

# 复合型移动协作机器人（室外版）

## 产品介绍



# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、面向专业和课程 .....         | 1  |
| 二、产品概述 .....            | 1  |
| 三、产品功能和特点 .....         | 2  |
| 1. 高精度实时地图生成与自主导航 ..... | 2  |
| 2. 智能感知与自适应协作机械臂 .....  | 3  |
| 3. 深度视觉与目标识别算法 .....    | 3  |
| 4. 多领域拓展与定制化服务 .....    | 4  |
| 四、主要硬件参数 .....          | 5  |
| 1. 四轮驱动底盘 .....         | 5  |
| 2. 协作机械臂 .....          | 6  |
| 3. 深度视觉系统 .....         | 7  |
| 4. 北斗 RTK 定位系统 .....    | 8  |
| 5. 车载处理单元 .....         | 9  |
| 五、课程资源与实践应用 .....       | 10 |
| 1. 基础操作 .....           | 10 |
| 2. 科研实践 .....           | 11 |
| 3. 应用场景 .....           | 11 |

## 一、面向专业和课程

面向专业：人工智能、机器人工程、自动化、电子等专业

适用课程：深度学习、计算机视觉、协作机械臂控制、移动机器人控制、人机交互与理解、智能信息处理、导航系统设计等。

## 二、产品概述

复合型移动协作机器人（室外版）由移动机器人、协作机械臂组合而成，采用激光 SLAM+北斗定位系统，结合陀螺仪、IMU、里程计等多种传感器融合算法，具有自主定位、路径规划和移动抓取等功能。机器人采用四轮驱动，底盘空间高，适合室外作业，可轻松跨越坑洼路段。机器人在户外环境中表现出色，具备出色的越障能力，可应用于农田巡视、植保作业、智能制造等领域，开展人机协作、农田水果采摘、企业园区巡检、物流配送等工作。



1. 移动机器人底盘采用工业级控制器，运动精度可达 $\pm 5\text{mm}$ ，远超当前大多数 ROS 移动机器人的精度水平；
2. 底盘可提供超过 100kg 的负载能力，顶部协作机械臂负载 5kg，支持更换其他机械臂，满足不同场景的应用需求；
3. 处理单元安装 ROS 操作系统，支持移动机器人的运动控制，以及各类人工智能框架的部署；

4. 在移动机器人+协作机械臂+深度视觉的基础上,进一步融合了北斗定位技术,可面向户外场景,开展人机协作、农田水果采摘、企业园区巡检、物流配送等工作;

5. 采用高精度激光雷达,探测距离可达 30m,支持激光 SLAM 建图、实时导航、智能避障、最优路径模式、自主移动到指定地点;

