

東海大學高階經營管理碩士在職專班(研究所)  
碩士學位論文

工業 4.0 規劃智慧產線

- 以檢測筆記型電腦產線為例

**Implementation of Industry 4.0 Production Line for  
Intelligent Manufacturing  
- A Case Study on Production Test Line of Notebooks**

指導教授：陳澤雄博士

研究生：林宏達 撰

中華民國 104 年 06 月

# 論文審定書

## 東海大學碩士學位論文審定書

本校高階經營管理碩士在職專班(研究所)

研究生 林宏達 (學號：G02457201) 所提論文

題 目：工業 4.0 規劃智慧產線-以檢測筆記型電腦產線為例

業經本委員會審查並舉行口試，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員簽章：

賴飛熊

(賴飛熊)

陳澤雄

(陳澤雄)

吳英隆

(吳英隆)

陳澤龍

(陳澤龍)

指導教授

陳澤雄

系主任

張國雄

2015 年

6 月

12 日

# 誌 謝

宏達能夠完成東海大學高階經營管理 EMBA 碩士學位，乃是家人的體諒及同學的一路扶持，還有管院教授們的鼓勵，在這兩年的 EMBA 研究所學習生涯中讓我受益良多，各行各業的精英齊聚一堂，分享生活及工作上的大小事，讓彼此增長許多知識，並在學習過程中激發思維，增進看事情的廣度及深度，從不同經驗累積下的看法及見解，提供我許多養份，進而讓我在尋找問題及解決問題的能力上有所提升，使我在學術相關領域有所增長，更讓我在不同環境中，處事態度更成熟圓滑。在此感謝 EMBA 管院中的每一位老師，在課堂內容上的用心付出及教誨。最要感謝恩師陳澤雄教授於課業與生活中的啟發與細心教導，讓我學習到研究之方法，感謝之情實難以筆墨形容。

本論文能順利完成，感謝口試委員台灣大學生醫電子與資訊學研究所賴飛熊博士與中正大學資訊管理學系吳英隆博士以及嶺東科技大學創意產品設計系陳澤龍博士來指導本論文之架構與內容，並給予寶貴意見，使得論文整體更加完整，在此表達誠摯的謝意。

在這兩年的研究所生活中，感謝錦松學長的幫助還有一起修課的所有 EMBA102 同學所組成的溫馨大家庭，有你們的陪伴讓我度過難忘的求學路程，更要感謝老婆燕君在精神上與生活上的體諒，還有感謝深愛的父母親，在研究期間給予我的家庭許多支持、鼓勵與關懷，讓我能順利完成研究所學業及完成論文，願與他們共享這份成果與榮耀。

林 宏 達 謹誌

中華民國 104 年 6 月

論文名稱：工業 4.0 規劃智慧產線-以檢測筆記型電腦產線為例

校所名稱：東海大學高階經營管理碩士在職專班 (EMBA)

畢業時間：2015 年 6 月

研究生：林宏達

指導教授：陳澤雄 博士

### 論文摘要：

全球受到人口老化與少子化的影響，勞工供應日漸緊張，各國缺工情形越趨明顯，薪資成本也節節上升。製造業面臨原物料價格飛漲及人力成本上揚，以及產能效率與良率等問題。為解決人力需求問題，以自動化設備代替人力，將機器人導入自動化設備發展規模經濟。而第四次工業革命中，提出工業 4.0 的概念，主要運用自動化與智慧化的技術作整合，提升產線的產值與效能。

為瞭解工業 4.0 對現代工業之影響。文獻分別以物聯網、視覺辨識系統、機器人及機械手臂、工業 4.0，四大主題進行相關文獻的探討，瞭解各系統在工業中的運用與貢獻。透過文獻的收集與整理，針對相關系統與裝置進行研究範圍的定義。

運用物聯網串聯各產線設備，將人工作業升級為視覺輔助智慧機器人製造模式應用於產線上，使產線製造精緻產品，提升產業智慧化。隨著產品的生命週期大幅縮短、產品的樣態也朝向多元、多樣與精緻化發展，促使高自由度的多關節機械手臂成為發展主流。本研究主要探討智慧化產線，在產線的影像處理系統、機械人手臂、製造系統與物聯網，對產線進行分析。

研究以 C 公司筆記型電腦產線為探討之個案，透過個案之智慧化產線系統架構，分別於生產與檢驗工作進行說明，以探討個案導入智慧化產線後，在人力和智慧化檢驗的效益差別。並進一步探討運用智慧化產線可能會面臨之情形及問題，給予未來研究者與相關產業作為參考。

**【關鍵字】** 智慧化產線、機械手臂、機器視覺、工業 4.0

Title of Thesis: Implementation of Industry 4.0 Production Line for Intelligent Manufacturing – A Case Study on Production Test Line of Notebooks

Name of Institute: Tunghai University

Executive Master of Business Administration

Graduation Time: (June/2015)

Student Name: Hung-Ta Lin

Advisor Name: Tzer-Shyong Chen

## **Abstract :**

Being impacted by global aging population and low fertility, labor shortage has become more obvious in many countries and the manpower cost is increasing. In face of the rising prices of raw materials and manpower costs as well as production efficiency and quality, the idea of Industry 4.0 was proposed in the fourth generation industrial revolution, when automation and intelligent technologies were integrated to enhance the output value and efficiency of production lines by substituting manpower with automatic equipment. It helped solve the problem of manpower demands and introduce robots into automatic equipment as the development strategy.

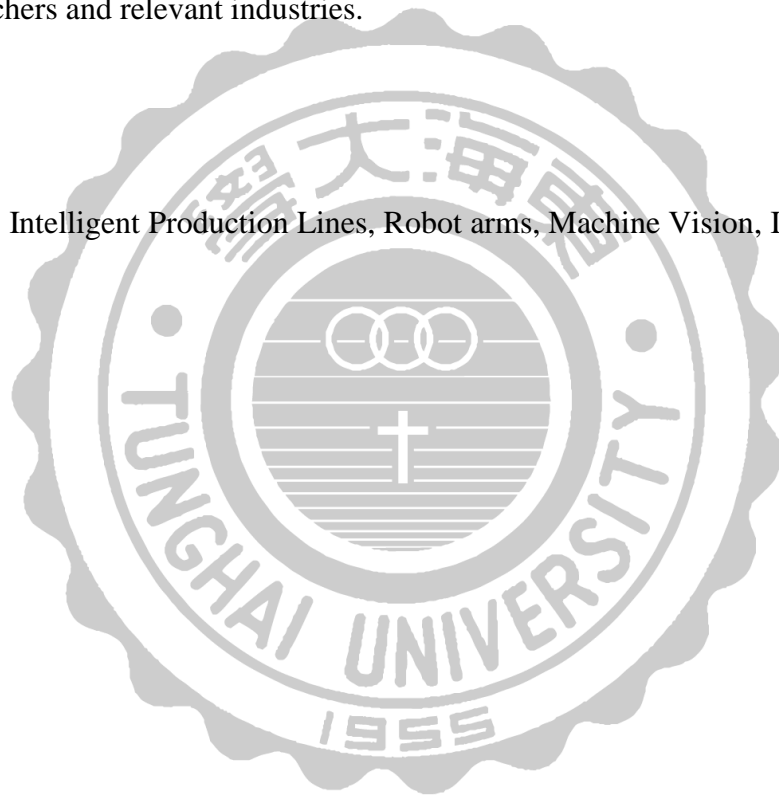
To understand the effects of Industry 4.0 on modern industry, literatures on Internet of Things, machine vision recognition system, robot & robotic arms, and Industry 4.0 are reviewed to understand the application and contribution as well as to define the systems and devices for the research.

Connecting production line equipment with Internet of Things, artificial operation is upgraded to machine vision assisted intelligent robot manufacturing for the application to production lines so as to produce delicate products and promote industrial intelligence. Moreover, the life cycle of current products is largely reduced, and the products are being developed towards diversity, multiplicity, and elaboration to have high-freedom multi-axial robotic arms become the development mainstream. This study

aims to investigate image processing system, robotic arm, manufacturing system, and Internet of Things on intelligent production lines for the analysis.

The laptop computer production lines in C company is selected for the case study. The production and inspection are demonstrated through the intelligent production line system in order to discuss the difference in manpower and intelligent inspection benefits after introducing intelligent production lines. Possible situations and problems in the application of intelligent production lines are further discussed for the reference of future researchers and relevant industries.

**Key words :** Intelligent Production Lines, Robot arms, Machine Vision, Industry 4.0



# 目 次

第一章	緒論.....	1
第一節	研究背景.....	1
第二節	研究動機.....	3
第三節	研究目的.....	5
第四節	論文架構.....	5
第二章	文獻探討.....	7
第一節	物聯網.....	7
第二節	視覺辨識系統.....	10
第三節	機器人及機器手臂.....	13
第四節	工業 4.0.....	16
第三章	研究方法.....	24
第一節	產線影像處理系統.....	27
第二節	產線機械人手臂.....	29
第三節	產線製造系統.....	31
第四節	產線物聯網.....	33
第四章	個案分析與導入.....	35
第一節	智慧化產線系統架構.....	35
第二節	智慧化檢驗產線.....	38
第五章	結論與建議.....	47
參考文獻	.....	49

# 表 次

表 2-1：各國物聯網發展概況.....	8
表 5-1：效益比較表.....	48





# 圖 次

圖 1-1：論文研究流程 .....	6
圖 2-1：物聯網架構 .....	9
圖 2-2：視覺辨識系統架構圖 .....	12
圖 2-3：機器手臂各部位名稱 .....	14
圖 2-4：標準三軸關節型機械手的 X、Y、Z .....	15
圖 2-5：工業發展歷程 .....	16
圖 2-6：智慧工廠 .....	19
圖 2-7：智慧工廠之階層架構 .....	19
圖 2-8：工業 4.0 之關鍵領域 .....	21
圖 2-9：工業 4.0 執行方程式 .....	22
圖 3-1：智慧化生產線架構圖 .....	27
圖 3-2：影像處理技術和步驟流程 .....	29
圖 3-3：智慧產線的機器手臂 .....	31
圖 3-4：產線物聯網架構 .....	34
圖 4-1：製造現場智慧化產線架構圖 1 .....	37
圖 4-2：製造現場智慧化產線架構圖 2 .....	37
圖 4-3：智慧化產線控制及影像系統人機界面 .....	38
圖 4-5：比對模板建立 .....	39
圖 4-4：影像辨識後特徵 .....	39
圖 4-6：辨識後參考點 .....	39
圖 4-7：智慧化產線檢測產品影像系統取像及計算流程圖 .....	40
圖 4-8：筆電下方擴充基座連接器功能測試示意圖 .....	42
圖 4-9：NB 底部的 Dock connector port .....	43
圖 4-10：A 及 B 程序檢測步驟流程 .....	44

圖 4-11：智慧化產線檢測筆記型電腦螢幕翻開基準檢測圖 ..... 46

圖 4-12：筆記型電腦入料檢知示意圖 ..... 46

圖 4-13：CCD 取像及筆記型電腦 Keyborad 滾壓檢測示意圖 ..... 46



# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景

生產製造為企業最主要的營利項目，一個企業該如何在全球市場存活，必須要檢視企業在生產製造的能力，以及是否可因應並滿足市場變化的需求，才能判定此企業是否可永續經營。然而，生產製造的重點，在於企業生產管理模式的規劃與設計，若用經濟學的原始角度切入，亦是市場供應與需求間的問題，彼此間為了達成既定的目標，會考量自身企業的能力及資源，適時的改變制定策略並不斷成長朝向目標前進，然而真正推動前進的力量為市場利潤所影響，帶動企業組織的執行力和策略方向，憑藉著這二股的力量，將成為帶動企業競爭力的強弱關鍵因素，並影響企業營運與未來發展。

在企業的營運上有著很多的細節，不管是採購、製造、銷售、財務、管理等，串成企業內部的價值鏈，這許多的細節與生產製造有著密切關係，因此，企業活動的重心以此價值鏈為核心，而核心組織的運作是企業主所關心的重點，若其運作成功即代表著低成本和高利潤，生產製作的過程中，若能充分運用機器設備並提升良率，所製造出的產品將會降低生產過程的浪費，並提高生產效能而為企業帶來利潤，以此透過低成本高利潤的方式為提升企業運作的重要競爭力。

若想運用低成本高利潤的獲利方式，就必須要以創新的策略，提供客制化商品或將產品差異化，但若要利用創新讓企業長期生存，背後所需要的是生產成本的管控兼顧優良的產品品質，如此才能將產品轉入生產的流程。此外，在各種創新模式所產出的商品皆不盡相同，將可能導致生產成本會超乎預期，抑或是會讓商品的品質降低，導致創新活動無疾而終，故創新模式需搭配專業經理人的生產調配管理，必須重新檢視生產營運活動，並以製造營運活動的產品為主軸，加強生產效率、提高產品品質、降低製造成本、以及具備彈性的生產流程及產銷的管控。在此過程中，企業為維持營運活動的穩定，會仰賴於日本的全面生產管理系統(Total Productive Management,TPM)，透過生產管理系統來統整全盤的營運活動，進而強化企業內部的競爭力，但生產管理系統可能會隨著時間增加而發生系統異

常故障，使產出商品的品質受到影響，因此該如何透過生產管理系統即時掌握製程情況，進而做出適當的維護保養或生產製造決策，促使系統的穩定能被有效的維持是非常重要的。

在現今資訊科技的蓬勃發展與市場需求快速的變遷下，廠商需同時滿足新製程的需求，並提升產品的生產效率，在初始設計時，就必需考慮到各類系統的資訊連結能力，不管是透過雲端運算、物聯網、大數據(Big Data)及各式設備間的智慧串聯都需要透過精密計算設計出來，如此才能在製造的過程中，透過資料傳輸與分析，進而降低錯誤、優化整體流程、提升生產效率、管控產品品質，進而促使整體產業的供應鏈，透過資訊系統而更加流通，達到強化產業供應鏈關係的功能。為滿足資訊傳輸在生產製造的落實，中、美、德三大國開始推動「智慧工廠」之概念計畫，中國預計將在 2020 年建立完善的智慧製造設備產業體系，產業銷售方面將超過 3 兆元的人民幣；美國則是推動「先進製造技術」，以加速中小廠商投資、強化勞動力技能、建立公私夥伴合作關係、協調聯邦投資達最佳化，並預計於 10 年內在全美成立 15 個製造創新研究院，以縮短基礎研究與業界技術開發之間的差距；德國則是因為人口老化速度加快，為了能夠在日後能保持現有的經濟優勢。

藉由資訊科技的技術改良，推動工廠運作全面的進化，將會步入工業的第四次革命，也就是俗稱的工業 4.0，由此可知工業的第四次革命，對於台灣的工業而言，是必須面對的議題且與未來息息相關，因此廠商該如何導入能夠兼具成本、品質與效率的自動化生產機制，甚至朝著工業 4.0 的方向邁進，進而轉變成智慧化生產工廠，將是製造管理人員與 IT 人員的最新挑戰。

