

修平科技大學

電機工程系

HSIU-PING UNIVERSITY OF SCIENCE

AND TECHNOLOGY DEPARTMENT OF ELECTRICAL
ENGINEERING

指導老師：謝承達

專題製作學生：林界廷

製作日期：109年6月24日

摘要

近期機器視覺技術逐漸精進，足以擔當產品檢測重任[1]，因此開始被導入產線，機器視覺的引進產線，大幅提高了產能，同時也有效降低成本，在此優勢下，製造業者導入機器視覺作為檢測應用的速度越來越快。

本研究使用台達影像處理系統，搭配不同的鏡頭，進行產業自動化生產中產品的檢測，並運用於瓶蓋的內、外標籤的判別檢測上。X-Y-Z 平台是使用新代的 HD 控制器，搭配安川驅動器伺服馬達定位控制。將瓶蓋放在 X-Y-Z 平台上的檢測區，經檢測後，錯誤的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 NG 區，正確的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 OK 區。

Abstract

Recently, machine vision technology has been gradually advanced enough to take on the important task of product inspection [1]. Therefore, it has been introduced into production lines. The introduction of machine vision production lines has greatly increased production capacity and effectively reduced costs. Under this advantage, manufacturers introduced machines Vision is becoming faster and faster as a detection application.

In this study, the Delta image processing system with different lenses was applied to detect products in industrial automation production, and to identify the inner and outer labels of bottle caps. We use HD controllers of SYNTEC coupled with Yaskawa driver to control the positioning of servo motors of the X-Y-Z platform. Place the cap on the detection area of the X-Y-Z platform. After the inspection, the wrong cap will be sucked to the NG area by the Z axis vacuum suction pen, and the correct cap will be sucked to the OK area by the Z axis vacuum suction pen.

目次

中文摘要	i
Abstract	ii
目次	vi
表目次	x
第一章緒論	1
1.1 前言	1
1.2 研究背景與動機	1
1.3 研究目的	2
1.4 系統架構圖	3
第二章機台硬體介紹	4
2.1 機台架構	4
2.2 感測器、滾珠螺桿、真空吸盤吸盤	6
2.3 伺服馬達與安川驅動器	7
2.4 編碼器	9
2.5 新代 HC 控制器	10

2.6	手輪	11
2.7	動力線及回授線、顯示器	12
2.8	台達影像處理系統	13
2.9	電磁閥與氣壓缸	16
第三章 使用軟體介紹		17
3.1	新代 PMC 程式	17
3.2	新代人機介面	19
3.3	原點動作及加工動作	20
第四章 影像處理原理		21
4.1	色彩空間 (Color space)	21
4.2	RGB 彩色模型	22
4.3	HSV 顏色模型	23
4.4	Roberts、Prewitt、Sobel 說明	24
4.5	影像處理-形態學(morphology)	27
第五章 影像辨識處理		31
5.1	圖像輸入	34

5.2	背景消除	36
5.3	形狀搜索	37
5.4	影像二值化	38
5.5	對比強化運算	39
5.6	CCD 流程說明	40
第六章影像辨識抓取處理		42
6.1	簡易三軸平台製作	42
6.2	新代 HD 控制器程式製作	47
6.3	整體架構及流程	49
第七章結論		50
參考文獻		51

圖目次

圖 1-1 系統架構圖-----	3
圖 2-1 桌上型萬用三軸平台架構圖-----	4
圖 2-2 桌上型萬用三軸平台架構背面圖-----	4
圖 2-3 桌上型萬用三軸平台架構側面圖-----	5
圖 2-4 簡易三軸平台-----	5
圖 2-5 感測器-----	6
圖 2-6 滾珠螺桿、真空吸盤吸盤-----	6
圖 2-7 伺服馬達-----	7
圖 2-8 安川控制器-----	8
圖 2-9 安川控制器周邊裝置-----	8
圖 2-10 絕對值型編碼器-----	9
圖 2-11 絕對值型編碼器、增量型編碼器架構-----	9
圖 2-12 新代 HC 控制器-----	10
圖 2-13 新代 HC 控制器 IO 阜-----	10
圖 2-14 手輪-----	11
圖 2-15 手輪機構圖-----	11
圖 2-16 動力線及回授線-----	12

圖 2-17	顯示器-----	12
圖 2-18	台達影像處理系統-----	14
圖 2-19	DMV-CM30CCI 鏡頭-----	14
圖 2-20	DMV-CM30CCI 鏡頭規格-----	15
圖 2-21	DMV-CM30CCI 鏡頭攝影機安裝尺寸-----	15
圖 2-22	電磁閥-----	16
圖 2-23	氣壓缸-----	16
圖 2-24	電磁閥內部結構圖-----	16
圖 3-1	人機介面-----	19
圖 3-2	人機座標位址-----	19
圖 3-3	人機介面原點-----	20
圖 3-4	人機介面加工-----	20
圖 4-1	CID 色度圖-----	21
圖 4-2	RGB 色彩座標立方圖-----	22
圖 4-3	HSV 色彩模型-----	23
圖 4-4	典型角檢測算法的輸出-----	26
圖 4-5	圖像增強 Roberts-----	26
圖 4-6	磚牆和自行車架的灰度圖像-----	26

圖 4-7 Prewitt 運算符對磚牆和自行車架的灰度圖像進行漸變	26
圖 4-8 影像處理示意圖	27
圖 4-9 影像處理種類示意圖	28
圖 4-10 侵蝕示意圖	28
圖 4-11 擴張示意圖	29
圖 4-12 斷開示意圖	29
圖 4-13 閉合示意圖	30
圖 5-1 DIAVision 機器視覺軟體主介面	31
圖 5-2 DIAVision 機器視覺軟體建構流程	33
圖 5-3 登錄影像	35
圖 5-4 登錄影像	35
圖 5-5 背景消除	36
圖 5-6 形狀搜索	37
圖 5-7 影像二值化示意圖	38
圖 5-8 程式內部彩色二值化	38
圖 5-9 程式內部對比強化	39
圖 5-10 影像處理流程圖	40
圖 5-11 台達影像程式	40

圖 5-12	料件樣式-----	40
圖 5-13	檢測完畢後 OK 料-----	41
圖 5-14	檢測完畢後 NG 料-----	41
圖 6-1	新代控制器及安川驅動器製作-----	42
圖 6-2	三軸平台及真空吸盤吸盤-----	42
圖 6-3	鏡頭安裝定位-----	43
圖 6-4	氣壓帶動真空吸盤吸盤-----	43
圖 6-5	俯視圖-----	44
圖 6-6	氣壓作動圖-----	44
圖 6-7	台達系統輸出入接點-----	45
圖 6-8	電磁閥接點-----	45
圖 6-9	新代系統輸出入接點-----	46
圖 6-10	整體控制流程圖-----	49

表目次

表 2-1 新代 HC 控制器 IO-----	10
-------------------------	----

第一章 緒論

1.1 前言

隨著工業 4.0 的發展，台灣的電子電機業、機械業、資通訊業正是強項，而且有不少公司大廠為全世界的供應商，而智慧生產帶來的好處是，減少人力成本、客製化訂單、精確的加工。主要的動機就是提升自己在業界的競爭力，了解到在未來的職場能力和需求，更可以熟習電控技術。

1.2 研究背景與動機

在工業製造的過程，品管是產品品質最後把關的環節，在機器視覺技術未成熟之前，過去一向以人力作業，不過產品檢測單調，且冗長的作業模式容易使操作者出現疲勞、注意力分散等問題。近期機器視覺技術逐漸精進，足以擔當產品檢測重任，因此開始被導入產線，機器視覺的引進產線，大幅提高了產能，同時也有效降低成本，在此優勢下，製造業者導入機器視覺作為檢測應用的速度越來越快。本研究使用台達影像處理系統，搭配不同的鏡頭，進行產業自動化生產中產品的檢測，完成機器視覺與 X-Y-Z 平台的機電整合，並正確分類瓶蓋的大小與顏色。

1.3 研究目的

機器視覺系統是由照明、鏡頭、攝影機、圖像擷取卡與軟體所構成，在照明要注意環境光對圖像品質的影響，採用背向照明即背側物放在光源和攝影機之間，能獲得高對比的圖像。鏡頭如同人的眼球，主要功能是光束調整，完成影像傳遞。攝影機需具有高度傳輸能力、抗干擾及穩定成像的能力。

使用台達影像處理系統，搭配不同的鏡頭，進行產業自動化生產中產品的檢測，並運用於瓶蓋的內、外標籤的判別檢測上。X-Y-Z 平台是使用新代的 HD 控制器，搭配安川驅動器伺服馬達定位控制。將瓶蓋放在 X-Y-Z 平台上的檢測區，經檢測後，錯誤的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 NG 區，正確的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 OK 區，正確分類瓶蓋的大小與顏色。

