

# 非接觸式影像量測用於三維機械手臂軌跡操作 --- 3D Sketcher

指導教授：徐國政 蔣欣翰 博士      學生：張子承、鍾定倫

輔仁大學 電機工程學系 大學部專題生

## 摘要

- **工業4.0、無人工廠**---隨著物聯網的時代來臨，到更進一步的工業4.0的概念被提出，從生產到銷售的產業鏈結改變，將影響改變工廠的未來樣貌，轉變成自動化智能工廠，而這也凸顯了在工業4.0的進程中，智慧自動化控制在未來不可或缺的重要性。
- **為什麼要做機械手臂軌跡操作**---在工廠的生產模式中，從過去的大量生產，到現在的客製化生產。這樣的商業模式改變，讓機器不再只是一味地重複相同動作，而是因應不同的產品需求，不斷切換生產使用的器具，在變換不同器具的過程中，機械手臂所需求的運作軌跡是不完全相同的，而透過大量的分析、測試來縮短手臂的行經路徑，還有增加機器的運作效率成為了智慧化無人工廠的重要一環。
- **如何繪製軌跡**---以我們的專題為例，在繁瑣的資料當中，我們會先使用MATLAB存取影像資料，將圖片色彩資料擷取出來，再進行分析。為了繪製想要的路徑，偵測圖像色彩的深度，選擇較深的顏色將資料存入陣列，再以相對作標向量的形式，存入新的陣列，之後搭配時間軸傳入Simulink。
- **影像資料到軌跡生成**---在Simulink中，以遞增的時間軸配合位置向量的資料傳入PCI控制器，在控制器的馬達運作中，會隨著資料的大小，XY軸各自移動相對距離，最後才完整繪出我們所需求的影像。

## 系統架構

- **影像分析 + 機器手臂軌跡操作**---在整個機械手臂操作過程中，主要分為三個部分：圖片轉座標、座標資訊轉為輸入訊號、訊號輸入機械手臂完成操作。
- **影像分析-圖片轉座標(絕對座標)**  
在圖檔中程式先找出圖檔XY軸的大小，將圖片從第一點到最後一點判斷顏色數值，若顏色在設定的色差範圍內，將存取進入矩陣中，存成絕對座標。
- **座標資訊轉為輸入訊號(獨立的三個波)**  
因應在硬體上XY軸的線性馬達，還有訊號輸入的電源控制箱，輸入訊號分成XYZ三個獨立的訊號，而在運作的過程，為了不讓波互相干擾，將控制的訊號以時間軸分開，每描繪一個點分為XYZ相互獨立的訊號波。

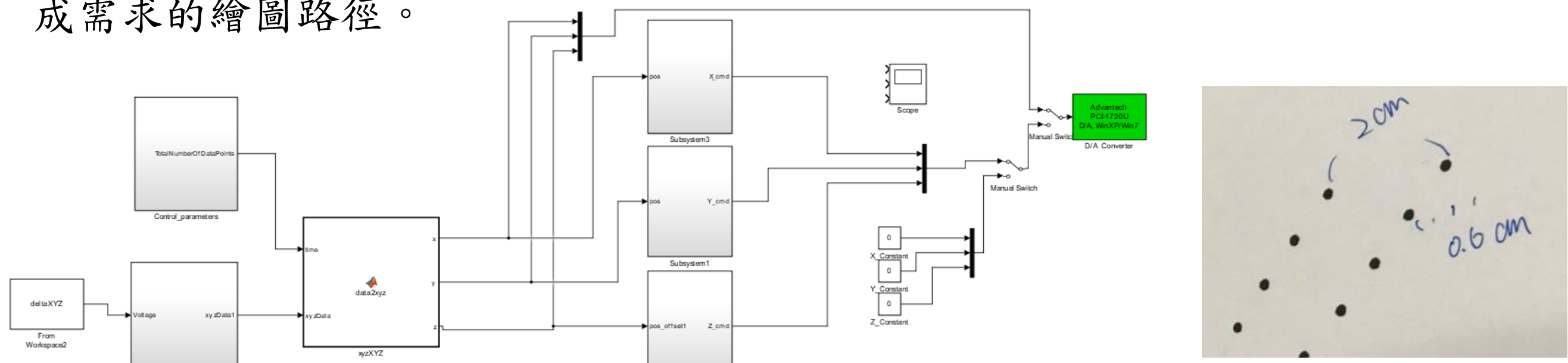


圖一、XYZ機械手臂與電源控制系統

- **輸入訊號至機械手臂完成軌跡操作**---最後將波以時間軸分開XYZ的值後，以矩陣的形式依照時間軸，由Simulink傳入至機械手臂，PCI控制箱會將數值的數位訊號，轉成PWM訊號完成軌機操作。

