



致理科技大學

資訊管理系專題報告

透過資訊互動推播系統

提昇小農品牌競爭性

**Through Information Interactive Push
System**

**Improve The Competitiveness of
Farmers' Brands**

專題生：

(10810328) 鄭伊真
(10810356) 廖冠豪
(10833126) 李皓愷

指導教授：

林曉雯 老師
高楊達 老師

中華民國 111 年 11 月

致理科技大學

資訊管理系

畢業專題

透過資訊互動推播系統
提昇小農品牌競爭性

一一一學年度

致理科技大學

專題報告審核書

本校 資訊管理系(所) 鄭伊真(10810328)、

廖冠豪(10810345)、李皓愷(10833126)

等君所提論文 透過資訊互動推播系統

提昇小農品牌競爭性

經本委員會審定通過，特此證明。

專題報告審核書
學號姓名請用打的

口試委員會

理

致

委員：銘傳大學金融科技應用 助理教授 黃彥賓老師

網際智慧股份有限公司 專案經理 陳浩法

指導教授：林曉雯、高楊達

系主任：林曉雯

中華民國 111 年 11 月

致理科技大學

授權書

本授權書所授權之專題報告在致理科技大學

111 學年度第 2 學期所撰寫。

專題名稱：

本人具有著作財產權之論文或專題提要，授予致理科技大學，得重製成電子資料檔後收錄於該單位之網路，並與台灣學術網路及科技網路連線，得不限地域時間與次數以光碟或紙本重製發行。

本人具有著作財產權之論文或專題全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限時間與地域，惟每人以一份為限。並可為該圖書館館藏之一。

本論文或專題因涉及專利等智慧財產權之申請，請將本論文或專題全文延至民國 年 月 日後再公開。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。

(上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權)

同意 不同意

學生簽名：

指導老師姓名：

中華民國 112 年 5 月 1 日

摘要

專題報告名稱：透過資訊互動推播系統提昇小農品牌競爭性 頁數：54

校系別：致理科技大學資訊管理系

完成時間：111 學年度第 2 學期

專題生：鄭伊真、廖冠豪、李皓愷

指導教授：林曉雯、高楊達

關鍵詞：影像處理、智慧通路、商品分析

如今在實際消費場域存在著消費者如何正確且方便的得到感興趣商品的資訊、商家如何得知消費者對那些商品感興趣等問題，本專題針對實際場域中商品最常見的擺設方式：平面式及直立式兩種擺設方式提出可以用於解決問題的方法，透過模板匹配及物件追蹤定位消費者於平面商品區域拿取的商品；透過深度偵測及影像處理定位消費者在直立式商品區域拿取的商品，並且除了可精準的推播消費者感興趣的商品資訊外，亦可將消費者對那些商品感興趣的資訊紀錄下來，提供商家後續進行決策。

ABSTRACT

Thesis Title :

Enhancing the Competitiveness of Small-scale Farmers' Brands through Information Interaction Push System

Pages :

University : Chihlee University of Technology

Graduate School : Department of Information Management

Date : November, 2022

Degree : Master

Researcher :

Advisor :

Keywords: image processing, intelligent retail, product analysis.

In real consumer scenarios, there are issues such as how consumers can conveniently and correctly obtain information about products they are interested in, and how merchants can learn which products consumers are interested in. This project proposes methods to address these issues for the two most common types of product displays: flat and upright. Through template matching and object tracking, the system can locate the products that consumers take from flat displays, while through depth detection and image processing, the system can locate the products that consumers take from upright displays. In addition to accurately pushing product information to consumers, the system can also record information about the products that consumers are interested in, providing valuable data for merchants to make decisions.

誌謝

感謝致理科技大學，未來超市提供空間與場域進行專題系統的架設測試，
感謝林曉雯教授與高楊達教授給予的指導建議。

鄭伊真 廖冠豪 李皓愷 謹致
致理科技大學 資訊管理 學士班
中華民國 111 年 11 月



目錄

中文摘要	i
ABSTRACT	ii
誌謝	iii
目錄	iv
圖目錄	v
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	3
第貳章 文獻探討	4
第一節 平面式貨架	4
第二節 直立式貨架	8
第參章 研究內容與方法	12
第一節 平面式商品區域	12
第二節 直立式商品區域	28
第二節 消費行為紀錄	35
第肆章 系統建置與展示	36
第一節 平面式商品區域	36
第二節 直立式商品區域	37
第三節 消費行為紀錄	38
第伍章 結論與未來展望	40
第一節 結論	40
第二節 未來展望	41
附錄	42

圖目錄

圖 2-1 平面式貨架	4
圖 2-2 匹配模板	5
圖 2-3 模板匹配畫面	5
圖 2-4 直立式貨架	8
圖 2-5 紅外線光閘	8
圖 2-6 Arduino 板	9
圖 3-1 模板匹配演示	12
圖 3-2 平方差匹配 CV_TM_SQDIFF	13
圖 3-3 相關係數匹配 CV_TM_CCORR	14
圖 3-4 相關性係數匹配方法 CV_TM_CCOEFF	15
圖 3-5 CV_TM_SQDIFF_NORMED	16
圖 3-6 CV_TM_CCORR_NORMED	16
圖 3-7 CV_TM_CCOEFF_NORMED	17
圖 3-8 比較圖	26
圖 3-9 雙目測距原理	28
圖 3-10 相機標定棋盤標定板	29
圖 3-11 雙目視覺模擬	30
圖 3-12 定標板拍攝	30
圖 3-13 BM 演算法深度成像	31
圖 3-14 飛時測距	32
圖 4-1 平面式系統	36
圖 4-2 參數輸出系統	37
圖 4-3 紀錄查看畫面	39

第壹章 緒論

(一) 研究背景

隨著時代的發展，消費者對於商品的需求和期望也越來越高。在零售場域中，消費者可以輕易地購買到各種商品，從生鮮蔬果到日常用品應有盡有。然而，當消費者對某一項商品產生興趣時，卻會發現商品包裝上的有效期限、成份等說明文字非常渺小，這讓消費者很難閱讀這些資訊。這不僅影響了消費者的購物體驗，也可能導致誤解和不必要的麻煩。

在現代社會，許多消費者都注重健康和 safety，他們會認真閱讀商品包裝上的資訊，特別是有效期限和成份等重要資訊。然而，由於商品本身大小的限制和法律法規的要求，這些說明文字往往被壓縮得非常小，導致消費者難以閱讀。

這種情況特別對老年人或視力不好的人造成困擾，他們需要花更長的時間和精力才能讀懂這些資訊，這對他們的購物體驗和健康可能造成負面影響。

在現今競爭激烈的市場中，消費者對於商品的資訊越來越重視，然而，因為包裝空間的限制，商品上的說明或是營養成分有時會被簡化或省略，導致消費者無法深入瞭解商品的內容，進而影響消費意願。為了解決這個問題，店家需要透過增加包裝或印製介紹文宣來提供更多的資訊，或是安排銷售人員在現場協助解說，讓消費者更能夠瞭解商品的品質和特點。

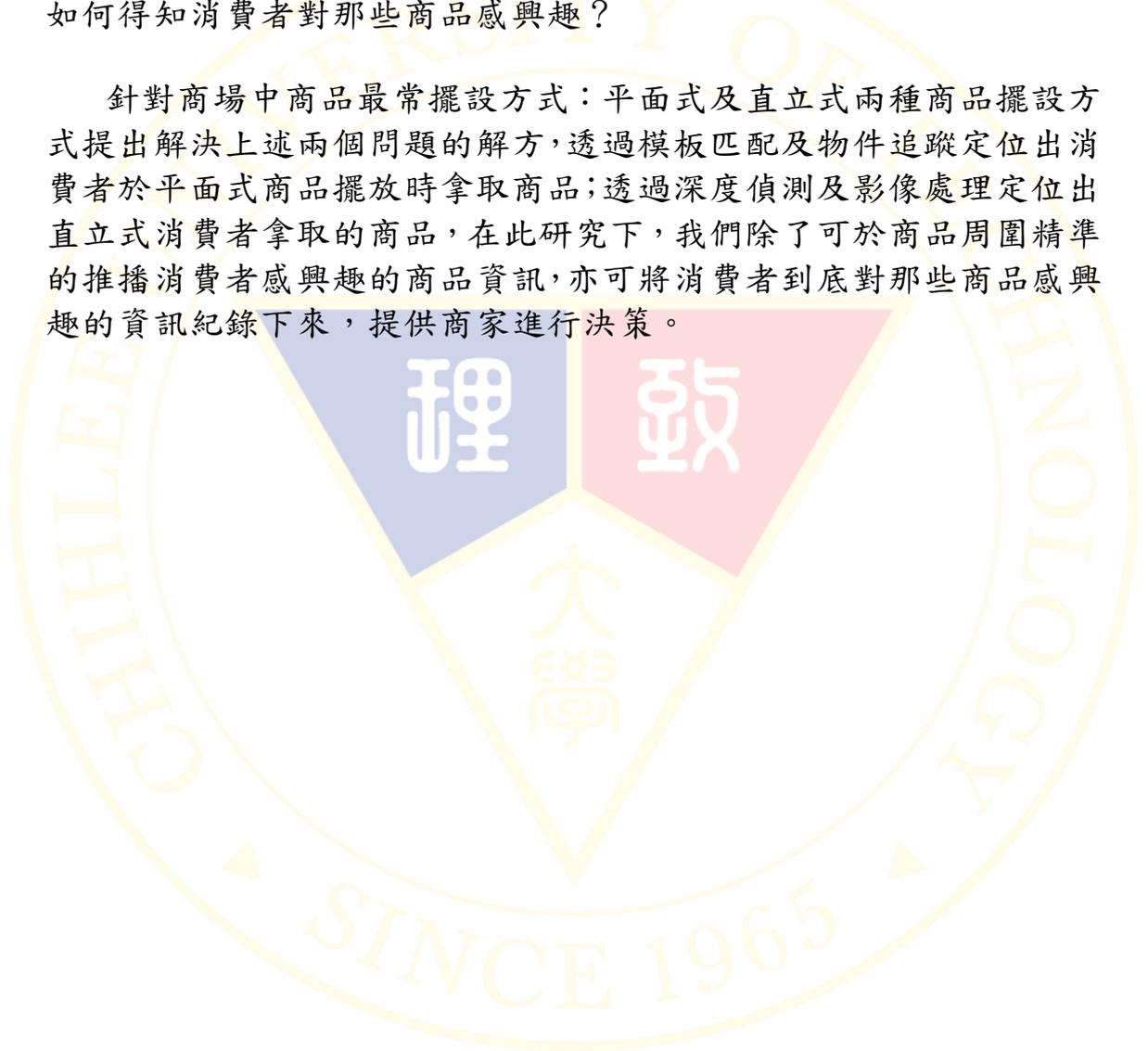
而在有機零售通路上，由於各大販售通路與產地農場之間的資訊連通不足，店家需要透過自己的宣傳渠道，例如個人粉專或網站，來傳達商品的特點和產地的資訊。此外，店家還需要請人站在第一線與消費者進行互動和溝通，以便讓消費者更能夠理解自己的品牌和商品。

