



計畫編號：科專健全1070401

經濟部智慧財產局科技研究發展專案

專利檢索加值服務計畫

視覺型工業機械手專利布局分析報告

執行單位：財團法人專利檢索中心
中華民國107年11月

目 錄

目 錄	I
圖 目 錄	III
表 目 錄	V
壹、 前言	1
一、 專利情報分析對象及目的	1
二、 視覺型工業機械手發展概要	2
(一) 全球及臺灣之工業機械手概況	2
(二) 視覺型工業機械手概況	8
貳、 專利情報分析方法及主題技術探討	13
一、 專利情報分析方法	13
(一) 研擬分析主題及範疇階段	15
(二) 產出技術結構	15
(三) 訂定檢索策略及檢索專利文獻	15
(四) 編修專利清單暨管理專利文獻	16
(五) 篩選暨判讀相關專利	16
(六) 製作分析報告及簡報相關專利	16
二、 視覺型工業機械手技術	17
(一) 拍攝技術	20
(二) 圖像技術	30
(三) 控制技術	43
(四) 硬體架構技術	46
參、 視覺型工業機械手專利情報	50
一、 專利申請趨勢	50
二、 專利布局國家分析	51
三、 申請人國別分析	54
四、 專利技術分類	55
五、 專利申請人分析	56

六、	企業研發能量及競爭力	59
七、	技術功效矩陣圖	61
八、	臺灣申請人定位分析	67
九、	核心專利判讀分析	69
肆、	結論與建議	71
附錄：	核心專利摘要表	72

圖 目 錄

圖 1 全球工業機械手年銷售量(IFR).....	3
圖 2 工業機械手在全球各產業年度供應量(IFR).....	4
圖 3 工業機械手全球各區域年度供應量(IFR).....	4
圖 4 全球機械手平均密度指標(IFR).....	6
圖 5 今年以來機械出口成長 18.3%(經濟部統計處).....	7
圖 6 我國機械出口以中國大陸為主要市場(經濟部統計處).....	7
圖 7 我國工業機械手出口快速增加(經濟部統計處).....	8
圖 8 中國大陸為我國工業機械手最大出口市場(經濟部統計處).....	8
圖 9 專利情報分析流程圖(PSC 整理).....	14
圖 10 視覺型機械手技術結構魚骨圖(PSC 整理).....	20
圖 11 具有立體視覺功能之影像拍攝示意圖(PSC 整理).....	21
圖 12 單相機搭配 4 片反射鏡來獲得立體影像.....	23
圖 13 單一相機搭配 4 片反射鏡來獲得立體影像.....	24
圖 14 單一相機搭配 5 片反射鏡來獲得立體影像.....	24
圖 15 雙相機配置以獲得立體影像.....	25
圖 16 雙相機配置之影像感測器最大可視角重疊範圍(PSC 整理).....	26
圖 17 多相機配置以獲得立體影像.....	27
圖 18 多相機配置以獲得立體影像.....	28
圖 19 多相機配置於工廠產線用以追蹤移動之物件(PSC 整理).....	28
圖 20 單相機搭配雷射測距儀進行深度感測.....	29
圖 21 Microsoft Xbox Kinect 結構圖(PSC 整理).....	30
圖 22 Kinect 深度辨識示意圖.....	30
圖 23 影像處理過程-以血液細胞影像檢測為例.....	33
圖 24 具雙目視覺之末端效應器使用標準工具進行校正.....	34
圖 25 機械手之末端效應器空間座標校正.....	34
圖 26 雙相機與目標物之三維空間座標示意圖(PSC 整理).....	35
圖 27 單相機與目標物之三維空間座標示意圖(PSC 整理).....	36

圖 28 利用雙相機控制一機械手臂追終目標物	37
圖 29 具有物件辨識功能之視覺型工業機械手	38
圖 30 具機器視覺之機械手於產線上進行檢測並挑揀瑕疵料件	42
圖 31 五個自由度的機械手空間座標架構圖	44
圖 32 機械手閉迴路伺服控制基本架構圖(PSC 整理)	46
圖 33 視覺型工業機械手關鍵零組件(PSC 整理)	47
圖 34 專利申請趨勢圖(PSC 整理)	51
圖 35 專利布局國家分析圖(PSC 整理)	52
圖 36 圖 35 的年度分布圖(PSC 整理)	53
圖 37 申請人國別分析圖(PSC 整理)	55
圖 38 專利技術分類統計圖(PSC 整理)	56
圖 39 專利申請人分類百分比圖(PSC 整理)	57
圖 40 專利申請人分析圖(PSC 整理)	58
圖 41 的學校申請人分析圖(PSC 整理)	59
圖 42 企業研發能量及競爭力圖(PSC 整理)	60
圖 43 圖 42 的局部放大圖 (PSC 整理)	60
圖 44 技術功效矩陣圖(PSC 整理)	65
圖 45 臺灣申請人定位分析圖(PSC 整理)	68
圖 46 核心專利判讀分析圖(PSC 整理)	70

表 目 錄

表 1 視覺型工業機械手演進概況(PSC 整理).....	9
表 2 視覺型機械手技術結構表(PSC 整理).....	19
表 3 技術的標籤定義(PSC 整理).....	62
表 4 功效的標籤定義(PSC 整理).....	63
表 5 臺灣廠商的專利布局 SWOT 分析(PSC 整理)	69
表 6 核心專利摘要表- US9056396B1 (PSC 整理)	72
表 7 核心專利摘要表- US8552983B2 (PSC 整理)	73
表 8 核心專利摘要表- US2015/0105907A1 (PSC 整理)	74
表 9 核心專利摘要表- US2016/0016315A1 (PSC 整理)	75
表 10 核心專利摘要表- US8559699B2 (PSC 整理)	76
表 11 核心專利摘要表- US2014/0270361A1 (PSC 整理)	77
表 12 核心專利摘要表- CN103753526A (PSC 整理).....	78
表 13 核心專利摘要表- US2013/0147944A1 (PSC 整理)	79
表 14 核心專利摘要表- US2013/0245824A1 (PSC 整理)	80
表 15 核心專利摘要表- US9193075B1 (PSC 整理)	81
表 16 核心專利摘要表- CN102922521A (PSC 整理).....	82
表 17 核心專利摘要表- US2014/0121836A1 (PSC 整理)	83
表 18 核心專利摘要表- US8671885B2 (PSC 整理)	84
表 19 核心專利摘要表- US8731276B2 (PSC 整理)	85
表 20 核心專利摘要表- US2014/0229005A1 (PSC 整理)	86
表 21 核心專利摘要表- US2013/0345872A1 (PSC 整理)	87
表 22 核心專利摘要表- US2013/0345874A1 (PSC 整理)	88
表 23 核心專利摘要表- CN103043359A (PSC 整理).....	89
表 24 核心專利摘要表- CN104057290A (PSC 整理).....	90
表 25 核心專利摘要表- CN104476549A (PSC 整理).....	91

壹、前言

一、專利情報分析對象及目的

基於全球工資上漲、勞工意識抬頭、區域政治不穩定與智慧製造等議題，促使全球工業機器人的需求不斷增加。因此，主要製造國家積極將工業機器人導入製造領域已成趨勢。臺灣身處製造業大國，但受到勞力成本上升、人口結構老化以及全球工業 4.0(Fourth industrial revolution, Industry 4.0)等影響，產業的轉型勢在必行。行政院在 2016 年 7 月 21 日通過智慧機械產業推動方案，智慧機械是政府五大創新產業政策之一，主要目的是期望藉由製造業導入工業機器人之應用提升臺灣工業機器人產值增長以及產業轉型之目的。

在智慧機械之智慧製造的模式下，精密與客製化(彈性)是工廠產線的兩大基本要求，而要滿足這兩項要求，具有機器視覺功能之工業機器人則是關鍵技術之所在。尤其是當下消費性電子產品的體積逐漸縮小，精密組裝的要求大幅提高之下，機器視覺的高精度定位、檢測與辨識之特色，已成為新世代製程不可或缺的一環。現今工業生產線上具有機器視覺功能的工業機械手均具有四大應用：量測(Gauge)、定位(Inspection)、引導(Guide)、識別(Identification)，簡稱GIGI。藉由這四大應用並整合工業生產線上之自動化工具機與生產技術，將會使得智慧製造更趨完善。

國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)在 ISO 8373:2012(en)[機器人與機器人裝置-詞彙(Robots and Robotic Devices -- Vocabulary)]¹文件中的第 2.9 節提到工業機器人必須具有自

¹ ISO, Robots and robotic devices — Vocabulary,
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>, (2018/06/15)

動控制(Automatically Controlled)、可程式(Reprogrammable)、多用途(Multipurpose)、機械手(Manipulator)等。可見機械手是工業機器人不可或缺之關鍵主體，後續有關工業機器人之介紹均使用工業機械手描述之。綜合以上所述，本報告將以「視覺型工業機械手」作為報告主題，討論範圍包括機械手，以及與機械手有關的自動控制系統、教導系統及視覺系統，在量測、定位、引導、識別的工業機器人視覺應用方案。藉此，研析在智慧機械產業下之全球與臺灣在視覺型工業機械手之專利佈局趨勢、現有技術發展與未來技術趨勢狀況等做一全方位之分析。以提供未來可發展之方向重點，俾利產官學界於視覺型工業機械手之發展上做一完整之佈局。

二、視覺型工業機械手發展概要

(一) 全球及臺灣之工業機械手概況

根據《2017 機械產業年鑑》²市場成長預測，2017 年全球工業機械手產值預估從 2016 年的 245 億美元成長為 275 億美元，增加 12.2%，預計 2019 年將達 325 億美元；2017 年臺灣工業機械手產值預估從 2016 年的 3.3 億美元成長為 4.2 億美元，預估 2019 年將達 5 億美元，全球市占率約為 1.5%。

國際機器人聯合協會(International Federation of Robotics, 以下簡稱 IFR)³也指出，在全球工業 4.0 的革命浪潮下，預計到了 2020 年，全球將由現行的 34.6 萬台工業機械手，以年成長率 15% 的速度增長，新增 17 萬台工業機械手，來到 52.1 萬台工業機械手。另外在 2017

² 邱琬雯、莊澄芯、黃仲宏、葉立綸、葉錦清、熊治民，2017 機械產業年鑑，頁 2-1、2-25，2017 年。

³ https://ifr.org/downloads/press/Presentation_PC_27_Sept_2017.pdf(2018/06/15)

年度工業機械手的全球預期銷量較往年(2016 年)成長了 18%，達到 34.6 萬台，連續 4 年再創新高，如圖 1。

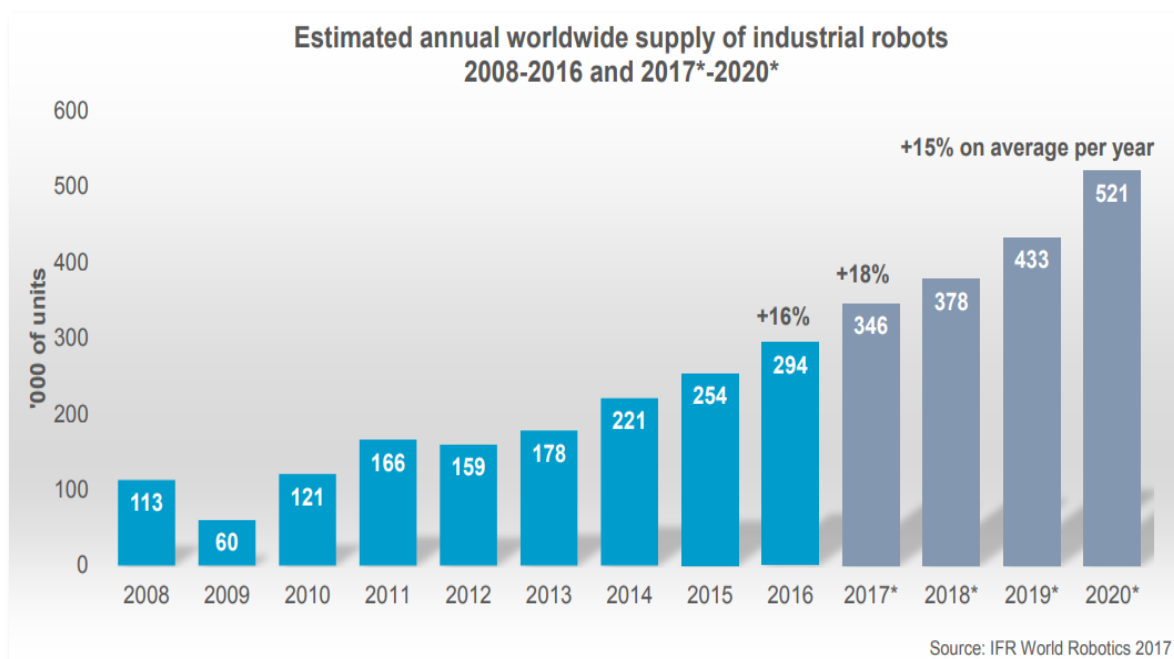


圖 1 全球工業機械手年銷售量(IFR)⁴

以區域來看，在這當中亞洲及澳大利亞就占了 23 萬台。其中，中國大陸則因為過去幾年不斷的受到外資青睞，所以工業機械手的供應量不斷的增長；北美則是在全球工業自動化的過程中，持續為技術領先的佼佼者。據統計，中國大陸市場銷售量在 2017 年成長 32%，約 2.8 萬台、南韓銷售量暴增 5%，約 3 千台、日本成長 9%，約 3 千台、位居第 3 位；中日韓 3 國的銷售量就占整體比重一半以上水準；其中，又以汽車業以及電子業是工業機械手最大市場，其次是金屬製造業、橡膠、塑膠以及食品業等，如圖 3。全球製造業在自動化趨勢下，有著將勞力密集的產業，藉由工資提高而將人力轉換到其他領域，因此製造工廠就順利轉換至工業機械手上，讓原本人力密集的行业順利轉為資本密集的行业。無論是鋼鐵業、汽車業或電子業都有這

