

高职院校工业机器人校企合作典型应用

许博皓, 李光, 刘冰霜, 黄爱月

(广东科贸职业学院, 广东 广州 510430)

摘要: 针对高职院校工业机器人专业教学内容和教学存在的课程安排不合理、学生兴趣不足、课程资源不足的问题, 提出了引入校企合作的教学方法。通过引入企业应用工业机器人的实际工业生产案例作为教学课程内容, 既填补了课堂教学资源的不足, 也结合了企业项目。使用校企合作的教学方法, 不但提高了学生的理解能力和学习兴趣, 同时激发学生的创造能力, 提高了教师的工作效率和教学能力, 取得了良好的教学效果。

关键词: 高职教育; 工业机器人专业; 校企合作

中图分类号: G712; TP242.2-4

文献标识码: A

Typical Applications of Industrial Robotics in School-enterprise Cooperation in Vocational Colleges

XU Bohao, LI Guang, LIU Bingshuang, HUANG Aiyue

(Guangdong Polytechnic of Science and Trade, Guangzhou 510430, Guangdong China)

Abstract: Aiming at the problems of unreasonable course arrangement, insufficient student interest, and insufficient course resources in the teaching content and teaching of industrial robots in vocational colleges, a teaching method of introducing school-enterprise cooperation was proposed. By introducing the actual industrial production cases of industrial robots applied by enterprises as the teaching course content, it not only fills the shortage of classroom teaching resources, but also combines enterprise projects. The use of school-enterprise cooperation in teaching methods not only improves students' understanding ability and learning interest, but also stimulates their creative ability. It also improves the work efficiency and teaching ability of teachers, thus achieving good teaching effects.

Key words: higher vocational education; the major of industrial robots; school-enterprise cooperation

随着我国智能制造业的蓬勃发展, 工业机器人在制造业中的应用越来越广泛, 很多制造企业在生产、加工、搬运或码垛时由传统的人工作业升级为自动化的工业机器人作业, 大大提高了工作效率并节约了大量人工成本^[1-2]。市场对于工业机器人技术专业的人才需求量很大, 为了填补这一技术缺口, 很多高职院校开设了工业机器人专业和相关的课程^[3-4], 主要培养工业机器人基

本操作、编写程序、系统集成、调试维护等能力, 以及工业机器人理论知识素养^[5]。目前, 适用于教学的工业机器人种类很多, 产品品牌功能和性能参差不齐, 学校通常采购的数量较少。由于设备维护成本高、更换频率较低, 若工业机器人功能和性能不达标, 将不能满足日益更新的技术和课程体系。一般来说 ABB 机器人是高职院校实训教学使用较多的品牌, 因其强大的仿真软

收稿日期: 2023-12-30

作者简介: 许博皓, 讲师, 硕士, 研究方向为工业机器人、自动化控制技术

基金项目: 2021年广东省高等职业教育质量与教学改革工程项目“基于数字孪生技术的工业机器人‘五位一体’教学改革研究”(编号: GDJG2021130); 广东省教育科学规划课题(高等教育专项)(编号: 2024GXJK1093); 广东省普通高校青年创新人才项目(编号: 2024KQNCX299); 2023年广东科贸职业学院科研项目(编号: GDKM2023-21)

件 robotstudio 可以很好地仿真演示 ABB 机器人的功能和作业^[6]。本文以高职院校工业机器人专业引入企业中工业机器人实际工业项目为例,对工业机器人课程教学和实训方法进行探究,使学生能够更好地通过理论、仿真、实操相结合的学习,达到掌握工业机器人熟练作业的目的,也为高职院校解决教学中出现问题及校企合作课程案例提供新思路和有效的参考案例。

1 工业机器人学情分析

高职院校工业机器人相关课程需要学生掌握的专业知识技能主要包括:①工业机器人基础知识;②工业机器人的编程;③工业机器人工作站系统集成。

1.1 工业机器人基础知识学情分析

在工业机器人基础课程中,学生可以了解工业机器人的诞生、发展、应用和分类,工业机器人的机械结构、控制原理、基本工作原理、技术参数和相关的知识,这些知识点在教材中基本是以文字和插图的形式呈现,对于刚接触工业机器人的学生来说,课程内容较枯燥。部分高职院校教师在授课的同时进行工业机器人的实操课及编程仿真实训,但由于没有具体项目作支撑,学生只是简单地了解离散的知识信息,没有明确的解决问题的项目目标,学习的兴趣减少。