隨著少量多樣的產品需求及科技進步，機械加工製造逐漸往自動化與智慧化的技術整合。過去機械手臂應用在生產線上特定的取放路徑逐漸不敷使用，因此高靈活度多功能性的多關節機械手臂，已儼然成為市場主流產品，且在於中國大陸有越來越廣泛使用之前景，故自動化產能是未來的趨勢。生產線中能夠更為自動化，那將投資大筆的資金在生產線上，但在設計生產線流程時，必須做足所有因應的措施。

## 第二節 研究動機

面對世界市場需求的改變及資訊傳遞快速，造就了製造業改變的契機，順勢提出並推動工業 4.0 規範，因此製造業必須重新思考自身企業的競爭優勢與製造能力。傳統企業的產線面對新的衝擊，大多會直接反應在企業生產利潤上，而在全球市場交易資訊化程度提高及市場需求為消費者主導性持續增強的潮流下，過去傳統製造無法提出應變方式，也無法調整改變現有的產線生產方式因應現有市場的變化，而目前主要製造業營運項目已無法提供真正世界市場的需求，原因是全球消費市場的需求，已從大量生產商品轉而至多樣少量的彈性變化商品，造成傳統製造面臨營運及成本的重大難題，如下所示：

- 一、產業外移：過去傳統製造工廠集中於開發中的國家，當發展到一定程度之後，會因勞力密集而導致成本上升，因製造產業為需要大量勞力的產業，因工資過高會造成傳統製造不斷的往工資低廉的國家移動，因而傳統製造產業將離開開發中國家，導致傳統製造業外移及造成失業人口增加。
- 二、客製化不易：傳統製造的生產方式為大量製造產品，對於多樣化需求的接單能力於目前已無法因應。若要藉由改變來符合需求，必須從產線的設備和人員的訓練做起，其所投入的成本可能會比重新建立的智慧產線成本還高，故為傳統製造業對於客製化產線的變動部份無法進行調整的主因。
- 三、不良率高：傳統製造應用大量人力資源於品質的管控，雖然有機器輔助，但因人力的勞累程度會因時間而造成良率的降低，如此將會增加生產的成本。
- 四、資訊孤島：傳統製造對於資訊傳遞及交換的能力是相對弱勢的，其無法快速的串聯經營者和供應商及通路商，並做資訊的即時交換，且生產設

備無法傳遞資訊，造成設備間的製程無法溝通，導致生產成本提高或發生不可逆的錯誤。

五、無法預測需求：過去傳統製造的生產都是接單後立即的派工單執行生產計劃，但在生產的過程，無法深入了解生產的每一個過程的生產資訊，中間可能會發生問題和錯誤，嚴重者將造成企業面臨倒閉的可能，若在工廠生產過程中加入資料分析及管控，將會減少犯錯的機會，也可以在設備閒置時預先生產半成品，在接單後直接加工成成品即能迅速產出，或可以應用資料分析預測需求，對於製造業將是一大福音。

因過去傳統製造業在開發中國家為經濟發展的主力，但台灣從開發中國家進化到已開發的過程當中，可能會面臨上述的問題，製造業因此而必須轉型，從勞力密集到智慧化生產，而現在中、美、德三大國為推動「智慧工廠」概念，除了可結合雲端運算、物聯網、大數據(Big Data)及各式設備間的智慧串聯，並藉著設備整合及透過資料傳輸與分析，優化整體流程及生產效率，對現在的台灣製造企業而言，可隨時計算產能及各種需求不同的製程，還能夠藉由全自動的機械化，降低人力的需求，以解決高昂的人力成本等問題。

自動化設備在各產業已經演進到相當成熟期階段，過去這些的設備主要目標在縮減人力資源成本，朝向無人化工廠為目標。但面對現在多樣少量的市場改變，還是不足以面對這樣的改變需求，所以台灣製造業的未來發展必須在現況下調整，時時檢視並即時做出改變；了解是否符合未來十年的需求及企業競爭力是否足夠，同時考量真正台灣製造業的方向，該如何改變調整以迎合工業 4.0 的規範，以降低生產成本增加企業利潤，提升台灣在工業上的領導地位，因此，本研究將以智慧工廠如何應用資訊科技和組合設備及系統來建置智慧產線，如何滿足少量多樣的接單策略，探討智慧工廠的生產規劃，並以 C 公司在筆記型電腦測試產線為例，採用機械手臂輔以機器視覺的智慧產線之研究。

### 第三節 研究目的

全球在開發中國家的主力經濟通常為製造業，將商品出口至全球，為國家的外匯重要來源，過去台灣以製造業為主，因經濟進步已經達到已開發國家的條件，但因台灣經濟市場受到對岸大陸的關係，加上產業必須加速轉型的影響，造成傳統製造業外移的數量增加。製造業不僅需要大量勞力且工資過高，又因市場對於產品的要求必須客製化，種種因素導致多樣化能力及需求的產線能力受到考驗，若要符合需求，必須增加大量的成本來符合需求。

本研究對於全球市場需求改變及符合推動工業 4.0 的浪潮，認為製造商勢必會將傳統製造業轉型至智慧化的生產線。真正的智慧化產線的應用，指的是創新的生產模式，包括如何應用自動化設備及資訊技術組合出創新的生產線，因此本研究對智慧化產線的創新生產模組進行深入探討，將應用機械手臂及視覺辨識系統等等組合成智慧化產線，並以 C 公司在所組合的智慧化產線中進行筆記型電腦檢測工作，而智慧化產線可快速換線對於筆記型電腦的各個項目進行檢測，且採用機械手臂輔以機器視覺的自動化生產線，將能夠協助工廠管理者及決策者做出最佳化生產排程決策及減少人力應用，提高品管全檢效能，朝向無人化工廠為目標，同時找出在標準化與彈性化之間找到平衡點。

### 第四節 論文架構

本篇論文架構分為五個章節，各章節探討之內容描述如下：

第一章 是緒論為說明本研究之背景與動機及研究目的之介紹。

第二章 是文獻探討與相關研究介紹，將蒐集過去相關生產設備及檢測應用方法研究之文獻，並介紹相關應用的技術，包括物聯網，視覺辨識系統，機器人及機器手臂及工業 4.0 等等。

第三章 為研究方法描述智慧化產線所需的設備及應用的技術，包括：機器人或機器手臂種類及技術，視覺辨識系統的數位影像處理技術，例如：圖像預處

理，圖像分析，數據分析，結果輸出等。研究及探討過去傳統生產線所生產的方法及檢視本研究與傳統間的差異，並說明本研究差異原因與意義。

第四章 進行研究生產線檢測個案分析與可能導入結果。

第五章 歸納出本研究論文之結論，並提出建議與未來可接續研究的參考及方向，以增加研究價值及說明智慧化產線的效益及結合智慧工廠的未來發展與結論。

本論文研究流程如圖 1-1 所示。

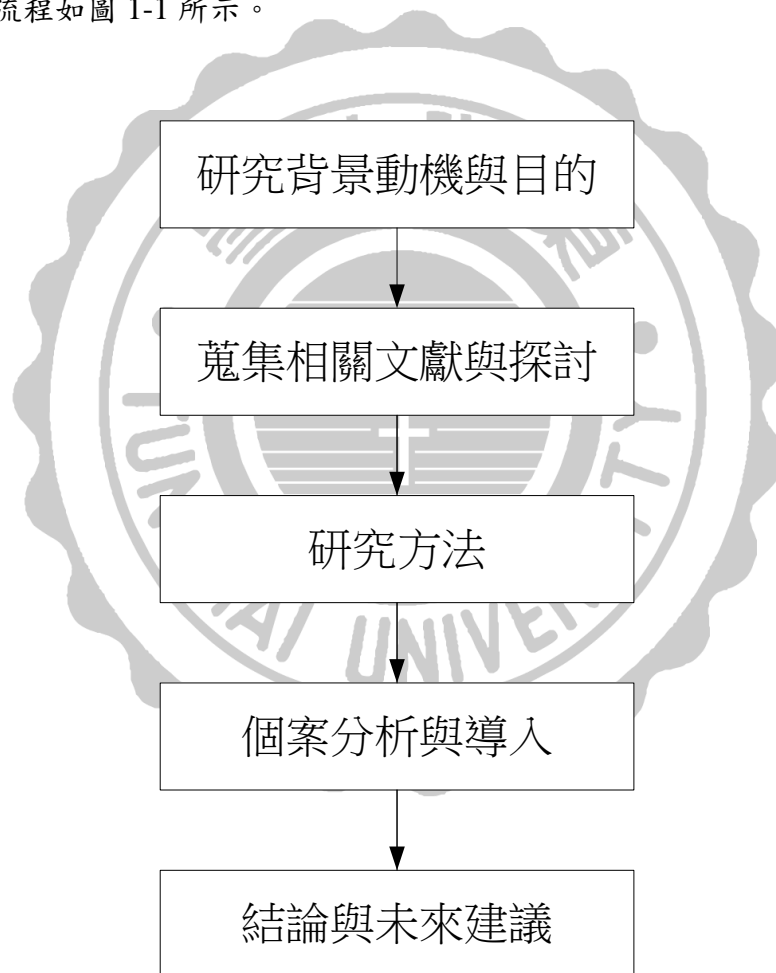


圖 1-1：論文研究流程



## 第二章 文獻探討

### 第一節 物聯網

物聯網(The Internet of Things, IoT)最早出現於 1999 年由 Kevin Ashton 學者透過 RFID 的概念所提出的想法[48]，之後由國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)在 2005 年的報告中提出物聯網的概念[49]，物聯網不只侷限在 RFID 的技術，而是應用網路的技術，包括的範圍除了原有線技術外，也寬廣到無線技術的部分，不管是 RFID、Zigbee、藍芽、WiMAX 等，透過網際網路的標準協議即可相互進行溝通，在應用上可搭配各種物件在生產、流通、消費的各種階段所使用，整體而言就是使生活中的各種物件能夠透過網際網路進行溝通，並將溝通的網路整合，達成智能化的識別和管理即成為物聯網[5, 14, 24, 36, 42]。

物聯網能夠被實現於日常生活中，網際網路扮演著很重要的角色，物件中搭配著無線感測器，但無線感測器會有著傳送/接收資料的距離問題，藉由網路的轉換不僅能讓遠端的感測器相互溝通外，同時也可讓使用者透過網路遠端操控感測器，如此，將能夠讓使用者運用網際網路享受物聯網的服務，不管是透過網頁的發展或是手機 App 的操作[29]。

在過去有幾篇研究與應用是和物聯網相關的研究，不管是超市的智慧貨架藉由 RFID 標籤應用於商品中，可解決商品的存貨盤點和監控商品的情形，已證實 RFID 的技術應用可增加商品的準確性和安全性[5]；刑事警察局透過 RFID 管理設備去管控證物櫥櫃與門禁管控應用，特別是針對門禁、電子磅秤、動態地圖、影像、資料庫整合應用[42]；或是透過 Zigbee 的感測器對現實生活的環境作監測，不管是溫度或濕度還有亮度都可隨時掌握，並透過網際網路的方式隨時在遠端的過程上作調整[16]；電子寵物能對周遭對應的物件進行互動，內含語音辨識和會話系統還有部分家電的控制整合[28]；透過 RFID 和 Zigbee 結合物聯網的技術應用於資產管理[42]；在居家或圖書館埋上各式的感測器並搭配網路成為物聯網，將可發展多元化的系統達到智慧化，並提升資源使用率及生產力[5, 20]；世界各國對於發展物聯網的市場也積極的展開，藉以增加國家的競爭力，如表 2-1 所示：

表 2-1：各國物聯網發展概況

資料來源：[5, 14, 28, 40]

國家	內容
台灣	(1) E-Taiwan 應用推動計畫(2002-2007)，建設基礎資通環境。 (2) M-Taiwan 寬頻管道建置計畫(2005-2008)，線上服務普及及整合服務和互動。 (3) U-Taiwan 發展優質網路社會(2008-2009)，E 化服務垂手可得。 (4) I-Taiwan 智慧台灣(2012-2016)：建設智慧化資訊基礎、推動智慧化生活創新應用、落實文化創意與人才培養。
美國	(1) 2008 年提出智慧地球計畫。 (2) 將物聯網列為「2025 年對美國潛在影響最大的關鍵技術」。 (3) 投入物聯網相關的發展，不管是感知(Instrumented)、戶聯互通(Interconnected)、智慧化(Intelligent)，並透過物聯網創造新價值。
歐盟	2009 年提出「歐盟物聯網行動計畫(Internet of Things – An action plan fore Europe)」。 
中國	2006 年北京國務院發佈「國家中長期科學和技術發展規劃綱要」，並明確的將物聯網納入中國的傳感資訊中心，也就是 2009 年溫家寶所提出的「感知中國」。
日本	(1) E-Japan(2000)，促進資訊化基礎設施建設。 (2) U-Japan(2004)，著力發展普及網路。 (3) I-Japan(2009-2015)的中長期資訊技術發展策略，在 U-Japan 基礎上，透過資訊技術使全民變得更便利。 (4) 期望在 2010 年將日本建設成隨時隨地、無所不在的網路社會。
韓國	(1) U-Korea(2006)，建立智慧型網路基礎建設。 (2) 2009 年發展「物聯網基礎設施建構基本規劃」，以建構物聯網基礎設施、發展物聯網服務、研發物聯網技術、營造物聯網擴散環境。

透過物聯網的技術發展，將可打破過去的資訊(information technology, IT)基礎建設，過去的資訊建設並無直接整合的概念，而物聯網的意義在資訊設備整合到生活或是社會管理上，其中包括三個概念分別為[12, 28, 37, 40]：

- 一、全面的感知擷取：在物件上佈上感測器或是標籤，接著應用感測器或條碼獲取物件的訊息，以留下資料並透過網路進行傳遞。
- 二、可靠的傳遞媒介：應用各種設備並搭配網際網路將物件上擷取到的資訊傳遞出去。
- 三、智能運算處理：取得物件上的資訊後，並透過資訊處理中心分析和處理訊息，並針對物件進行智能控制。



圖 2-1：物聯網架構

資料來源：[28, 37, 40]

因此，透過上面概念，將可發揮物聯網的效用，如圖 2-1 所示，未來使用者將可透過物聯網有效的管理資料通訊設備達到 1000~1500 個以上，並結合感測設備

對物件進行監測，可查找出物件的具體位置，也能對設備、人員、機器進行集中控制、管理及搜尋位置、防止物品被盜等能力[22]，在本研究透過物聯網的方式節省各項成本，讓網際網路掌控各項機器設備，將能有效營運廠房。

## 第二節 視覺辨識系統

智慧工廠生產線所要生產的工作項目，必須根據機器手臂的輔助才可達成快速且一致性的生產工作，而為了確保工作的精確度，提升整體生產線的核心能力，必需輔以機器視覺，也是本節所要討論的視覺辨識系統，此系統的技術應用關係著整體產線所生產的產品良率，以及產品精緻程度。對於整體產線而言視覺辨識系統為智慧化產線缺一不可的裝置，正因如此，全球工業若要推動工業 4.0，則須要謹慎的規劃智慧工廠，其中必須先以機器視覺技術及影像處理技術的相關應用為快速提升的部份[27]。

