

集过程中的责任心、时间和精力付出。而控制论在工业革命中的巨大成功，是因为使用各类控制器代替人来完成繁琐重复的工作，减轻劳动量，并实现产品质量的显著提升。因此，教育控制论的引入硬件在环技术和虚拟仿真技术，能有力提升学习者的学习效率提供负反馈控制。

传统的教务信息化系统大多数是以教师互评和学生评教系统进行反馈，如图1所示A支路中教师互评、B支路的学生评教系统。本文在传统的教学管理系统的基础上，主要针对可编程控制技术实训，运用硬件在环和虚拟仿真新技术，实现学习过程的实时反馈，如图1中的C、D和E支路有效收集学生能力的反馈信息，进而使用虚拟仿真、人工智能等新技术来辅助教学，减轻教师工作量，做到对学习情况的量化评估和实时管理；同时将A、B支路的信息收集支路，增加一条教学过程信息反馈支路，以便教学评价更合理，切实为教学质量控制提供依据。“双反馈”的引入，让教师通过虚拟仿真与实物互动联通，构建问题反馈机制，让学生在在学习过程中与设备进行实时互动，让学生者学习过程中出现问题，能通过平台推送的课程资源，提升学习者的技术技能，并通过虚拟场景进行验证，加深理论与实践的联系。

新型的教育形态下“互联网+教育”是必然产物，职业院校实训课主要环节分为：①实训预习与准备；②实训操作过程；③实训结果检查。实训操作过程的监控是难点也是热点。如图2所示，本文从实训设备的虚实呈现，过程数据的反馈跟踪，过程知识点的推送形成课程教学项目线、监督线、反馈线的三线融合并举。课程教学项目线是按照云平台提供的具体任务要求，学习者按照要求和过程信息采集硬件，在云平台按照企业工程项目交付思维的步骤一步一步的完成I0表格、原理图、程序、硬件安装与测试、功能测试等任务，形成工程项目思维线。

监控线是利用网络硬件在环控制器，实训可编程控制技术的输入输出信号和程序变量的采集，再根据任务要求的流程，进行分步骤，分流程的进行任务功能监控。如图2所示的监控线，如果SQ1传感器接触不良，造成信号没有送入可编程控制器，当程序执行到这一步的时候，云平台自动监控I0.1端口号信息，从而判定此流程处有问题。形成实训过程的监控线。

反馈线是根据监控线提示的错误代码，及时通过云平台向当前学习者反馈错误信息和学习课程资源，让学生通过错误提示和课程资源，自主解决此问题，提示学生的技术技能。

三、互联网虚实结合的教育控制论方法的应用实践

(一) 课程教学项目流程化、网络互动化

根据教学教育控制论的基本思路，本文对可编程控制技术实训教学项目进行流程化，要求学生严格按照控制系统I0表格填写、原理图绘制与上传、硬件接线与检测、程序编写、功能检测与反馈等5个步骤进行，每个步骤严格按照企业管理要求进行。如I0表格填写，以检验学生对I0表格的分析情况，同时也是为后面的硬件接线与检测、功能检测与反馈等过程提供基础数据，从而形成课程教学项目的流程化。在硬件接线与检测环节，云平台根据学生在系统中，填写的I0表格基础数据，形成硬件接线检修的提示检测流程，从信号输入到信号输出，从I0.0到I0.7，一个信号的进行信号确认，例如I0表格中启动信号填写是I0.0，而信号判定是I0.1有信号输入，或所有的信号都没有输入，从而提示硬件接线出现问题，反馈结果出来的同时，根据学号和组号，定点推送学习视频、动画、教学课件等课程资源，形成错误点的及时互动反馈，从而引导学生学习解决硬件接线错误的办法，实现学习过程的网络互动化。

(二) 反馈手段和内容精细化

1. 实训虚拟设备与实物设备相结合

本文通过虚拟仿真技术将企业真实环境在实训内容中完全展现，例如机电设备的组装，电路器件的安装，机电设备的运行过程，万用表的使用等都在网络上虚拟化呈现。再通过网络与控制器通信，实现实物与虚拟设备的联动互控。且使用虚拟仿真等技术将实训过程的预习和实训结果的填写在网上完全实现，可以使学生在进入实训室前，提前知晓实训的全过程，缩短实训过程中对设备讲解的时间，并可以使每个学生都能够先行认知某些台数较少或占地面积大的实训设备的操作过程，提高实际装置的使用效率。

2. 实训装置数字化、网络化、智能化

电类专业实训室，价格昂贵、设备革新淘汰慢，而为实现可编程控制技术课程的网络互动性，需要对每

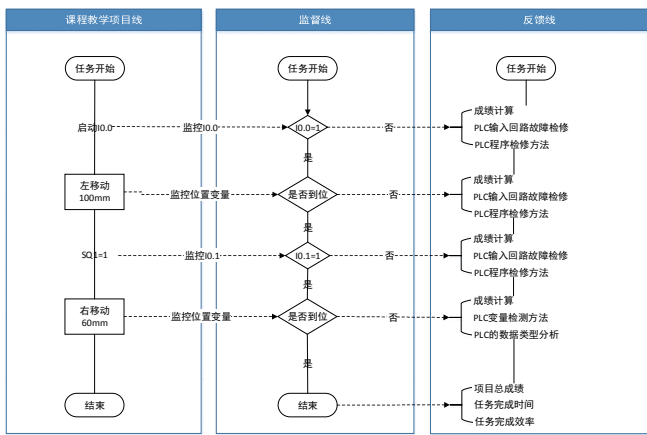


图2 课程监控与反馈示意图

一个实训设备实现设备的数字化、实训过程的数字化与智能化。针对此点,本文对实训设备增加“硬件在环控制器”,采用半实物方式,在云端服务器上构建搬运机械手、交通灯等项目案例,各案例以虚拟形式模拟企业生产生活各类机电设备控制对象为应用场景,通过半实物过程控制装置,实现虚拟场景和实物PLC或单片机等控制器的通信,从而实现网络版的硬件在环控制。

