程, 主要完成小车的蓝牙通信、方向控制与自动避障; 另一部分是手机端控制软件, 采用 App Inventor 2 编程, 主要完成组件界面设计和逻辑设计。

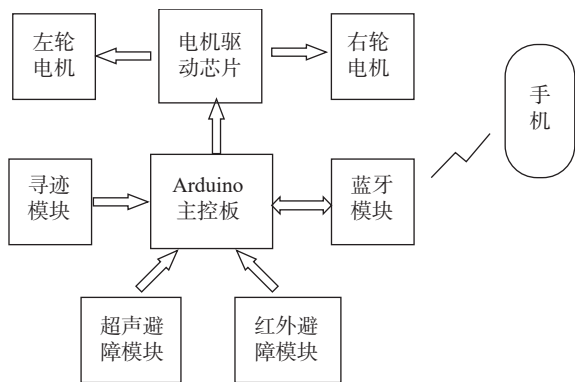


图 3 Arduino 小车控制实践项目硬件架构

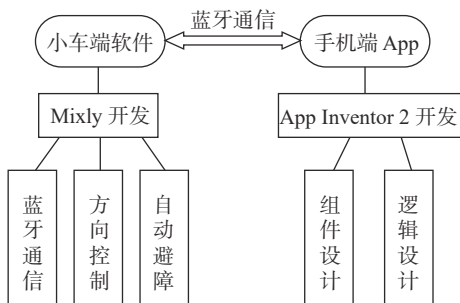


图 4 Arduino 小车软件架构图

## 2.2 课程建设的难点及解决方法

本实验项目面临的困难就是编程, 小车端的单片机 C 语言编程以及手机端蓝牙遥控的 Java 语言编程, 对于新工科大类学生, 尤其对于非计算机专业的学生来说是两只让人望而生畏的拦路虎<sup>[9]</sup>。但是图形化编程软件 Mixly 和 App Inventor 2 的应用, 使得这些困难迎刃而解。研究表明, 较之于传统文本编程环境, 采用图形化编程工具, 明显有助于学生计算思维能力提升和创意的激发<sup>[10]</sup>。以小车端的 Arduino 开发板编程为例, Mixly 软件可采用图形化的积木块拖拽式编程代替 C 语言编程<sup>[11]</sup>, 大大简化编程过程, 学生利用 Mixly 可以轻松编写图形化的 Arduino 小车控制程序, 消除畏难情绪。在手机端编程中, 采用 App Inventor 2 也能够以搭建积木的形式轻松开发各种手机应用程序。

### 2.2.1 Arduino 小车 Mixly 编程

小车端的软件程序流程图如图 5 所示, 主要

包括串口通信、各种动作实现分支处理、自动避障等。串口初始化是为顺利实现小车与手机之间的蓝牙通信, 必须保证小车端串口的通信速率、通信格式与手机端一致。串口设置完成, 即可利用串口中断程序来随时接收手机通过蓝牙发送过来的控制信息, 根据这些控制信息, 小车控制器可驱动电机完成不同的动作。小车的动作控制图形代码是一个基于 Switch...Case...结构的控制语句, 它根据手机上不同的按键信息所产生的控制字符来控制小车以不同方式运动, 从而实现小车的前进、后退、转向等功能。

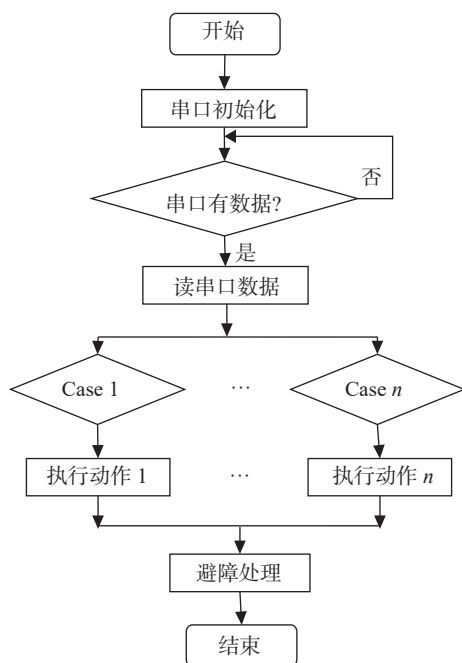


图 5 小车端控制软件流程图

小车的分支运动控制程序的部分 Mixly 编程代码如图 6 所示, 图形表达十分直观, 设置小车动作的图形化代码也很简单, 只需要设置小车的运动方向、速度和持续时间即可, 学生完全不需要深究背后晦涩难懂的 C 语言代码, 大大地降低了编程难度。