1.2 工业机器人的编程学情分析

在工业机器人离线编程课程中,学生需要学习工业机器人编程软件,如 robotstudio 是 ABB 机器人使用的仿真编程软件,在高职院校使用率较高。首先需要了解编程软件的基本用法,再根据定义好的工具坐标系和工件坐标系实现工业机器人的空间轨迹规划,最后通过工业机器人末端执行器上的机械手爪对物体进行抓取和堆叠,从而实现搬运码垛的操作。编程是操作工业机器人的核心技能,学生应重点掌握。教材和编程软件提供的路径规划和码垛搬运案例有限,学生实训内容单一,课时不足。

1.3 工业机器人的系统集成学情分析

在工业机器人系统集成课程中,学生要对工业机器人进行实操训练,对工业机器人工作站系统进行集成,掌握机器人与外部设备 PLC 或传感器集成方法,熟悉工作站系统的配置和调试等过程,将工业机器人离线编程仿真程序应用到实际的工业机器人系统集成当中。其中,控制工

业机器人配合外部其他设备的联动,进而完成某项如抓取和搬运功能,是需要重点掌握的专业技能。本课程除了需要工业机器人及外部设备的硬件支持,也需要有一个成熟的企业项目作为课程项目的支撑点,通过结合实际企业运营项目,培养更契合企业用人需求的具有专业知识与技能的人才。

2 工业机器人课程教学存在的问题

2.1 课程内容的安排不合理

工业机器人课程是实践性极强的专业学科,如果只在课堂上学习课本的理论知识而不是根据实际项目动手实操的话,学生很难掌握其中的专业技术知识。理论和实践相结合以及大量的动手练习是提高学生能力的基础,若有一个合适的企业项目深入课堂,将对工业机器人课程教学有极大的帮助。在高职院校中工业机器人专业课程存在安排不合理的地方,具体为:①理论课程过多,学生很难记住其中枯燥的知识点。②学生动手实操工业机器人次数较少,缺乏成熟的项目作支撑。③教材实操案例过于陈旧和单一,学生学习的专业知识及技能不能满足企业用人需求。学生毕业入职企业后,企业还需要重新全面培训新员工,这样大大增加了企业的运营成本,提高了学生的就业难度,学生不能快速有效地找到本专业心仪的工作和获得期望的工资。

2.2 学生兴趣不足

高职院校学生对实操训练的兴趣往往高于理论课程,但是理论课程在工业机器人课程的初级阶段占比较高,这导致学生在开始学习工业机器人的基础阶段就失去了兴趣,在后续的课程中有跟不上、听不懂的情况出现。在减少理论课程的数量同时满足基础知识的充分学习,增加实操训练课时,是提高学生学习兴趣的关键。若能在工业机器人课程的各个学习阶段插入一个成熟的企业项目作为引导,采用结合理论知识与实操训练的模块化学习,将提高学生的学习兴趣。

2.3 课程资源不足

通过对学生学习情况的调查,发现除了书本外,教学资源十分有限。教师在课上讲授的工业机器人相关知识内容零散化,往往没有一个项目来串联整个知识体系,因此学生很难掌握所学的零散化的知识碎片,导致学习效果不佳,容易忘记学过的知识点。因此授课教师需要用项目来支

撑起整个教学内容的知识体系,让学生在学习某个知识点时,知道这个知识点在这个项目中所发挥的作用,真正将知识点串联起来。

3 校企合作教学方法研究

3.1 校企合作项目简介

高职院校在工业机器人课程的教学中,引入企业应用工业机器人实际工业生产案例作为教学课程的内容,可改善校内教学资源不足而导致课堂教学效果不佳的情况,极大地提升学生学习的效果。

本教学团队引入的项目名称为机器人蔬菜无土栽培,是企业使用工业机器人进行蔬菜无土栽培的工业项目案例。该项目案例涵盖的工业机器人课程知识点较全面,适合引入高职院校的课程中,作为课程体系的串联框架,以及对接企业的项目实训。该项目大致分为4个模块:种子种植单元、输送定位单元、机器人蔬菜分拣单元、包装码垛单元。

3.2 校企合作项目内容

(1) 引出蔬菜无土栽培项目任务,即该项目将要实现的功能和目的,设计方案的工作流程为:①系统布局方案设计;②控制系统方案设计;③虚拟仿真三维环境搭建;④生产工艺流程虚拟仿真;⑤硬件搭建。

