

# 基于 MMX—VPU 的 Simatic 控制系统的人工智能模块

苏越

(广州华立科技职业学院, 广州 511325)

**摘要:** Simatic 控制系统对特定场景信息的识别能力较差, 整体响应时间较长; 为了完善系统功能, 利用 MMX—VPU 设计了人工智能模块, 该模块由识别单元和处理单元两部分组成, 识别单元的核心设备为摄像机和加速度计, 使用的芯片为型号为 FM11RF08 的非接触式识别芯片, 处理单元在集成接口上安装了可兼容的传感器, 使用的处理芯片名称为 Tensor Processing Units, 通过神经网络完成运行; 通过 WinAC 提供的软件 PLC 和插槽 PLC 来实现人工智能模块硬件 PLC 的识别和处理功能; 为检测人工智能模块工作效果, 设定对比实验, 结果表明, 加入人工智能模块的 Simatic 控制系统识别时间快 331.97/ms, 效率提高 55%, 响应时间缩短 0.5/ms。

**关键词:** MMX—VPU; Simatic 控制系统; 人工智能模块; WinAC

## Artificial Intelligence Module of Simatic Control System Based on MMX—VPU

Su Yue

(Guangzhou Huali Science and Technology Vocational College, Guangzhou 511325, China)

**Abstract:** The Simatic control system has poor recognition ability for specific scene information and a long overall response time. In order to improve the system function, the artificial intelligence module is designed by MMX—VPU. The module consists of two parts: the identification unit and the processing unit. The core device of the identification unit is the camera and the accelerometer. The chip used is the contactless identification model FM11RF08. The chip, the processing unit has a compatible sensor installed on the integrated interface, and the processing chip name is Tensor Processing Units, which is run through the nervous system. The software PLC and slot PLC provided by WinAC are used to realize the identification and processing functions of the artificial intelligence module hardware PLC. In order to detect the working effect of the artificial intelligence module and set up the contrast experiment, the results show that the Simatic control system with artificial intelligence module has a recognition time of 331.97/ms, an efficiency of 55%, and a response time of 0.5/ms.

**Keywords:** MMX—VPU; Simatic control system; artificial intelligence module; WinAC

## 0 引言

人工智能是当前最热门的话题之一, 在各个领域都具有广泛的用途, 如在工业领域, 人工智能可以帮助大幅度减轻编程, 减少工程开发的工程量, 使工程内部的控制工作能够进行得更加顺利, 控制逻辑在面对环境变化时可以更加灵敏地运行<sup>[1]</sup>。未来自动化系统将会大力应用人工智能, 并将人工智能打造成自动化系统的重要功能系统, 在全自动化集成环境下, 可实现涵盖从现场层、控制器层、边缘层直至云端的可扩展智能解决方案, 当应用环境和应用目标不同时, 还要进行适当调整。加入人工智能模块的系统不仅能够在单台机器上使用, 也可以在所有机器上使用<sup>[2]</sup>。

SIMATIC 于 1958 年诞生, 距今已经有 50 年的历史,

无论是 PLC、工业软件, 还是 HMI 都是 SIEMENS 自动化品牌研究的内容。目前 SIMATIC 已经从 S3 系列发展到 S7 系列, 已经成为目前我国最被信赖的品牌之一。SIMATIC S7—1500 TM NPU 人工智能识别模块具有很强的识别能力, 可以识别场景, 但是特定场景识别能力较差, 由于识别过程中设备的稳定性不高, 所以很难得到高精度识别结果, 控制效果差<sup>[3]</sup>。

MMX—VPU 英文全称为 MovidiusMynad X 视觉处理器 (VPU), 是一种视觉神经卡, 具有高效的视觉识别能力和处理能力, 可以有效提高 Simatic 控制系统内部的人工智能模块的控制能力<sup>[4]</sup>。综上所述, 基于 MMX—VPU 设计了一种 Simatic 系统的人工智能模块, 分析了模块内部摄像机的布置结构, 并阐述了模块的识别功能。

