

doi:10.16576/j.ISSN.1007-4414.2024.06.019

双足步行机器人语音识别控制系统设计应用*

李辉辉¹, 周健², 黄廷勋², 李丽珠², 彭海辉³(1. 广东开放大学(广东理工职业学院), 广东 广州 510091; 2. 广州市从化区职业技术学校, 广东 广州 510920;
3. 深圳市盐田区山海学校, 广东 深圳 518081)

摘要:现如今语音识别技术被广泛应用在智能机器人控制领域。为提高人形机器人的人机交互水平,文章设计了一种以双足步行机器人移动平台为载体、语音识别模块为媒介、扬声器模块为应答的人机交互智能控制系统。先通过合理搭建硬件系统,确保各模块之间通信畅通;再将控制系统分别处于安静、嘈杂、封闭、空旷等环境中进行试验,并实现了预期效果。该文研究实践了语音识别技术在双足步行机器人控制系统设计中的应用,其设计分析及验证结果可为今后提高双足步行机器人的智能化设计研究提供参考。

关键词:语音;双足步行机器人;控制系统;效果

中图分类号:TP242

文献标识码:A

文章编号:1007-4414(2024)06-0069-04

Design and Application of Speech Recognition Control System for Bipedal Walking RobotLI Hui-hui¹, ZHOU Jian², HUANG Ting-xun², LI Li-zhu², PENG Hai-hui³(1. Guangdong Open University (Guangdong Polytechnic Institute), Guangzhou 510091, Guangdong, China;
2. Guangzhou Conghua Vocational and Technical School, Guangzhou 510920, Guangdong, China;
3. Shenzhen Yantian Shanhai School, Shenzhen 518081, Guangdong, China)

Abstract: Speech recognition technology is widely applied in the field of intelligent robot control. In order to improve the human-machine interaction level of humanoid robots, a human-machine interaction intelligent control system is designed in this paper, which uses a bipedal walking robot mobile platform as the carrier, a speech recognition module as the medium, and a speaker module as the response. Firstly, a reasonable hardware system was built to ensure smooth communication between modules; then, the control system was tested in quiet, noisy, enclosed, and open environments respectively, and the expected results were achieved. This article studies and practices the application of speech recognition technology in the design of control systems for bipedal walking robots. The design analysis and verification results provide reference for improving the intelligent design research of bipedal walking robots.

Key words: speech; bipedal walking robot; control system; results

0 引言

语音识别技术如今被广泛应用在高速公路智能客服系统、救援机器人、无线电基础设施、发电厂等各种领域^[1-4],该技术不仅切实提高了各行各业的工作效率,还有效提升了设备运行的智能化水平。

目前已经开展了语音识别听觉导航、语音识别测试方法等方面的研究。伍玉等^[5]分析了救援人员在应对地震、火灾等常见自然灾害时,因受到墙体或浓烟等物体阻碍,难以准确定位救援目标,通过配合使用语音识别听觉导航技术可有效提升救援效果。曹延等^[6]将语音识别技术应用于智能家居领域,对智能燃气灶语音识别测试方法进行了研究,就语音口音、环境、点位等因素对语音识别控制系统所产生的影响提出了相应解决方案。为进一步优化人机关系、增进人机情感交流,越来越多的类人型智能机器人走进人们的生活^[7-11]。例如,2018年9月18日,广州

白云机场上线“云朵”智能机器人^[12],该机器人的外形跟人类相似,不仅可以移动且能与旅客进行语音交流,还可以为旅客提供航班信息咨询、定位导航等多项智能化服务。而双足步行机器人的运动方式是模仿人类直立行走^[13],倘若再赋予其人机交互能力,则其更有可能受到更多用户的欢迎。

