

基于 Arduino 的智能建筑机器人仿真教学研究

孙秉超

(浙江建设职业技术学院管理与信息学院, 浙江 绍兴 312365)

摘要: 随着建筑行业数智化的飞速发展, 建筑机器人进入建筑业领域是必然趋势, 但短时间内要在我国得到推广应用仍面临诸多难题, 其中最重要的问题在于人才缺乏。目前建筑机器人的培养教育方面存在专业学科交叉不深的问题, 加之传统自动化机器人的培训成本极高。因此, 如何以一种较低廉的成本加强和培养智能建筑机器人开发、运维的人才迫在眉睫。

Arduino 是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台。Arduino 能通过各种各样的传感器来感知环境, 并通过控制 led 显示屏、马达和其他的装置来反馈、影响环境、平台的成本低廉, 实用资源丰富, 非常适合运用于机械、电子类的环境仿真, 适合进行机器人培训教学研究及二次开发。将 Arduino 平台运用于智能建筑机器人仿真教学, 能有效降低教学培训的成本和门槛, 其开源及大量开放软硬件平台的特性也有利于学生充分发挥主动学习能力, 提高智能建筑机器人的学习培训效率。

关键词: Arduino; 建筑机器人; 仿真; 教学

一、引言

随着国家“十四五”规划的落地实施, 各行业的数智化、节能减排工作都纷纷开展, 人工智能+行业应用更是如火如荼的在各行行业深入挖掘新质生产力。目前建筑行业仍处于传统行业向数字化变革的时期, 虽然在勘察、设计阶段已普遍应用了数字化流程。但由于行业特性, 在建筑施工阶段仍采用大量的人工和非标作业流程, 对建筑机器人的大规模应用带来了一系列的难度。住建部于 2022 年发布的《“十四五”建筑业发展规划》中明确指出, 要加强对建筑机器人核心技术的研发, 包括新型传感、智能控制与优化、多机协同以及人机协作等领域。同时, 要研究并编制关键技术标准, 推动形成一批具有代表性的建筑机器人产品, 积极推进这些机器人在生产、施工、维护保养等环节的典型应用。

目前, 国内在建筑机器人行业的进展相对较少, 投入研发和应用的企业和机构主要包括绿地集团、深兰科技有限公司、碧桂园旗下的博智林机器人公司、中南建设及南通中南工业投资有限公司、苏州大学等。虽然建筑机器人进入建筑业是大势所趋, 但在短期内要实现大规模推广仍面临诸多挑战。其中最主要的问题是人才短缺。自 2014 年起, 一些职业院校开始开设工业机器人技术专业, 主要培养机器人操作、运维和营销方面的人才。到 2016 年, 国内本科院校开始首次招收机器人工程专业的学生, 但与智能建造专业一样, 这一领域的起步较晚, 目前相关就业人才数量仍然很少。尤其是在研究开发和运行维护方面, 建筑机器人领域的人才尤为稀缺。因此, 加强培养智能建筑机器人开发、运维的人才迫在眉睫。另外根据最新数据, 2024 年 3 月我国工业机器人产量当期值约为 50623 套, 较上一同期的 43883 套同比增长约 6.6%。预计未来几年, 随着智能制造和工业 4.0 的深入推进, 工业机器人行业将继续保持快速增长的态势。随着“新质生产力”的提出以及制造业的转型升级, 越来越多的企业开始采用工业机器人来替代人工进行生产, 以提高生产效率和降低生产成本。伴随随着人工智能、物联网等技术的不断发展, 工业机器人的智能化水平不断提高, 能够更好地适应复杂多变的生产环境。

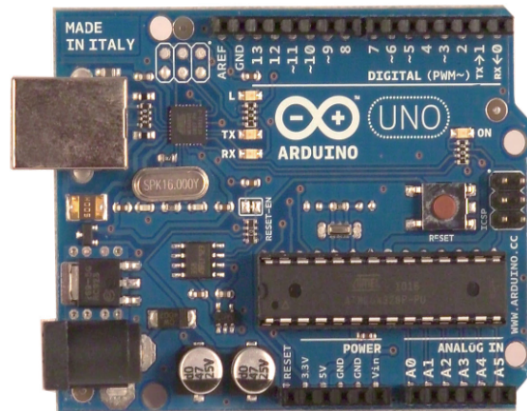
二、项目背景

建筑机器人从广义上讲也属于工业机器人的一种, 但又和传统的工业机器人存在一定的差异。由于建筑行业的非标准化特性, 大部分的现场施工型机器人难以用现已技术成熟的工业机器人直接替代, 更多的时候需要定制化开发。而在传统的大学学科分类中, 建筑施工类所属的土木工程和工业机器人领域所属的自动化学科交集较少; 往往出现懂自动化的不懂建筑施工, 懂建筑施工的不懂自动化。