## 1 Simatic 控制系统的人工智能模块设计

人工智能模块, 是集成人工智能 (AI) 芯片的模块, 被应用于 SIMATIC S7—1500 控制器和 ET 200MP I/O 系

收稿日期: 2019-08-01; 修回日期: 2019-08-26。

**作者简介:** 苏越 (1985—), 女, 湖南长沙人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机人工智能、网络技术、软件开发等方向的研究。

统中<sup>[5]</sup>。SIMATIC 指的是西门子自动化系列产品，由西门子（SIEMENS）+ 自动化（Automatic）共同组成。SIE-MENS 全新 TM 神经处理器如图 1 所示。



图 1 SIEMENS 全新 TM 神经处理器

本文设计的人工智能模块是基于 MMX—VPU 设计的，共包括人工智能视觉识别单元和人工智能视觉处理单元两部分。

1.1 基于 MMX—VPU 的人工智能视觉识别单元设计

SIMATIC S7—1500 控制器采用的处理器为 TM 神经处理器（NPU），该处理器是由 Intel 公司生产，是 MovidiusMynad X 视觉处理器（VPU）系列的产品之一，该处理器在处理神经网络问题中具备高效处理的能力，人工智能模块中配有的 USB 3.1 接口和千兆以太网端口可以利用 SD 卡获得训练过程的神经系统功能。

针对 Simatic 系统设计人工智能识别模块，该模块的核心设备为摄像机和加速度计，通过摄像机和加速度计同时工作完成信息的识别。智能模块中的摄像机是由美国 TA-SED 公司研发的 360 人工智能视觉摄像机，该摄像机的设计原理为是人工智能视觉原理，清晰度为 1080P，镜头的角度为 150°广角，不仅可以识别物体，同时可以判断物体的颜色，辨别语音，并进行雷达监测。在人工智能模块中，对摄像机结构进行安排，结构示意图如图 2 所示。

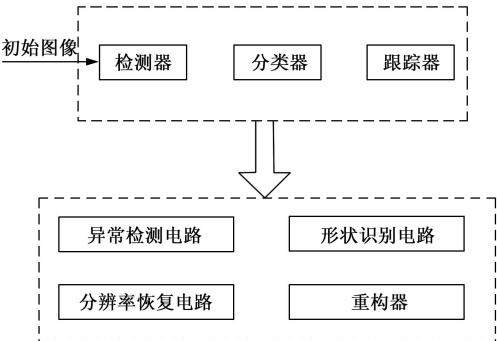


图 2 人工智能识别模块摄像机结构示意图

观察图 2 可知，设计的人工智能模块摄像机结构示意图由上下两层结构组成，共有两个端口，上层端口为检测端，下层端口为重构端。检测端的检测器负责检测信息，分类器负责实现信息分类，跟踪器负责对得到的信息进行跟踪。重构端包括多种电路，如：异常监测电路、形状恢复电路和分辨率恢复电路，除此之外，重构端还加入了一

个重构器。当传来初始特定场景图像信息后，检测端内部拥有固定的顺序，这一固定顺序可以将图像的原始参数打乱，并对参数进行分类，通过跟踪器对比原始图像参数和 3D 立体图像的参数，完成对比后返回重构端，再通过重构端来完成新一次的立体重建。重构端中的加速度计会对特定场景图像中的物体进行加速测量，整个测量工作都需要数字控制，内部的供电蓄电池电量为 3.3 V，并自带编程入口，可以编程数据，数据编程入口得到的结果通过计算机软件进行测量，根据测量结果设计代码，直接送给加速度计使用，从而有效提高人工智能模块识别的效率和识别的精度。

识别单元使用的芯片为复旦微电子有限公司生产的型号为 FM11RF08 的非接触式识别芯片，芯片结构如图 3 所示。

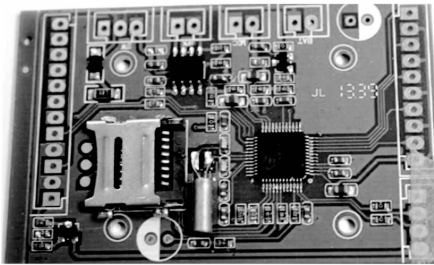


图 3 FM11RF08 非接触式识别芯片

该芯片使用的标准为 ISO/IEC 14443—A 芯片，不需要电源就要进行数据传输和能量传输，芯片的工作频率为 13.56 MHz，通讯波特率为 106 kbit/s，芯片使用的通讯方式为半双工通讯方式，加入的加密算法满足算法的 M1 标准，对数据的识别时间低于 100 ms<sup>[6]</sup>。芯片内部加入了三重防伪认证，可以有效确保数据在安全的状态下实现通信和传输，如果 SIMATIC 系统使用了分级密钥，那么每个扇区都会设置两套独立的密钥。通讯方式为非接触通讯，每个数据块之间都设定了 16 位 CRC 纠错，每个字节都需要进行奇偶校验位，通过编码的方式对“1”、“0”或者无信息进行区分。

