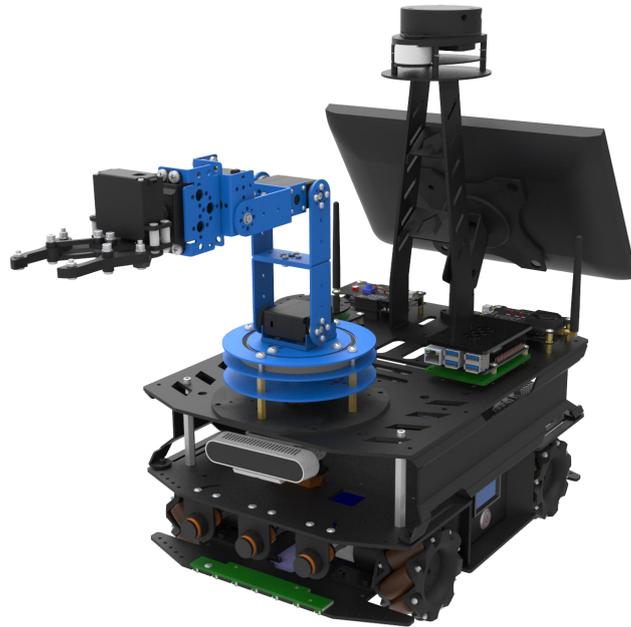
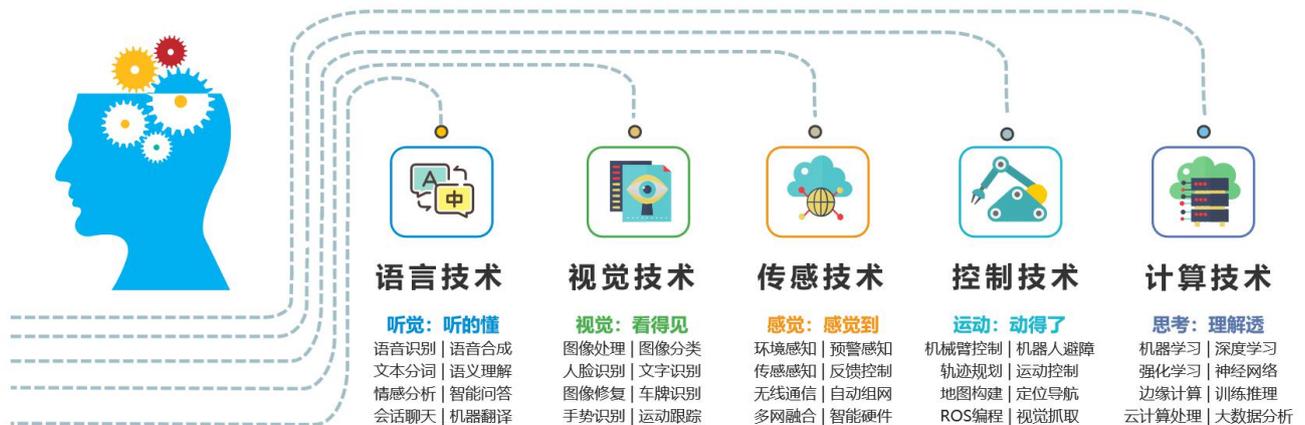


AI 移动机器人实训平台 (AUBO-AIP-CTP)



1. 平台简介

AI 移动机器人实训平台，是结合人工智能与嵌入式、物联网技术，面向边缘计算的人工智能开发平台。平台硬件具备 AI 运算、语音、视觉、运动控制、机械臂、SLAM 导航、移动平台、多传感器采集等模块，软件提供嵌入式 AI 计算框架和对应算法标准 API，支持视觉处理与分析、语音识别、语义分析、机器学习、SLAM、ROS 机器人运动控制等应用和主流开源算法。平台集认知、教学、实训、开发和科研为一体，提供完善的课程体系及丰富的实训案例库，可面向计算机、物联网、人工智能等专业的 AI 人才培养提供端侧人工智能教学资源与实验课程支撑。



2. 平台特点

- 硬件资源丰富，涵盖人工智能主要应用领域及场景

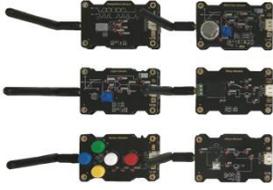
- 平台支持移动版本，可将物联终端和 AI 模块灵活搭建出一套功能强大的移动平台
- 技术前沿，先进的 SOC 硬件平台，主流的 AI 算法及应用平台框架
- 丰富的教学实验资源，项目驱动，技术分解，由浅入深，融会贯通
- 云-端结合，云端完成数据挖掘、模型训练、终端完成推理，实现 AI 应用



