

專 題 研 究 計 畫

指導老師：黃振誠 老師

人工智慧結合機械手臂對自動倉儲之應用



學生：劉怡諄

學號：BE109028

學生：林祐良

學號：BE109005

學生：翁偉哲

學號：BE109024

學生：陳駿祈

學號：BE109026

中華民國一一三年五月十五日

摘要

本研究探討了自動倉儲系統加入機械手臂後擴充功能的可能性，並討論了加入人工智慧的應用對提升倉庫使用率的影響。

在21世紀的科技發展和全球化趨勢下，工業界正面臨著技術轉型的挑戰，人工智慧技術的成熟意味著智慧工廠將取代自動化工廠成為趨勢。人工智慧技術的成熟正在改變現有工業的經營方式，如何利用人工智慧成為企業的致勝關鍵。為了應對這項挑戰，企業必須提早部屬工廠轉型的解決方案，以避免多餘的成本浪費，提升生產效率和競爭力。

本研究深入探討利用倉儲管理、自動倉儲系統、人工智慧以及精實管理等相關概念和技術。透過使用 MATRIX Robotics 建構模擬工廠並利用 LabVIEW 軟體進行模擬，本研究旨在建立一個高效、精確且可靠的模擬自動化倉儲系統。將機械手臂與自動倉儲系統融合人工智慧，不僅改善了倉庫周轉不良也提升了整體搬運的精確性。

人工智慧技術的到來，強調了工廠 AI 判斷的概念，人工智慧技術的應用為企業帶來了新的機遇和挑戰。這項研究的成果有助於企業在競爭激烈的市場環境中保持競爭優勢，並推動現代製造和物流領域的精實生產理念的實踐，從而實現持續發展和成功。

研究中存在以下限制：

設備公差：在研究中，我們遇到了零件公差的問題，這導致部分材料尺寸存在公差，即使重新設計工廠也無法完全固定設備。例如，在組裝模擬工廠中，機台在移動時出現不穩定情況，這是因為設備零件之間的尺寸差異導致的。由於設備無法完全固定，這可能對研究結果的穩定性和可重複性造成影響。

軟體版本不同導致相容性問題：在研究過程中，我們使用了較舊的2018版本軟體，這導致了與新的操作系統版本（例如 Windows 11）不相容的問題。因

此，我們無法使用軟體中的部分功能，這可能會影響到研究中的數據處理和分析。此外，由於某些資源目前無法取得，我們只能進行分段控制，而無法同時進行操作。這些軟體相容性問題限制了我們對設備的控制和操作，可能會影響到研究結果的準確性和完整性。

謝誌

在修平科技大學研究人工智慧結合機械手臂與自動倉儲的應用過程中，我們深感科技進步瞬息萬變，唯有不斷學習最新知識，才能廣泛應用所學，保持競爭力。

首先，我們要特別感謝我們的指導教授黃振誠老師，感謝您在研究期間的費心指導和教誨，從研究題目的確立到口試結束，您在撰寫論文的過程中給予了我們許多寶貴的意見和建議，這些對我們的研究有著至關重要的幫助。

我們也要感謝本校的劉朝陽老師和李銘薰老師，感謝你們在百忙之中撥空審閱我們的論文並參加口試，提供了正確的觀念與指導，使本論文得以順利且完整地完成。

此外，我們還要感謝在研究過程中支持我們的家人和朋友，感謝你們在我們進行研究時的理解和支持，使我們能夠專心致志地投入到研究中。

最後，我們要感謝所有在研究過程中提供幫助和支持的同事和同學，感謝你們的寶貴意見和建議，讓這項研究能夠更加完善，使我們能夠順利完成這項研究，並在這過程中獲得寶貴的經驗和知識。

目錄

| | |
|------------------|-----|
| 摘要 | I |
| 謝誌 | III |
| 目錄 | IV |
| 圖目錄 | V |
| 表目錄 | VI |
| 第一章 緒論 | 1 |
| 第一節 前言 | 1 |
| 第二節 研究動機 | 2 |
| 第三節 研究目的 | 4 |
| 第四節 研究流程 | 4 |
| 第二章 文獻探討 | 5 |
| 第一節 倉儲管理 | 5 |
| 第二節 自動倉儲系統 | 7 |
| 第三節 人工智慧 | 11 |
| 第四節 精實管理 | 16 |
| 第三章 研究方法 | 18 |
| 第四章 研究過程 | 24 |
| 第五章 結果與討論 | 28 |
| 參考資料 | 30 |

圖目錄

| | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 圖1 | 研究流程圖 | 4 |
| 圖2 | Kiva 機器人工作圖 | 9 |
| 圖3 | 賓士智能倉儲圖 | 9 |
| 圖4 | 日本 AIST 人形機器人工作圖 | 10 |
| 圖5 | 流程示意圖 | 10 |
| 圖6 | 進貨員操作系統畫面圖 | 14 |
| 圖7 | 進貨員操作系統畫面圖 | 14 |
| 圖8 | 穿梭車與垂直升降機跨樓層輸送畫面圖 | 15 |
| 圖9 | AI 立體式智慧倉儲系統模擬圖 | 16 |
| 圖10 | Color Threshold (顏色閾值) | 18 |
| 圖11 | Vision Assistant 影像輸入輸出圖示 | 19 |
| 圖12 | 二維條碼辨識結果 | 19 |
| 圖13 | 物流配送系統模擬圖 | 20 |
| 圖14 | 倉儲搬運車 | 21 |
| 圖15 | 影像識別 | 22 |
| 圖16 | 夾取物件 | 22 |
| 圖17 | 手臂復歸 | 23 |
| 圖18 | 堆高機設計圖 | 24 |
| 圖19 | 影像識別器設計圖 | 24 |
| 圖20 | 機械手臂設計圖 | 25 |
| 圖21 | 推高機結合影像識別裝置圖 | 25 |
| 圖22 | 機械手臂結合識別裝置圖 | 26 |
| 圖23 | 機械手臂結合識別裝置圖 | 26 |
| 圖24 | 整體設計圖 | 27 |

表目錄

| | |
|-----------------|----|
| 表 1 七大浪費表 | 17 |
|-----------------|----|

第一章 緒論

第一節 前言

在生活中經常能看到自動化的例子，例如去麵館吃麵的時候，會看到他們使用揉面機與絞肉機，只要將原料放到機器中，再按下按鈕，就能輕鬆地獲得成型的麵糰與黏稠的絞肉。有了這些機器，廚師們製作餐點時可以不再如此費力，也能節省非常多的時間。

21世紀是個科技日新月異和高度競爭的時代，在這個全球化的環境中，任何的組織都持續面臨各種競爭與挑戰，尤其是工業4.0技術的成熟後，開始引進智慧工廠取代自動化工廠，隨著各地人力成本不斷攀升，工廠紛紛引進機器人輔助作業，企業的組織模式和業務模型開啟新的篇章(黃士嘉、路元平、劉益宏，2016)[1]

在工業4.0的趨勢下，企業生產線正經歷一場明顯的轉型，將焦點放在減少人力配置和增強自動化，工廠改為全面自動化，原先的勞務即由機器負擔，人力可大幅減少，只需留下部分人力負責將東西放到輸送帶上並簡單調整。

隨著近年來人工智能的崛起，自動化結合人工智能後，也開始能在除製造業以外的領域使用，透過學習也能做到自行決策，達到更廣泛的使用。

因為前幾年疫情的關係，人們更傾向於零接觸,也因應科技的進步，近年來有許多餐廳、飯店開始啟用送餐機器人。透過 AI 人工智慧，機器人不僅可以自己搭乘電梯，送餐點到客人手上，還能避開路上的障礙物，路途中不會撞到其他民眾。機器人一次能送的餐點可能是一位服務員的三倍，某位餐廳的負責人即在訪談中提到，一台機器人約可以節省兩至三個人力，如此不僅能增加效率，人員也能專注在其他的工作上，讓人力安排更具彈性。

除了餐飲業，物流業也能運用類似技術。自動倉儲系統已成為現代物流和供應鏈管理中不可或缺的重要組成部分。隨著全球貿易的增長和消費者需求的不斷變化，企業越來越需要有效的倉儲解決方案來提高物流效率、降低成本並滿足客戶需求。

不論什麼行業，倉儲管理在目前企業上都是最基本的作業，也是讓各大企業或工廠的管理單位最困擾的問題，因為倉儲管理面臨著各種挑戰，如庫存管理、物料跟蹤、人力資源管理方面等的問題。因此，為了要建立一套完善的倉儲管理系統，不僅需要技術和管理手段的配合，還需要不斷的改進和優化，以應對市場變化和客戶需求調戰。

為了解決這些困擾本研究將深入探討倉儲管理的各方面，包括倉庫設計、庫存管理、物流配送、信息運用等，幫助他們更好的理解和對應倉儲管理中的各種問題。

第二節 研究動機

如今社會已普遍接受自動化生產模式，隨著科技技術的進步，生產模式已從多種類演變為自動化，並延伸至多項生產流程。自動化生產模式已成為一種高效且被廣泛接受的方式，其中自動化的管理和生產方法尤其受到重視。

過去的倉儲管理常面臨倉庫庫存量在旺季過多、淡季閒置空間浪費等問題，而現今的工廠則更注重建造符合需求、避免浪費的倉庫。在企業競爭激烈的環境中，各大公司都致力於以最小的成本取得最大的效益，倉儲與管理的效率成為一大關鍵。