1.4 系統架構圖

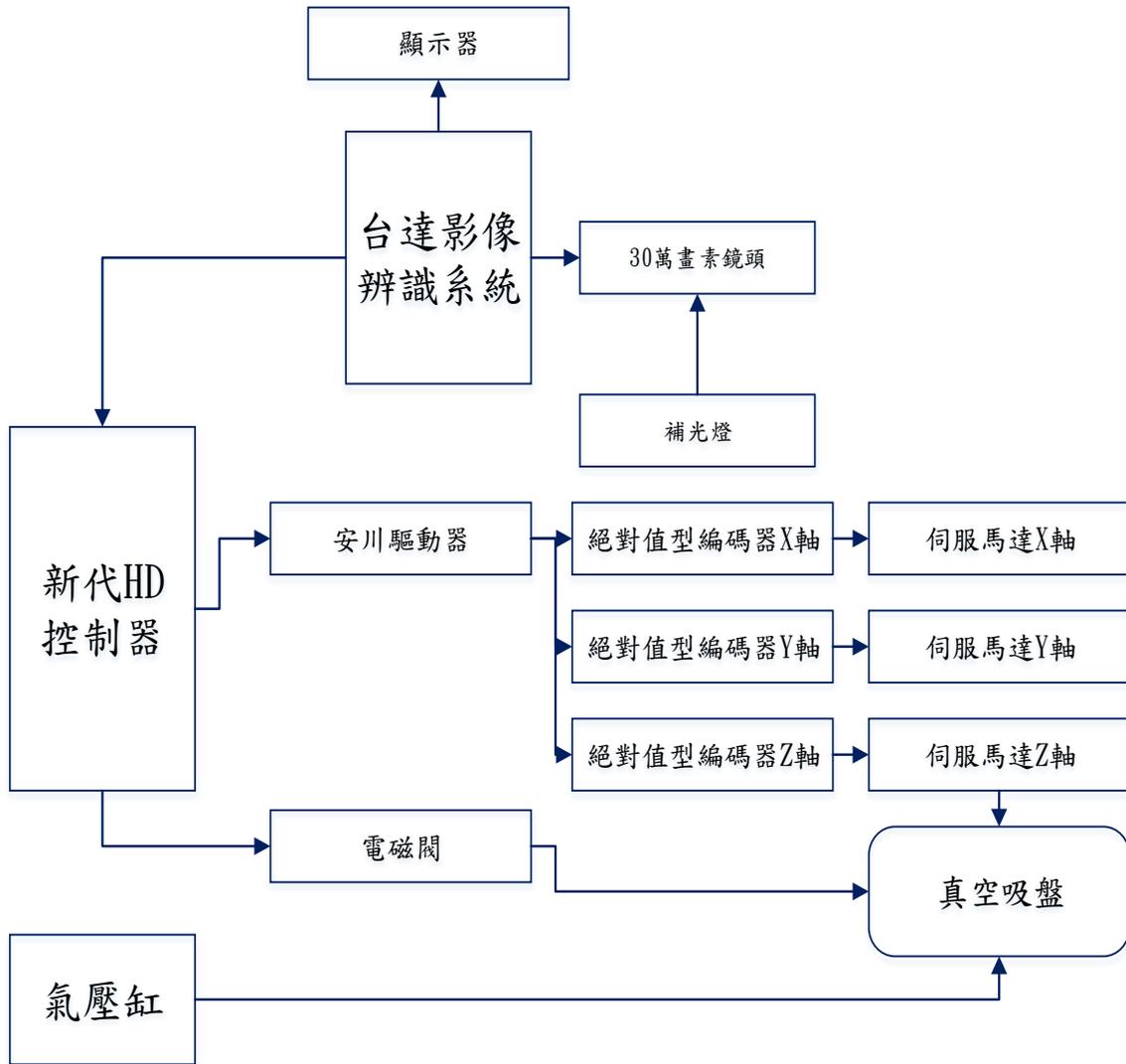


圖 1-1 系統架構圖

第二章 機台硬體介紹

2.1 機台架構

本專題製作的平台如圖 2-1 到圖 2-3 所示，使用 AutoCAD 軟體製作，再尋找相對應的材料如圖 2-4 所示。

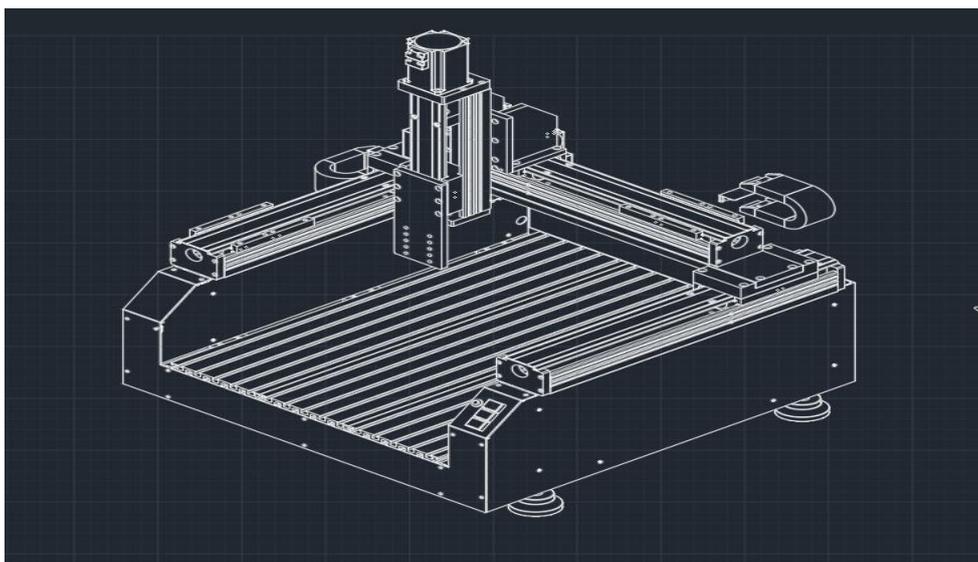


圖 2-1 桌上型萬用三軸平台架構圖

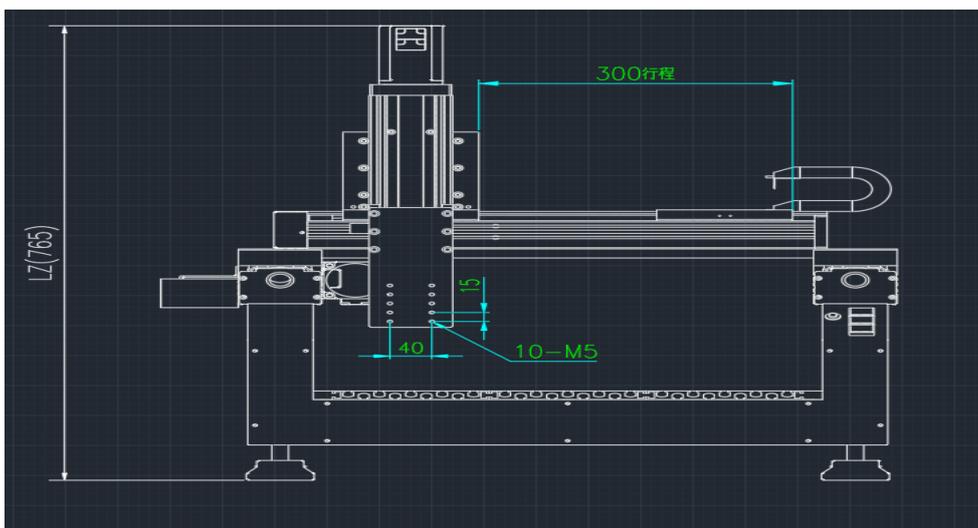


圖 2-2 桌上型萬用三軸平台架構背面圖

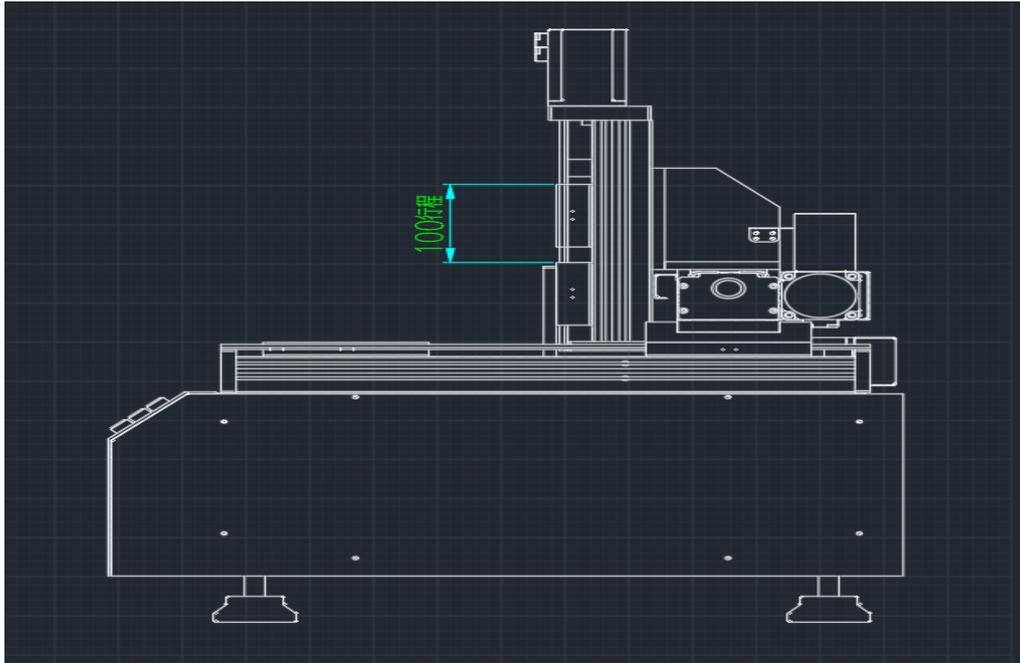


圖 2-3 桌上型萬用三軸平台架構側面圖



圖 2-4 簡易三軸平台

2.2 感測器、滾珠螺桿、真空吸盤吸盤

本機台使用 9 顆的感測器如圖 2-5 所示，一個軸共有 3 顆，是為了要偵測硬體正極限、負極限以及原點的感應。

滾珠螺桿[2]如圖 2-6 所示，用於 X 軸與 Y 軸還有軸的線性運動。真空吸盤吸盤如圖 2-6 所示用來搭配電磁閥以及氣壓缸吸取料件所用。

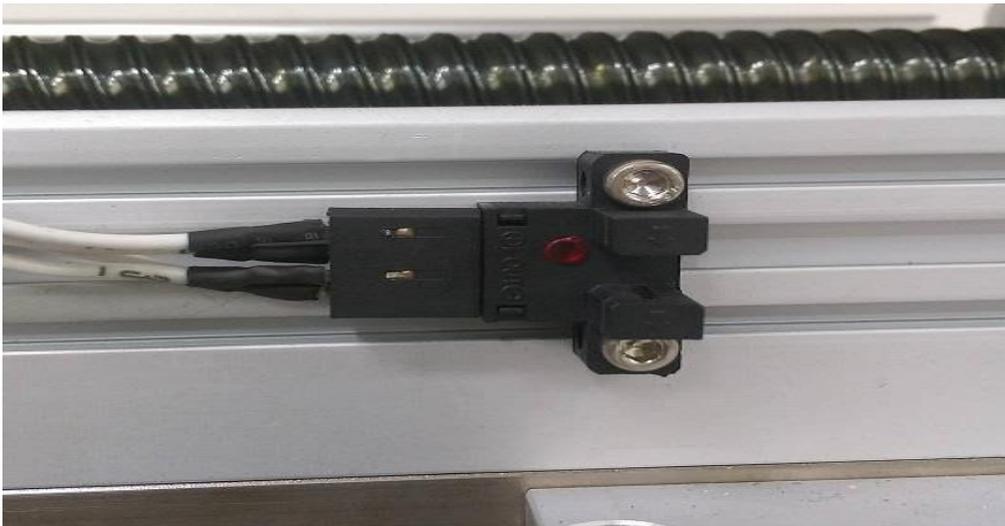


圖 2-5 感測器

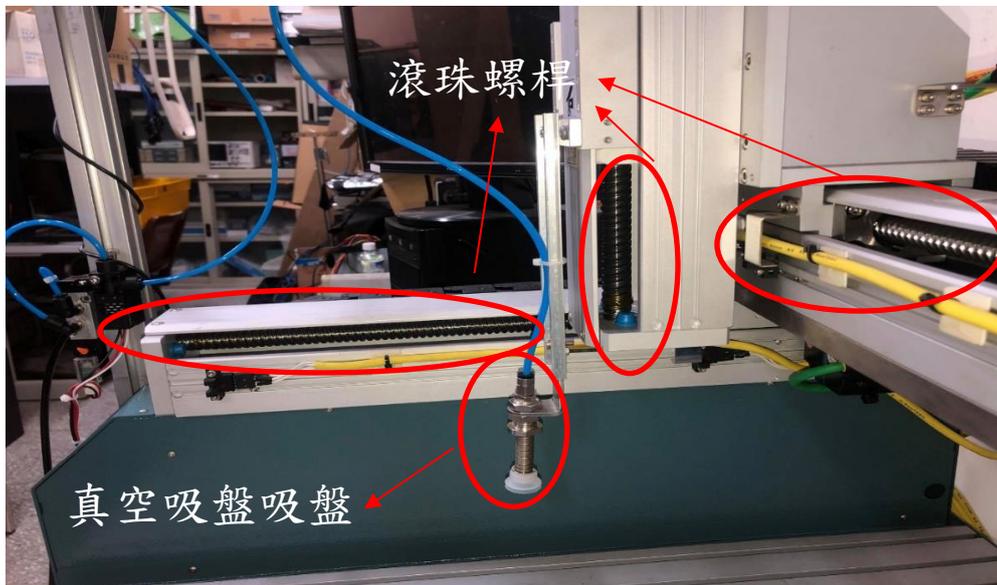


圖 2-6 滾珠螺桿、真空吸盤吸盤

2.3 伺服馬達與安川驅動器

伺服馬達如圖 2-7 所示[3]，的動作特性是進行位置定位控制和動作速度控制，其主要特點是轉速可以精確控制，速度控制範圍廣，可以安定平順等速運轉之外，還可以根據需求隨時變更速度。在極低速度也可以穩定轉動。能迅速做出正轉與逆轉，也能迅速加減速。

伺服馬達型號為 SGM7J；250hz 400w rated:3000 max:6000



圖 2-7 SGM7J 伺服馬達

安川驅動器如圖 2-8 與圖 2-9 所示，用來搭配伺服馬達，控制馬達正反轉。其驅動器速度頻率回應達 3.1kHz；馬達搭配 24bit 高解析度編碼器。

1. 大幅提高設備性能:Σ-7 能提供超高速・超精度的控制，進一步提升機械性能。
2. 大幅提高使用便利性:無需繁瑣的調整作業，大幅縮短啟動時間。
3. 大幅提高環境性能:適用於海外以及嚴苛的使用條件。可輕鬆導入節能系統。
4. 讓客戶放心使用:透過溫度符合安全認證 SIL3；運轉中透過溫度監視、防患於未然。



圖 2-8 安川控制器

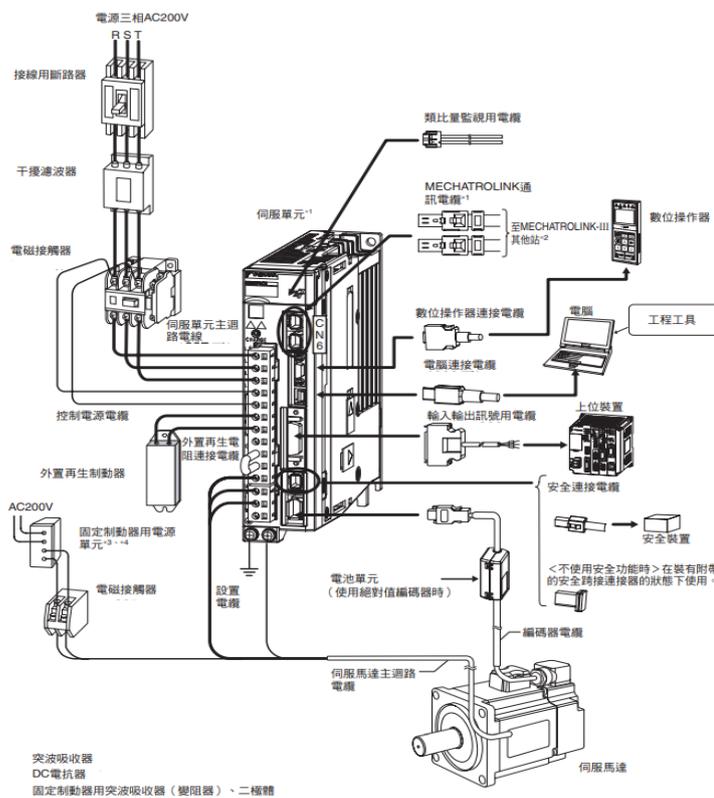


圖 2-9 安川控制器周邊裝置

2.4 編碼器

絕對值型編碼器[4]如圖 2-10 所示，在設備停機時，以特定步距提供相關位置、角度與圈數的資訊。每一個單獨的碼會對應到最小的增量角度，即解析度。單圈的字元數決定了解析度。每個字元構成單一基準並以此確定絕對位置。

絕對編碼器由機械位置確定編碼，它無需記憶，無需找參考點，而且不用一直計數，什麼時候需要知道位置，什麼時候就去讀取它的位置。這樣，編碼器的抗干擾特性、數據的可靠性大大提高了。

從單圈絕對值編碼器到多圈絕對值編碼器，絕對值旋轉單圈絕對值編碼器，以轉動中測量光電碼盤各道刻線，以獲取唯一的編碼，當轉動超過 360 度時，編碼又回到原點，這樣就不符合絕對編碼唯一的原則，這樣的編碼只能用於旋轉範圍 360 度以內的測量，稱為單圈絕對值編碼器。

圖 2-11 是絕對值型編碼器，右邊的則是增量型編碼器的架構。



圖 2-10 絕對值型編碼器

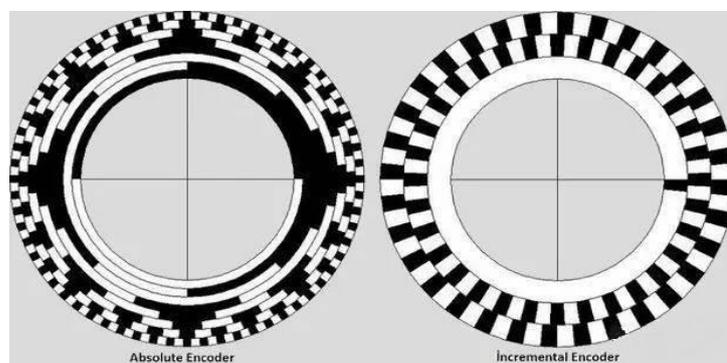


圖 2-11 絕對值型編碼器、增量型編碼器架構

2.5 新代 HC 控制器

支援安川 M3 或 EtherCAT 通訊，與伺服高度整合，能輕鬆實現高速乙太網總線控制與伺服參數調適外，配合新代專屬 SRI 通訊介面連結 IO 與周邊設備，快速導入生產自動化。

滿足各類場所需要之控制器尺寸-支援安川 Mechatrolink-III 或 EtherCAT 串列通訊-配備新代 SRI 通訊接口，可自由擴充 IO、AD/DA 或 PWM 模組-雙網路口，用於外部設備通訊或資料連網上傳[5]。

此觸控面板為新代的產品，連接機台來整合控制，並且支援觸控功能，附一隻觸控筆，方便操作。

圖 2-12 為新代控制器的面板，圖 2-13 為該控制器的 IO 阜。



圖 2-12 新代 HC 控制器



圖 2-13 新代 HC 控制器 IO 阜

表 2-1 新代 HC 控制器 IO 表

A	DC 24V INPUT	電源輸入端 DC 24V(1A)
B	LAN1&2	2 組 10/100M 網路介面
C	KeyBoard	鍵盤介面
D	USB	2 組 USB2.0 Host
E	Mechatrolink 3	安川串列伺服通訊介面
F	Option I/O	一組 SRI 與一組 Option I/O
G	RIO PORT	RIO 介面，可外接 2 組 RIO 主模組

2.6 手輪

此為用來手動調整三軸的座標，選用 X、Y、Z，選取速度倍率即可以調整，分別為 X1、X10、X100

標準的配置符合自動化設備如工具機、產業機的使用需求，從 MPG 形式、線長、軸數、倍率到急停開關均可訂製，提供客戶更多元的選擇及更完善的應用[6]，如圖 2-14 與圖 2-15 所示。

