

用PCL點雲做3D物件辨識

指導老師：高典良 老師

學生：蘇晨軒、陳鈺豐、陳冠宏、吳雅雯

摘要

近幾年隨著科技的進步，機器人相關的應用愈來愈多，基本都可做一些簡單的行動、對話甚至辨識物件。而我們對物件辨識的部分較感興趣，若能成功做好物件辨識，想必可以應用在很多方面，像是用於居家機器人中，讓其能辨識出使用者要的東西並作更進一步的操作，或是用於汽車自動駕駛系統中，使能更清楚去辨識障礙物為何，去做更精準的避障判斷。而目前的物件辨識技術多是對二維的影像，但是二維的物件辨識容易受角度、光影或他物遮擋的影響，因此我們決定使用三維技術去實現物件辨識。

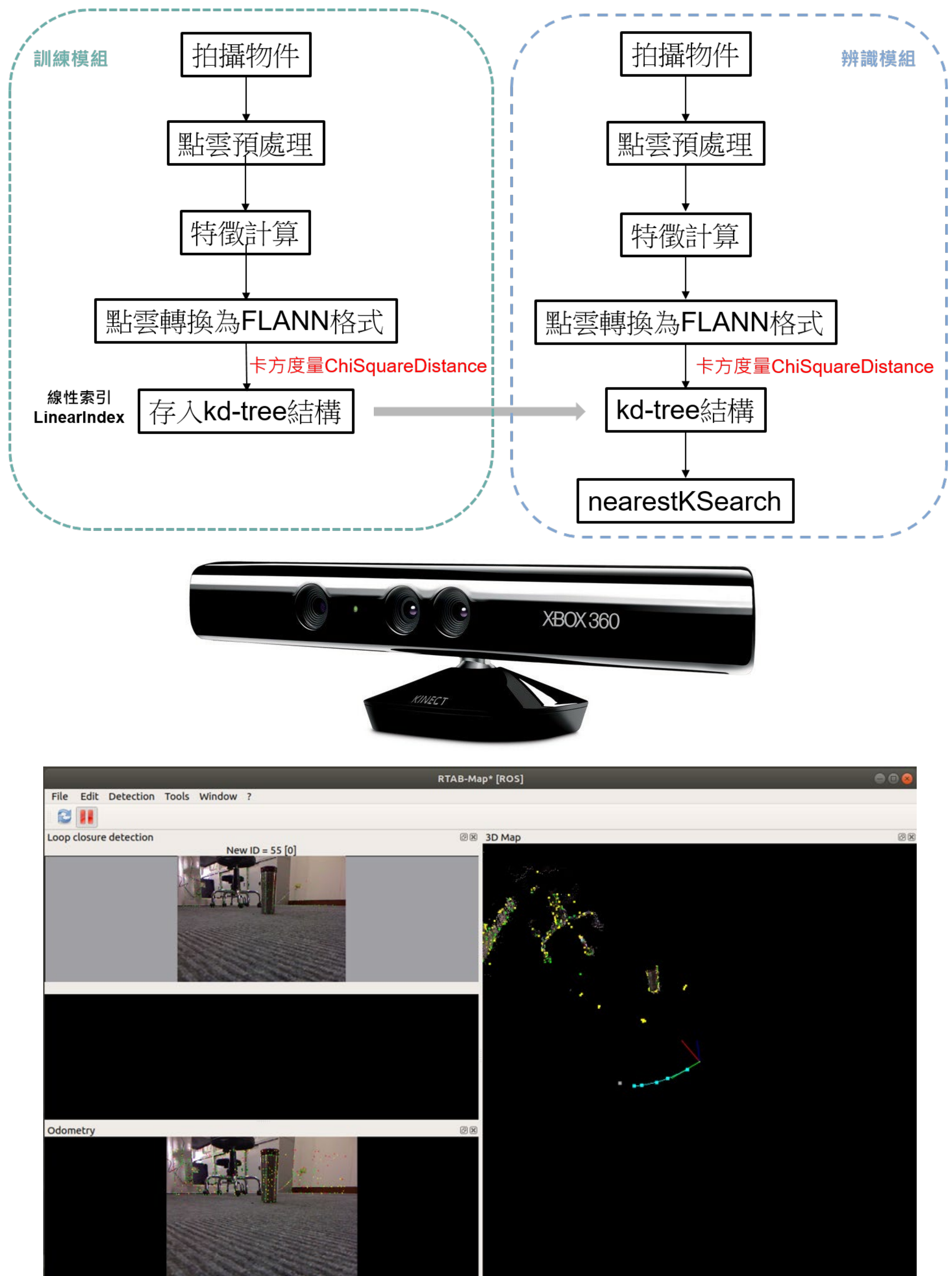
本文將透過深度攝像機去拍攝物件各個角度，取得物件之三維數據並轉換成點雲圖，再利用點雲函式庫（PCL）做各種濾波處理，使點雲圖只留下我們要的物件，並適當地降低點數以避免過大的運算量後，計算出表面法線、關鍵點與特徵描述子等辨識時所需要的資訊，將其存入資料庫中，最後透過點雲函式庫中的recognition模組，實現物件辨識。