6. 深度视觉可与机械臂协同,通过对物体的姿态识别和距离测量,引导机械臂对复杂空间的物体进行抓取。

### 三、产品功能和特点

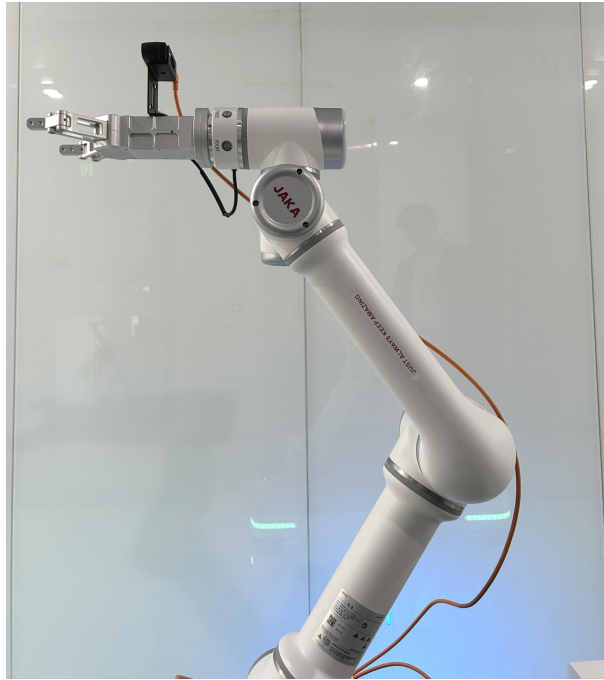
#### 1.高精度实时地图生成与自主导航

机器人配备先进的北斗定位系统,并通过搭载的激光雷达、姿态传感器、IMU 等模块,能够实时生成高精度的地图,快速适应所处环境,并有效地进行自主导航。无论是室内场所还是室外的园区、街道,或者是复杂的野外环境,机器人都能够准确感知并避免障碍物,规划最优路径,快速移动到指定地点。



## 2.智能感知与自适应协作机械臂

机器人配备深度视觉、语音识别等智能感知技术，能够实时识别、跟踪和交互操作各种场景中的目标物。另外，顶部配备的协作机械臂具备高度柔性和精准控制，可以根据不同任务的要求，灵活地配合用户进行协作操作，从而提供更精确、高效的服务体验。



## 3.深度视觉与目标识别算法

与传统的 2D 相机不同，机械臂末端配置一台高分辨率的深度相机，除了可识别物体的外观特征外，还可以判断物体的姿态，从而调整手臂末端夹爪的角度，以最合适和可行的朝向，对物体进行准确抓取。同时，在车载处理单元中部署深度学习算法，可实现对不同目标的自主学习和识别，实现对多种复杂异型物体的自适应抓取。



#### 4.多领域拓展与定制化服务

机器人提供开放的平台和丰富的接口,可以根据不同领域的需求进行定制化功能扩展。比如可以配置多种传感器,实时监测环境参数,包括温度、湿度、空气质量等,还可以改变协作机械臂末端的设备类型,实现与不同目标的交互。因此,无论是物流配送、室外巡检,机器人都可以轻松拓展功能,为用户提供多样化、高质量的服务体验。



## 四、主要硬件参数

### 1.四轮驱动底盘

四轮驱动底盘即一台移动机器人，采用激光雷达和北斗导航进行地图构建，支持自主建图、精确定位与自动导航。底盘硬件结构采用开放式设计，预留多个USB接口、网口以及I/O端口，可支持多种外设的拓展和应用实践。采用四轮驱动，底盘留空间隙高，适合室外行进作业，可跨越普通坑洼路段，适合各种铺装路面。



移动机器人具体参数如下：

- (1) 底盘尺寸（长×宽×高）：约 950×820×580mm；
- (2) 自重：约 75kg（不含机械臂）；
- (3) 最大负载： $\geq 100$ kg；
- (4) 驱动方式：驱动轮×4，差速驱动，独立悬挂；
- (5) 定位导航方式：北斗定位+激光导航；
- (6) 运行参数：最大运行速度：1.0m/s，转弯半径 0.8m；底盘高度 $\geq 60$ mm，越障最大高度 $\geq 50$ mm，过沟宽度 $\geq 110$ mm，过沟深度 $\geq 50$ mm；
- (7) 电池容量：48V/67Ah，续航 $\geq 6$ 小时；
- (8) 激光雷达最大测距范围：30m；扫描角度：0-360°；测量距离精度： $\pm 3$ cm；测量角度精度：0.36°；最大扫描频率：10Hz；

- (9) 交互式屏幕尺寸：13 英寸，分辨率：1920×1080，显示接口：HDMI；
- (10) 开放通讯接口，支持进行外设和硬件的拓展，支持二次开发；
- (11) 提供主控系统与运算单元，开放通讯接口，支持进行外设和硬件的拓展，支持二次开发。