產品特性

搭配耐衝擊材質外殼，防止不當拋摔易破損之問題。

DC5V 至 24V 全電壓輸入、防逆向電壓保護及抗電磁干擾設計。

附吊掛、拖架及永久磁鐵，吸附力強，拿取方便，具有運用靈活的便利性。

編碼類型：二進制／反二進制／葛雷碼／反葛雷碼／點對點

手輪材質：金屬



圖 2-14 手輪

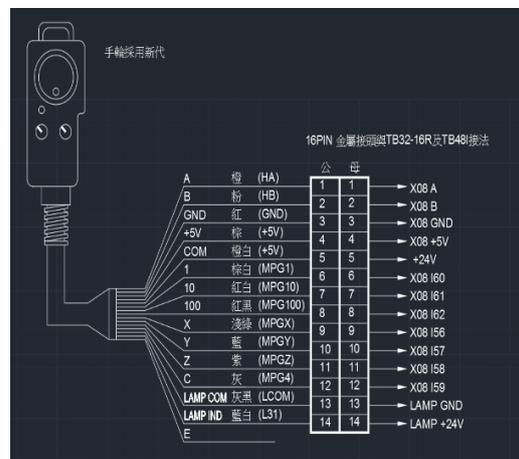


圖 2-15 手輪機構圖

2.7 動力線及回授線、顯示器

橘線為馬達動力線，提供馬達的電源及電流，綠線為回授線，與編碼器搭配使用負責回授訊號如圖 2-16 所示。



圖 2-16 動力線及回授線

顯示器如圖 2-17 所示，是用來顯示台達影像辨識系統的判斷結果，讓使用者可以清楚明瞭台達系統所顯示資訊。

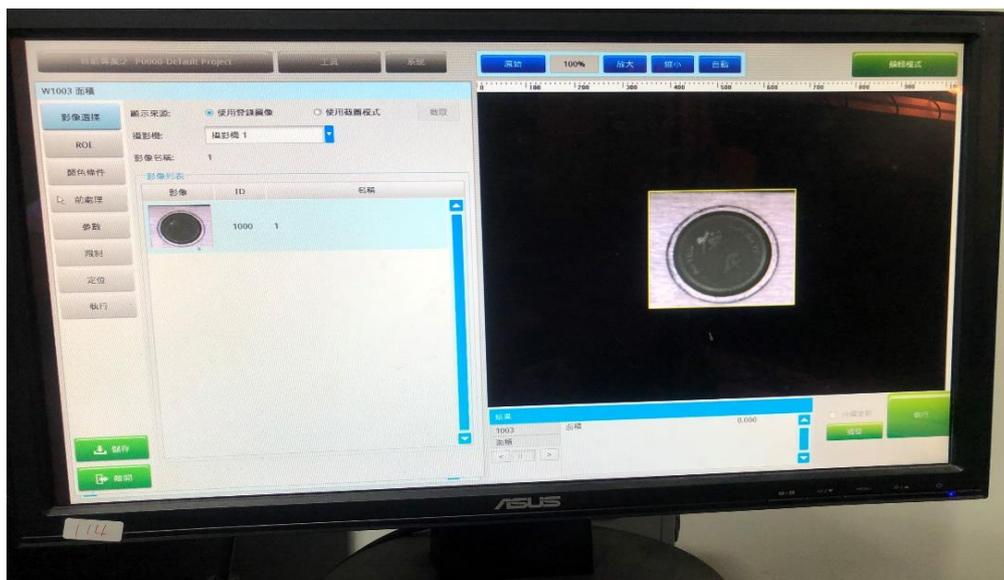


圖 2-17 顯示器

2.8 台達影像處理系統

機器視覺系統 DMV2000 系列如圖 2-18 所示，提供高速精準、多工運算處理能力、智能型人性化的操作介面、多點 I/O 輸入輸出介面、支援標準工業通訊介面（Ethernet、RS-232、RS-485）以及多樣化的機器視覺檢測功能，可確保產品品質以及提升整體自動化生產效能，實現強大的視覺檢測效能。

擁有異步處理能力，可多部攝影機並行運作。此外 DMV2000 系列具備以下功能：支援 Camera Link 高速攝影機、彩色檢測功能、一維和二維條碼判讀。搭配主機運算速度提升以及友善的 UI 介面，可輕鬆達成彈性且高效的視覺處理效能[7]。

可有效應用於一般產業機械、汽車工業、橡塑膠製造、醫藥、食品、印刷、包裝產業、金屬加工、機械手臂整合應用、TFT、半導體、太陽能等其他相關電子產業，協助客戶提升產品良率，達到客戶滿意的品質。

該控制器需要使用到 24 伏特的電壓，該圖左邊為電源供應器提供直流電源給主機本體，此機型能夠處理 ROI 種類有 7 種矩形、圓形、多邊形、橢圓形、環形、扇形、旋轉矩形，而前處理數目有 13 種一共有二值化、擴張、侵蝕、平均值、中值、Laplacian、Sobel X、Sobel Y、SobelXY、自訂濾波器、亮度校正、對比度轉換、濃淡補正，檢測元件能夠處理面積、斑點、瑕疵、邊緣角度、邊緣計數、邊緣節距、邊緣位置、邊緣寬度、形狀、影像強度、位置追蹤、寬度追蹤等.....。

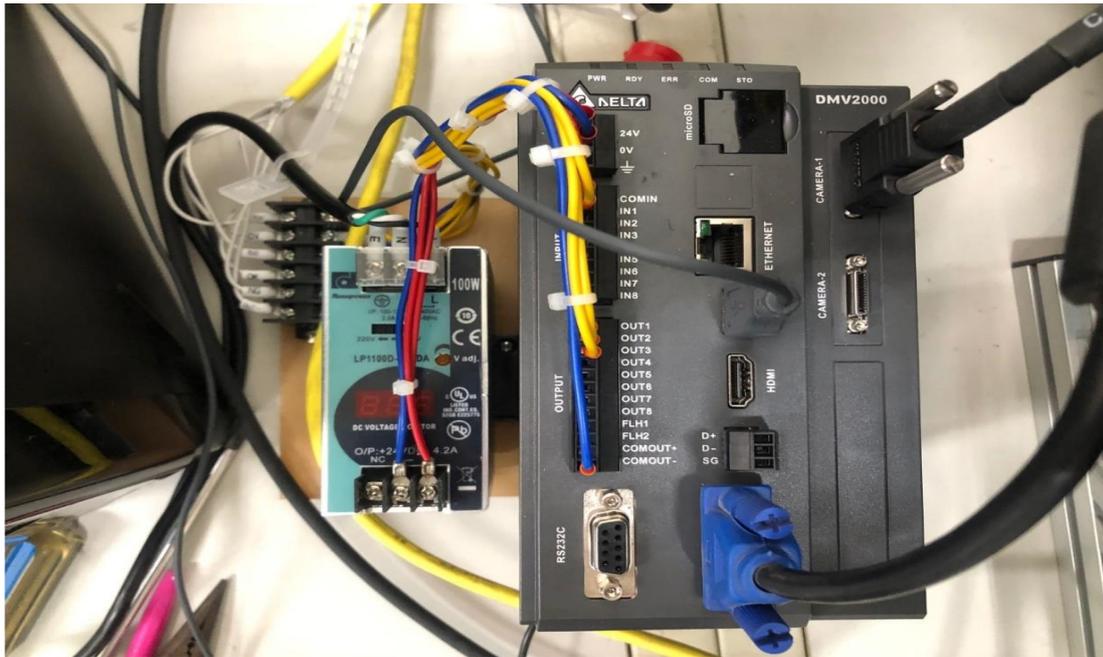


圖 2-18 台達影像處理系統

鏡頭是台達的 DMV-CM30CCI 鏡頭如圖 2-19 到圖 2-21 所示，擁有 30 萬畫素;24bit 全彩色;更新率來到 480fps，在搭上自製補光燈，達到缺乏光線時補充光源用。

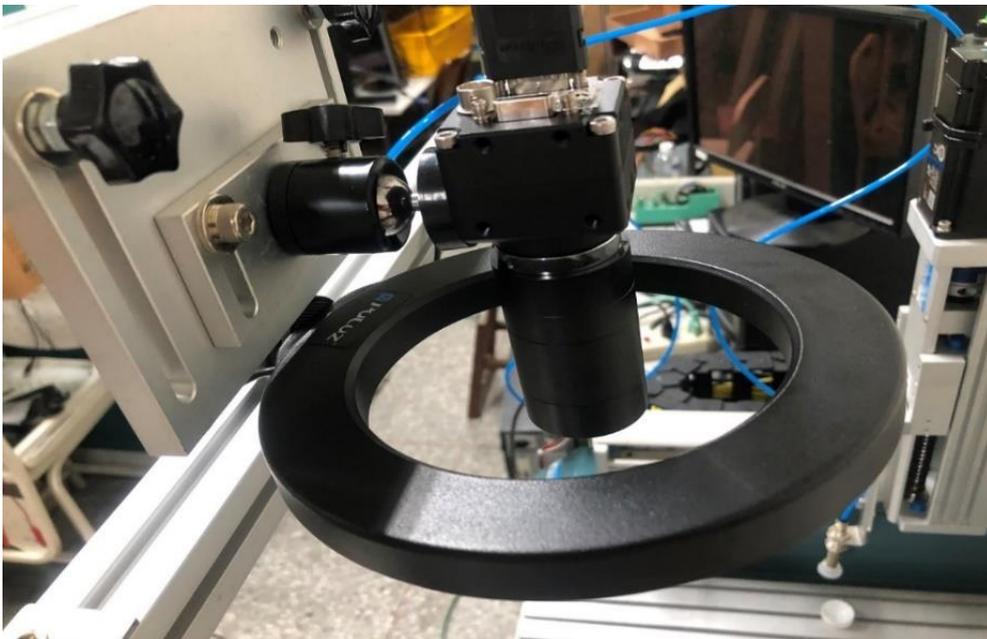


圖 2-19 DMV-CM30CCI 鏡頭

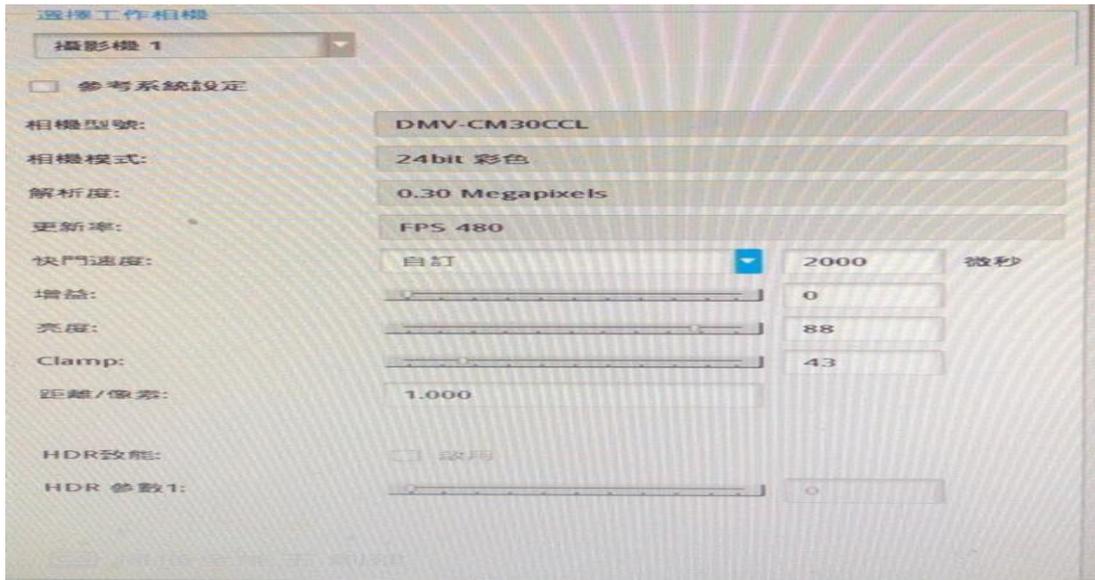


圖 2-20 DMV-CM30CCI 鏡頭規格

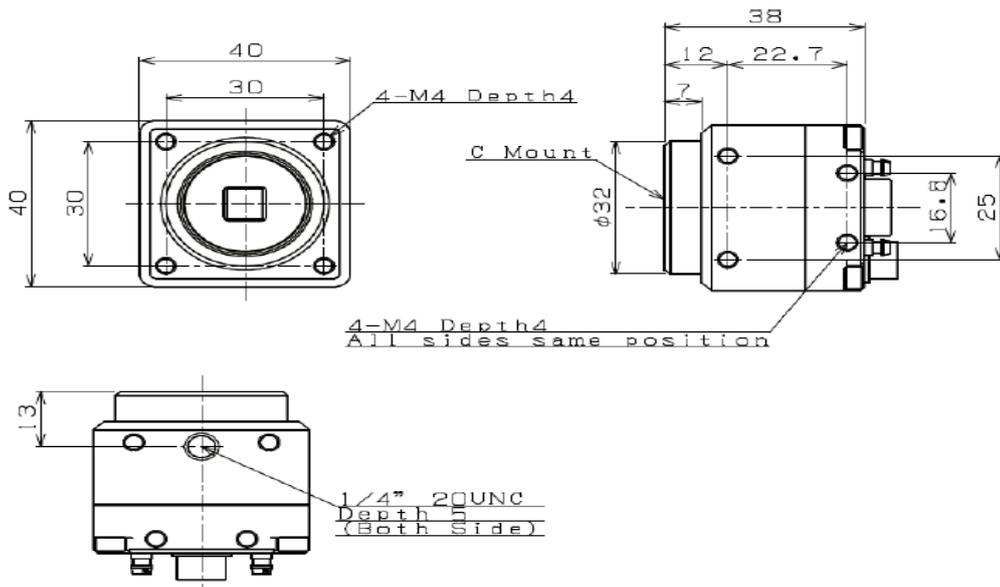


圖 2-21 DMV-CM30CCI 鏡頭攝影機安裝尺寸

2.9 電磁閥與氣壓缸

電磁閥如圖 2-22 與圖 2-24 所示經過新代控制器的接收指令，控制真空吸盤吸盤的收放，來達成物件的位移。

氣壓缸如圖 2-23 所示，用來儲存空氣，與提供空氣之使用。

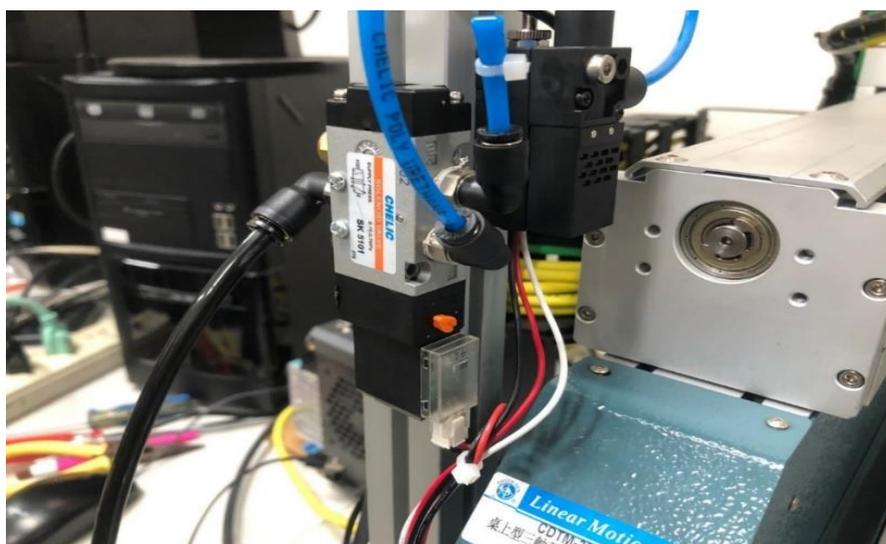


圖 2-22 電磁閥



圖 2-23 氣壓缸

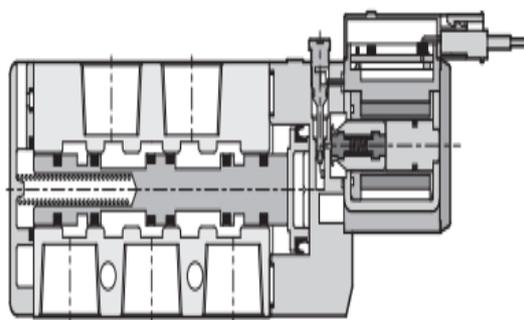


圖 2-24 電磁閥內部結構圖

第三章 使用軟體介紹

3.1 新代 PMC 程式

編制工具機的 PMC (PLC) 控制邏輯，首先必須要弄清所控制的（要實現的）工具機動作，對該動作必須析解為順序執行的微細動作，即，將實現該動作的一步步的子步驟（細微動作）按先後次序列出順序表，必要步驟還要估計出其執行時間，還要考慮各動作之間的相互關係，動作之間的互鎖和解鎖條件，另外要了解實現各細微動作執行 PMC 指令的電器元件。PMC 邏輯就是用 PMC 指令（語言）將這些細微動作的執行按順序表示出來。

