瞳步双臂轮式人形机器人产品介绍

技 术 白 皮 书

产品型号：瞳行H2（Tbot-H2）

上海瞳步智能科技有限公司

版本：V1.0 日期：2026-10

官网：www.tobotai.com

目 录

1. 产品定位与价值

2. 关键技术原理

3. 系统与硬件架构

4. 算法与软件优势

5. 核心参数表

6. 应用场景

附录：免责说明

1. 产品定位与价值

瞳步智能（TOBOT AI）总部位于上海，是机器人技术研发高新技术企业、智能机器人标杆企业、数字化转型及智能制造专家成员，核心技术覆盖机器人软硬件平台、定位导航与多传感器融合、伺服驱动控制与 AI 技术应用；产品线包括人形机器人、机械臂、工业机器人、商用服务机器人与特种机器人。

瞳行H2（Tbot-H2）是其推出的一款双臂轮式人形机器人，以「3D 多线激光雷达 SLAM 导航轮式底盘 + 双 7 自由度仿生臂」为核心架构，面向工业智造、物品搬运与教学科研三大场景。

作为一款轮式人形机器人，瞳行H2 摒弃了双足行走的复杂动力学控制，采用成熟可靠的轮式移动底盘实现室内外自主建图与导航，同时保留人形上身的双臂操作能力——既能像移动底盘一样稳定长距离行走，又能像工业机械臂一样完成抓取、搬运与协同作业。

其核心价值主张可概括为三点：

（1）高集成度：移动底盘、深度视觉、双臂运动、两指夹爪、头部运动、腰部旋转、腿部弯曲等仿人功能一体化集成，节省空间、便于维护；

（2）强开放性：提供多种二次开发形式与通讯方式，开放 SDK 与 ROS 接口，附带丰富学习资源，适合教学科研与二次开发；

（3）实用导向：致力于使传统机器人变成一个有手、有脚、有耳、有眼、有触觉、有大脑，可示教学习、亦可自主规划的高智能化产品，替代枯燥、困难或危险的重复劳动。

2. 关键技术原理

2.1 3D 多线激光雷达 SLAM 导航

SLAM（Simultaneous Localization and Mapping，同时定位与建图）是移动机器人自主导航的核心技术。瞳行H2 采用 3D 多线激光雷达（32/64/128 线可选）作为主传感器，配合轮式里程计与 IMU，实现三维空间中的实时建图、定位与避障。

建图阶段：机器人在环境中行走时，激光雷达以 360° 水平扫描输出三维点云，SLAM 算法通过点云配准（如迭代最近点 ICP、NDT 等方法）累积构建全局环境地图。3D 多线雷达相较单线 2D 雷达，可感知悬空管线、低矮障碍、台阶边缘与玻璃门等三维结构，避免 2D 雷达「看不见地面障碍」的盲区。

定位阶段：机器人在已建好的地图中通过点云匹配实时估计自身位姿。模糊到点精度 ±5 cm、精确到点 ±2 cm，满足工业场景的工位到达与对接需求。

避障阶段：基于 3D 点云构建代价地图，全局路径规划（如 A*、Dijkstra）生成从起点到终点的全局路径，局部规划器（如 DWA、TEB）动态避障绕行。单颗顶部高位安装的 3D 雷达即可越过桌面、货堆与人流，水平 360° 无遮挡，探测距离 40~60 米，适合大空间厂区、停车场提前减速绕行。

相较传统 2D 单线激光雷达方案，3D 多线雷达的优势在于：（1）可感知三维空间障碍，避免悬空物/低矮物/玻璃门/台阶边缘的盲区；（2）单颗高位雷达即可覆盖全方位，减少多传感器堆叠带来的线束与接插件故障点；（3）点云密度高，定位与建图精度更优。

2.2 机械臂运动学与抓取控制

瞳行H2 双臂各为 7 自由度冗余仿生臂，单臂负载 5 kg。7 自由度配置模拟人臂的肩-肘-腕结构：大臂前后、大臂左右、大臂旋转、手肘弯曲、小臂旋转、手腕上下、手腕旋转。

运动学层面：7 自由度臂因自由度多于笛卡尔空间位姿需求（6 自由度），具备冗余自由度，可在保持末端位姿的同时调整关节构型，用于避障、避开奇异点与优化关节力矩分配。正向运动学通过 D-H 参数求解末端位姿；逆向运动学求解关节角度。