## 2.协作机械臂

协作机械臂采用六轴轻量协作机械臂，可满足用户不同自由度的需求。机械臂总重量 23KG，有效负载达 5KG，工作半径达 954mm，可适应各种复合应用场景。

协作机械臂内置安全模块，触碰停止，实现人机安全协作。末端具备通用接口，灵活扩展，即插即用，满足多行业应用需求扩展。开放 API 函数库，支持 C/C++ 编程语言，支持 Windows/Linux/ROS 机器人操作系统及多种通讯协议。



协作机械臂具体参数如下：

| 序号 | 类别   | 技术参数  |
|----|------|---|
| 1  | 基础参数 | (1) 自由度：6；<br>(2) 工作半径：954mm；<br>(3) 负载：5kg；<br>(4) 重量：23kg；<br>(5) 定位精度：±0.05mm；<br>(6) 末端速度：≤3m/s；<br>(7) 功耗：350W（普通工况下）；<br>(8) 防护等级：IP54；<br>(9) 通讯协议：TCP/IP、Profinet；<br>(10) 电源：100-240VAC，50-60Hz。 |
| 2  | 运动特性 | (1) J1：±360°，最大速度 180° /s；  |

|   |        |   |
|---|--------|---|
|   |        | (2) J2: $-85^{\circ}$ , $+265^{\circ}$ , 最大速度 $180^{\circ}$ /s ;<br>(3) J3: $\pm 175^{\circ}$ , 最大速度 $180^{\circ}$ /s ;<br>(4) J4: $-85^{\circ}$ , $+265^{\circ}$ , 最大速度 $180^{\circ}$ /s ;<br>(5) J5: $\pm 360^{\circ}$ , 最大速度 $180^{\circ}$ /s ;<br>(6) J6: $\pm 360^{\circ}$ , 最大速度 $180^{\circ}$ /s 。 |
| 3 | I/O 接口 | (1) 数字量输入: 2 路;<br>(2) 数字量输出: 2 路;<br>(3) 模拟量输入: 1 路。   |

### 3.深度视觉系统

深度视觉系统采用 1 台 200 万像素深度体感摄像头, 安装于机械臂末端, 用于目标的精确定位与机械臂引导。摄像头可兼容 ubuntu, linux 和树莓派等操作系统, 兼容 USB3.0 接口协议, 可进行深度信息感知、活体识别等。摄像头内置立体深度算法, 可实现更准确的深度感知及更远的范围。通过校准, 立体深度感知的误差率低至 2%, 在室内和室外环境中最远可捕获相距达 10 米的数据。可进行 AI 视频图像分析, 拍摄人脸、车辆、仪表设备等视频图像, 综合分析研判, 确保场所安全。



深度视觉系统具体参数如下:

| 序号 | 类别             | 技术参数  |
|----|----------------|---|
| 1  | 使用环境           | 室内和室外   |
| 2  | 深度技术           | 双目结构光   |
| 3  | 深度范围           | 0.15-10m  |
| 4  | 深度视野           | (横向×纵向×对角线) $91^{\circ}$ × $66^{\circ}$ × $101^{\circ}$ |
| 5  | 深度流输出分辨率       | 达 $1280 \times 800$                                     |
| 6  | 深度流输出帧速率       | $1280 \times 800 @ 90\text{fps}$                        |
| 7  | 最小深度距离 (Min-Z) | 0.15 米  |
| 8  | 红外信号发射器功率      | 可配置至达 425 毫瓦 (mW) 峰值                                    |

|    |           |                              |
|----|-----------|------------------------------|
| 9  | RGB 输出分辨率 | 1920×1080                    |
| 10 | RGB 输出帧速率 | 1920×1080@30fps              |
| 11 | RGB 传感器视野 | (横向×纵向×对角线) 86° ×55° ×94°    |
| 12 | 摄像头尺寸     | (长度×厚度×高度) 90 毫米×25 毫米×30 毫米 |
| 13 | ROS 支持    | ROS1 & ROS2                  |