基于语音控制技术在机器人控制领域的应用不断扩大,笔者研究提出的方案主要包括以下两个方面:①搭建机器人语音控制系统:搭建以 Arduino 为控制器、双足步行机器人移动平台为载体、语音识别模块为媒介的控制系统^[14-16],人通过语音来控制机器人,使其执行前进、后退、转向等动作;②提升人机交互体验:给控制系统配置一个内含 TF 卡的扬声器,根据人发出的不同语音指令,扬声器播放存储在 TF 卡内的 MP3 音频文件作为应答,以实现并达到提高控制系统人机交互能力的目的。

* 收稿日期:2024-02-08

作者简介:李辉辉(1987-),男,广东梅州人,讲师,研究方向:机电技术及智能控制。

笔者重点对语音识别技术在双足步行机器人中的应用展开研究,设计出具备人机交互能力的双足步行机器人语音控制系统,并通过试验结果分析,提出相应解决方案,从而提升控制系统的智能化水平。

1 系统设计

控制系统框图如图1所示。由图1可知,此次研究控制系统主要由 Arduino 主控板、双足步行机器人移动平台、语音识别和扬声器模块、电源模块四大部分组成。控制系统实物图如图2所示。由图2可知,以双足步行机器人前进方向为参考,语音识别和扬声器模块用螺丝固定安装在双足步行机器人的右侧铝板上。其中,用杜邦线同时将主控板的串口接收端口 RX 和扬声器模块的接收端口 RX 连接到语音识别模块的发送端口 TX;电源模块则为各用电器提供稳定的直流电压。

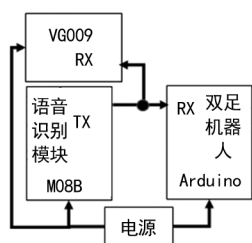


图1 控制系统框图

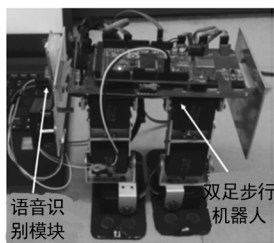


图2 控制系统实物图

1.1 双足步行机器人移动平台

双足步行机器人平台主要由控制器和双足组成。一方面,主控板采用 Arduino MEGA 2560 开发板,该开发板的 I/O 口配置脉宽调制 PWM (Pulse-Width Modulation) 和串口两种信号接口;PWM 接口负责控制机器人足部的舵机,串口负责与语音识别模块通信;另一方面,双足由 6 个舵机和若干支架搭建而成,并用铝制横梁将双足稳固连接。控制器通过控制安装在机器人双足的 6 个舵机转动,让机器人完成向前进、向后退、左转向、右转向、鞠躬等一系列动作^[17]。

1.2 语音识别模块

此次语音识别模块采用的品牌是 WEGASUN,型号是 M08B+VG009。其中 M08B 是语音识别模块主体,负责检测人的语音信号,并将该语音信号转换成数据信号后通过 TX 端口返回;VG009 是内置 1 个 TF 卡的扬声器模块,它可以根据 M08B 接收返回的数据信号来选择播放存储在 TF 卡里对应的音频文件。

根据厂家提供的学习资料了解该语音识别模块的工作原理。例如,当人对着语音识别模块发出“请退下”的语音时,经 M08B 识别处理后,M08B 的数据发送端口 TX 会返回数据“253”;当 VG009 接收到数据“253”时,扬声器会播放存储在 TF 卡里面命名为

“0253”的 MP3 音频文件,并做出“已退下”的音频回应。M08B+VG009 语音模块数据格式如表 1 所列。M08B 最多可存储地址为 000~049 的共 50 个词条;VG009 再根据 M08B 的返回值,选择播放对应的 MP3 音频文件。

表 1 M08B+VG009 语音模块数据格式

地址	M08B 词条	返回值	VG009 音频名称
00	ji qi ren	254	0254.MP3
01	qing tui xia	253	0253.MP3
02	qian jin	001	0001.MP3
...
048	pin yin a	047	0047.MP3
049	pin yin b	048	0048.MP3