目前也有不少商家開始利用科技尋求更新穎的方式，有些商家會使用 QRCode 的方式讓消費這可以使用手機掃描並獲得更多資訊，又或是以商品搭配特製的標籤與其他設備讓消費者可以拿著商品進行掃描後，將資訊投放至螢幕上。

但是這些方式不論傳統或新穎，都有著各自的缺點存在，或許是仍難以閱讀，又或是增加了消費者在購物過程中的需要進行的步驟，但這些步驟卻也不是必要的，許多人也會省略這些步驟，最後消費者仍然不會獲得更多的商品資訊，並且不論是那種作法無疑都會增加成本壓力並可能製造出不必要的資源浪費。

因此我們認為在商場中消費者與產品的互動存在著兩個重要需解決的問題：消費者如何正確且方便的得到感興趣商品的資訊、商家如何得知消費者對那些商品感興趣？

針對商場中商品最常擺設方式：平面式及直立式兩種商品擺設方式提出解決上述兩個問題的解方，透過模板匹配及物件追蹤定位出消費者於平面式商品擺放時拿取商品；透過深度偵測及影像處理定位出直立式消費者拿取的商品，在此研究下，我們除了可於商品周圍精準的推播消費者感興趣的商品資訊，亦可將消費者到底對那些商品感興趣的資訊紀錄下來，提供商家進行決策。



(二) 研究目的

根據我們所觀察到的背景，本研究希望在實體場域透過攝影機配合影像處理，使消費者在對商品感興趣並伸手拿取商品時，可以即時推播商品相關資訊或著是店家希望配合商品傳達的資訊理念，進而達成減少包裝、印刷浪費，促進環保降低汙染；人力成本降低，不必安排銷售人員於一旁說明；整個過程無痕融入消費者的消費行為中，既不會讓消費者需要拿著商品進行掃描或是拿著手機一邊購物一邊掃描 QRCode 就可以充份瞭解商品資訊，使消費者可以有意識的購物，並提升消費者對於生產者的理解以其望達成負責任的消費。

並且我們希望我們的系統可以協助商家紀錄消費者感興趣的商品：當消費者對一項商品有了興趣並伸手拿取的同時，系統也會一併紀錄下這次的資訊推播紀錄，可以幫助商家在日後透過記錄搭配商家的銷售狀況來進行分析，有些商品常常被消費者拿取，銷售狀況也很好，那麼商家就可以增加進貨量並且將商品位置放置在更顯眼的貨架上，也可能有些商品常常會有人拿起，但銷售情況卻平平無奇甚至不好，那麼商家也可以根據紀錄去針對商品有效的分析情況作出改善。

同時在系統推播資訊的內容中，不僅僅只是商品資訊，還介紹了商品本身的商家與產地，這能使消費者更瞭解商品外，也瞭解了實際商家的理念與產地特色，而我們所設計的系統是想帶給消費者不一樣的體驗外，我們還想推廣有機小農的品牌，進而提高小農品牌競爭性，有機小農因為注重於環保，通常在產品上不會多做包裝且在規模不大的小農的情況下，無法去很明確的說明商品特色，這時就難以提升小農的品牌，因此希望解決該問題，以利提升小農品牌。

第貳章 文獻探討

現今的零售行業中，商品擺設是非常重要的一个環節，透過精心設計的商品擺放方式，可以增加商品的曝光率，促進銷售，提高顧客的購物體驗。常見的商品擺設包括直立貨架和平面貨架，這兩種擺放方式的產品區域均需要進行系統開發和改進。

其中，對於這兩種產品區域，如何準確地偵測使用者是否拿取商品是一個關鍵性的問題。傳統的偵測方法包括紅外線光閘感應和攝影機背景分離技術，但這些方法都存在一些局限性，需要進一步優化和改進。

紅外線光閘感應是一種常見的偵測方式，通過檢測紅外線光束是否被阻擋來判斷使用者是否拿取了商品。優點是能夠快速、準確地偵測使用者的操作，並且不受光線干擾的影響。然而，紅外線光閘感應的局限性也很明顯，比如只能檢測是否有物體通過，無法分辨具體的物體類型和數量，對於小型或低高度的商品也不太適用。

攝影機背景分離技術是另一種常見的偵測方式，通過攝影機拍攝商品擺放區域，利用圖像處理技術將背景和物體進行分離，從而判斷使用者是否拿取了商品。優點是能夠對具體的物體進行分辨和計數，對於各種大小和高度的商品都適用。但是，攝影機背景分離技術也存在一些問題，比如需要高質量的攝影機和複雜的圖像處理算法，對系統的運行速度和精度要求都比較高，成本也較高。

(一) 平面式貨架



圖 2-1 平面式貨架

平面式貨架是指將商品陳列在平面的貨架上，便於消費者直接挑選購買。為了更好地管理和監控這種貨架上的商品銷售狀況，我們會使用攝影機拍攝消費者挑選商品的過程。攝影機利用前後背景分離技

術，將消費者從背景中分離出來，從而定位到消費者所選取的商品區域。

然而，背景分離技術容易受到光影的變化而產生誤判，尤其當光線不足或有其他物體遮擋時，系統的準確性會受到影響。此外，攝影機的角度和位置也會影響系統的準確性，需要時刻注意攝影機的拍攝範圍以避免畫面失準。

平面式貨架的使用有助於提高商品的曝光度和便利性，同時也能更好地管理和監控商品的銷售情況。然而，這種系統也存在著一些問題，需要採取一些措施來加以解決，從而提高系統的可靠性和準確性。



圖 2-2 匹配模板

圖 2-3 模板匹配畫面

在平面式貨架上應用的背景分離技術，常常受到光照的影響，尤其在店內燈光會因為天氣或時間的不同而有所變化，因此可能導致系統判斷失誤。為了解決這個問題，本研究使用了模板匹配演算法(TemplateMatching)結合物件追蹤演算法(Tracking)。

模板匹配演算法(TemplateMatching)是一種常見的影像處理技術，可以利用一個參考圖像（即模板）在另一個圖像中進行匹配，以找出相似的區域。在本研究中，我們運用模板匹配演算法來判斷消費者手部的位位置，並進一步判斷其在平面式貨架上的選購區域。

除了模板匹配演算法(TemplateMatching)，本研究也使用了物件追蹤演算法(Tracking)。物件追蹤演算法可以追蹤一個物件在連續幾張圖像中的位置和運動軌跡。在本研究中，我們使用物件追蹤演算法來追蹤消費者手部的運動軌跡，進一步分析消費者的購物行為。

綜合模板匹配演算法(TemplateMatching)和物件追蹤演算法

(Tracking)的結果，我們可以準確地判斷消費者在平面式貨架上的選購行為，並且減少了光照變化對系統判斷的影響。

模板匹配(Template Matching)是一項影像處理技術，其目的是在一幅圖像中尋找與另一幅模板圖像最相似的部分。模板是一個已知的小圖像(圖 2-2)，用來代表我們要尋找的目標，模板匹配就是在一副大圖像中搜尋目標(圖 2-3)。模板和目標圖像具有相同的尺寸、方向和圖像，通過一定的算法可以在圖中找到目標，確定其坐標位置。這種技術可以應用在很多領域，例如人臉識別、物體追蹤和文字符號識別等。在本研究中，我們使用模板匹配結合物體追蹤演算法來解決背景分離技術因光影變化而影響系統判斷的問題。

現有的模板匹配演算法包括 CV_TM_SQDIFF、CV_TM_CCORR、CV_TM_CCOEFF、CV_TM_SQDIFF_NORMED、CV_TM_CCORR_NORMED 和 CV_TM_CCOEFF_NORMED 等。在我們的應用中，我們選擇使用 CV_TM_CCOEFF_NORMED 演算法進行匹配。通過實際測試，我們發現該演算法在速度和精度方面都表現優秀，因此我們採用該演算法來進行商品區域的判斷。

物體追蹤(Tracking)是指在影像的連續幀中追蹤目標物體的運動軌跡和位置變化的技術。在進行物體追蹤時，我們會在第一個影像幀中手動選擇目標物體的位置，並用一個矩形框將其框起來。接著，使用追蹤算法在後續的幀中跟蹤目標物體。在大多數實際應用中，物體追蹤算法與物體檢測器結合使用，以實現對目標物體的跟蹤和檢測。

物體追蹤的應用非常廣泛，例如在行人跟蹤、交通監控、運動比賽分析等方面都有應用。不同的追蹤算法在速度和準確性方面有所不同，通常需要根據具體應用場景選擇適當的追蹤算法。

常用的追蹤器結合了物體檢測器的功能，以達到更好的追蹤效果。現有的物體追蹤演算法包括 BOOSTING、MIL、KCF、TLD、MEDIANFLOW、GOTURN、MOSSE、和 CSRT 等。經過測試，我們發現 CSRT 演算法在精度和速度方面相對優秀，因此選擇該演算法進行物體追蹤。

我們對原先的背景分離技術進行了改善，以避免光影變化對系統判斷造成的干擾。具體來說，我們採用了模板匹配和物體追蹤技術來進行修改，避免了原先會因物體影子而導致誤判的情況。現在，系統會判

斷是否為消費者的手進行追蹤動作，提高了系統的準確性和可靠性。



(二) 直立式貨架



圖 2-4 直立式貨架

在直立式貨架區域中，商品的擺放方式不再是可以透過 X-Y 座標資訊就可以劃分的，因此常見的方式是將紅外線光閘感應運用在直立式貨架區域，透過成對的光閘將商品區域分割為 $m*n$ 個區域並在消費者接觸區域時判斷區域觸發，如圖 2-4 在商品貨架周圍的長條型物體便是光閘。



圖 2-5 紅外線光閘

圖 2-5 為一組紅外線光閘的運作方式，光閘會由發射端與接收端成對組成，當紅外線光被阻斷時即可判斷觸發，在圖 2-4 的貨架擁有 $4*3$ 個區域，便需要 7 對光閘才能滿足商品區域劃分的需求，也因此