(2) 基于以上工作流程,蔬菜无土栽培项目的系统创建与应用的流程如图1所示:使用工业机器人和末端执行器对种子进行水培箱无土种植,然后将培育后的水培箱蔬菜经过传送模块进行输送,输送到机器人蔬菜分拣单元后停止,进行视觉分拣蔬菜,最后将分拣后的蔬菜进行码垛包装。该流程图涵盖了蔬菜从种子状态到成熟状态的自动化种植、分拣、包装、运输等过程,使用工业机器人、传送系统、视觉系统等自动化设备对其进行处理,达到智能自动化生蔬菜无土栽培的目的。

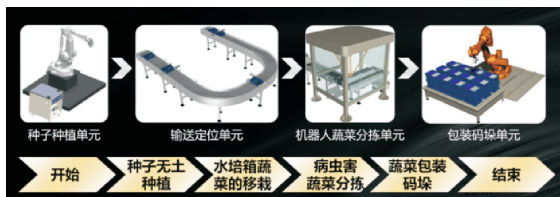


图1 蔬菜无土栽培系统创建与应用

(3) 将全部三维模型导入 ABB 机器人的 robotstudio 软件中,再添加对应型号的 ABB 机器

人,可以得到整体的蔬菜无土栽培项目三维仿真模拟情境,对其中的 ABB 机器人进行一系列操作即可模拟实际生产中的过程。图2为蔬菜无土栽培三维仿真示意图,图中有2个工业机器人和2个视觉分拣装置以及传送系统,1号工业机器人负责蔬菜无土种植,视觉分拣装置使用视觉检测负责对蔬菜进行区分、使用手爪装置进行分拣,2号工业机器人负责最后的打包和码垛搬运,传送系统负责串联整个自动化系统。

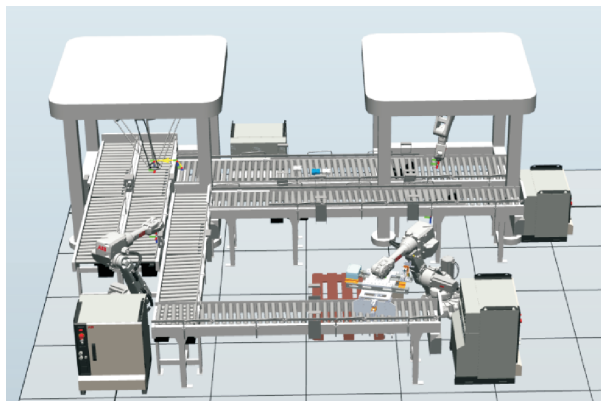


图2 蔬菜无土栽培三维仿真示意图

(4) 以上述蔬菜无土栽培三维仿真模型为基础,以工业机器人偏移功能的应用为题展开讲解。在蔬菜移栽的过程中要从 P1 点移动至 P2 点,再从 P2 点移动至 P1 点,这时需要一个指令来控制机器人进行反复运动。在实操示教课程中引出该问题,给出工业机器人中的 MoveL 和 Offs 指令作为参考并进行比较。使用 MoveL 的指令用法为:

```
MoveL P, V100, fine, tool1
```

路径代码为:

```
MoveL P1, V100, fine, tool1
```

```
MoveL P2, V100, fine, tool1
```

```
MoveL P1, V100, fine, tool1
```

使用 Offs 偏移指令的用法为:

```
Offs (Point, XOffset, YOffset, ZOffset)
```

路径代码为:

```
Offs (Point, 100, YOffset, ZOffset)
```

```
Offs (Point, 0, YOffset, ZOffset)
```

经过程序代码的比较和分析之后可以得出使用 Offs 指令可降低代码的重复使用并更加简洁,而且 Offs 的功能更加强大,在 XYZ 三个方向都可以进行偏移。

(5) 为了强化学生对 Offs 应用的掌握,如图3所示举例:在边长为 300mm 的正方形内对四个

点 P1、P2、P3、P4 进行偏移操作。

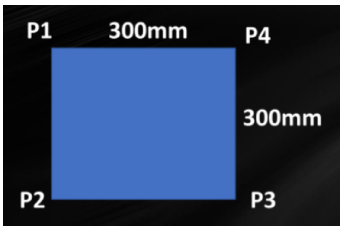


图 3 路径点示意图

```
对应的路径轨迹编写的程序如下：
MoveL P1, V200, fine, tool1;
//移到初始位置 P1 位置点
MoveL Offs (p1, 300, 0, 0), V100, fine,
tool1;
//向 X 方向偏移 300 mm
P2 = Offs (p1, 300, 300, 0)
//向 XY 方向偏移 300 mm
MoveL P2, v100, fine, tool1
//移动到 P2 点
MoveL Offs (p1, 0, 300, 0), V100, fine,
tool1;
//Y 偏移 300 mm
MoveL P1, V200, fine, tool1;
//回到 P1 点
```

