

專題題目—基於深度學習與影像處理實現機械手臂控制

Realize self-developed robotic arm control based on deep learning and image processing

指導教授：莊家峰 特聘教授

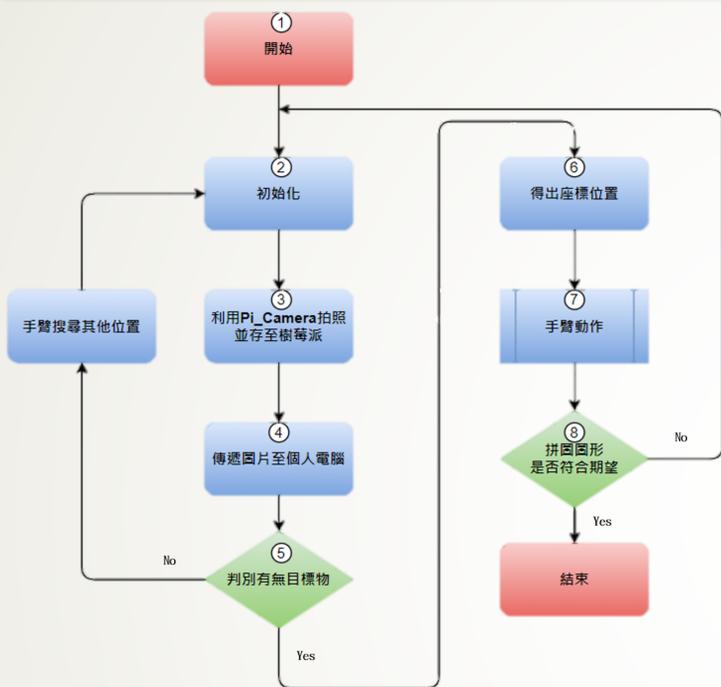
學生：陳柏誌、賴致中

本專題以「機械手臂」控制為主軸，藉由SSH協定連結PC端與樹梅派，將影像即時傳到PC端，並結合「深度學習」，得出目標物座標以手臂實現拼圖

研究動機

隨著科技的進步，許多企業對於機器的需求也越來越高，因為機器可以有效地節省人力成本，因此機器人的研究也與時俱增，而機器人的應用非常的廣泛，不僅僅運用在企業，也可以當作一種休閒互動的玩伴，本次做的機械手臂就是利用機械與人的互動，由人將木塊散亂，讓機械手臂去完成拼圖，透過鏡頭結合深度學習，打破以往傳統工業的制式化操作，想必在未來一定可以促進相關的產業創新。

系統架構



原理與應用



手臂逆向運動學

運動學識描述物體在運動時軌跡的科學，包含順向運動學和逆向運動學。順向運動學是利用手臂各個關節角度，求得手臂末端的位置及方位狀態。逆向運動學藉由手臂末端位置，反向求得各關節的角度。本專題使用逆向運動學控制手臂。

MaskRCNN介紹

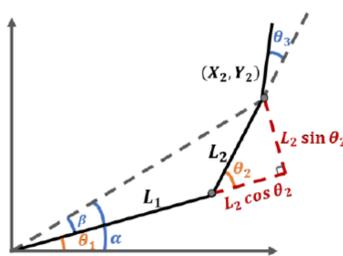
一般類神經網絡僅能識別目標周遭的矩形範圍，MaskRCNN則在其基礎下加入語義分割(Semantic Segmentation)技術，能夠針對影像中的像素進行分類，以識別像素中所屬的目標。經過MaskRCNN運算後，便能提取及識別目標輪廓，即使物體重疊遮蔽亦可獨立區分各種物體。



PI_Camera拍照原始圖片

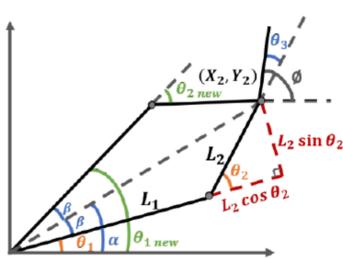


經MaskRCNN辨識提取輪廓



如圖， (X_2, Y_2) 代表目標座標位置， L_1 、 L_2 為手臂各段長度， θ_1 、 θ_2 、 θ_3 代表各關節的旋轉角度，可由已知的 (X_2, Y_2) 、 L_1 、 L_2 經由運算得到 θ_1 、 θ_2

θ_1 控制旋轉Servo Motor1和2的角度， θ_2 控制旋轉Servo Motor3的角度，所以只需要給定目標位置座標 (X_2, Y_2) ，即可控制手臂達到指定的位置。



機械手臂的關節旋轉角度有限制，會造成有些座標透過上述的運算後，手臂無法到達，因此運用軌跡運算方式，避免情況發生，如圖，透過推導，推出新的馬達旋轉角度 $\theta_{1\text{ new}}$ 、 $\theta_{2\text{ new}}$ ，並藉由已知的 θ_3 求取控制旋轉Servo Motor5的角度 θ_3 。

裝置介紹



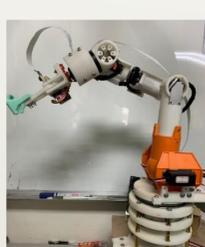
Raspberry Pi



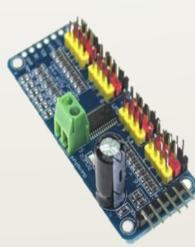
Pi Camera



目標拼圖



七軸自由度機械手臂



PCA9685

手臂實作圖



結論

深度學習是機器學習的一種方式，也是目前AI人工智慧的主流，在本次專題中學到了如何將深度學習結合影像辨識，透過機械手臂實現目標物夾取動作，期望在未來能將本作品概念再加以延伸，不僅限於原先指定的物品，而是能有效的歸納任意物品，節省人力收拾所需的時間。