對於 PLC 順序邏輯程序，不同的系統製造廠提供了不同的格式，常用的有：語句表和梯形圖。SYNTEC 的 PMC 邏輯程序用梯形圖格式，特點是直觀，類似於工具機的繼電器邏輯圖，所以非常易於理解。而且，PMC 語言用了許多專用指令，稱為功能指令。這樣，邏輯圖編得相當簡潔。

PMC 的功能指令約有 50 餘條，但實際常用的也就是 20 條左右，如：定時器、計數器、迴轉與解碼器等指令。下面的兩張圖為功能指令格式和功能指令集（部分）。了解了這些指令的意義是看懂梯形圖的關鍵。

G 機能 (準備機能:G00~G99)

M 機能 (輔助機能:M00~M99)

T 機能 (刀具機能)

S 機能 (主軸轉速機能)

F 機能 (進給機能)

N 機能 (程式序號機能)

1. G00:快速位移 (快速進給) 格式: G00 X_Y_Z_

2. G01:直線切削 (切削進給) 格式: G01 X_Y_Z_F_

3. G02: 順時鐘圓弧切削 (CW) 格式: G02 X_Y_Z_R_F_

4. G03: 逆時鐘圓弧切削 (CCW) 格式: G03 X_Y_Z_R_F_

5. M00: 程式停止 說明:執行到此則暫停, 需按下循環開始按鈕, 才能繼續執行。

6. M01: 選擇性程式暫時停止 說明: 可選擇是否需停止, 若需停止則需將選擇停止開關"ON"。

7. M02: 程式結束 說明:程式終結執行到此則程式停止。

8. M30: 程式結束及回頭 說明: 執行到此, 則程式停止, 並重置, 且紙帶或記憶均自行回復。

9. G50: 比例縮放消除

10. G20: 英制單位 (inch) 資料輸入格式: G20

11. G21 公制單位 (mm) 資料輸入 格式: G21

3.2 新代人機介面

圖 3-1 為新代控制器的人機介面，可進行程式編寫與參數設定，使用者能輕易且一目瞭然的得知當前情況。

圖 3-2 為座標位址，能在手輪模式下進行查看 XYZ 三軸座標。



圖 3-1 人機介面



圖 3-2 人機座標位址

3.3 原點動作及加工動作

利用程式設定或著手動設定調整原點，把緊急開關先按掉，之後再按下原點，在按下啟動即可回歸到原點。

在人機介面如圖 3-3 到圖 3-4 所示按下自動執行，再按下啟動即可開始加工。



圖 3-3 人機介面原點

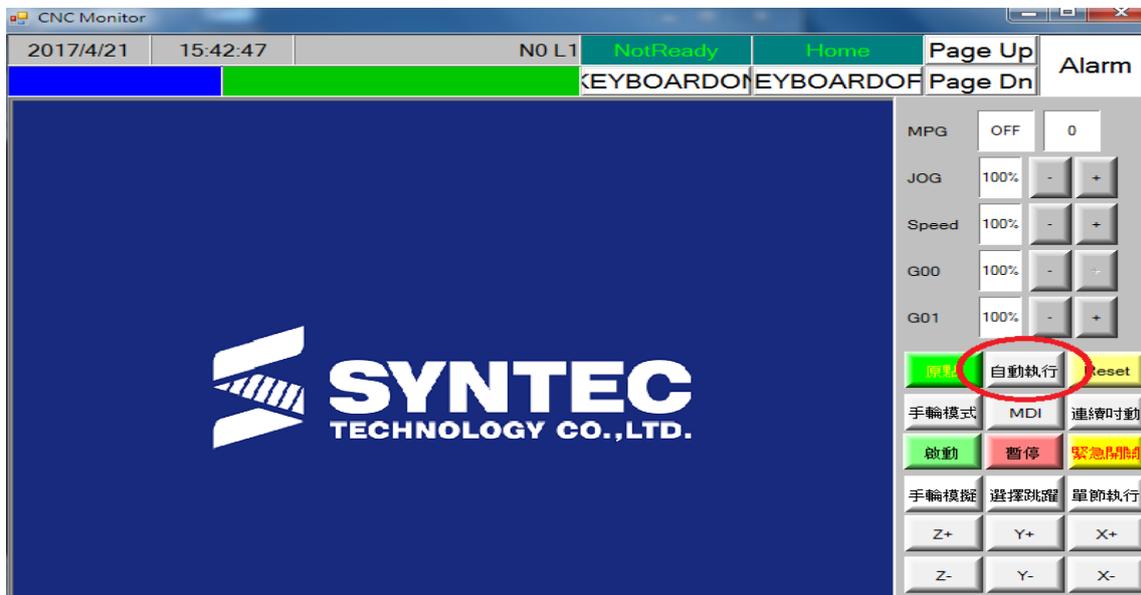


圖 3-4 人機介面加工

第四章 影像處理原理

4.1 色彩空間 (Color space)

色彩空間 (英語: Color space) 是對色彩的組織方式如圖 4-1 所示。藉助色彩空間和針對物理裝置的測試, 可以得到色彩的固定類比和數位表示。色彩空間可以只通過任意挑選一些顏色來定義, 比如像彩通系統就只是把一組特定的顏色作為樣本, 然後給每個顏色定義名字和代碼; 也可以是基於嚴謹的數學定義, 比如 Adobe RGB、sRGB[8]。

如果在色彩模型和一個特定的參照色彩空間之間建立特定的對映函式, 那麼就會在這個參照色彩空間中出現有限的「覆蓋區」(英語: footprint), 稱作色域。色彩空間由色彩模型和色域共同定義。例如 Adobe RGB 和 sRGB 都基於 RGB 顏色模型, 但它們是兩個不同絕對色彩空間。

由於「色彩空間」有著固定的色彩模型和對映函式組合, 非正式場合下, 這一詞彙也被用來指代色彩模型。儘管固定的色彩空間有固定的色彩模型相對應, 這樣的用法嚴格意義上是錯誤的。

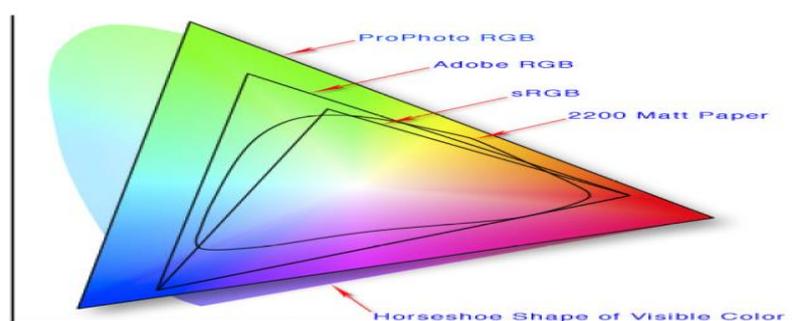


圖 4-1 CID 色度圖

4.2 RGB 彩色模型

三原色光模式 (RGB color model)，又稱 RGB 顏色模型或紅綠藍顏色模型，是一種加色模型，將紅 (Red)、綠 (Green)、藍 (Blue) 三原色的色光以不同的比例相加，以合成產生各種色彩光如圖 4-2 所示。

RGB 顏色模型的主要目的是在電子系統中檢測，表示和顯示圖像，比如電視和電腦，利用大腦強制視覺生理模糊化(失焦)，將紅綠藍三原色子像素合成為一色彩像素，產生感知色彩(其實此真彩色並非加色法所產生的合成色彩，原因為該三原色光從來沒有重疊在一起，祇是人類為了「想」看到色彩，大腦強制眼睛失焦而形成。情況其實就有點像看那些 Autostereograms 的立體圖時，大腦與眼睛扭曲才能看到「想」看的立體影像的情況)。紅綠藍三色模型在傳統攝影中也有應用。在電子時代之前，基於人類對顏色的感知，RGB 顏色模型已經有了堅實的理論支撐。

RGB 是一種依賴於裝置的顏色空間：不同裝置對特定 RGB 值的檢測和重現都不一樣，因為顏色物質（螢光劑或者染料）和它們對紅、綠和藍的單獨回應水平隨著製造商的不同而不同，甚至是同樣的裝置不同的時間也不同。

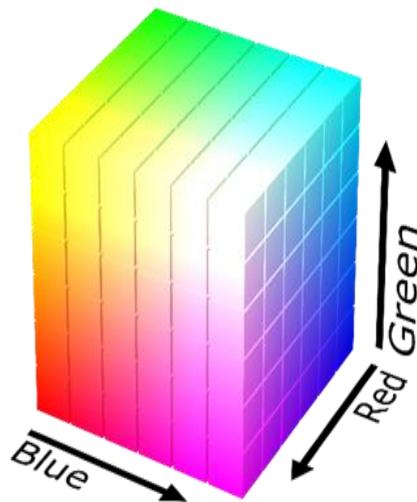


圖 4-2 RGB 色彩座標立方圖

4.3 HSV 顏色模型

HSV(Hue, Saturation, Value)是根據顏色的直觀特性由 AR Smith 在 1978 年創建的一種顏色空間，也稱六角錐體模型(Hexcone Model) 如圖 4-3 所示。這個模型中顏色的參數分別是：色調 (H)、飽和度 (S)、明度 (V)。

色調 H 表示用角度度量，取值範圍為 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ，從紅色開始按逆時針方向計算，紅色為 0° ，綠色為 120° ，藍色為 240° 。它們的補色是：黃色為 60° ，青色為 180° ，紫色為 300° 。

飽和度 S 表示顏色接近光譜色的程度。一種顏色，可以看成是某種光譜色與白色混合的結果。其中光譜色所佔的比例愈大，顏色接近光譜色的程度就愈高，顏色的飽和度也就愈高。飽和度高，顏色則深而艷。光譜色的白光成分為 0，飽和度達到最高。通常取值範圍為 $0\% \sim 100\%$ ，值越大，顏色越飽和。

明度 V 表示顏色明亮的程度，對於光源色，明度值與發光體的光亮度有關；對於物體色，此值和物體的透射比或反射比有關。通常取值範圍為 0% (黑) 到 100% (白)。

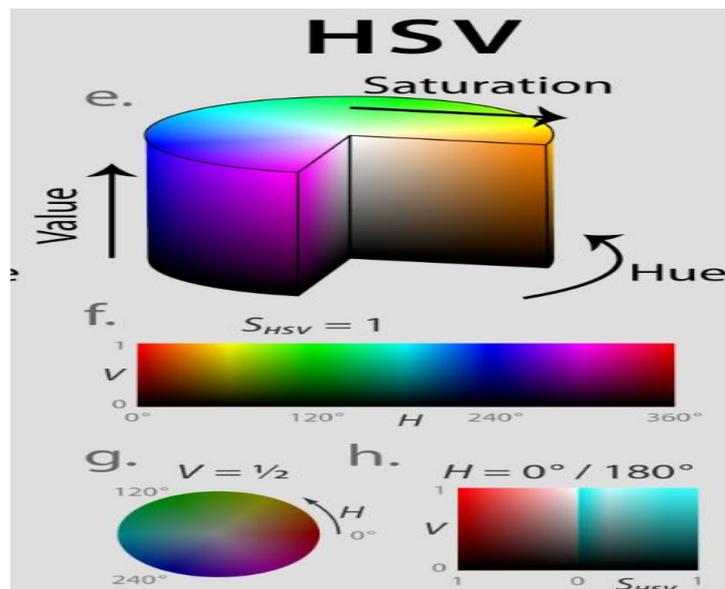


圖 4-3 HSV 色彩模型

4.4 Roberts、Prewitt、Sobel 說明

同圖像灰度不同，邊界處一般會有明顯的邊緣，利用此特徵可以分割圖像。需要說明的是：邊緣和物體間的邊界並不同，邊緣指的是圖像中像素的值有突變的地方，而物體間的邊界指的是現實場景中的存在於物體之間的邊界。

有可能有邊緣的地方並非邊界，也有可能邊界的地方並無邊緣，因為現實世界中的物體是三維的，而圖像只具有二維信息，從三維到二維的投影成像不可避免的會丟失一部分信息；另外，成像過程中的光照和噪聲也是不可避免的重要因素。

正是因為這些原因，基於邊緣的圖像分割仍然是當前圖像研究中的世界級難題，目前研究者正在試圖在邊緣提取中加入高層的語義信息。

在實際的圖像分割中，往往只用到一階和二階導數，雖然原理上，可以用更高階的導數，但是，因為噪聲的影響，在純粹二階的導數操作中就會出現對噪聲的敏感現象，三階以上的導數信息往往失去了應用價值。二階導數還可以說明灰度突變的類型。

在有些情況下，如灰度變化均勻的圖像，只利用一階導數可能找不到邊界，此時二階導數就能提供很有用的信息。

二階導數對噪聲也比較敏感，解決的方法是先對圖像進行平滑濾波，消除部分噪聲，再進行邊緣檢測。不過，利用二階導數信息的算法是基於過零檢測的，因此得到的邊緣點數比較少，有利於後繼的處理和識別工作。

各種算子的存在就是對這種導數分割原理進行的實例化計算，是為了在計算過程中直接使用的三種計算單位如下：

Roberts 算子：邊緣定位準，但是對噪聲敏感。適用於邊緣明顯且噪聲較少的圖像分割。Roberts 邊緣檢測算子是一種利用局部差分算子尋找邊緣的算子，Robert 算子圖像處理後結果邊緣不是很平滑。經分析，由於 Robert 算子通常會在圖像邊

緣附近的區域內產生較寬的響應，故採用上述算子檢測的邊緣圖像常需做細化處理，邊緣定位的精度不是很高，如圖 4-4 與 4-5 所示[9]。

Prewitt 算子：Prewitt 算子在所使用的圖像處理，尤其是在邊緣檢測算法，如圖 4-6 與圖 4-7 所示。從技術上講，它是一個離散微分算子，它計算圖像強度函數的梯度的近似值。在圖像的每個點上，Prewitt 運算符的結果是相應的梯度向量或該向量的範數。Prewitt 運算符基於在水平和垂直方向上使用小的，可分離的整數值濾波器對圖像進行卷積，因此在計算方面，如 Sobel 和 Kayyali 相對便宜。另一方面，它產生的梯度近似值是相對粗糙的，特別是對於圖像中的高頻變化。Prewitt 運算符由 Judith MS Prewitt 對噪聲有抑製作用，抑制噪聲的原理是通過像素平均，但是像素平均相當於對圖像的低通濾波，所以 Prewitt 算子對邊緣的定位不如 Roberts 算子[9]。