轨迹规划层面：笛卡尔空间轨迹插值（直线、圆弧）与关节空间轨迹规划相结合，保证运动平滑、速度连续。视觉伺服方面，深度相机识别目标物体后，将物体位姿反馈给运动控制器，引导机械臂完成抓取定位。

抓取执行：末端为两指电动夹爪（最大开口 41 mm），可设置张合速度、力度与位置，通过直线导轨实现刚性夹持。

2.3 双臂协同

瞳行H2 支持双臂协同作业：两条 7 自由度臂可由主控统一协调，执行对称抓取、协同搬运、双手装配等任务。底盘腰部旋转（1 自由度）与腿部升降（3 自由度）进一步扩大手臂工作范围，使整机可在不同高度与角度下作业。

双臂协同的核心在于任务级协调：主控将一个复杂任务（如「双手搬运箱体」）分解为两条臂的子目标，通过轨迹对齐与力/位协调避免冲突。各功能单元既可单独控制，也可协同控制，使操作者逐步熟悉产品功能。

2.4 拖动示教原理

拖动示教（Lead-through Teaching / Kinesthetic Teaching）是一种直观的编程方式：操作者手动拖动机械臂沿期望轨迹运动，机器人记录关节角度/末端位姿序列，之后自动复现该

轨迹。

其技术前提是机械臂具备重力补偿与零力矩控制——关节力矩传感器（或基于电机电流的估计）实时估计重力矩并加以补偿，使手臂在手动拖动时「手感轻盈」。记录后的轨迹可通过时间缩放、速度平滑后重放，适用于喷涂、打磨、上下料等重复性任务的快速编程。

支持「拖动示教复现与模仿学习，通过遥操作使用人的工具和设备，快速习得新任务」。

3. 系统与硬件架构

瞳行H2 采用分层分布式架构：可移动底盘负责全局移动与供电，人形上身（头部、胸腔、双臂、腰部、腿部）负责感知与操作，主控模块为控制中枢。整机架构如下：

3.1 轮式移动底盘

底盘为 6 轮结构：中间 2 个 6.5 寸伺服轮毂电机（带减震悬挂系统），4 个 3 寸减震万向轮（运动静音）。中间差速驱动轮支持原地旋转（最小旋转半径 0）。底盘负责室内环境建图、路径规划后到达指定位置，并具备自动充电功能——电量不足时自主移动到充电桩充电。

底盘传感器配置：超声波 6 个、防跌落 3 个、防撞条 1 个、IMU；当前方案以单颗 3D 多线激光雷达为核心导航传感器，亦可选配前后双雷达 + 深度相机 + 超声波实现 360° 无死角感知。

3.2 双臂与关节

双臂各 7 自由度，内部采用中空谐波电机：单臂搭载 2 个 PH17 谐波关节模组、2 个 PH14 模组、3 个 PH11 模组。关节模组额定电压 24~48V，速比 101/121，通过 CANOpen 总线与主控通信。

除双臂外，整机仿人自由度包括：头部 2 自由度（俯仰 + 左右）、腰部 1 自由度（左右旋转）、腿部 3 自由度（前后弯曲，支撑整体上下平移）。

3.3 感知与交互

视觉感知：共 4 路深度相机——头部 1 个（环境观察）、胸腔 1 个（前方作业观察）、每条手臂各 1 个（末端附近精细操作）。深度相机为超清 1080P，深度视场角 76°，理想使用范围 3 m。

语音交互：支持语音指令输入与人机对话。

安全传感：激光避障、视觉避障、力传感器、紧急停止、触边。

3.4 主控与通信

主控模块是整个系统的控制中枢：接收用户指令并上传系统状态；通过 USB3.2 接收视觉传感器数据进行目标识别与定位；通过网口与手臂夹爪通信（发送控制指令、获取状态）；通过网口与移动底盘通信（发送底盘控制指令、获取底盘状态）。