⁴ 同註 3

樣的變化。

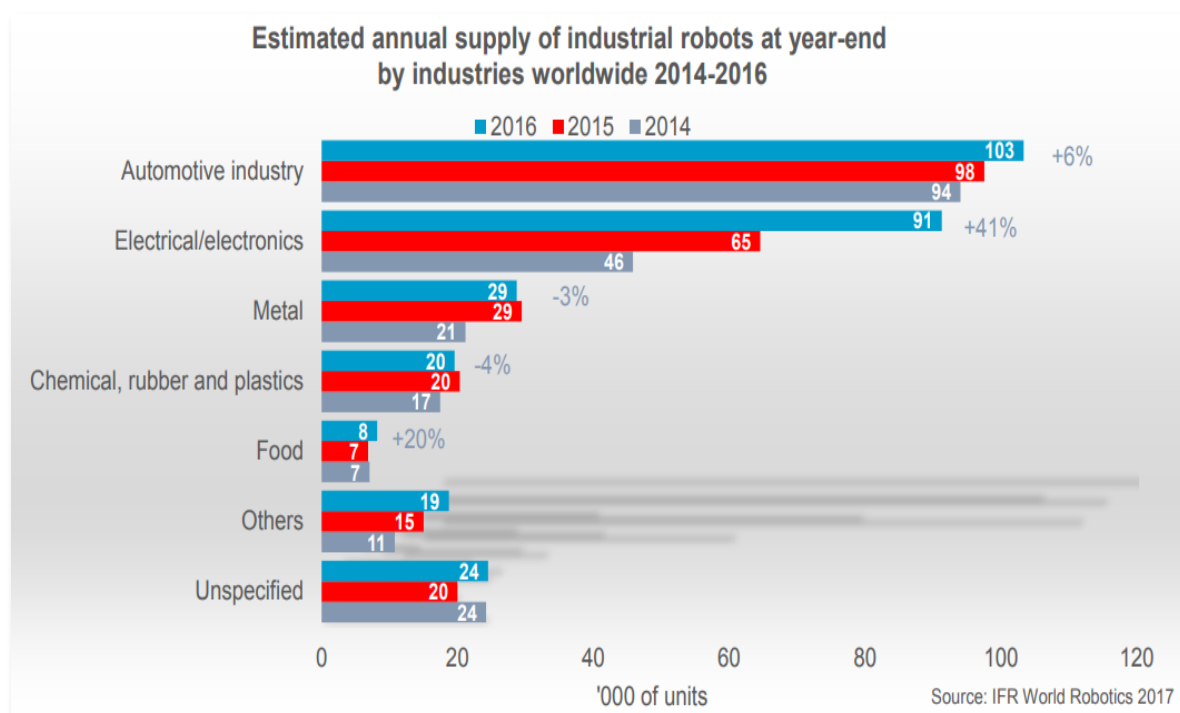


圖2 工業機械手在全球各產業年度供應量(IFR)⁵

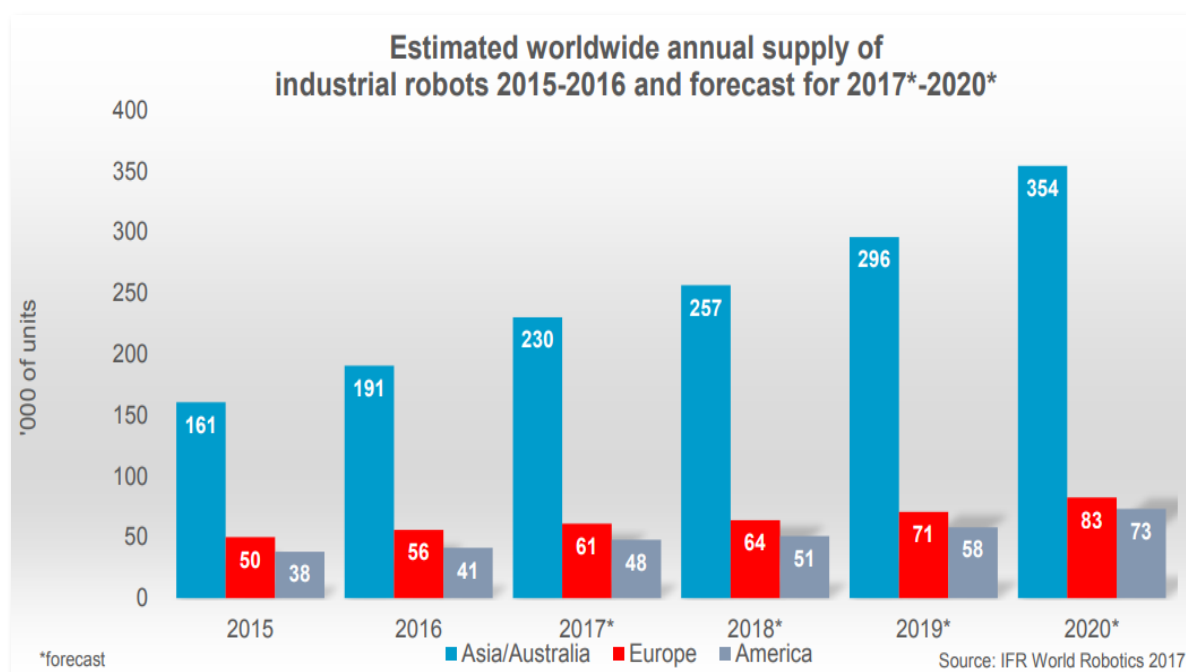


圖3 工業機械手全球各區域年度供應量(IFR)⁶

⁵ 同註 3

⁶ 同註 3

IFR 也定義了工業機械手密度為關鍵績效指標，用以評估國際市場中，各個區域或國家的自動化程度。例如，在全球生產業中，2016 年工業機械手平均密度約為 74 個單位(2015 年為 66 個單位)，也就是每 10,000 名員工中有 74 台工業機械手。而共有 21 個國家擁有高於平均水平的機械手密度，如圖 4。歐洲自動化程度最高的國家是德國，機械手密度為 309 單位，全球排名第 3。法國的機械手密度為 132 單位，全球排名第 18，遠高於全球 74 台的平均水準，但相比其他歐盟國家顯得相對較低。英國的機械手密度為 71 單位，是 G7 國家中唯一低於世界平均水準 74 單位的國家，排名第 22。其它地區機器人密度高於全球平均的國家，在亞洲國家則為臺灣、日本、南韓及新加坡，美洲為美國和加拿大，以及大洋洲的澳大利亞和紐西蘭。

工業機械手自動化程度目前全球領先的是南韓，其機械手密度為 631 單位，為平均值的八倍多，其次是新加坡的 488 單位和德國的 309 個單位，美國以 189 單位居世界第 7 名，臺灣則是 177 單位居第 10 名。而中國大陸以 68 個單位為第 23 名，不過據統計中國大陸機械手密度的發展在全球最具活力，由於機械手設備的大幅增加，特別是 2013 年至 2016 年間，機械手密度從 2013 年的 25 單位增加到 2016 年的 68 單位⁷。

⁷ [https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally\(2018/06/15\)](https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally(2018/06/15))

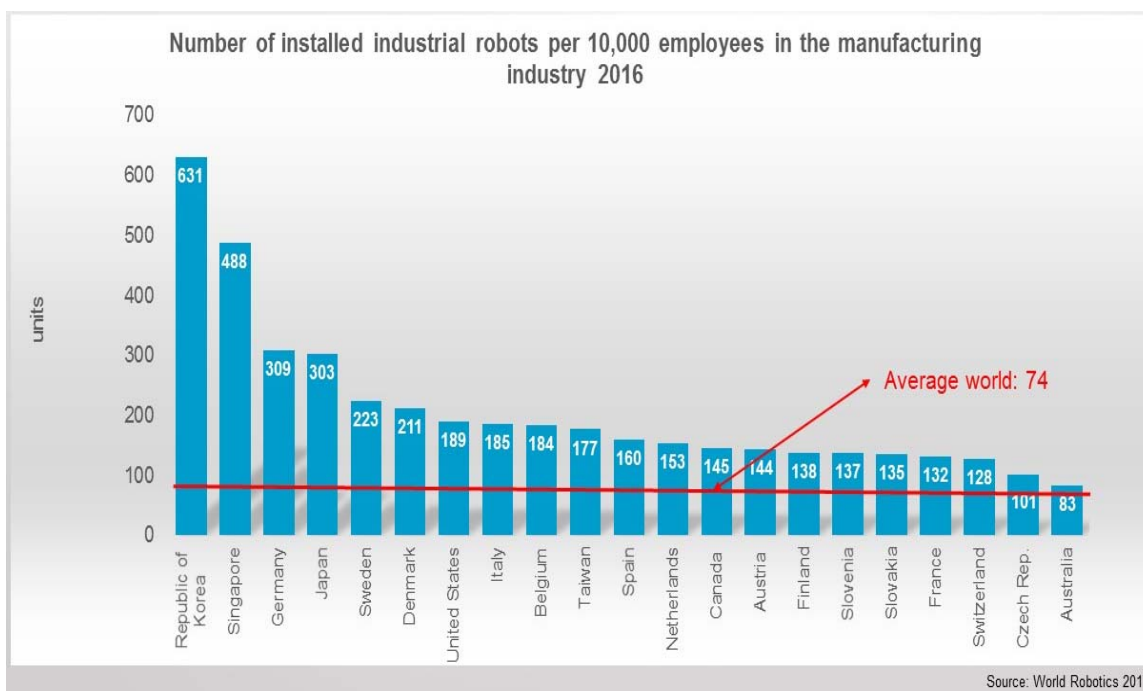


圖 4 全球機械手平均密度指標(IFR)⁸

我國經濟部統計處的資料也指出⁹，受惠於全球景氣穩健成長，今年(2018 年 1-3 月)以來，我國機械業出口金額已達 64 億美元年增率 18.3%，為近 7 年同期最大增幅。我國機械業係以出口為導向，直接外銷比率約占六成，2017 年因全球經濟回溫，各國投資擴廠及對自動化設備需求增溫，致機械出口額達 256 億美元，創歷年新高，年增 20.9%，為近 6 年最佳。機械出口以中國大陸為主要市場，2011 年占 29.8%，之後因全球景氣趨緩及中國大陸自給率提升，占比逐漸下滑。2017 年隨中國大陸積極投資高科技產業，加上智慧自動化設備需求上升，致對中國大陸出口占比回升至 30.4%，較上年增加 5.5 個百分點。2017 年對美國出口占 16.0%居次，對東協十國出口占 14.4%，對日、韓分別占 6.5%及 4.5%，如圖 5 及圖 6。

⁸ 同註 7

⁹ [https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=23&html=1&menu_id=10212&bull_id=5150\(2018/06/15\)](https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=23&html=1&menu_id=10212&bull_id=5150(2018/06/15))

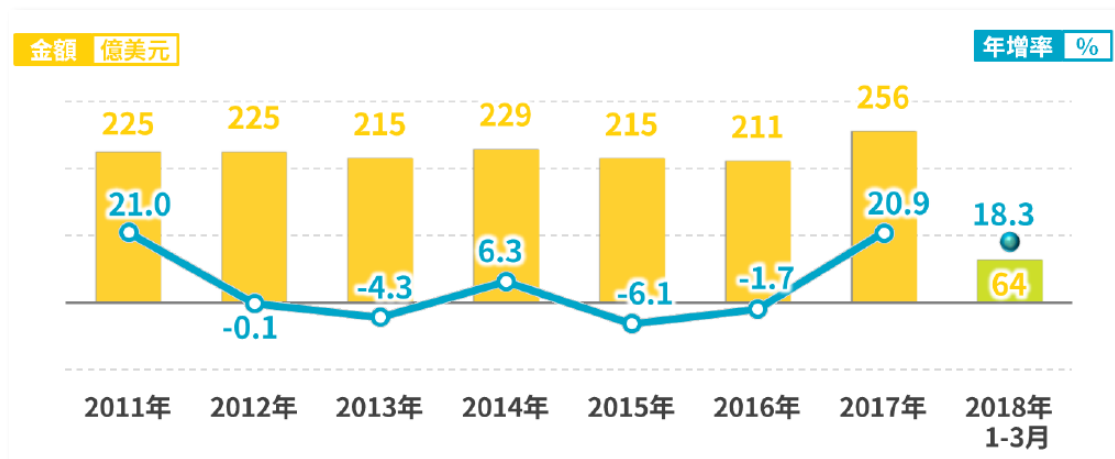


圖5 今年以來機械出口成長18.3%(經濟部統計處)

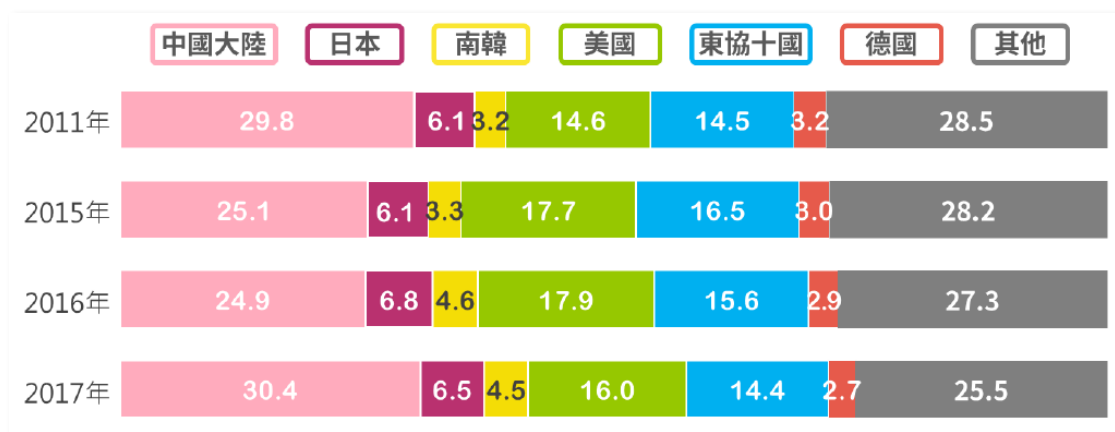


圖6 我國機械出口以中國大陸為主要市場(經濟部統計處)

在工業機械手部份¹⁰，近年產業自動化蔚為浪潮，帶動工業機械手需求快速成長。2017年我國工業用機器人出口1.7億美元，較2011年成長近1倍，為歷年新高，年增55.0%，顯示工業機械手出口前景看好。中國大陸為我國工業機器人主要出口市場，2017年對其出口0.6億美元，年增77.0%，占38.0%，較上年增4.7個百分點。對南韓出口占比由2014年之1.2%增至2017年之13.8%，為我國工業機械手第二大出口國。其次依序為對香港占10.9%、對新加坡占6.5%、對日本占6.2%，如圖7及圖8。

¹⁰ 同註9

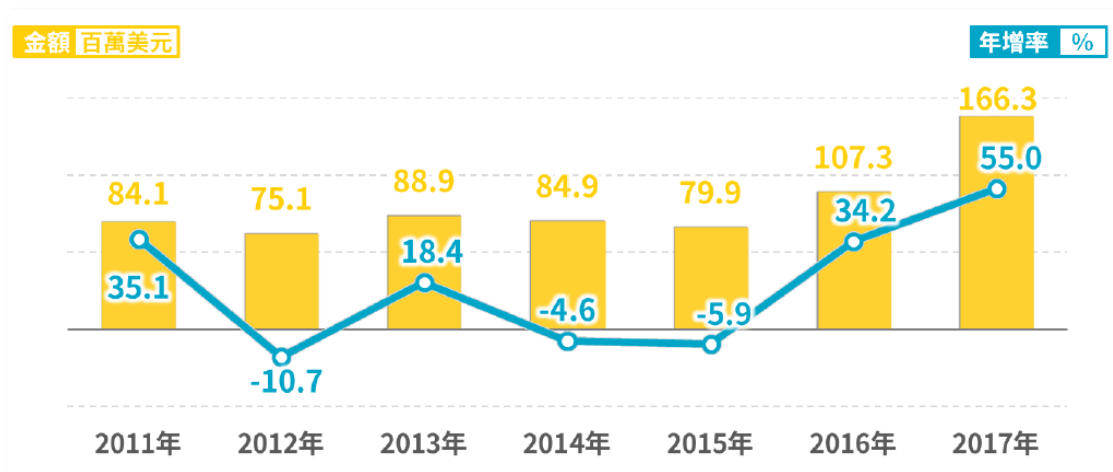


圖7 我國工業機械手出口快速增加(經濟部統計處)