半实物硬件在环控制器的输入输出环节,是采集传感器信号和控制器的输出信号,为了保留原有实训设备的接线方式,本文在半实物硬件在环系统中,引入信号输入输出分配模块,例如图2所示的启动信号I0.0,此开关接线按照原有PLC电路图接线,而实际上是控制一个继电器,通过此继电器产生两路信号,一路送入PLC的输入端口I0.0,用于实际控制PLC实物。另一路送入半实物硬件在环控制器,作为虚拟场景的动作信号。同理,通过控制继电器,PLC的输出控制一个继电器,这个继电器输出两个信号,一个控制实物对象,一个控制虚拟运动控制组件,实现虚实与实物的联动。脱离实物PLC的情况下,系统具有软PLC中间件,用于学生脱离实物PLC,在课后学习过程中,通过此软PLC,实现与云平台的虚拟资源的互动学习。

3. 参数化、流程化的项目任务考核模式

传统考试系统存在的问题是以题库的形式出现,且容量有限,不能实现实训设备的数据互通,学生实训过程数据没有收集反馈。本文提出对实训过程进行流程化和参数化操作,云平台系统为甲方,下达具有严格要求和交付流程的工程项目给乙方,学生以乙方身份,承接此项目。项目实训过程中,按照系统的要求,先后提交对应的IO表格,原理图、硬件接线、硬件确认、程序编写、功能调试与验证等。系统根据提供的IO表格和变量数据等信息,对任务进行参数化处理,实现同项目任务内容有差异的目的。其实现过程为:①同一项目,同一次实操时对不同学生随机下发不同功能端口和位置信息的功能要求,②题干一样,但其参数是随机生成的,例如项目任务要求完成搬运机械手的控制,需要确认启动信号,而不同学生的任务要求,对气动信号的端口号分配地点随机生成的。因此,每个学生在进入操作模式时,面对的是有差异性的任务要求。从应用上来讲,这样做的好处是学生必须在清楚了解基本原理或满足一定技能要求才有可能完成,从而可以有效应对抄袭的行为,以解决虚假性。

4. 反馈评价算法化

可编程控制技术的项目化任务,都是以流程控制为主,本文对课程任务的逻辑控制过程进行精细化和流程化改造,借助离散事件系统(DES)理论,把项目任务

中的“步”和“步序”建立可行状态集和异常状态集,通过事件驱动实现状态跳转,在实训过程中,监控学生发出的控制事件,比对正确状态链,即可判断操作过程的正确性,并反馈。

四、总结

此次可编程控制技术课程虚实结合的实训教学方法改革,提高了学生的互动性、参与性,丰富了线上线下教学资源,提升了学生的自主学习能力和创新能力,而且通过课程过程的反馈,形成课程教学项目线、监督线、反馈线的三线融合并举,从而探索和实践了实训教学新方法,初步具备了智慧教育实训机器人的目标。更为后期推动可编程控制技术课程融合交互式教学改革提供了新思路和新契机。但实施过程中,教学项目线、监督线、反馈线三线并举不够同步,资源利用率不够,学习问题的反馈推送课程资源不够精准,需要扩大课程资源的颗粒化与问题的对应性实践研究。

参考文献

- [1]陈云云;束长宝.可编程控制器技术课程融合式教学的探索研究[J].现代职业教育,2021,(20):50-51.
- [2]陈锦儒,郑春龙.基于虚拟仿真的电子技术课程设计教学改革[J].实训科学与技术,2020,18(6):100-106.
- [3]陈众;张兵兵.工科实训课教育控制过程中的精细化信息收集与处理[J].中国教育信息化,2018,(19):24-26.
- [4]李王伟,徐晓东,赵莉,张艳丽.教育信息化2.0技术何以变革教育[J].中小学信息技术教育,2018(1):40-43.
- [5]杜占元.以教育信息化全面推动教育现代化[EB/OL].<http://edu.people.com.cn/n1/2017/1023/c1053-29604314.html>,2017-10-23.
- [6]长沙理工大学.基于DES理论的智能配电网终端通讯异常自动探测方法发明专利[P].中国发明专利,2016-04-26.

作者简介:刘德玉(1982.11-),男,汉族,韶山人,湖南工业职业技术学院,副教授,研究方向:职业教育。

课题:2020年湖南省职业教育教学改革研究项目“基于互联网的虚实结合实训教学方法研究”(课题编号:ZJGB2020062);2022年全国高等院校计算机基础教育研究会计算机基础教育教学研究项目“线上线下相融合的高职课程混合式教学实践研究”(课题编号:2022-AFCEC-332)