

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.11.026

基于 RobotStudio 的码垛机器人智能 工作站仿真研究

王功亮, 王好臣*, 李振雨, 李家鹏
(山东理工大学 机械工程学院, 山东 淄博 255000)

摘要: 针对工业机器人在智能化工厂建设中生产线仿真存在的问题, 提出了 ABB 机器人仿真软件 RobotStudio 在码垛生产线中的实际应用, 对输送链 Smart 组件的添加及属性设置、机器人 I/O 信号的创建和连接、机器人离线编程等方面进行了研究。利用 SolidWorks/Pro-E 等三维建模软件对机器人末端吸盘进行了三维实体建模, 并导入到 RobotStudio, 添加了输送链、机器人控制柜等部件, 从而完成了整个生产线的空间布局; 进行了机器人和输送链之间的工作站逻辑关系连接与设定, 建立了两者之间的通讯与连接, 完成了码垛机器人工作站的仿真。研究结果表明: 一条码垛生产线需要在机器人中配置 4 组数字型输出输入信号, 仿真过程中的机器人程序可以同步到实际的生产过程中; 对码垛机器人仿真过程中用到的方法, 也可用于对其他用途的工业机器人生产线仿真。

关键词: 机器人; 离线编程; 智能化

中图分类号: TP24

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2017)11-1359-04

Simulation of palletizing robot intelligent workstations based on RobotStudio

WANG Gong-liang, WANG Hao-chen, LI Zhen-yu, LI Jia-peng

(School of Mechanical Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China)

Abstract: Aiming at the production lines simulation performance of industrial robots in intelligent factory construction, the practical application of ABB robot simulation software RobotStudio in palletizing production line was proposed, and its aspects of add transport chain Smart component, the property settings, creation and connection of robot I/O signal, off-line programming were studied. The robot end sucker was modeled based on three-dimensional modeling software such as SolidWorks/Pro-E, and was imported into RobotStudio, then the conveyor chain, robot control cabinet and other components were added, so the entire production line layout was completed; the work station logical of the robot and conveying chain were connected and set, the communication and connection were established, the workstation simulation of palletizing robot was completed. The results indicate that: a palletizing production line need to configure 4 groups of digital input and output signals of the robot, the robot simulation program can be synchronized to the actual production process, the method used in the simulation process of palletizing robot that can also be used for other industrial robot production line simulation.

Key words: robot; off-line programming; intellectualization

0 引言

工业机器人作为智能化工厂的重要组成部分, 在智能化工厂的建设中, 发挥着举足轻重的作用。目前在码垛、焊接、压铸、喷涂等行业的应用已经十分普遍,

取得的经济效益也十分明显。在机器人生产线的前期设计、规划实施方案等准备工作上, 往往借助于机器人技术、计算机技术开发机器人仿真软件, 在计算机环境中对生产线上各设备间进行仿真模拟, 评价智能生产线的可行性及潜在问题, 对于降低开发成本, 缩短整个

收稿日期: 2017-03-04

作者简介: 王功亮(1991-), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要从事工业机器人系统集成方面的研究。E-mail: 2225205909@qq.com

通信联系人: 王好臣, 男, 教授, 硕士生导师。E-mail: wang.haochen@126.com

智能生产线的研发周期,具有十分良好的作用。目前以瑞典 ABB 的 RobotStudio、德国 KUKA 的 Sim-Pro、日本 FAUNC 的 RoboGuide 在工业机器人仿真领域技术相对成熟^[1]。其中 ABB 机器人在搬运、3C、食品、医药、化工、金属加工、太阳能等领域均有出色的表现,涉及物流输送、周转、仓储等。在搬运方面,采用机器人搬运可大幅提高搬运效率、节省劳力成本、提高定位精度并降低搬运过程中的产品损坏率^[2]。

本研究将以机器人在码垛领域的应用为基础,从整个生产线的空间布局到实际运行进行模拟。

1 智能化生产线的布局创建

在实际的智能化生产线中,常常以 PLC 作为控制核心,这种控制模式在多机器人生产线应用中十分普遍。本次仿真选用的码垛机器人为 ABB-IRB2600,其有效工作范围 1.65 m,承重量在 12 kg,该款机器人满足码垛机器人工作特点^[3]。机器人末端执行机构安装真空吸盘,用来吸取周转箱。周转箱用滚轮式的输送链传送。产品通过输送链到达末端,由面传感器检测发出信号反馈给机器人,同时真空吸盘进行真空置位,吸取产品。产品达到规定的数量后,机器人发出停止动作信号,AGV 小车把托盘运走,进行下一托盘的装载。码垛机器人智能生产线空间布局如图 1 所示。