現今企業面臨的挑戰包括出貨延遲、人力浪費、成本提高等，而最令企業頭痛的問題在於貨物到達時間、送錯貨物、貨物損壞等，這些問題不僅損害企業形象，也影響客戶滿意度和忠誠度。引入人工智慧(AI)技術成為解決倉儲管理問題的重要方向。透過 AI 應用於倉儲管理系統，不僅提高了訂單處理速度、

準確度和及時性，同時在庫存預測、訂單預測和生產計畫等方面的應用，透過數據分析和模型建構，提高了管理效率和降低了庫存成本，進而提升了客戶滿意度。

自動化生產管理中機械手臂的系統，其主要功能是在生產線中執行各種任務，提高生產效率、降低成本和改善品質，而自動化管理機械手臂的優點：

1. 搬運和裝卸：機械手臂可用於搬運和裝卸產品、原材料和半成品，機械手臂可以根據生產計畫自動抓取和放置物料，從而減少人力搬運的需求，並且提高搬運效率和準確性。
2. 組裝和拼接：機械手臂在生產線上執行產品組裝和部分拼接的任務，它們可以根據設計圖紙和程序自動進行組裝的操作，提高組裝速度。
3. 加工：機械手機可應用在精密的操作加工以達到高水準的品質要求，例如：焊接、切割、研磨等…
4. 檢測和品質的控制：機械手臂具備感測裝置、視覺系統等檢測設備，可用於檢測品質的尺寸、外觀和功能，從而確保符合品質標準。
5. 庫存管理和物流：機械手臂可以應用於庫存管理和物流操作，可以自動將成品移動到指定的儲存位置，並在需要時將其拿出進行發貨，從而優化庫存管理和物流流程。

透過結合機械手臂的自動倉儲系統，從製程階段到出貨都能夠利用機械手臂執行各項任務。提高生產效率、降低人力成本、優化庫存管理和物流操作，同時保證產品品質和庫存管理的效率的準確性。

總得來說，機械手臂能夠根據生產計畫自動抓取和放置物料，並根據需求進行作業調整，使倉儲系統更具彈性，能夠應對不同的生產需求和變化。不僅能夠提高生產效率、降低成本，同時還能夠優化庫存管理、提升物流操作的效率和準確性，進一步提升企業的競爭力和持續發展。

第三節 研究目的

如何利用模擬工廠結合人工智慧來提高生產效率、降低成本、改善產品品質，以及增強企業的競爭力。此外，本研究還可能只在探索新技術和方法，以應對市場變化和未來趨勢，促進生產流程的持續改進和創新。

人工智慧技術擁有決策能力，藉此讓其對物流業部分需人工的流程進行優化，自動化倉儲可以精準地找出商品，大幅提高了整體操作效率和精確性，再加上人工智慧結合機械手臂的應用可以將如撿貨這類的工作也實現自動化，能再排除時間、搬運、動作等浪費。此外，整合數據和控制系統進行實時監控和管理，有助於優化庫存、追蹤貨物流動並提升整體運營效率。

整合機械手臂和 AI 自動倉儲系統不僅能提升企業的業務靈活性和可擴展性，還能夠快速適應不斷更新的市場需求和技術趨勢，進一步提升了企業在競爭激烈的市場中的競爭優勢和地位。

目前本研究要探討的目的在 AI 與自動化生產的結合以機器取代人力，不僅效率可以大幅提高，還能把人力成本降到最低，還有徹底排除浪費是本研究所追求的生產方式的基礎。

第四節 研究流程

本研究共分為五個章節，各章節依序為：緒論、文獻探討、系統架構、研究方法與結論與建議，詳細架構敘述如圖1 研究流程圖所示。



圖1 研究流程圖

第二章 文獻探討

第一節 倉儲管理

工業革命的興起標誌著生產方式的轉變，從早期的手工生產轉向機械生產，大規模的工廠開始崛起。在19世紀初，工業革命初期的工業生產需要大量的原材料和成品儲存，因此倉儲管理開始受到重視。隨著工業化和城市化進程的擴展，商品生產和流通規模持續擴大，使得倉儲管理成為企業生產和流通運營中不可或缺的一部分。倉儲管理逐漸走向系統化和專業化，並隨著全球化和信息化的發展變得更加複雜和高效。自動化倉儲系統、物流信息系統以及供應鏈管理系統等技術的應用，進一步提升了倉儲管理在企業運營中的地位。

2-1-1 倉儲管理的定義

倉儲管理是指對倉庫內的貨物進行有效的組織、監控和管理，以確保貨物的品質、數量和可用性，並最大程度地提高倉儲作業的效率和效益。在工業化進程中，倉儲管理扮演著至關重要的角色，主要表現在以下幾個方面：

1. 原材料和成品儲存：隨著工業生產的規模擴大，企業需要大量的原材料進行生產，以及成品進行存儲和分銷，保證原材料和成品的安全存放和快速提取。
2. 生產和供應鏈流程：通過優化倉儲布局、設計合理的物流流程以及使用先進的物流技術，確保了生產和供應鏈的高效運作。
3. 庫存控制和管理：透過庫存管理系統和技術，企業可以更好地掌握庫存水平、預測需求、降低庫存成本，同時保持足夠的庫存以滿足客戶需求。
4. 物流和配送：安排物流和配送活動，包括貨物裝卸、運輸安排、配送路線優化等。透過有效的物流和配送管理，提高交貨速度、降低運輸成本，提升客戶滿意度。

5. 資源利用效率：持續優化倉儲設施和流程，提高資源利用效率，包括空間利用率、人力資源利用率等。降低成本、提高生產效率，增強企業的競爭力。

梁添富(2020)認為倉儲管理是一種專注於儲存和管理公司或組織物料的系統性方法。其核心目標是確保物料的安全存儲，並在需要時準確地提供給各部門以支援其業務運營。[2]

陳瑩雲(2024)在研究中表示倉儲管理是指對原物料的存取、移動和管理等行為進行控制，包括對各種貨物運送過程進行有效登記，並使用正確的數據和表單來描述貨物的品質、數量以及它們目前所在的庫位、庫房、分配單號歸屬等信息，確保需求庫存的品質和數量，以保證後續流程的順利進行。[3]

2-1-2 倉儲管理資訊系統

倉儲管理資訊系統是指專門用於管理和控制倉儲作業的軟體系統。這些系統通常整合了各種功能模組，以幫助企業有效地管理其倉庫和庫存，提高運營效率和準確性。

倉儲管理系統(Warehouse Management System, WMS)用於幫助企業管理倉庫內的貨物流動和作業。從貨物進入到離開倉庫的整個過程都能被監控和管理。此外，WMS 還包括了檢貨、包裝、資源利用和報告分析等功能，有助於提高倉庫作業效率和準確性，同時降低成本。

葉懿琛(2003)包含了製造、輸管理、訂單管理和財務管理等功能，倉儲管理資訊系統的主要目標是有效地管理倉庫內商品的移動和儲存，提高供應鏈的效率和準確性。[4]

倉儲管理系統(WMS)對於倉庫來提供了更少的投入、更高效、更可靠的結果，通過有效的倉庫流程幫助降低成本。(Anas M. Atieh et al., 2016) [5]

2-1-3 倉儲管理系統的運作方式

倉儲管理需要對庫存的監控和控制、貨物的進出管理、訂單處理、庫存優化、貨物分類和標記，以及倉庫設施的維護等多項關鍵工作來有效運作：

1. 庫存監控：透過定期的庫存盤點和監控系統跟蹤貨物數量、品質和存放條件，以及識別和解決任何庫存異常情況。
2. 進出貨物的記錄：詳細記錄貨物的進出情況，包括進貨和出貨的時間、數量、品質等信息。
3. 訂單處理：接收、處理和執行客戶訂單，包括訂單的分揀、包裝、標記和安排運輸。
4. 庫存優化：通過庫存分析、需求預測、訂貨和庫存調整等手段，最大程度地降低庫存成本，同時確保庫存水平滿足需求，提高庫存運作效率。
5. 貨物分類和標記：對貨物進行分類和標記，以便快速識別和定位貨物，提高貨物的存取效率，減少貨物遺失和混亂。
6. 設施維護：定期檢查和維護倉儲設施，包括設備的檢修和保養，以確保其正常運行。同時，保持倉庫空間的清潔和整潔，確保安全標準的符合，提供良好的工作環境。

總得來說，倉儲管理的目的是為了保證庫存的品質、數量和可用性，在生產過程中能夠滿足供應鏈中各個環節的需求，同時最大程度地提高庫存的效率和效益。

第二節 自動倉儲系統

進入工業4.0開始，企業開始嘗試將智慧數位技術整合至製造和工業流程，倉儲自動化是通過引入自動化技術和系統，使倉儲作業達到更高的效率、準確性和可靠性。自動化的倉儲系統相比手動處理系統，加入現代化的數位程式與

自動化機械技術，不僅提高工作效率，還減少工作上的人員疏失，降低工作負荷。

2-2-1 自動倉儲系統的定義

自動倉儲系統(utomated Storage and Retrieval System)是一種能夠快速執行儲存與取出作業的自動化儲存設備。通過網路，電腦控制設備能夠根據實際需求來指定備品或原物料進出，並執行庫儲器材的監控，確保庫儲器材的庫儲現況。

曾鴻龍(2019)在研究中指出自動倉儲系統是利用電腦科技來精確地監控、存取和指引物品。結合多元化的自動化設施和電腦管理系統，從而提高物品管理的效能和操作速度，達到了快速、精確且具成本效益的貨物運輸與管理目的。

[6]