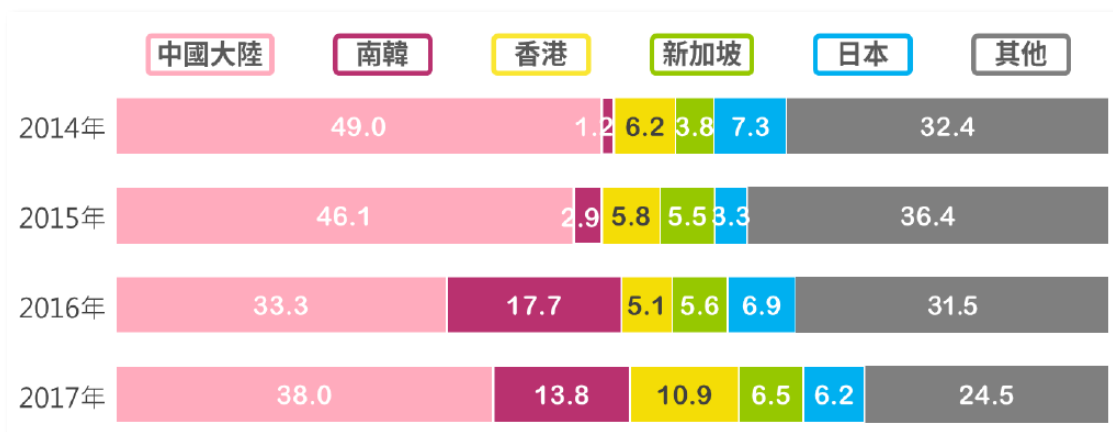


圖8 中國大陸為我國工業機械手最大出口市場(經濟部統計處)

(二) 視覺型工業機械手概況

智慧機械產業為五大創新產業政策之一，工業機械手除了自動化還更必須智慧化，具有感測功能的工業機械手近幾年受到產業界的重視。目前全球各地製造業均面臨了工廠的智慧化的課題，尤其是在工業 4.0 下所帶來的轉型壓力。工業 4.0 的概念，就是「全面連網、智慧製造」，這將會是全球下一波製造業的全新模式，在這個模式下，智慧感測將會扮演著重要的角色。以工業機械手而言，其涉及到力學、機械學、電器液壓技術、自動控制技術、感測器技術及計算機技術等科學領域，是一門跨學科的綜合技術。隨著工業技術的發展，工

業自動化控制要求的不斷提高，工業機械手的結構也得到了適應地改進，能夠獨立的按程序控制實現重複操作，適用範圍比較廣，適應性比較強，在產品批量生產中獲得廣泛的引用。工業機械手是目前在機械手技術領域中得到最廣泛實際應用的自動化機械裝置，在工業製造、醫學治療、娛樂服務、軍事、半導體製造以及太空探索等領域都能見到機械手的身影。儘管它們的形態各有不同，但都有一個共同的特點，就是能夠接受指令，準確地定位到某一位置點進行作業。其中，對目標物體實施定位抓取，就是工業機械手最常見的作業任務之一。

加入視覺系統是工業機械手與外界溝通最有效的感測方法之一，提供了關於環境足夠的訊息，用於定位、識別等，是一種非接觸感測方法。在工業應用中，像是影像深度辨識、自動光學檢測、物件定位、物件追蹤及物件辨識已經十分普遍。預計在未來的幾年內，視覺型工業機械手將會逐漸取代掉不具視覺功能的工業機械手（簡稱傳統型機器人），以便迎合這一波工業 4.0 所帶來的製造業轉型浪潮。

表 1 為工業機械手至視覺型工業機械手之演進概況^{11、12、13}。

表 1 視覺型工業機械手演進概況(PSC 整理)

1954 年 George D.申請工業機械手的專利，1961 年發布了美國專利 US 2,988,237。
1956 年 Joseph F. Engelberger 與 George D.成立全球第一個機器人製造公司 Unimation Inc.。

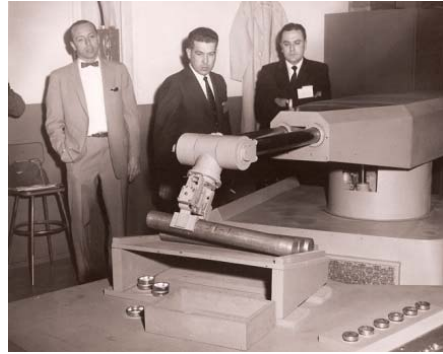
¹¹ [https://ifr.org/robot-history\(2018/06/15\)](https://ifr.org/robot-history(2018/06/15))

¹² [http://www10.plala.or.jp/ejihome/e-newpage26.htm#\(2018/06/15\)](http://www10.plala.or.jp/ejihome/e-newpage26.htm#(2018/06/15))

¹³ [http://ccis.nctu.edu.tw/word/11-01.pdf\(2018/06/15\)](http://ccis.nctu.edu.tw/word/11-01.pdf(2018/06/15))

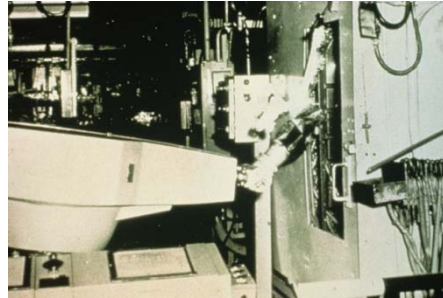
1959 年

Joseph F. Engelberger 與 George D. 開發全球第一台工業機械手，使用液壓執行器，在關節坐標下有編碼器，精確到 1 / 10,000 英寸以內。



1961 年

Unimation 的工業機器人，全球第一台正式於通用汽車位於美國新澤西州的生產線上運作。



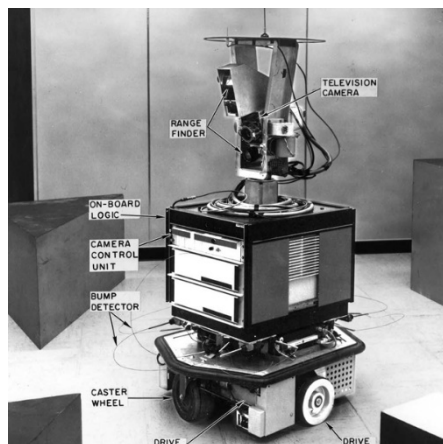
1967 年

歐洲第一台工業機器人 Unimate，安裝於瑞典正式運作。



1969 年

史丹佛大學展示了使用視覺感測的移動機器人。



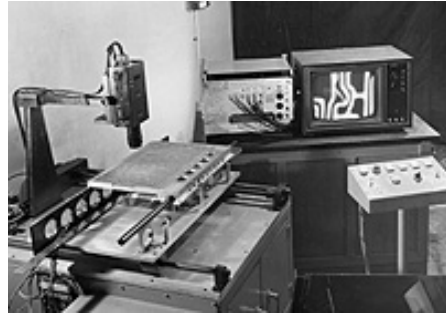
1969 年

HITACHI 開發出世界上第一台基於視覺感測的全自動智慧機械手，用來組裝物體。



1972 年

HITACHI 開發出印刷電路板檢測機，全球第一個應用於工業上的視覺型機械手，用於電視電路板的檢測。



1973 年

KUKA 研發出全球第一台具有 6 軸的電機驅動的機械手臂。



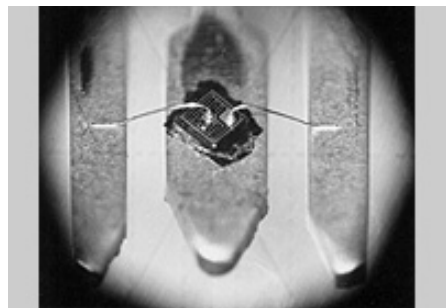
1973 年

HITACHI 開發使用動態視覺感測器的工業機械手，用於混凝土樁作業的自動錨桿機器人。



1973 年

HITACHI 開發出使用影像辨識的全自動晶體管組裝系統。該技術後來被廣泛應用於 IC 和 LSI 組裝。

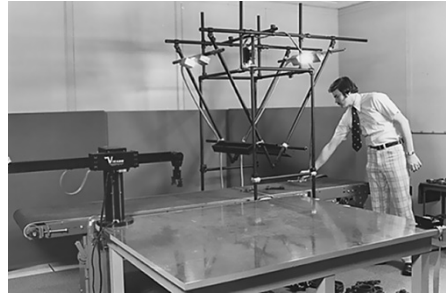


1980 年代

洛桑聯邦理工學院的 Reymond Clavel 教授所領導的團隊發明了並聯式機械手(Delta robot)，且獲得 Delta robot 的專利 US 4,976,582。

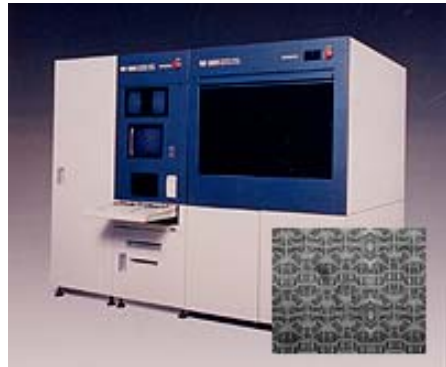
1981 年

通用汽車三台工業機器人上安裝視覺系統，通過皮帶輸送機成功分揀多達六個不同的鑄件，每小時可達 1,400 個。



1984 年

日立開發使用視覺感測器技術的半導體晶圓檢驗機，用於 IC 和 LSI 的。



1998 年

瑞典 ABB 開發了世界上速度最快的拾取機器人，使用圖像技術以每秒 10 米的速度拾取和釋放。



貳、專利情報分析方法及主題技術探討

本章節將說明本報告在專利情報分析之流程與方法，接續也針對視覺型工業機械手之技術結構做深入討論分析，以了解視覺型工業機械手技術整體的發展趨勢，使得在專利文獻的閱讀上有所幫助。藉由透過對技術的通盤了解、全面的專利檢索以及深入的專利分析，進而針對視覺型工業機械手之未來研究方向、技術發展與市場佈局提供產官學界做為參考。

一、專利情報分析方法

專利情報分析流程可分為研擬分析主題及範疇、產出技術結構、訂定檢索策略、檢索專利文獻、編修專利清單暨管理專利文獻、篩選暨判讀相關專利及製作分析報告及簡報等七個階段，各階段的工作任務及步驟流程如圖 9 所示。

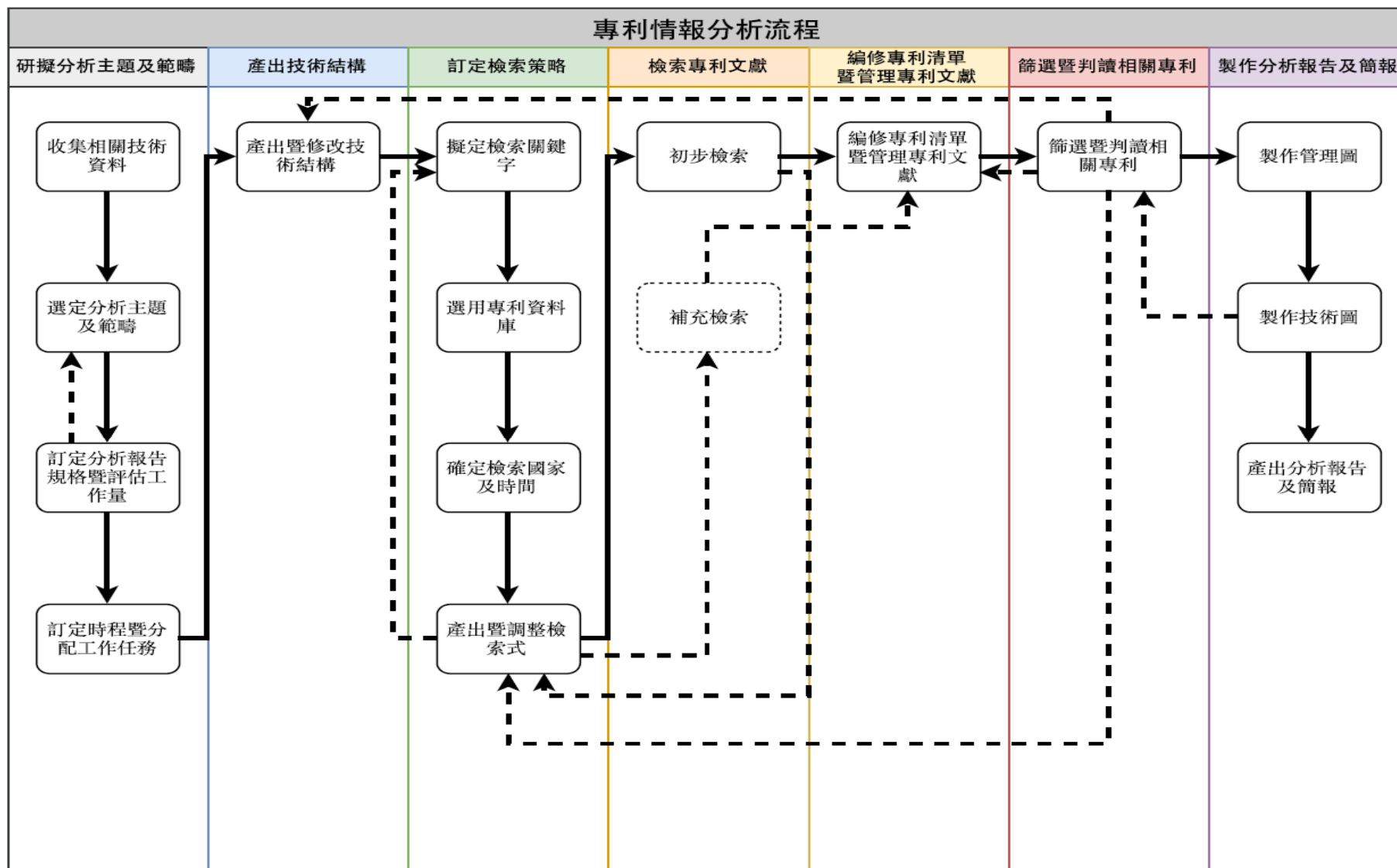


圖 9 專利情報分析流程圖(PSC 整理)

(一) 研擬分析主題及範疇階段

藉由收集相關技術資料，例如：產業報告、期刊雜誌、網路資料，來了解相關技術領域的技術趨勢、產業動態及國家政策，進而選定符合計畫執行目標的分析主題及範疇。接著，訂定分析報告規格，同時依據檢索策略所檢索出的專利數量來評估工作量，必要時修正分析主題及範疇來調整工作量。最後，依據分析報告規格及工作量來訂定作業時程，並分配工作任務。

本報告是以視覺型工業機械手技術作為分析主題，分析美國、歐洲、德國、日本、中國大陸、南韓及臺灣等 7 個國家(或地區)近 5 年來的專利布局趨勢，藉此了解視覺型工業機械手技術整體的發展趨勢。本報告分析主題屬於工業機器人技術領域，且著重於探討機械手，以及與機械手有關的自動控制系統、教導系統及視覺系統，在量測、定位、引導、識別的視覺應用方案。

(二) 產出技術結構

將前階段收集到的相關技術資料加以整理，召集相關人員，例如：研發工程師、技術顧問，共同討論、繪製符合分析主題及範疇的技術結構，找出相關技術，明確各相關技術之間的層次、從屬關係，同時給予各相關技術定性描述。本報告將於本章第二節(第17頁)針對視覺型工業機械手之技術結構做深入討論分析。

(三) 訂定檢索策略及檢索專利文獻

依據前階段的技術結構，擬定檢索關鍵字、國家及時間，透過各國專利局專利資料庫、商用專利資料庫進行初步檢索。必要時可依據

初步檢索結果調整檢索式，重新擬定檢索關鍵字、國家及時間後再次檢索，進而完成初步檢索。再者，之後的任務階段中，例如：篩選暨判讀相關專利階段，可依據需求來調整檢索式，進行補充檢索。