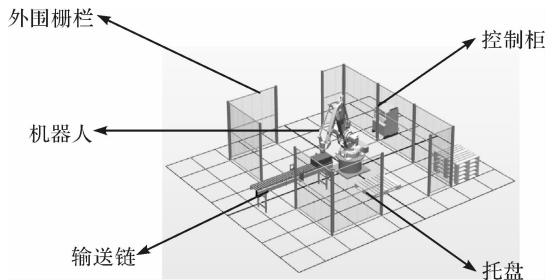


图 1 机器人智能生产线空间布局

2 输送链 Smart 组件的添加及信号连接

2.1 输送链 Smart 组件的添加

本研究通过添加 Smart 组件,来模拟产品在输送链运行中的动态效果。添加 Source(源组件)组件创建产品的拷贝,产生的复制品经由 Queue(队列)组件进行组操作,使其具有共同的动态属性;在 Linear-Mover(线性运动)组件的控制下运行至输送链末端时,周转箱与末端 PlaneSensor(面传感器)组件接触,面传感器发出信号。添加 LogicGate[NOT](逻辑反)

组件,进行信号的取反操作,因为 ABB 机器人在高频信号到低频信号转变时,不触发动作,通过逻辑取反使高频信号转换成低频信号时也能触发动作。通过添加 SimulationEvents(仿真开始/结束)组件,使其在仿真开始和结束的时候能够发出脉冲信号,触发 LogicSRLatch(置位/复位)组件进行置位和复位动作,控制传感器处于检测状态和 Source 组件产生复制件。

2.2 输送链 I/O 信号设置

本研究创建一组数字型输出信号 InPos/PalletInpos,分别用于检测周转箱和托盘到位信号的发出,设定值均为 0,这两组信号用于和机器人及 AGV 小车的连接,输送链创建 I/O 信号及逻辑值如表 1 所示。

表 1 输送链 I/O 信号名称

名称	信号类型	逻辑值
InPos	DigitalOutput	0
PalletInpos	DigitalOutput	0

2.3 输送链 Smart 组件 I/O 信号连接

I/O 信号连接用来本工作站中创建的信号和各个 Smart 组件进行信号交互,创建 SimulationEvents 组件,用于在仿真开始和结束的时候分别发出脉冲信号,LogicSRLatch 组件进行置 1 操作,使其在仿真开始面传感器处于检测状态,Source 组件自动产生一个产品的拷贝,并执行 Enqueue(入队操作),当产品传输到输送链末端时,面传感器检测到物体,发出信号停止产品加入队列,并进行 Dequeue(出队操作),同时把信号传递给已创建的输出信号 InPos,通知机器人进行取件;信号在 LogicGate[NOT] 组件作用下使 Source 组件再次产生一个复制品,此后进行下一个工作循环,输送链 I/O 信号的设置及相互逻辑关系如表 2 所示。

表 2 输送链 I/O 信号的逻辑关系

源对象	源信号	目标对象	目标信号
Source	Executed	Queue	Enqueue
PlaneSensor	SensorOut	Queue	Dequeue
PlaneSensor	SensorOut	LogicGate[NOT]	InputA
LogicGate[NOT]	Output	Source	Execute
PlaneSensor	SensorOut	SC_输送链	InPos
SimulationEvents	SimulationStarted	LogicSRLatch	Set
SimulationEvents	SimulationStopped	LogicSRLatch	Reset
LogicSRLatch	Output	PlaneSensor	Active
SimulationEvents	SimulationStarted	Source	Execute

3 机器人 I/O 信号板卡创建及设置

3.1 机器人 I/O 信号设置

设置完成外围设备的 I/O 信号后,就要配置对应的机器人信号,以便与外围 I/O 信号进行连接。本研究在该机器人中配置 1 个 DSQC652 通讯板卡(数字量 16 进 16 出),总线地址为 10;在示教器中单击“菜单”—“控制面板”—“配置”—“DeviceNet Device”,可查看该 I/O 板块的设置^[4],该工作站一共设置 4 个数字输入输出信号,分别为输送链末端检测纸箱到位信号、工位托盘检测到位信号、更换托盘触发数据恢复信号和用于控制真空吸盘动作机器人 I/O 信号。