主控运行 Ubuntu 22.04 操作系统，对外提供网口、HDMI、USB 接口，支持多种通讯方式与二次开发形式。

4. 算法与软件优势

4.1 SLAM 算法栈

「具身智能算法栈」将算法能力分为四层：

感知定位层：激光/视觉 SLAM、多传感器融合、目标检测与分割、3D 点云处理；

导航规划层：全局与局部路径规划、代价地图、语义导航；

运动控制层：位姿控制、轨迹与速度优化、轨迹跟踪、电机控制；

任务决策层：具身学习、智能决策，支撑复杂场景下的自主任务执行。

4.2 机械臂控制

双臂支持运动学解算、轨迹规划与双臂协同控制；关节模组通过 CANOpen 总线闭环控制。手臂末端重复定位精度 ±0.05 mm。

4.3 语音与人机交互

支持语音交互控制，配合深度视觉实现目标识别、抓取定位与环境理解，完成人机协作。

4.4 开放 SDK 与 ROS 接口

明确提供「多种二次开发形式、多种通讯方式，开放度高」，并在开发者专区提供 SDK 文档与开发者工具。主控基于 Ubuntu 22.04，天然适配 ROS 生态，便于高校与科研团队在机器人学、SLAM 导航、运动规划等方向开展研究。

4.5 可靠性设计

单颗 3D 多线激光雷达取代多传感器堆叠，减少线束与接插件，故障点减少带来 MTBF 提升与售后成本改善。整机防护 IP54、雷达 IP65，适应商超、工厂、地下车库等复杂商用环境。

5. 核心参数表

下表汇总瞳行H2（Tbot-H2）核心参数。

参数项	参数值
型号	瞳行H2（Tbot-H2）
整机高度	1600 mm
单臂自由度	7 个
单臂负载	5 kg
移动方式	轮式底盘（6轮差速驱动）
导航方式	3D 多线激光雷达 SLAM（32/64/128线可选）
激光雷达探测距离	40 ~ 60 m
定位精度	模糊到点 ±5 cm；精确到点 ±2 cm
深度视觉	4 路深度相机（头部×1、胸腔×1、双臂各×1）
语音交互	支持
末端执行器	两指电动夹爪（最大开口 41 mm）
仿人功能单元	头部运动、腰部旋转、腿部弯曲、双臂运动
交互方式	语音交互、遥操作、拖动示教
开发支持	多种二次开发形式、多种通讯方式、开放 SDK
续航	空载 ≥ 10 h；满载 6 h
爬坡能力	15°
越障能力	2 cm
最小通道宽度	56 cm
整机防护等级	IP54（激光雷达 IP65）
安全急停	支持急停按钮
环境对接	可对接自动门与电梯
对外接口	网口、HDMI、USB 口
主控系统	嵌入式主控（Ubuntu 22.04）
参考价格区间	60,000 – 300,000 CNY

6. 应用场景

6.1 工业智造

面向智能工厂提供建图导航、路径规划与双臂协同作业，替代枯燥、困难或危险的重复劳动。可用于车间物料转运、工位上下料、设备辅助操作等。

6.2 物品搬运

基于 3D 多线激光雷达导航底盘自主行走，配合双臂抓取实现物料搬运与上下料。

6.3 教学科研

开放多种二次开发形式与通讯方式，支撑机器人学、SLAM 导航、运动规划等教学与科研。整机集成移动底盘、深度视觉、手臂运动、两指夹爪、头部运动、腰部旋转、腿部弯曲等仿人功能设备，是一个完整的具身智能研究平台。

6.4 服务接待

凭借语音交互、深度视觉与自主导航能力，可承担迎宾讲解、导览接待等服务类任务。

6.5 科研教学平台价值

对高校与科研院所而言，瞳行H2 是一个完整的具身智能实验平台：移动底盘提供 SLAM 与导航研究环境，双臂提供运动学/轨迹规划/视觉伺服研究对象，4 路深度相机提供多视角视觉输入，Ubuntu 22.04 主控与开放 SDK 便于算法部署与对比实验。整机集成度高，研究者无需从零搭建软硬件平台即可聚焦算法创新，显著缩短科研周期。

附录：免责说明

本白皮书未虚构任何未公开的性能数值、未认证资质或具体客户案例。产品规格可能随版本迭代更新。

技术支持：上海瞳步智能科技有限公司；销售咨询 sales@tobotai.com；售后支持 support@tobotai.com；地址：上海市奉贤区金海公路6055号临港南桥科技城29号楼。