光閘存在有成本昂貴的問題存在，單獨一對光閘最低價便是兩千元起步，好些的甚至可以上至一萬元左右，因此小小一個貨架的裝設成本最便宜也會需要上萬元。

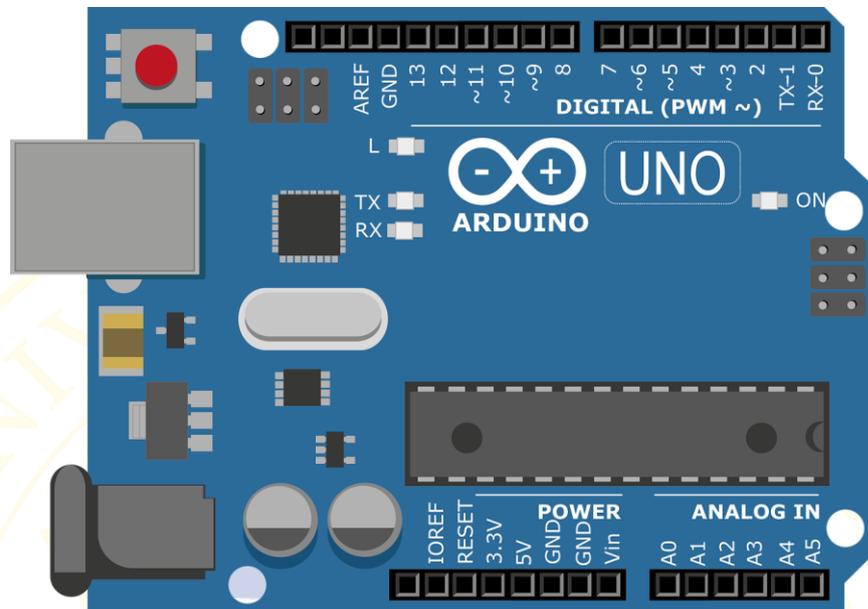


圖 2-6 Arduino 板

而紅外線光閘系統主要透過 Arduino 板(圖 2-6)來進行控制，但是在使用年限增加後 Arduino 板將可能出現老化進而導致系統不穩定性上升，在過去使用紅外線光閘系統後期開始會發生運作時間一長便當機又或者斷電重啟後系統失靈的狀況，而這些狀況都需要重置 Arduino 板並重新燒錄系統程式才可解決，對於有接觸過的人來說或許很輕鬆，但對於使用店家而言卻非常可能出現他們無從下手的狀況，並且若是想要更好的解決問題便需要更換 Arduino 板，這同樣也需要專業人員來進行。

同時在一般場域中，商家在擺放商品或者是消費者在拿取商品時難免都會發生碰撞，時間長了便可能讓紅外線光閘出現偏差，導致定位失靈，而紅外線的定位校準同樣需由專業人士處理，一般商家人員難以自行完成，要經常請人校準更是難以達成，這些無疑都會增加系統的操作難度。

因此在直立式貨架的系統我們希望可以使用影像處理的方式取代現有系統來改善問題，透過攝影機偵測手部進入位置來達成定位，而這之中需要解決的重點便是透過攝影機的二維畫面來定位三維空間的技術問題。

在直立貨架上架設攝影機只能架設於貨架上方或是側邊，在這情

況下我們可以取得到 X-Y 平面的資訊，但若要達到我們希望的效果則需要取得 Z 軸也就是深度資訊來進行判別，本研究使用了兩種能滿足需求的技術來嘗試實現研究目的。

第一項技術為雙目立體視覺(Binocular stereo vision)，一般稱呼為雙目測距，透過兩支攝影機鏡頭的畫面搭配立體匹配(Stereo Matching)演算法進行計算轉換深度成像圖，透過深度成像圖便可以計算出世界座標(X, Y, Z)，在透過攝影機拍攝到手部進入的畫面後計算出手部之於攝影機的世界座標，便完成我們需要的定位需求。

立體匹配(Stereo Matching)使用的演算法常見的有 BM(Block Matching)、SGBM(Stereo Processing by Semiglobal Matching and Mutual Information)、SAD(Sum of absolute differences)等等演算法，SAD 演算法的速度最快，但深度成像準確度不高，通常用於多重處理時的初步篩選，而 SGBM 演算法深度成像的準確度最高，同樣的也需要更多的運算時間，BM 演算法的速度雖然沒有 SAD 快，但已經幾乎可以做到實時轉換，成像效果也足夠，因此在後續的研究中也是選用 BM 演算法來進行計算。

而在進行立體匹配之前，需要先完成相機定標(Camera Calibration)，相機定標會透過給予攝影機一塊標定版，收集足夠多樣的標定版畫面資料後，測量出攝影機內部參數與外部參數並在後續使用這些參數完成相機校準。

但要完成從相機定標到立體匹配這一過程，我們發現也需要精準地將兩支攝影機於同一個平面校準至相同否則會導致運算出現失準，也因此因此我們後來轉而使用第二種技術。

第二種技術是透過具有紅外線的攝影機鏡頭，利用紅外線照射出去照射在周圍物體後反射回攝影機的接收端，透過射出到反射的時間差去計算出距離來進行周圍深度成像計算，此技術被稱呼為飛時測距 ToF(Time to Flight)。

而我們便是發現了微軟所發布的一款 Kinect 攝影機，該攝影機起初是用協助遊戲主機的體感遊戲來完成動作捕捉，在 Kinect 上除了 RGB 攝影機外，還配置了紅外線發射器與深度感測器，Kinect 即是透過紅外線投影器搭配深度感測器透過飛時測距完成三維物體的深度感測。

因此本研究藉由 Kinect 第二代攝影機的功能，完成飛時測距獲得我們需要的深度資訊，並在後續透過深度資訊與攝影機所拍攝到的 X-Y 平面資訊進行計算完成定位效果。



第參章 研究內容與方法

(一) 平面式商品區域

我們沿用了原先透過攝影機進行前後背景分離並定位的系統設計，並為解決使用背景分離而使系統容易受到光線陰影影響判斷的問題，利用了模板匹配(Template Matching)演算法，判斷是否為消費者的雙手，並透過當下所擷取的畫面來逐點計算與比較，計算每一個像素中的相似程度後，來選擇出最高相似程度者的座標，再結合物件追蹤(Tracking)來追蹤手部的移動軌跡，最後在停留的位置進行定位分析，進而推播該商品區域的相關資訊，修正了系統因為光影變化所被影響導致誤判之問題。

透過了模板匹配(Template Matching)與物件追蹤(Tracking)取代了先前的前後背景分離並定位的設計，模板匹配(Template Matching)它運用了正規化相關係數法(Normalized Cross Correlation, NCC)來去比對檢測影像中每一個像素與模板的相似度，並且可以得知每個像素中的相似程度之值，這使我們可以得知相似度越高者，就是我們對比的結果，圖 3-1 可以看到在圖左方的小視窗中，此視窗為模板圖片，圖右方則是攝影機所拍攝的畫面，而畫面當中可見模板匹配之結果，在取得該位置的座標為物件追蹤的初始座標，並進行物件追蹤。

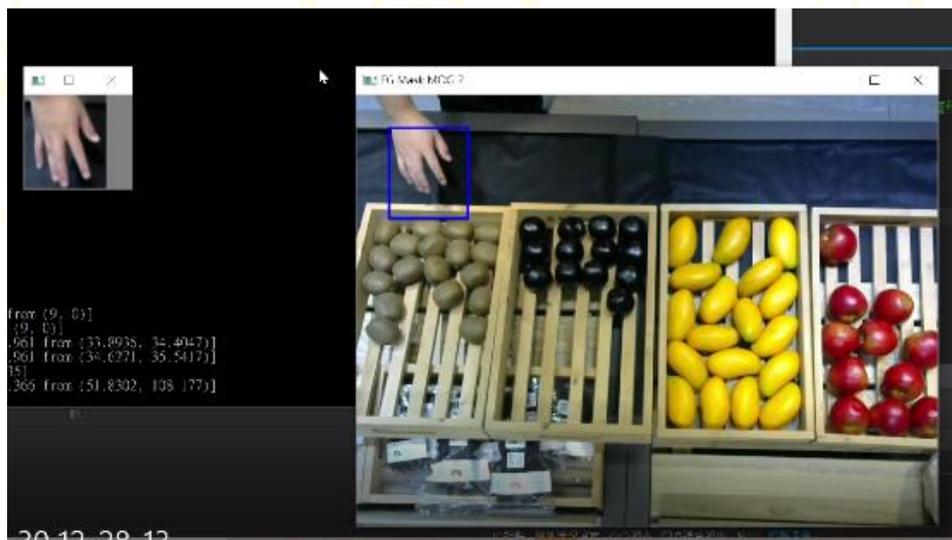


圖 3-1 模板匹配演示

模板匹配(Template Matching)是一項在一幅圖像中尋找與另一幅模板圖像最相似部分的技術，這裡說的模板是我們已知的單

一手的圖片(圖 3-1 左)，模板匹配就是在攝影機影像(圖 3-1 右)中搜尋目標。模板就是我們已知的在圖中要找的目標，且該目標同模板有相同的尺寸、方向和圖像，通過一定的算法可以在圖中找到目標，確定其坐標位置。

現有的模板匹配演算法有以下幾種：

平方差匹配 CV_TM_SQDIFF：

平方差匹配是一種常用的圖像匹配方法，也稱為均方差匹配或 SSD(Sum of Squared Differences)。在 OpenCV 中，使用函數 `matchTemplate()` 進行平方差匹配，其中參數 `method` 設置為 `CV_TM_SQDIFF`。

在平方差匹配中，對於模板圖像和待匹配圖像的每個像素，計算它們之間差的平方，並將所有差的平方求和。這個和就是平方差匹配的匹配度量值，也就是像素差的總和。匹配度量值越小，表示匹配程度越好。

具體來說，使用平方差匹配的過程如下：

1. 準備待匹配圖像和模板圖像。
2. 對於待匹配圖像中的每個像素，將模板圖像與其對應位置的像素進行比較，得到差的平方。
3. 將所有差的平方相加得到匹配度量值。
4. 將模板圖像在待匹配圖像中沿著 x 和 y 方向分別移動一個像素，重複步驟 2 和 3，得到一組匹配度量值。
5. 找到匹配度量值最小的位置，即為匹配位置。

需要注意的是，`CV_TM_SQDIFF` 方法返回的匹配度量值越小，表示匹配程度越好。在實際應用中，為了避免光照、尺度等因素對匹配結果的影響，常常需要進行預處理或者使用其他更加魯棒的匹配算法。

$$R_{sq_diff} = \sum_{x', y'} [T(x', y') - I(x + x', y + y')]^2$$

圖

圖 3-2 平方差匹配 CV_TM_SQDIFF

相關係數匹配 CV_TM_CCORR：

相關係數匹配是一種常用的圖像匹配方法，也稱為相關匹配或 CCORR (Cross-Correlation)。在 OpenCV 中，使用函數 `matchTemplate()` 進行相關係數匹配，其中參數 `method` 設置為 `CV_TM_CCORR`。

在相關係數匹配中，對於模板圖像和待匹配圖像的每個像素，計算它們之間的相關係數，並將所有相關係數求和。這個和就是相關係數匹配的匹配度量值。匹配度量值越大，表示匹配程度越好。

具體來說，使用相關係數匹配的過程如下：

1. 準備待匹配圖像和模板圖像。
2. 對於待匹配圖像中的每個像素，計算它與模板圖像對應位置的像素的相關係數。
3. 將所有相關係數相加得到匹配度量值。
4. 將模板圖像在待匹配圖像中沿著 x 和 y 方向分別移動一個像素，重複步驟 2 和 3，得到一組匹配度量值。
5. 找到匹配度量值最大的位置，即為匹配位置。