#### 4.北斗 RTK 定位系统

北斗 RTK 系统包括外接 RTK 基站以及配套信号接收机,通过借助北斗全球卫星导航系统,结合实时运动状态补偿,实现对复合型移动协作机器人的毫米级定位,为机器人提供准确的空间定位信息,从而使机器人能够在室外环境中实现精准导航、路径规划和协同作业,拓展教学应用的广度。



主要技术参数和特点如下:

| 名称   | 描述  |   |
|------|---|---|
|      | 接收机   | 基站  |
| 信号频率 | GPS: L1, L2, L5<br>GLONASS: L10F, L20F<br>BDS: B1, B2, B3 | GPS: L1/L2/L5<br>GLONASS: L1/L2<br>BDS: B1I/B2I/B3I |
| 接收能力 | 1408 通道   | 1408 通道   |

|       |   |                       |
|-------|---|-----------------------|
| 搜索模式  | -148dBm   | -140dBm               |
| 追踪模式  | -167dBm   | -150dBm               |
| 位置精度  | 水平位置:2 厘米 (RTK)<br>航向角度:0.2 度/1m 基线<br>倾斜角度:1 度 | 搜索模式:3 米<br>校正模式:2 厘米 |
| 通信频段  | 4G/433  | 4G/433                |
| 接收灵敏度 | -110dBm/-140dBm                                 |                       |
| 覆盖距离  | 50Km/3Km  | 50Km/1Km              |

## 5. 车载处理单元

车载处理单元采用体积小，外形紧凑的嵌入式计算机，预装 Linux 操作系统，集成 Python、OpenCV 等运行环境，以及产品运行所需的全部软件框架和 SDK，支持深度视觉、移动机器人、协作机器人等硬件或应用的开发和学习。



主要技术参数和特点如下：

(1) 处理器：酷睿 i7；内存：8G 工控内存；硬盘：256G 固态硬盘；显存：2G；网口：2 个千兆网口；

(2) 支持 ROS 系统和机器人控制算法，满足柔性控制、智能机器人系统教学；

(3) 内置的 AI 算法库包括物体分类识别、目标检测、人脸识别、点云分析、姿态判别等，满足基础应用与开发教学；

(4) 支持多种类机器视觉、移动机器人、协作机械臂、复杂传感器与智能控制等关键技术的组合实验，可支持多种不同模块同时联动实验。

## 五、课程资源与实践应用

### 1.基础操作

产品包括以下基础课程资源：

| 序号 | 类别          | 课程资源  |
|----|-------------|---|
| 1  | ROS 机器人操作系统 | (1) ROS 简介<br>(2) Linux 系统与代码操作<br>(3) ROS 功能包的创建及编译<br>(4) ROS 的 launch 文件演示<br>(5) ROS 话题通讯<br>(6) ROS 服务通讯<br>(7) ROS 参数服务器<br>(8) ROS激光雷达认识<br>(9) ROS 导航的概念<br>(10) 激光雷达 SLAM 建图<br>(11) ROS 导航 Navigation 使用  |
| 2  | 移动机器人运动控制   | (1) 移动机器人认知<br>(2) ROS 操作系统配置实验<br>(3) 移动机器人基础操作实验<br>(4) 激光雷达跟随运动目标实验<br>(5) 激光雷达 SLAM 建图实验<br>(6) 激光雷达 SLAM 导航实验<br>(7) 利用陀螺仪进行上下坡辅助实验<br>(8) 视觉跟随实验<br>(9) 交通标志识别实验<br>(10) 移动机器人自动导航实验<br>(11) 手势控制移动机器人运动实验<br>(12) 语音控制移动机器人运动实验<br>(13) 移动机器人超声波避障实验 |
| 3  | 协作机器人运动控制   | (1) 协作机器人多机械结构认知<br>(2) 协作机器人坐标变换<br>(3) 协作机器人六轴联动控制<br>(4) 协作机器人示教编程控制<br>(5) 协作机器人基础操作<br>(6) 协作机器人姿态闭环控制<br>(7) 基于语音识别的协作机器人控制<br>(8) 基于手势识别的协作机器人控制<br>(9) 基于图像识别的协作机器人控制   |
| 4  | 深度视觉        | (1) 深度相机认知<br>(2) Yolo 模型训练<br>(3) 深度图像获取与距离测量  |