前言

隨著現今科技的發展，機器人相關技術越來越進步，自走車的建圖、避障、環境感知等技術也愈趨精準，實際上，市面上也已有許多Level 2自動輔助駕駛系統的電動車，其發展已算非常完備，在這些方面我們也想不到有什麼更新穎、高效的實現方法，便嘗試在這些基礎下做一些新的應用，最後在老師的提點與方向指導下，我們使用RGB-D相機去拍攝影像，並對其做三維的物件辨識，使機器人不僅是能感測到多遠處有障礙物，而是還能清楚障礙物為何，甚至可以結合機械手臂等技術去發展出別的應用。

其實機器人結合影像辨識的機械視覺技術已有許多文獻可參考，並也已經廣泛應用在產線上的瑕疵檢測等，然而其多為對二維影像作處理，容易受光影或他物遮擋影響，因此我們決定使用三維的RGB-D影像來進行物件辨識。而在一般研究影像處理上，2D平面影像處理常是使用OpenCV函式庫，而3D立體影像的處理多是用點雲函式庫（Point Cloud Library，PCL）。

研究方法



研究結果

無遮擋

物件	VFH(正確張數 / 總張數)	ESF(正確張數 / 總張數)
茶壺	24 / 40	30 / 40
馬克杯	8 / 16	10 / 16
衛生紙	17 / 53	26 / 53
利樂包	25 / 46	36 / 46
膠帶台	7 / 31	7 / 31
小盒子	10 / 29	12 / 29
寶特瓶	38 / 38	38 / 38

有遮擋

以資料庫中物件互相遮擋：

遮擋情況	VFH		ESF	
	錯誤張數	辨識成功張數	錯誤張數	辨識成功張數
衛生紙立擋利樂包左側 (圖 9)	3	利樂包=4 衛生紙=9	0	利樂包=9 衛生紙=7
衛生紙橫擋利樂包前面 (圖 10)	1	利樂包=4 衛生紙=11	2	利樂包=1 衛生紙=13
利樂包擋茶壺左邊 (圖 11)	0	茶壺=16 利樂包=0	7	茶壺=9 利樂包=0
利樂包擋茶壺右邊 (圖 12)	0	茶壺=16 利樂包=0	4	茶壺=12 利樂包=0
衛生紙擋茶壺右邊 (圖 13)	0	茶壺=16 衛生紙=0	0	茶壺=8 衛生紙=8
衛生紙擋茶壺左邊 (圖 14)	1	茶壺=13 衛生紙=2	0	茶壺=9 衛生紙=7

以未知物件遮擋：

遮擋情況	VFH (正確張數 / 總張數)	ESF (正確張數 / 總張數)
保溫杯與利樂包並排	8/16	7/16
保溫杯放前擋利樂包	0/16	12/16
保溫杯擋茶壺左	16/16	12/16
保溫杯擋茶壺右	16/16	15/16
保溫杯與衛生紙並排	6/16	13/16
保溫杯擋衛生紙	0/16	12/16