過去傳統工業在製造產業的發展過程當中，由於時空背景技術在機器視覺技術領域尚未成熟，生產方式大多為人力生產為主，其整體生產過程為單調且冗長，造成作業員經常出現累勞注意力不集中等問題，引起產線效率低落。由於科技及資訊技術發展的後期，機器視覺技術進步快速，開始導入生產線來輔助產線上的工作項目，因此提高生產效能及產能，也降低人力成本及發生失誤的風險，在此優勢之下，視覺辨識系統為製造業者導入生產應用，造就自動化生產的生產模式，過去有不少廠商因自動化生產模式來增加生產競爭優勢，來減少人力成本，但自動化生產方式因世界環境的改變及生產的相關技術皆已達到改變生產模式的水準，加上過去全球市場以消費者主導的消費型市場，使得需求產品的方式，必須轉變成為多樣少量的方式，才能保持企業在商場的優勢。為了滿足消費者市場，因而推出智慧產線面對全球化的市場，因智慧產線其中的核心為機器視覺技術應用，因此各廠商競相推出各式視覺系統整合方案，滿足工業應用多元需求[6, 41, 45]。

製造產線對於生產的工作項目，講求高準度操作及反覆動作要求，若用傳統人工製造的方式，將會有很多問題存在，若要進步至智慧產線的話，必須透過機器視覺技術，才能夠更快速運用產線的一致化處理模式進行，避免人為目測所發生失誤。真正的機器視覺就是應用機器來取代人眼工作，減少大幅測量時間跟減少人為判斷誤差，其主要的概念為應用視訊設備代替人類眼睛，將其所看到的影像透過感測的晶片及電路設計及訊號轉換到控制晶片，將訊息傳遞到具有計算能力的主機，應用影像處理程式即時分析處理訊息轉化為可應用的資訊，配合視覺系統技術提升至此，造就檢測精準度高，可以在短時間獲得精準的資訊，而這些資訊將可達到自動化需求[6, 8, 11, 26]。

真正智慧工廠要求製造產線必須符合工業 4.0 的規劃，在產線上必須依賴工業機器人才有辦法達到，因此，智慧化產線必須結合機器視覺及運動控制，這二項技術所組成的產線並搭配中控設備與通訊系統，已成為缺一不可的組合，其中最困難就是視覺技術的提升及配合，因此智慧工廠自動化需求，必須快速提升機器視覺技術及運動控制和量測儀器等與電腦平台整合需求。

視覺系統核心技術指的就是影像處理的技術問題，不外乎就是處理影像的問題[13]，透過影像處理來達到配合中控系統的指令來達到產線的生產要求，而影像處理的技術例如對於圖像濾波問題，主要為保留圖像細節特徵對目標中心的圖像進行抑制雜訊動作，而處理效果的好壞會直接影響到後續處理和分析有效性和可靠性程度，可搭配其它技術進行處理，像是非線性濾波器編輯，因非線性濾波器基於對輸入信號為非線性映射關係，可以保留信號特徵能克服線性濾波器缺點，還有形態濾波器可以進行在形狀識別、邊緣檢測、紋理分析、圖像恢復和增強等功能，因此在形態上將是很好利器，可以有效的提取特徵和平滑圖像，除了上述的例子之外，還有很多影像處理的技術和功能被應用在視覺系統上，來進行產線上的應用，使得產線因這樣技術的應用，讓產線的生產變的順暢及迅速[9, 33, 39]。



圖 2-2：視覺辨識系統架構圖

資料來源：[46]

上述圖 2-2 為組合一個視覺辨識系統基本架構圖，主要應用影像設備和網路設備及影像處理技術組合成一個系統，其中應用影像設備包含鏡頭(Camera lens)及高敏感度的影像感測器(Camera)，將擷取欲處理的檢測物件或組件的影像，並應用網路設備來進行訊息傳遞，將傳回的影像資料給予分析影像的主機進行影像定位及處理，此系統組合將會應用在產線自動化及工廠智慧化過程中，機器視覺應用將會普及於各類型的產線，因為各類型的產線需要判斷各種不同形狀的物件型態及位置和角度，透過資訊的傳達來配合產線正確的位置，以順利抓取正在移動的料件，進而完成自動化加工及檢測的動作，此方式將可以高速生產作業及降低生產成本，並可以提供管理者應用統計分析，進行管理測試資訊及記錄，不僅可以提高校正效率及診斷整體產線的問題，也可將過去會威脅作業員或工安部份這樣較難處理的問題，例如：艱困或危險的監測環境，透過視覺影像數位化處理的程序來處理，此系統會是最經濟有效的方法[8]。

### 第三節 機器人及機器手臂

機器人一詞源自捷克作家查貝克(Karel Capek)於1920年發表中"羅薩姆的萬能機器人"(Rossum's Universal Robots)的劇中用語[32]，在現今科技發展日新月異的發展下，1962年美國Unimation公司推出了世界第一部工業用機器人取名Robot，字源於捷克語Robotnik，意指「奴役」[15]。從此為了讓人類的生活更加便利，於是造就機器人出現在我們的生活中，不管是工廠製造、生活管家、益智娛樂、危險環境的探勘、看護等，而大致上可分為服務型機器人(Service Robots)和工業用機器人(Industrial Robots)。這二種機器人的差別在於服務型機器人用於生活上，若在依照功能細分則可區分成益智娛樂用機器人、迎賓機器人、家事機器人、管家機器人、教育機器人；而工業用機器人則以工業製造為主，不管是危險環境的探勘或是機器廠房的生產製造，透過工業機器人將可節省人力成本和不容易出錯，且可降低工作危險性[4, 17, 23, 32, 43]。

在過去曾有幾篇研究與應用是和機器人有相關的研究，不管是將機器人用於寵物狗AIBO或機器人QRIO，這二種機器人的應用都是透過影像處理及各類感測器達成人與人的互動[7]；目前台灣研究單位專注於製作單一性的機器人，讓該機器人能夠手腳靈活運用，使機器人能夠作到行走和翻跟斗[7]；或是機器人有著保全和看護及救援能力的輪型機器人，輪型機器人也成就許多的功能[7, 47]；美國Wowwee公司也開發出螳螂機器人(Robotics RoboQuad)，此機器人能夠做防衛、睡覺和跳舞等動作[35]；或是在娛樂型機器人結合電腦視覺影像的撞球型機器人，可陪同使用者益智娛樂[8]；或是透過視覺影像搭配機器手臂去追蹤目標物[21]；還有研究是透過網路連上網頁，直接對遠端的機器手臂下達命令和監控[34]；最為貼近目前所需遠端遙控並藉著藍芽傳輸的方式搖控機器人，使機器人能夠達到行走或較為複雜的肢體功能[10]；醫學上的機器手臂也不具應用人形外表去執行外科手術，或是透過機器手臂搭配ZigBee無線傳輸系統對病患作復健[30]。

機器人可區分成人形機器人和非完全人形機器，通常工業用的機器人則為非完全人形機器，可稱作「機械手臂」(Robotically Arm)或「機械手」(Manipulator)，主要是因為在工廠的生產製造上，機器的主要目的為加工產品線的生產製造，因此需要的是部分功能即可達成，所以不需要整部機器人佔用工廠空間或是其他的成本，且機器手臂在生產製造的過程中還是以模擬人類的動作為主，但實際上則可透過機器手臂的幫助減輕人力負擔的搬運機械或生產加工，大部分的機器手臂活動都是以較簡化的自由度來模仿手臂和手腕還有手指的行為，因此，機械手臂多為三個關節，方便於簡單的加工和搬運，如圖 2-3 所示，且需要達到四個組成因素[15, 23, 31]：

- (1) 自由度建構：完成抓取的動作。
- (2) 驅動原件(Driver Unit)：電源從致動器傳到各自由度上。
- (3) 致動器(Actuator)：馬達或馬達驅動器。
- (4) 感測器(Sensor)：機器人的力量函數、壓力函數和位置偵測。

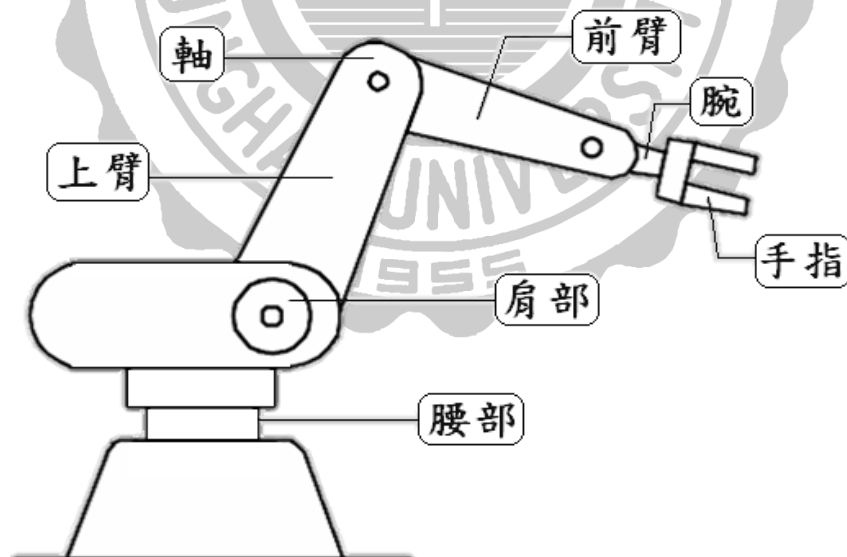


圖 2-3：機器手臂各部位名稱

資料來源：[15, 44]



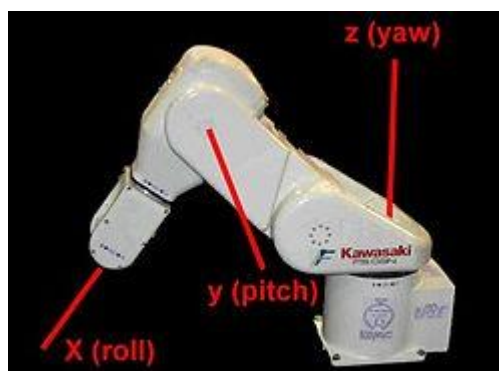


圖 2-4：標準三軸關節型機械手的 X、Y、Z

資料來源：[38]

若以機械結構或動作方式，則可區分為四類分別是線性機器人(含直角坐標型與門型)、SCARA 機器人、關節型機器人及連桿機器人等，則線性機器人原理於平移移動，或是前臂件呈現 90 度角，並透過 X、Y、Z 等三軸作為代表，並且在各範圍內進行工作，如圖 2-4 所示，適用在插入電子原件於电路板的簡單工作；關節型機器人則在執行任務上，能夠有不同角度的旋轉和靈活的動作，因關節型機器手臂上有三個以上的旋轉軸，一個連桿是裝在基座上能夠旋轉，另二個連桿所呈現的運動型態如同鉸鍊間讓工件能夠相對的轉動，其轉動軸在水平和垂直都有，所以不管在抓取物品或避開障礙物上都可完成。若從關節構造上進行區分則是三軸(含)以下或多軸二大類，雖然這二方面的市場並不衝突，但在應用和功能上則會有明顯的區隔，所以應依據工作種類和各式的生產製造流程選擇合適的手臂和關節構造，本研究中則是取用關節型機器人和多軸的關節，使各軸都能做到旋轉，讓工作範圍更加擴大[15, 18, 21, 23]。

本研究中將透過物聯網的網際網路應用，透過手持式裝置或電腦透過遠端的方式控制機器手臂和生產線，藉由物聯網的感測器和網路傳輸將能隨時掌控生產線的脈動。

## 第四節 工業 4.0

全球的製造生產息息相關，也因此工業的發展也相互牽連，從原本純人力的製造至工業機械的發明，此發明開創未來的便利生活，因此，工業的發展對世人來說是極為重要的歷程，工業發展以目前而言可區分為四個階段，分別是第一階段在18世紀的60年代到19世紀中期也就是1712年湯姆斯 紐科門(Thomas Newcomen)發明紐科門蒸汽引擎，是利用水力和蒸氣作為動力源，當時是透過機械式蒸氣機提供電力；第二階段是在19世紀後半期到20世紀也就是1913年亨利 福特(Henry Ford)利用電力大量生產汽車，從此電力廣泛的被應用在大量生產上；第三階段是20世紀後半期也就是1969年迪克 莫利(Dick Morley)製造出世界上Modicon084也就是第一台的PLC，從此數位革命開啟工業控制的PLC時代，也就是利用電子設備及資訊技術來增進工業自動化；直到現今邁入第四階段是由德國機械及製造商協會(VDMA)所提出的智能工廠和智能生產與信息網路系統，也就是物聯網與智慧感測系統(Cyber Physical System, CPS)的整合並發展出智慧製造，如下圖2-5所示[3]：

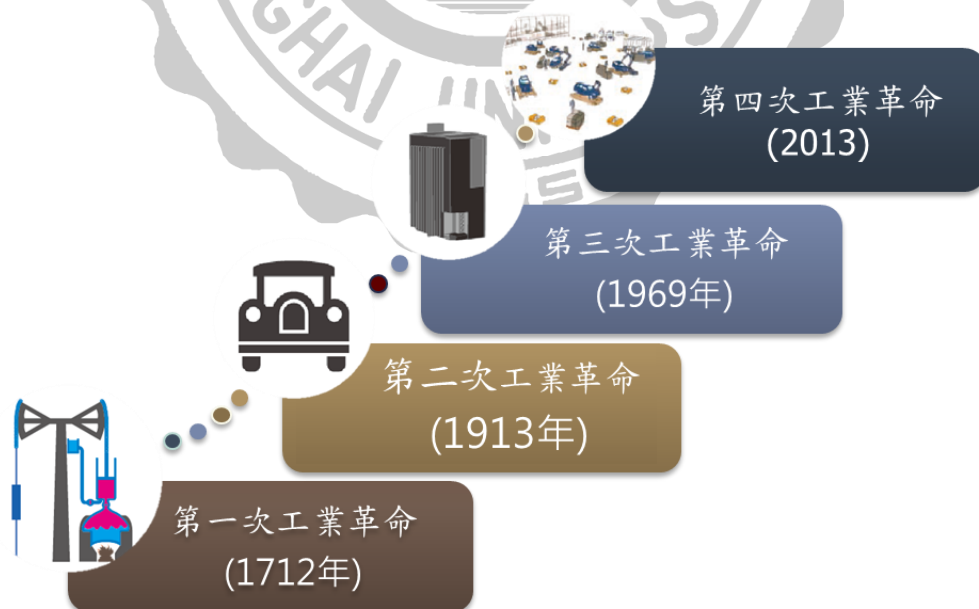


圖 2-5：工業發展歷程

資料來源：[2]