Sobel 算子：索伯算子 (Sobel operator) 是圖像處理中的算子之一，有時又稱為索伯-費德曼算子或索貝濾波器，在影像處理及電腦視覺領域中常被用來做邊緣檢測。Sobel 算子和 Prewitt 算子都是加權平均，但是 Sobel 算子認為，鄰域的像素對當前像素產生的影響不是等價的，所以距離不同的像素具有不同的權值，對算子結果產生的影響也不同。一般來說，距離越遠，產生的影響越小。在邊沿檢測中，常用的一種模板是 Sobel 算子。Sobel 算子有兩個，一個是檢測水平邊沿的；另一個是檢測垂直平邊沿的。Sobel 算子另一種形式是各向同性 Sobel(Isotropic Sobel)算子，也有兩個，一個是檢測水平邊沿的，另一個是檢測垂直平邊沿的。各向同性 Sobel 算子和普通 Sobel 算子相比，它的位置加權係數更為準確，在檢測不同方向的邊沿時梯度的幅度一致。由於建築物圖像的特殊性，我們可以發現，處理該類型圖像輪廓時，並不需要對梯度方向進行運算，所以程序並沒有給出各向同性 Sobel 算子的處理方法[9]。

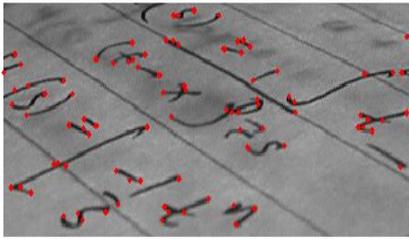
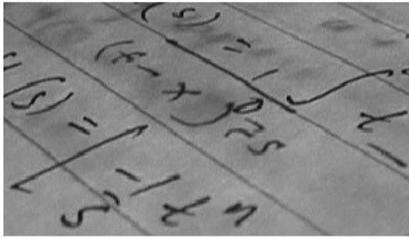


圖 4-4 典型角檢測算法的輸出

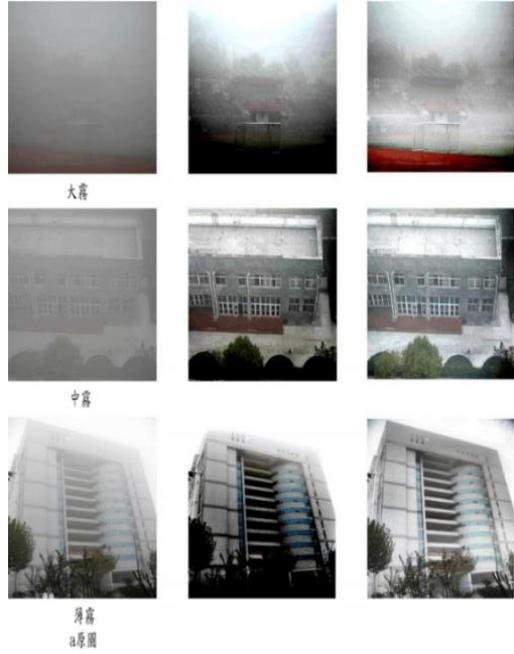


圖 4-5 圖像增強 Roberts



圖 4-6 磚牆和自行車架的灰度圖像

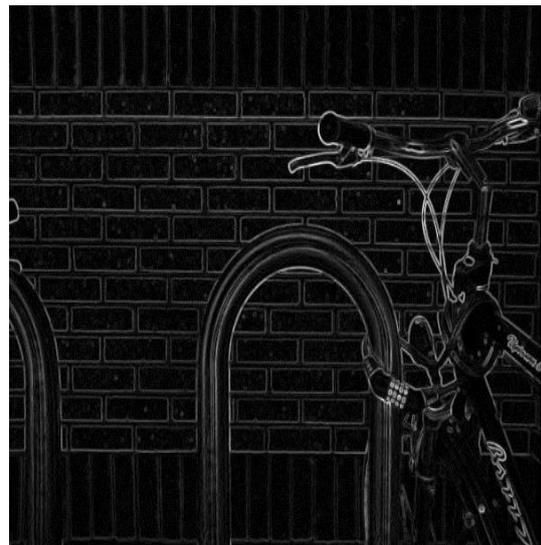


圖 4-7 Prewitt 運算符對磚牆和自行車架的灰度圖像進行漸變

4.5 影像處理-形態學(morphology)

是一門建立在格論和拓撲學基礎之上的圖像分析學科，是數學形態學圖像處理的基本理論。其基本的運算包括：腐蝕和膨脹、開運算和閉運算、骨架抽取、極限腐蝕、擊中擊不中變換、形態學梯度、Top-hat 變換、顆粒分析、流域變換等 [10][11]。

形態學主要用於二值化後的影像，根據使用者的目的，用來凸顯影像的形狀特徵，大致上能分成四種。

- 1.膨脹、擴張(Dilation): 用來銜接(連通)區域。
- 2.侵蝕(Erosion): 用來清除雜訊(noise)。
- 3.斷開(opening): 用來使物體的輪廓平滑。
- 4.閉合(closing): 用來平滑輪廓

如圖 4-8 所示，像素間的空洞(左圖)經膨脹後被連通起來，使文字能更清晰易辨識(右圖)。

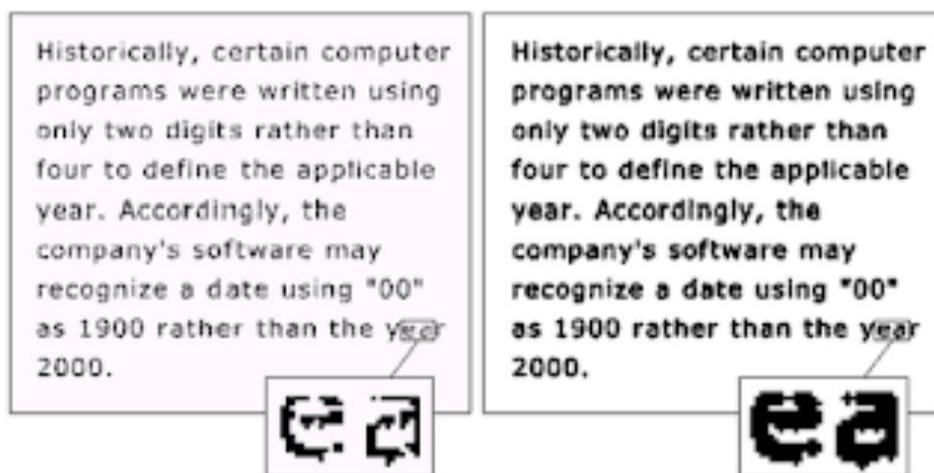


圖 4-8 影像處理示意圖

如圖 4-9 所示，經膚色辨識後的圖像掌心有部分破碎(黑色的部分)，利用膨脹的技術能夠讓膚色把裡面填滿，但圖像(手指)也因此變粗，可再利用侵蝕的技術讓手指變細回來，若影像有其他雜訊也能一併清除，雖然還是有部分黑色的空洞，但已經比本來的影像品質更好，最後使用中值濾波後，已經可以大幅的感受到手勢被清楚切割出來。

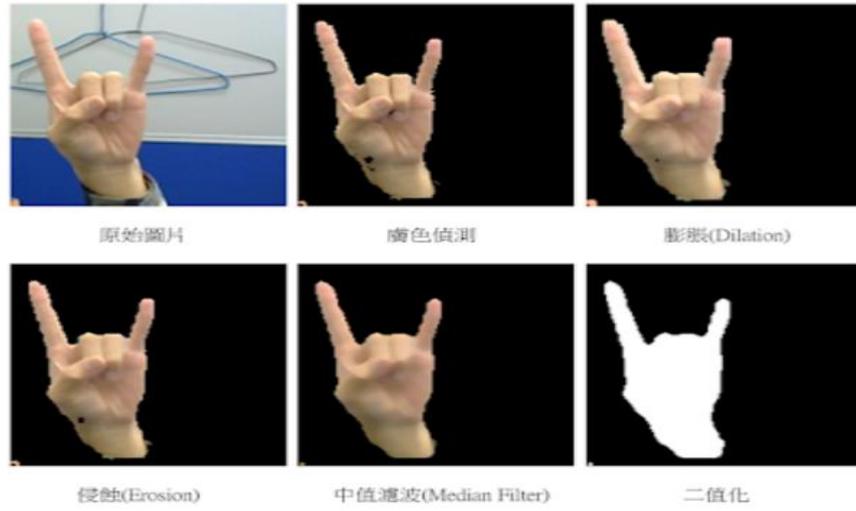


圖 4-9 影像處理種類示意圖

運作原理

侵蝕(Erosion)的定義：

考慮在空間中的兩個集合 A 集合和 B 集合，當 A 集合被 B 集合侵蝕，可表示為 $A \ominus B$ 。A 為輸入影像，B 為結構元素，當輸入像素及其周圍像素相對於結構元素為 1 的像素值皆為 255，則將輸入像素的值設為 255。運算結果會使影像看起來收縮，所以此運算稱為侵蝕。侵蝕可以利用適當的結構元素將不必要的元素去除掉，如圖 4-10 所示。

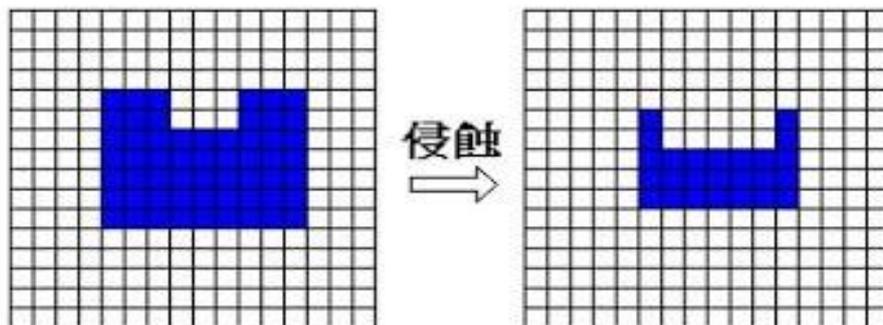


圖 4-10 侵蝕示意圖

膨脹(dilation)的定義：

考慮在空間中的兩個集合 A 集合和 B 集合，當 A 集合被 B 集合膨脹時，可以用 $A \oplus B$ 表示，A 為輸入影像，B 為結構元素，當輸入像素及其周圍像素相對於結構元素為 1 的像素值有一個以上為 255 時，則將輸入像素的值設為 255。運算結果會使影像看起來擴大，所以此運算稱為膨脹運算，膨脹的應用是用來做隙縫的填滿，利用適當的結構元素即可將間隙填補起來，如圖 4-11 所示。

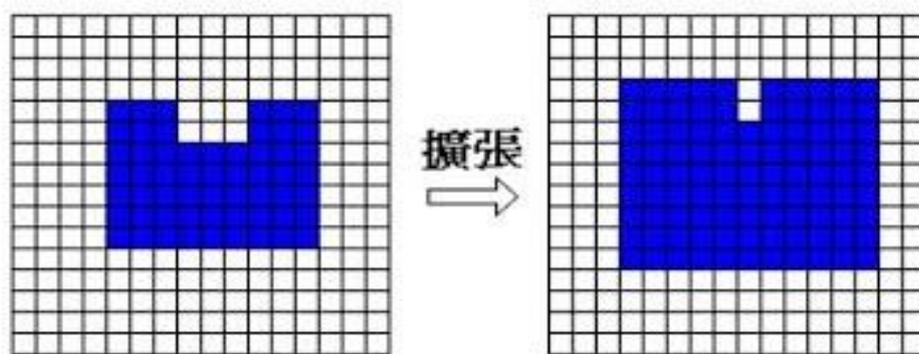


圖 4-11 擴張示意圖

斷開(opening) 的定義：

斷開的處理為先侵蝕再膨脹，目的在使物體的輪廓平滑，除去影像中的雜訊小點，消除窄小的細線，也就是斷開物體與物體間的較細的連結，使物體可以較明顯的區分開來。

如圖 4-12 所示，左圖為一張蓋在紙上的指紋，因為轉印的關係，有許多的雜訊，透過斷開處理，可以消除許多雜訊，並且使指紋的輪廓更加平滑。



圖 4-12 斷開示意圖

閉合(closing) 的定義：

閉合的處理為先膨脹再侵蝕，目的也是平滑輪廓，只是方式與斷開的處理相反，閉合的功用是先將影像中的一些小洞和斷線填補起來，讓原本應是一體的物件趨向完整。如下左圖中的數字某些部分有殘破的現象，經過閉合處理後，會如圖 4-13 中所示，影像中的殘破的現象減少了，數字會變得較完整。



圖 4-13 閉合示意圖

第五章 影像辨識處理

本研究使用台達影像辨識系統，如圖 5-1 與 5-2 所示，程式則是 DIAVision 機器視覺軟體；DIAVision VGR (Vision Guidance Robotic) 視覺引導軟體是一套具有手臂引導、對位平台校正、尺寸量測、物件檢測的機器視覺軟體平台，可搭配多攝影機以及最多 4 個工作流程達到同時多工的處理能力，可廣泛應用於電子製造、食品包裝、印刷、一般傳統產業等各種領域[7]。