1.3 电源模块

此次研究总电源采用锂电池。因为 Arduino 主控板、语音识别和扬声器模块均采用 DC 5V 电压供电,而安装在机器人腿部的 6 个舵机则需要 DC 8V 左右的电压才能正常驱动。所以,总电源要经过 LM2576 稳压芯片得到 DC 5V 电压,以及经过 LM2596 稳压芯片得到 DC 8V 左右的电压,并分别给不同的用电器提供合适的直流电压。

2 控制策略

语音识别模块是控制系统重要的传感器,它在控制系统中起到负责下达命令的指挥官作用。语音识别模块能否有效识别人的语音以及语音识别模块与主控器、扬声器模块之间的数据通信是否准确将直接影响到机器人执行主程序流程的效果^[18]。

2.1 主程序流程

控制系统主控器 Arduino 采用 C 语言编程,编程的软件是 Arduino-1.8.9-Windows。控制系统总体流程如下:①当语音识别模块检测到系统设定的语音词条后,其串口输出端口 TX 会发送相对应的数据,该数据会同时发送给 Arduino 主控板和扬声器模块;② Arduino 主控器在接收到语音识别模块的有效命令后,会命令机器人执行相应动作;如果 Arduino 主控器未接收到语音识别模块的有效命令,则机器人不执行任何动作;③扬声器并不受 Arduino 主控板控制,而是根据语音识别模块发送的数据对应播放存储在 TF 卡内的 MP3 音频文件作为回应,以强化人机交互效果。因此,语音识别模块在控制系统中起到极为关键的作用。

2.2 语音识别模块功能设置

语音识别模块功能表如表 2 所列,其解释如下:①“0”表示语音识别模块并没有检测到该种语音;“1”表示语音识别模块成功检测到该种语音;“×”表

示无论外界是否发出该语音,均无效。②输入端设置了机器人、请退下、前进、后退、向左转、向右转、停止共7个语音词条,经M08B识别后,其输出端口TX会发出相对应的7种返回值。

表2 语音识别模块功能表

机器人	请退下	前进	后退	向左转	向右转	停止	TX 输出
0	×	×	×	×	×	×	无
1	0	0	0	0	0	0	254
1	1	0	0	0	0	0	253
1	0	1	0	0	0	0	001
1	0	0	1	0	0	0	002
1	0	0	0	1	0	0	003
1	0	0	0	0	1	0	004
1	0	0	0	0	0	1	005

2.3 通信数据格式设置

扬声器模块和双足步行机器人的数据格式如表3所列。当扬声器的RX端口接收到语音识别模块TX端口发来的数据“001”时,则扬声器会播放语音“好的,前进”;该数据“001”同时也传给双足步行机器人的控制器,机器人将执行前进指令。

表3 扬声器和机器人数据格式

RX 端口接收的数据	扬声器播放的MP3 音频内容	机器人执行的动作
254	我在呢	无
253	已退下	无
001	好的,前进	前进
002	好的,后退	后退
003	好的,向左转	向左转
004	好的,向右转	向右转
005	好的,已停止	停止

3 语音控制试验

由于语音口音、声音大小、发音位置、外界噪音等因素均会对语音识别模块的识别效果带来影响,因此,需分别在多种环境下进行试验,并对比分析各种环境下的试验结果,从而得出此次控制系统研究最佳的工作参数。

3.1 试验方法

一方面,选择在安静且封闭的实验室内进行试验。人对着语音识别模块分别发出机器人、请退下、前进、后退、向左转、向右转、停止7种语音,检验扬声器和机器人能否达到预定效果。另一方面,为检验语音控制效果,试验场地分别选择在封闭但嘈杂的室内、空旷但安静的大礼堂、空旷且嘈杂的篮球场进行。与此同时,在同一环境下,更换不同口音的人重复上述试验过程,以此来检验语音控制的效果。