1.2 基于 MMX—VPU 的人工智能处理单元设计

人工智能模块内部配有传感器和 CPU，传感器上的数据和 CPU 程序上的数据不可以直接反馈给中心系统，需要在神经网络的基础上进行处理，通常采用的处理算法是机器学习算法。传统的图像处理算法在进行信息识别时，必须要对每项信息数据进行精准地设置，但是机器学习算法是通过分析图像数据来进行识别的，灵活性更高。加入机器学习算法后的人工智能处理模块可以同时完成生产工厂的视觉质量检验和图像引导，效率更高，专业性更强。

在人工智能模块的处理单元上安装了 VPU，该款 VPU 采用的是英特尔新款 Myriad X VPU 芯片，并通过专用的硬件加速器实现加速工作。利用 Myriad X 进行图像处理和神经网络计算，Myriad X 在计算机视觉领域中有着重重要的地位，是计算机视觉应用的先驱。单元内部的嵌入式

英特尔芯片可以在训练模型的基础上，提高处理和数据评估的速度，加强人工智能模块在工业自动化领域的应用范围<sup>[7]</sup>。

在处理单元的集成接口上安装可兼容的传感器，通过传感器来采集数据，被采集到的数据和 CPU 程序内部数据在经过神经网络处理后，还需要重新进入 CPU 程序中完成评估。处理单元的外部框架选用的是 Tensorflow 开放式人工智能框架，大大提高运行过程的开放性。基于 MMX－VPU 的人工智能处理单元处理过程如图 4 所示。

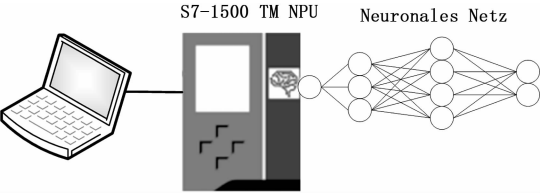


图 4 基于 MMX－VPU 的人工智能处理单元处理过程

处理单元将 AI 算法逻辑融合到一起，有效降低应用成本，在人工智能模块中加入具有 AI 功能的 Myriad™X 视觉处理单元芯片，能够大大提高神经网络对数据的处理效率。在中央机架 Simatic 控制系统的 CPU 后面、分布式 I/P 接口模块的前面安装 TM NPU，安装数量根据实际应用情况决定。

处理单元通过神经系统完成运行，该神经系统必须要在 SD 卡上经过训练，利用千兆以太网和 USB3.1 兼容传感器作为处理单元内部集成接口<sup>[8]</sup>。利用背板总线获得 CPU 数据，并将获得的数据作为原始数据在 CPU 程序中进行处理和分析，运行过程如图 5 所示。

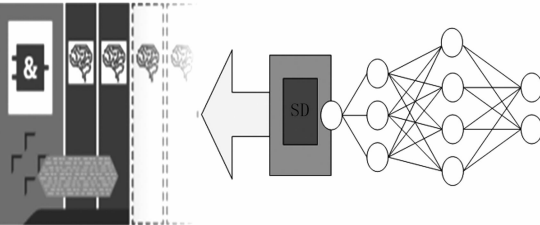


图 5 CPU 数据处理过程

处理模块中使用的处理芯片名称为 Tensor Processing Units，简称 TPU，TPU 芯片又称张量处理器芯片，能够有效加速神经网络，对大量数据库进行并行计算，并且在计算过程中确保消耗的能耗很低<sup>[9]</sup>。

芯片结构如图 6 所示。

TPU 内部不主要是由运算单元、数据单元、控制逻辑单元和 I/O 共同组成。TPU 在设计时，缩短了控制单元所占空间，将缩小的空间应用到存储器和运算单元中，因此芯片虽然只有其它芯片的一半，但是学习速度是传统 GPU 的 15～30 倍，性能功耗比也能高出 30～80 倍，十分适合应用到人工智能模块中。