需要注意的是，`CV_TM_CCORR` 方法返回的匹配度量值越大，表示匹配程度越好。相關係數匹配通常用於模板圖像和待匹配圖像的亮度差異不大的情況下，但在實際應用中，常常需要進行預處理或者使用其他更加魯棒的匹配算法，以提高匹配的準確性。

$$R_{ccorr} = \sum_{x',y'} T(x', y') \cdot I(x + x', y + y')$$

圖 3-3 相關係數匹配 CV_TM_CCORR

相關性係數匹配方法 CV_TM_CCOEFF：

相關係數匹配是一種常用的圖像匹配方法，也稱為相關匹配或 CCOEFF (Cross-Correlation Coefficient)。在 OpenCV 中，使用函數 `matchTemplate()` 進行相關係數匹配，其中參數

method 設置為 CV_TM_CCOEFF。

在相關係數匹配中，對於模板圖像和待匹配圖像的每個像素，計算它們之間的相關係數，並將所有相關係數求和。但不同于平方差匹配和平方差匹配的匹配度量值，相關係數匹配方法使用的是相關係數。具體而言，先將模板圖像和待匹配圖像分別減去它們的均值，然後計算它們的歸一化互相關係數，即相對於它們各自的方差而言的相關係數。匹配度量值越大，表示匹配程度越好。

使用相關係數匹配的過程如下：

1. 準備待匹配圖像和模板圖像。
2. 對於待匹配圖像中的每個像素，計算它與模板圖像對應位置的像素的相對應係數。
3. 將所有相對應係數相加得到匹配度量值。
4. 將模板圖像在待匹配圖像中沿着 x 和 y 方向分別移動一個像素，重複步驟 2 和 3，得到一組匹配度量值。
5. 找到匹配度量值最大的位置，即為匹配位置。

需要注意的是，CV_TM_CCOEFF 方法返回的匹配度量值越大，表示匹配程度越好。相關係數匹配方法通常用於模板圖像和待匹配圖像的亮度差異不大的情況下，但在實際應用中，常常需要進行預處理或者使用其他更加魯棒的匹配算法，以提高匹配的準確性。

$$R_{ccoeff} = \sum_{x', y'} T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y')$$

$$T'(x', y') = T(x', y') - \frac{\sum_{x'', y''} T(x'', y'')}{(w - h)}$$

$$I'(x + x', y + y') = I(x + x', y + y') - \frac{\sum_{x'', y''} I(x'', y'')}{(w - h)}$$

圖 3-4 相關性係數匹配方法 CV_TM_CCOEFF

CV_TM_SQDIFF_NORMED：

CV_TM_SQDIFF_NORMED 是 OpenCV 中的一種圖像匹配方法，它是平方差匹配方法的一種標準化版本。在此方

法中，匹配度量值越小表示匹配程度越好，最小值為 0，最大值為 1。

與平方差匹配方法類似，CV_TM_SQDIFF_NORMED 方法也是基於像素值之間的差異來計算匹配度量值。具體而言，對於模板圖像 T 和待匹配圖像 I，將模板圖像 T 沿著 x 和 y 方向分別與待匹配圖像 I 進行平移，對於每個位置 (x,y)，計算模板圖像 T 和待匹配圖像 I 在該位置處重疊的部分像素值差的平方和。

$$R_{sq_diff_normed} = \frac{\sum_{x',y'} [T(x', y') - I(x+x', y+y')]^2}{\sqrt{\sum_{x',y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x',y'} I(x+x', y+y')^2}}$$

圖 3-5 CV_TM_SQDIFF_NORMED

CV_TM_CCORR_NORMED：

CV_TM_CCORR_NORMED 是 OpenCV 中的一種圖像匹配方法，它是相關性匹配方法的一種標準化版本。在此方法中，匹配度量值越大表示匹配程度越好，最小值為 -1，最大值為 1。

相關性匹配方法基於兩個圖像之間的相似程度來計算匹配度量值。具體而言，對於模板圖像 T 和待匹配圖像 I，將模板圖像 T 沿著 x 和 y 方向分別與待匹配圖像 I 進行平移，對於每個位置 (x,y)，計算模板圖像 T 和待匹配圖像 I 在該位置處的相關係數

$$R_{ccorr_normed} = \frac{\sum_{x',y'} T(x', y') \cdot I(x+x', y+y')}{\sqrt{\sum_{x',y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x',y'} I(x+x', y+y')^2}}$$

圖 3-6 CV_TM_CCORR_NORMED

CV_TM_CCOEFF_NORMED：

CV_TM_CCOEFF_NORMED 是 OpenCV 中的一種圖像匹配方法，它是相關性係數匹配方法的一種標準化版本。在此方法中，匹配度量值越大表示匹配程度越好，最小值為 -1，最大值為 1。

相關性係數匹配方法基於兩個圖像之間的相似程度來

計算匹配度量值。具體而言，對於模板圖像 T 和待匹配圖像 I ，將模板圖像 T 沿著 x 和 y 方向分別與待匹配圖像 I 進行平移，對於每個位置 (x,y) ，計算模板圖像 T 和待匹配圖像 I 在該位置處的相關係數。

$$R_{coeff_normed} = \frac{\sum_{x',y'} T'(x', y') \cdot I'(x+x', y+y')}{\sqrt{\sum_{x',y'} T'(x', y')^2 \cdot \sum_{x',y'} I'(x+x', y+y')^2}}$$

圖 3-7 CV_TM_CCOEFF_NORMED

圖像匹配是一個重要的計算機視覺問題，目的是在一張大圖像中找到與一個小圖像最相似的部分。對於圖像匹配的應用非常廣泛，如物體追蹤、人臉識別、機器人導航等等。

OpenCV 是一個常用的圖像處理庫，提供了多種圖像匹配算法。其中，CV_TM_CCOEFF_NORMED 是一種標準化的相關係數匹配方法，被廣泛應用於圖像匹配領域。相比於其他方法，CV_TM_CCOEFF_NORMED 方法具有速度快、精度高等優點。

CV_TM_CCOEFF_NORMED 方法基於兩個圖像之間的相似程度來計算匹配度量值。具體而言，對於模板圖像 T 和待匹配圖像 I ，將模板圖像 T 沿著 x 和 y 方向分別與待匹配圖像 I 進行平移，對於每個位置 (x,y) ，計算模板圖像 T 和待匹配圖像 I 在該位置處的相關係數。匹配度量值越大表示匹配程度越好，最小值為 -1 ，最大值為 1 。

經過多次測試，我們發現 CV_TM_CCOEFF_NORMED 方法是最快速且精準的方法之一，因此我們採用此方法進行圖像匹配。但是，在使用 CV_TM_CCOEFF_NORMED 方法進行匹配時，需要注意待匹配圖像和模板圖像的大小、比例和方向，以及圖像預處理和閾值設置等因素，以提高匹配的準確性。

總的來說，CV_TM_CCOEFF_NORMED 方法是一個非常有效的圖像匹配方法，其速度和精度都表現出色，可以應用於多種圖像匹配場景中。

物件追蹤在計算機視覺領域中扮演著重要的角色，能夠對動態物體的運動進行追蹤，並且應用廣泛。其中，模板匹配技術是物件追蹤中常用的技術之一，可以通過計算目標與模板之間的相

似度來判斷物體初始位置。在本項研究中，我們使用了 CV_TM_CCOEFF_NORMED 正規化的相關性係數匹配方法，該方法經過測試後證明是最快速且最精確的方法來取的初始座標。

基於初始座標，我們使用物件追蹤的 CSRT (通道和空間相關性跟踪) 追蹤器進行物體的追蹤。該算法通過前後幀數擷取的影像進行對比，根據像素點的相似度進行物體的追蹤，實現了對目標物體的快速而準確的追蹤。同時，我們還進一步對落點位置進行區域判斷，以滿足平面式貨架研究的需求。

物件追蹤技術已廣泛應用於許多領域，如智能監控、自動駕駛、運動分析、機器人等。它不僅能夠幫助我們實現對目標物體的追蹤，還可以對物體的運動軌跡進行分析，進一步應用於行為識別、運動傷害預防、人機交互等領域。因此，物件追蹤技術具有極高的研究價值和廣闊的應用前景。

以現有的物件追蹤演算法有以下幾種：

BOOSTING：

BOOSTING 是一種機器學習演算法，用於執行二元分類任務，即區分兩個類別中的數據。它基於 AdaBoost 算法，並使用弱分類器進行學習，這些分類器通常是決策樹。BOOSTING 通常用於圖像分類和目標檢測等計算機視覺應用中。BOOSTING 的主要目標是透過結合多個弱分類器的預測結果，獲得更精確的預測結果。BOOSTING 通常會使用交叉驗證技術來防止過度擬合，並且可以在不同的參數設置下進行調整以優化性能。BOOSTING 的優點是能夠處理大量的特徵，並具有較高的準確性和魯棒性，但其訓練時間較長。

優點：

1. 高準確性：BOOSTING 可以透過結合多個弱分類器的預測結果，提高模型的準確性。
2. 魯棒性：BOOSTING 可以處理噪聲和異常值等問題，並且對於少量的噪聲和異常值不敏感。

3. 能處理大量特徵：BOOSTING 能夠處理大量的特徵，可以有效地學習複雜的模型。
4. 擴展性：BOOSTING 可以用於各種類型的應用，例如圖像分類和目標檢測等計算機視覺應用中。

缺點：

1. 過度擬合：BOOSTING 的訓練時間較長，容易產生過度擬合現象。需要使用交叉驗證等技術來防止過度擬合。
2. 對雜訊敏感：BOOSTING 在處理大量噪聲和異常值時，可能會導致模型性能下降。
3. 難以解釋：BOOSTING 的輸出結果比較難以解釋，較難理解模型的內部機制。

MIL：

MIL 是一種基於多個偵測器的追蹤演算法，MIL 代表的是 Multiple Instance Learning（多個實例學習）。

在 MIL 中，物體被視為是由多個部分（實例）組成的，而不是單一的實例。在追蹤開始時，使用者手動標定一個包含目標物體的矩形區域，並用 MIL 算法訓練多個偵測器，每個偵測器都是基於一個隨機選擇的實例進行訓練。

當進行追蹤時，MIL 會將當前幀中的所有區域視為多個實例，並通過計算多個偵測器對每個實例的置信度來決定目標物體的位置。最後，MIL 將所有置信度加總，以確定最有可能的目標物體位置。

MIL 的優點是能夠處理物體形變和部分遮擋的情況，因為它將物體視為由多個部分組成。然而，由於 MIL 需要訓練多個偵測器，因此其運行速度可能較慢。此外，MIL 對初始化區域的依賴較高，如果初始化區域不正確，可能會導致追蹤失敗。

優點：

1. 適用性廣泛：MIL 適用於追蹤各種尺寸、形狀和速度的目標物體，並且能夠處理目標物體的遮擋、旋轉和變形等情況。
2. 準確度高：MIL 在追蹤過程中會自動調整目標物體的特徵描述子，從而提高追蹤的準確度。
3. 計算效率高：MIL 的計算效率很高，能夠實時追蹤目標物體。。