近年来, 随着国家在工业数字化产业的发力及土木工程现场施工人员老龄化的现实需求下, 建设领域在数智化领域的转型迫在眉睫。如何在职业教育领域内用一种较为廉价和普及的手段对学生建筑机器人领域的培养和探索成为一个命题。特别是在建筑领域内存在较多非标准施工条件的环境下, 如何培养学生的创新意识和实际动手解决问题的能力至关重要。

在上述问题的思考下, 本文团队在高职院校小范围内以选修课的形式创新性的开展了基于 Arduino 建筑机器人探索研究。Arduino 是一个由意大利开发团队于 2005 年开发的一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台, 包含硬件 (各种型号的 Arduino 板) 和软件 (ArduinoIDE)。Arduino 能通过各种各样的传感器来感知环境, 通过控制 led 显示屏、马达和其他的装置来反馈、影响环境。Arduino 平台的成本低廉, 实用资源丰富, 非常适合运用于机械、电子类的环境仿真, 适合进行机器人培训教学研究及二次开发。

Fritzing 则是由德国波茨坦大学的研究团队在 2007 年开发, 旨在为非专业用户提供一个设计和分享电子电路的友好平台。Fritzing 的核心功能是面包板 (breadboard) 视图, 用户可以在此设计和模拟电路。通过简单的拖放操作, 用户可以将各种电子元件放置在面包板上, 连接导线, 模拟实际的电路布局。该软件被广泛应用于教育领域, 作为开源项目, 受到全球开发者社区的支持和贡献, 使其成为一个强大且灵活电子设计工具。将 Arduino 和 Fritzing 平台运用于智能建筑机器人仿真教学, 能有效降低教学培训的成本和门槛, 其开源及大量开放软硬件平台的特性也有利于学生充分发挥主动学习能力, 提高智能建筑机器人的学习培训效率。



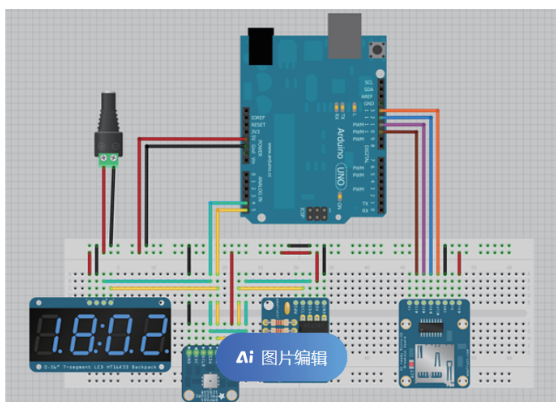


图1 Arduino开发板和Fritzing软件界面

三、课程项目的实施方案

基于Arduino建筑机器人探索课程主要立足于培养职业院校学生的创新能力以及解决现场问题的能力。课程主要从基础理论培训、场景搭建、问题解决、深入探索四方面构成。在基础理论培训方面,由于建筑机器人涉及到多学科交叉,授课学生专业大多来源单一,在某一方面的知识往往会有所欠缺。所以需要在计算机编程、电子电工、网络通信等基础知识方面做一定的培训,针对职业院校生源这类授课不宜讲解过深的理论知识内容。有些较难理解的理论和知识可以在后续的问题解决环节中通过项目化的形式进一步深入,让学生能在场景中进一步理解该知识或理论的适用性。二是场景搭建,由于建筑机器人大部分都在施工现场或大型装配式建筑构件工厂中应用,在探索式教学中就需要把原本庞大的应用场景微缩还原为较小的可在实训室场地内操作的场景。例如施工现场中常见的沿指定线路运输的物料运输机器人,可通过微缩成光电感应线路或红外感应线路机器人来进行还原。在微缩的场景搭建过程中,一方面培养学生分析问题、抓住主要矛盾的能力;另一方面也能培养学生对于复杂环境的适应能力。三是培养学生的现场解决问题的能力,在前述场景搭建完成后,需要综合运用已学知识及技能尝试解决实际问题。如在智能颜色识别追踪机器人项目中,学生需要综合运用摄像头、红外传感器、OpenCV、网络通信等一系列理论知识完成项目,这其中不仅包含了课堂理论知识的学习,更要求学生在项目实践中大量查阅各类资料、代码来完成目标。这对于职业院校学生在毕业后能迅速融入实践岗位起到了很好的引导作用。四是深入探索阶段,Arduino平台是一个小规模的开源电子项目平台,初衷也是为了创新教育及机器人培训教学开发。受限于扩展性和平台本身的计算能力,作为实际施工用途的建筑机器人控制核心并不合适。但在项目实践过程中对于学生的能力培养能起到较好的引导作用。例如在前述的智能颜色识别追踪机器人项目中,学生不仅要学习项目中所用到的各类计算机、电子电工、物联网传感器知识,还要在项目中深化探索一些在平时教学大纲中未涉及的内容,例如PID控制原理、OpenCV的基本调用方法等。受限于专业的学时限制,无论是土木工程类或电子信息类专业都无法在单一人才培养方案中嵌入如此多的跨专业学科知识,这就必须要求在综合类的项目实践中发挥学生的主动学习能力,能通过项目化的学习和实践自发的去获取新知识新技能。