由上述程序可知，使用 Offs 指令可以对 X 和 Y 的方向进行偏移，只需修改 Offs 里边的第二个和第三个参数 XOffset、YOffset 即可偏移 X 和 Y 的方向，同时也需要 MoveL 指令达到起始位置 P1 以及运行程序后，回到 P1 点。

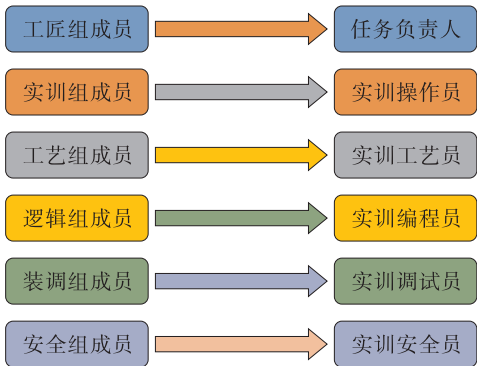


图 4 小组成员分工图

(6) 完成偏移量编程后，需要对蔬菜进行抓取完成包装和码垛等功能，这就要利用机器人搭载专用的码垛夹爪，实现蔬菜箱子码垛的过程，运用偏移指令和循环指令完成码垛搬运程序的示教编程。在操作前对小组成员进行分工，如图 4 所示，分为工匠组成员、实训组成员、工艺组成

员、逻辑组成员、装调组成员、安全组成员，以此对应的任务负责人、实训操作员、实训工艺员、实训编程员、实训调试员、实训安全员，让每个学生都各司其职，参与其中。

若想实现码垛搬运的功能，首先要对整体的工业机器人的轨迹路径进行规划，如图 5 轨迹规划图所示，显示出码垛任务搬运轨迹和解垛任务搬运轨迹，整体结构由 U 形传送带和码垛台组成，上边分布着各个任务点。

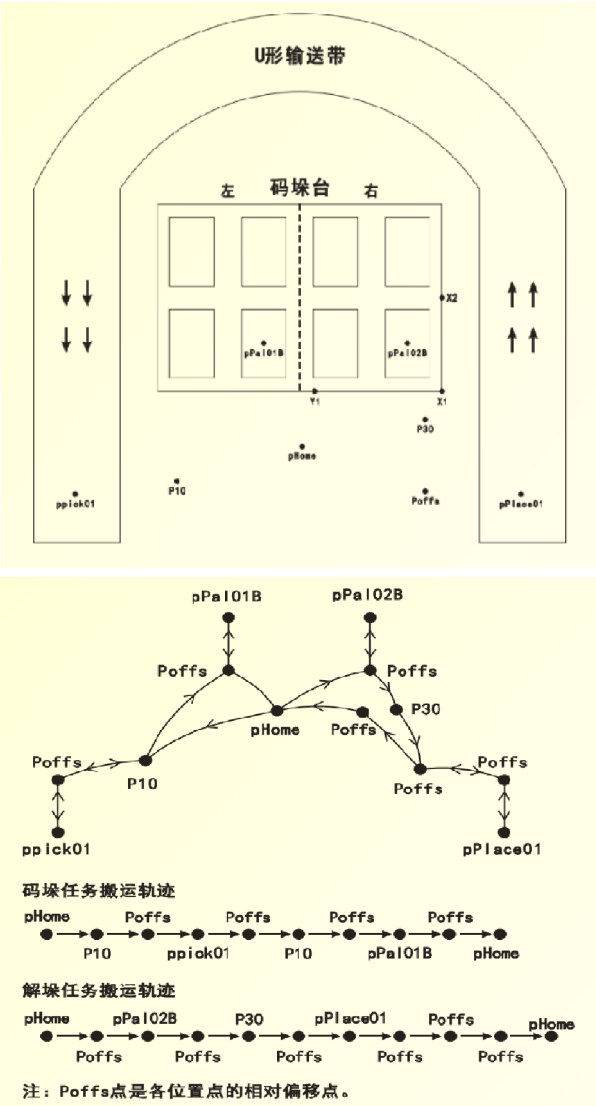


图 5 轨迹规划图

根据功能大致有 Phome 点、P10 点、Poffs 图点、Ppick 点、Pplace 点。设定原点为 Phome 点，偏移起始点为 P10 点，各位置点的相对偏移点为 Poffs 点，工业机器人手爪抓取点为 Ppick 点，工业机器人手爪抓取点为 Pplace 点。表 1 为每个点的名称和功能，根据以上每个点的功能，实现路径轨迹规划和完成码垛解垛任务。