缺點：

1. 對背景適應不足：MIL 對背景的適應能力相對較差，當目標物體與背景顏色相近時，容易導致追蹤失敗。
2. 對光照變化敏感：MIL 對光照變化比較敏感，當光照條件發生變化時，需要對追蹤器進行重新訓練。
3. 需要手動設定初始位置：MIL Tracker 需要手動設定目標物體的初始位置，如果設定不當，容易導致追蹤失敗。

KCF：

KCF 是 Kernelized Correlation Filters 的縮寫，是一種基於核相關濾波器的目標追蹤算法。它通過學習目標的外觀特徵，將目標表示為一個核相關濾波器，然後通過對當前幀圖像進行互相關計算，來定位目標在當前幀中的位置。與 MIL Tracker 相比，KCF 算法具有更好的精度和速度。

優點：

1. 高速度：KCF 算法使用快速傅立葉變換（FFT）實現對核相關濾波器的計算，使得算法運行速度非常快。
2. 高精度：KCF 算法將目標表示為一個核相關濾波器，具有很強的表達能力和魯棒性，能夠在複雜背景和光線變化等情況下實現高精度的目標追蹤。
3. 可學習性：KCF 算法可以通過機器學習的方式學習目標的外觀特徵，使得算法更具有普適性和泛化能力。

缺點：

1. 對於目標旋轉和縮放敏感：KCF 算法對於目標的旋轉和縮放比較敏感，容易出現目標漂移的問題。
2. 對於遮擋和背景干擾敏感：KCF 算法對於目標被遮擋和背景干擾比較敏感，容易出現目標丟失的問題。

TLD：

TLD 是 Tracker, Learner, Detector 的縮寫，是一種基於學習的視覺目標追蹤方法。TLD 算法將目標追蹤問題分解為三個子問題：跟踪（Tracker）、學習（Learner）和檢測（Detector）。首先，它使用快速的移動物體檢測器將對象從背景中檢測出來，然後使用一個學習器對對象進行跟踪，最後再使用一個檢測器來確定跟踪器的正確性並修正跟踪器。

TLD 算法的優點是能夠快速適應目標的外觀變化，對於非剛體的目標也有較好的適應性。缺點是對於複雜的場景和光線變化較為敏感，容易出現漂移現象。此

外，TLD 算法的運行速度較慢，需要較長的訓練時間和較高的計算資源。

優點：

1. 能夠適應物體的外觀變化，對於光照、姿態等變化較為魯棒。
2. 能夠自動檢測物體是否丟失，並重新初始化跟踪器。
3. 能夠檢測出物體消失和再次出現的情況，對於短暫的物體消失情況表現良好。

缺點：

1. 偽警報率較高，容易出現對背景或其他物體的誤檢測。
2. 運行速度較慢，需要耗費較長的時間進行學習和檢測。
3. 對於物體經過遮擋或快速移動的情況表現較差，容易丟失追蹤目標。

MEDIANFLOW：

MEDIANFLOW 是一種視訊追蹤演算法，主要用於追蹤物體在視訊中的運動。它是一種基於局部最小值的演算法，具有一定的魯棒性和效率。

MEDIANFLOW 算法的運作原理是通過追蹤物體的光流來預測物體的運動軌跡。它使用當前幀和前一幀的影像來計算物體的光流向量，然後將其應用於當前幀中，以預測物體在當前幀中的位置。

MEDIANFLOW 演算法的主要優點是它可以在各種環境條件下運作良好，包括燈光變化和遮擋。此外，它還具有較快的運行速度和較低的計算要求。

然而，MEDIANFLOW 演算法也有一些缺點。例如，當物體的運動速度較快時，它可能會失去物體的軌跡，導致跟踪失敗。此外，當物體被遮擋或發生快速運動時，該演算法的效能也會受到影響。

總體而言，MEDIANFLOW 演算法是一種較為基礎和簡單的視訊追蹤演算法，適用於追蹤速度較慢的物體，並且可以在各種環境條件下進行運作。

優點：

1. 適用於追蹤速度較慢的物體，例如行人或慢動作的運動。
2. 在物體出現遮擋或者被其他物體擋住的情況下，仍能夠進行追蹤。
3. 在遮擋或快速運動造成的模糊等情況下，能夠快速恢復追蹤。

缺點：

1. 對於物體存在快速運動或者瞬間變形等情況，追蹤效果不佳。
2. 對於光線變化敏感，需要進行參數調整。
3. 在追蹤物體尺寸發生較大變化時，效果不佳。

GOTURN：

GOTURN 是一種深度學習追蹤器，全稱是 Generic Object Tracking Using Regression Networks，是由

OpenCV 所開發的物件追蹤演算法之一。

GOTURN 使用 CNN 網絡進行物件追蹤，並使用學習到的特徵對目標進行回歸預測，從而實現物件追蹤。與其他物件追蹤演算法相比，GOTURN 具有更好的準確性和更快的速度。

優點：

1. 準確性較高：GOTURN 使用 CNN 網絡進行物件追蹤，學習到的特徵更具鑑別性，可以更精確地進行追蹤。
2. 速度較快：GOTURN 使用 CNN 網絡進行物件追蹤，計算速度較快，可以實現實時追蹤。
3. 可以追蹤多種物體：GOTURN 可以同時追蹤多個物體。

缺點：

1. 對光照和背景的適應性較差：GOTURN 對光照和背景的變化比較敏感，容易出現追蹤失敗的情況。
2. 訓練時間較長：GOTURN 需要進行複雜的 CNN 網絡訓練，需要大量的樣本數據和計算資源，訓練時間較長。
3. 需要較好的初始位置：GOTURN 需要較好的初始位置，否則容易出現追蹤失敗的情況。

MOSSE：

MOSSE 是一種基於最小二乘（Least-Square）的物體追蹤演算法，它可以在快速的時間內實現高精度的追蹤效果。MOSSE 演算法利用的是頻域濾波技術，將追蹤的目標物體轉換為頻域上的特徵，進而實現快速而準確的目標追蹤。

優點：

1. 運算速度快，能夠實現實時性目標追蹤。
2. 可以在追蹤時使用 GPU 進行加速，提高追蹤速度。
3. 能夠對目標進行快速的學習，只需數據庫中一張圖片即可實現追蹤，而且學習過程可以在線上完成，不需要離線處理。

缺點：

1. 對目標物體的形變和旋轉不太敏感，容易出現追蹤失敗的情況。
2. 的魯棒性較差，對於複雜的背景和光照變化較大的場景容易出現追蹤失敗的情況。
3. 對噪聲比較敏感，因此需要進行適當的濾波處理，以降低噪聲對追蹤結果的干擾。

CSRT：

CSRT 是一種視訊追蹤演算法，它的全稱是 Channel and Spatial Relativity Tracking。相比於其他追蹤演算法，CSRT 在追蹤速度和準確度上都有一定的優勢。

CSRT 的原理是利用一種特殊的濾波器，稱為傅立葉濾波器，對目標物體進行處理，得到物體在不同尺度下的特徵。同時，CSRT 還引入了空間關聯性的概念，考慮了物體在時間序列上的相關性，以及物體在空間上的移動規律。

相比於其他追蹤演算法，CSRT 在追蹤速度上較快，在物體尺寸變化和光照變化較大的情況下也具有較好的魯棒性。但是，相對於一些深度學習方法，CSRT 的準確

度和魯棒性仍有一定的提升空間。

優點：

1. 精確性：CSRT 具有高度的精確度，能夠準確地追蹤目標運動，並且對於目標旋轉和縮放變換的魯棒性也比較強。
2. 速度快：CSRT 是一種輕量級的演算法，能夠實時處理高分辨率的視訊流。
3. 穩定性好：CSRT 利用了空間可靠性檢測的技術，能夠有效地避免目標在追蹤過程中的漂移和抖動。

缺點：

1. 需要初始化：在使用 CSRT 進行目標追蹤時，需要對目標進行初始化，即選擇一個區域作為初始追蹤區域，這對於一些場景來說可能不太方便。

算法	速度	精度
BOOSTING	慢	差
MIL	慢	差
KCF	快	高
TLD	一般	一般
MEDIANFLOW	一般+	一般
GOTURN	一般	一般
MOSSE	最快	高-
CSRT	快-	最高

圖 3-8 比較圖

如圖 3-8 可見 CSRT 相對於其他七者的精確度來的精確，但速度相較於 MOSSE 來的慢，經過我們測試之後，CSRT 為本研究的最佳者，因此選用了它。

本研究透過了模板匹配去取的物件座標，也幫物件追蹤作為初始化座標，進而實施追蹤動作，判定消費者手的位置，進而推播資訊，使得改善原先背景分離技術所帶來的問題。



(二) 直立式商品區域

由於直立式貨架使用的紅外線光閘則存在有架設數量與成本以及架設不易的問題，此研究方向則是重新設計系統，希望使用攝影機透過深度感測(Depth Perception)在商品區域中的商品被拿取時判斷其距離，並結合觸發物在畫面上的座標定位分析計算，最後得到三維世界座標去鎖定商品區域，並根據設定好的區域與商品參照對應確認該區域商品，進而推播該商品的相關資訊，以此來用攝影機去替換紅外線光閘改變其原有的問題。

直立式系統最重要的部分就是關於深度感測(Depth Perception)該如何達成，我們需要透過深度感測獲得的資訊才能完成三維世界座標的計算定位，而我們最先研究嘗試的技術即是雙目立體視覺(Binocular Stereo Vision)的實現。

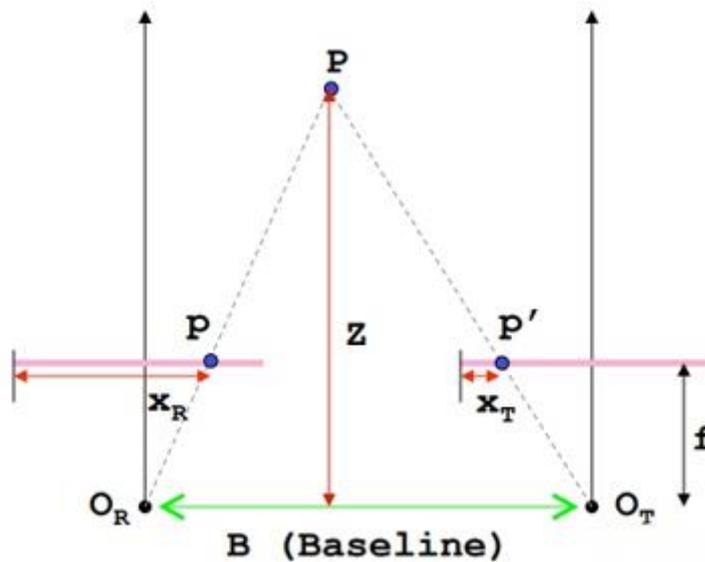


圖 3-9 雙目測距原理

雙目立體視覺又稱雙目測距，就如同其名字一樣，是透過模擬出人體雙眼的狀況來取得深度資訊，因此需要使用到兩支攝影機，圖 3-9 可用來說明雙目測距原理，P 為目標物體位置， O_R 、 O_T 即為兩支攝影機鏡頭，Baseline 稱為基線，為兩支攝影機鏡頭中線之間的距離，p 與 p' 則是兩支攝影機在成像平面上的成像點，f 則為攝影機焦距。