本報告使用Derwent Innovation、PSC專用資料庫及各國專利局資料庫，查找美國、歐洲、德國、日本、中國大陸、南韓及臺灣等7個專利局之專利公報，檢索出近5年¹⁴來公開或公告的專利。在初步檢索階段，檢索關鍵字以「B25J(機械手對應的IPC類號)」及「視覺」為主；在補充檢索階段，檢索關鍵字則使用「機械手同義字」、「視覺同義字」、「主要IPC類號」、「主要申請人」。

(四) 編修專利清單暨管理專利文獻

使用文書軟體，例如：Excel，匯整、編修專利清單，可有效地管理專利文獻。

(五) 篩選暨判讀相關專利

在篩選相關專利方面，依據「研擬分析主題及範疇」階段的分析主題篩選符合分析主題的相關專利；在判讀相關專利方面，藉由閱讀、理解每件相關專利的發明技術思想，再根據前階段的技術結構將該發明技術思想加以分類，進而歸納、整理出分析主題的專利情報。

本報告篩選出1,268件發明專利，其中包含645件DWPI專利家族。

(六) 製作分析報告及簡報相關專利

將前階段篩選出的1,268件視覺型工業機械手發明專利作為統計母體，製作管理圖及技術圖（合稱專利地圖），撰寫分析報告及簡報，

¹⁴ 2013 年到 2017 年，資料最後檢索日期為 2018 年 3 月 28 日。

以分析視覺型工業機械手的專利布局趨勢。本報告將於第參章(第50頁)針對專利地圖做深入討論分析。

二、視覺型工業機械手技術

從十九世紀初開始，生產的方式從大量人工慢慢轉變為機械化，到了十九世紀中，自從電腦的出現，讓人們能夠利用它來從事一些簡單的自動控制，工業界又開始了一次新的革命，隨著工業生產逐漸為了因應產量、速度、精準度提升之需求，人類開始大量投入自動化的生產流程開發。然而，科技業為了精益求精，再加上人工智慧(AI)的構想崛起，人們開始思考，該如何才能讓自動化系統中的機器學會“感受”我們眼中看見的世界，進而能夠學習人類的行為模式進行判定。於是我們賦予了它一雙“眼睛”，使其擁有辨別事物的能力，學習人類的邏輯以提升自動化系統之產能。時至今日，機器視覺已成為工業自動化系統的重要元素之一，其技術與應用也隨著自動化行業的發展而日益成熟¹⁵。

機器視覺(Machine Vision)又可稱視覺伺服(Visual Servo)，是一個能自動輸出控制信號的影像識別分析器。主要的原理是運用影像感測系統去自動抓取並分析可見的資訊(Visual Information)，就如同人類的雙眼一樣，然後運用電腦強大的運算能力，對取得的影像進行適當的分析識別，得到一個控制信號的輸出，成為控制機器的參數之一。由機器視覺對輸入的影像分析檢測，大大的提升了檢測的效率和正確性，當然機器視覺也並非只用於科技界的生產，在各個領域之中，如在醫學、生技、農業、漁業等，都能處處看到機器視覺的應用。我們

¹⁵ 王榮華、莊明奇、鄭雅芸，開拓自動化系統的視界—機器視覺，<http://softcomp.ee.ntou.edu.tw/> (2018/06/15)

必須要了解一個觀念就是機器視覺系統並不完全只等於影像處理系統，影像處理系統可以當作機器視覺系統的前置作業，經過處理再置的影像以利機器進行控制與判斷，也具備了可再現性以利人眼後續之觀察記錄，以便提升自動化生產流程或系統之操作性與精準度¹⁶。

而將視覺伺服技術(機器視覺技術)應用於工業機械手，藉由機器視覺觀察物件或是工業機械手本身之位置，再由控制系統控制工業機械手的移動來達到預定之位置，稱之為視覺型工業機械手。其中，在視覺型工業機械手的移動過程中，實際移動位置與所設定之移動位置相比，勢必存在著誤差量。而視覺伺服技術則是藉由相關技術法則，使工業機械手在誤差量極小的情況下，準確的移動到正確的位置或是精準的控制工業機械手追蹤與定位目標物。視覺型工業機械手一般是由下列五個子系統所組合而成：

- 控制系統：包含通訊、連接阜、人機介面，並用以控制驅動系統，以表達機器人外在之行為。
- 驅動系統：包含驅動器、致動器(伺服馬達)、減速機、功率開關元件、編碼器、各式零組件以及電源供應器等。
- 感測系統：包含相關感測零組件用以搭起與外界溝通的橋梁，並即時回授訊號予控制系統，使控制系統作出正確判斷。
- 機構系統：包含夾爪、油/氣壓缸、手臂等相關機器人與外界接觸之作動構件。
- 軟體系統：包含語音及智能軟體/演算法，用以執行機器人之智

¹⁶ 同註 15

慧型工作規劃程序，需/或具備相關學習功能。

本研究將視覺型工業機械手之技術組成，分為拍攝技術、圖像技術、控制技術以及硬體架構等四大主技術，另再細分次技術，詳見表2與圖10。

表 2 視覺型機械手技術結構表(PSC 整理)

主技術	次技術
拍攝技術	光學系統(光源、鏡片、CCD或CMOS影像感測器)
	單相機配置
	雙相機配置
	多相機配置
	深度感測
圖像技術	機械手與視覺感測器校正(初始安裝定位、歸零、基準點)
	影像處理(訊號處理，包含影像擷取、影像強化、影像切割、影相表示與描述)
	物件定位(靜態、物件定位精度之誤差補償或調整)
	物件追蹤與監控(動態)
	物件辨識
	物件檢測與量測(含輪廓相關)
控制技術	運動控制(空間座標轉換、路徑規劃)
	伺服控制(邏輯編程與程序控制)
硬體架構技術	機構配置(手臂零組件相關)
	控制器系統(控制介面、控制器、驅動器、影像擷取卡、影像處理器、數位 I/O 卡等)

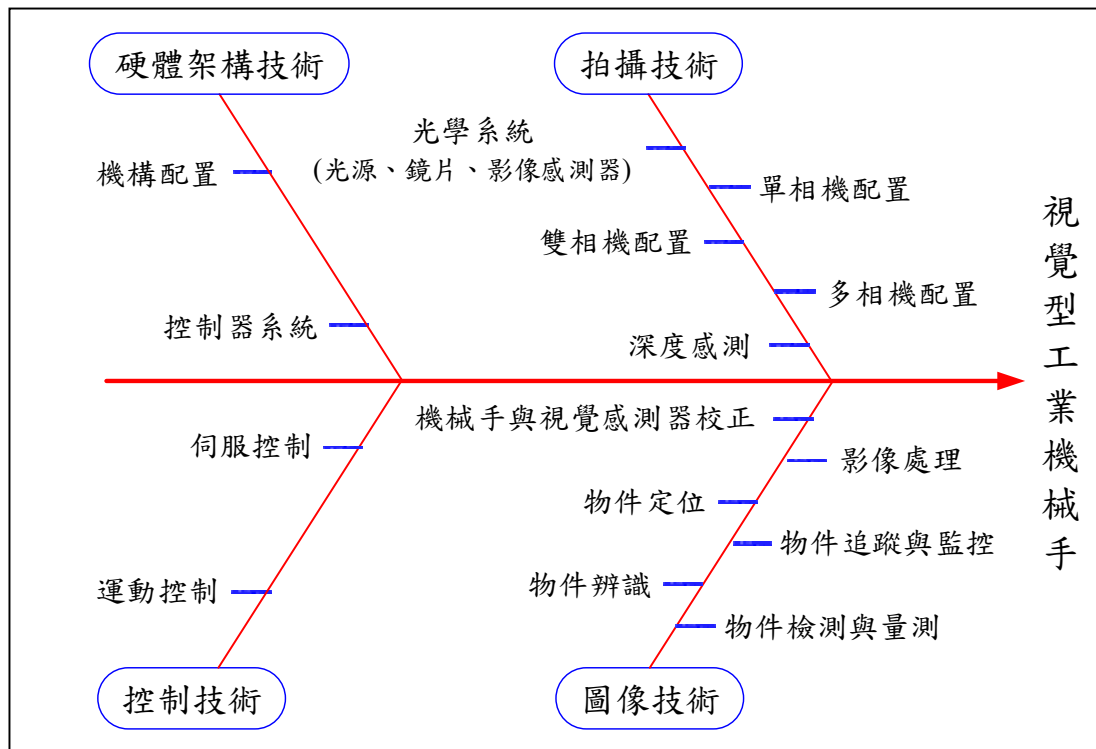


圖 10 視覺型機械手技術結構魚骨圖(PSC 整理)

(一) 拍攝技術

拍攝技術主要是藉由一光學系統(包含光源、鏡片、CCD 或 CMOS 影像感測器)，依據拍攝環境與條件，搭配一至數台相機拍攝物件影像，再將所需要之影像傳送至後端處理器做影像分析處理。一般應用在工業上的影像拍攝技術，可以區分為單相機配置技術、雙相機配置技術、多相機配置技術或是深度感測技術，其中深度感測技術是由相機(一至數台)與測距感測儀配置而成之具有立體視覺(Stereo Vision)功能之影像拍攝系統，如圖 11。

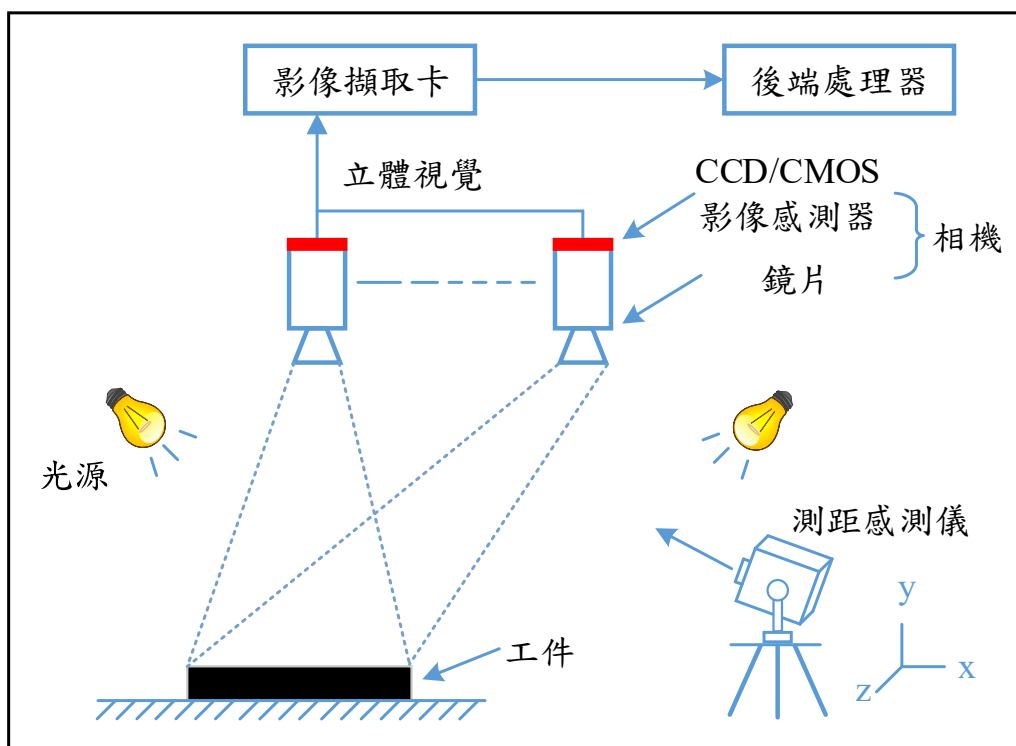


圖 11 具有立體視覺功能之影像拍攝示意圖(PSC 整理)

1. 光學系統

影像拍攝系統為光源、鏡片再加上 CCD 或 CMOS 感測器所組成，利用鏡片將影像聚焦後投射於影像感測器上，經影像感測器將影像解析成為數眾多的畫素，最後透過影像擷取卡暫存其各自的類比電壓訊號，將其數位化及輸出至顯示器顯像¹⁷。

光源對於整個機器視覺而言，毫無疑問占有相當重要的地位。光源的選用設置是否恰當，將會關係到整個機器視覺系統的成敗。依據待測物件表面受光特性，選擇不同的光源配置及其架設型態，就光源配置部分而言，可以分成前照式(Front Lighting)、背照式(Back Lighting)、及側照式(Side Lighting)。前照式為利用物體表面之反射性，也是一般業界最常見之用法，將光源與相機配置於待測樣品的同一側，相當於明場照明之效果，前照式的角度依待測物件之特性有各種

¹⁷ 同註 15

不同的選擇，可再細分為反射式照明及散射式照明，反射式照明利用光源發出之光束直接從物體表面反射至光學鏡片，影像感測器得到最大的光量，但相對地，影像感測器對於物體表面的角度變化會相當敏感；散設式照明則利用多數物體表面皆將光線反射至各個不同角度之特性，故影像感測器感應到為散射的光線而非反射的光線。背照式則是將光源配置於待測物之後方，此時影像感測器僅能接收待測物件輪廓以外之光線，相對地能夠偵測待測物件所在位置及其輪廓，相當於暗場照明的效果，利於瑕疵大小的判斷；而側照式則是將利用光源照射待測物件之側面，藉由物件表面之高低起伏產生散射，此一配置可將物件表面之幾何起伏增強，相對地容易有將瑕疵放大的現象。光學鏡頭由多層鏡片所組成，鏡頭的品質也依價格不同等級的區分相差極大。而不同功能性之鏡頭如一般鏡頭、Macro 鏡頭、變焦鏡頭、及望遠鏡頭等，皆有其特殊之應用¹⁸。

至於影像感測器部份，有分CCD影像感測器與CMOS影像感測器。在工業上，當影像感測是應用在自動光學檢測(Automated Optical Inspection, AOI)、物件定位或是物件追蹤時，需要較高的感光度與解析度。而同樣大小的CCD影像感測器與CMOS影像感測器相比較，CCD影像感測器具有高解析度、高感光度、低雜訊等優勢，當然也有高成本以及高耗電量等缺點。因此，目前工業應用上以CCD影像感測器為主。然而，隨著影像感測器技術的進步，CCD影像感測器與CMOS影像感測器的優缺點差距有逐漸縮小的趨勢。

¹⁸ 同註 15

2. 單相機配置

一般而言，工業的機器視覺應用上，受限影像處理效能較低、預算較少以及機構簡單，常常只配置單一相機。缺點是只能做二維圖像辨識使用，無法產生立體視覺以及判斷物件之距離與位置。要達成立體視覺的基本原理為模擬人類的兩個眼睛配置，即安裝兩台或兩台以上的相機來拍攝影像，但是如此一來，硬體成本勢必大幅提升，且後端影像處理器之效能也必須更著提升才能達到基本要求。

為了解決上述之問題，有學者提出使用單一相機搭配光學反射或折射元件(如：鏡子或透鏡)來達到單一相機具有立體視覺之目的。Jonathan R. Seal¹⁹以及 J. Gluckman²⁰等人分別提出單一相機搭配多片反射鏡來獲得立體影像，如圖 12、圖 13 以及圖 14。與一般配置兩台以上(含兩台)的相機來獲得立體影像的做法，只需較低的成本與較低的影像處理效能即可達到同樣的效果。

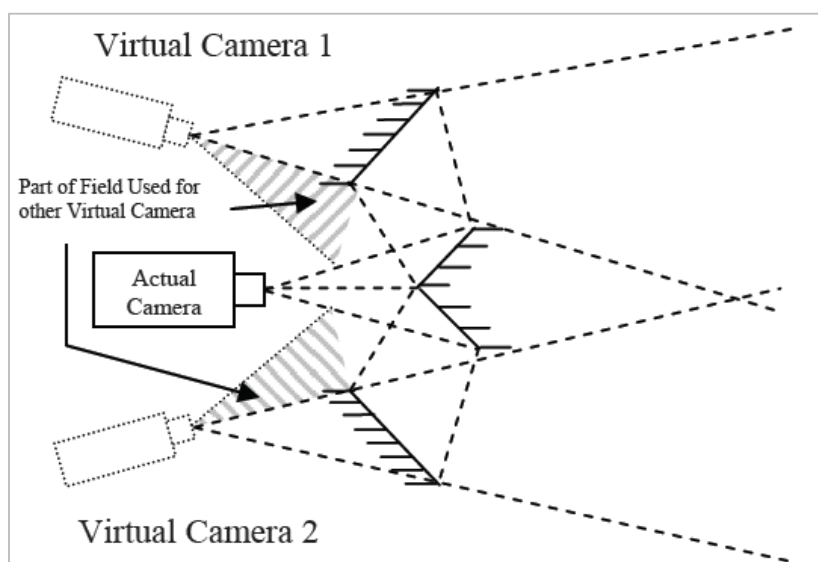


圖 12 單相機搭配 4 片反射鏡來獲得立體影像²¹

¹⁹ Jonathan R. Seal et al., "Depth Perception with a Single Camera", 1st International Conference on Sensing Technology, pp.96-101(2005).

