組別：202627

專題名稱：智慧機械手臂自動分類系統

一、指導老師：鄭煜輝 老師

二、組　　員：鄭宏翌（11230027）、陳柏佑（11230043）、施品毅（11230077）

三、系統環境：

(一) **軟體：**ROS 2 Humble、Python 3、Flask-SocketIO、OpenCV、YOLO11 ONNX、ONNX Runtime、Roboflow、PlatformIO、SOLIDWORKS 2024。

(二) **硬體：**Raspberry Pi 4B、STM32F411、PCA9685、USB 攝影機、HC-SR04。

(三) **通訊設備／協定：**UART、I²C、ROS 2 Topic／DDS、HTTP／WebSocket、MJPEG 影像串流。

四、系統功能與特色：

（一）功能

1. 影像辨識：攝影機持續擷取工作區影像，YOLO11 模型辨識鋁箔包、鐵鋁罐、塑膠（寶特瓶、塑膠餐盒）、紙類（紙餐盒、紙杯）、一般（衛生紙、塑膠袋）五類廢棄物的類別與位置，將結果提供自動抓取流程使用。
2. 影像導引抓取：依辨識結果調整機械臂基座角度，使夾爪對準目標；HC-SR04 超音波測距小於 12 cm 時觸發抓取與分類流程。
3. 馬達驅動控制：樹莓派透過 UART 傳送各軸控制命令至 STM32，再由 STM32 經 I²C 控制 PCA9685，輸出 PWM 驅動 CH0 至 CH4 五個舵機。
4. 網頁操作：網頁提供手動／自動模式、控制指令與即時影像，方便操作及觀察系統狀態。

（二）特色

1. 邊緣端推論：YOLO11 ONNX 模型部署於 Raspberry Pi 4B 本機執行推論，辨識流程無需連線雲端。
2. 模組化整合：以 ROS 2 整合辨識、測距及控制節點，並由 STM32 與 PCA9685 負責舵機輸出。
3. 雙模式遠端監看：提供手動控制與自動辨識兩種操作方式，並可在同一網頁查看 MJPEG 影像，便於遠端監看。

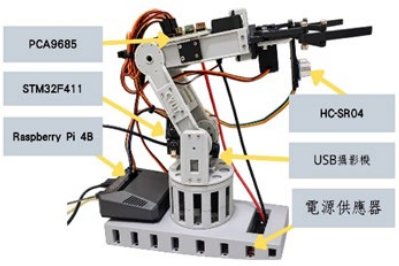


圖 1. 手臂實體



圖 2. 回收物辨識