3.2 机器人工具坐标系及载荷设置

3.2.1 工具坐标系 tGrip

本研究在默认坐标系 tool 的基础之上,沿着 Z 轴正方向偏移 100 mm,因此工具坐标系原点 $trans[0,0,100]$,重心 cog 设置为 $[0,0,90]$,工具本身的负载外围 10 kg。在机器人实际的工作中,工具载荷以及工作重心可由系统例行程序 LoadIdentify 进行自动测算^[5]。

3.2.2 有效载荷数据 LoadFull

机器人拾取产品箱后,产品箱重量 10 kg,因此重心相对于 tGrip 来说沿着 Z 轴正方向偏移了 50 mm;有效载荷也可以通过 LoadIdentify 进行测算,还可以设置 LoadEmpty,作为空负载数据使用^[6]。在机器人正常工作通过设置有效载荷和空负载数据,能够使机器人运行更平稳,延长机器人使用寿命,机器人抓取吸盘如图 2 所示。

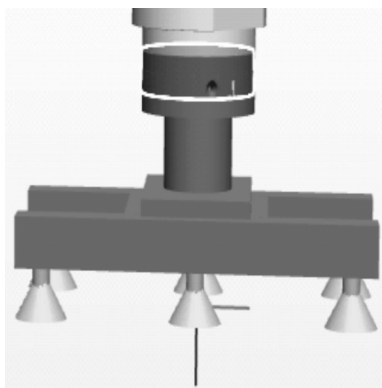


图 2 机器人抓取吸盘

4 离线程序编写及工作站逻辑

4.1 基准目标点示教

在示教器中首先需要示教 4 个基准目标点,以

便程序编写方便以及简化。pHome(机器人安全等待位置),工具坐标系设置为 tGrip,工件坐标系选用默认的 wobj0。pPick(输送链末端拾取产品箱位置),示教时工具坐标系设置为 tGrip,工件坐标系选用默认的 wobj0。pBase(栈板放置基准位置),该栈板其他放置位置若姿态与该基准相可通过偏移算法计算得出,示教时工具坐标系设置为 tGrip,工件坐标系选用默认的 wobj0。pBase90(栈板放置基准位置),栈板上的其他放置位置若与该位置相同^[7],可通过偏移算法得出,栈板奇数层、偶数层摆放方式如图 3 所示。

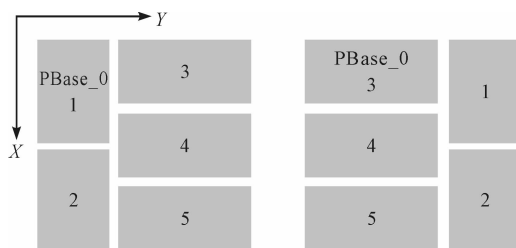


图 3 栈板上奇数层、偶数层摆放方式

4.2 程序创建

```
PROC Main() ! 声明主程序
Pinitialize; ! 初始化程序,用于复位信号数据
WHILE TRUE DO ! 无限循环结构,机器人进行重复性的动作
IF diBoxInPos1 = 1 AND diPalletInPos1 = 1 AND bPalletFull = FALSE THEN ! 判断工位条件,必须满足产品箱到位、栈板到位、栈板未满足 3 个条件方可执行
```

```
rPosition; ! 调用工位位置计算程序
rPick1; ! 调用工位拾取程序
rPlace1; ! 调用工位放置程序
END IF
```

Wait time 0.1; ! 等待 0.1s,防止 CPU 高速扫描而造成过热报警

```
END WHILE
ENDPROC
```

```
PROC Pinitialize() ! 调用初始化程序
```

```
.....
.....
```

4.3 工作站逻辑

本研究分别创建好机器人和输送链的信号连接之后,在仿真选项卡下单击工作站逻辑按钮,进行机器人和链之间的信号和连接。

输送链在检测到产品箱以及托盘到位后,把信号

发送给创建好的数字输入信号 diBoxInPos/ diPalletInPos, 机器人通过运行程序运动至拾取位置, 并提前 0.2 s 置位真空建立信号, 并在该位置延迟信号 0.5 s, 等待完全拾取产品, 并进行产品放置。