²⁰ J. Gluckman and J. Gluckman, "Rectified catadioptric stereo sensors", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 24, no. 2 (2002).

²¹ 同註 19

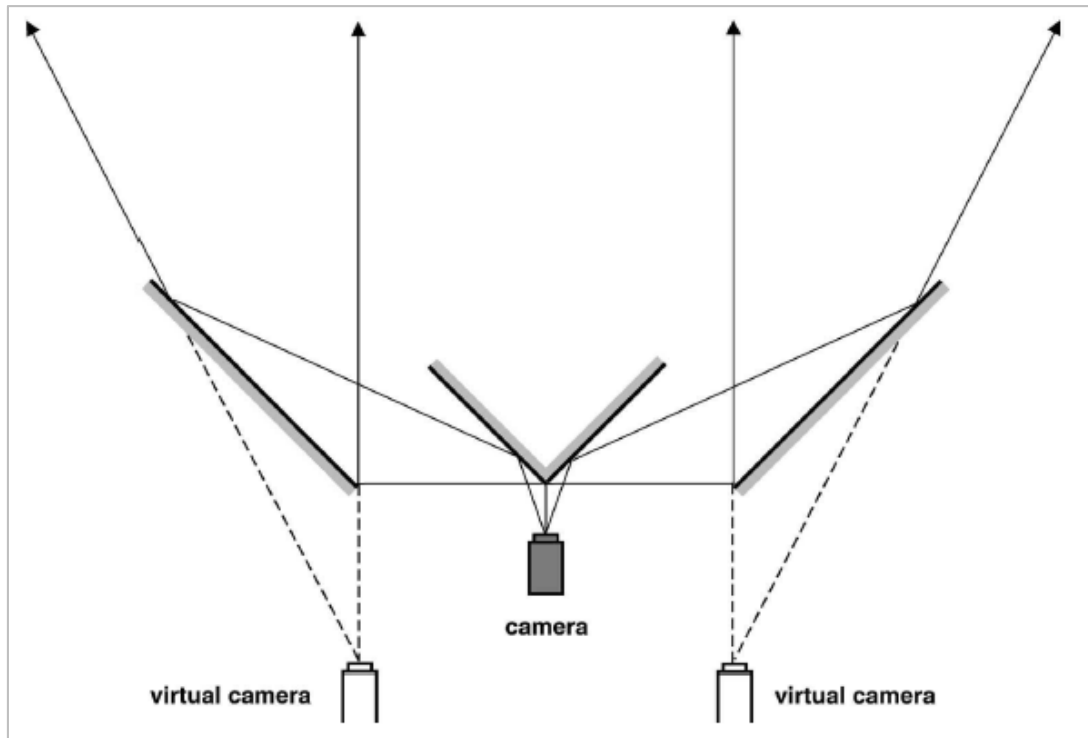


圖 13 單一相機搭配 4 片反射鏡來獲得立體影像²²

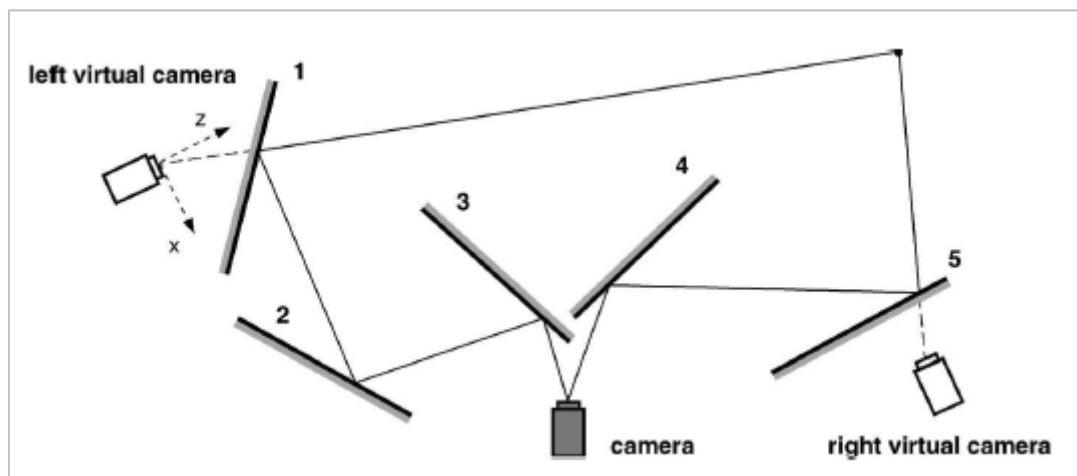


圖 14 單一相機搭配 5 片反射鏡來獲得立體影像²³

3. 雙相機配置

立體視覺藉由多台相機同時拍攝影像，自其重疊的視野中找出成對影像的對應點，以三維空間中的幾何關係及相機參數來計算深度。

²² 同註 20

²³ 同註 20

目前常見研究是採用雙相機建構類似人類的視覺系統，利用特徵比對、影像比對(Image Matching)找出對應點，以快速求得精確的深度資訊。採用立體視覺的目的在於建立與人類一樣高效率的視覺系統，能迅速的辨識物體的形狀與位置，尤其是在三維空間中的運動。立體視覺影像系統已被廣泛地利用在許多研究及不同產業上²⁴。

相較前述單相機搭配光學反射或折射元件來達到單一相機具有立體視覺之目的，此方法雖然可以獲得立體影像，但由於是將數個光學反射或折射元件所擷取之影像壓縮在同一台相機之中，因而造成影像解析度不足之問題。故雙相機配置之影像拍攝系統所獲得的影像資訊會比單相機來的多且豐富，較適合用來針對三維空間中的物件精準定位或追蹤以及深度的估算，如圖 15。

雖然雙相機配置有上述之優點，但需注意雙相機配置之間的參數校正問題以及確保物件需在兩個影像感測器之可視角重疊範圍之中，如圖 16。

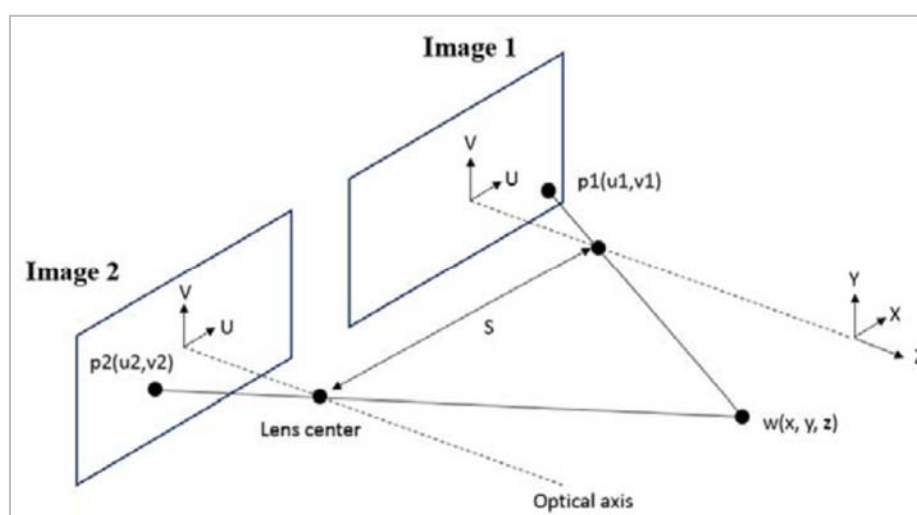


圖 15 雙相機配置以獲得立體影像²⁵

²⁴ 傅培耕，張嘉麟，陳冠宇，張永鵬，"即時影像追蹤之立體視覺導引自走車"，中國機械工程學會第二十一屆全國學術研討會論文集(2004)。

²⁵ K. S. Fu, R. C. Gonzalez, C. S. G. Lee. Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence, New York: McGraw-Hill, pp 313-328 (1987).

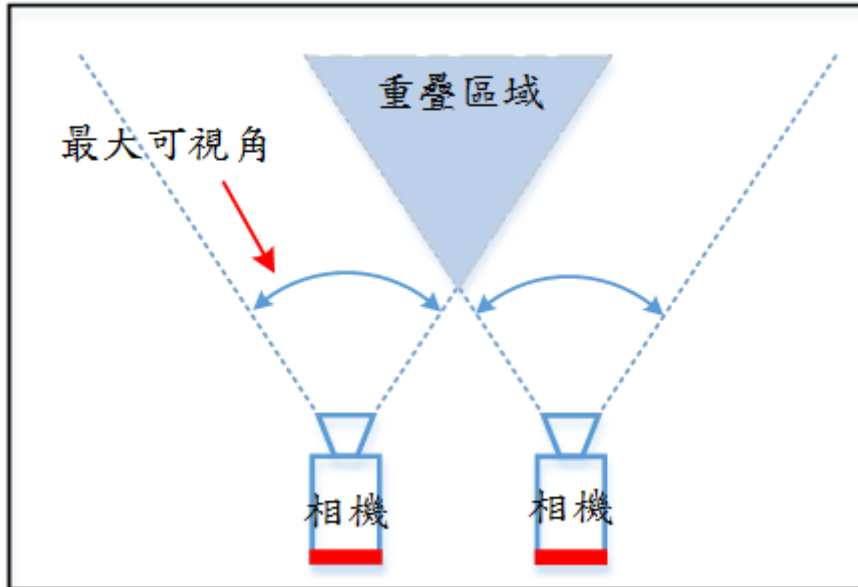
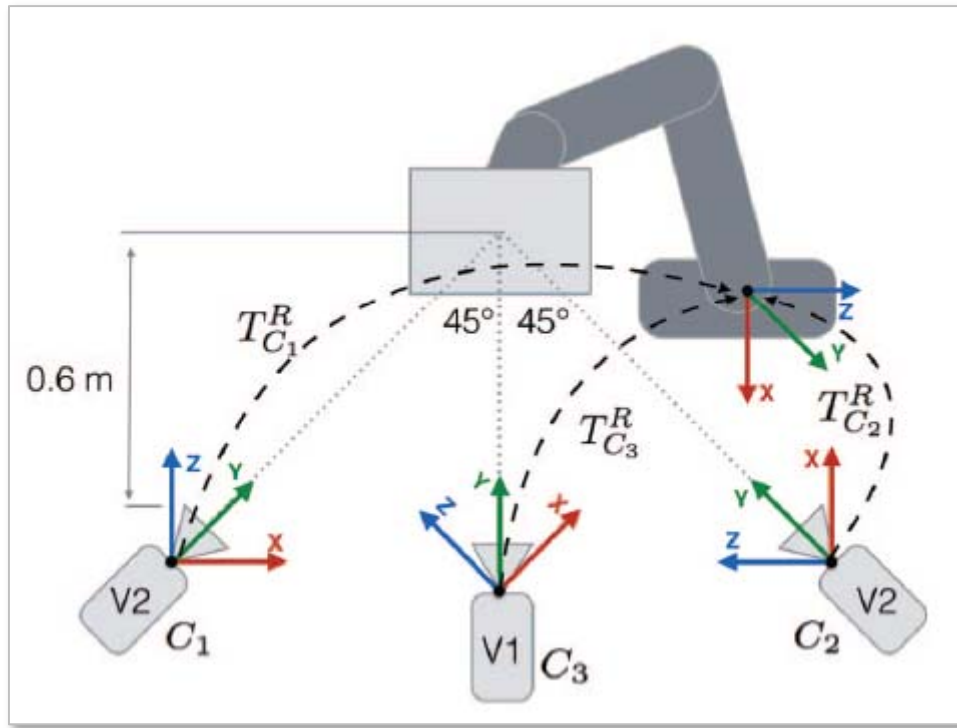


圖 16 雙相機配置之影像感測器最大可視角重疊範圍(PSC 整理)

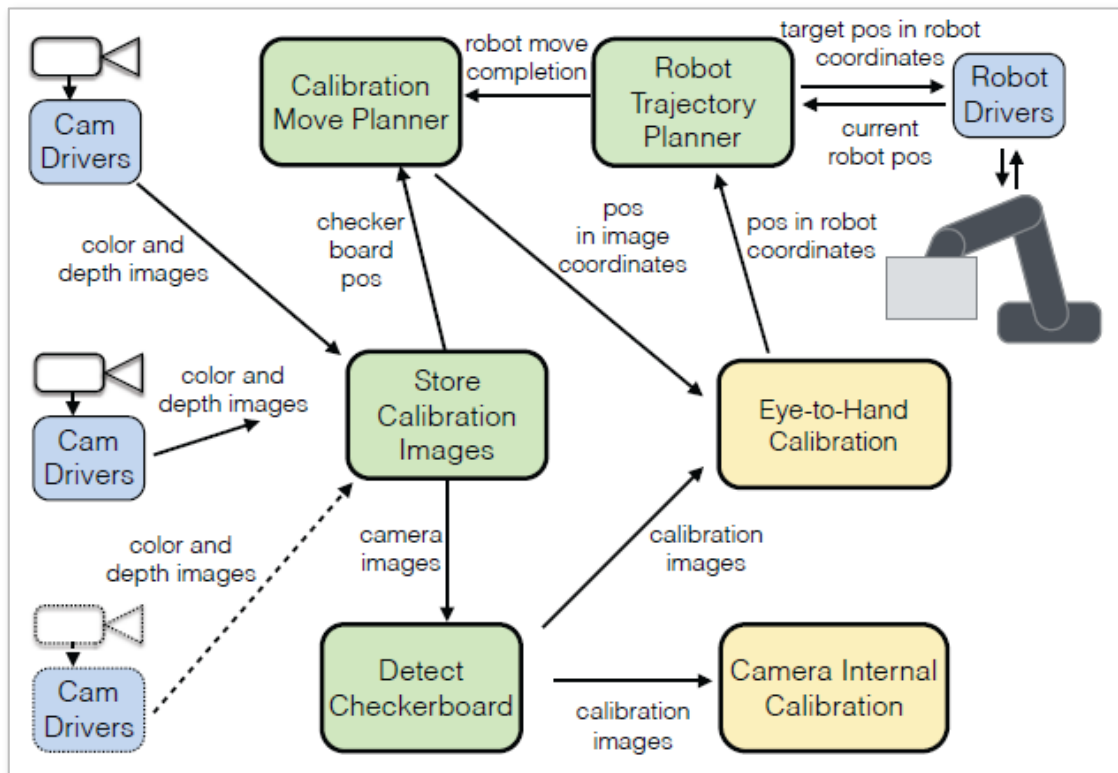
4. 多相機配置

相較於單相機配置或雙相機配置所形成之影像拍攝系統，採用多相機配置之方式可以提高可視區域，彌補單相機配置或雙相機配置之可視區域外圍無法捕捉到物件之窘境，如圖 17 與圖 18。

另一種應用情境則是在工廠產線，藉由設置多相機來監測物件之狀態，可避免單相機須跟隨物件移動而造成物件定位或辨識精度不準確之問題，如圖 19。



(a)



(b)

圖 17 多相機配置以獲得立體影像²⁶

²⁶ Justinas M., Kyrre G., Ole J. Elle, Jim T., "Automatic Calibration of a Robot Manipulator and Multi 3D Camera System", IEEE/SICE International Symposium on System Integration (2016).