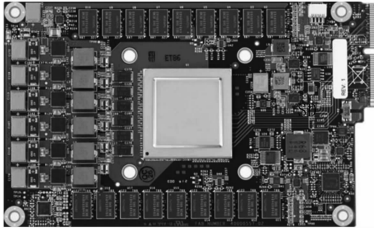


图 6 TPU 处理芯片

2 Simatic 控制系统的人工智能模块应用功能

基于 MMX－VPU 的 SIMATIC 控制系统的人工智能模块具有优秀的识别功能和处理功能。识别单元中的传感器采集到的信息会在处理单元内部的神经网络中不断训练，对图像的各种参数进行判别。通过 STEP 7 标准软件包与数据进行控制操作，包括编程、组态、模拟和维护等等。利用 C7 PLC 和 SIMATIC WinAC 对智能模块中的 PC 设备进行组态编程和维护，实现各项的管理工作。编程和在线仿真的操作平台为 Windows 平台。

人工智能模块中加入了基于 PC 的控制软件，该软件可以使用个人计算机完成程序的运行，通过 WinAC 提供的软件 PLC 和插槽 PLC 来实现人工智能模块硬件 PLC 的识别和处理功能。由于控制系统智能模块内部的处理器完全兼容，所以可以采用统一的编程工具进行编程，在 S7 系列的处理器上进行操作。

通过应用于机器级的 ProTool 和应用控级的 WinCC 设计人机界面软件，使人工智能模块中的操作面板和标准 PC 都能够在短时间内很好地完成组态。除了作为组态软件外，ProTool/Pro 还可以监控 Windows 系统的运行状况。利用 WinCC 监控 SIMATIC 控制系统的数据，WinCC 不仅能够实现数据监控，还能够进行数据采集，操作简单、开放性强、可靠性高，将其与人工智能模块中的 PLC 硬件进行结合，有效减少项目的处理时间。

3 实验研究

3.1 实验目的

为了检验基于 MMX－VPU 的 SIMATIC 控制系统的人工智能模块的工作效果，设计了实验研究，拍摄 6 组图像作为实验场景。

3.2 实验参数与实验环境设计

设置实验参数如表 1 所示。

表 1 实验参数

项目	参数
实验操作系统	Windows 系统
识别芯片	FM11RF08 非接触式识别芯片
处理芯片	Tensor Processing Units 处理芯片
控制软件	PC 软件
人机界面软件	ProTool/WinCC
VPU	Myriad X VPU
分布式接口	I/P 接口

设定的实验环境如图 7 所示。



图 7 实验环境

3.3 实验结果与分析

根据上述实验参数和实验环境进行实验，同时选用传统的 SIMATIC 控制系统以及加入本文研究的人工智能模块的 SIMATIC 控制系统对 4 组图像数据进行识别和控制测试，得到的实验结果如下。

(1) 识别效率测试：

传统的 SIMATIC 控制系统以及加入本文研究的人工智能模块的 SIMATIC 控制系统在对 4 组数据进行识别时花费的平均时间如表 2 所示。

表 2 识别时间平均值对比结果

图像组别	传统的 SIMATIC 控制系统识别时间/ms	加入人工智能模块的 SIMATIC 控制系统识别时间/ms
1	1254.65	1121.33
2	1525.63	1286.47
3	1955.31	1427.68
4	1748.26	1320.49

由表 2 可知，所提方法比传统方法的平均识别时间快 331.97/ms。根据图像相对数据量和识别图像花费的时间计算出识别效率，得到的实验结果如图 8 所示。

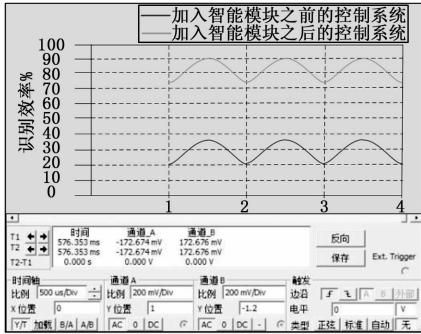


图 8 识别效率测试实验结果

由图 8 可知，加入所提方法后，识别效率较加入之前提高了 55%。人工智能模块内部的软件识别程序可以对不同场景进行区分识别，即使是复杂场景，软件也可以将复杂信息过滤掉，从而提高识别效率。在进行识别时，人工智能模块会同时下发应答指令、防冲突指令、选择指令、验证指令、读写指令和传输指令，系统内部的人工智能模