陳思頌(2023)表示過去，在整個生產過程中，物料搬運、儲存及等待佔用了總生產時間的80%，而實際用於製造加工的時間卻極少。良好的倉儲管理可以有效降低成本並提供更快速的服務。然而，如果管理出現問題，可能導致料帳不符、廢料積累等問題，甚至影響購買決策和生產進程，對企業的競爭力和生存構成威脅。[7]

2-2-2 自動倉儲系統的應用

在實務應用中，自動化倉儲系統透過物聯網技術和大數據分析，不僅能夠持續監控和分析倉儲作業，及時發現潛在問題並進行調整和優化；同時也可以提供直觀友好的人機交互界面，讓操作人員能夠輕鬆地監控和管理倉儲作業，進一步提高作業效率和準確性。

業界導入自動倉儲系統的案例：

1. 亞馬遜倉儲機器人：Kiva 機器人能自動移動貨架和貨物，將它們運送到工作站，提高訂單處理效率。機器人把貨架移到員工處理區後，工人完成揀選、分揀、打包檢查等工作，再將空貨架移回原位，如圖2 Kiva 機器人工作圖所示。電量低時，Kiva 機器人會自動回到充電位充電。(愛范兒，2019)。[8]



圖2 Kiva 機器人工作圖

2. 賓士智能倉儲：台灣賓士在新零件物流中心導入智慧化倉儲管理技術，結合新型操作系統與移動式工作站，大幅縮短作業時間，如圖3賓士智能倉儲圖所示。高效的電動高空揀貨車能快速取放零件，純電動力減少碳排放與空氣污染，實踐了永續與綠化的理念。(張慶輝，2023)。[9]



圖3 賓士智能倉儲圖

3. 日本堆高機人形機器人：日本產業技術綜合研究所(AIST)開發的人形機器人「HRP-5P」，採用卷積神經網路(CNN)，高182公分，重101公斤，具備37個自由度，能自主行走並模擬人類動作，如圖4、5所示。其動作表現順暢靈活，特別是在拿取、搬運和操作電動釘槍時顯得穩定，能夠紓解老齡少子化造成的勞動力短缺，並在危險的建築工程中代替作業員進行重度勞力工作。(楊安琪，2018)。[10]



圖4 日本 AIST 人形機器人工作圖

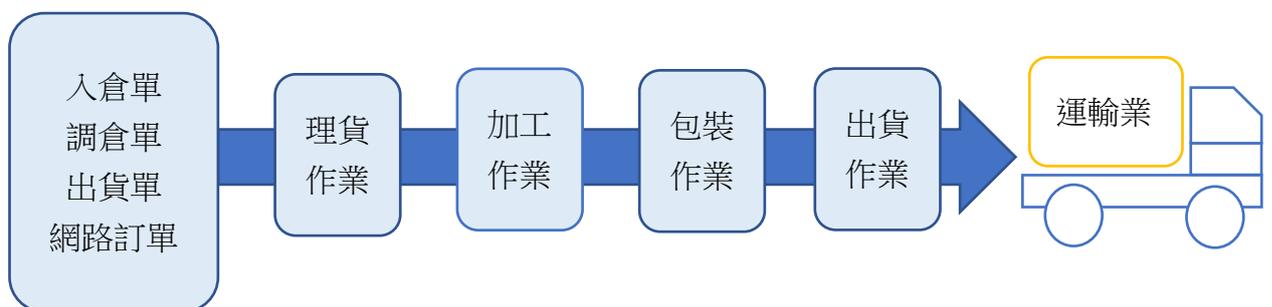


圖5 流程示意圖

第三節 人工智慧

2-3-1 人工智慧的定義

人工智慧(Artificial Intelligence, 簡稱 AI)是指通過模擬、延伸或擴展人類智慧的機器或系統。這種智能系統能夠執行類似於人類所需的任務，例如學習、推理、規劃、認知、感知、理解語言等，並根據獲得的信息進行自主性地行動。

AI 的目標是開發和應用算法和技術，使機器能夠像人一樣思考、學習、解決問題和做出智能決策。透過大數據分析與工業物聯網(IIoT)，AI 可以自主地判斷生產線的需求或計算出最佳方案，並隨時根據需求優化產線的產能。

2-3-2 人工智慧學習

人工智慧的知識來源可以分為人類專家和機器自行學習，法則學派是通過規則、經驗和邏輯來指導 AI 的行為，使其能夠模擬人類專家的決策過程；機器學習學派由 AI 從輸入的訓練樣本中自行學習，通過分析數據、識別模式和調整模型參數來獲取知識。

- 人類專家(法則學派)：知識來自人類專家或知識工程師，他們將領域知識和經驗轉化為規則、邏輯或其他形式的知識表示。
- 機器自行學習(機器學習學派)：(1)監督學習、(2)無監督學習、(3)強化學習，其中監督學習需要標記數據，而無監督學習和強化學習則不需要。

愛思普 SAP (n.d)提出機器自行學習的 AI 是從大量數據中學習，自動發現數據中的規律和模式，並根據學習到的知識做出預測和決策，這種學習方式使得 AI 能夠及時地更新理論，因此當知識有新的發展時，AI 可以迅速地更新自己的模型和預測，而專家系統的缺點和問題則不會影響 AI 的判斷。這使得機器自行學習的 AI 在應對不斷變化的環境和知識時具有更強的適應能力。[11]

2-3-3 機器自行學習

(1) 監督學習

學習模式通常包含了將「輸入」和「輸出」資料相互對應的過程。假設本研究希望訓練一個系統來辨識雛菊和三色堇的差異。對於每一組輸入資料，其中會包含一個雛菊影像和一個三色堇影像，而期望的輸出結果是系統能夠正確地辨識出雛菊，這樣雛菊的影像就會被預先標記為正確的結果。

這樣的訓練過程會通過一個演算法來實現，系統會逐步處理所有的訓練資料，並開始決定影像之間的相似度、差異性以及其它邏輯判斷點。這過程類似於給予孩子一組帶有參考答案的問題，然後要求他們去作答並解釋他們的邏輯。通過這樣的訓練，系統最終能夠自行預測「這是雛菊還是三色堇」的問題，就像孩子學會了根據自己的理解來回答問題一樣。

(2) 無監督學習

非監督式學習的確是模仿人類如何觀察世界的方式。在這種學習模式中，機器會自主地研究輸入的資料，這些資料通常是未標記的或是非結構化的，然後開始使用所有相關且可存取的資料來識別模式和關聯性。

這種學習方式與人類的觀察和理解方式有些相似。就像在日常生活中使用直覺和經驗來分類和理解事物一樣，機器也會根據輸入的資料來發現模式和趨勢。隨著經驗越來越豐富，機器的分類和識別能力也會越來越精確，這裡的「經驗」即是指輸入和可用的資料量。

非監督式學習在許多領域都有應用，例如臉部辨識、基因序列分析、市場研究和網路安全性。透過這種方式，機器能夠從大量的資料中自動發現模式和趨勢，進而獲得有價值的洞察和知識。

(3) 強化學習

在監督式學習中，機器會獲得參考答案，並通過分析這些參考答案來學習。它會尋找輸入資料和正確答案之間的關聯性，逐步調整自身的模型以提高準確性。

相對而言，強化式學習模式不包含參考答案。在這種模式下，機器僅接收環境中的狀態和一系列允許的動作，然後根據所選擇的動作和環境的反饋來學習。這種反饋通常以「獎勵」的形式呈現，這是一個數字，用於指示演算法的表現好壞。強化學習的目標是最大化長期獎勵，而不是單一動作的立即結果。

當演算法的期望目標固定或是二元結果時，機器可以通過範例學習。但是，當期望結果不確定時，系統必須透過經驗和獎勵來學習。這種模式在許多領域都有應用，包括遊戲、自動控制系統和機器人學習等。

強化式學習的應用包括：線上廣告買家的自動價格招標、電腦遊戲開發，以及高風險股票市場的交易。

2-3-4 人工智慧的應用

Yahoo 奇摩在2019年雙11推出全新自動化物流中心，借助 AI 技術和自動化設備優化入庫、分揀和出貨流程，如圖6所示。穿梭式自動倉儲是核心，能根據商品特性自動分配存放位置，提高效率。電子標籤揀貨系統與自動倉儲系統相互串接，實現最佳化，如圖7所示。八成作業以物就人模式進行，作業效率大幅提升。材積測量機導入優化入庫流程(黃郁芸，2019)。[12]



圖6 進貨員操作系統畫面圖



圖7 進貨員操作系統畫面圖

工研院投入物流資訊化研發已超過20年，10年前開始智慧化與自動化領域。工研院服務系統科技中心總監陳慧娟表示，「線上通路興起，物流業者面臨挑戰不僅是價格、訂單背後的物流速度，還有空間與人力的成本與效率。」電商訂單特色為少量多樣，倉儲成本和勞力密集問題是挑戰。工研院整合 AI 技術，漢錫科技建置自動化設備，打造了「AI 立體式智慧倉儲系統」。2019年首座 AI 立體化物流中心在 Yahoo!奇摩啟用，如圖8所示。