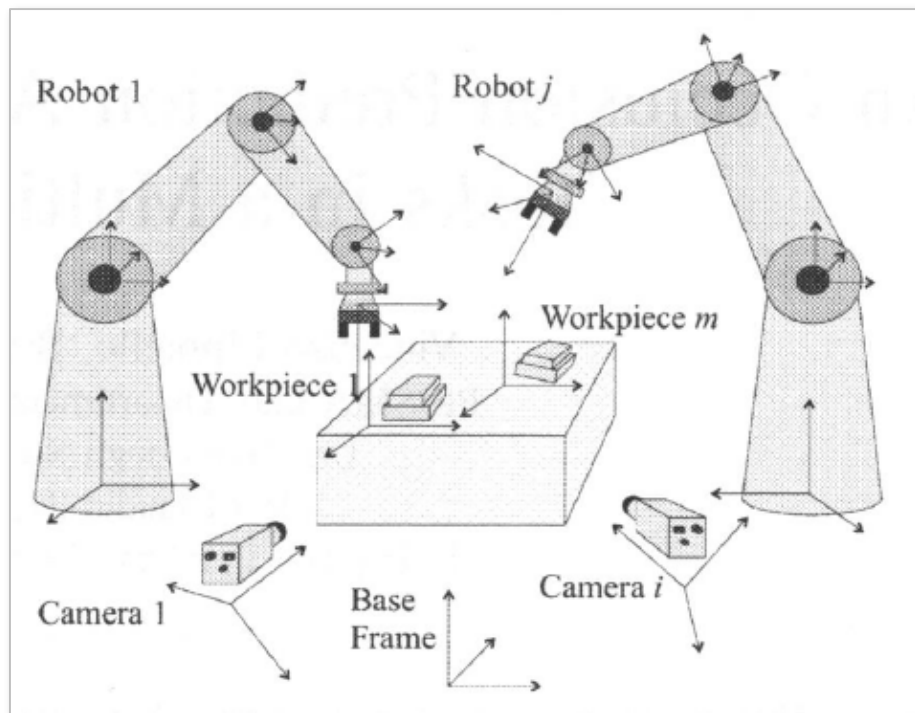


圖 18 多相機配置以獲得立體影像²⁷

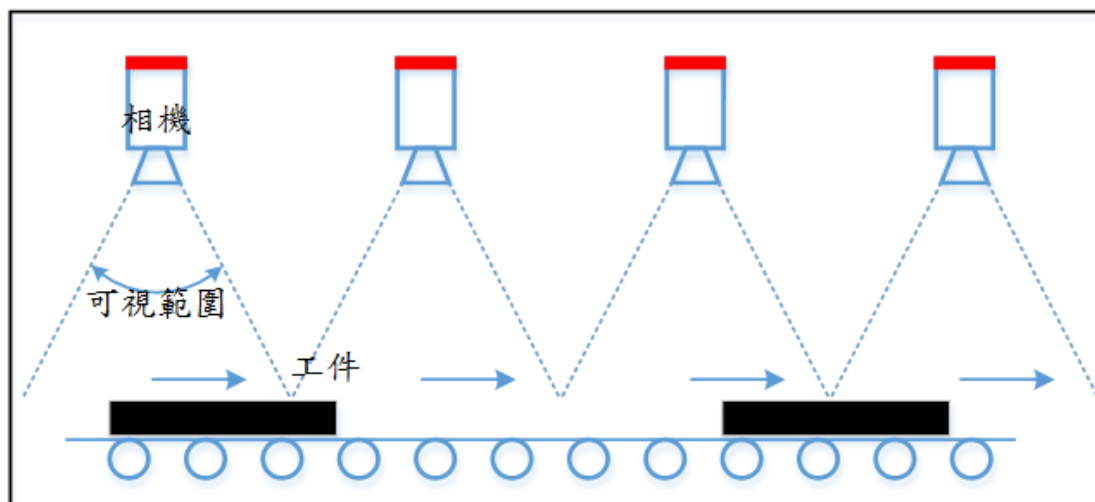


圖 19 多相機配置於工廠產線用以追蹤移動之物件(PSC 整理)

5. 深度感測

相較於前述單相機、雙相機或是多相機所組合而成之影像拍攝系統是將三維空間的影像經過拍攝儲存而成二維資訊的數據，深度感測

²⁷ V. Lippiello, B. Siciliano, L. Villani, "An Occlusion Prediction Algorithm for Visual Servoing Tasks in a Multi-Arm Robotic Cell", IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation (2005).

技術則是多了立體深度的資訊。

前述最基本的方法是藉由兩台相機拍攝影像之後，藉由演算法運算得知影像點的深度資訊，但這種方法存在著較大的誤差，並不是非常精確。更進一步的做法則是利用一至多台相機搭配測距感測儀(例如：雷射測距儀、紅外線感測器、超音波感測器、雷達感測器...等)，經由演算法運算得知影像中每一點的深度資訊，達到深度感測的目的，如圖 11、圖 20。

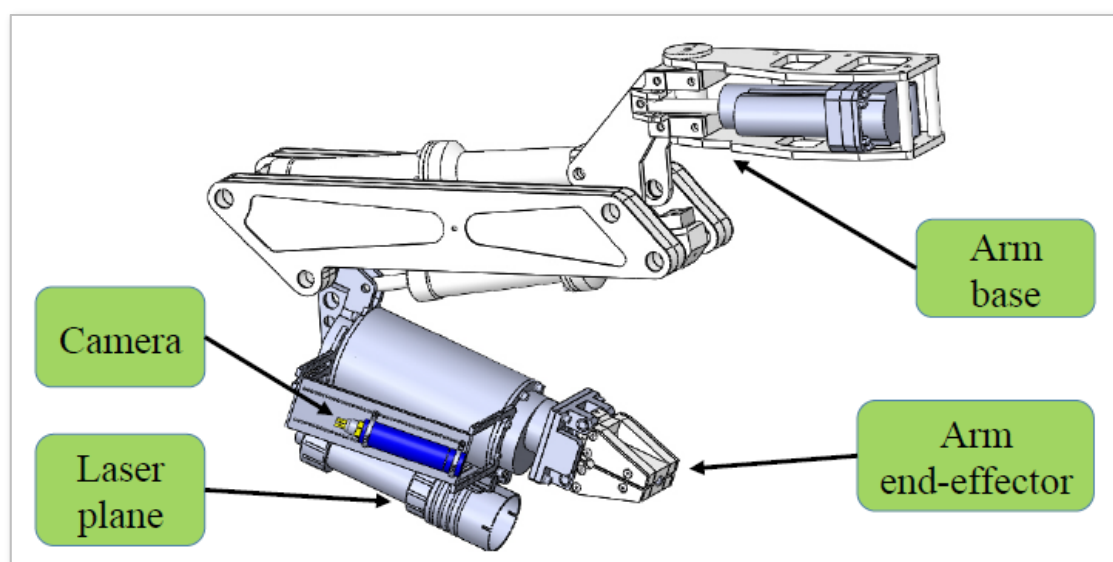


圖 20 單相機搭配雷射測距儀進行深度感測²⁸

最耳熟能詳的就是 Microsoft Xbox Kinect，在 Kinect 上有三個鏡頭模組，由左至右分別是紅外線發射器、RGB 攝影機、紅外線接收器。紅外線發射器與紅外線接收器是用來感測深度資訊，RGB 攝影機則是用來分辨色彩資訊，再將上述鏡頭模組所收集到的資訊傳送至處理器做運算處理。Kinect 還有一追焦模組，可將上述蒐集到的影像及深度資訊經過判讀後送出一控制訊號至底座的馬達，用以追蹤物體(人體)，如圖 21，圖 22 為經由 Kinect 拍攝人體經過運算後，所得到之人

²⁸ Antonio Peñalver, J. Javier Fernández, Pedro J. Sanz, "Autonomous Underwater Grasping using Multi-View Laser Reconstruction", IEEE OCEANS (2017).

體骨架示意圖，其中包含三維空間資訊。

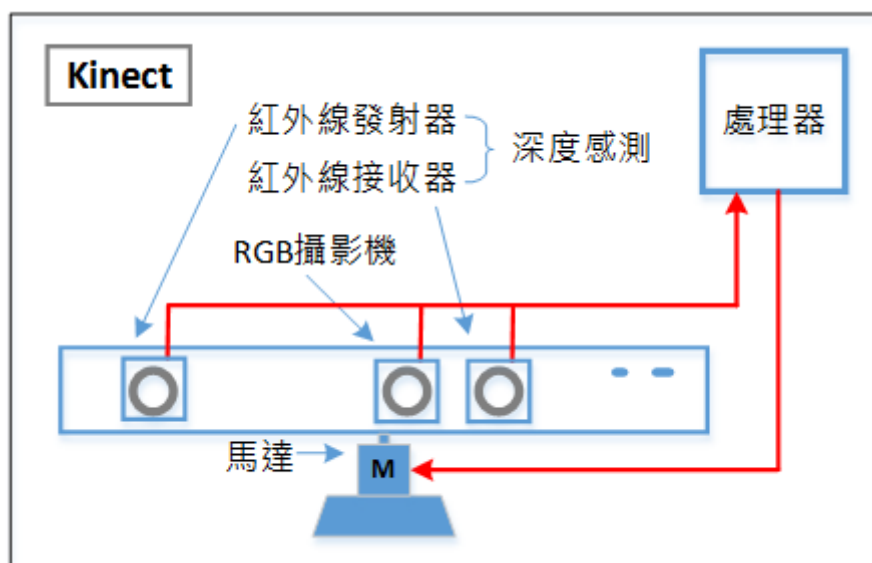


圖 21 Microsoft Xbox Kinect 結構圖(PSC 整理)

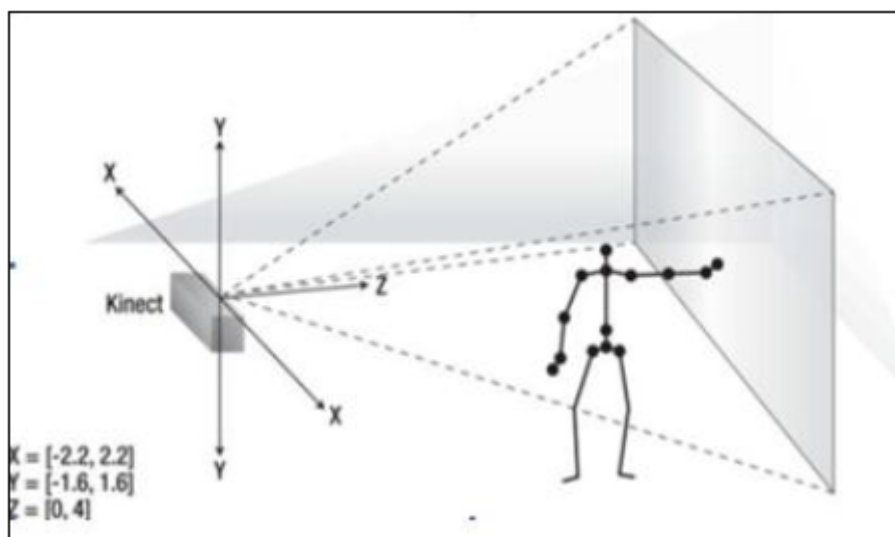


圖 22 Kinect 深度辨識示意圖²⁹

(二) 圖像技術

圖像技術為視覺型工業機械手之技術核心，主要是藉由一連串的影響處理流程來實現視覺型工業機械手的精準控制。包含前端的影像處理、硬體端的機械手與視覺感測器校正、最後實現終端的物件定

²⁹ Mao Limin, Zhu Peiyi, "The Medical Service Robot Interaction Based On Kinect", IEEE International Conference on Intelligent Techniques In Control, Optimization and Signal Processing (2017).

位、物件追蹤與監控、物件辨識、物件檢測與量測等目的。

1. 影像處理

影像處理技術(Digital Image Processing)是將影像之數位訊號做訊號處理來凸顯該影像之特徵，進而應用於各領域之中。以視覺型工業機械手為例，影像處理技術即是將影像之數位訊號轉換成可以使工業機械手讀取的機器語言，進而達到自動化控制之目的。影像處理技術包含影像取樣、影像前級處理、影像分割、影像特徵表示與描述。

(1) 影像取樣(Image Acquisition)

藉由將前述拍攝技術中所提到之影像感測器拍攝物體而得到之數位訊號稱之為影像取樣。影像取樣可以是灰階影像取樣或是彩色影像取樣。一般的彩色影像取樣具有為數眾多的相關資訊，可以再依據使用者想要保留特定的影像資訊而將不必要的剷除；灰階影像取樣則是只有二維影像函數。

(2) 影像前級處理(Image Preprocessing)

將目標物體經過影像取樣後所得到之影像資訊使用特定的運算方法進行處理，使經過處理後的影像資訊比原來的影像更為凸顯，此一方法稱為影像前級處理。一般常見的方法有色彩處理(Color Processing)、銳利化(Sharpening)、二值化(Thresholding)、濾波(Filter)、邊緣化(Edge Detection)、線性回歸(Linear Regression)等。

(3) 影像分割(Image Segmentation)

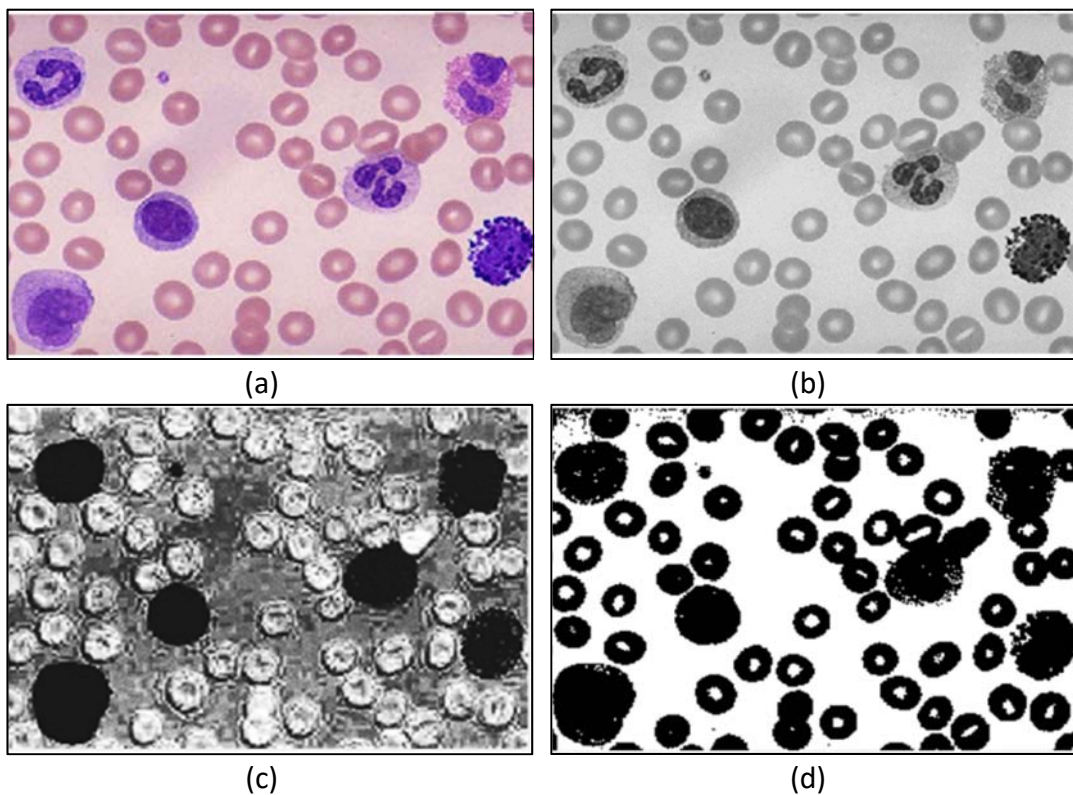
將經過影像前級處理後的圖像資訊，分割出數個有意義的特定區域以凸顯該特定區域內之目標物。一般常見的為物件去