而在雙目測距時，我們可以得到兩個三角形，分別是(P-p-p')以及(P- O_R - O_T)，並且兩個三角形為相似三角形，因此可以透過數

學公式去推論最後得到 $Z=f * B / (X_r-X_t)$ ， Z 即為深度也就是距離，而 X_r-X_t 為目標物體在兩支攝影機成像畫面上的座標差，也稱為視差，而視差、基線、焦距則可以透過相機定標(Camera Calibration)去計算得知。

相機定標將通過測量相機光學系統的各種特性，以獲得相機的內部參數和外部參數，從而能夠更精確地估計相機觀察到的三維物體的位置和姿態。

相機定標目的是將相機的內部參數和外部參數與像素坐標系統建立一個關聯，以便能夠精準地測量出三維物體的位置與姿態。其中內部參數包括相機的焦距、光學中心等；而外部參數則包括相機的位置和方向，也稱為相機的姿態。

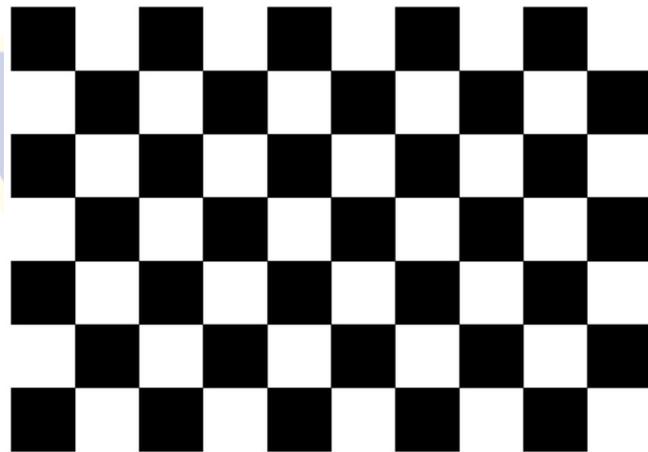


圖 3-10 相機標定棋盤標定板

進行相機定標的方式有很多種，其中最常用的是使用棋盤定標版，需要將如圖 3-10 一樣的黑白棋盤定標板放置於攝影機鏡頭前方拍攝進行定標計算，拍攝的圖片數量通常不少於 20 張，且每張圖須改變棋盤格擺放的位置，從而計算出相機的內部參數和外部參數。相機定標的結果可以用於許多應用中，例如三維測量、物體追蹤和機器人導航等。

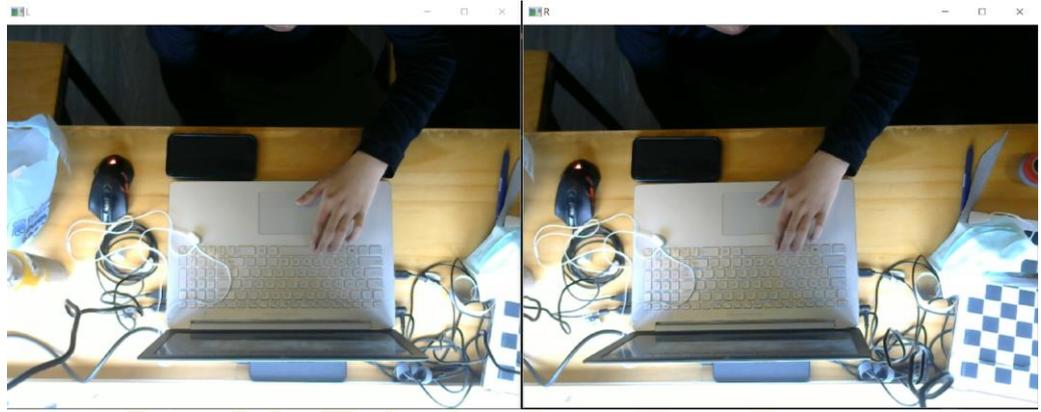


圖 3-11 雙目視覺模擬

在研究初始我們使用兩支同型號的攝影機並擺放同樣的角度一左一右去模擬雙目視覺，但由於我們使用的是兩支獨立攝影機而不是存在兩支鏡頭的單一攝影機，因此在擺放的角度上我們雖然盡力在視覺上擺置於同樣的角度，但在攝影機畫面可以看見除了原本應該存在的左右視覺差距外，左右畫面還是存在一定程度的歪曲，而我們所使用的攝影機也難以進行更精細的調整。

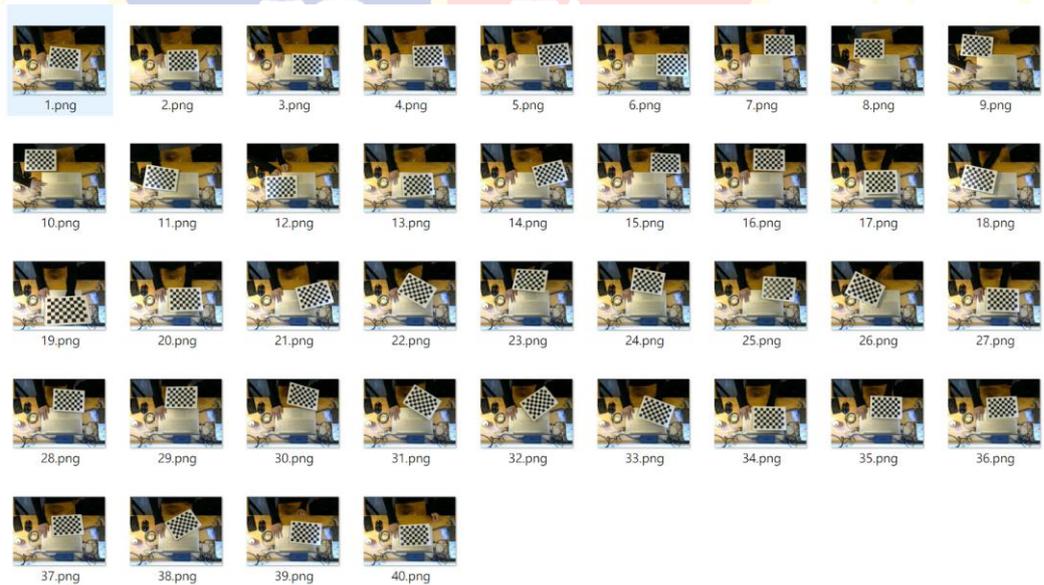


圖 3-12 定標板拍攝

後續我們仍繼續嘗試定標的過程，去透過擺放定標板提供攝影機拍攝，圖 3-12 是其中一邊的攝影機所拍攝的圖片數量，兩支攝影機拍攝同時進行，數量也相同，在先前嘗試過 20 張與 30 張圖片，但同一批圖片在進行定標計算時的結果會不斷浮動，判斷是場景複雜與定標板資料數不足導致計算數據存在髒資料，因此後來將數量提升至 40 張圖後定標後計算的參數值才穩定了下來。

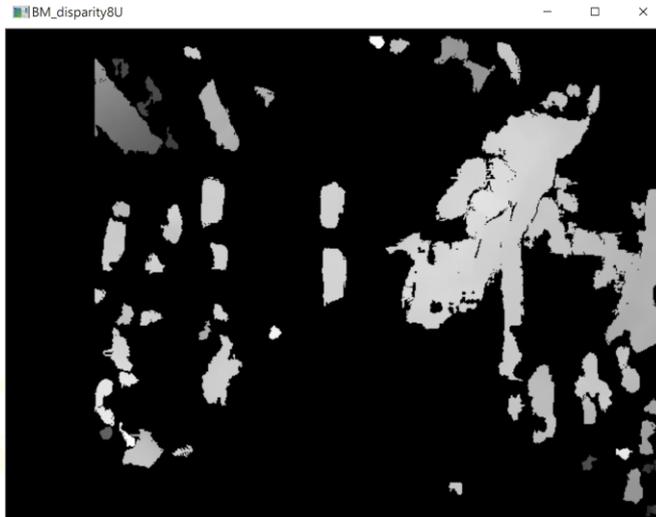


圖 3-13 BM 演算法深度成像

成像畫面是 3-11 所拍攝的畫面，在將定標結果參數輸入 BM 演算法去計算畫面的深度成像後，成像中除了全黑區塊外還存在灰白色塊區域，這些區域都是有成功計算出深度的位置，實際測量後這些區域的距離計算誤差不會超過 2cm，但是仍有太多區塊無法達成深度成像，在之後的測試中發現這也與前面提及攝影機角度無法完全一致有關。

在後續我們又進行了多次相機定標測試，最後確認了幾項問題，首先是時間與精度問題，在進行相機定標的過程需要花費較長的時間進行，並且攝影機的精度也需要有一定的需求，但就算使用高精度設備也仍會出現一定的誤差。

接著是定標結果還存在環境影響與實時性問題，光線強度與方向會造成定標結果發生影響，這也導致定標結果無法長時間的使用，甚至會需要在使用前進行才能獲得最好的結果，加上前一項定標時間的問題，進而影響了系統的實用性與可靠性。

在些問題狀況下我們若要使用雙目立體視覺會需要進行更多影像處理運算在計算上去矯正實際存在的角度誤差以及環境影響的問題，然而這會加重系統的運算量，並且目前也僅僅是在計算深度成像，還未達成三維定位的目的，因此我們放棄了雙目立體視覺技術的使用。

在我們放棄了雙目立體視覺後便開始找尋其他可以滿足系統需求的技術，我們想到了最初系統使用的紅外線光閘，紅外線光閘存在的多項問題讓我們決定改善，但是紅外線本身還有許多的應用

空間存在，我們也找到了一項可以使用的技術，即為飛時測距(ToF Time to Flight)。

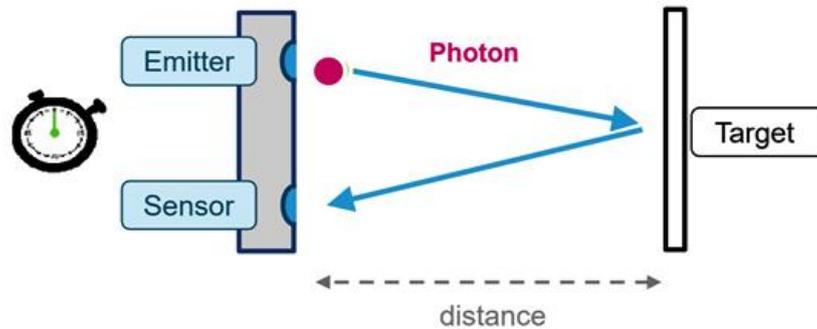


圖 3-14 飛時測距

圖 3-14 為飛時測距(ToF Time to Flight)，其原理為使用發光二極體或雷射二極體發出的紅外線照射目標物，並接收目標物反射回來的紅外線光，透過從計算發送到接收到反射光的時間，並根據光速公式去計算出與目標物之間的距離。