結論

觀察實驗結果，我們認為在計算特徵描述子時，用ESF演算法會較用VFH演算法佳，且ESF有很強的獨立性，不用其他的普通信息。而與二維的物件辨識相比，三維因為多了一個深度的資訊，更具有描述力、準確率較高，在做訓練時可以不用像二維物件辨識那樣需要好幾百張的圖像，可以使用較少的資料去做訓練即可。不過目前二維的物件辨識還是較為成熟，而三維物件辨識之辨識率視不同的物件、演算法還是會有所差異。

人臉瞄準器

摘要

自動特定目標(人的臉部)的追蹤瞄準系統，首先利用鏡頭辨識目標物在畫面中之位置，演算後控制機器手臂運作，並以手臂上之雷射筆進行瞄準之動作.當目標物移動時,持續辨識目標物在畫面中之位置,演算後控制機器手臂動作,使得雷射筆持續瞄準目標物.以達到瞄準,追蹤,鎖定之功能.

前言

人臉辨識最早有記錄的研究可以從1872年的心理學開始，工程方面的相關研究則是從1960年代開始。但是真正研究機器自動辨識人臉的論文則應該從1970年代的研究報告開始。

近年來,拜於計算機運算效能之提升與各類機器學習演算法之完善],人臉與針對特定目標的辨識技術日益成熟,在機場,出勤考核,手機安全等方面均可見其廣泛的應用。

在本專題中,利用針對特定目標(人的臉部)分類器,透過最佳參數來取得較佳辨識結果,辨識之結果再透過逆向運動學的演算取得機器手臂各關節旋轉角度,如此,一套自動瞄準系統的架構被建置與實現。

研究方法

選取的程式是Visual Studio Code (VSCode)，這是一款由微軟所開發的程式編輯器能夠支援多種程式語言包括了 JavaScript、TypeScript、CSS 和HTML，也可以透過下載擴充元件來支援 Python、C/C++、Java等其他語言，另外還使用了OpenCV來幫助影像處理，OpenCV內包含了許多模組可供使用，例如：core可用來處理資料類型、資料結構，還有Objdetect能利用階梯式的色階分布歸類法來做物體辨識，主要運用的就是Objdetect來去做判斷，當判別到人臉之後就會對其鎖定並運算位置以產生座標讓手臂去進行瞄準，後來改使用Mediapipe，來進行。

利用Visual Studio Code (VSCode) 結合OpenCV搭配擴充元件的Python以及Mediapipe來完成初步的手部辨識，並使用Python語法來進行判斷，使手臂接收到指令並進行操作。