|   |            |   |
|---|------------|---|
|   |            | (4) 基于 Yolo 模型进行环境物体的识别<br>(5) 人脸采集与训练<br>(6) 人脸识别  |
| 5 | 语音识别       | (1) 语音指令录入<br>(2) 语音识别与响应<br>(3) 语音控制协作机器人抓取物体  |
| 6 | 北斗定位导航     | (1) 北斗定位系统基本原理<br>(2) 北斗定位系统技术和应用<br>(3) 多传感器融合   |
| 7 | 基于视觉的机器人应用 | (1) 机械臂认知和基础操作<br>(2) 机械臂示教和运动控制<br>(3) 机械臂与视觉系统标定<br>(4) 基于视觉的机械臂水果采摘<br>(5) 深度视觉引导协作机器人进行物体抓取<br>(6) 人脸识别控制移动机器人交互<br>(7) 语音识别控制移动机器人运动<br>(8) 机器人自主导航及产品输送 |

## 2. 科研实践

除提供产品理论基础相关的课程资源外，还可进行以下方向的科研实践应用：

- (1) 异形工件的机器人三维测量方法
- (2) 目标物体位姿分析、定位与识别
- (3) 无序情况下的机器人工件识别与抓取
- (4) 移动机器人的路径规划与控制方法
- (5) 多机器人协同控制与路径规划
- (6) 机器人手势识别与人机交互理解
- (7) 基于北斗系统和深度视觉的环境感知与交互方法
- (8) 多传感器协同控制机器人在复杂环境的自主导航

## 3. 应用场景

| 应用场景 | 说明 | 图示 |
|------|----|----|
|------|----|----|

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| <p>农业采摘</p>   | <p>采用 3D 视觉系统，对要采摘的果蔬进行距离、姿态识别和定位，通过配置不同的末端执行器来采摘不同的果蔬</p>                  |    |
| <p>作物病害监测</p> | <p>机器人可以室外移动，做到监视农田，识别病害或有害生物，并及时采取相应的措施。</p>                               |    |
| <p>作物分拣</p>   | <p>深度体感摄像头可以检测水果的大小、颜色和瑕疵，机械臂可用于将水果放置在相应的容器中。</p>                           |   |
| <p>车间协作</p>   | <p>三维无序包装分拣、装卸搬运和送货、流通加工、仓储和信息处理；利用机械臂和视觉系统，机器人可以帮助进行仓库库存盘点，实现自动化的库存管理。</p> |  |
| <p>研究和教育</p>  | <p>可作为研究和教育用途的平台，用于演示自主导航、机械臂控制、视觉感知等技术。</p>                                |  |
| <p>移动监测</p>   | <p>各类仪表的读数抄录、状态标志检查、开关分合状态检查、设备红外测温</p>                                     |  |

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| <p>巡检巡逻</p>    | <p>利用机器人的自主性、感知和导航能力，可以提高巡检效率，减轻人工劳动负担，并在关键领域提供更及时的监测和响应。</p> |    |
| <p>植保作业</p>    | <p>通过北斗定位自动规划路线，利用激光雷达检测植被状况，结合机械臂进行精准的植保喷洒。</p>              |    |
| <p>农田巡视与监测</p> | <p>巡视农田，检测植物生长状况，监测土壤湿度、温度等参数。</p>                            |   |
| <p>空气质量监测</p>  | <p>配备传感器的机器人可以巡视城市区域，监测空气质量，并采取相应的环境治理措施。</p>                 |  |
| <p>垃圾分类清理</p>  | <p>使用机械臂进行垃圾清理，激光雷达和视觉系统帮助机器人识别和收集垃圾，北斗导航协助行进路线规划。</p>        |  |