相比於雙目立體視覺，飛時測距由於是透過紅外線發射到反射的時間差去計算出前方目標物的深度圖，因此不再需要預先進行相機定標去計算攝影機各項參數，並且不容易受到環境光線的影響，實際商店場域營業時的正常光照都不會影響到飛時測距的判斷。

本次研究也尋找到了微軟所開發的 Kinect v2 攝影機，其中的深度感測器就是使用飛時測距技術，在經過了一些測試後也確認其本身擁有的一些限制，首先是深度感測範圍最大約是 5 公尺並且距離攝影機 50 公分內的物體是無法進行深度感測的。

但是相比雙目立體視覺的問題來說，飛時測距所擁有的問題僅僅是 50 公分內無法進行深度感測這一項，我們可以透過架高攝影機來解決這一問題，而其本身的感測範圍對於直立式貨架來說沒有任何影響，畢竟為了方便消費者拿取，貨架的高度也都有有一定的範圍，因此 5 公尺完全可以滿足研究目的需求。

有了進行深度感測的技術後，接下來需要的是如何計算三維世界座標並進行目標定位。

最初使用雙目測距的架構下，規劃是使用影像處理的前後背

景分離 MOG2(BackgroundSubtractor MOG2)並劃分出一個接近商品的觸發區來進行觸發。

前後背景分離 MOG2 是一種基於高斯混合模型的背景減除演算法，用於找尋影片畫面中的前景對象。

在攝影機拍攝的影片中，MOG2 透過將每一幀畫面的像素灰度值進行高斯混合模型的計算，並透過結果將畫面分成背景與前景兩部分，具體來說，MOG2 進行高斯混合模型計算後會得到畫面灰度值的高斯分布，這時計算出來的結果會視為背景的灰度值分布，一般而言背景會是穩定不變的，而當畫面上某處計算出來的灰度值與前一次計算的背景灰度值有了差距，並且這個差距大於一定閾值後，便會將其視為有所變化的前景並提取出來。

同時 MOG2 也可以透過參數設定，例如改變閾值來去控制前景提取效果。

因此最初設計便是在消費者伸手進入到觸發區域後會被 MOG2 偵測提取出來，接著觸發深度感測獲得距離，再透過畫面座標去與設定好的區域進行比對來找出觸發的商品區域。

但在改以使用 Kinect v2 攝影機，利用飛時測距來進行深度感測後便不再需要等待觸發再進行深度感測了。

由於飛時測距擁有優越的深度感測成像速度，我們便可以即時獲得每個瞬間的深度成像，所以我們推翻了一開始打算使用背景分離做為觸發的打算。

我們重新設計後的方式參考了 MOG2 提取前後景的方式，系通將根據畫面上的深度改變來觸發，並且為了避免出現不必要的觸發，我們設計會在攝影機拍攝畫面中定下一條觸發界線，只有超過這條觸發界線改變的深度才會用於判斷後續觸發。

由於系統設計是懸掛在貨架上方垂直向下拍攝，因此是會拍攝到貨架外的地面，觸發界線的設定位置大約就是在離貨架最近的地面位置，當消費者伸手進入商品區域拿取商品時，便超過觸發界線，這時系統便會捕捉到這一深度改變，並且系統確認改變的深度至少要比最低層的商品區域高度還要高時才會觸發後續

的判斷。

捕捉到深度改變後系統便會馬上透過深度成像得到距離，這個距離就會被用來定位觸發區域在貨架第幾層，並且在畫面上觸發時的座標也將被用於定位，透過最初設定好的區域位置，系統便可以確定商品每個區域在畫面上的座標範圍是多少，在搭配深度距離定位的距離，系統便能鎖定觸發位置在貨架第幾層的哪一個區域，當定位完成後便會在螢幕上投放原先設定好的該商品相關資訊。



(三) 消費行為紀錄

在商場中透過兩種方式向消費者傳遞資訊的同時，我們也打算將消費者拿取商品的動作寫入資料庫中記錄下來，使商家端可以得到消費者在零售通路拿取商品的行為資訊，資料可進行後處理與 POS 結帳系統比對，查看是否有某些商品被拿取次數很多，但結帳的情形不太理想，而進行該商品相關條件的調整。

我們使用打算架設一個 MySQL 資料庫並使用 PHP 撰寫簡單的網頁用於資料傳遞與查看資料。

在資料庫中我們會拆分成三張資料表，第一張資料表紀錄各個商品以及對應編號以及區域編號，第二張資料表紀錄平面式與直立式商品區域及其編號，第三張資料表則是記錄被觸發的編號以及時間。第三張資料表也是最主要會被拿來查看的資料表，透過記錄的編號去與前兩張資料表做比對便可以確認是哪個區域那樣商品被消費者拿取，在加上紀錄的時間便有了一項完整的資料紀錄。

而當商品在貨架區域被拿取時，系統會向我們撰寫的 PHP 發送一次請求，這個請求包含了相關編號以及時間，透過 PHP 將這些資料寫入資料庫中。

在商家端則是可以透過另一份 PHP 去查看圖表化後的資料紀錄，並且可以針對某個時間段的紀錄去做搜尋查看。

第肆章 系統建置與展示

在系統開發上面我們主要使用 C++ 語言並使用 Visual Studio 開發在 Windows 平台上運作的系統程式，並且使用 OpenCV 套件來負責影像處理的部分。

硬體架設則需要一台主機裝載系統本體，並連接螢幕用於撥放商品資訊，最後則是將攝影機按需求架設於商品區域。

(一) 平面式商品區域資訊互動系統

攝影機架設於平面式貨架需要將其架設在商品貨架中線上，鏡頭由上而下拍攝，並且需要於攝影機所能拍攝到所有判斷區域。

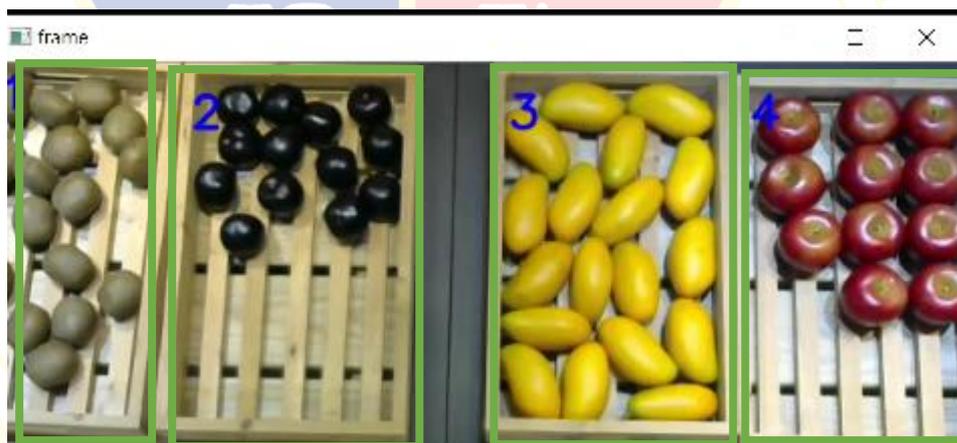


圖 4-1 平面式系統

系統架設完畢後便式參數匯入，主要是以區域座標為主軸，需要在系統執行前完成該設定，如圖 4-1 是會為劃分區域所製作的一個簡易程式，這可以透過該程式來設定區域座標，並匯出文字檔以便於系統讀取區域座標之使用。

首次開系統時會先去讀取 coordinate.txt 檔，該檔案是區域座標位置與區域數量的檔案，而推播資訊前，系統會去判斷區域數字並讀取該數字的檔名，為所要推播資訊，其中推播資訊檔案可支援 JPG 圖檔或是 MP4 影音檔案。

(二) 直立式商品區域資訊互動系統

攝影機架設於直立式貨架需要將其架設在商品貨架中線上，鏡頭自上而下拍攝，並且由於 Kinect v2 最小測距範圍為 50cm，因此鏡頭還需高於最高層貨架至少 60cm 才能保證深度感測正常。

貨架層數	3			
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>
貨架距離	<input type="text"/>	cm,	本層格數	<input type="text"/>

繼續 離開

圖 4-2 參數輸出系統

系統架設完畢後便是參數匯入，部分參數大部分參數需在系統首次執行前完成設定，如圖 4-2 是為系統參數會製作的一個簡易程式，透過這支程式可以先設定好商品貨架層數、每層的區域數、每一層貨架與攝影機距離等等，並會匯出成文字檔提供給主系統作為設定檔讀取。

除此之外還有 maxHeight.txt 需要先測量好攝影機架設的高度並將公分數值記錄其中，Information.txt 中設置需要做為商品資訊投放的資料名稱供系統開啟，其中可支援 JPG 圖檔或是 MP4 影音檔作為資料播放。

而在首次開啟系統時，系統會需要設定貨架範圍以及觸發界線(Trigger Line)，觸發線則是設定攝影機拍攝的畫面中，消費者的手需要超過到什麼範圍才會觸發，我們會將此界線設置在消費者的手進入區域前的位置，來確保觸發時的準確性，而貨架範圍是透過攝影機畫面看見的貨架左右的座標，此參數

設定也會搭配圖 4-2 系統所輸出的貨架每層的商品區域數在系統中計算劃分中每一層中各個商品區域的座標範圍，提供給定位觸發時來鎖定位。

這些參數在設定完成後皆會以文字檔形式記錄下來，方便日後可以直接讀取，因為商品貨架存在的變數不多也不易改變，在首次設定完成後除非碰上貨架損壞更換又或是攝影機位置調整之外，各項參數在正常情況下都是可以直接沿用，日後啟動系統時，系統在發現存在設定檔的狀況下便會直接讀取設定檔中的參數直接運作，若是商品有所變動也只需要修改 Information.txt 中記錄的資料即可改變投放的資訊。