背(背景分離)、物件抽離、同類物件提取劃分等。

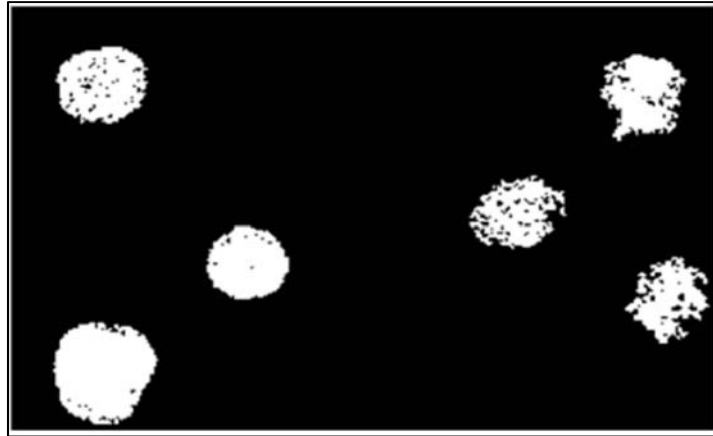
(4) 影像特徵表示與描述(Image Representation and Description)

將經過影像分割後的圖像資訊經過特徵比對(如點、線、角、邊、區域、特定形狀等)後分門別類，再加以標記或說明。

圖 23 為一血液細胞檢測方法在影像處理技術上的應用³⁰。其中，圖 23(a)為原始血液細胞經過影像感測器取樣後的影像圖，將圖 23(a)之原始彩色影像轉換為灰階影像圖，如圖 23(b)；圖 23(c)為將灰階影像圖做色彩調整；圖 23(d)則是將色彩調整過後的影像圖做二值化處理；最後再透過將同類目標物件(有異常之細胞)歸類化分、非目標物件(正常細胞)抽離以及背景分離，而得到血液細胞影像檢測之辨識結果，如圖 23(e)。



³⁰ Zahra K. K. A., Alireza K., "Design a new algorithm to count white blood cells for classification leukemic blood image using machine vision system", 6th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (2016).



(e)

圖 23 影像處理過程-以血液細胞影像檢測為例³¹

2. 機械手與視覺感測器校正

視覺型工業機械手在應用前必須先完成校正，其中一個是相機參數校正，另一個為末端效應器(如夾爪)、相機以及機械手臂安裝座之基準點的手眼校正。

前者相機參數校正包括影像校正，由於在機器視覺中所使用的每個感測器其影像感知資訊皆有有所落差(亮度、對比、色彩、解析度等)，所以必須先使用標準工具進行校正，如圖 24，防止不同相機所拍攝之資訊有所落差。

³¹ 同註 30

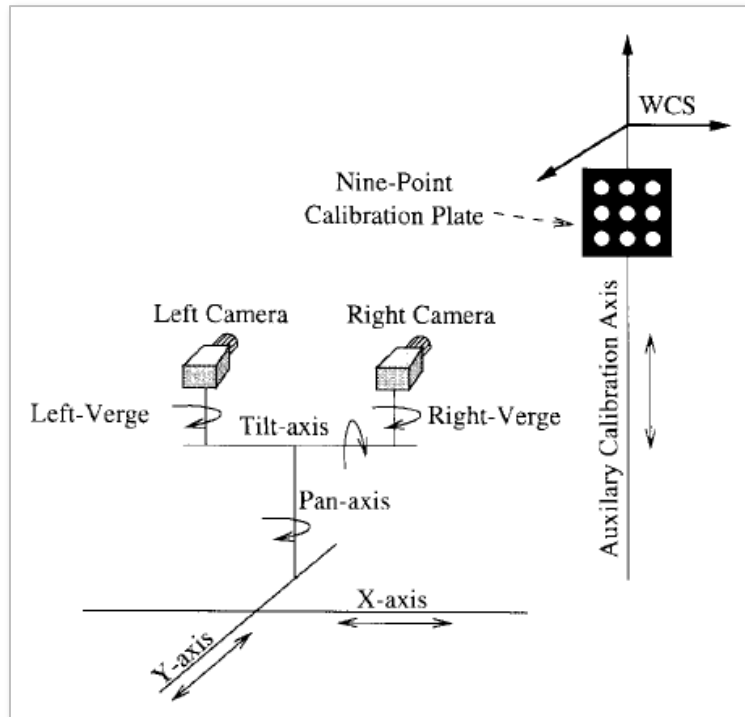


圖 24 具雙目視覺之末端效應器使用標準工具進行校正³²

後者則是屬於機構上的校正，以機械手的末端效應器(如夾爪)、相機以及機械手臂安裝座之基準點之間的空間座標校正為主。像是初使安裝校正、相機安裝校正或是目前工業用多關節型機械手定期校正(使用久了會有累進誤差存在)等，如圖 25。

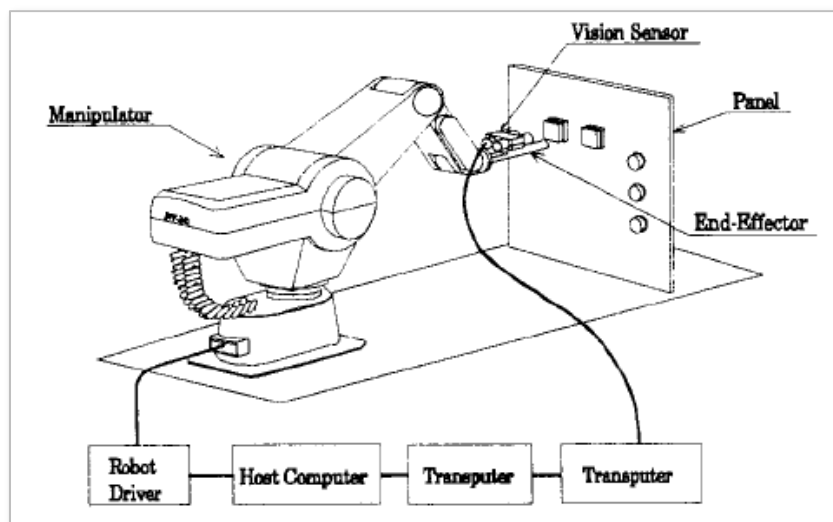


圖 25 機械手之末端效應器空間座標校正³³

³² Sheng-Wen Shih, Yi-Ping Hung, Wei-Song Lin, "Calibration of an active binocular head", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, Vol. 28, Issue 4 (1998).

3. 物件定位

物件定位技術主要是藉由相機拍攝物件影像後，利用已知的相機參數來計算出物件座標。一般單相機設置可以計算出二維空間座標，雙相機設置則可以計算出三維空間座標。物件定位原則上以靜態的物件為主，由於計算物件座標為相當基本之技術，近年來多著重再討論關於物件定位精度之改善、誤差補償或是移動中的機械手定位一靜態物件等更為深入的應用。

藉由設置雙相機，利用已知的雙相機之基本參數以及三角函數定理，可以求得三維空間中目標物之座標，如圖 26。

若只有單相機設置，也可使相機先在初使點拍攝目標物，然後移動一段距離再次拍攝目標物，如圖 27(a)與圖 27(b)，藉由相機之基本參數、不同位置之座標(已知)以及三角函數定理，求得三維空間中的目標物之空間座標；或是如前述單台相機搭配光學反射或折射元件來求得三維空間中目標物之座標。

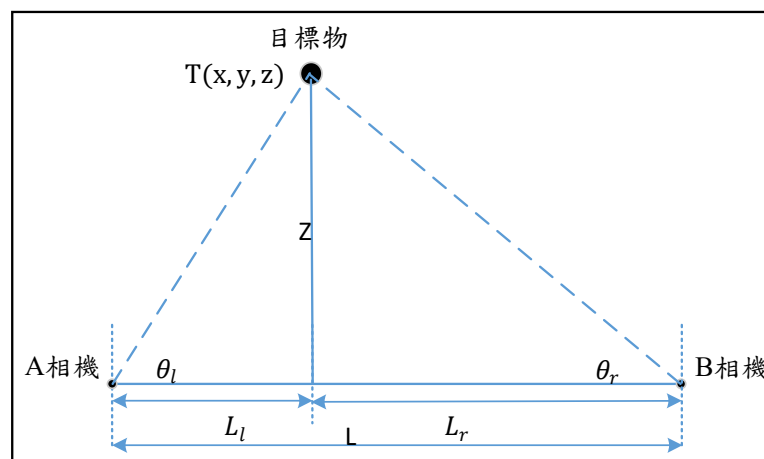


圖 26 雙相機與目標物之三維空間座標示意圖(PSC 整理)

³³ K. Nakazawa, T. Oshita, "Position control of vision based robot hand-fusion of 2-D image and discrete range image by multi-agent", IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (1994).

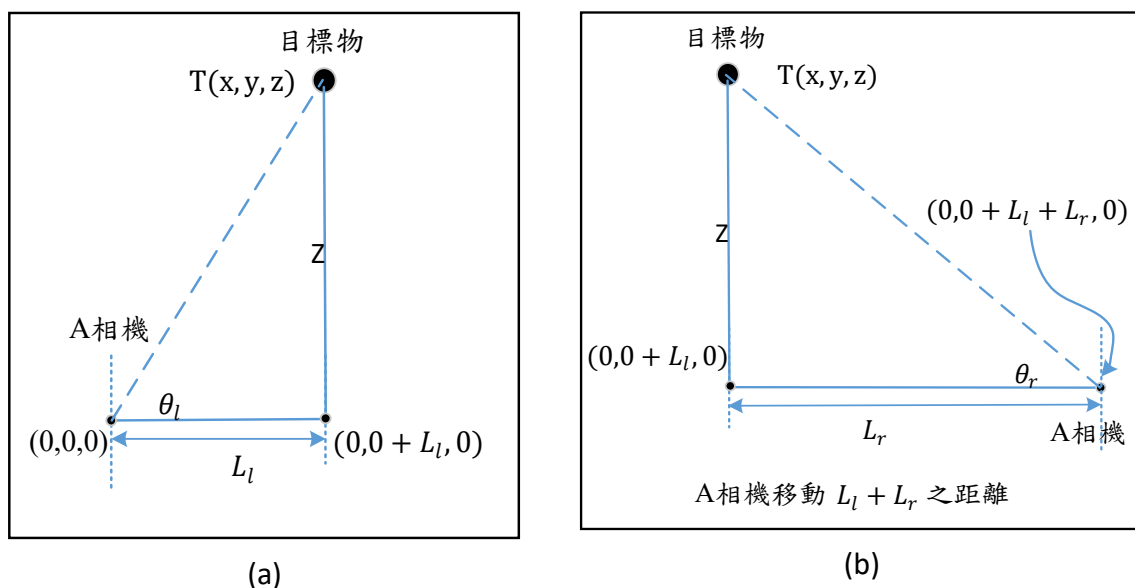


圖 27 單相機與目標物之三維空間座標示意圖(PSC 整理)

4. 物件追蹤與監控

物件追蹤與監控屬於物件定位的進階應用，以動態為主。早期影像追蹤的研究是從單相機開始，藉由改變相機的旋轉角度使目標物保持於視野中，其缺點在於單相機無法計算目標物的深度。二部以上的鏡頭建構立體視覺，可以藉由成對影像中的對應點，以三維空間的幾何關係及相機參數求得深度。目前常見的研究是採用雙相機建構類似人類的視覺系統，有的利用特徵或影像比對找出對應點，快速求得精確的深度；有的研究利用立體視覺對週遭的景物進行掃描，建構環境中景物的立體模型或是二維平面地圖，可以應用到避障自走車、導盲機械人、機械手臂控制、機器人導航或是家用機器人的運動路徑規畫等³⁴。

圖 28 揭示一個具有追蹤功能的機械手，在機械手的附近架設雙相機模擬人眼，雙相機可以辨識乒乓球的位置並且追蹤乒乓球，以便讓機械手握持球拍來打乒乓球。

³⁴ 同註 24

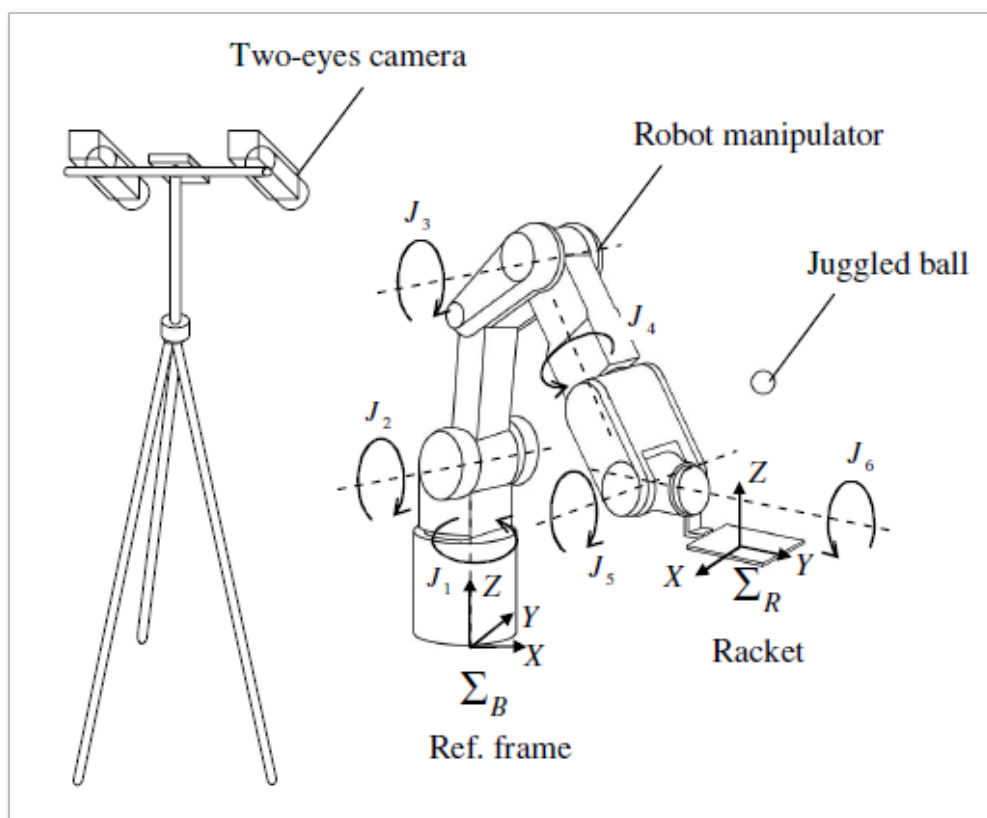


圖 28 利用雙相機控制一機械手臂追終目標物³⁵

5. 物件辨識

機器視覺中的物件辨識最常見主要是藉由相機拍攝物件之影像，經過影像處理後，與樣板物件做比對，確認是否為目標物件；或是模形匹配法，藉由建立樣板物件的學習模型以及物件相關特徵點，來增加物件辨識的速度與準確度；也有物件輪廓預測，主要應用於重疊物件的辨識上使用³⁶，圖 29 揭示一種視覺型工業機械手在散亂的螺絲堆中經由物件辨識夾取螺絲。

³⁵ Akira N., Yoshiyasu S., Yoshikazu H., "Paddle Juggling of one Ball by Robot Manipulator with Visual Servo", International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (2006).