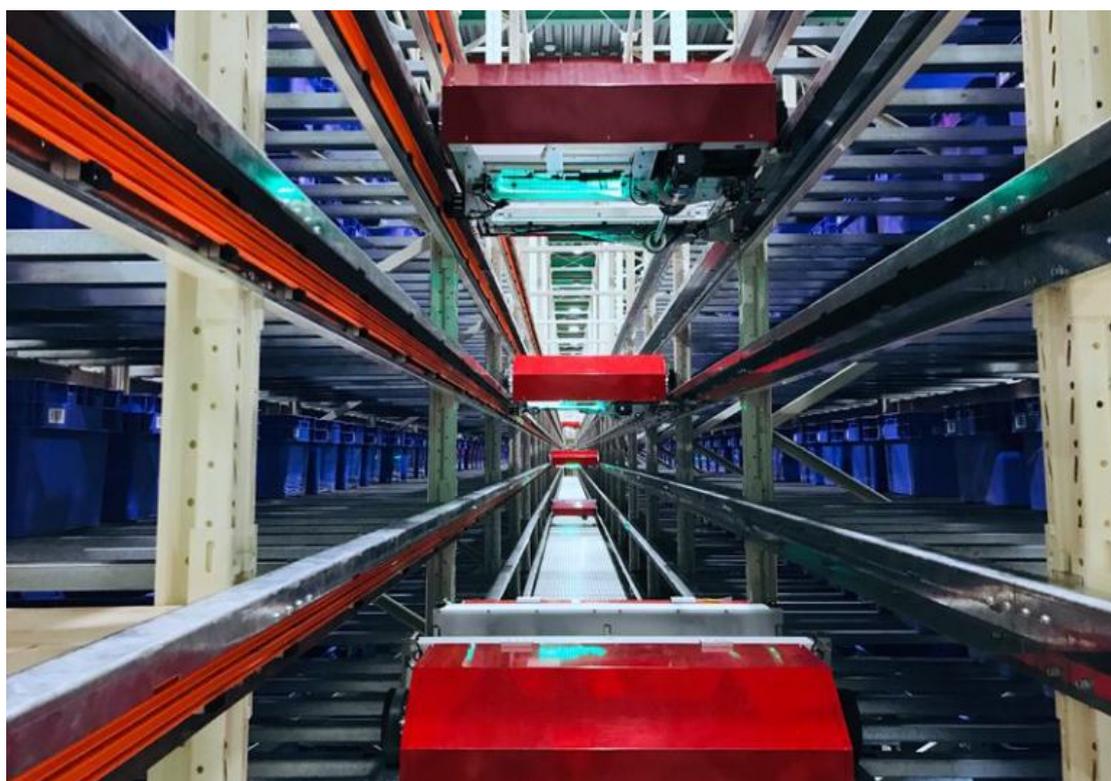


圖8 穿梭車與垂直升降機跨樓層輸送畫面圖

工業技術研究院(2021)指出新竹物流中心引入 AI 立體智慧倉儲系統，從進貨到出貨，實現了高效自動化。AI 系統動態決策商品存放位置，省去人工丈量 and 安排儲位的繁瑣工作。通過大數據分析，系統能快速反映商品熱銷趨勢，提前規劃最佳儲放位置，以及優化揀貨路線，如圖9所示。80%的作業採用「以物就人」模式，大幅減少了人力成本，提高了出貨效率。整個流程最快只需10分鐘就能完成，而且通過修正不足，不斷提升系統的精準度和穩定性。未來還計

劃將機械臂引入出貨配送環節，進一步提高技術效率和品質，打造台灣智慧物流產業的國際競爭優勢。[13]

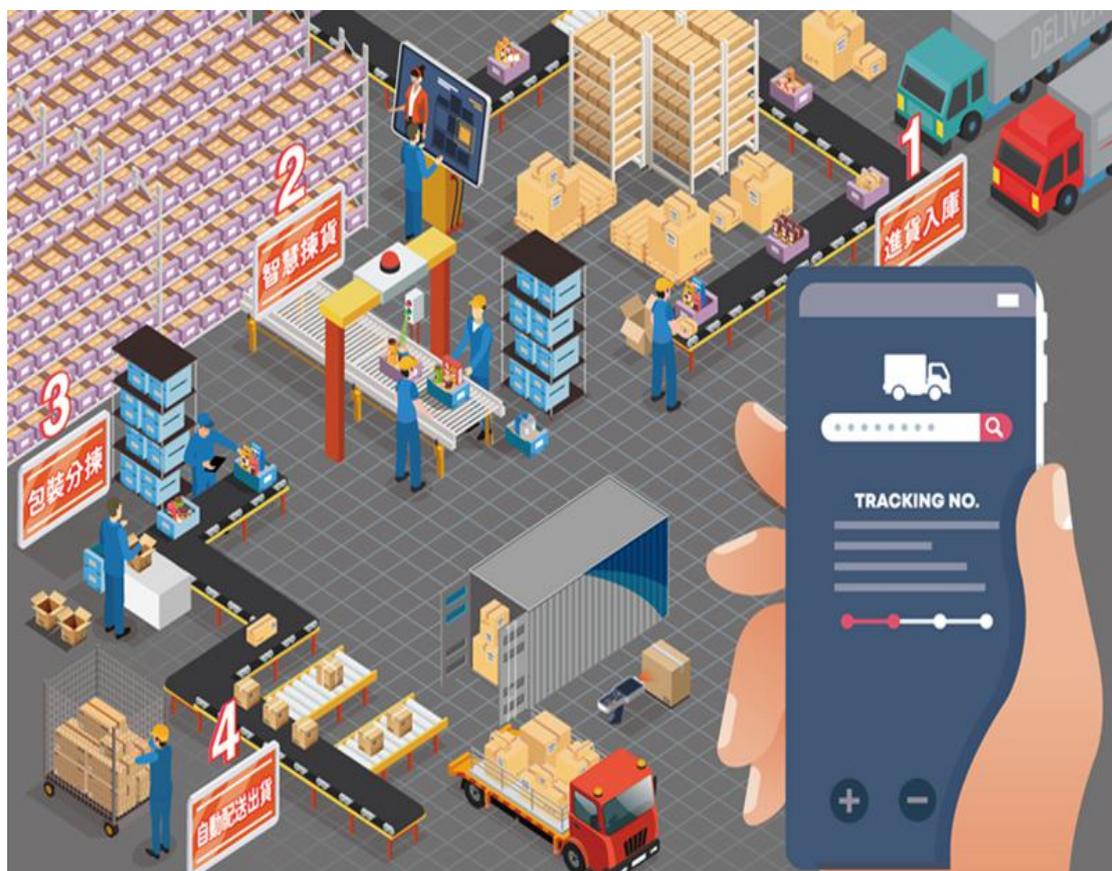


圖9 AI 立體式智慧倉儲系統模擬圖

第四節 精實管理

精實生產演變自大野耐一先生於1930年所提出的豐田生產方式(TPS)。然後在1990年，James P. Womack、Daniel T. Jones 和 Daniel Roos 在他們的著作《精益思想》(The Machine That Changed the World)中提出了精益管理的概念，其核心理念是「加速流程、減少浪費」，這種方法旨在降低成本、提高效率和品質，進而增強企業的競爭力。

陳東陽(2015)提出精實生產方式是基於科學和合理的原則，消除內部一切「浪費」，通過降低成本和改善現狀，適時適量地製造和銷售顧客所需的產品，以達成績效目標。許家琪(2024)表示精實生產管理是源自豐田生產方式的管理

方法，其核心在於以顧客需求為導向，運用最少的生產時間提升客戶整體價值，即所謂的「後拉式」生產。該方法強調消除浪費、提高效率和品質，並以持續改進為基礎，透過標準化的形式實現最高產能。[14] [15]

林浚騰(2023)認為精實管理核心活動是消除內部所有浪費，持續改善現狀，採用科學方法根據現有需求適時適量地製造產品，以達到目標績效。King & Lenox (2001)精實管理的目標在於刪減流程中沒有增加價值的步驟或時間浪費，特別是著重於消除不必要的存貨，並盡可能縮短生產週期時間。[16] [17]

大野義男與江瑞坤(2014)生產方式強調追求在物品製造中的高品質和效率，在精實生產的理念中，「浪費」是一個關鍵概念，並被劃分為七大類如表 1 所示。[18]

表 1 七大浪費表

| 浪費類型 | 描述 |
|---------------------------|------------------------------|
| 過度生產 (Overproduction) | 生產超出實際需求的產品或部件。 |
| 等待 (Waiting) | 在生產過程中因等待機器、材料或其他資源而造成的停滯時間。 |
| 過度運輸 (Transportation) | 不必要的產品或材料移動，可能導致損壞或延遲。 |
| 過度加工 (Over-processing) | 超過產品或服務實際需求的加工步驟或過度使用資源。 |
| 庫存 (Inventory) | 過多的原料、在製品或成品，可能導致資金困難和浪費。 |
| 動作 (Motion) | 必要的員工或設備動作，例如過多的移動或查找工具。 |
| 缺陷 (Defects) | 產品或服務中的錯誤或缺陷，可能導致返工、廢料和客戶投訴。 |

(資料來源：大野義男、江瑞坤。精實現場管理，TPS 活動)

第三章 研究方法

本研究將運用 MATRIX Robotics 所提供的競賽套件及其相關電子料件，來構建一個模擬的自動化倉儲系統。以下是詳細的研究方法步驟：

1. 文獻研究法：蒐集有關目前自動倉儲、機械手臂以及人工智慧的論文、雜誌、新聞等方面的資料，整理與分析，以了解現在產業的生態。
2. 資料蒐集法：藉由從網路上、圖書館索取的資料，整理出相關的資料，作為專題論文的內容依據。
3. 樂高系統模擬法：原指使用 LEGO® MINDSTORMS®系列組件與軟體，模擬物流配送系統、生產製造等系統的設計規劃、運作控制、分析與改善，以克服物理條件及財務上的限制，本研究將使用 MATRIX Robotics 建造模擬工廠，並使用 LabVIEW 軟體來進行控制。
4. 利用 Vision Acquisition 取得影像，撰寫攝影機的開啟、拍照和關閉選擇顏色閾值，找到相對應顏色的各自範圍，調整完即可識別貨顏色，如圖10所示。