(三) 消費行為紀錄

如前一章所述，系統在觸發時會發送請求至 PHP 並透過 PHP 將紀錄寫入資料庫中，而商家端則可以透過另一個網頁查看觸發紀錄。

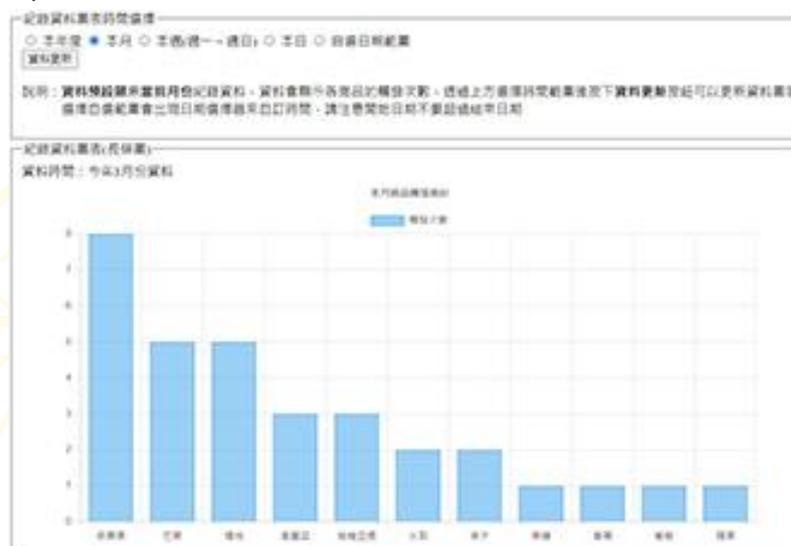


圖 4-3 紀錄查看畫面

商家可得資訊如圖 4-3 所示，他們可以看見圖表化後的觸發紀錄，紀錄中可以得知某樣商品在某個時間段之中被拿取的次數，這個時間段可以是本年度或本月、本週及本日，又或者商家可以自行設定日期範圍來查看。

商家便可使用這些資料與 POS 結帳系統比對，查看是否有某些商品被拿取次數很多，但結帳的情形不太理想，而進行該商品相關條件的調整。

第五章 結論與未來展望

(一) 結論

目前研究的改變已可以改善通路端的資訊推播，原有的問題得到改善並且可以更加準確、即時的將資訊提供給消費者，並且資訊也將不單單只限於文字或是圖片，那些資訊也可以是用影片以及語音的形式使消費者知悉，而不再是過去須要讓消費者自行閱讀包裝文字的方式。

而在這樣的形式下，能提供給消費者的資訊也不會只侷限在商品本身的成分資訊等等，而是可以更進一步的去說明商品與生產端之間的關聯並向消費者介紹其背後的生產小農、產地環境特色以及其小農品牌、其所抱持的理念等等。

我們希望並也相信，透過我們的系統，不僅是正確且迅速的傳遞商品資訊，更可以傳遞其蘊含的價值與品牌理念，使得通路端可以更深的認識到生產端，縮短兩者之間的距離。

(二) 未來展望

我們日後會進一步加強系統的穩定性，並去針對可能發生的狀況去做處理，例如同時間偵測到兩個觸發時的應對等等，並且我們也希望增加資料庫系統這方面的操作性，去增加用於寫入商品資料的介面化系統，以及將系統所需並可以長期使用的設定參數能透過更好上手的介面寫入資料庫中，並以資料庫的資料去產出設定檔供系統使用。

而我們也希望在網路端可以讓小農使用我們開發出來的外掛元件—揪團元件，讓他們可以輕鬆去規劃建立關於小農產地的出遊觀光行程，減少以往的電話溝通一來一往的時間差外，還吸引有興趣的消費者可以參與體驗，且透過揪團元件將這些消費者聚集起來，而不必擔心因為人數稀少而無法成行，達到小家庭也能成行的概念，打造給台灣小農無負擔可直接使用的外掛元件-揪團外掛。

則生產端可以用該元件來輸入農場資訊和活動資訊外，還可以使消費者做線上報名的動作，並寄通知給小農知道，這可以間接拉進小農與消費者的距離，不再讓小農與消費者之間變得逐漸疏遠，還能夠提升品牌競爭性，打造出一個很有競爭力的品牌，創造出屬於他們的價值。

我們希望透過我們的資訊互動推播系統，可以使通路端的消費者對生產端的商家、小農有更深入的理解，來縮短兩者的距離，讓消費者看見的不僅僅只是商品與商品本身的成份文字，而是關於生產端商家小農理念、品牌資訊並加以推廣。

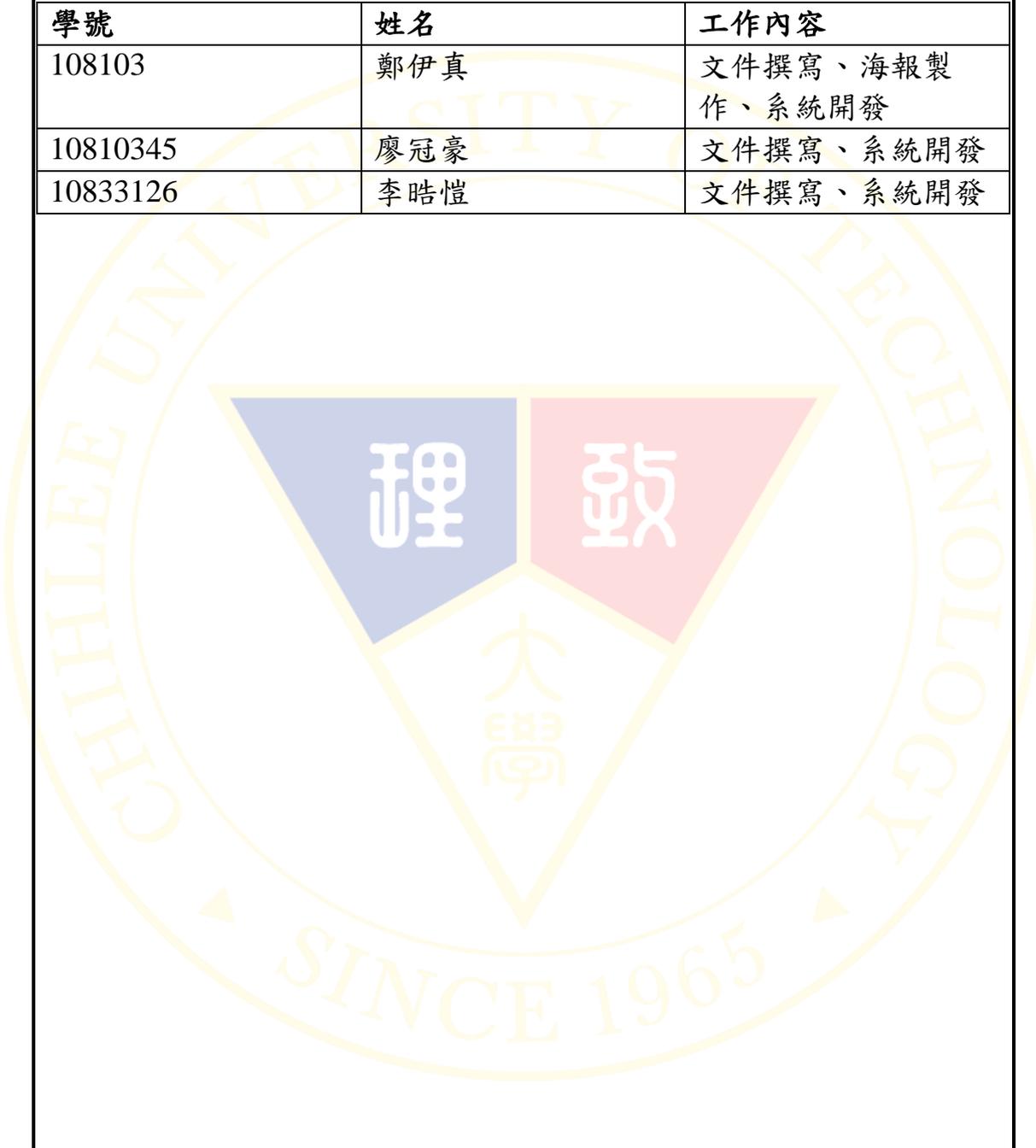
附錄

專題工作分配表	p43
GANTT 圖	p44
開發工具清單	p45



【專題工作分配表】

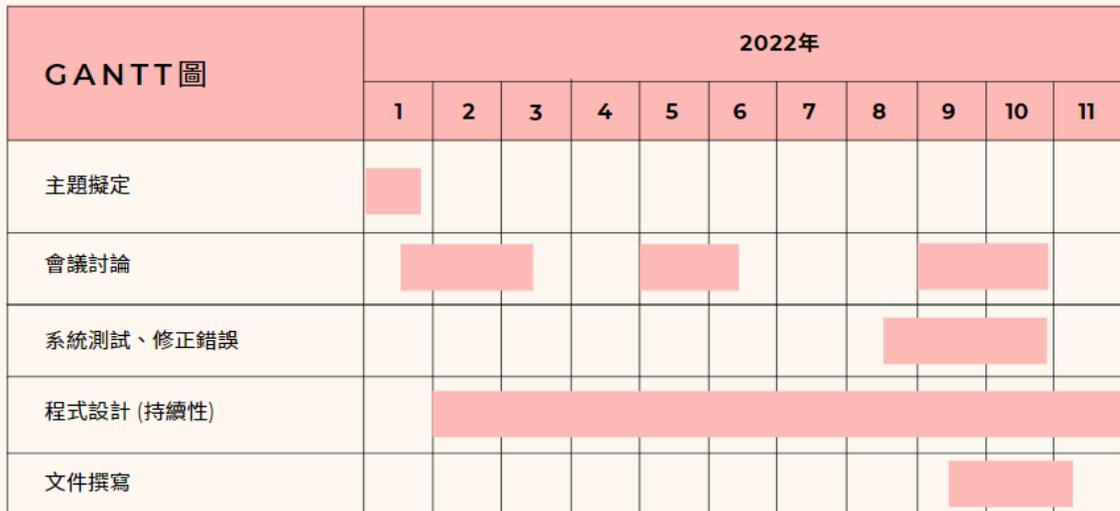
組名	透過資訊互動推播系統 提昇小農品牌競爭性	填寫人	鄭伊真
專題 名稱	透過資訊互動推播系統 提昇小農品牌競爭性	填寫日期	111年10月15日
學號	姓名	工作內容	
108103	鄭伊真	文件撰寫、海報製作、系統開發	
10810345	廖冠豪	文件撰寫、系統開發	
10833126	李皓愷	文件撰寫、系統開發	



The background of the table contains a large, faint watermark of the Chihlee University of Technology logo. The logo is circular with the text 'CHIHLEE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY' around the perimeter and 'SINCE 1965' at the bottom. In the center is a shield-shaped emblem divided into three sections: a blue triangle on the left with the Chinese character '理' (Li), a red triangle on the right with the Chinese character '致' (Zhi), and a white triangle at the bottom with the Chinese character '大' (Da). The character '學' (Xue) is positioned below the shield.

【GANTT圖】

組名	透過資訊互動推播系統 提昇小農品牌競爭性	填寫人	廖冠豪
專題名稱	透過資訊互動推播系統 提昇小農品牌競爭性	填寫日期	111年10月21日



【開發工具清單】

組名		填寫人	李皓愷
專題名稱	透過資訊互動推播系統 提昇小農品牌競爭性	填寫日期	111 年 10 月 28 日

使用語言	C++、PHP、JavaScript
開發環境	Visual Studio 2019 WordPress Joomla XAMPP
使用套件	OpenCV 3.4.6 Kinect for Windows SDK 2.0
輔助工具	CMake