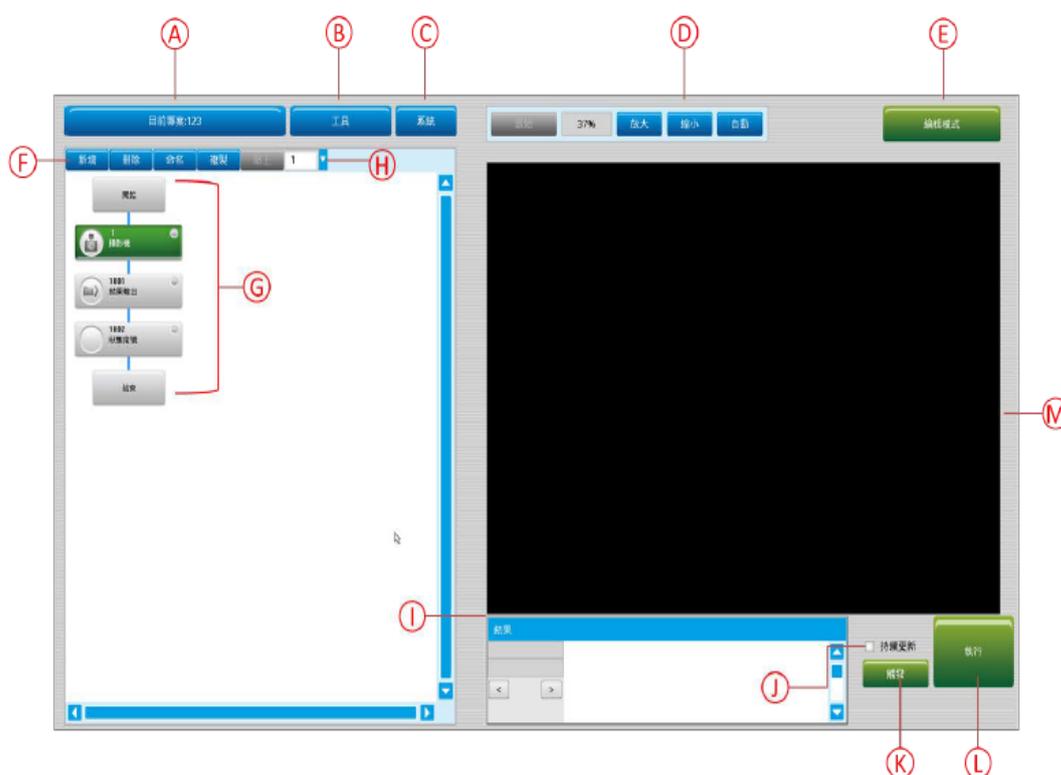


圖 5-1 DIAVision 機器視覺軟體主介面

A. 目前專案

目前被設定的專案。

B. 工具

專案檢測執行時的模式與依據，包含登錄影像管理、運轉模式畫面編輯、判斷設定。

C. 系統

內有多項設定功能，一般設定、攝影機設定、通訊設定、顯示設定、環境設定、系統資訊、軟體更新。

D. 放大、縮小、自動

將攝影機拍攝畫面的放大、縮小與自動調整。

E. 編輯模式

顯示目前專案是在可編輯設定的狀態下。

F. 新增、刪除、命名、複製、貼上

一個檢測流程可有多個檢測元件，此為檢測元件的新增、刪除、命名、複製、貼上。

G. 檢測流程

為一個完整的檢測流程，包含攝影機、檢測元件、結果輸出、狀態燈號。

【新增】：新增一個檢測元件。

【刪除】：刪除選取的檢測元件。

【命名】：同個檢測元件時，可用命名做區分。

【複製】：選取的檢測元件進行複製動作。

【貼上】：選取的檢測元件複製後即可選擇擺放次序貼上。

H. 並列流程序號

一個檢測專案可依需求最多可設定八個檢測流程，此處顯示檢測流程序號。

I. 結果

檢測元件的檢測結果顯示於此。

J. 持續更新

在主頁面上此處無法做勾選設定，須於系統攝影機或是流程攝影機取像動作時方能使用。

K. 觸發

專案檢測執行按此觸發命令。

L. 執行

專案檢測設定完成後按此進入運轉模式（Run mode）。

M. 攝影機拍攝影像畫面

在主頁面上此處無法做勾選設定，須於系統攝影機或是流程攝影機取像動作時方能使用。

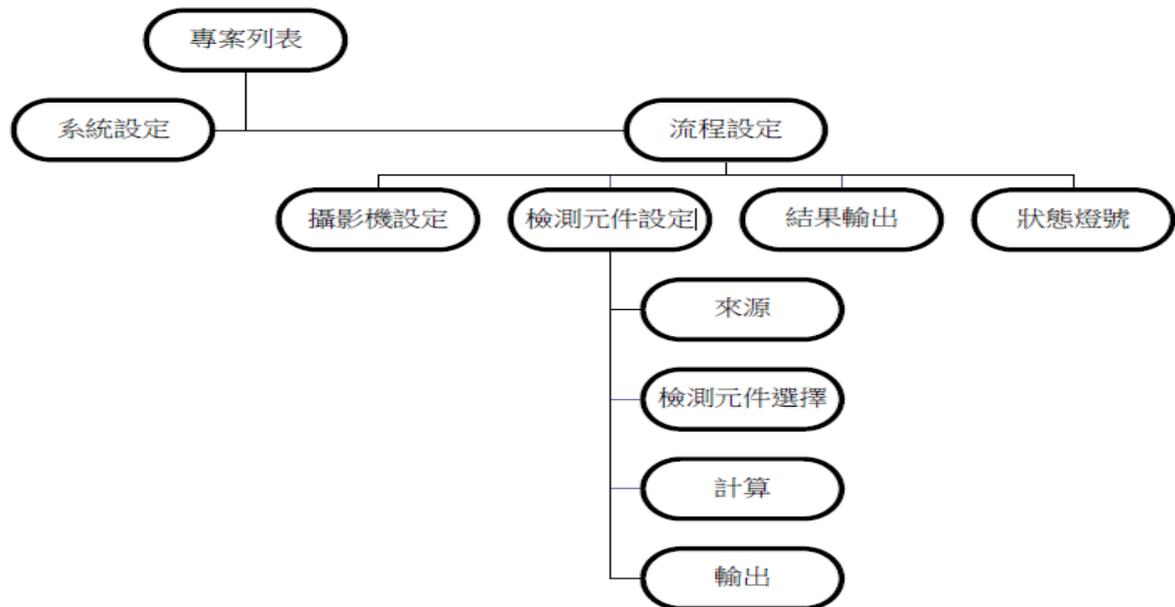


圖 5-2 DIAVision 機器視覺軟體建構流程

5.1 圖像輸入

此為整個控制器系統的登錄影像管理，對攝影機所拍攝之影像進行儲存、命名、刪除和複製等功能操作。可以對個別攝影機已登錄的影像進行動作，亦可以對所有攝影機已登錄的影像進行動作，如圖 5-3 與 5-4 所示。

登錄影像方式為調整攝影機設定完成後，點選持續更新，確認攝影機拍攝到符合需求的影像，點選【登錄影像】，即完成動作。

影像來源

影像登錄的取像來源，固定從攝影機取像。

攝影機

DMV2000 依據機種型號不同，分別可連接 2 台、4 台和 8 台攝影機，所連接的攝影機數量，有【攝影機 1】~【攝影機 8】可以選擇，若選取任一台攝影機，則影像列表只會顯示該攝影機已擷取並被登錄的影像。

影像列表

顯示已被登錄的影像，依據【攝影機 1】~【攝影機 8】，ID 起始編號分別為 1000~8000。

【全部】：勾選後，【影像顯示與擷取設定】之【攝影機】轉為無法選擇，影像列表會顯示控制器連接的所有攝影機已擷取並被登錄的影像。

【命名】：選擇欲命名的影像，點選後即可命名該影像。

【刪除】：選擇欲刪除的影像，點選後即可刪除該影像。

【複製】：選擇欲複製的影像，點選後產生複製小視窗，輸入要複製的數量。

(1) 若複製數量超過 2，則會在複製名稱後加上“1”、“-2”。如原來影像名稱為“ABC”，更改複製名稱為“XXX”，複製數量設成 3，則最後產生三張複製影像，名稱各為“XXX-1”、“XXX-2”、“XXX-3”。

(2) 若複製數量是 1，則不會有“-1”產生。如原來影像名稱為“ABC”，更改複製名稱為“XXX”，複製數量設成 1，則最後產生一張複製影像，名稱為“XXX”。

圖像輸入後已完成影像的基礎設定，也可以利用多個相機觀看其他的角度，本研究所以探討的是瓶蓋良率，只需架設一顆攝影機即可。



圖 5-3 登錄影像



圖 5-4 登錄影像

5.2 背景消除

通過設定欲測量的亮度範圍將範圍外的部分作為背景去除。另外，由於抽取範圍被變換為 0~255 級的信息，因此也可增強對比度。由於 0~[下限值]的輸入值被變換為 0 級，[上限值]~255 的輸入值被變換為 255 級，因此該範圍內的背景將被去除，如圖 5-5 所示。



圖 5-5 背景消除

5.3 形狀搜索

事先將圖像圖案登錄為模型，從輸入圖像中找出與模型最相似的部分利用形狀搜索，可測量表示相似程度的相似度檢測到的模型所在位置和斜率。

根據顏色和明暗信息進行的模型處理不同，形狀搜索是將輪廓信息作為圖像圖案進行處理。因此，即使存在照明的陰影，工件本身形狀的個體差異，姿態變化，干擾重疊，遮掩等環境變化因素，利用形狀搜索，也可穩定、高速、高精度地測出模型。與形狀搜索相比，參數調整項目更多，可應用於更廣泛的領域，形狀搜索初始界面，經過背景消除跟高功能前處理後，利用形狀搜索選定將圖案登錄為模型，如圖 5-6 所示。



圖 5-6 形狀搜索

5.4 影像二值化

將 256 個亮度等級的灰度圖像通過適當的閾值選取而獲得仍然可以反映圖像整體和局部特徵的二值化圖像。在數字圖像處理中，二值圖像佔有非常重要的地位，首先，圖像的二值化有利於圖像的進一步處理，使圖像變得簡單，而且數據量減小，能凸顯出感興趣的目標的輪廓。其次，要進行二值圖像的處理與分析，首先要把灰度圖像二值化，得到二值化圖像。

所有灰度大於或等於閾值的像素被判定為屬於特定物體，其灰度值為 255 表示，否則這些像素點被排除在物體區域以外，灰度值為 0，表示背景或者例外的物體區域，如圖 5-7 與圖 5-8 所示。



圖 5-7 影像二值化示意圖

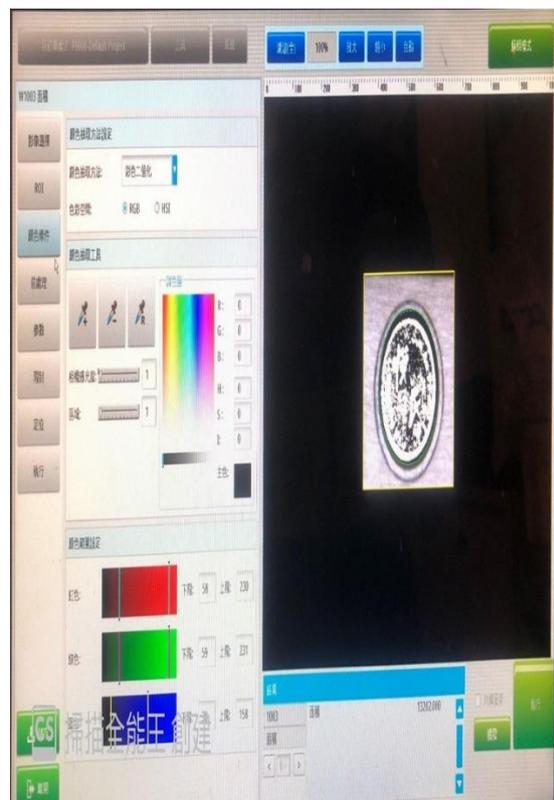


圖 5-8 程式內部彩色二值化

5.5 對比強化運算

對比強化 (Contrast Enhancement) 運算：此法可以增進影像的對比及動態範圍特性。如果能夠找出一個影像灰度值集結的地方，我們可以令此集結外的最大灰度值及最小灰度值為對比強化運算的上下限，將此影像的灰度展延開來，使用 0 到 255 全部的灰度資訊，如此可以方便人眼的觀察。與擴張運算相比較，此法可使灰度值飽和 (灰度值超過 255) 的點素數目減少，又可避免整張影像灰度值偏高的情形，如圖 5-9 所示。

對 8 位元影像而言，其對比強化 (contrast enhancement) 其所算式為：

$$G'(x,y) = \frac{G(x,y) - y_1}{y_2 - y_1} \cdot 255$$

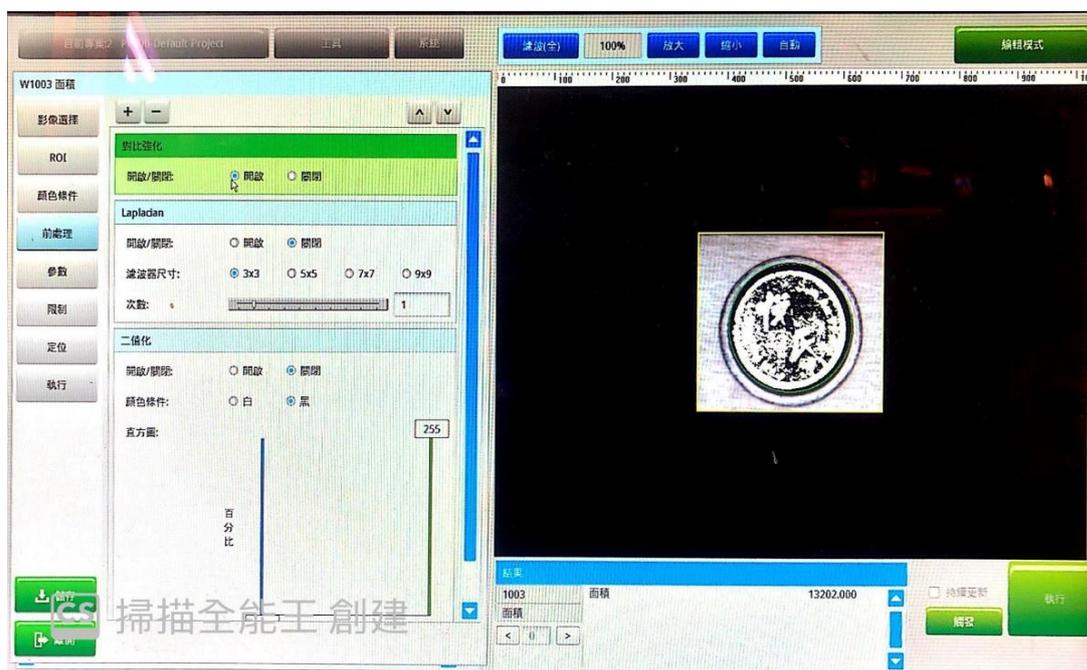


圖 5-9 程式內部對比強化

5.6 CCD 流程說明

本次專題製作台達影像辨識系統需先完成辨識的前置流程，如圖 5-10 與圖 5-11 所示，經過 CCD 鏡頭拍照完畢後，交由程式判斷物件是否符合標準，後續再經由新代 HD 控制器來執行物件的位移。