块各项设备同时工作，对复杂场景进行识别，识别的信息会快速输入到验证中心，通过验证中心检验所识别的数据的准确性，操作速度快，准确性高，对于加强系统的整体运行有重要效果。

(2) 响应时间测试：

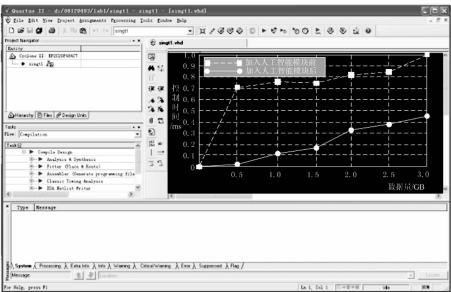


图 9 响应时间测试结果

由上图可知，在对相同的数据量进行控制时，加入人工智能模块的 SIMATIC 控制系统花费的响应时间较未加入人工智能模块的 SIMATIC 控制系统快 0.5/ms。未加入人工智能模块的 SIMATIC 控制系统在进行数据量识别时需要耗费大量的时间，且需要反复校验确保识别的准确率，所有的识别项目都是逐一进行的，而加入人工智能模块的 SIMATIC 控制系统中的各项设备同时工作，所有软件都会同时配合硬件工作，由监控程序控制效果，大大节省响应时间。

3.4 实验结论

根据上述实验结果，得到如下实验结论：

(1) 基于 MMX—VPU 的 SIMATIC 控制系统的人工智能模块具有很强的场景识别能力和信息处理能力，能够在短时间内实现特定场景信息识别，效率高、精度好；

(2) MMX—VPU 的人工智能模块不仅能够识别低层视觉特征和低层听觉特征，同时可以得到最佳状态序列，将识别到的特征做成一个映射，通过映射来反映特征在时域上的联系，从而更好地表达特征；

(3) 尤其是在复杂环境下，MMX—VPU 视觉卡能够有效滤除掉杂乱信息背景，使特征点数目得到减少，进而提高特征点的质量；

(4) 通过分析 SIMATIC 的控制效果可知，加入基于 MMX—VPU 的人工智能模块后，系统的拓扑结构更强，灵活性更高，鲁棒性更强；

(5) 利用神经网络对得到的数据进行训练，使环境背景音和噪音能够完全融合到控制系统中，从而提高控制系统的工作效果。

4 结束语

人工智能模块在未来的集成自动化领域有着广阔的发展前景，不仅可以帮助自动化系统的控制逻辑更加灵活地面对环境变化，同时可以打造更加灵活地生产流程。

本文设计的基于 MMX—VPU 的人工智能模块由识别单元和处理单元两部分组成,具有很强的控制能力,并可以帮助用户根据所处环境 and 应用目标自主地调整解决方案的规模。

该人工智能模块同时具备高灵活性、高质量、高效率和高性价比的优点,同时引用人工智能和机器算法,使 SIMATIC 控制系统在处理未知对象时更加轻松,不再需要耗费大量的资源进行编程,灵活性更高;可靠地质检专家知识可以直接输入人工智能模块,所有的神经网络模型都会利用上层网络进行训练,增加控制系统的质量;在面对人工干预时,人工智能模块会快速灵活地响应,缩短停机时间,增加系统的实用能力;SIMATIC 控制系统可以通过人工智能模块在短时间内检测出生产遇到的问题,从而避免出现报废产品,降低工作成本。

#### 参考文献:

- [1] 张新新,刘华东. 出版+人工智能:未来出版的新模式与新形态——以《新一代人工智能发展规划》为视角 [J]. 科技与出

(上接第 109 页)

采用上述设计的滑模变结构控制器可以控制水冷壁磨损检测机器人沿期望的路径稳定的爬行,控制器的控制作用稳定可靠<sup>[15]</sup>。

## 5 结论

本文针对锅炉水冷壁磨损检测机器人的路径跟踪问题,提出了一种基于指数趋近律的滑模变结构控制的机器人路径跟踪方法,并利用 Lyapunov 定理验证其收敛性。最后通过 MATLAB 软件模拟仿真,仿真结果表明该控制器可以使水冷壁磨损检测机器人更加平稳的趋近期望路径,并跟踪直线路径运动;且误差超调量较小,变化平稳,逐渐收敛至零。该滑模变结构控制器设计可靠,应用性较好。