### 2.2.2 手机端 App Inventor 2 编程

手机端 App Inventor 2 编程组件设计效果如图 7 所示, 逻辑设计就是对组件设计界面中发生的事件进行响应处理, 当手机界面上的特定方向按钮被点击时, 即可控制小车实现相应动作。因篇幅问题这里只给出蓝牙通信连接和小车运动控制的部分代码, 如图 8 所示。学生熟悉掌握这个手机软件开发流程后, 还可以驱动更深层次的开

发设计。对于理工科电子信息类专业的学生，还鼓励其进一步开发新的功能，如利用加速度传感器通过手机的晃动控制小车的动作。



图 6 小车的分支运动控制程序的 Mixly 代码实现

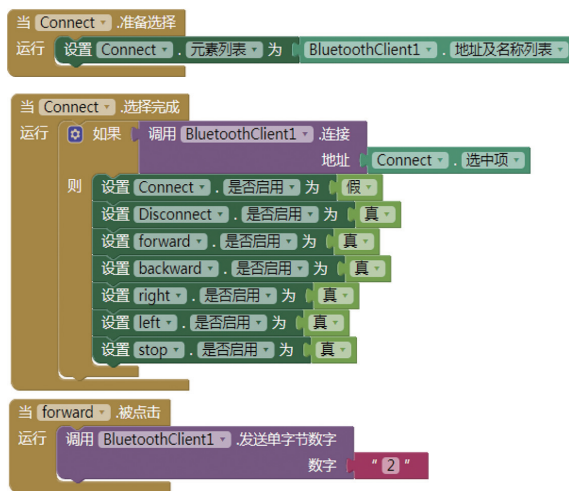


图 8 手机端 App Inventor 2 程序的逻辑(代码)设计

需要特别注意的是，小车端程序和手机端程序都按照要求设计完成了，但手机却不能控制 Arduino 小车运行，这往往是由于 Arduino 单片机和手机之间的通信数据类型不一致导致的<sup>[12]</sup>。

### 3 Arduino 小车课程实施与考评

#### 3.1 课程实施

针对不同专业背景的学生，采用分层次的教学方法进行。一方面从专业上来区分，人文社科专业学生适当增加机械原理、计算机编程等基础专业知识的介绍与强化；另一方面，从分组设计上，让理工科和人文社科专业学生组成小组，团队协作，提高项目完成的效率。此外，考虑到学生的基础层次不一，还有 3 个学时的先导课程，重点讲授小车运动的机械传动、电机控制的专业基础知识，使学生理解小车运动和转向控制的机械层面实现原理；还有针对 Arduino 主板知识的普及，如 I/O 口、串行通信等，引入了闪烁小灯编程和“Hello world!”串口通信等，该部分内容提供视频指导，方便学生反复学习，深化基础专业知识，以便小车控制项目的顺利完成。课程项目具体实施阶段内容、重难点及学时分布如表 2 所示。

#### 3.2 课程考评

为了充分调动每位选课学生的参与积极性，发挥个人的专业特长，深度参与动手实践的全过程，提升工程思维和实践能力<sup>[13]</sup>，设计了面向过程考核<sup>[14]</sup>的多维度综合考评方案。该考评方案主要针对不同实践环节的综合表现，包括课堂展现、成果展示汇报及设计创新情况等维度。课堂表现占比为 40%，由指导教师针对每位学生每个实践环节的课堂表现给出考评成绩，主要考核点