工業4.0最早是在2011年的漢諾瓦工業博覽會所提出的概念，並在2012年的10月由羅伯特 博世有限公司的Siegfried Dais和德國科學院的 Henning Kagermann向德國聯邦政府提出工業4.0的實施建議，最後再2013年的4月8日在漢諾瓦工業博覽會提出最終報告，也開創了工業4.0的發展契機，所謂的工業4.0就是工業3.0的演化，並且加上物聯網和智慧感測系統所組合而成，不僅解決人力資源的不足，也能夠拓展科學和研究的範圍，帶來高端技術進而帶來繁榮和就業機會[19]，對德國政府而言工業4.0是政府推進的「高科技戰略」(High-Tech Strategy)之一，此集和多項不同領域的研究和創新計畫，現今範圍已橫跨氣候、能源、建康、營養、交通工具、安全等多項不同的領域，將能夠實現未來10~15年的技術發展[19]。

歷經工業三次革命後，現今輪到工業的第四次革命，世界各國在這第四次革命中也投入不少資源，皆認為是未來發展的重心，工業4.0的發展若攤開來看，也就是結合雲端運算(Cloud Computing)、物聯網(The Internet of Things, IoT)、大數據管理(Big Data)和智慧整合感控系統(Cyber Physical System, CPS)的結合，透過這四項技術的整合，才能發展到工業4.0的時代，而這四項的技術也是近幾年才出現的，如下所示[25]：

- 一、雲端運算：透過網際網路共享軟硬體資源或資訊的運算方式。
- 二、物聯網：藉由網際網路或傳統的電信網，讓物件與物件間能夠相互溝通。
- 三、大數據管理：藉由無法透過人工計算的大量資料，去分析處理成能夠解讀的資訊。
- 四、智慧整合感控系統：感測器裝置透過網際網路將資訊傳回給電腦做運算分析的系統。

若是能夠結合機器人和人工智慧(AI)並配合這四種技術，將能達到的效果如下所示，同時即是智慧工廠的發展如圖2-6及圖2-7所示[25]：

- 一、透過大數據管理和雲端運算分析機器設備所回傳的大量資料，並從資料中進行分析機器或商品產生瑕疵或損壞的原因，進而提高商品的良率降低成本，這二項技術除了可應用在生產製造上，還可應用於銷售和消費者身上，如此，將可分析出消費者的需求進而改善產品增加銷售。
- 二、透過智慧整合感控系統的計算，在建立實體生產線前先模擬產線所需的各式資源，並進行自動化系統的整合規劃，將有效降低在建立實體產線的資金、時間、材料、人力和設備，能夠讓產線盡快上線執行生產。
- 三、透過物聯網和感測器的傳輸溝通，並利用感測、無線、有線和衛星等多種通訊網路，讓設備相互溝通並合作生產，且必須要保障在傳輸的過程中不得受到電氣干擾和資料竄改的影響，如此才能確保資料的正確性。
- 四、透過人工智慧與系統的整合，將可智能的判斷與決策並且主動和設備溝通，如此，就不需要人力介入去分配資源。
- 五、透過機器人取代人力，以執行重複性高或高危險的工作，將能夠有效的提升產能及效率。

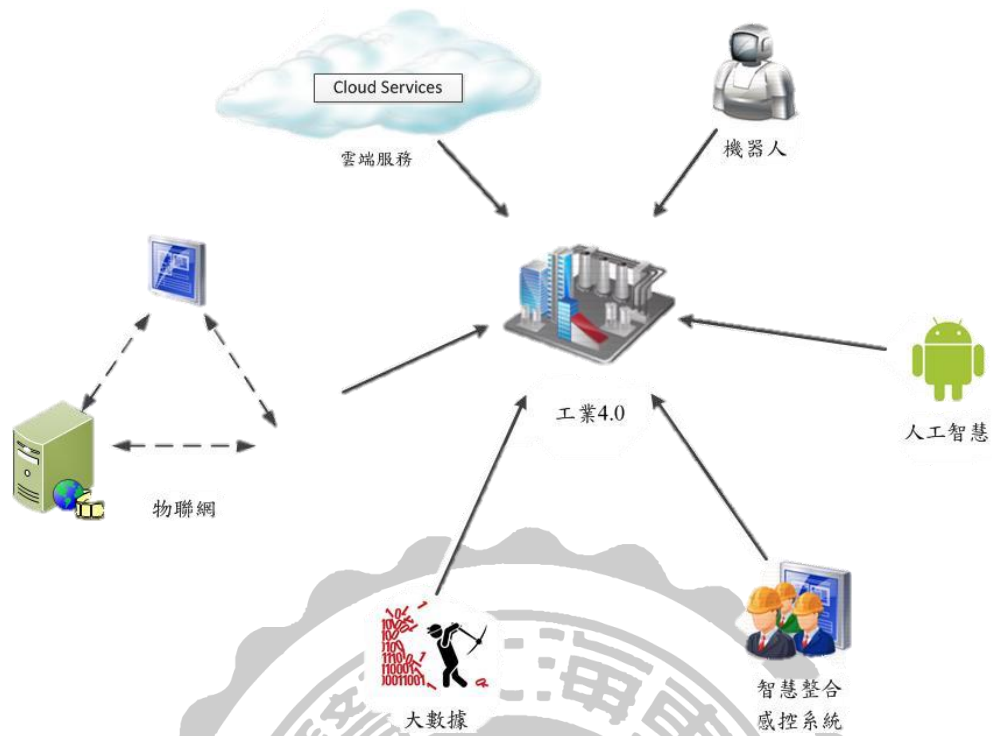


圖 2-6：智慧工廠

資料來源：[25]

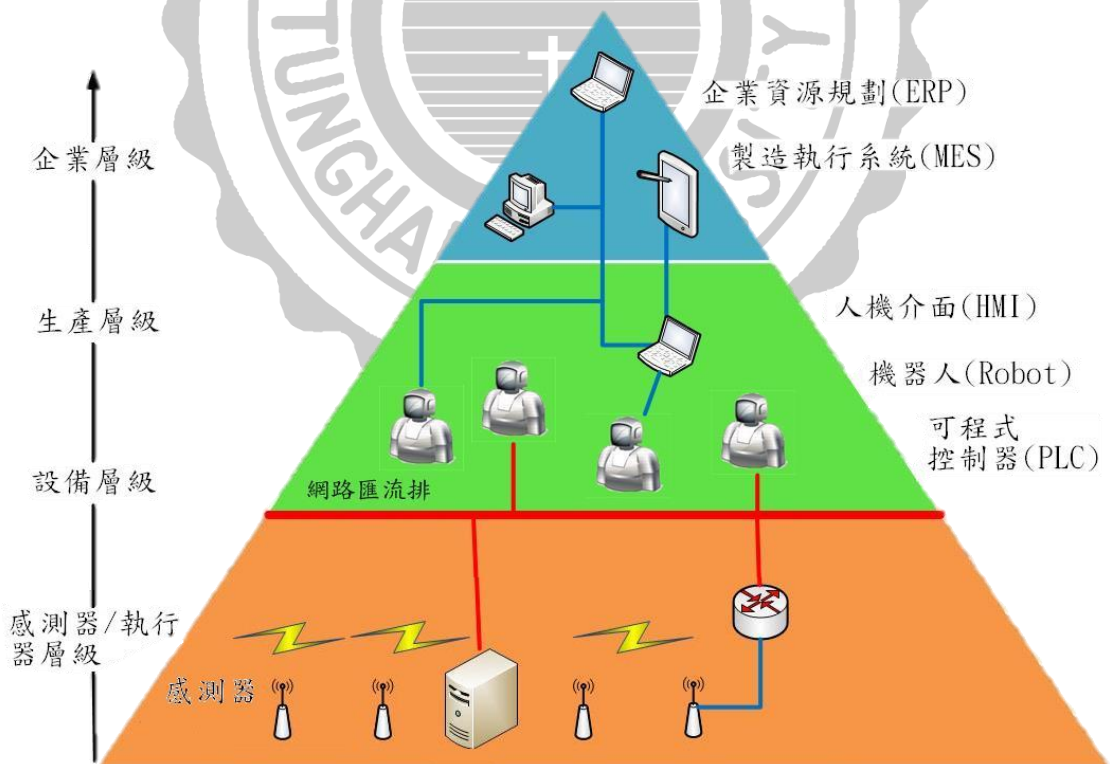


圖 2-7：智慧工廠之階層架構

資料來源：[2]

由此可知工業4.0所帶來的發展是影響重大，若想發展工業4.0就必須要符合某些規定才能有所發展，透過『保障德國製造業的未來－關於實施工業4.0戰略的建議』的報告書可得知需滿足八個關鍵領域，如圖2-8及以下所示：

- 一、標準化和參考架構：工業4.0要發展勢必會透過網路才能有所發展，因此，必須在初期的階段就需先製訂規格和標準化的規範，未來才能夠透過標準的介面規範藉以相容來整合和統一。
- 二、複雜系統的簡化管理：未來的生產製造會因為多種介面和系統而變的複雜，因此，工程師需發展適當的流程和容易理解的模組，才能以最快的速度透過簡單的方法解決複雜的系統。
- 三、穩定且快速的網路基礎建設：工業4.0的關鍵要素在網路的連線，所以需有穩定且快速的網路基礎建設才能夠讓網路暢通，進而讓物聯網成真。
- 四、安全與保障：安全保障一直以來是最重要的因素之一，不管是在生產製造的過程中是否會造成人員或環境的危害，到工業4.0後透過機器人可降低人員的危害，但數據傳輸可能會遭竊取或濫用，因此，也需要對數據作保護避免產生更大的危害。
- 五、工作的組織與計劃：組織文化皆可能因工作內容而有所改變，不同的組織文化將改變工作內容、工作環境和工作流程，因此需製訂部門間的相互合作、員工的終身學習和觀摩成功案例是相當重要。
- 六、培訓和持續的職業發展：工業4.0將從根本上改變人們的工作和專業的能力，因此在持續的培訓和發展上就需培養學習組織的工作方式，才能藉著終身學習和工作發展個人的職涯。
- 七、監管框架：工業4.0在建立新的製造流程和網路架構時必須遵守法律，且法律也需考慮創新發展而有所調整和改變，包含保護個人資料、企業資料和貿易的限制...等，必需透過立法、合約或公司集體協議來自我監管。

八、資源效率：工業4.0將帶來生產力和效率的提高，將導致製造業在原材料和能源上的消耗非常大量，也可能對環境和安全造成很多潛在風險，因此，在發展上需要評估潛在威脅作相互平衡。

工業4.0是結合現今的各項技術所演化的工業革命，當滿足八個關鍵因素後所帶來的結果，不管在生產和產業發展上都能看到其成果，因此，在生產製造前，需先透過資料分析找出最有效的方法，藉以提升產量、效率和品質，運用最少的資源和成本將效益最大化。工業4.0雖然為企業帶來成本效益的最大化，卻同時也可能帶來潛在的威脅，故對企業而言需取得權衡才能夠永續經營。



圖 2-8：工業 4.0 之關鍵領域

對於工業4.0許多學者有新的看法提出，此論點將6C和6M的部份應用於工業4.0，其內容包括：內容(Content)、虛擬網路(Cyber)、雲端運算(Cloud Computing)、連結(Connection)、社區與社群(Community)、客製化(Customization)等等，再加上6M部份，包括：建模(Model)、測量(Measurement)、工藝(Method)、設備(Machine)、材料(Material)、維護(Maintenance)，主要由李傑教授與於2014年所提出看法，為6C加上6M等於工業4.0的執行方程式，如下圖2-9所示：

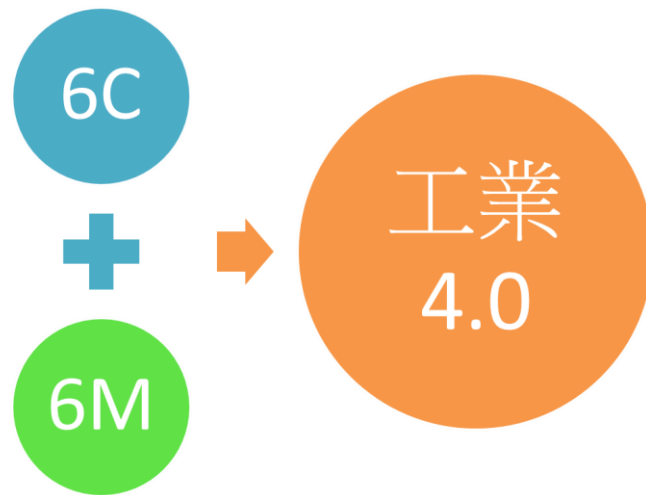


圖 2-9：工業 4.0 執行方程式

資料來源：[1]

工業 4.0 可說是由資訊傳遞和製造能力來相加組成生產製造，以達到工業 4.0 的要求，工業 4.0 是將過去和現在發展的虛實系統加以融合的製造業系統體系 (System of Systems)，並應用 6C 系統應用分析，讓製造系統的運作達到最佳化；與 6M 系統指的是製造生產過程中，透過系統整合，讓整體生產製造流程自動化與最佳化。而 6C 系統包括[1]：

- 一、內容(Content)：主要是資料的部份，包括：客戶資料、供應鏈資料、合作夥伴端資料與生產製造資料等，作為未來工業 4.0 之大數據分析用資料。
- 二、虛擬網路(Cyber)：為製造生產必須依賴的溝通的橋樑，小到生產線上任何設備及感測器的資訊網路化，大至智慧整合感控系統(CPS)複雜之網路的交換資訊的能力。
- 三、雲端運算(Cloud Computing)：應用雲端運算技術，將製造資料及數據傳到雲端，取代傳統本機端的運作模式，而提供整體資料的快速分享及運算。



- 四、連結(Connection):為任何具有計算及傳輸能力的設備的連結能力,包括:  
工業設備與網際網路技術,形成物聯網連結傳遞能力。
- 五、社區與社群(Community):產業上下游所發展出的相互關係,包括:客戶  
關係管理(CRM),供應鏈管理(SCM)等社群交換訊息及經營信任的能力。
- 六、客製化(Customization):因應市場需求變化,根據客戶需求所訂製產品的  
生產模式,核心為 C2B(Customer to Business)商業模式。

另一個部份為 6M 系統部份,包括:

- 一、建模(Model):為整體的模型建立與虛境模擬(Simulation),事先模擬規劃  
製造組裝流程步驟與空間設備規劃,設置產線前排除問題。
- 二、測量(Measurement):具智慧感測的測量與檢測能力,如品質管控與生產  
過程的即時檢測。
- 三、工藝(Method):生產製造參數及工藝的結果。
- 四、設備(Machine):自動化與具智能的生產設備。
- 五、材料(Material):具智慧辨識的原材料,擁有辨識生產原料是否優劣能力。
- 六、維護(Maintenance):設備維護能力,維護設備能力即代表綠能能力,將減  
少不必要的設備支出。