3. 功能模块

平台可灵活配置功能模块，主要模块可通过磁力吸合方式固定连接，可快速、灵活构建应用系统。

主要模块	资源构成
	1. 语音交互单元: 4 麦克风阵列板, 12 个可编程 RGB 指示灯, 实时网络状态显示与声源定位, 实现远场语音交互, 语音服务支持百度 DuerOS、Amazon Alexa、科大讯飞、思必驰语音服务。
	2. 双目摄像头单元(选配): 实感深度摄像头, 滚动快门, 有效测距可达 10 米, 提供复杂的实时景深计算, 室内室外有光条件下皆可使用。支持 Windows、安卓、Ubuntu、ROS 系统, 提供丰富 SDK 开发包。
	3. SLAM 导航单元: 360° 激光雷达, 10 米测量半径, 光磁融合技术, Class1 激光器安全标准, 人眼安全级别, 开源 SDK 接口, 支持 ROS 系统平台。
	4. 边缘计算处理平台: ARM Cortex-A72 处理器, 双频 2.4GHz 和 5GHz 无线局域网, 低功耗蓝牙 5.0 / BLE, 支持 802.11b/g/n/ac, 千兆以太网网络接口, 支持 Debian GNU/Linux、Fedora、Arch Linux、RISC OS 等多种操作系统。
	5. 移动 AGV 平台(选配): 多层合金底盘, STM32 核心驱动控制器, 4 路高精度编码电机+麦克纳姆轮驱动, 可精确检测速度及控制速度, 负载能力 $\geq 20\text{Kg}$, 板载多种传感网, 可装载边缘计算处理平台、语音、视觉、SLAM、机械臂、多传感器模块, 预留多种扩展接口。
	6. 桌面式机械臂(选配): 6 轴桌面式机械臂, 大功率数字舵机, STM32 处理器控制板, 可扩展 16 路舵机控制, 负载 $\geq 300\text{g}$, 带夹爪, 全钢板烤漆机身, 支持图形化调试, 动作存储, 无需编程即可实现复杂应用, 同时提供串口通讯协议。



7. 多传感网融合：配备 Zigbee、WiFi、Bluetooth、NB-IoT 网络节点和传感器开发模块、支持扩展 RF433、IPv6、LoRa 等多种无线通讯模块，支持光照、温湿度、九轴、测距、避障、光电、气体检测、人体检测等三十多种传感器模块扩展。

4. 推荐配置

移动版本



特点：移动 AGV 平台+桌面式机械臂构成全功能版本，AI 模块通过磁力吸合方式在桌面式实训操作台与移动 AGV 平台上灵活部署使用，编程开发与动手实践的完美结合，搭载 6 轴机械臂与末端夹爪，可灵活实现更多创意应用。

5. 平台参数

项目	参数
语音交互单元	硬件资源： 处理器：集成了先进的 DSP 算法，包括声学回声消除 (AEC)，波束成形，去混响，噪声抑制和增益控制 麦克风阵列： 模块阵型：环形 阵元个数：4 个 模块尺寸：直径 70mm 唤醒距离：< 10m 识别距离：< 5m 信噪比：SNR > 63dB 工作温度：-20° C~80° C 声源定位：水平 360° 定位精度：±12° 支持关键词唤醒、声源定位、噪声抑制、VAD
	软件资源： 支持对话式人工智能操作系统 DuerOS、亚马逊 AVS。 支持阿里物联网嵌入式操作系统 AliOS Things、开源机器人操作系统 ROS。
双目视觉单元	硬件资源： 最小深度距离：16cm@424x240、45cm@1280x720

	<p>深度图像最大分辨率：1280x720@30FPS、848x480@90FPS 视角：65° x 40° 快门：卷帘快门 色彩模式：彩色 彩色图像像素：2MP 深度精度误差：2%（2米内） 最大有效测距：10米 输出数据格式：原始数据 传输接口：USB3.0</p>
<p>SLAM 导航单元</p>	<p>软件资源： 支持 Linux、Windows、ROS 多种系统。 支持 SDK 二次开发包，支持 ORB_SLAM2、Vins-Mono 等多种开源项目。</p> <p>硬件资源： 360° 激光雷达 测距范围：0.15-10 米 扫描角度：0-360° 测距分辨率：<0.5mm 单次测距时间：0.5ms 测量频率：≥5000 扫描频率：5-10Hz</p> <p>软件资源： 开源 SDK，支持 ROS 环境</p>
<p>边缘计算处理平台</p>	<p>硬件资源： 处理器：四核 ARM Cortex-A72 64 位处理器，主频 1.5GHz 内存：8GB LPDDR2 SDRAM GPU：Broadcom VideoCoreVI, OpenGL ES3.x 2.4GHz / 5GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac 无线局域网（WLAN） 低功耗蓝牙 v5.0（BLE） 千兆以太网（最大吞吐量 300Mbps） 2 个 USB 3.0 端口，2 个 USB2.0 端口 扩展的 40 引脚 GPIO 接头 2 路 HDMI 接口，MIPI DSI 显示端口，MIPI CSI 摄像头端口 4 极立体声音频/复合视频输出端口</p> <p>软件资源： 支持 Debian GNU/Linux 、Fedora、Arch Linux 、RISC OS 多种系统。</p>
<p>移动 AGV 平台</p>	<p>硬件资源： 材料：金属支架、多层钣金结构 负载能力：>20kg 处理器：STM32F103 电机：12V 带编码器电机 驱动：4 轮驱动 车轮：金属麦克纳姆轮 IMU：MPU9250 板载传感器： 光电传感器：7 路 红外避障传感器：3 路 超声波测距：2 路 RFID 读写器：1 路 电压电流检测传感器：1 路 云台控制舵机：2 路</p>