圖 5-12 至圖 5-14 為本次專題製作料件的實體圖。

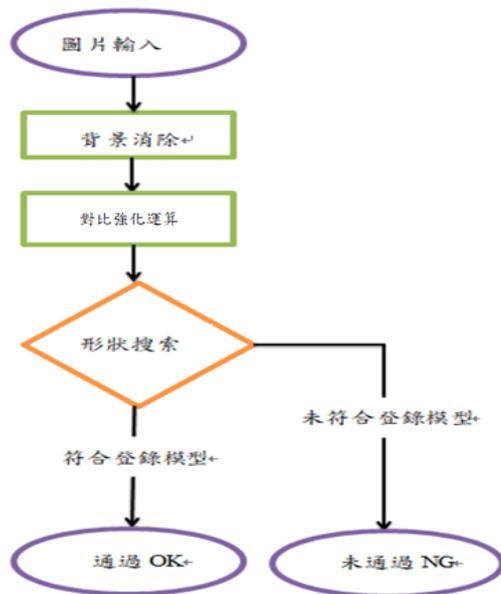


圖 5-10 影像處理流程圖



圖 5-11 台達影像程式

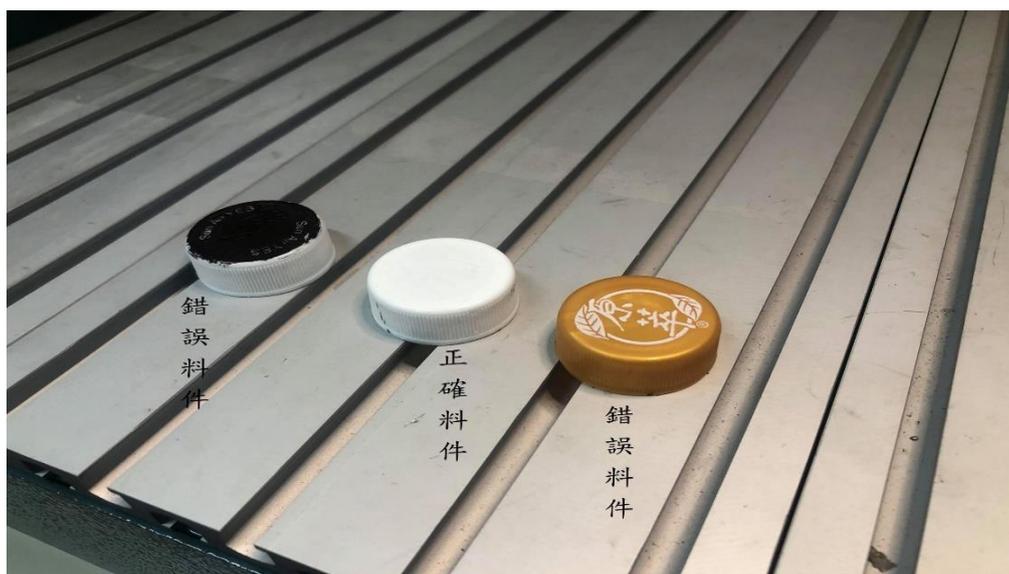


圖 5-12 料件樣式

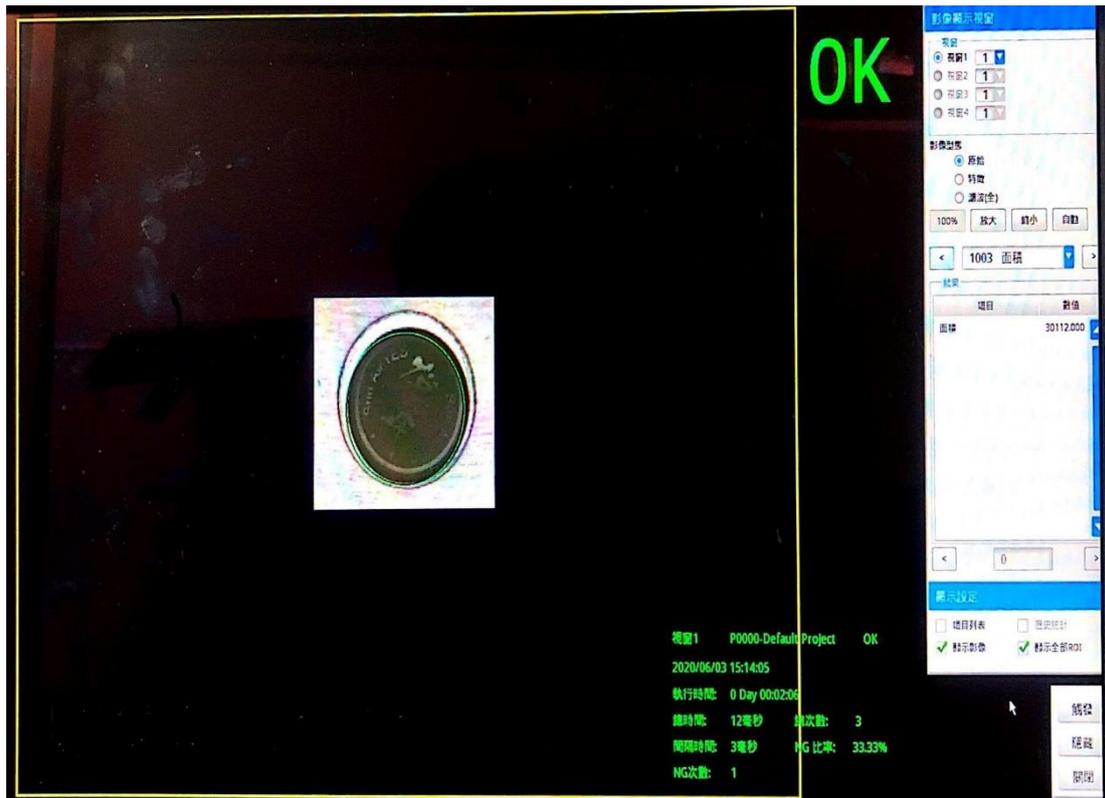


圖 5-13 檢測完畢後 OK 料

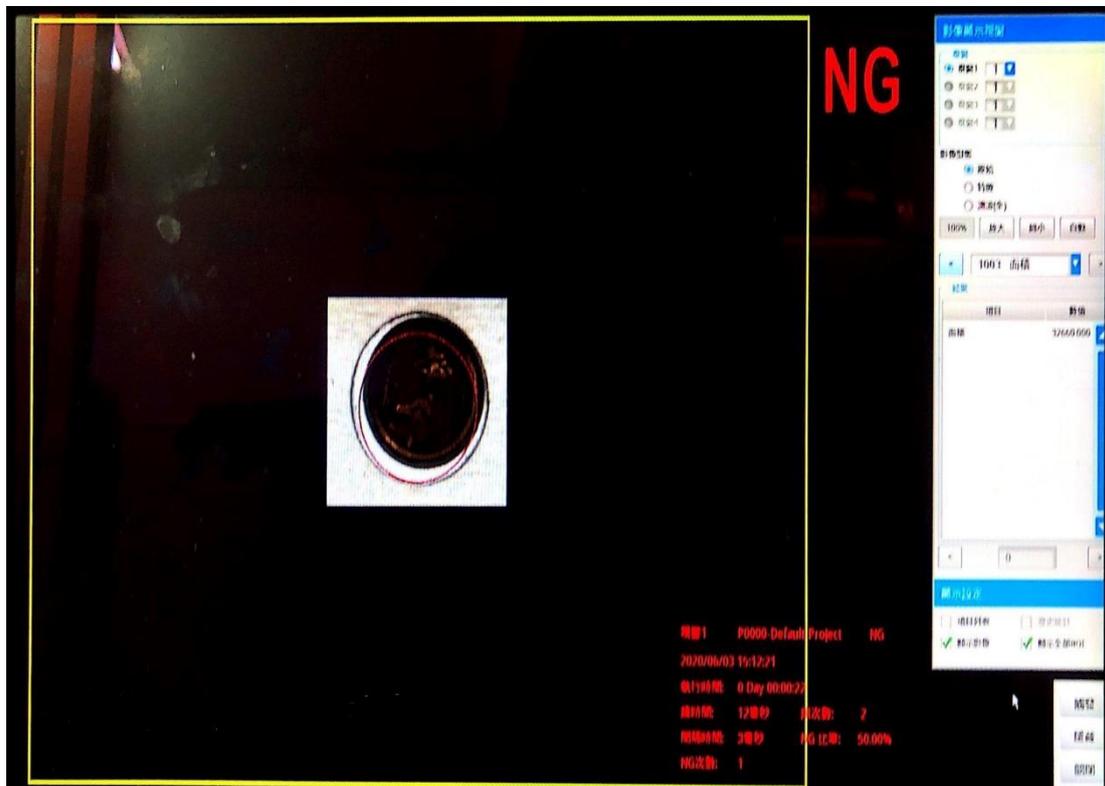


圖 5-14 檢測完畢後 NG 料

第六章 影像辨識抓取處理

6.1 簡易三軸平台製作

本專題製作步驟先將新代控制器安川驅動器安裝至控制箱內如圖 6-1 所示，再將三軸平台組裝完畢，並將真空吸盤裝置 Z 軸上如圖 6-2 所示，再來安裝台達鏡頭至吸料點上方如圖 6-3 所示，將氣壓管連接電磁閥再接至真空吸盤如圖 6-4 所示，完成後如圖 6-5 所示，然後再測試氣壓是否能正確作動如圖 6-6 所示。



圖 6-1 新代控制器及安川驅動器製作

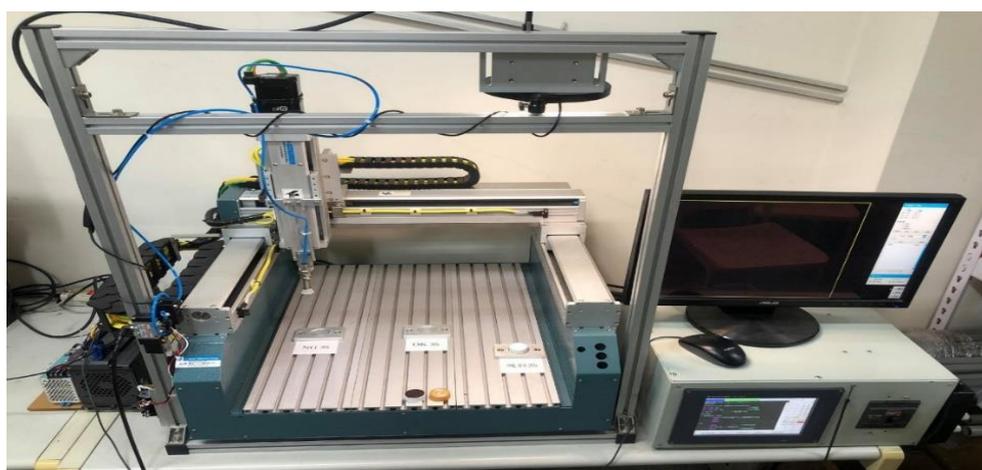


圖 6-2 三軸平台及真空吸盤吸盤

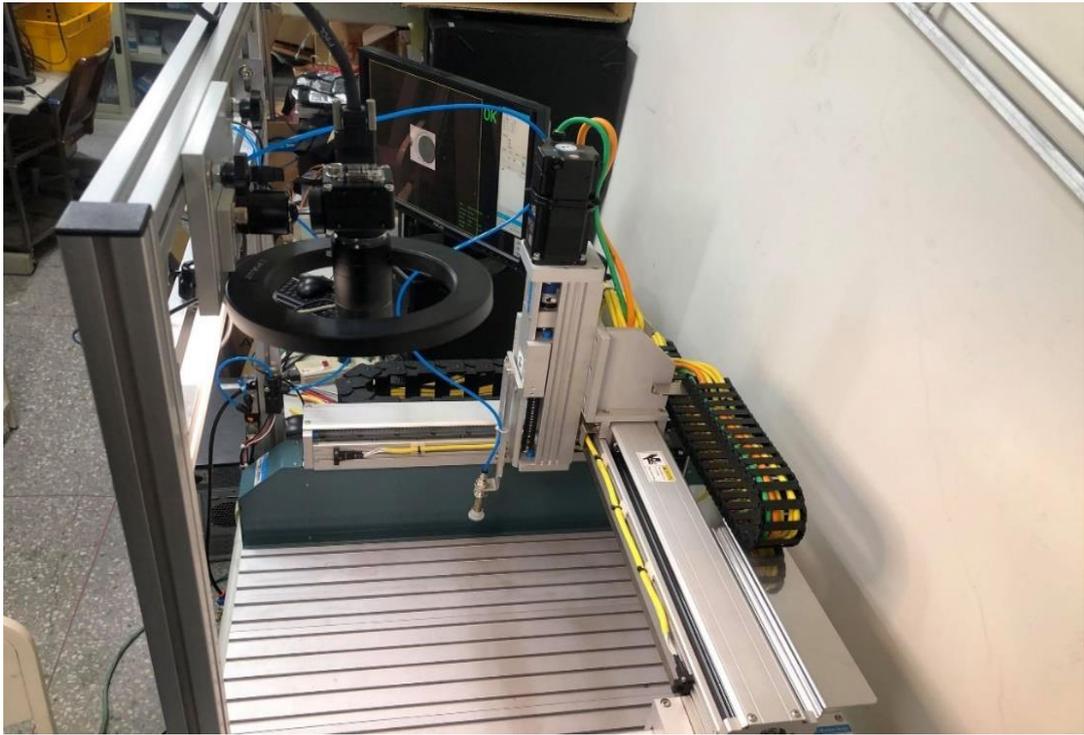


圖 6-3 鏡頭安裝定位



圖 6-4 氣壓帶動真空吸盤吸盤



圖 6-5 俯視圖

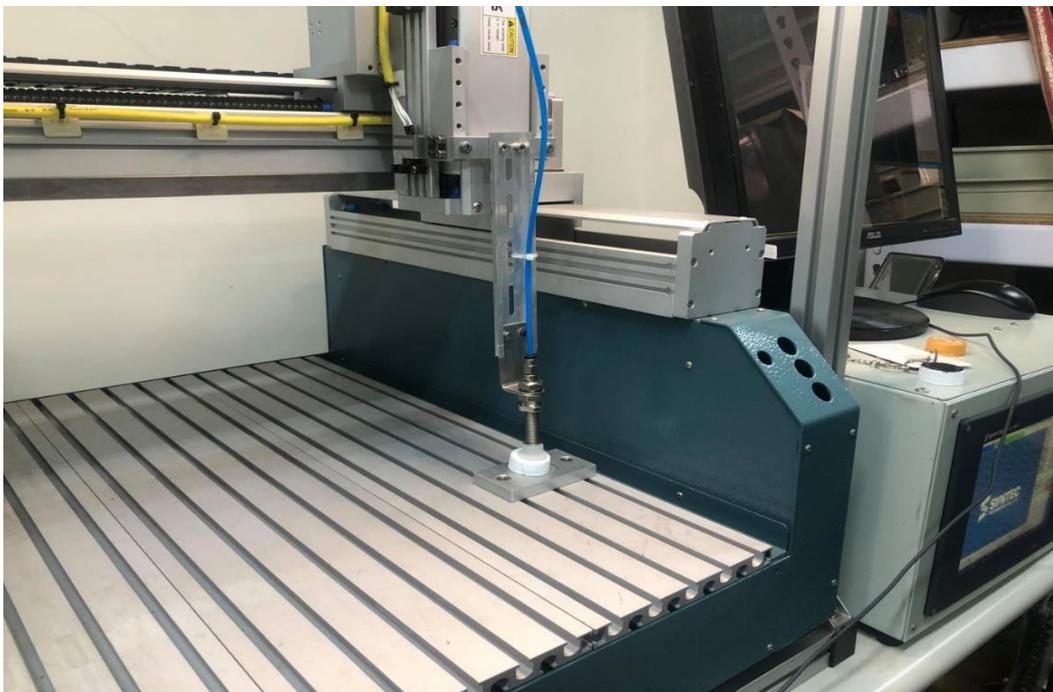


圖 6-6 氣壓作動圖

X-Y-Z 平台完成後，影像辨識系統與新代 HD 控制器進行整合，將台達系統端的 INPUT 以及 OUTPUT 取出，如圖 6-7 所示，台達系統端的 INPUT 用來告知系統是否執行拍照的功能，然而 OUTPUT 用來告訴新代系統端是否準備拍照以及拍照完畢過後告訴新代系統端檢測過後物件是否與登錄相同，如果相同則發出 OK 的訊號，反之與登錄影像不同則發出 NG 的訊號。