以上這個執行方程式新論點,將工業 4.0 的描述更加完整。

### 第三章 研究方法

本研究針對於智慧化產線的創新生產模組進行深入探討，為了因應世界潮流及推動工業 4.0 的浪潮，從過去自動化產線演變至智慧化產線，雖然都是以生產產品為核心，但真正的生產模式已全然不同，過去自動化生產的主要原因為工廠針對人力成本上的考量，在企業經營策略之下為精減人力及如何提升生產效率，為每個企業追求的一大方向，也是過去工業 3.0 的核心。但現在不論基礎設備及相關科技已到成熟，必須重新思考市場變化的速度及需求的改變，而為了符合多樣化市場需求，也必須考量企業經營資源的限制，在有限的資源之下思考如何將產線重新規劃，以符合企業經營及市場效益，這是目前各企業必須面臨快速變遷市場的問題。有於鑑此，各個企業必須盡快改變其生產產品的模式，因這對於企業衝擊較小是能改善現況且是立即有成效的改變，而本研究根據上述問題及前提下，且在符合世界市場潮流所要推動的工業 4.0 規範，讓企業經營者重新思考如何面對這個巨大的改變，而提出的創新產線生產模式思維，除了將工業 3.0 的自動化產線的自動化功能持續之外，將過去自動化所減少的人力應用在現在生產機器人或機器手臂無法達到的生產功能的工作上，例如：組裝材料是否為良品的辨別，這是目前機器人或機器手臂無法達到的能力，因為機器人或機器手臂通常於指令下達之後只能作單調的工作，而無法辨別原料是否為良品，這是唯有人力才能辨別的工作，但確實可以提升生產效率，而這樣的生產組合模式，將成為未來生產模式的優勢，也是企業經營競爭優勢之一。

如何提出新的生產創新的應用模組，為本章探討的重點，同時考量市場需求及未來企業的競爭力，在有限的資源下審視組織是否符合智慧化產線進行研究，同時必須考量該如何符合工業 4.0 的規範及在企業經營成本的情境，針對如何組織一個創新智慧生產線所必需應用的設備組合，以及如何改善過去傳統生產方式缺點進行說明，並應用所提出創新的生產模組應用在不同的連續產線組合，進行多樣化功能組裝，以達到多樣少量的市場需求及快速更動產線的能力，因這樣的企

業策略及智慧化產線的改變，將會重新整合整體的製造產業，也因智慧化產線加速生產效率及提升人力應用層面升級至機器無法勝任的工作，成為智慧化生產線模式的核心重點。

本研究中的智慧化產線模組主要分為四大部份；自動化輸送帶、影像識別定位系統、機器人或機器手臂、製造系統，如圖 3-1 架構圖所示，首先為承載本體組件之自動化輸送帶，一個智慧化產線的運行，從輸入到輸出完成，必須依靠自動化輸送帶不斷承載其工件本體進入組裝或檢測的生產工作過程，而定訂自動化輸送帶的移載速度，必須配合機器人或機器手臂的工作流程步驟及速度，才能完整處理智慧化產線的工作運行，第二部份為影像識別定位系統，其是為了組裝或檢驗元件位置的定位辨識工作，取代傳統人工定位作業，當本體組件透過自動化輸送帶移載至組裝或檢測工作區時，代表其它元件必須經由機器人或機器手臂作組裝元件到該到達的位置或是將本體取放至某測試定點，且某些測試需有檢測線材的插拔動作，所以在這樣的需求下位置的定位，是需要相當精確的區域識別，精確度可能到達很小的公差值，而這樣的工作必須透過視覺辨識系統進行影像辨識技術才可能達到，所以要進行本體組件基礎定位及組件區域識別等工作，必須透過影像辨識技術一連串的流程，才可將這些位置資訊識別出來，而這些資訊將成為元件定位時的視覺辨識系統參數，這些的參數將會成為智慧化產線產能的關鍵能力。因為當本體組件進入產線時，不論是要進行組裝或檢驗工作，都必須將工作所需要位置進行識別，其中要識別本體組件或元件都要在所設計的視野範圍區間，才可順利將元件插入或檢測產品的工作，第三部份為機器人或機器手臂，其使用的目的在於代替產線上人力資源，因過去傳統產線以人力資源為主力，不論為插件或辨視檢驗，都會有疲累所造成相關產品不良與生產效率的問題，原本使用人力資源可能必須三班才達全天候，應用機器人或機器手臂將可全面替代，給予企業在生產效率大幅提升，而機器人或機器手臂工作必須透過視覺辨視系統及製造系統給定的定位參數，配合生產機器人所設定的參數，應用機械結構進行指定動作從事生產，由視覺系統取得位置座標並計算整合至製造系統，透過系統指

揮給予機器人或機器手臂定位資訊及相關控制參數，進行夾取元件或將元件插入本體組件、或執行工件檢測流程。最後部份為製造系統，其主要的功能在資訊的溝通及指令的下達，因智慧化產線生產過程中的相關資訊都會影響生產良率及效率還有產品的生產管理，因此上述自動化輸送帶流速及運作狀況、影像系統辨識後的結果、機器手臂運行的狀態及座標資訊等，皆需彙報至製造系統作統合，再由製造系統下達給各控制系統進行作業，而這些生產設備各自都有感測設備及運算能力，且經由乙太網路(Ethernet)作串連，自然形成生產物聯網，而製造系統則為指揮中心，處理相關生產的協調及資訊的管理並下達控制運作的相關指令，最後將上述架構提出新的應用組合，成為智慧化產線的模組，可從事多樣生產工作，並依此模式打造智慧化產線衍生模組，未來可以經由重組而加入多樣化的產線。另外將此運作模式下生產過程期間的參數資訊彙整成為資料庫，能輔助生產流程的改善，並可在市場上擁有快速決策的能力以因應多變的市場需求，並符合時下推動的工業 4.0 規範下的競爭優勢。

而這樣的新模式的組合產線，看似只單純運作單一項目的功能，卻可以讓整體生產線效率能提升很多，未來若將這樣新模式的重新組合分配至整體的產線，並加強參數設定和產品與產線的相關係數值研究，將對於整體系統的運作有相當大的幫助，除了控制系統可以快速精確給予各設備機構指令之外，變更產線的設定也會相對時間變短，而也因整體智慧化產線擁有產線物聯網，在傳遞訊息及控制的效率將會大幅提升，也可重新分配控制系統及其它所應用的系統，透過物聯網重新組合分配成為一個新整體的產線方式，可執行更為複雜的工作及能力，將會成為未來生產的方法，而接下來介紹智慧化生產線所需的設備及擁有的功能。

所提出的智慧化產線的基本組合如下圖 3-1 所示，將有 Touch Screen 應用 com port 及 VGA port 和 PC-Based Controller with VisionSystem 通連，使用都透過 Touch Screen 介面和使用者工作互動，而 PC-Based Controller with VisionSystem 透過 Hi Speed Link 連結自動化輸送帶及輸送帶的速度控制，以及 NG Lifter 回流機制控制；透過 GigE Lan 連結影像感測裝置 (Camera) 進行影像識別控制；也經由 Ethernet

下達指令給 Robot Controller 去控制產線上的 Robot，進行組裝或檢測的工作，同時防止產線組裝或檢測時間過長而影響產線下一道工序，設計二個緩衝區為 Docking Area(擴充基座測試區)來進行產線時間調配的緩衝動作，同時配合第二次的影像識別的工作，進行細部定位處理，以完成生產工作的配合。

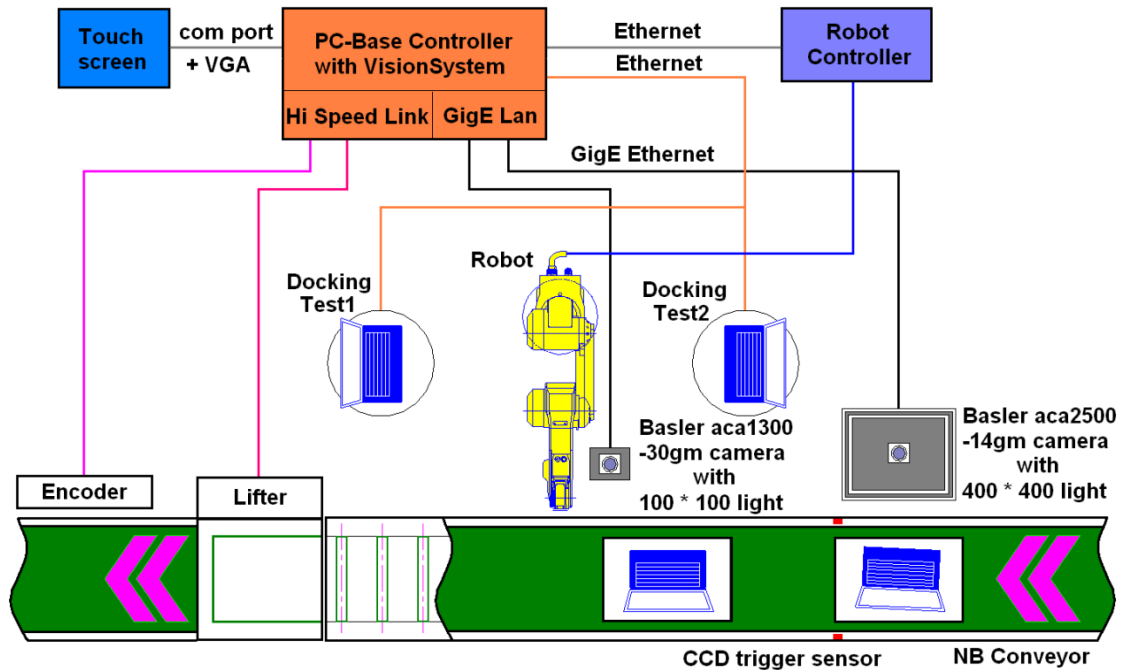


圖 3-1：智慧化生產線架構圖

## 第一節 產線影像處理系統

一個智慧化生產線存在的目的為何？主要的目的在於減少人力成本及提升生產效率，在這樣的要求之下，必須思考如何在產線生產時減少不必要的動作及錯誤的機率，而這樣的目的，使得整體的產線必須非常精確並且有效率的將每一個生產的步驟精簡，而如何減少錯誤及動作，跟二個部份有關：一為生產步驟的最佳化，以及人力視覺辨識問題，而第一部份為生產線規劃，其必須考量的生產流程，而第二部份為影像視覺辨視系統引導機械手來取代人力的部份，因傳統生產線必須應用人力視覺來判別元件放置的位置，由人力去插入元件並組裝本體產品，

而這樣的生產方式，取決於企業端的教育訓練的落實程度，若教育訓練不足，可能會造成生產效率的不穩定因素，也會因為人力的疲累降低生產效率，為了解決這樣的問題，智慧化生產線必須要有一個好的影像視覺辨識系統來輔助，而系統的核心在於數位影像處理技術所使用的步驟及方法。

本研究所提的智慧化生產線影像視覺辨識系統，其數位影像處理技術的過程如下圖 3-2 所示，首先說明功能部份，在圖像預處理作業中，包括進行處理圖像濾波，而濾波處理為包含高斯，中值，均值，差分，Laplace，Canny，Prewitt，Sobel，高通，低通及自定濾波等處理，而在影像形態學包含膨脹，腐蝕，開操作，閉操作等，而輪廓提取包括找尋物體封閉邊緣及非封閉邊緣等處理方式，接下來在圖像分析方面，包含模板匹配、尺寸量測及表面檢測其中包括：灰度模板區配及幾何模板匹配，針對平方差匹配，一致化平方差匹配，相關匹配，一致化相關匹配，一致化相關係數匹配及相關係數匹配，幾何形狀匹配，特徵點匹配等，在尺寸測量應用包括：半徑測量，面積測量，其它幾何測量等等處理，而包含亮度及顏色測量等等處理，而在表面檢測部份，包括：Blob 分析，針對 Blob 重心，大小，方向，洞孔數量，洞孔填充，外接矩形的寬高比及忽略靠邊界 Blob 等及有無判斷及划痕判斷等等，最後進行經由上階段的數據分析，得到有效的數據值，接下來為步驟的流程，當輸送帶承載工件本體運行到此測試段，首先由 RFID(Radio Frequency Identification)或掃描 Barcode 讀取工件序號後 PC-Based 控制器經由網路傳送工件序號至製造系統伺服主機，伺服主機確認要求後則回傳此工件所要進行的組裝或檢測任務，PC-Based 控制器收到任務後從資料庫中將此型號的作業資料載入。工件本體流入產線會經過產線感測器，觸發影像視覺辨識系統運行，進行第一階段由影像感測器取得本體影像，取得影像之後進行第二階段為圖像預處理作業，其中必須進行圖像濾波、影像形態學處理、輪廓提取等等處理，在影像擷取產品本體可作為識別特徵的部位後，接下來進入第三階段為圖像分析階段，其中必須處理二個部份，為圖像分析及數據分析，其中在圖像分析必須進行模板匹配、尺寸測量、表面檢測等等，而數據分析進行設定判斷條件、數據計算等功能，

最後進入數據分析階段將有效數據分析結果輸出。而經由影像技術處理的過程，可以將產線中待組裝或檢測的本體位置精確的計算出來，再來必須經由製造系統協調控制系統，將座標補償資訊傳送給控制產線的機器手臂，手臂再將其與設定參數整合後將檢測工作或元件組合作業完成。



圖 3-2：影像處理技術和步驟流程

## 第二節 產線機械人手臂

人力成本為企業在製造管理的一大成本，企業經營除了開源之外，也在思考如何應用最少的人力而作出最大產值。現代科技已達到相關於生產設備及系統在於軟硬體之成熟，故機械手臂的出現為生產製造業的一大突破，不僅將生產方式的改善及效益的提升，同時改變生產製程及作業，使得生命週期日益縮減，而資訊發達的優勢及世界市場需求改變，工廠產線勢必受市場衝擊，對於製造業經營者的風險因素，最深怕訂單不穩定及少量多樣產線變化和良率控制等等，或是人力成本的控管難度造成支出已經不敷成本。

在現代化國家中除了考量工作效率及提高生產力之外，勞方對於工作環境也漸漸在乎，人的安全顧慮成為工廠的隱憂，加上人力工資持續上揚，因此製造業廠房受到種種因素影響之下，逐漸轉型至自動化工廠，也促使生產機器人的產業

蓬勃發展並越來越興盛，而現代化的機械手臂功能精進，不僅能解決高重複性或費力的工作，在影像視覺引導下更能做到貼近人類所能做的細膩動作。在製造業應用在產線上的機器人目前以機械手臂為主，根據其產線的生產方式及模式，機器手臂的形狀與大小而有所不同，目前常用的機器手臂有線性手臂、SCARA 手臂、關節多軸機械手臂等等，分類的標準是由機器手臂上的關節構造進行分類，通常產業界劃分為三軸與多軸兩類，這是為因應產線上的動作製成的複雜動作程度所需，三軸以下通常是單調動作或不需要太多程序的生產為主，而多軸以上的考量，為複雜的生產方式及製程為主，而這些機械手臂成為產線主要的加工工具。

產線中的機械手臂運作的原理，除了依據關節構造分類之外，還可以依動作行走方式進行分類其中包括：直角座標型、圓柱座標型、極座標型、關節型座標種類機器手臂，因為所運作的原理不太相同，所作的工作也不太相似，例如：要選擇直角座標型的機器手臂其運作方式，是移動的方式與前一臂件分成 90 度角，運用 X、Y、Z 軸成為參考座標，在座標空間的各軸長度範圍內進行運作，使得可以很精確的將單純工作，透過定位來進行組裝的工作。現代化的生產，要求高效率及高精確性的生產模式，而智慧化產線將大量應用這些精密度高與自動化控制生產的機器人進行生產，如下圖 3-3 所示為本研究所使用的機器手臂。