3.2 试验结果

通过上述试验,得到试验结果如下:①只要语音

识别模块能准确识别人的语音,机器人和扬声器均能精准实现预期目标;②试验结果如表4所列,第1列的序号1~4表示的试验环境分别是:安静且封闭、封闭但嘈杂、空旷但安静、空旷且嘈杂;百分数表示每进行10次试验时,试验成功的概率;③从表4数据中可以得出:在安静且封闭的环境下,试验成功率最高;在空旷且嘈杂的环境下,试验成功率最不理想;④通过不同的人发音,重复相同的试验,只要普通话标准、吐字清晰,则试验结果差别不大;但是,人不能距离语音识别模块过远,否则试验成功率将会降低。

表4 试验结果一览表

No.	机器人	请退下	前进	后退	向左转	向右转	停止	/%
1	100	100	100	100	100	100	100	90
2	70	70	60	70	70	70	70	50
3	80	80	80	60	80	70	70	60
4	30	30	20	20	30	30	30	10

3.3 试验结果分析

由表4得出以下试验结果:①双足步行机器人能成功通过人的语音进行控制,在安静且封闭的环境下,控制准确率达90%以上;这是因为在此环境下,语音识别模块能准确识别人的语音。②在空旷或者嘈杂的环境下,语音控制机器人的成功率明显下降,这是由于语音识别模块受不利环境的影响而导致不能准确地识别人的语音。③表4最后一列数据显示,发音为“停止”的命令不容易被语音识别模块检测到;为此,此次研究将语音命令“停止”改为“停下来”,发现试验成功率得到显著提升;这说明语音识别模块还受限于发音,需要通过调试来配置最佳发音命令。④人的发音应尽可能用标准的普通话,尽量避免出现吐字不清晰或者使用方言的情况,否则均会导致试验失败。

4 结语

文章针对如何提高双足步行机器人移动平台智能化水平而提出了用语音识别模块控制机器人的运动,并用内含TF卡的扬声器模块作为应答的解决方案。首先,搭建具备语音识别模块的双足步行机器人移动平台,为人机互动打下硬件基础;其次,根据语音控制模块的特点,制定控制机器人的功能表和数据格式,为语音控制机器人提供算法保障;最后,选择恰当的试验方法,验证语音控制机器人的效果,通过对试验结果的分析,找到存在问题和制约因素,并加以完善,确保达到最佳的语音控制效果。

试验表明:在安静和封闭的环境下,语音控制机器人效果良好,且具有良好的人机互动效果。但是在嘈杂环境中,语音控制机器人的效果较差。

因此,后续应进一步改善控制系统。例如,可以先将语音识别模块与双足步行机器人拆分开来,再给机器人安装1个蓝牙模块作为二者传输信号的桥梁,人则可以像手持麦克风一样,近距离对着语音识别模块说出语音控制命令,从而克服嘈杂环境对控制系统所带来的干扰。总之,语音识别技术在双足步行机器人控制系统中的应用可为之后同类问题的研究提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 丁黎峰,朱 辉.基于语音识别技术的高速公路智能客服机器人系统建设[J].长江信息通信,2022,35(3):190-192.
- [2] 孙 昊,刘作军,杨 鹏,等.基于语音识别的救援机器人听觉导航方法[J].北京科技大学学报,2012,34(1):71-75.
- [3] 吴 霞,欧阳程,陈沫言,等.语音自动识别在无线电监测中的应用研究[J].中国无线电,2023(11):44-48.
- [4] 王志敏行,邓士光,徐云龙,等.语音识别在核电厂控制室中的应用研究[J].自动化仪表,2023,44(S1):259-262+267.
- [5] 伍 玉,毛明海.救援机器人内的语音识别听觉导航[J].电子技术与软件工程,2018(24):86.
- [6] 曹 延,曾如翔,陈响亮,等.智能燃气灶语音识别测试方法研究[J].科技创新与应用,2024,14(2):59-62.

