

王苑丞, 文靖豪, 张祺睿, 等. 基于 Jetson Nano 的智能双足人形机器人[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(4): 177-179. DOI: 10.20169/j.issn.2095-2163.240428

基于 Jetson Nano 的智能双足人形机器人

王苑丞¹, 文靖豪¹, 张祺睿¹, 冯旭冉¹, 彭熙^{1,2,3}

(1 华中师范大学 计算机学院, 武汉 430079; 2 湖北省人工智能与智慧学习重点实验室, 武汉 430079;

3 湖北省高等学校计算机基础实验教学示范中心, 武汉 430079)

摘要: 针对人型机器人多样的使用需求及复杂的使用环境, 本文设计出一款以高性能 NVIDIA Jetson Nano 为主控板, 采用舵机驱动、搭载多个感知模块的智能双足人型机器人, 通过 ROS 系统进行步态控制, 依靠摄像头、多种传感器及配套算法实现姿态识别和空间位置计算, 完成机器人整体的行动。

关键词: 双足人型机器人; Jetson Nano; 传感器

中图分类号: TP242.6

文献标志码: A

文章编号: 2095-2163(2024)04-0177-03

Intelligent biped humanoid robot based on Jetson Nano

WANG Yuancheng¹, WEN Jinghao¹, ZHANG Qirui¹, FENG Xuran¹, PENG Xi^{1,2,3}

(1 School of Computer Science, Central China Normal University, Wuhan 430079, China; 2 Hubei Provincial Key Laboratory of Artificial Intelligence and Smart Learning, Wuhan 430079, China; 3 Higher Education Institutions of Hubei Province Experimental Teaching Model Center of Basic Computer Science, Wuhan 430079, China)

Abstract: Aiming at the diverse needs and complex environment of humanoid robots, this paper designs an intelligent bipedal humanoid robot with a high-performance NVIDIA Jetson Nano as the main control board, driven by a servo, and equipped with multiple sensing modules. Through the ROS system for gait control, relying on the camera, a variety of sensors and supporting algorithms to achieve gesture recognition and spatial position calculation and other functions, to complete the overall action of the robot.

Key words: biped humanoid robot; Jetson Nano; sensors

0 引言

随着科技的不断发展, 机器人逐渐走进了人们的生活。在这个领域中, 除传统的多足机器人, 仿人型机器人也成为了研究和应用的热点之一^[1]。相比于传统的机器人, 仿人型机器人具有更接近人类的外形和结构, 能够模拟人类的行为和动作, 因此被广泛应用于各种领域, 特别是在一些高风险和高危险环境下, 如核辐射区、危险清洁工作等^[2-3]。这些机器人具有灵活的行动能力和稳定的平衡性, 能够代替人类执行各种高风险任务, 降低了人员伤亡风险, 提高了工作效率^[4-5]。

另外, 小型智能双足人型机器人的研究和发展也为人工智能和机器人技术的进步提供了重要的平台^[6]。通过研究这些机器人的感知、规划和控制等关键技术, 可以不断提高机器人的智能水平和应用范围, 推动机器人技术在更广泛领域的应用^[7]。

因此, 小型智能双足人型机器人的更新换代不仅对于社会发展具有重要意义, 还为人类创造了更加安全、高效的工作环境, 推动了人工智能和机器人技术的不断进步^[8]。

1 机器人的结构与系统设计

本文设计的智能双足人型机器人基于图像处理

基金项目: 华中师范大学中央高校基本科研业务费专项资金科研项目 (CCNU20ZN005); 湖北高校省级教学研究项目 (2020135); 华中师范大学大学生创新创业训练计划项目 (202210511022)。

作者简介: 王苑丞 (2002-), 男, 本科生, 主要研究方向: 机器人, 嵌入式系统; 文靖豪 (2002-), 男, 本科生, 主要研究方向: 人工智能, 机器人; 张祺睿 (2001-), 男, 本科生, 主要研究方向: 机器人, 人工智能; 冯旭冉 (2002-), 女, 本科生, 主要研究方向: 机器人, 计算机视觉。

通讯作者: 彭熙 (1978-), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 机器人, 人工智能, 物联网。Email: x.peng@ccnu.edu.cn

收稿日期: 2023-05-05

能力极强的 NVIDIA Jetson Nano 主控板,借助自主设计的仿人型机器人结构,配合搭载的视觉识别系统和传感模块,可以实现模拟人的部分感知,并对感知到的不同信息进行相应的行为动作。