目前智慧化產線的機械手臂已不同過往只有單純的工作，而是進階到可以達成較複雜及困難的動作，因為除了過往的功能之外，目前機械手臂已能夠結合影像視覺設備，透過 CCD 攝影機及運動控制卡，根據不同需求作出不同相對複雜的動作，連 3D 空間都有辦法透過智慧型視覺感測器，來提高零件或者物件在夾取上的能力。同時也可根據業者的產線需求，將機械手臂客製化，依需求彈性裝上不同感測器，例如在手臂裝上力覺感應器(Force Sensor)及量測裝置，可將抽象的參數具體化及量測的資料數位化及可視化，當機械手臂上的各個裝置與整體產線數據化後，未來生產線上所有的數據可轉化成生產參數，並將其模組化並集成資料庫，即有助於在變動產線時依生產要求，快速將模組化物件組合成新產線，減少換線的時間及增加生產效益，除此之外，在結合人機介面後，使得參數設定及數據記



錄更為簡便與直覺，並將生產相關資訊用量化的方式或可視化的方式呈現，更進一步的讓自動化工廠邁向智慧工廠。



圖 3-3：智慧產線的機器手臂

### 第三節 產線製造系統

一智慧化產線最核心的部分為製造系統 (Manufacturing System)，因為在工廠投入生產的期間，可能會發生可預期或不可預期之變更，又需因應市場需求必須擁有彈性調整其生產工程的製造系統，此系統可應用於在多樣性的生產範圍，包括：生產製程、機台參數的設定等自動化工作，達到多樣化生產的方式。製造系統常用於大規模生產及多樣性製造與產品組合的產線，主要的生產的特點於生產期間需要更換生產不同產品時，在不更動原有產線設備，可單就電腦作業完成修正參數，來因應變化快速的市場需求及完成客戶多樣化且量少的需求。

製造系統通常由使用者及研發者共同開發的生產系統，經由電腦控制及計算以輔助生產裝配設備，或是機器手臂及檢驗機器、自動光學檢查等設備，配合其它系統進行生產工作，例如：物料搬運及倉儲系統，一般而言，要具有彈性生產的能力通常滿足二類的定義，第一類是「機器彈性」主要系統製造對於生產新產品或零組件工序的應變能力，第二類是「用途彈性」為應用不同機器設備可執行相同工序，例如：可大規模改變生產模式等。

透過系統可將每個機器人或是工作站，將輸送帶生產零組件，透過系統控制從組裝或檢測零件至某工作站到另一工作站動作完成，或將成品進入檢驗工作站完成檢驗工作。而系統都具備自動化、生產管理、監控管理、品質管理、工具管理、物料控制能力，同時可處理微小零件或大型組件能力，並具有不同零組件組合和製造及改變生產製造之設計。製造系統所接收的資訊大部份來自生產工作站、裝置或儀器，將生產過程的所有短期或系統檔案資料，一律進行收集作為監測之用途，也可執行儀器溝通設定參考，或為警急回報處理功能。

製造業的業者過去期望該如何清楚掌握產銷流程、如何提高生產過程的掌控性、與即時正確地蒐集產線相關資訊等能力，包括：整個工廠的運作數據、產線的及時資訊、擬訂合理有效率的生產計畫與生產進度等，有了此能力，要應付全球市場的供需便不再是個難題，所以要擁有掌控全球市場能力，就必須將產線轉換成為智慧工廠。其條件為在目前提出的智慧產線模組架構下，加強以下設備的建置與整合，例如：無線感測網路(WSN)與環境監測能力加強，使得整體的精細程度進階，還有不斷將電腦整合製造系統(CIM)在於將生產流程快速方便的更新及易動，或將製造執行系統(MES)與先進製程控制(APC)建構在預先模擬製程或模擬建置智慧工廠等等能力。

## 第四節 產線物聯網

工業物聯網領域中考量控制時的即時性及安全性，設備與設備之間要求穩定的傳遞介面，對於網路品質的可靠性要求極高，故智慧化產線的設備模組組合，運用在控制端主要還是以有線的乙太網路介面(Ethernet)連接在一起，以確保設備運行的安全性及穩定性。

工業 4.0 在物聯網的部份，強調無線網路的擴展，過去可能為多家廠商的通訊協定組成，近年，有賴於網路通訊技術的進步，使得現在的產線設備可應用多類型的網路通訊協定，包括 Ethernet，感測網路技術等。在工業界中無線網路雖然有省去佈線的便利性，但由於透過無線電波傳輸數據，相較於有線的品質來說，存在著信號互相干擾的問題及信號衰減的問題，故在應用上目前只適用於數據監測及彙整。

運用智慧化產線其擁有物聯網的能力在產線設備上，可打破過去傳統產線思維，其實質意義為將生產製造管理及運行乃至客戶端進行整合，而這樣的作為包括水平及垂直整合概念，將可收集生產設備信息及大量的資料經由網路傳遞至雲端資料庫，提供客戶端或管理端皆能在各自的權限下取得所需資料，以此加強即時和客戶互動能力，而得到客戶的認同。

透過產線物聯網將有助於迅速的反應生產問題，包括產線中聯網的各設備；機器手臂、自動化輸送帶、視覺感測器、運動控制器、馬達等設備、元件及生產人員等，透過集中式管理及監控，使具有智能的設備和感測元件能夠和生產環境交互運行，將對於控制產線設備利用率提升為一大幫助。另外將生產行為記錄成為海量資訊，應用智能技術針對海量數據和訊息進行分析和處理，將成為新一代工及管理者智能學習的基礎。

本研究的產線物聯架構如圖 3-4 所示，控制通訊以有線的方式作串連，產線資料的收集方面則以無線輔佐有線的方式進行。



圖 3-4：產線物聯網架構

## 第四章 個案分析與導入

本章根據 C 公司智慧化產線的生產模組所需設備及系統，進行生產或檢驗工作說明，並提出新的生產檢驗方法，改善過去的傳統檢驗的缺點，提升生產檢驗工作的效能，由於智慧化產模組的組合及檢驗步驟，關係著整體工作流程的順暢及效益，必須根據上述設備架構及系統功能進行整合，並對於所提方法設計出新的檢驗智慧化產線，本研究以筆記型電腦生產線的檢驗工作為例，透過此例子說明整個檢驗產線的檢驗步驟及應用技術及設備和整合系統，並分析過去以人力組裝及應用智慧化產線檢驗筆記型電腦，可能會遇到的情形及問題，將人力和智慧化檢驗的效益差別。

### 第一節 智慧化產線系統架構

智慧化檢驗的產線組合，其所需的硬體設備及架構包括視覺辨識系統、機械手臂、自動化輸送帶系統，製造檢驗系統等基本設備所組成，其中自動化輸送帶系統為輸送本體組件至元件檢驗區進行檢驗工作，而視覺辨識系統功能的核心工作透過影像處理技術進行位置辨別，針對本體組件及元件區域定位辨別，讓機械手臂夾起工件進行檢驗工作，本研究所提出的硬體架構如圖 4-1 和圖 4-2 所示。

一、本研究所導入的智慧化產線架構的設備，硬體設備如以下介紹：

- (1) PC-Based 設備一組，本文採用的是 CPU：Intel Core2 Dual 級的工業電腦。作為影像處理及運動控制和邏輯順序控制，並暫時擔任製造系統的角色，隨時收集生產資訊。
- (2) 分散式 I/O 模組：使用 M 公司自製高速通訊控制卡及自定義的通訊協定傳送命令，主要特性在於分散式 I/O 可降低系統維護與配線成本，程式中由自定義的通訊協定經由網路傳送控制命令，控制機台 RUN-Start 及 RUN-Stop，以及監控外部取像觸發感測器、安全保護感測器等。

- (3) 分散式多軸控制模組：使用 M 公司自製高速通訊控制卡及自定義的通訊協定傳送命令，主要特性為分散式運動模組可降低系統維護與配線成本，程式中由自定義的通訊協定經由網路傳送控制命令控制馬達的運動。
- (4) 輸送帶系統：本文輸送帶設備為自製之皮帶型輸送帶，其輸送帶的長為 400 公分、寬 40 公分、高 70 公分，目的在將筆記型電腦送往檢測區的輸入及輸出。
- (5) 工業用機械人：使用 Mitsubishi Electric Corporation 垂直多關節型機器人 RV-6SD，可搬 6kg 重量，最大半徑 515mm，六個自由度可以做到擬人化，模擬人類手臂，達到自由靈活的特性。
- (6) 取放定位：裝配於手臂上，使用四口二位彈簧回位電磁閥控制作動，並使用自製夾爪，抓取工作或將工件定位。
- (7) 影像感測元件：Basler 公司生產的 aca2500-14gm 及 aca1300-30gm 影像感測元件，採用 Ethernet 作資料傳輸。接頭採 GigE 界面，為 1000Mbps 的乙太網路接口，提供高性價比的數據傳輸解決方案。
- (8) 鏡頭：第 1 組搭配 5 百萬畫素感測器，FOV(field of view)需求約為 400\*400，第 2 組搭配 130 萬畫素感測器，FOV(field of view)需求約為 100\*100，評估後選擇 CCTV 鏡頭搭配第 1 組，選擇遠心鏡頭 (Telecentric) 搭配第 2 組，以符合作業需求。
- (9) LED 光源二組(含調光控制器)：作為影像擷取用光源。
- (10) 條碼讀取器(barcode reader)：產品登入產線確認用，製造系統取得此 ID 所要執行的檢測項目傳給控制系統及影像系統作換線資料載入。

二、本研究的智慧化產線架構的軟體設備如下列所示：

- (1) 本文軟體設備以 Windows XP 為作業系統，以 Microsoft Visual Studio .NET 2003 作為開發工具，流程控制採用 C/C++ 程式語言，人機開發採用 MFC(Microsoft Foundation Classes) 微軟公司提供的基礎類別庫 (class libraries)。

- (2) 影像識別系統以美商康耐視 (Cognex corporation) 所開發的 VisionPro 視覺軟體程式庫作開發應用，康耐視是工業 ID 讀碼器領導供應商，其機器視覺 (machine vision) 技術應用在視覺定位、瑕疵檢測、監視生產線、輔助裝配機器人等領域。
- (3) 測試軟體：由開發團隊自行研發的專屬測試程式，用於檢測產品功能是否正確。



圖 4-1：製造現場智慧化產線架構圖 1



圖 4-2：製造現場智慧化產線架構圖 2

## 第二節 智慧化檢驗產線

本節對於智慧化檢驗產線是如何進行檢驗工作的流程加以說明，下圖 4-3 為智慧化產線控制及影像系統人機界面，圖 4-4 為影像辨識後特徵，圖 4-5 為建立的模板，圖 4-6 為辨識後參考點。根據下圖 4-7 所示的檢驗步驟及流程，智慧化產線檢測產品影像取像處理流程圖，接續為檢測產品的 A 程序或 B 程序的檢測流程，A 為筆電下方擴充基座連接器功能測試，B 為對於筆記型電腦的 Keyboard 的檢測流程步驟進行說明。



圖 4-3：智慧化產線控制及影像系統人機界面



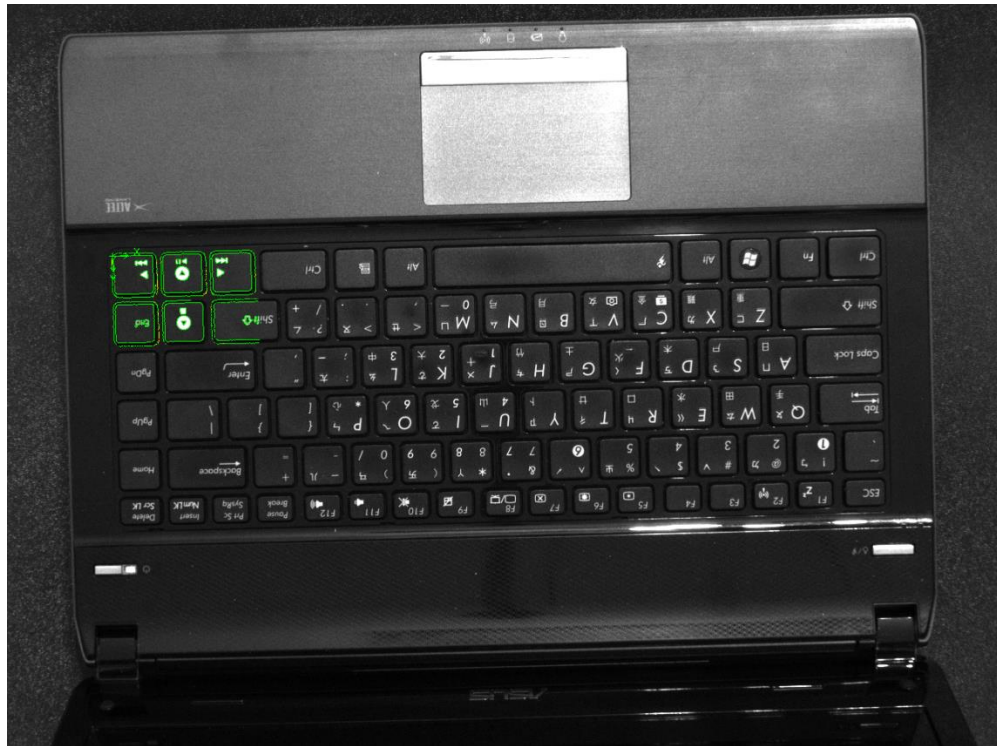
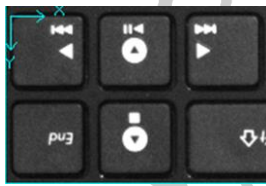
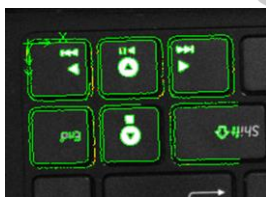