結果與討論

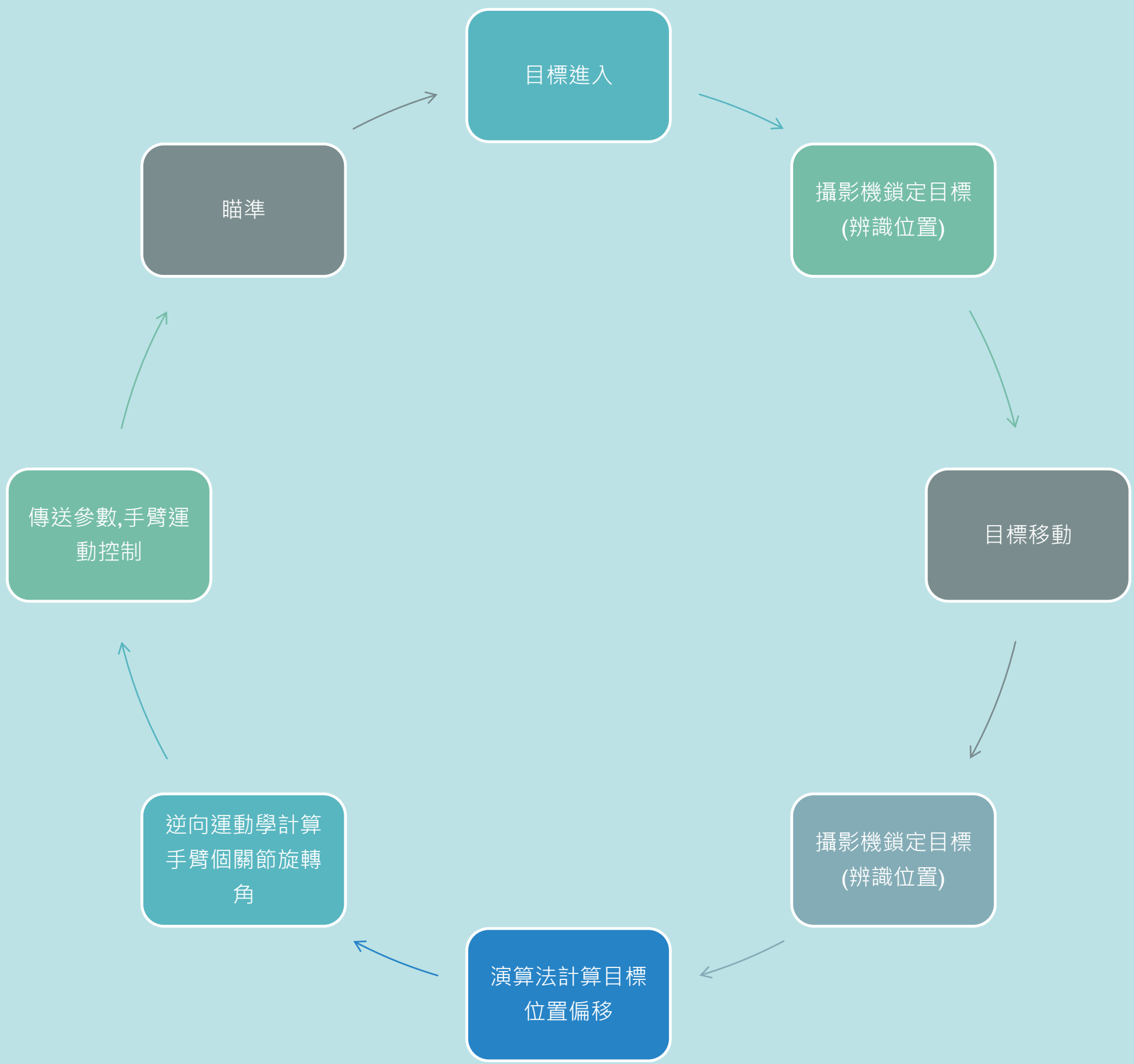


Figure 1 系統運作流程圖

圖1為系統的 系統運作流程圖,透過影像辨識,位置運算,手臂動作(瞄準),目標物移動,影像辨識,位置運算,手臂動作(瞄準)等循環的過程.持續追蹤,瞄準,鎖定目標物

結果與討論

More results are presented here. More results are presented here. More results are presented here. More results are presented here.