1.1 机器人结构设计

机器人的机械结构类似于人形,通过双足结构实现行走。为对机器人的步态设计,在进行机械结构设计时,通过双轴舵机模拟人类腿部膝关节^[9]。机械结构通过舵机控制芯片控制机器人腿部各关节的动作。选用 PLA (Polylactic Acid) 材料制作机器人,成品机器人身高约 25 cm,胸腔宽度约 20 cm,胸腔厚度约 11 cm。本系统所搭建的仿人机器人共 17 个自由度,其中腿部共有 10 个自由度,每条腿各 5 个,即踝关节 1 个侧向自由度,膝关节 2 个前向自由度,髋关节设置 1 个前向自由度和 1 个侧向自由度;手臂共有 8 个自由度,每条手臂各 4 个,即手臂 3 个侧向自由度,肩部 1 个前向自由度;头部设置一个侧向自由度。机器人自由度设计如图 1 所示。

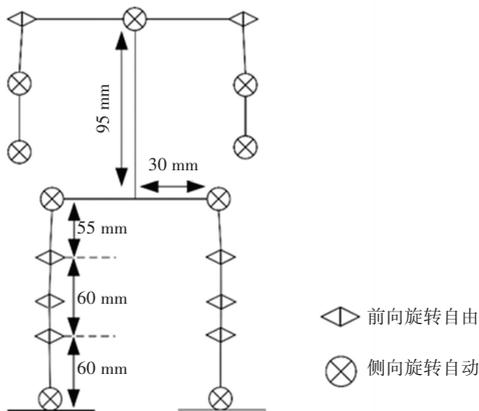


图1 机器人自由度设计示意图

Fig. 1 Schematic diagram of robot degree of freedom design

双足人形机器人能够实现前行、后退、转弯、翻身等基本动作。经过对机器人的腿部结构设计建模与步态规划模型仿真实验,双足人形机器人依靠多台舵机驱动以实现行走,其中人体在行走时两条腿的关节变化角度通过 8 个舵机进行模拟^[10]。在对机器人手臂、腿部及躯干部分进行结构设计时,根据机器人所采用的舵机的尺寸、扭矩与旋转角度等参数,使舵机的旋转范围匹配机器人各关节的活动范围。多关节型结构的双足人形机器人可以实现全方向移动以及对人体复杂动作的模仿^[11]。

1.2 控制系统整体设计

智能双足人型机器人的控制系统以 NVIDIA

Jetson Nano 为控制中心,搭配多种智能传感器及舵机等,其结构如图 2 所示。

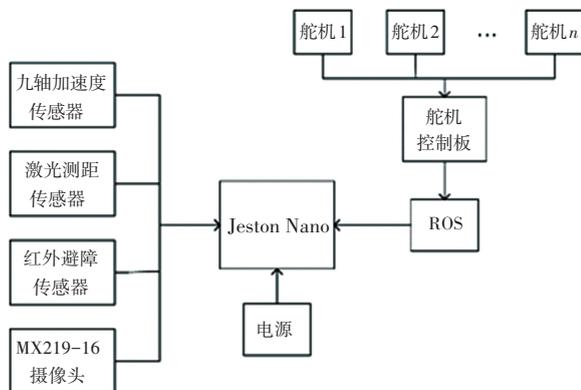


图2 系统结构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the system structure

Jetson Nano 是一款体积小、功能强大的人工智能嵌入式开发板。Jetson Nano 预装 Ubuntu 18.04 LTS 系统,搭载四核 Cortex-A57 处理器,128 核 Maxwell GPU 及 4 GB LPDDR 内存,可为机器人终端带来足够的 AI (Artificial Intelligence) 算力^[12]。采用高效、低功耗封装,具有 5 W / 10 W 功率模式和 5 V DC 输入,可以使用电池供电。提供 472 GFLOPS 的计算性能,支持高分辨率传感器,可以并行处理多个传感器,并可在每个传感器流上运行多个现代神经网络。不仅可以满足用于读取各类传感器传回的数据并进行分析,智能地判断当前环境,做出相应反馈,而且可以根据舵机控制指令协议以及通信协议,完成对机器人的控制。

本文在 NVIDIA Jetson Nano 上安装 ROS 系统 (Robot Operation System)。ROS 是用于编写机器人软件程序的一种具有高度灵活性的软件架构,包含了大量工具软件、库代码和约定协议,提供了操作系统应有的服务,包括硬件抽象、底层设备控制、常用函数的实现、进程间消息传递以及包管理,也提供用于获取、编译、编写和跨计算机运行代码所需的工具和库函数^[13]。为了简化创建复杂机器人行为的复杂度,本文选择 ROS 作为操作系统。