圖 4-4：影像辨識後特徵



建立比對用模板，x, y 交叉點即為比對後所要傳回的參考。

圖 4-5：比對模板建立



取得比對相似度達 90% 以上特徵，定位後回傳參考點相對座標。

圖 4-6：辨識後參考點

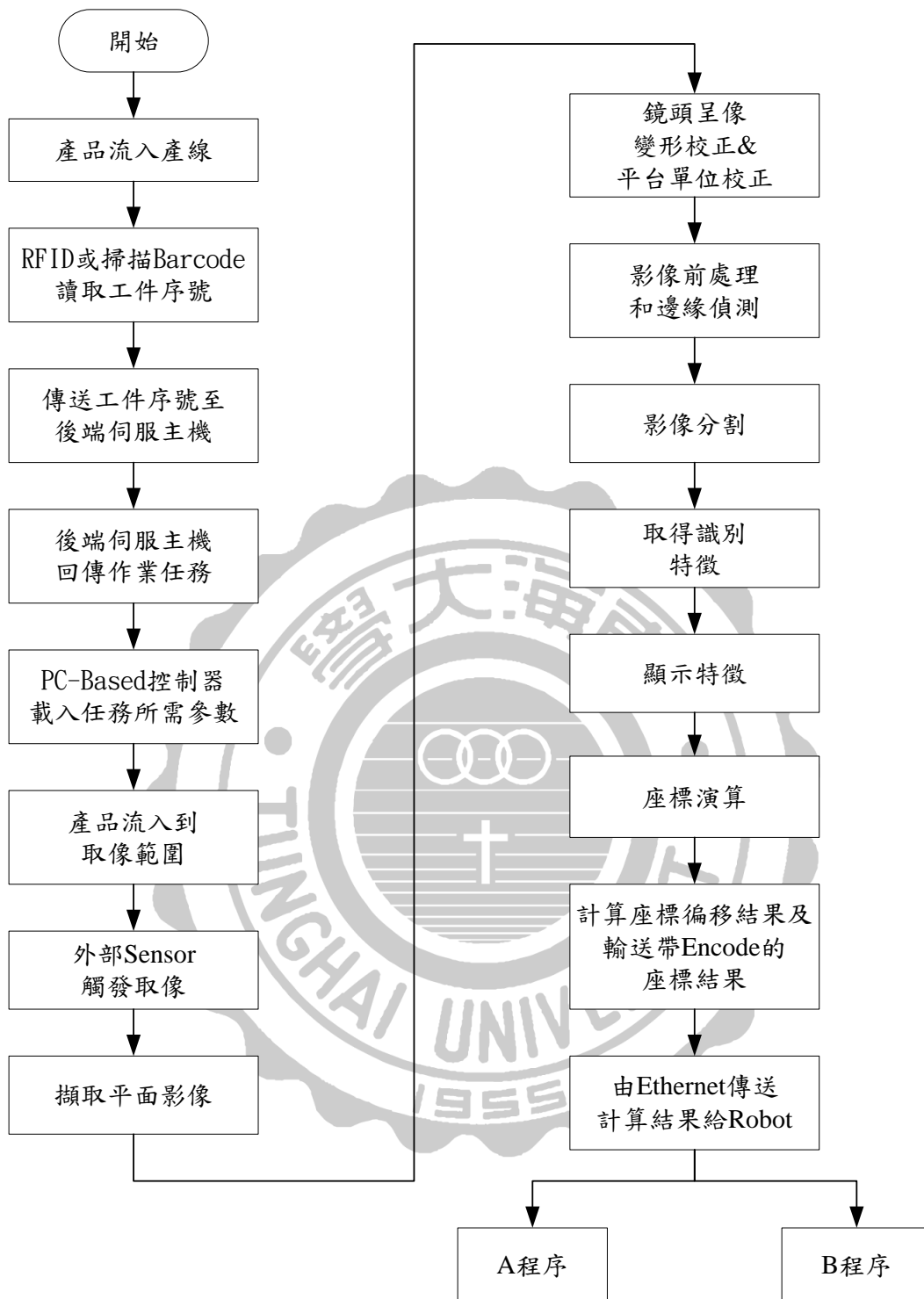


圖 4-7：智慧化產線檢測產品影像系統取像及計算流程圖

下述為智慧化產線檢測產品影像取像流程及步驟說明：

- Step 1: 智慧化檢驗產線流程工作啓動。
- Step 2: 將檢驗產品（筆記型電腦）放置到自動化輸送帶位置，透過輸送帶將產品帶入智慧化檢驗產線中。
- Step 3: 由 RFID 或掃描 Barcode 讀取工件序號。
- Step 4: PC-Based 控制器經由網路傳送工件序號至後端伺服主機。
- Step 5: 伺服主機確認要求後則回傳此工件所要進行的組裝或檢測任務。
- Step 6: PC-Based 控制器收到任務後從資料庫中將此型號的作業參數載入。
- Step 7: 當檢驗產品流入產線到達取像位置範圍時，會經過產線感測器，經由外部 Sensor 觸發影像視覺辨識系統運行。
- Step 8: 視覺感測器（CCD）開始由上方掃描檢驗產品，擷取產品平面影像。
- Step 9: 影像與平台(輸送帶)單位校正；因由鏡頭取像後，呈像多少都有變形必須在取像後作變形校正，且所擷取影像和影像工作平台也必需進行單位校正，也就是影像變動 1 個像素(pixel)等同於平台(輸送帶)移動多少 mm 的單位校正。(Ps.此為一次性校正，校正後為固定參數)
- Step 10: 進行影像前處理及邊緣偵測，由於擷取影像經由從鏡頭進入到感測器呈像以及光源配置的影響，難免有一些瑕疵或是雜訊被一起帶入圖像中，故無法取得完美的影像，以致於應用在檢測(Detection)或是圖形辨識(Pattern Recognition)之前，需要前置影像處理(Pre-Processing)，以確保後續影像處理的正確性及應用的精確度，應用高通濾波器以銳化功能，將目標影像的邊緣銳化使邊緣影像更清晰，透過中值濾波器，再消除銳化後所多影像雜訊。
- Step 11: 將產品所擷取的影像進行分割，並將影像的背景和產品實物進行影像分類工作。
- Step 12: 應用形態學(Morphology) 作影像處理擷取識別檢驗產品萃取特徵值 (Feature Extraction)。

Step 13:將所擷取的特徵顯示於人機上，並將特徵值及相對應參考點所表義意標示出來。

Step 14:將特徵與參考點相對應值作座標演算，取得實際座標值及影像座標偏移值。

Step 15:將座標偏移結果及輸送帶 Encode 的座標所計算結果，經由 Ethernet 傳送給 Robot，進行檢驗程序工作。

上述步驟程序對於產品影像進行影像技術的處理，不論是檢測或生產工作，都是必須有的共同影像處理部份，當影像處理工作結束之後，產線後段工作可選擇搭配不同的檢測或生產組裝的項目，而下述選擇二個檢測項目為案例，A 程序為 Dock connector port(擴充基座連接埠)檢測程序，B 程序為檢測筆記型電腦的鍵盤(Keyborad)檢測程序為例，作為邁向智慧產線的模組建置參考。以下針對 A 及 B 程序的檢測步驟進行說明：

程序 A：筆記型電腦下方擴充基座連接埠功能測試。如下圖 4-8 所示為檢測示意圖。



圖 4-8：筆電下方擴充基座連接器功能測試示意圖

當進入程序 A 筆電下方擴充基座連接埠功能測試必須執行下列步驟：

(流程如圖 4-10 所示)。

Step 1: Robot 取得影像系統計算後的偏移值，由自動化輸送帶上夾取待檢驗產品(筆記型電腦)。

Step 2: 透過第 2 支 CCD 進行由下方往上 Scan Dock connector port 的 Socket，進行取像並作影像處理後做細部定位。

Step 3: 透過細部定位之後，將取得檢測產品的特徵並計算精確座標，將座標值傳至 Robot，給予 Robot 作精確的 Docking station 測試座插槽作插入連結動作。下圖 4-9 為筆記型電腦底部的 Dock connector port。

Step 4: Robot 放置完成後送信號予製造系統，由製造系統通知 Docking station 啟動產品檢測程式並對產品進行功能檢測動作，同時在 Robot 完成放置工作後，繼續處理輸送帶上流入的下個產品。(Ps. 為了整線的生產週期考量而設計了兩個工位，以便分擔測試的工時，保證下一個流程的工作順暢度。)

Step 5: 當測試完成之後，Docking station 將檢測 ID 及結果經由工業物聯網，回報給製造系統作資料處置，製造系統判斷兩個測試工位上的那一個站已作完，協調 Robot 將檢測產品夾回輸送帶上已取完產品的空位。

Step 6: 檢驗判斷；良品流往下一個檢測程序，不良品則啟動回流機制，由控制器下達指命給升降機(Lifter)作產品回流動作。



圖 4-9：NB 底部的 Dock connector port

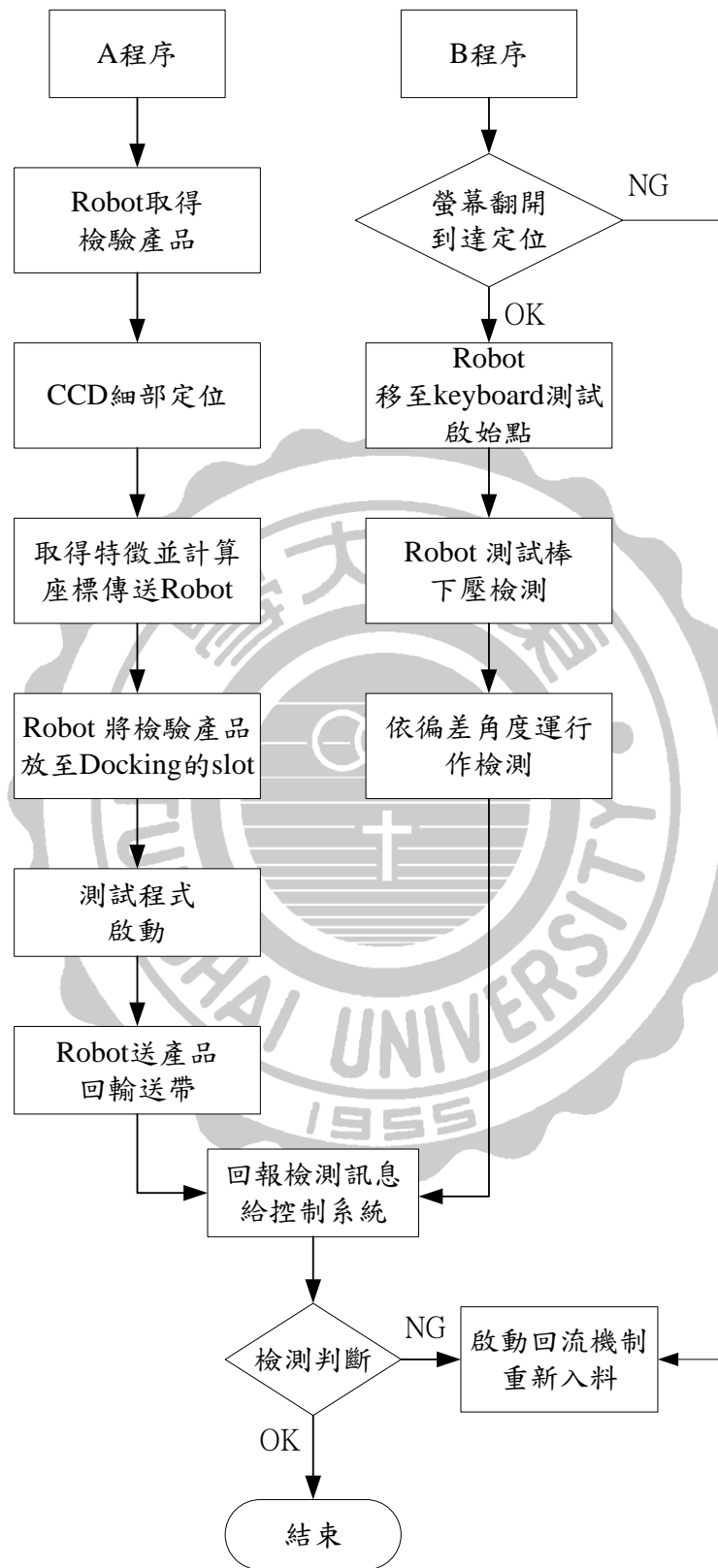


圖 4-10：A 及 B 程序檢測步驟流程

程序 B：筆記型電腦的鍵盤(Keyborad)檢測，流程如圖 4-8 所示。

接下來針對此程序進行說明；首先如圖 4-11 及圖 4-12 所示，當檢測產品進入產線之後，SR1 (sensor1)為一對照光電感測器，作為輸送帶上的筆電流入檢知信號，亦為此測試段的啟動信號，此時筆電上的檢測程式已啟動，SR2, SR3, SR4 (sensor2~4)為檢查螢幕是否翻開到位，作為檢測螢幕翻開的基準線，包括水平及垂直的基準的檢查，當檢查完成之後，以前述共同的影像處理流程，圖 4-7 所示，取得偏移座標( $X, Y, \theta$ )，最後在輸送帶行進中，Robot 持滾輪裝置下壓進行鍵盤測試，如下圖 4-13 所示，通過測試之後代表鍵盤按鍵是俱有正常功能的，可以繼續流往下個檢測站，下列為檢測的步驟。

- Step 1: Robot 取得影像系統計算後的偏移值，追隨輸送帶移至 Keyboard 測試啟始點，此時自動化輸送帶持續移動。
- Step 2: Robot 帶著滾輪測試棒進行下壓至檢測筆記型電腦的 Keyborad 表面，測試程式依滾壓的訊號得知按鍵功能是否正常。
- Step 3: Robot 依據影像系統處理所計算的偏差角度值，運行按鍵檢測工作，同時透過製造系統必須協調自動化輸送帶以配合檢測速度。
- Step 4: 檢測結束之後，Robot 收回滾輪測試棒並通知製造系統檢測動作完成，被檢測的筆記型電腦由無線網路回報製造控制系統檢測結果。
- Step 5: 檢驗判斷；良品流往下一個檢測程序，不良品則啟動回流機制，由製造系統經由控制器下達給升降機(Lifter)作產品回流動作

以上智慧產線程序在檢測的過程中及檢測完成後，都持續的收集資料並由網路送往製造系統資料庫，可提供管理者掌握即時資訊，並可隨時由彙集的資料庫中分析生產狀況並適時的做調整，使產線保持稼動率。此外智慧產線目前已完成取代人力做鍵盤檢測的第一步，原有以人力檢測耗費時間為 12 秒，經此智慧產線實作後可縮短為 10 秒，確實有導入的效益。