工作站逻辑源信号和目标信号的设置及相互逻辑关系如表 3 所示。

表 3 工作站逻辑 I/O 信号的逻辑关系

源对象	源信号	目标对象	目标信号
PalletizeSys	doGrip	SC 工具	diVacuum
SC_输送带	InPos	PalletizeSys	diBoxInPos
SC_输送带	PalletInpos	PalletizeSys	diPalletInPos

5 仿真结果分析

本研究通过搭建整个智能化码垛生产线, 主要涉及 I/O 通信的基本设置、Smart 组件的运用、搬运工具坐标系的设置、有效载荷数据的设置、目标点的示教等内容^[8]。点击仿真运行, 机器人安装 5×4 的结构进行码垛, 装载完成一个托盘如图 4 所示。

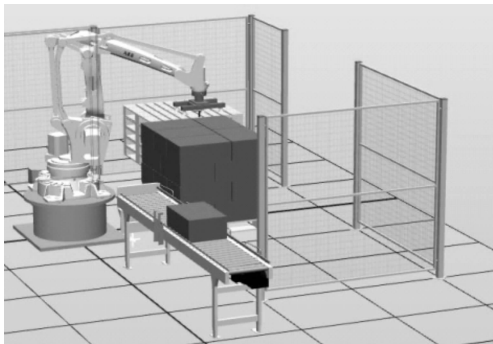


图 4 装载完成托盘

机器人装满一个托盘的工作时间是 90 s, 按照智能化配置, AGV 小车运走满载托盘, 并更换空托盘, 此过程需要 100 s, 因此完成一个工作循环需要 190 s, 每天按 8 h 工时计算, 总装载量约为 150 个托盘^[9]。相比于人工搬运, 大大提高了生产效率。

6 结束语

笔者通过利用 RobotStudio 搭建码垛机器人的虚拟工作站, 在计算机环境下完成机器人配置、调试和编程, 生成机器人加工程序, 同步到实际的加工过程中^[10], 不仅能够为工程师提供理论依据和技术参考, 同时对缩短智能化生产线的研发周期, 提高生产线的可靠性和评估产品生产效率都具有十分重要的参考价值。

参考文献 (References):

- [1] 陆 叶. 基于 RobotStudio 的机器人柔性制造生产线的仿真设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2016(6): 157-160.
- [2] 鲁 鹏, 张有博, 谷明信, 等. 基于 RobotStudio 的工业机器人虚拟仿真实验室的构建[J]. 机电技术, 2015(4): 152-155.
- [3] 叶 晖. 工业机器人典型应用案例精析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [4] 冯海涛. 机器人自动化抛光系统关键技术的研究[D]. 杭州: 浙江大学机械工程学院, 2015.
- [5] 徐 光, 肖小亭. 基于 RobotStudio 的水槽机器人抛光路径研究[J]. 机电工程技术, 2015, 44(9): 5-8.
- [6] COHAL V. Some aspects concerning geometric forms automatically find images and ordering them using RobotStudio simulation[J]. *Advanced Materials Research*, 2014, 3483(1036): 55-59.
- [7] 谭 定, 李亮玉, 王天琪. 基于 RobotStudio 的双机器人协调仿真[J]. 焊接技术, 2011, 40(6): 45-48.
- [8] 张杰峰, 刘传胜. 离线编程示教的工业机器人教学研究[J]. 装备制造技术, 2014(10): 222-224.
- [9] 叶 晖, 管小清. 工业机器人实操与应用技巧[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [10] CONNOLLY C, 张利梅. ABB RobotStudio 的技术与应用[J]. 机器人技术与应用, 2011(1): 29.

[编辑: 周昱晨]

本文引用格式:

王功亮, 王好臣, 李振雨, 等. 基于 RobotStudio 的码垛机器人智能工作站仿真研究[J]. 机电工程, 2017, 34(11): 1359-1362.

WANG Gong-liang, WANG Hao-chen, LI Zhen-yu, et al. Simulation of palletizing robot intelligent workstations based on RobotStudio[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2017, 34(11): 1359-1362.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>