Figure 2目標物進入辨識範圍,辨識,瞄準



Figure 3目標物移動,辨識,追蹤瞄準



Figure 4目標物移動,持續辨識,追蹤,瞄準

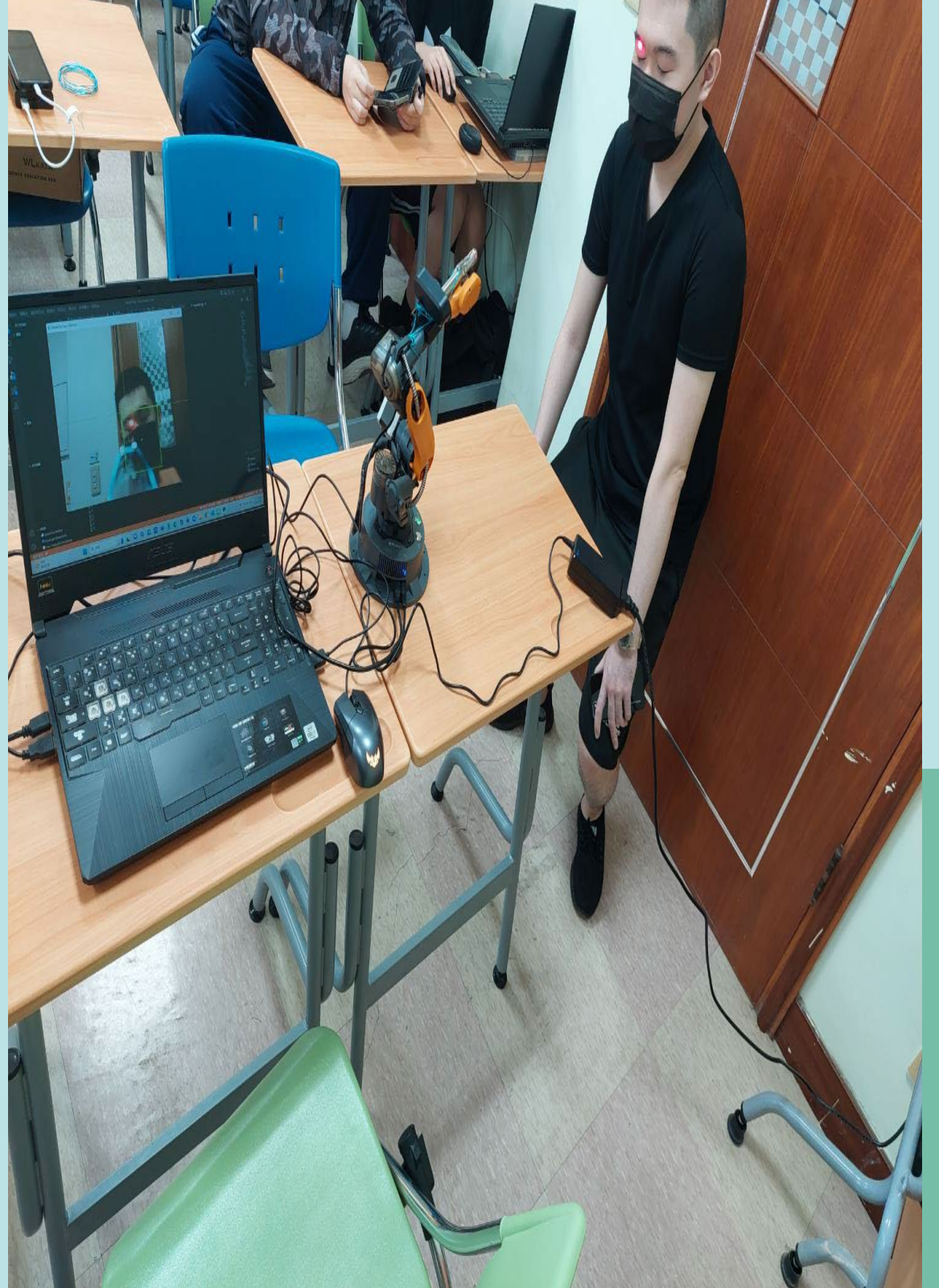


Figure 5目標物移動,持續辨識,追蹤,瞄準

圖2~5顯示系統持續運作的情況,當目標物移動時,畫面偵測到目標物位置改變,取的空間參數再透過演算得到手臂之控制參數,再控制手臂運行使得手臂上的雷射筆持續追蹤,瞄準,鎖定目標物.

結論

利用鏡頭來去獲得畫面後自動辨識物體並操作手臂去瞄準物體，讓手臂自行去透過程式執行動作以減少人力成本，即使是在人員都去休息的情況下也還是能夠執行操作者一開始所要執行的程式，假如發生問題時檢查故障的區域也能夠縮小，操作出了問題只需優先檢修手臂或更換鏡頭即可。

若運用於戰爭則可以降低人員消耗，士兵可以不用親自赴上火線便可在後方進行觀察與行動，這裡我們可以看到目前的現代戰爭，從需要有人員乘載，到目前的偵查無人機，可降低人員在前線偵查時被擊墜或俘虜的可能性，但缺點是精準度要依照資料量與訓練度來提升，不像人可以立即修正或自我判斷。

在工廠方面，包括傳統工業手臂也是如此目前的手臂大多都只能單純的重複指令行動，因為需要抓取或操作的物體不會移動，位置也固定所以不會有什麼問題，但如果物品的位置會改變則可運用此功能去讓手臂能夠判斷，找到物品後再去進行操作。