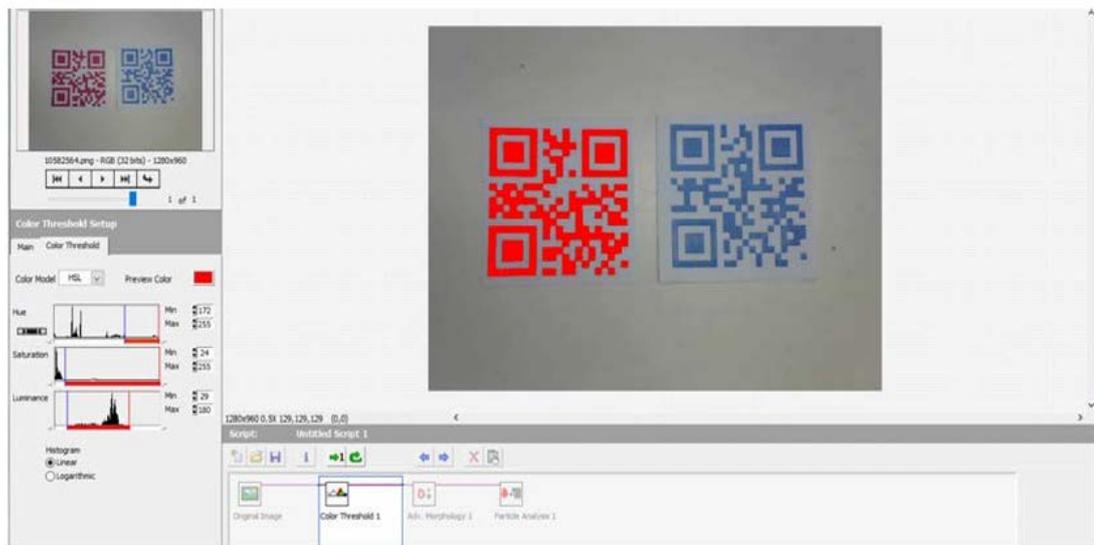


圖10 Color Threshold (顏色閾值)

5. 機器識別 QR Code 是利用 Vision Acquisition 開啟相機得到影像，由 Vision Assistant 讀取出 QR Code 再利用 Unbundle By Name 分離出所需要的資料，顯示出文字及布林訊號，如圖11、12所示。

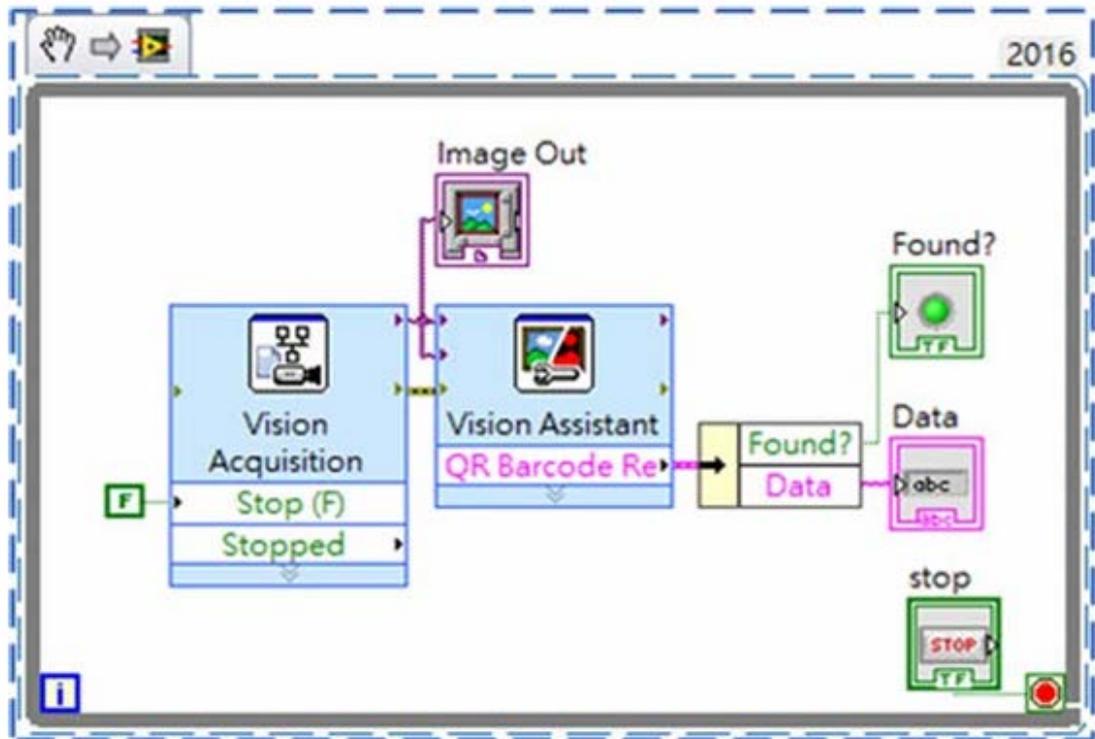


圖11 Vision Assistant 影像輸入輸出圖示



圖12 二維條碼辨識結果

模擬物流中心為例：(如圖13物流配送系統模擬 Lego 模組)

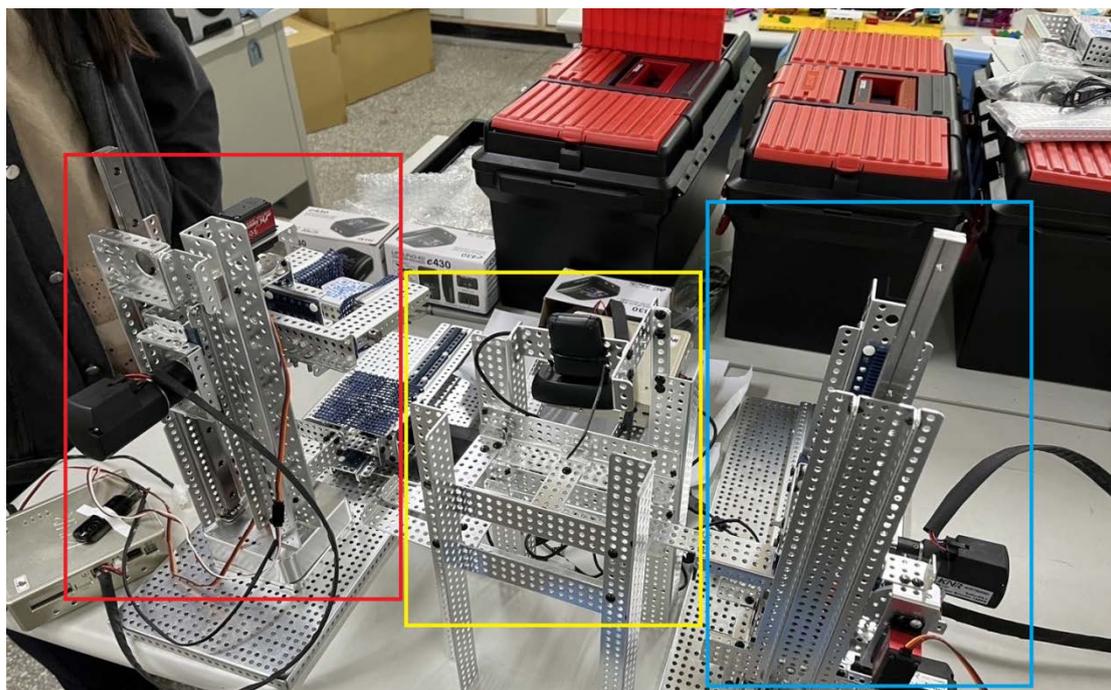


圖13 物流配送系統模擬 Lego 模組

物流配送系統可為三個部分：

藍色區域：堆高機，模擬物料搬運輸入

黃色區域：感測器區域，輸入資料進入電腦系統，如：貨物編號、分類條碼等

紅色區域：360度旋轉之機械臂，負責物料的分類

基本上大多的物流業倉儲都會有這些部分，差別在於人工使用的部分與多寡，而加入人工智慧最大的優點是，人工智慧具有獨立判斷的能力，可以取代大多數人工的部分，以上面的三大部分作舉例：

- **藍色區域：**

在大多數電子商務物流業倉儲中，物料的輸入大多需要人工處理。這其中的一個原因是，輸入的物件並沒有統一的規格，因此需要人工進行第一階段的物件輸入。然而，對於已經經過電腦輸入包裹資訊(已經過黃色區域)的下游集貨點而言，可以透過前面裝箱的資料，利用人工智慧配合鏡頭讀取資料，讓機械臂來進行下貨，以減少人力成本。[19] [20]

- **黃色區域：**

將貨物輸入後，經由輸送帶後送，在過程中會經過通道掃描系統刷讀條碼，可以在此處加裝3D 掃描系統，同時將包裹的配送資料、大小、形狀等資料輸入進電腦，透過人工智慧判斷包裹適合貼上標籤的平面，同時分析包裹大小、配

送資料，自動分類並且編排裝箱順序，並使用機械臂來操作貼標、分類、裝箱，進一步減少人力使用，並使物流箱的使用最佳化。

● 紅色區域：

在裝箱、貼標、分類完成後，由於電腦已有包裹的裝箱資訊，經由機械臂堆疊，可以再配合使用無人搬運車進行物流箱的搬運，可以調整成搬運到指定地點交由人工上車，或是讓無人搬運車直接上車放置貨物，可以節省理貨員尋找貨物或是等待搬運的時間。