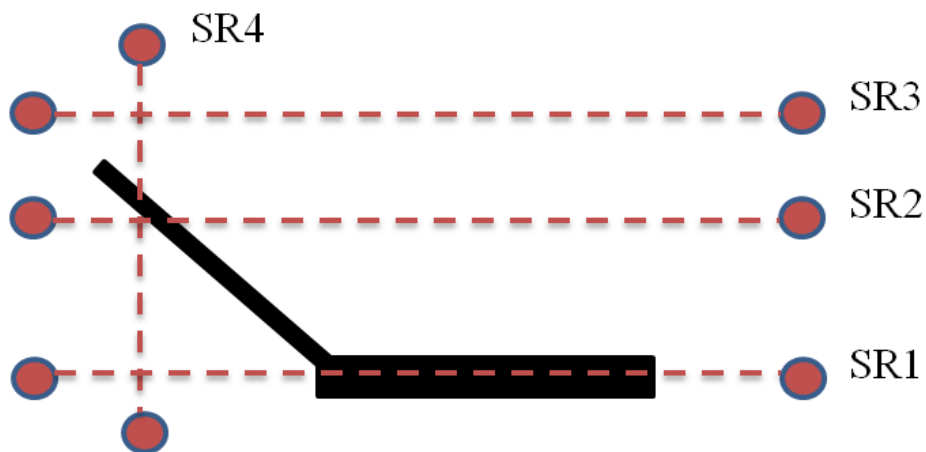


圖 4-11：智慧化產線檢測筆記型電腦螢幕翻開基準檢測圖

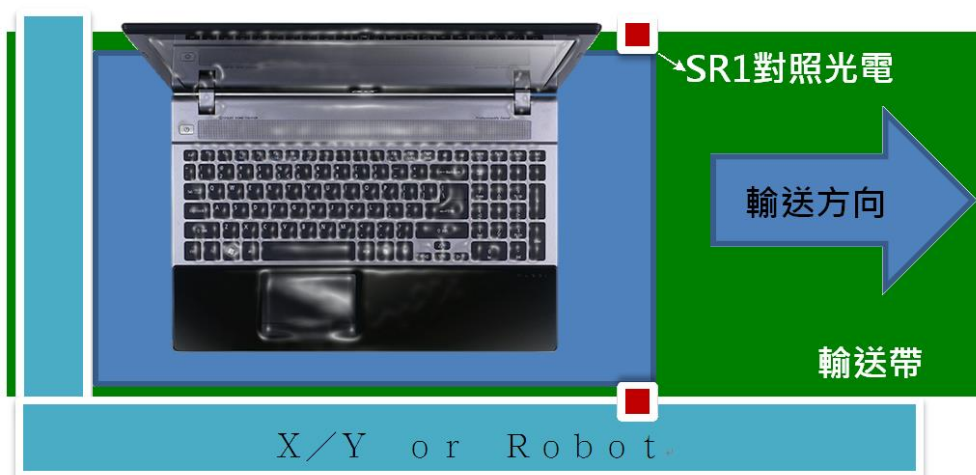


圖 4-12：筆記型電腦入料檢知示意圖

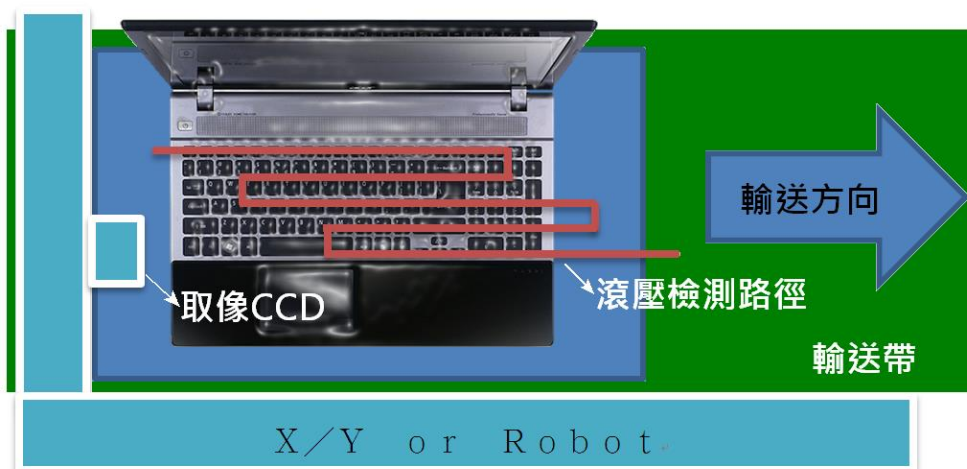


圖 4-13：CCD 取像及筆記型電腦 Keyboard 滾壓檢測示意圖



## 第五章 結論與建議

面對全球市場的瞬息萬變，客戶追求多樣少量的快速生產，來滿足消費者的心理，在此潮流下，過去傳統的生產方式，已無法因應客戶的需求，同時在工業 4.0 的推動之下，生產線往智慧化發展的趨勢儼然成形，而傳統生產主力的自動化生產方式已無法快速變更生產，並且耗費大量的人力資源，這對於製造企業的生產經營成本上有著很大的壓力，在資源有相當限制的情況下，製造業面對主要的人力成本問題，該如何精減人力及提升生產效率等二大議題進行成本控制，為每個企業追求的一大原則。

所以，本研究為 C 公司在生產或檢測生產上提出新的方式，應用生產機器人或機器手臂及自動化輸送帶，加上生產製造系統和影像視覺辨識系統，整合後透過物聯網的概念，組合一條可快速變更生產項目及檢測能力的智慧化生產線，而此組合可以因應快速的市場變化及需求，同時具有即時傳遞資訊的能力給予管理端，以加速生產資訊控管及指令的下達，將生產或檢測工作在共同的一條智慧化產線進行工作，因舊有產線在生產或檢測不同的任務時，必須要有二條或二條以上的產線才有辦法進行工作項目，而在個案工廠一條產線上目前為 20 至 30 個檢測站，每站需有一名人力且產線為三班制作業，所以單站至少須花費 3 名人力資源，有鑒於此本研究因而提出新的生產模式，提供 C 公司導入智慧生產線，可以有效提升生產效益及檢測的效能並大幅減少人力資源的運用。

除了提出智慧化產線的生產模組觀念之外，同時也提出二個檢測實例及步驟方法，將在目前的製造產線應用上述新的概念及組合，透過實際搭配，組合其所需的設備及系統，來改善目前以人力檢驗的缺點，提升整體生產檢驗工作的效能，並分析過去以人力投產與應用智慧化產線投產，兩者在檢驗筆記型電腦的效益差別，預估生產線改善後比改善前的產能應多於 30%。此外，人力資源的部分從 20 人改為 15 台機械手臂加影像視覺以及 7 人做取代，將大幅提生產效益及減少人力。導入前及導入後的效益比較表如表 5-1 所示。

表 5-1：效益比較表

項 目	導入前	導入後	效益確認
投入成本	每站 3 人/天 + 備用人力	機器手臂 + 視覺引導	○
	至少 3 份薪水	一次性投入	
生產彈性	彈性差	彈性佳	○
	換線時間長	換線快速	○
	同時間單一產品	可動態換線 (同產線不同產品)	○
品質控制	視人員素質 教育訓練成果	一致性，重現性高 不同產品訓練一次	○
生產時間	12 秒	10 秒	○

未來的生產製造業發展重點將落在工業 4.0 的智慧工廠部份，特別是物聯網、機器人、機器視覺、自動化產線等。在整體製造生產過程當中的角色包括操作、設計、決策及管理者等，未來勞工不再只是單純的付出勞力，而是一個俱多樣能力的多元智能勞工，而設計者也不再只是單純會設計，而是必需能融入新的生產模式，發展快速的設計來達到產品的投產，上位決策者也因資訊流通的速度加快及大數據提供分析，將可更精準及快速的下達決策，而管理者也因極度資訊化下，更能即時掌握生產製造所有部門及設備的狀況，將能擬定更好的管理方式來管控生產運作，給予企業帶來更好的效益。

建議 C 公司將所提出的生產模式加入智慧工廠產線規劃，同時整合智慧感控系統，連結工廠本身物聯網與服務網，垂直及水平整合生產製造及企業管理，以及應用網路技術與供應鏈和客戶管理相結合，形成新形態的企業運作模式，並加入大數據(BigData)分析技術，搭配財務管理，訂單管控，產能需求預測分析，將可使財務更健全，同時減少庫存，節省不必要的支出，持續改善真實生產過程中的各項條件並優化，提升企業經營上正確及有效的快速決策，成為具領先競爭優勢的企業之一。

## 參考文獻

### 一、中文文獻

- [1] David。《探討工業 4.0 方程式：6C+6M》。  
<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=10861>。
- [2] SICK。《無人工廠雲端智慧-工業 4.0》。  
[http://www.sick.com.tw/pdf/sick\\_communication/201408-SICKInsight-cn.pdf](http://www.sick.com.tw/pdf/sick_communication/201408-SICKInsight-cn.pdf)。
- [3] 日經技術在線。《工業 4.0：德國欲掀起第四次工業革命》。  
<http://big5.nikkeibp.com.cn/news/tren/69048.html>。
- [4] 王一鷗(2014)。混合實境加強機器人情緒動作之設計。華梵大學工業設計學系碩士班碩士論文，新北市。
- [5] 王信傑(2014)。以服務為導向物聯網架構與作業機制之研究－以土石流監測應用為例。朝陽科技大學資訊管理系碩士論文，台中市。
- [6] 吳少龍(2011)。嵌入式立體視覺系統設計與硬體實作。國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，桃園縣。
- [7] 巫瑞永(2008)。互動雙足式機器人之設計與實現(II)雙足式機器人控制。國立中央大學電機工程研究所碩士論文，桃園縣。
- [8] 李佳樺(2014)。撞球機器人控制。國立臺灣海洋大學電機工程學系碩士論文，基隆市。
- [9] 李庚諺(2012)。影像定位與同步建圖技術於導航系統之應用。國立成功大學航空太空工程學系碩博士班碩士論文，台南市。
- [10] 李俊諺(2013)。無線式機器人行走路徑彈性規劃設計。南台科技大學電子工程系碩士論文，台南市。
- [11] 卓咏聰(2004)。智慧型自調式機器人足球賽影像定位系統開發。長庚大學機械工程研究所碩士論文，桃園縣。

- [12] 周義豐(2013)。RFID 產業與物聯網之應用與發展: 從創業的角度思考。國立暨南國際大學管理學院經營管理碩士學位學程碩士在職專班碩士論文, 南投縣。
- [13] 林姿吟(2011)。基於立體視覺的3D影像定位。國立臺灣科技大學機械工程系碩士論文, 台北市。
- [14] 林裕勝(2014)。ALE+之設計與實作: 應用層事件於物聯網應用之擴充。逢甲大學資訊工程學系碩士論文, 台中市。
- [15] 邱宇璽(2009)。智慧型類人型機器手臂之設計與製作。吳鳳技術學院光機電暨材料研究所碩士論文, 嘉義縣。
- [16] 涂嘉宇(2005)。溫度感測器結合ZigBee技術應用於護理之家之研究。亞洲大學資訊工程學系碩士班碩士論文, 台中市。
- [17] 柏秉鈞(2014)。應用直覺化服務組合系統建構自走式機器人服務。國立成功大學工程科學系碩士論文, 台南市。
- [18] 查厚錦(2000)。機器手臂之運動軌跡規劃及力量控制研究。中原大學機械工程學系碩士論文, 桃園縣。
- [19] 高野敦。《猜一猜, 什麼是「工業4.0」?》。  
<http://www.businessweekly.com.tw/KBlogArticle.aspx?id=6328>.
- [20] 張志銘(2011)。應用EPCglobal網路架構建構環保生態公園物聯網。逢甲大學資訊電機工程碩士在職專班碩士論文, 台中市。
- [21] 陳伯岳(2009)。機器手臂視覺追蹤系統。國立中正大學光機電整合工程所碩士論文, 嘉義縣。
- [22] 陳彥豪(2011)。牌卡結合數位科技做為腦力激盪工具之研究-以物聯網產品為例。國立臺灣科技大學設計研究所碩士論文, 台北市。
- [23] 陳家偉(2011)。關節型機器手臂設計及控制之研究。國立勤益科技大學電機工程系碩士論文, 台中市。

- [24] 陳祥文(2014)。將MQTT協定資源整合至符合ETSI M2M標準之物聯網平台。國立交通大學資訊科學與工程研究所碩士論文，新竹市。
- [25] 陳景松。《佈局智慧工廠之主要業者動態(MIC研究報告)》。  
[http://mic.iii.org.tw/aisp/reports/reportdetail\\_register.asp?docid=3041&rtype=free-report](http://mic.iii.org.tw/aisp/reports/reportdetail_register.asp?docid=3041&rtype=free-report).
- [26] 喬珊(1998)。CCD影像幾何圖形之辨識。國立中央大學機械工程研究所碩士論文，桃園縣。
- [27] 游國清(2003)。LCD組裝製程之影像定位系統研究。逢甲大學自動控制工程所碩士論文，台中市。
- [28] 程虹鈞(2011)。物聯網之圖書推薦創新服務 - 以大學圖書館為例。實踐大學資訊科技與管理學系碩士班碩士論文，台北市。
- [29] 賀桂芬·黃亦筠。《未來製造它說了算！德國的章魚戰略：工業4.0》。  
<http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5063514>.
- [30] 黃可瑋(2012)。運用陀螺儀直觀控制機器手臂之研究。國立臺灣師範大學機電科技學系碩士論文，台北市。
- [31] 黃志鴻(2003)。機器手臂視覺抓取系統。國立中正大學機電光工程研究所碩士論文，嘉義縣。
- [32] 黃柏育(2014)。導入機器手臂自動生產效率之研究-以鑽銑加工機為例。南開科技大學車輛與機電產業研究所碩士論文，南投縣。
- [33] 黃錦章(1999)。機械手臂網際網路視覺控制系統之設計。彰化師範大學工業教育學系碩士論文，彰化縣。
- [34] 葉明杰(2004)。經由網路之遠端機器手臂監控。義守大學電機工程學系碩士論文，高雄市。
- [35] 葉昱辰(2014)。移動機器人腳協調機制之研究。逢甲大學自動控制工程學系碩士論文，台中市。

- [36] 葉瓊霞(2013)。有效地應用物聯網 IOT 於教育行政系統之研究。大葉大學工學院碩士在職專班碩士論文，彰化縣。
- [37] 廖翊婷(2014)。EPCIS+ 之設計與實作：資訊服務於物聯網應用之擴充。逢甲大學資訊工程學系碩士論文，台中市。
- [38] 維基百科。《機械手臂》。  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A9%9F%E6%A2%B0%E6%89%8B%E8%87%82>.
- [39] 趙正銓(2015)。可與跑者臉部同步運動之兩軸機器人系統開發。國立臺灣科技大學機械工程系碩士論文，台北市。
- [40] 趙錫平(2014)。從學術及專利分析物聯網趨勢。龍華科技大學資訊管理系碩士班碩士論文，桃園縣。
- [41] 劉佳賢(2002)。影像三軸定位系統之研製。國立台灣科技大學機械工程系碩士論文，台北市。
- [42] 劉哲宇(2013)。物聯網技術應用於資產管理。華梵大學資訊管理學系碩士班碩士論文，新北市。
- [43] 歐俞君(2014)。樓梯清潔機器人之研發。國立成功大學工程科學系碩士論文，台南市。
- [44] 蔡育維(2010)。基於視覺伺服之機器手臂射擊系統。國立臺灣科技大學機械工程系碩士論文，台北市。
- [45] 謝宜立(2008)。具視覺可移動式之投球機器手臂。國立臺灣海洋大學電機工程學系碩士論文，基隆市。
- [46] 魏淑芳。《機器視覺搭配不同目的嵌入式 發揮智慧應用價值 》。  
[http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?id=0000415909\\_K8ELU65NLCB3XDLWMMMCW#ixzz3bh1BpUoQ](http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?id=0000415909_K8ELU65NLCB3XDLWMMMCW#ixzz3bh1BpUoQ).
- [47] 蘇聖傑(2011)。CANopen 分散式網路架構於機器手臂控制。大華技術學院機電研究所碩士論文，新竹縣。

## 二、英文文獻

[48] K.Ashton (2009). That Internet of Things Thing, *RFID Journal*, vol.22, pp.97-114.

[49] ITU Internet Reports (2005). The Internet of Things.

<https://www.itu.int/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>