以一个典型的智能颜色识别追踪材料搬运机器人项目为例,项目需要了解的基础知识就涉及了红外避障、颜色识别算法、摄像头原理、网络传输原理、直流电机驱动、PID控制算法、openCV图像算法等。这些基础知识在选修课不同专业学生的人才培养方案中会有所涉及,但不可能面面俱到,这就需要学生在教

师集中讲解后继续花费大量时间去自行学习和理解所有的理论知识。在项目机器人的装配和调试过程中,又涉及到了Arduino机器人的底盘机械部分的适配改装以及重心分配改造等。这些不体现在理论知识中、却需要花费大量时间调试的内容,通过综合性的项目训练,对于锻炼学生的动手能力、提高学生结合理论与实践技能的效果是相当显著的,在当下人工智能飞速发展的时代,掌握正确获取知识并有效提升技能的方法手段远比掌握知识技能本身更为重要。

四、结语

目前,建筑机器人的大规模应用还存在着以下难点:一是技术成本高,建筑机器人的制造和维护成本较高,导致其应用范围有限,主要集中在大型企业和高端项目中。二是难以适应复杂的施工环境:建筑工地的环境复杂多变,对机器人的适应性提出了较高要求,尤其是对于动态调整能力的需求。三是行业标准和规范缺乏,建筑机器人在推广应用过程中面临缺乏统一的行业标准和规范,这限制了其大规模应用。要推动建筑机器人的成功应用,必须满足各方需求。其中一个有效途径是从施工企业项目入手,首先由企业内具有一定技术水平的工程师尝试非标自动化改造。接着,与专业研发公司的工程师合作,获取理论和技术支持。通过将专业公司的研发成果与施工企业基于自身利益驱动的非标自动化需求相结合,可以开发出成熟的产品。最终,这些建筑机器人在实际应用中应能够有效降低成本、提升生产力,从而带动用工成本的下降,并进一步推动建筑机器人标准化流程的建立,形成更大的自发性应用动力。

建筑机器人的未来发展方向将向着模块化和定制化方向发展,以适应不同施工环境和任务需求。另外在可遇见的未来,建筑工人都需要长期与机器人协同完成工作。基于上述发展趋势,建筑机器人的非标准化特性将长期存在,因此在建筑机器人行业人才培养方面,Arduino和Fritzing平台扩展器件丰富、价格便宜、方便易用、代码开源等特性仍是职业院校学生学习实践建筑机器人电子电工、自动控制、网络通讯等专业知识方面的良好入门平台。特别是在国家最近推动“普职融通”的教育大背景下,充分发挥学生的特长和主动学习能力,不拘泥于传统的人才培养方式,才是建设诸如智能建造机器人专业培养的良好思路。

参考文献:

- [1] 周炎生. 建筑机器人发展与关键技术综述[J]. 机电信息, 2020(8): 109.
- [2] 赵桑. 我国建筑机器人行业发展现状、问题及对策研究[J]. 建筑经济, 2024, 45(4): 5-10.
- [3] 宋振伟. 基于Arduino的智能物料搬运机器人设计及样机试验[J]. 机电工程技术, 2024, 53(03): 181-186.
- [4] 陈宇帆. 基于BIM的建筑搬运机器人地图构建与导航研究[D]. 先: 西安建筑科技大学: 2022.
- [5] 李春雷, 刘卓云, 叶翔谦, 等. 基于Arduino的楼梯自适应式清洁机器人设计与实现[J]. 机电工程技术, 2023, 52(01): 161-165.

基金项目: 浙江建设职业技术学院教育教学研究项目(项目编号 20210400305)。

作者简介: 孙秉超, 男, 讲师、高级工程师, 硕士, 研究方向为计算机网络、物联网工程。