機台移動步驟如下：

第一站(物件輸送)

物件放入載物平台→紅外線感測物件→滑軌移動→微動(極限)開關→滑軌停止，如圖14。



圖14 倉儲搬運車

第二站(物件辨識)

物件在載物平台→紅外線感測物件→滑軌移動→移動到鏡頭下→鏡頭辨識條碼與顏色→微動(極限)開關→滑軌停止，如圖15。

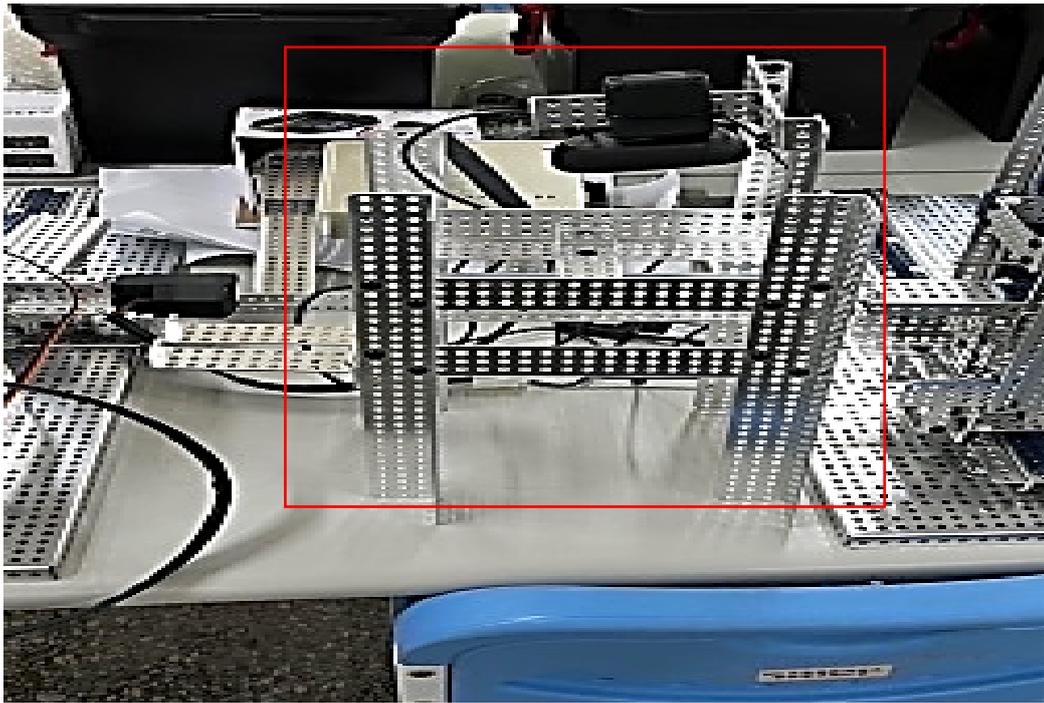


圖15 影像識別

第三站(物件夾取)

紅外線感測物件→手臂上升→夾取物件→手臂下降→滑軌移動(復歸)→轉盤旋轉→物件放置載物平台→手臂復歸，如圖16、17。



圖16 夾取物件

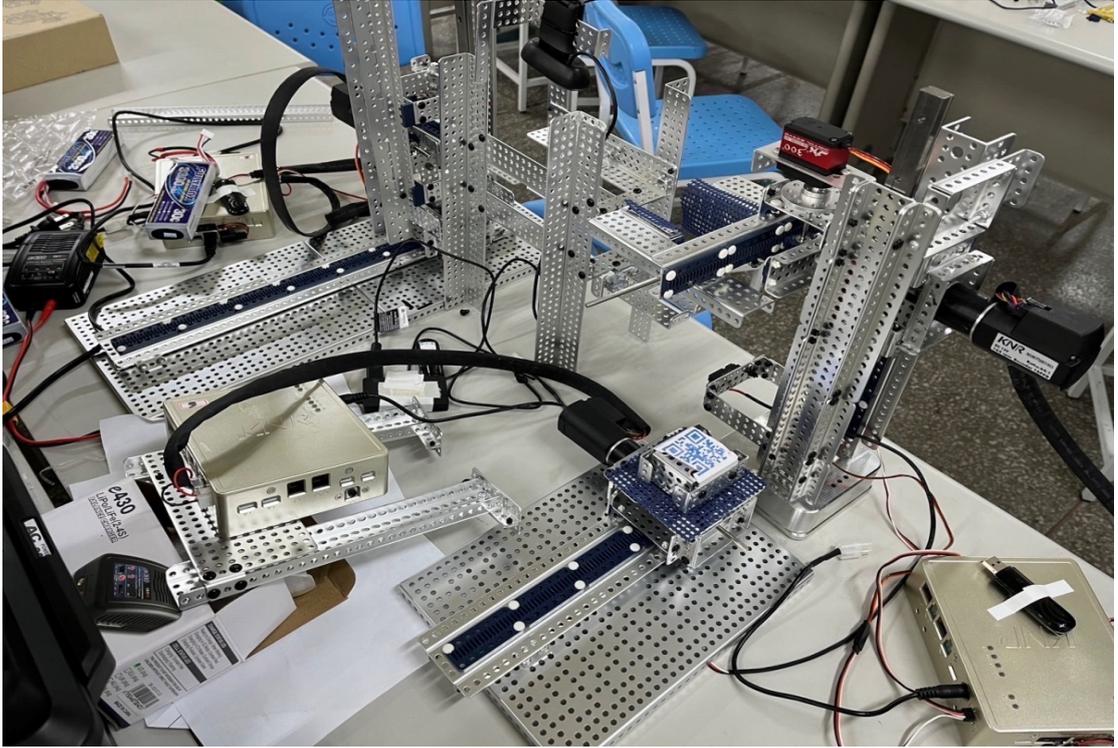


圖17 手臂復歸

第四章 研究過程

本研究採用實驗設計的方法，通過在模擬環境中建立一個自動化倉儲系統模型，結合機械手臂和人工智慧技術，對系統的性能進行測試和評估。研究主要包括以下步驟：

1. 系統建模與設計：利用 MATRIX Robotics 和 LabVIEW 軟體，建立自動化倉儲系統的模型，包括自動化設備、控制系統和信息系統的設計，如圖18-20。