表 1 机器人各程序点定义

序号	点名称	注释	备注
1	X1	码垛台工件坐标 X1 点	需示教
2	X2	码垛台工件坐标 X2 点	需示教
3	Y1	码垛台工件坐标 Y1 点	需示教
4	Phome	机器人码垛定义原点	需示教
5	P10	码垛取料中间点	需示教
6	Ppick01	码垛取料点	需示教
7	P30	解垛放料中间点	需示教
8	Pplce01	解垛放料点	需示教
9	Ppal01B	左码垛基准点	需示教
10	Ppal02B	右码垛基准点	需示教

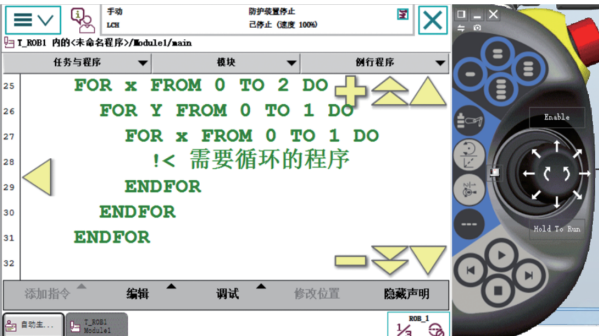


图 6 程序循环示意图

最后再使用循环指令，将需要循环的程序进行循环，如图 6 所示，左侧为循环指令由三个 FOR 循环组成，右侧为将要循环的程序，放入 FOR 循环当中实现程序的复用，使代码更加简洁。

4 结语

本文对工业机器人课程教学内容和存在的问题进行分析，提出引入企业项目作为课程内容，可以解决教学中出现的问题。本文以蔬菜无土栽培项目作为典型应用案例，该项目所应用的工业机器人知识点几乎涵盖了所有授课内容。项目从引出任务到分析任务，再到确定方案，最后到练习技能，逐步引导学生思考。在教学过程中引导学生结合工业机器人相关功能和指令进行应用，经过思考—学习—练习的过程，达到激发兴趣、学以致用、逐步加深印象的效果，为高职院校解决教学资源缺乏问题及校企合作课程案例提供新思路 and 有益参考。

参考文献：

[1]高茂源,王好臣,丛志文,等. 基于 RobotStudio 的机器人码垛优化研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2020(11):38-41.

[2]叶元杰. 基于 RobotStudio 的教学示教板设计与应用[J]. 广州城市职业学院学报,2022,16(2):59-63.

[3]李硕,强华. 工业机器人实验教学平台[J]. 实验技术与管理,2018,35(4):166-170.

[4]吴振宇,刘禹彤,冯林. 机器人实践教学体系改革探索[J]. 实验室研究与探索,2017,36(6):192-195.

[5]卢峰,官文. 高职院校工业机器人编程与操作课程教学思考[J]. 造纸装备及材料,2020,49(4):211-212.

[6]朱勤,朱巍峰. RobotStudio 软件在 ABB 工业机器人课程教学中的应用[J]. 黑龙江科学,2022,13(17):5

(上接第 12 页)

[8]蒲春平,何伟兵,贺佐跃. 潮汕地区桥梁挤扩支盘桩旁压试验分析[J]. 公路, 2024, 1: 151-156.

[9]汪浩,白文胜,曾祥勇. 基于旁压试验的贵阳红黏土力学性质分析[J]. 中国水运, 2021, 21 (3): 118-120.

[10]马宗利,黄佳铭,楼康明,等. 旁压试验在广州地铁勘察工程中的应用[J]. 城市勘测, 2013, 1: 156-160.

[11]张晓伦,黄俊光,陈奇,等. 多桥静力触探在临海深厚层超软土地区工程勘察中的应用与展望[J]. 广东土木与建筑, 2023, 5: 20-23.

[12]朱鹏程. 软土地区静力触探试验影响因素及机理研究[J]. 建筑技术开发, 2023, 5: 158-160.

[13]葛宁玲. 基于相关性分析的多维数据融合方法[D]. 北京:北京邮电大学, 2020.