	<p>底盘材料：金属抗氧化处理 电池容量：15000mAh 超大锂电池 预留 ZigBee、WiFi、Bluetooth、遥控手柄多种通讯控制接口。 预留传感器扩展 IO 接口。</p> <p>软件资源： UcosII 操作系统，ROS 底层传输接口，自定义通讯协议，接收速度指令，发布里程数据，获取 IMU 原始数据，电流电压检测；</p>
<p>桌面式机械臂</p>	<p>硬件资源： 自由度：6 最大载荷：300g 工作范围：50mm~350mm 最大速度：100mm/s 处理器：STM32 输入电压：DC 12V 电机型号：大功率数字舵机 过流保护：支持 机身材质：钢板带烤漆 末端执行器：夹爪 通讯接口：UART 串口</p> <p>软件资源： PC 端图形化调试，支持动作存储。 支持摇杆控制。 提供串口通信协议。</p>
<p>多传感网融合单元</p>	<p>硬件资源： 光照传感器 1 个、温湿度传感器 1 个、按键模块 1 个、三色 LED 灯模块 1 个、风扇模块 1 个、可燃气体传感器 1 个、ZigBee 模块 6 个、WiFi 模块 2 个、Bluetooth 模块 2 个、NB-IoT 模块 1 个。 可插拔更换，兼容多种传感器及通讯模块。</p> <p>软件资源： 支持 Z-Stack、BLE、Contiki、LoRa、NB 多种协议栈的开发。 支持 ADC、IO、IIC、SPI、UART 等多种类型传感器的接入。</p>

6. 实验项目

第一部分 实验环境与软件工具
1. 开发平台简介
1.1 产品概述
1.2 产品特点
1.3 平台硬件资源
1.4 平台的使用
2. 系统开发环境
2.1 底层控制板开发环境
2.2 ZigBee 模块开发环境（扩展）
2.3 Ubuntu 18.04 虚拟机开发环境搭建
2.4 Xshell 使用与文件传输
第二部分 底板基础实验

实验一. LED 灯实验
实验二. 按键中断实验
实验三. 串口通讯实验
实验四. 蜂鸣器实验
实验五. 红外障碍检测实验
实验六. 光电循迹检测实验
实验七. 超声波测距实验
实验八. 舵机控制实验
实验九. 电机驱动实验
实验十. 电机测速实验
实验十一. IMU 驱动实验
实验十二. PS2 遥控驱动实验
第三部分 底板进阶实验
实验一. 麦克纳姆轮运动学实验
实验二. PID 控速实验
实验三. Ucos- II 系统移植实验
实验四. 底板综合控制实验
第四部分 ROS 基础入门实验案例
实验一. ROS 入门概述
实验二. “你好, ROS” 程序开发
实验三. Gazebo 物理仿真平台入门
实验四. ROS 机器人仿真入门
实验五. Rviz 仿真和 URDF 模型创建
第五部分 基于 ROS 的智能设备驱动
实验一. 移动平台边缘计算网关 ROS 环境搭建
实验二. 边缘计算网关与电脑 ROS 分布式配置
实验三. 底板数据交互 ROS 功能包构建
实验四. SLAM 激光雷达 ROS 驱动实验
实验五. 基于 ROS 系统 SLAM 激光雷达构建地图实例
实验六. 语音交互模块 ROS 驱动功能包
实验七. 双目视觉模块 ROS 驱动功能包构建
实验八. 机械臂 ROS 驱动功能包
第六部分 综合应用案例
实验一. 机器人激光雷达构建地图实验
实验二. 机器人使用激光雷达自主导航实验
实验三. 移动小车激光雷达跟随

实验四. 机器人视觉巡线实验
实验五. 移动小车基于深度相机实现跟随功能
实验六. 移动小车语音指令移动控制
实验七. 移动小车声源定位与跟随
实验八. 基于 Moveit! 的真实机械臂运动规划
实验九. QT 人机交互与视觉抓取综合演练实验