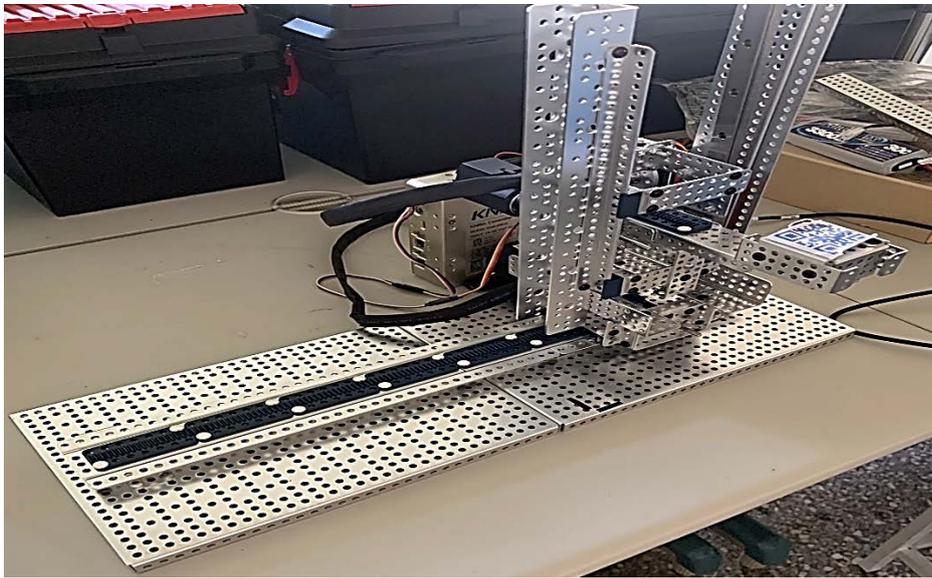


圖18 堆高機設計圖



圖19 影像識別器設計圖

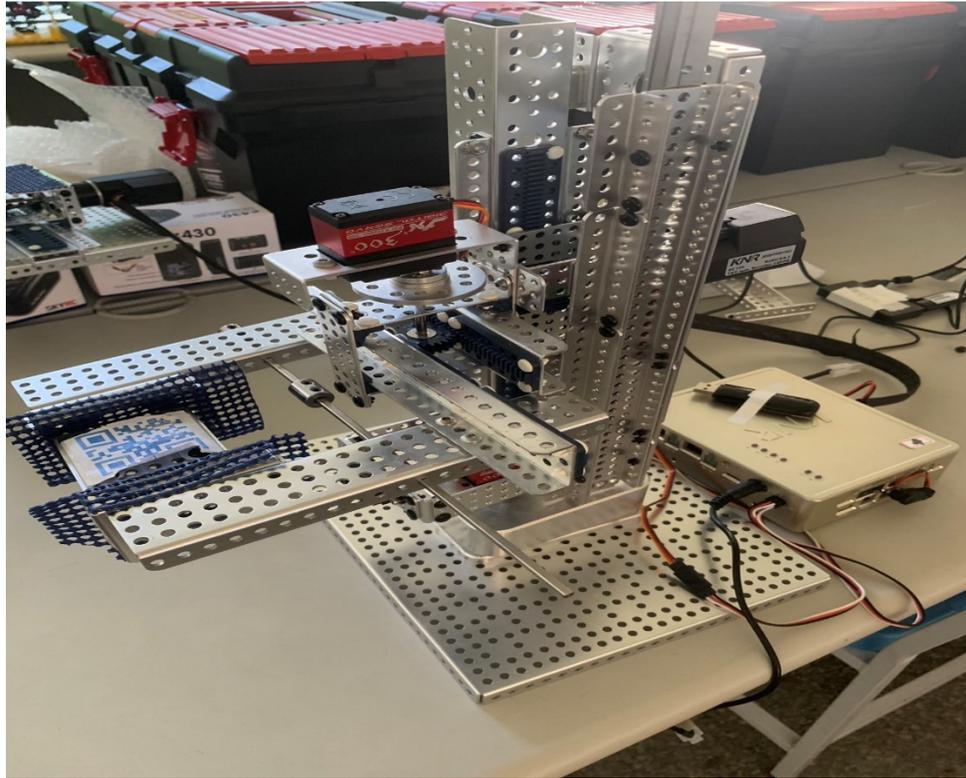


圖20 機械手臂設計圖

2. 實驗設計與實施：在模擬環境中進行實驗，測試不同條件下系統的性能，如倉儲效率、準確性、穩定性等，如圖21-24。

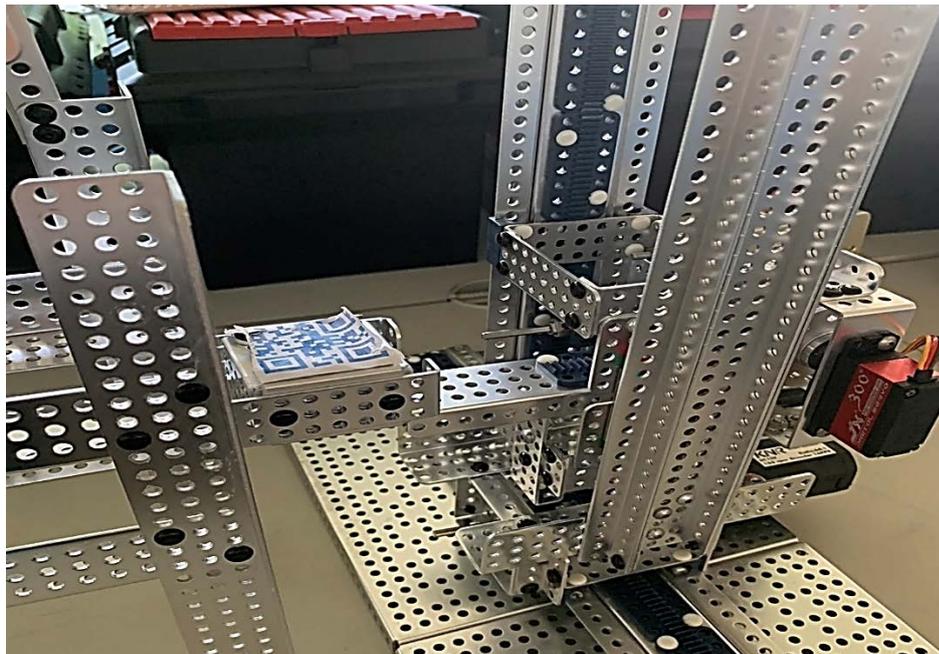


圖21 推高機結合影像識別裝置圖

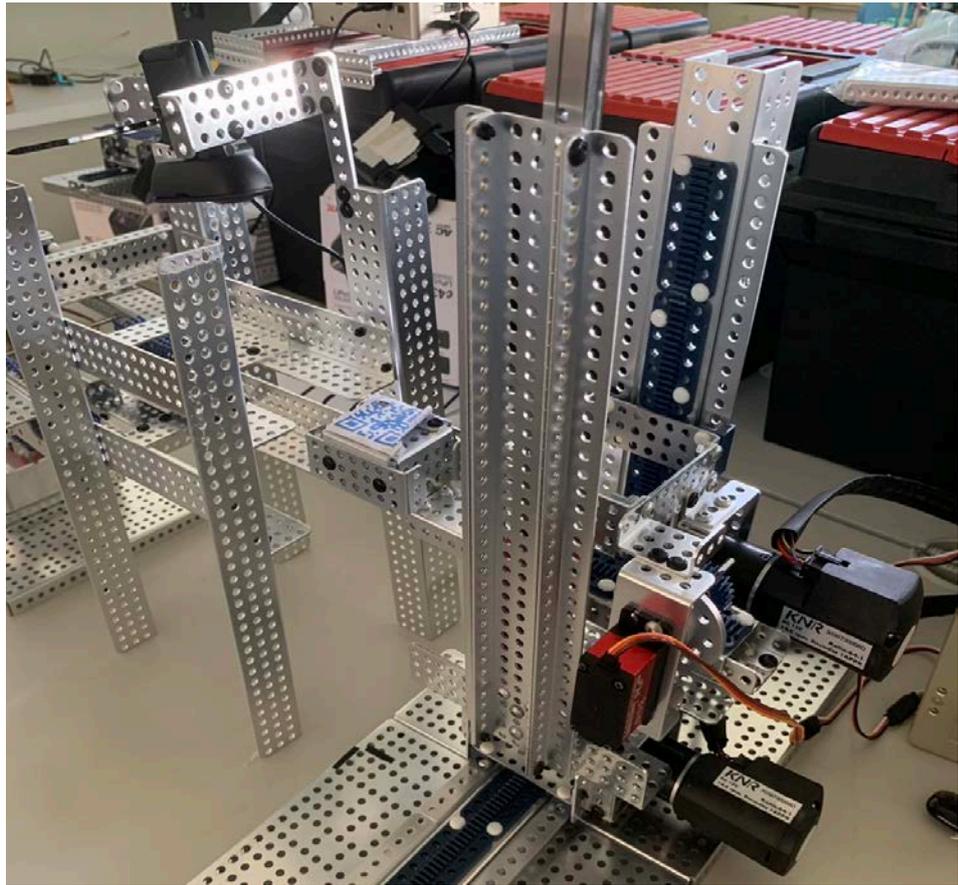


圖22 機械手臂結合識別裝置圖

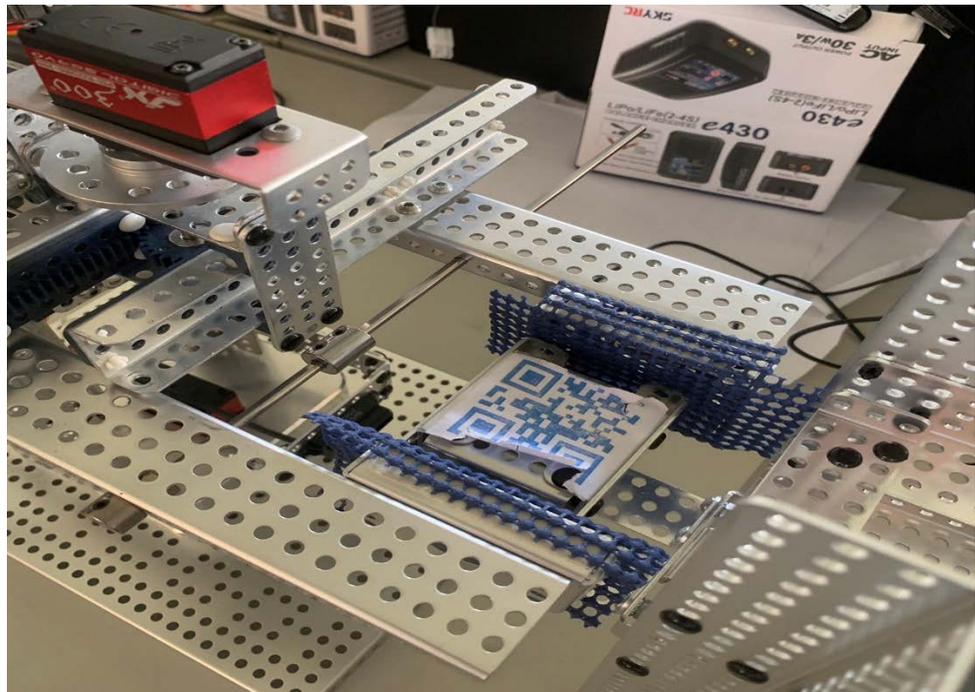


圖23 機械手臂結合識別裝置圖

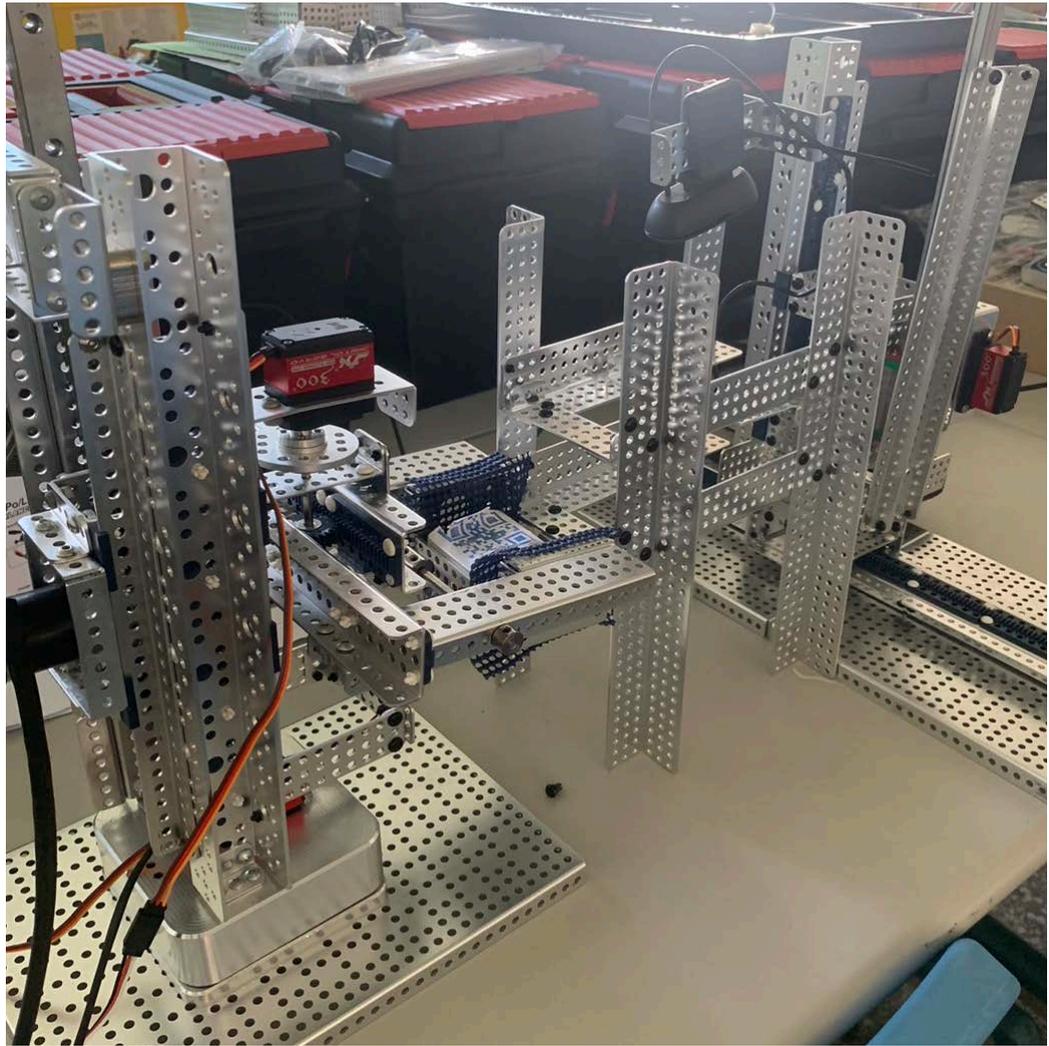


圖24 整體設計圖

3. 數據分析與評估：收集實驗數據，利用統計方法對數據進行分析，評估系統的性能和效果。

第五章 結果與討論

雖然人工智慧確實能夠取代或協助人類進行工作，但實現這一目標需要進行大量的前期工作，包括資金投入、設備購置、安裝、系統建設以及員工教育訓練等。其中，人工智慧的訓練是其中最重要的一環，人工智慧需要大量的樣本學習，才能使決策達到理想的結果。

透過空位分析與定位點訓練，透過倉庫感測器訓練人工智慧模型利用倉儲閒置空間，包括商品銷售頻率和物料搬運頻率等，來預測未來的需求和動向。以電商物流來說，當使用深度學習優化倉儲動線與使用率時，基本流程包括數據收集、預處理、特徵工程、模型建構、模型訓練、模型評估、部署與優化。這個系統能夠透過分析物料使用頻率與倉儲結構之間的關係，提供最佳的動線與倉庫使用方式，從而提高電子商務企業的運營效率和降低成本。

然而，電商大多又分成 B2B、B2C 及 C2C 三種模式。在 B2B 與 B2C 模式中，商品規格由賣方提供，因而可以事先與廠商協調商品的包裝方式，以簡化人工智慧需要學習的樣本，這能夠有效地提高模型訓練的效率。在 C2C 模式中，由於商品的包裝方式可能存在較多的變化和例外，對人工智慧的訓練會造成困難。儘管可以限制部分包裝方式，但仍然可能存在漏洞或其他例外情況，這需要克服的問題。否則，過於頻繁地需要人工協助將會大大影響人工智慧系統的實用性。

最後，本研究需要進一步的調整和測試，以獲得更加實際的數據來證明本研究的想法。透過持續的改進和優化，本研究可以克服 C2C 模式下的挑戰，使得人工智慧系統在電商物流中發揮更大的作用。

隨著科技的發展，單純的自動化已經難以滿足日益複雜的生產需求。未來，本研究期待導入更先進的人工智慧軟體，透過大數據的分析和機器學習的技術，

使生產線更加智能化和靈活化。同時，本研究也需要解決設備相容性的問題，完善模型，並融入人工智慧進行研究，以應對未來不斷變化的挑戰和需求。

基於組裝模擬工廠存在的問題，本研究可以提出以下改進方向與進一步發展：

1. 改進設備穩定性：對於存在尺寸公差的材料，改為使用更先進的固定裝置或重新購置適用的零件，以提高設備的穩定性和精度。例如，使用更精密的導軌設計或引入自動調整機制來解決軌道鎖定不穩定的問題。

2. 升級程式和設備：更新程式至與操作系統相容的版本，或者考慮升級到新的軟體版本，以充分利用其功能和效能。同時，優先考慮獲取所需的資源，以確保程式能夠實現完整的功能並具備同時進行操作的能力。

3. 導入人工智慧訓練：透過大量的樣本學習，使人工智慧能夠更好地適應不同的情況和變化。針對各個商業模式做出客製化調整，通過不斷調整和優化，提高人工智慧系統在處理各種包裝方式和例外情況時的準確性和效率。

4. 持續改進和測試：進行更多的調整和測試，以獲得更加實際和可靠的數據，驗證本研究的解決方案和想法的有效性。透過大數據和物聯網蒐集資料持續的改進和優化，使人工智慧系統能夠更精確地應對未來電商物流中的挑戰，發揮其潛在的作用。

透過改良工廠設計和升級程式設備，加入人工智慧系統更好地對生產線上的挑戰，提高效率，降低成本，並為未來的工業發展奠定更穩固的基礎。

參考資料