接著將控制真空吸盤的電磁閥接點取出，如圖 6-8 所示，將這些接點連接上新代控制器的輸出入接點，如圖 6-9 所示，完成硬體上建構。

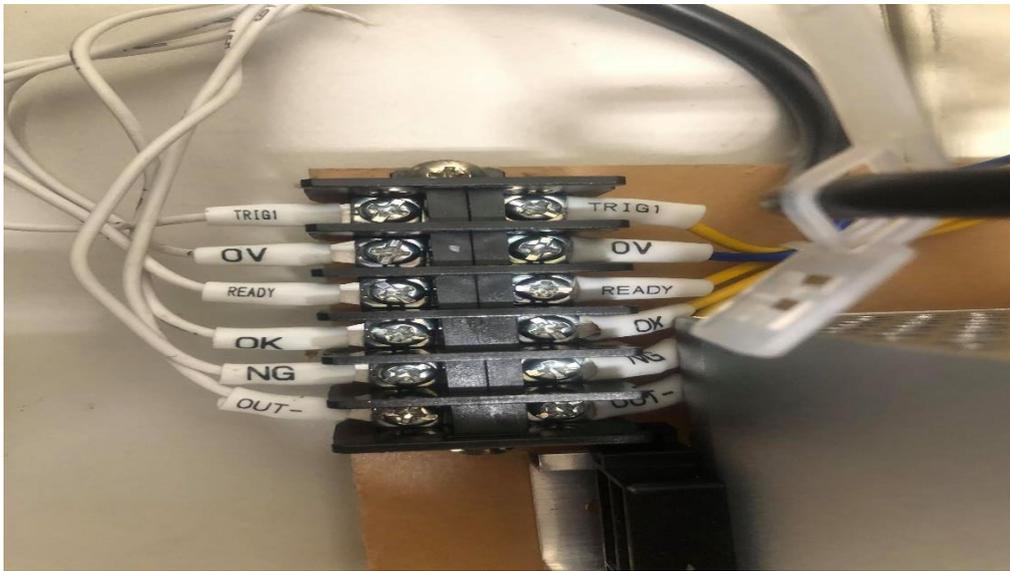


圖 6-7 台達系統輸出入接點

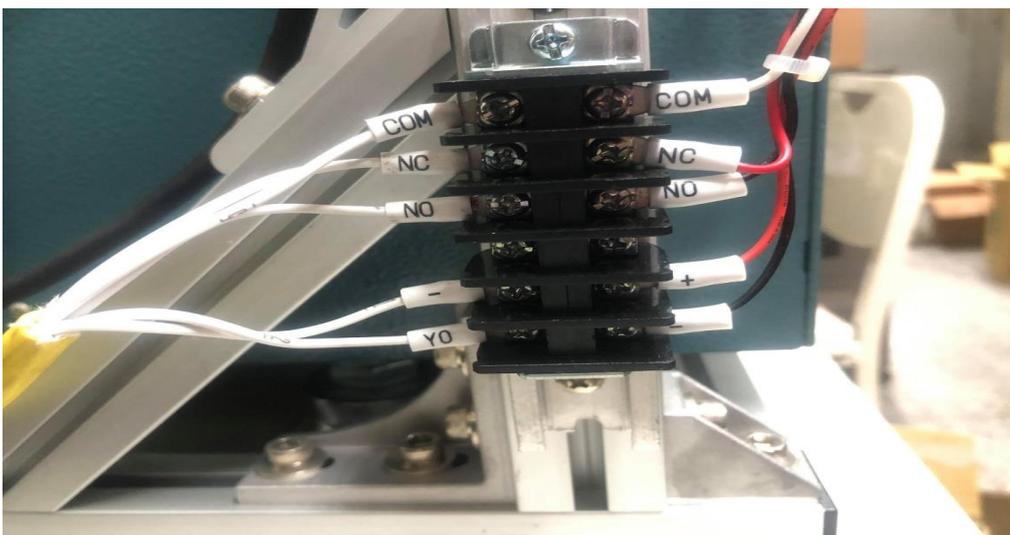


圖 6-8 電磁閥接點

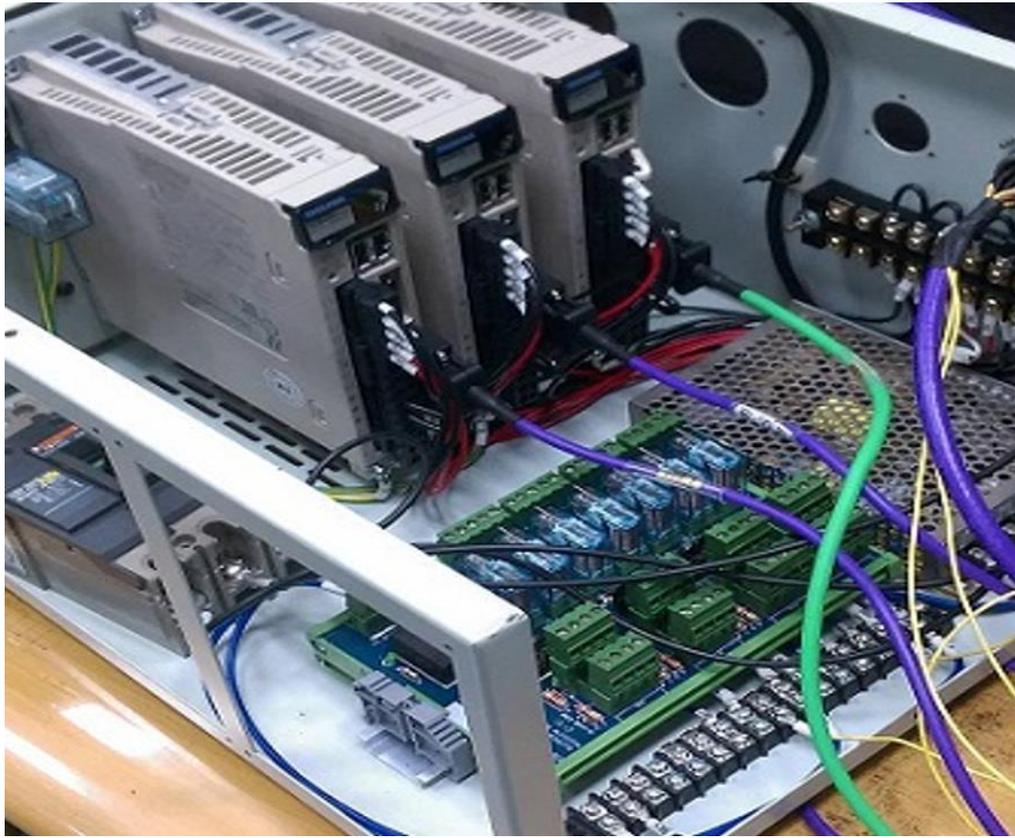


圖 6-9 新代系統輸出入接點

6.2 新代 HD 控制器程式製作

本次專題製作之程式分為五大步驟，用來執行影像辨識後的物件位移。

第一步 原點:程式初始先將三軸回歸原點；CCD 鏡頭準備拍照；如未就緒則跳出警報提醒；如準備就緒直接進行照。

```
%@MACRO
//=====1 原點=====
G53 G90 Z0;      //Z 零點
G53 G90 X0 Y0;   //XY 零點
G4 X0.5;        //暫停 0.5 秒
WAIT();
IF @460=0 THEN
    MSG("CCD 未就緒");//警報顯示內容
    M00;
    M30;
ELSE
    M10;         //呼叫拍照
    G4 X2.0;     //暫停 2 秒
    M11;        //關閉拍照
END_IF;
WAIT();
```

第二步 吸料點:經過影像辨識系統過後得知料件的品質後；真空吸盤吸盤來到吸料點吸取料件。

```
//=====2 吸料點=====
G53 G90 X346. Y-136.; //XY 吸料點
G53 G90 Z-88.;      //Z 吸料點
G4 X0.5;           //暫停 0.5 秒
M12;              //吸料
G4 X2.;           //暫停 2 秒
G53 G90 Z0.;      //Z 零點
```

第三步 OK 放置點:得知料件為與登錄影像相同，真空吸盤吸盤則將料件吸取至 OK 放置區；如與影像不同則跳入第四步。

```
//=====3 OK 放置點=====
IF @461=1 THEN    //OK
    G53 G90 X199.6. Y-50.; //XY OK 點
    G53 G90 Z-88.;      //Z 放料點
END_IF;
```

第四步 NG 放置點:得知料件為與登錄影像不同，真空吸盤吸盤則將料件吸取至 NG 放置區；如與影像相同則跳回第三步。

```
//=====4 NG 放置點=====
```

```
IF @462=1 THEN //NG
```

```
    G53 G90 X20. Y-50.; //XY NG 點
```

```
    G53 G90 Z-88.; //Z 放料點
```

```
END_IF;
```

```
G4 X0.5; //暫停 0.5 秒
```

```
M13; //放料
```

```
G4 X2.; //暫停 2 秒
```

第五步 回原點:完成料件的位移後，真空吸盤吸盤回歸原點，等待下次觸發。

```
//=====5 回原點=====
```

```
G53 G90 Z0; //Z 零點
```

```
G53 G90 X0 Y0; //XY 零點
```

```
M30; //程式結束
```

6.3 整體架構及流程

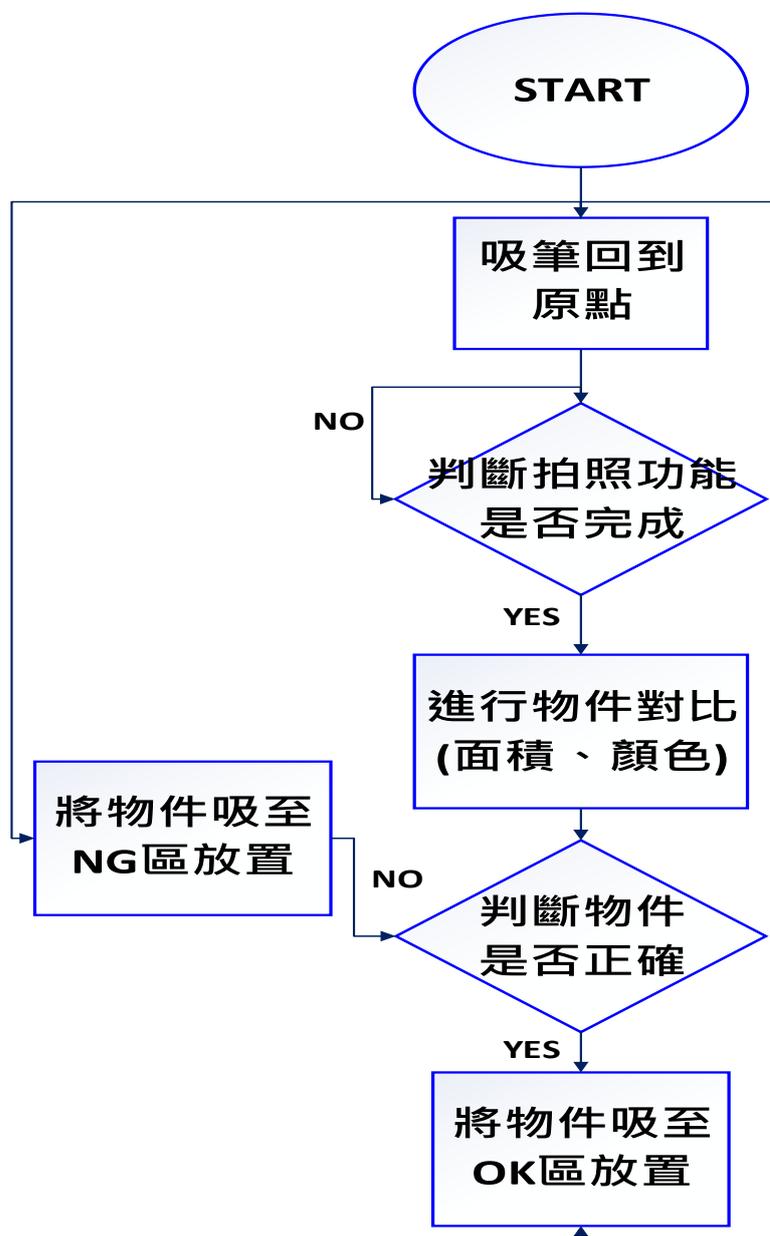


圖 6-10 整體控制流程圖

第七章 結論

在專題製作過程中控制台達影像辨識系統的鏡頭及亮度光源調節器，將原始圖呈現在最佳狀態下，在進行各類別型態的處理，例如膨脹、顏色的過濾、背景消除等，完成待測瓶蓋面積及大小的影像處理。本研究的 X-Y-Z 平台是使用新代的 HD 控制器，搭配安川驅動器伺服馬達定位控制。將瓶蓋放在 X-Y-Z 平台上的檢測區，經檢測後，錯誤的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 NG 區，正確的瓶蓋以 Z 軸的真空吸器吸至 OK 區，完成待測瓶蓋的正確分類[12]。

在實驗過程中因要測試很多瓶蓋的多樣性，以及要克服環境光源是否充足，假設環境光源不足會直接影響鏡頭拍攝的成效，且影響判斷系統產生誤差[13]，以及鏡頭的焦距是否能清楚的照出想要的狀態，須注意以上物理方面的修正。

參考文獻

- [1].康茂龍，"機器視覺檢測系統攝影機的應用"，印刷科技，第30卷第三期。
- [2].滾珠螺桿
https://www.hiwin.tw/products/ballscrew/ballscrew_list.aspx
- [3].伺服馬達維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%BA%E6%9C%8D%E9%A6%AC%E9%81%94>
- [4].編碼器維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B7%A8%E7%A2%BC%E5%99%A8>
- [5].新代科技有限公司
<http://www.syntecclub.com.tw/>
- [6].新力三科技有限公司手輪
<http://www.cz3auto.com/index.php/product-2/cnc2/cnc2-4>
- [7].台達機器視覺系統
http://www.deltaww.com/services/productSchool_detail.aspx?secID=8&pid=4&tid=0&CID=06&SID=2&itemID=06&ID=1803&fid=3&mode=list&hl=zh-tw
- [8].色彩空間維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%96%93>
- [9]. Roberts、Prewitt、Sobel 說明
https://www.cnblogs.com/yingying0907/archive/2011/08/05/2128937.html?fbclid=IwAR1xFRvNTbCbLpuHai6t1UqGT_2-kqY_x1E5RtfhRc-QtBUvuP_GER5Y6-s
- [10].什麼是影像前處理?
<https://smasoft-tech.com/%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AF%E5%BD%B1%E5%83%8F%E5%89%8D%E8%99%95%E7%90%86/>
- [11].影像處理-形態學(morphology)
<http://gh-lin.blogspot.com/2018/02/morphology.html>
- [12]. 王建仁，吳明昆，蔡文吉，"基於影像識別技術之實物教學平台," TANET2007 臺灣網際網路研討會論文集。
- [13]. 邱胤華，林君明，"利用多組特徵樣板圖形進行 IC 晶片瑕疵定位及檢測之技術,"