#### 参考文献:

- [1] 孙海龙. 循环硫化床锅炉典型事故分析 [J]. 科技展望, 2015 (25).
- [2] 王星海. 循环硫化床锅炉水冷壁的磨损原因分析及防磨措施 [J]. 现代制造技术与装备, 2018 (5): 126-128.
- [3] 李金良,孙友霞,包继华,等. 煤矿救援机器人运动控制的研究 [J]. 煤矿机械, 2009, 30 (9): 56-58.
- [4] 陈 罡,孟 静,高晓丁,等. 基于 Backstepping 方法的移动机器人路径跟踪问题研究 [J]. 测控技术, 2016 (8): 52-56.
- [5] 牛雪梅,高国琴,鲍智达,等. 基于滑模变结构控制的温室喷药移动机器人路径跟踪 [J]. 农业工程学报, 2013, 29 (2): 9-16.
- [6] 王纪伟,陈 刚,汪 俊. 基于模糊免疫 PID 的驾驶机器人车辆路径及速度跟踪控制 [J]. 南京理工大学学报, 2017 (6):

版, 2017, 21 (12): 38-43.

- [2] 田迎新,薛海霞. 基于人工智能技术分析电气自动化的发展前景 [J]. 电子技术与软件工程, 2017, 66 (15): 255-255.
- [3] 朱建芸. 西门子发布针对 Simatic 控制系统的人工智能模块 [J]. 轻工机械, 2019, 37 (1): 87-87.
- [4] 郑小龙. 视觉处理平台 VPU 发展趋势 [J]. 电子产品世界, 2017, 55 (1): 25-26.
- [5] 文 晓. 西门子:创智于新通达致远 SIMATIC PCS 7 V9.0 助力过程工业数字化 [J]. 自动化博览, 2017, 21 (7): 28-29.
- [6] 单承轸,马海燕. 无源 RFID 芯片 H4006 及其应用设计 [J]. 电子设计工程, 2017, 22 (3): 47-48.
- [7] 轩 中. 中国在计算机视觉领域的人工智能公司 [J]. 互联网周刊, 2018, 668 (14): 48-50.
- [8] 付小波,马中高,余嘉顺,等. 基于多图形处理单元加速的各向异性弹性波正演模拟 [J]. 科学技术与工程, 2018, 18 (11): 16-22.
- [9] 人工智能 AI 世代乐学. 谷歌推出定制化机器学习芯片速度是传统 GPU 的 15 到 30 倍 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2017, 22 (8): 7-8.
- [7] 李 渊,马 戎,付维平. 智能车辆的滑模轨迹跟踪控制 [J]. 测控技术, 2012, 31 (9): 71-74.
- [8] Shin Jinho. Robust adaptive fuzzy backstepping control for trajectory tracking of an electrically driven nonholonomic mobile robot with uncertainties [J]. Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 2012, 18 (10): 902-911.
- [9] 王皖君,张为公,龚宗洋. 自动导引车路径跟踪控制 [J]. 测控技术, 2009, 28 (9): 49-51.
- [10] 吴青云. 非完整移动机器人的自适应滑模轨迹跟踪控制研究 [D]. 西安:西安大学, 2007.
- [11] Urrea C, José Muñoz. Path Tracking of Mobile Robot in Crops [M]. Kluwer Academic Publishers, 2015.
- [12] Claudio Urrea, Jose Munoz. Path Tracking of Mobile Robot Crops [J]. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 2015, 80 (2): 193-205.
- [13] Francisco Bonin—Font, Alberto Ortiz, Gabriel Oliver. Visual Navigation for Mobile Robots: A Survey [J]. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 2008, 53 (3): 263-296.
- [14] E Setijadi, Y Aniroh, VG Gradetsky, et al. Trajectory Tracking of a Wheeled Wall Climbing Robot Using PID Controller [A]. International Conference on Advanced Mechatronics [C]. 2015: 143-146.
- [15] Adib Yaghmaie Farnaz, Bakhshande Fateme, Taghirad Hamid D. Feedback error learning control of trajectory tracking of nonholonomic mobile robot [C]. ICEE 2012 - 20th Iranian Conference on Electrical Engineering, 2012: 889-893.