- [1]黃士嘉、路元平、劉益宏(2016)。工業4.0概論與實務。新北市：全華圖書。
- [2]梁添富(2020)。物料管理(第四版)。新北市：全華圖書。
- [3]陳瑩雲(2024)。運用修正式德菲法級分析法及層級分析法於倉儲管理決策模式之研究，逢甲大學，碩士論文。
- [4]葉懿璫(2003)。建構第三方物流業者倉儲管理資訊系統之需求屬性分析。國立高雄第一科技大學，碩士論文。
- [5] Atieh, A. M., Kaylani, H., Al-Abdallat, Y., Qaderi, A., Ghoul, L., Jaradat, L., & Hdairis, I. (2016). Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system. *Procedia Cirp*, 41, 568-572.
- [6]曾鴻龍(2019)。自動倉儲系統設計與應力分析。國立彰化師範大學：碩士論文。
- [7]陳思頌(2023)。運用儲位分類規劃改善倉儲出貨效率—以 A 公司倉儲管理系統為例，中原大學，碩士論文。
- [8]愛范兒(2019)。亞馬遜倉庫的「小革命」：服務好機器人，才能讓人類更安全。科技新報。<https://technews.tw/2019/01/25/amazon-built-an-electronic-vest-to-improve-worker-robot-interactions/>
- [9]張慶輝(2023)。台灣賓士砸7億「擴建零件物流中心」！EQE 電動車大電池組樣貌曝光。ETtoday 新聞雲。<https://speed.ettoday.net/news/2470526>
- [10]楊安琪(2018)。日本 AIST 人形機器人能做粗工，代人類從事重度勞力工作。科技新報。<https://today.line.me/tw/v2/article/OZeZzD>
- [11]愛思普 SAP(n.d.)。什麼是機器學習?。SAP 官方網站。
- [12]黃郁芸(2019)。Yahoo 奇摩新一代自動化物流中心作業流程大公開。iThome。
- [13] 工業技術研究院(2021)。AI 立體式智慧倉儲系統。工業技術與資訊月刊，351期，pp.28-30。
- [14]陳東陽(2015)。ISO 9001：2015結合精實生產之個案研究，國立成功大學，碩士論文。
- [15]許家琪(2024)。應用精實價值溪流圖與精實生產於採購流程以 A 公司為例，元智大學，碩士論文。
- [16]林浚騰(2023)。中小企業基於精實管理結合 ISO 9001：2015品質管理系統建構實務-以 Z 公司為例，修平科技大學，碩士論文。
- [17] King, A. A., & Lenox, M. J. (2001), Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance, *Production and operations management*, Vol.10, No.3, pp.244-256.
- [18]大野義男、江瑞坤。精實現場管理，TPS 活動。PP. 315- PP. 316，2014。

[19]漢錫科技(n.d.)。電子製造業—子母式堆垛型自動倉儲。IAMECH 官方網站。 https://www.iamech.com.tw/article_d.php?lang=tw&tb=2&cid=51&id=177

[20]東捷科技(n.d.)。產品介紹—子母式堆垛型自動倉儲。 Control 官方網站。 https://www.control.com.tw/product_info.php?id=86

<https://www.ithome.com.tw/news/134128>

<https://www.sap.com/taiwan/products/artificial-intelligence/what-is-machine-learning.html>

修平科技大學
工業工程與管理系

專題研究論文

〈〈人工智慧結合機械手臂對自動倉儲之應用〉〉

113 學年度