- [7] 崔 琛.类人智能机器人拟人化对消费者使用意愿的影响研究[D].兰州:兰州财经大学,2023.
- [8] 张雯琦.机器人拟人化对服务体验质量的影响研究[D].厦门:厦门大学,2021.
- [9] 李 洁,袁雪纯,张 千.类人型机器人动作情感识别研究[J].包装工程,2022,43(10):66-72+79.
- [10] 寇云凯,林浩意,苏芑桥,等.一种用于机场候机楼智能指引的轮式机器人系统设计[J].科技风,2023(35):1-4.
- [11] 陈 烈.交互设计在机场服务机器人产品中的应用[J].鞋类工艺与设计,2023,3(18):110-112.
- [12] 周 巍.白云机场上线“云朵”智能机器人[N].羊城晚报,2018-9-19(A06G).
- [13] 易奥星,张 宝,朱雪璇,等.基于UG的双足步行机器人运动步态仿真分析[J].机械研究与应用,2023,36(2):1-3+7.
- [14] 李焕贞,孙 茜.基于语音识别技术的智能机器人控制系统设计与应用[J].无线互联科技,2023,20(15):41-44.
- [15] 徐教礼,田怀谷,孔令云,等.语音控制机器人的设计[J].中外企业家,2019(7):139.
- [16] 张琪琛,邸 韬.基于语音识别技术的移动机器人控制系统研发[J].中国标准化,2018(24):245-246.
- [17] 李辉辉,田世锋,杨 亭,等.双足步行机器人控制系统设计与试验[J].现代制造技术与装备,2023,59(3):40-42.
- [18] 庄晓霖.基于机器视觉的路径识别及避障导航系统[D].广州:华南农业大学,2016.

(上接第68页)

分析不仅验证了改进后连杆小头在承载能力、强度和刚度方面的显著提升,同时也确保了其在极端工况下的安全可靠性和工作性能。

4 设计应用

在作业中,对优化前后的连杆组件结构的连续负载输出性能和维护周期进行了对比分析,通过对实际运行数据的采集和分析发现,优化后的压裂泵在连续工作500 h后仍能保持初始性能的90%以上,而未经优化的压裂泵在相同工况下仅能保持70%。经过结构优化后,压裂泵维护周期从原来的每200 h延长至每300 h,减少了近30%的维护工作量。同时,由于材料和工艺的改进,部分零部件的寿命提高了20%以上。结果显示,经过结构优化的同规格压裂泵在连续负载输出性能、工作可靠性及疲劳寿命方面表现出显著的优势。

5 结语

文章重点对压裂柱塞泵中核心关键零部件连杆组件进行了结构优化设计及强化处理,这一优化设计改进不仅提升了压裂泵的工作效率、延长了使用寿命,增强了工作可靠性和稳定性,还实现了轻量化结

构设计,降低了设备体积和重量。随着科技进步和油气开采工业高质量发展,期待压裂泵关键零部件结构的优化设计将取得更多突破和创新,以为油气开采行业提供更强大的技术支撑。

参考文献:

- [1] 戚 伟,杨 波,晁 宇.基于模糊RBF的液压力压裂泵同步研究[J].机床与液压,2023,51(20):44-50.
- [2] 曾德刚,刘德昊,王 杭,等.基于Ansys Workbench的压裂泵泵头疲劳寿命预估及有限元分析[J].石油和化工设备,2023,26(10):9-14.
- [3] 刘有平.提高国产压裂车技术装备水平的建议[J].石油机械,1997,25(7):44-46.
- [4] 徐 强.页岩气开发中电动泵压裂技术应用的效益分析[J].江汉石油职工大学学报,2023,36(4):100-102.
- [5] 刘 欣,胡登平,白兴家,等.工作载荷下压裂泵曲轴的受力性能分析[J].化工机械,2023,50(1):54-58+87.
- [6] 王俊玉,李彦志,王志喜,等.压裂装备发展现状及发展趋势探讨[J].机械研究与应用,2022,35(5):240-242+246.
- [7] 黄志遂,雷广进,乔建勋,等.压裂泵虚拟试验连杆疲劳性能研究[J].石油矿场机械,2022,51(3):65-70.
- [8] 李向龙,芮执元,雷春丽,等.压裂泵连杆动态特性分析[J].机械制造,2015(1):23-25.