图 7 手机端 App Inventor 2 组件(界面)设计

是学生的学习态度和实践过程的参与度。成果展示汇报目的在于培养学生团结协作、各展所长、全程参与的意识,由整个实践小组配合展示,具体包括小组分工、工程任务拆解、进度管理和小车的操控演示等,汇报占比为45%。在项目汇报完成后,要求学生针对完成项目过程中遇到的问题进行讨论和总结。通常情况下,学生顺利

完成前3个实践环节(认知实践25分,验证实践30分,综合实践30分),即可拿到85分的成绩。设计实践环节占比为15%,更多的是为更好地激励学生“跳一跳,够得着”,自主挑战更有难度的实践项目。考评中依据自选功能模块的完成情况设置ABC三阶梯度式的考核评价标准,每多实现一个附件功能即可多拿5分,具体如表3所示。

表2 课程实施阶段重难点及时分布

实践环节及内容	重难点	学时
认知实践完成分组,团队协作组装小车电机,主板安装红外避障、超声模块并调试	Arduino主板功能认知、调试	2
验证实践在电脑端完成软件编程,实现小车花式运动、超声避障、红外避障	转弯等运动的编程逻辑实现	2
综合实践在手机端完成按键组件设计并实现能遥控小车	手机App组件设计及串口通信	3
设计实践重力感应遥控小车等附加功能	手机重力感应等附加模块的软硬件协同	2

表3 Arduino 小车控制项目梯度式考评标准

考核环节	考评方案	评价内容	占比/%
认知实践、验证实践、综合实践	课堂展现	实践过程参与度:小车载装与调试	40
	成果展示汇报	实践小组完成度:工程任务拆解与实现	45
设计实践	自选模块	A档 实现2个及以上附加功能	15
		B档 实现1个及以上附加功能	
		C档 仅提供设计思路,无附加功能实现	

## 4 结束语

在Arduino小车控制项目开发实践过程中,课程团队经过大量调研和反复实践,将小车控制的教学内容分层次、模块化,以小车实现动作成果为导向,以手机控制为兴趣驱动,以图形化编程化繁为简,构建了认知实践、验证实践、综合实践、设计实践四环节教学体系。教学实践表明,实验开发的初衷得到了很好的实现,学生在工程实践能力、分析和解决问题能力以及理论联系实际能力方面得到了锻炼和提升,自信心也显著增强,为新工科专业大类培养中的学生通识课程实践的建设提供了探索模式和内容的参考。

### 参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 王毅, 张沪寅, 黄建忠. 新工科人才培养导向的竞赛类实践课程设计[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(8): 167-171.
- [3] 王浩, 吴共庆, 胡学钢, 等. 新工科背景下人工智能通识系列课程建设与实践[J]. 计算机教育, 2019(2): 112-114.
- [4] 王雪红, 陈健壮, 支东彦, 等. 新工科背景下通识教育类课程的教学模式探索: 以材料导论课程为例[J]. 化学

教育(中英文), 2021, 42(6): 21-25.

- [5] 林蔚然, 汤彬, 陈凯, 等. “新工科”背景下能源类通识课程综合实践教学项目的探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 148-152.
- [6] 苏芄, 李曼丽. 基于OBE理念, 构建通识教育课程教学与评估体系: 以清华大学为例[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 129-135.
- [7] 宣雨萍. 应用型本科院校基于OBE理念的课程结构优化: 以黑龙江省高校电气工程与智能控制专业为例[J]. 东北农业大学学报(社会科学版), 2020, 18(2): 70-75.
- [8] 梁秀玲, 李琼生, 徐杜, 等. “一主线、两平台、三层次”实践教学体系的构建与实施[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(8): 304-307.
- [9] 罗雷, 韩建文, 汪杰. Android系统应用开发实战详解[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [10] 傅骞, 解博超, 郑娅峰. 基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(4): 122-128.
- [11] 刘鹏涛. 一块面包玩转Arduino编程: Mixly图形化编程入门[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2018.
- [12] 杨明丰. Arduino自动小车最佳入门与应用: 打造轮型机器人轻松学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [13] 唐朝晖, 刘木根. 多维度综合开放实验教学考核体系[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(3): 171-174.
- [14] 王秋生, 富立, 崔勇. 面向过程考核的数字信号处理实验教学方法[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 222-225.

编辑 葛晋