2 机器人的智能交互系统

2.1 视觉识别系统

机器人搭载 IMX219 相机并借助 Jetson Nano 强大算力以实现视觉识别功能。IMX219 相机具有 800 万像素高清摄像头,该相机体积小 (25 mm × 24 mm),不占用空间。

相机增加了机器人的视觉识别功能,机器人运

用 Yolo 算法实现对不同物体的识别;使用 Mediapipe 算法实现手势识别功能;使用 Openpose 算法实现人体姿态的检测,并利用空间向量法计算人体关节旋转角度信息,经过处理后由 Jetson Nano 发送至舵机控制板,控制板将信号进行解算和处理后,通过驱动机器人身上的舵机来控制机器人的姿态,提高了机器人的智能性与互动性。

2.2 避障与路径规划系统

本文使用激光测距传感器和红外避障传感器获取机器人空间相对位置信息。红外避障传感器与激光测距传感器能够帮助机器人获取四周的位置信息(有无障碍物等),并且能够根据回传的数据进行自主避障,使得双足人形机器人能够更好地应对各种复杂环境。

机器人在向指定目标点移动过程中,采用粒子群算法寻找到全局最优路径,并采用了多层前馈神经网络,将4个传感器探测到的障碍距离、4个传感器终端与目标点之间的距离和目标点与当前移动方向的角度差作为输入层的9个神经元输入信息,求得机器人的移动方向角度。在此基础上,利用神经网络对传感器的学习和分析,使其在每个操作循环中都能有效地避开障碍物。由于目标距离和目标位置之间的角度信息也被加入到了目标位置,因此机器人可以继续向目标移动,直到目标位置,从而实现机器人的路径规划功能。

2.3 姿态矫正系统

机器人使用九轴加速度传感器实现姿态数据获取。九轴加速度传感器可以解算出实时稳定的三轴姿态角度,从而帮助机器人在运动的过程中获取自身的姿态角度,并且能够根据回传的数据进行自身的姿态矫正。

3 结束语

本文采用 NVIDIA Jetson Nano 作为控制器,开

发设计了智能双足人形机器人。首先根据人体关节结构,对应机器人所采用的舵机尺寸参数对机器人的机械结构进行设计,然后确定机器人的整体系统组成。并根据机器人所搭载的相机、激光测距传感器和红外避障传感器等传感器,采用多种算法与神经网络,实现机器人的视觉识别、移动避障、路径规划和姿态矫正等功能。在经过数次调试,保证该机器人结构稳定、动作转变协调性好、运行效果良好的前提下,提高该机器人的智能性与交互性。

参考文献

- [1] 梁学修,安晖. 双足机器人最新成果对我国机器人产业发展的启示[J]. 机器人产业,2021,40(5):29-31.
- [2] 降晨星,姚其昌,许鹏,等. 新技术形势下四足、双足机器人技术的变革[J]. 兵工学报,2023,44(S2):84-89.
- [3] 王雄,高海艳,王智懿,等. 可轮式运动的小型双足机器人控制系统设计[J]. 信息技术,2016(11):89-92.
- [4] 胡俊涛,李图玖,朱宇飞,等. 核探测机器人底盘设计与越障性能仿真验证[J]. 西南科技大学学报,2023,38(2):97-104.
- [5] 陆成宽. 人形机器人:用高精尖技术塑造人类的新伙伴[N]. 科技日报,2024-03-08.
- [6] 罗印,徐文平. 基于改进强化学习的机器人双足步态控制方法[J]. 传感器与微系统,2023,42(9):9-13.
- [7] 蒋菡. 人形机器人,如何更加“人里人气”[N]. 工人日报,2023-08-30.
- [8] 陈霞昌. 需求推动叠加政策助力人形机器人进入爆发期[N]. 证券时报,2024-03-20(A01).
- [9] 杨彩虹,陈英,师婷. 一种双足机器人稳定结构设计及优化[J]. 工业控制计算机,2022,35(12):94-95.
- [10] 刘宋,杨鑫. 平面双足机器人建模与仿真研究[J]. 计算机仿真,2020,37(8):281-285,352.
- [11] 高丽,彭熙,刘明. 人形机器人步态实验的设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2020,48(9):2275-2278.
- [12] 罗中杉,李健,刘丹丹. Jetson Nano 平台下的 AI 送餐系统设计[J]. 软件导刊,2022,21(12):128-132.
- [13] 周宝昌,林锦胜,周旭华,等. 基于 ROS 的室内自主移动机器人设计[J]. 电子制作,2023,31(3):3134.