## 開發環境

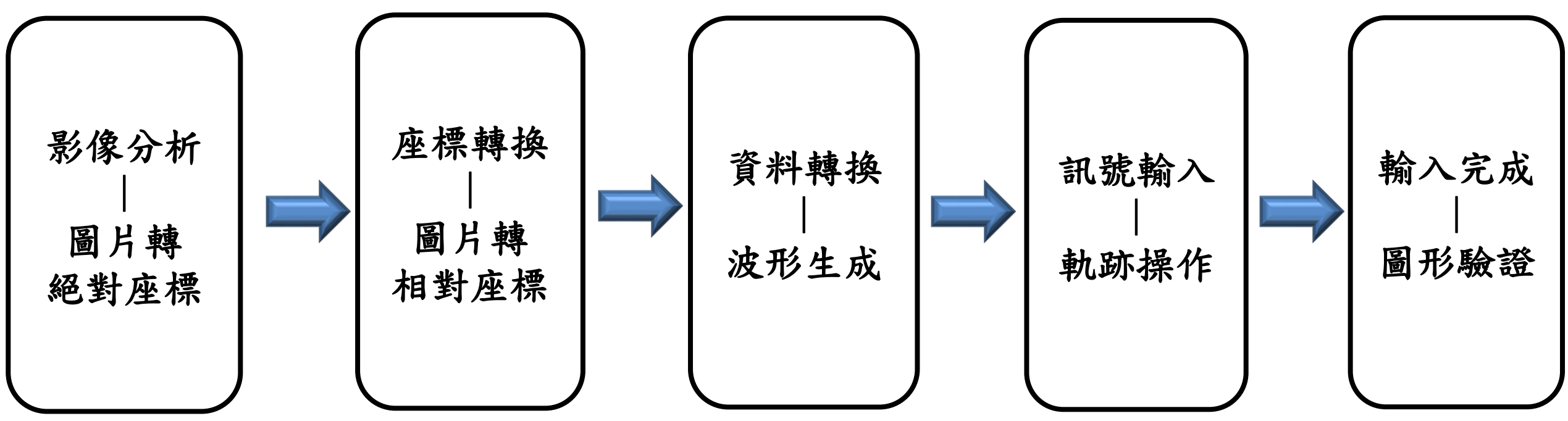
- **主系統、MATLAB、Simulink**  
MATLAB原是作為數值運算、資料開發等應用的軟體。在後來的開發中，陸續增加許多附屬的工具箱。適合不同領域的應用，例如控制系統設計與分析、圖像處理、訊號處理與通訊、金融建模和分析等。其中Simulink是我們選擇的開發環境，提供視覺化開發環境，常用於系統模擬、動態/嵌入式系統開發等方面。
- **MATLAB: 影像讀取、像素色差計算、絕對座標獲取、相對座標轉換**  
MATLAB在影像讀取後，會在JPG圖檔中，存取RGB色彩資料，而後配合定義的色差值，取樣出需要的座標點，將之紀錄成絕對作標矩陣資料，在座標轉換中，為了達到所需求的繪圖路徑，將此座標減去上一個座標，轉變成向量的相對作標值傳入Simulink。
- **Simulink: 訊號讀入、影像相對座標映射機械手臂專案座標、誤差調整在實際的操作繪圖過程中，實際路徑因為訊號疊波、回授或是連續動作，而與原本的設計有所誤差。而在修正訊號誤差、路徑設計上，也致力於克服這方面的問題，來達成需求的繪圖路徑。**



圖二、開發環境架構圖

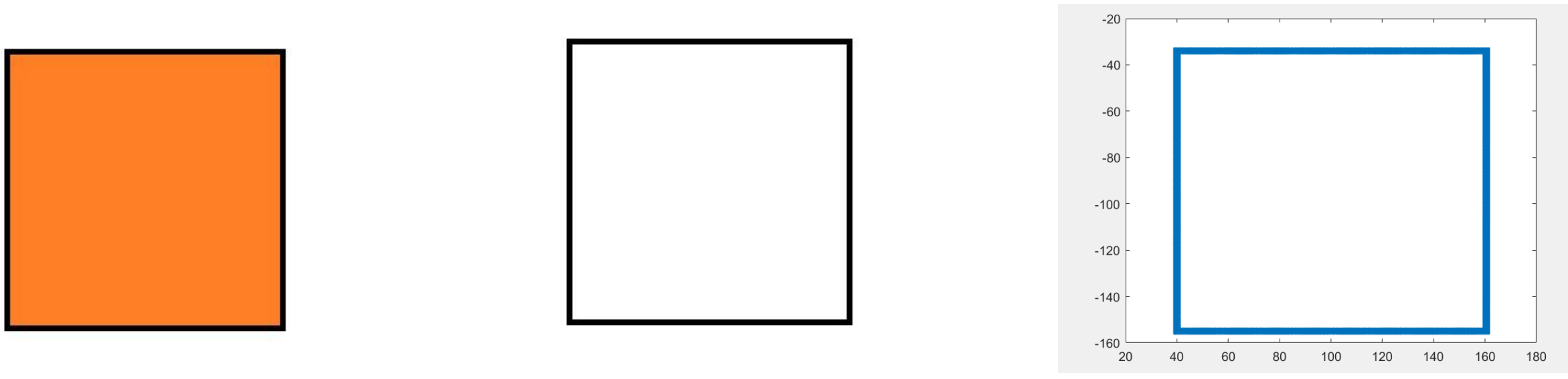
圖三、連續誤差圖

## 實作方法與成果

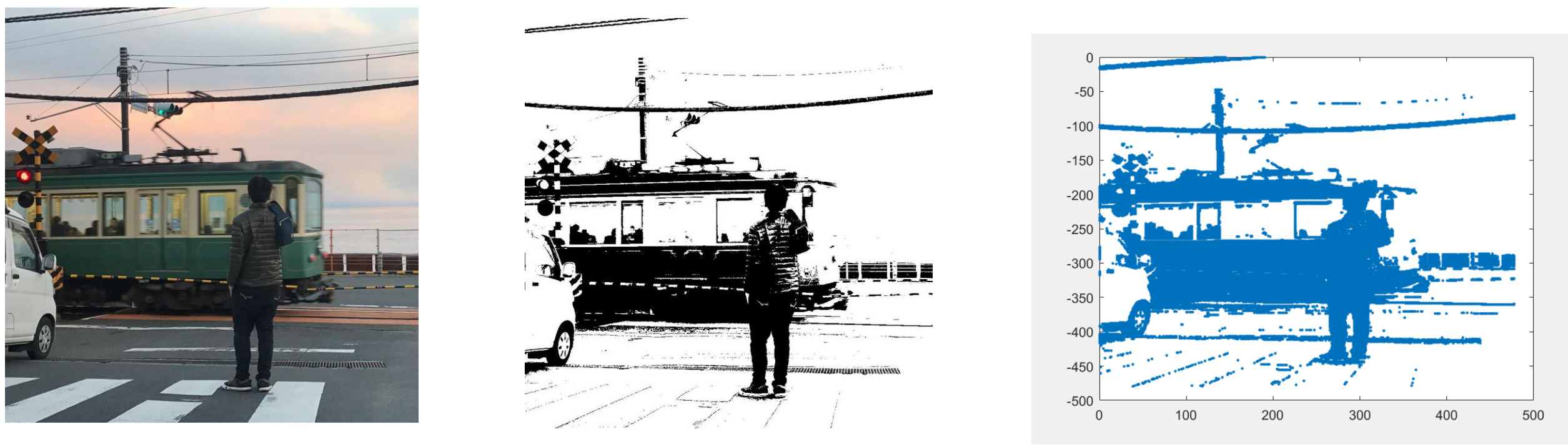


圖四、實作流程圖

- 在MATLAB系統下撰寫影像分析驗證，先將彩色影像轉為黑白影像(二值化影像)如圖五、圖六，使其分析更為精準，接著再轉換為座標。

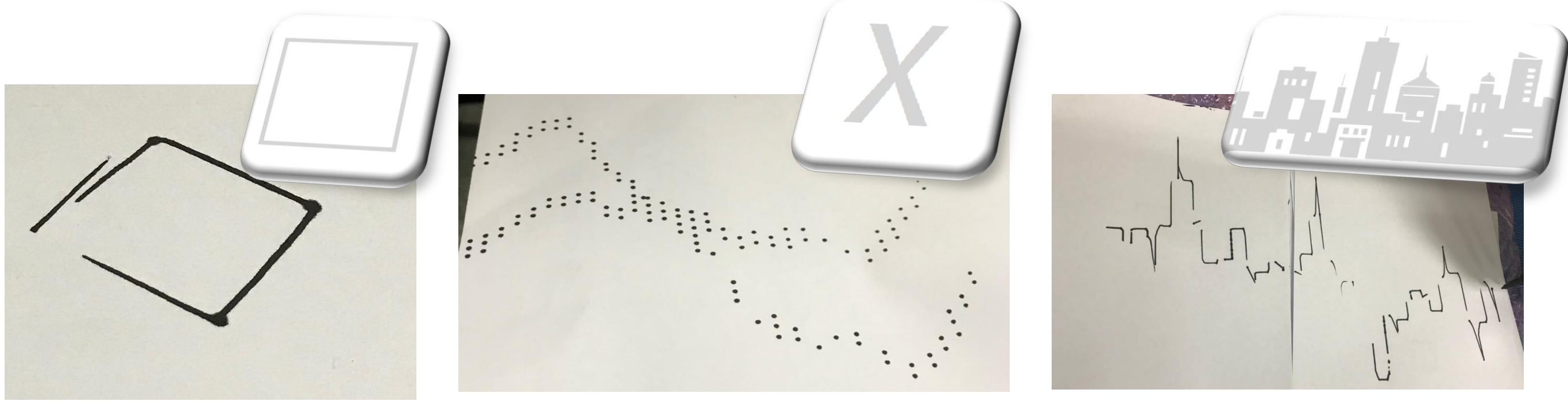


圖五、簡易圖形轉座標



圖六、擬真圖形轉座標

- 將轉換後之圖形各點座標位置寫入Simulink中機械手臂控制程式，並以機械手臂操作軌跡作為驗證，如圖七、圖八、圖九。



圖七、簡易圖形驗證

圖八、複雜圖形驗證

圖九、擬真圖形驗證

- 當X及Y軸為連續動作時，Y軸會出現正負偏向，如圖八。
- 將X及Y軸動作中間插入一初始化設定，即可根據座標相對位置繪製，如圖九。
- 注意事項---因座標點數多，因此可使用間隔取樣。
- 軌跡座標誤差問題修正:在模擬過程中，發現在機器手臂Y中心點偏移量伴隨X變化而會正負偏向，因此我們以矩陣之形式將其誤差值與主程式結合，使圖形更精準。

## 結論

- 本專題研究並實踐非接觸式影像量測，並以機械手臂做各圖形操作，其包括影像讀取、像素色差計算、絕對及相對座標獲取、訊號讀入、影像相對座標映射機械手臂專案座標(機械手臂XY軸不等長，1:2.5)、誤差調整(Y中心點偏移量伴隨X變化而正負偏向)。
- 本專題延伸可在Z軸上加設光學感應鏡頭，將物品位置化為立體座標，並以程式判斷位置，用手臂夾取。
- 在工業4.0概念逐漸發酵，關燈工廠即是未來趨勢，機械手臂的運用將更被重視，取代3D(Dirty、Difficult、Dangerous)工作並提升品質，降低人力成本使。
- 自動化機械手多項應用目前已逐步在社會上出現，並給予人類極大的幫助，如汽車組裝、達文西手臂(醫學用途)、太空站維修等……。因此，此專題使我們對機械手臂有所概念，更容易與先進工業製造科技接軌。



2017 輔仁大學電機工程學系  
大學部專題成果展