³⁶ 廖博仁，部分重疊物件辨識：輪廓點特徵比對，元智大學工業工程研究所，1993。



圖 29 具有物件辨識功能之視覺型工業機械手³⁷

另外也有將機器視覺結合機器學習達到物件辨識的目的，該方法主要是利用類神經法來調整機器學習的權重參數，以提高物件辨識的準確度；機器學習是近 20 多年興起的一門多領域交叉學科，涉及機率論、統計學、逼近論、凸分析、演算法複雜度理論等多門學科。機器學習理論主要是設計和分析一些讓計算機可以自動「學習」的演算法。機器學習演算法是一類從數據中自動分析獲得規律，並利用規律對未知數據進行預測的演算法。因為學習演算法中涉及了大量的統計學理論，機器學習與統計推斷學聯繫尤其密切，也被稱為統計學習理論。演算法設計方面，機器學習理論關注可以實現的，行之有效的學習演算法。很多推論問題屬於無程序可循難度，所以部分的機器學習

³⁷ Nitesh S., Yuichi T., Oncel T., Ashok V., Srikumar R., Haruhisa O., "Finding a needle in a specular haystack", IEEE International Conference on Robotics and Automation (2011).

研究是開發容易處理的近似演算法。機器學習演算法可歸類為下列幾種³⁸：

(1) 構造條件機率：回歸分析和統計分類

人工類神經網路

決策樹

高斯過程回歸

線性判別分析

最近鄰居法

感知器

徑向基函數核

支持向量基

(2) 透過再生模形構造機率密度函數

最大期望演算法

Graphical Model

Generative Topographic Mapping

(3) 近似推斷技術

馬爾可夫鏈蒙特卡羅方法

變分法

(4) 最優化：大多數上述方法，直接或間接使用最優化演算法

6. 物件檢測與量測

導入機器視覺不像一般中央式的監控設備簡單，中央式監控設備僅需處理監控點的設置、電力/網路或是纜線配置，設置完成就可以沿用至少 3 到 5 年左右，這類監控點的錄像監控平台至少都有 2~3 年

³⁸ 林信佑，不清晰與汙損車牌辨識之高效能分類系統，國立臺北科技大學資訊工程系碩士論文，2013。

才有機會遇到設備擴展或是功能調整，但機器視覺對於系統配置的要求就相對高許多，一方面因應產線生產商品不同，有用到機器視覺系統的工站就必須時常對應調整，系統重組調校的頻度可能高達每週就會有異動，設置彈性要求要比常規監控設備複雜得多。而導入機器視覺最大的門檻就在於預期成本、與可獲得的效益方面，成本部分可以思考如何從設備本身、系統維護調校成本各方面進行審視，預期效益其實也是跟前端設置成本連動³⁹。

在半導體應用中，機器視覺監控產出品質的效益最高，因為人力進行晶圓或晶片產出質檢，肉眼視覺無法評判過小的物件製作精度，對人力質檢只能做到初步半自動產線的協助送料或簡單處理，卻不能完成關鍵的高精度質檢操作，而機器視覺可用近拍模組輕鬆將物件標的放大檢視製作細節，透過高精度、高倍率放大檢視，可將製作瑕疵在生產前段即就完成排除，避免衍生額外成本損失⁴⁰。

機器視覺可在半導體製造提的檢測內容，如連接埠彈片、焊接引腳狀態、封裝材料狀態、金屬針腳(Pin)狀態等，由於機器視覺另可搭配特殊光環境輔助，強化機器視覺的驗證精度，突顯原有瑕疵物件的缺陷，這也是肉眼難以達到的分析精度，而透過高速化、自動驗證與檢料、挑料機制，甚至可以較人工搭配儀器處理效能更為提升⁴¹，如圖 30。

而機器視覺應用在電子元件表面黏著技術(Surface-mount technology, SMT)中也頗為常見，在 SMT 加工處理流程中，主要以自

³⁹ 葉芷好，自動化機器視覺檢測，在不同製造業的應用價值，https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&id=0000415914_v648o2b32yuacz3w1nlro(2018/06/15)

⁴⁰ 同註 39

⁴¹ 同註 39

動化設備取代以往人工檢料、插件、焊料處理，自動化流程會快速加熱錫塊成為錫膏，在生產時透過空間掃描搭配貼片機將元件定位焊上，而整個過程因為自動化速度極快，也不利人工檢視，僅能在完成整段 SMT 處理後才能檢視整片載板是否有缺料或是焊接不佳問題。然而，在載板整個製作完才能進行產品質檢根本緩不濟急，發現加工錯誤後仍進行上料、焊料等流程只會浪費成本，一般會在每個關鍵操作設置機器視覺模組，例如 SMT 分料、貼片前、貼片後、錫膏處理、元器件定位、元器件偏移檢測，焊接狀況如虛焊/空焊、短路、錫球過多/過少、元器件翻轉/側立、偏移等，或是功能模組、高價零組件搭配二維條碼進行料件管控等，都能在這些處理段搭配機器視覺，透過高速化的圖像驗證、分析與決策處理等⁴²。

而在電子業應用方面，透過機器視覺檢測機制，可以對產線的元器件外觀利用機器視覺進行高速質檢，在產線送料一開始就能快速過篩不良元件，或是元件發生外觀毀損或是避免使用錯誤料件進行組裝，甚至因此導致終端製品龐雜的客服維修成本暴增。透過機器視覺系統取代傳統人工目視進行零部件質檢，其實可大幅減輕人工肉眼檢測的勞動強度，也能避免廠工因為心情、疲勞與情緒影響了元器件質檢，減少更多不可控因素。常見機器視覺系統在電子組裝工站可執行的檢測有表面(汙點、淺坑、淺瘤、劃痕、邊緣缺陷、圖案缺陷)檢測等，或針對加物件進行尺寸、內徑、外徑、偏心率、高度、厚度等料件不接觸式的數值參數檢測⁴³，如圖 30。

機器視覺導入印刷業也是常見的應用，在印刷業較偏重成品的檢

⁴² 同註 39

⁴³ 同註 39

測應用，尤其早期印刷過程大多仰賴專業技師逐關鍵工站以抽檢方式檢視階段印製成果，抽檢頻次過低或是目測細心度不夠，往往都會造成印製大量出錯印製品後才發現質檢出了問題，導致製作時間成本、物料浪費。常見機器視覺檢測用於印刷業有材質缺陷檢測，例如紙張的孔洞、印刷面的異物檢測等，另印刷檢測包含如刀絲、蹭版、飛墨與套印失準等問題，印刷成品或各階段輸出成果也可進行如淺印、色偏、露白等顏色缺陷檢測，印刷成品的件測項目則能包辦如錯/漏頁、倒裝頁、印刷裝訂瑕疵等。透過機器視覺監控自動化產線的物件加工或是成品品質驗證，除前述幾大應用領域外，其實該自動化檢測技術也在汽車製造、食品飲料、醫療生技產業導入應用，同時在非製造業如進階監控、農產、醫學成像等高階影像視覺分析應用也相當常見⁴⁴。

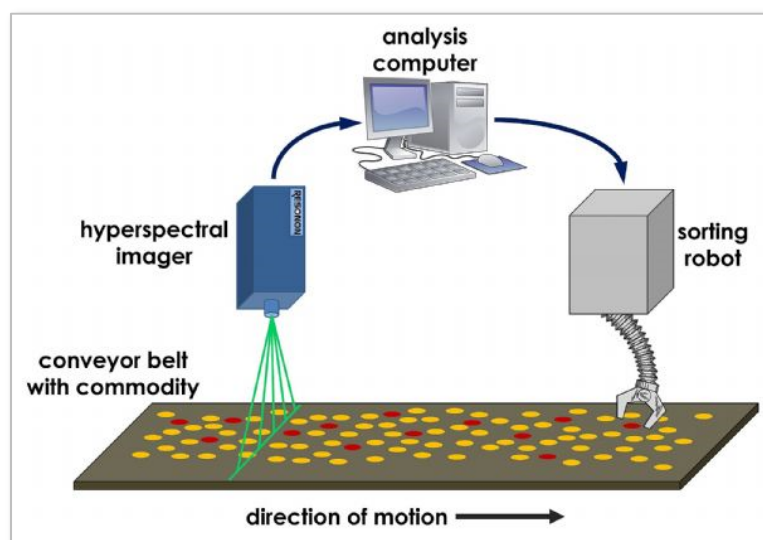


圖 30 具機器視覺之機械手於產線上進行檢測並挑揀瑕疵料件⁴⁵

機器視覺技術可透過高解析度影像模組搭配光學鏡頭優化影像擷取細節，甚至搭配特殊可見光或不可見光強化特殊的擷取細節需求，與傳統肉眼目測品質超越甚多，甚至導入自動化分料、檢件或挑

⁴⁴ 同註 39

⁴⁵ 同註 39

選瑕疵品等機制，執行效能因導入電腦控制與自動化操作，機器視覺更具獨天獨厚的極佳優勢⁴⁶。

而在機器視覺的精度方面，中高階機器視覺系統可達到千分之一英寸，相較肉眼檢測有極為明顯的差距與優勢。而在面對重複性的操作方面，肉眼檢測會有疲勞失準問題，導致不同時段或連續上工一段時間後，目測檢視的品質就會趨於下滑問題，導致每次檢測結果都會有或多或少的細微差異，但相同的檢測工作只要系統調校得宜，機器視覺可讓每次檢驗都能維持在一定程度的誤差標準下進行，不管檢測數量多寡、檢測時長多長，檢測結果均能維持一致性表現。而左右生產效能與成本的產速支援方面，機器視覺的運行速度效能是遠超過肉眼檢測，尤其是檢測高速滾動的產線物件、元器件等，機器視覺可運用高速定位即自動驗證分析機制，機器產製的驗證效率較人力更高⁴⁷。

(三) 控制技術

除了前述的拍攝技術與圖像技術外，控制技術也是視覺型工業機械手能否運作順暢的重點技術所在。關於視覺型工業機械手的控制技術有運動控制以及伺服控制。其中運動控制包含空間座標轉換以及路徑規劃。

1. 運動控制

視覺型工業機械手的運動控制是牽涉到空間座標轉換、路徑規劃與存在奇異點(Singularity)的問題。一般在三維空間中的座標系統多以迪卡兒座標系統(Cartesian Coordinate System)來表示，然而大部份應

⁴⁶ 同註 39

⁴⁷ 同註 39

用於工廠產線上的視覺型工業機械手都是由多關節或是多連桿所組成，包含到移動(Transformation)與旋轉(Rotation)，此時每一個關節或連桿會各自形成一個座標系統。所以關節與關節、連桿與連桿、關節與連桿之間就必須要考慮到空間座標轉換的問題，如圖 31。

以機械結構或動作方式，視覺型工業機械手可區分為單軸機械手(1 自由度, 1 個移動關節)、直角坐標機械手(3 自由度, 3 個移動關節)、SCARA 機械手(4 自由度, 3 個旋轉關節、1 個移動關節)、關節型機械手(6 自由度, 5 個旋轉關節、1 個移動關節)及 Delta 機械手(4 自由度, 3 個旋轉關節、1 個移動關節)等。

在工業機械手的運動學中，比較常見以正向運動學(Forward Kinematics)與反向運動學(Inverse Kinematics)來解決多軸工業機械手的座標轉換問題。正向運動學是指利用工業機械手的各個手臂所移動的長短或是轉動的角度去推斷出各個手臂端點在三維空間中的位置座標；反向運動學則是利用三維空間中的位置座標反推各個手臂所需移動的位移量或是旋轉的轉動量。

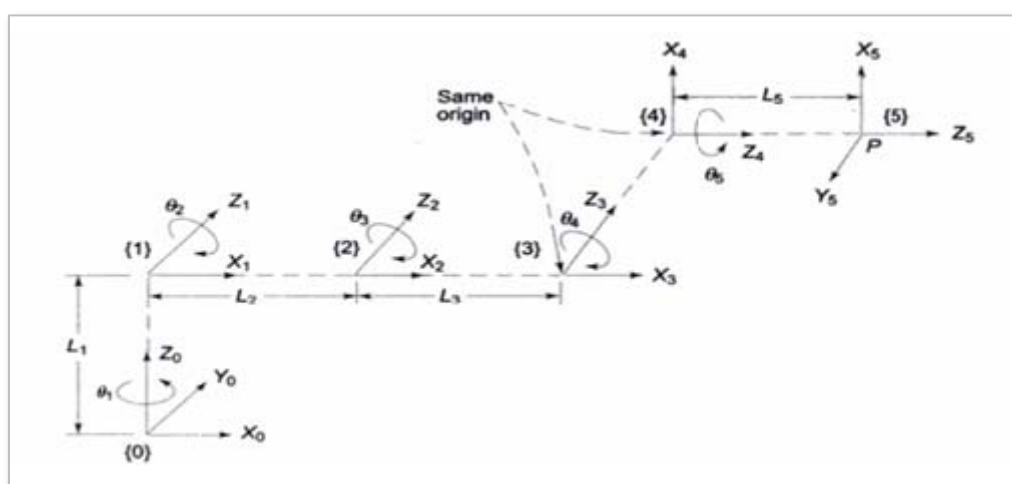


圖 31 五個自由度的機械手空間座標架構圖⁴⁸

⁴⁸ Javier d. S. Rodríguez, Fernando L. C., Guillermo G. de R., Javier G. "Design and Development of a Robotic Arm", Conference on Design of Circuits and Integrated Circuits (2014).

工業機械手模擬人手臂的運動姿態，理論上在工作範圍的三維空間中的每一點，機械手的末端效應器(End-Effector)理當可以到達。但實際工作上卻不是如此，工作範圍的三維空間中還是會存在某些位置是末端效應器所無法觸及，這些位置稱之為奇異點。奇異點的產生主要可以歸咎下列原因：

- (1) 超出機械手致動器的可工作範圍
- (2) 機械手先天結構設計問題
- (3) 機械手數學模型建立中存在錯誤

因此要避免奇異點的產生，需正確認知所使用的機械手結構上的極限，規劃路徑時即事先避開，另外在機械手的數學模型也需正確無誤的建立，即可避開奇異點的產生。

2. 伺服控制

國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)在 ISO 8373:2012(en)[機器人與機器人裝置-詞彙(Robots and Robotic Devices -- Vocabulary)]⁴⁹文件中，針對機器人與機器人裝置做出了一番定義。文件的 2.1 節說明「機械手由多個段落組合而成，可以互相連接或轉動，具有多個自由度，用以抓握或是移動物體。且可以由操作者、可程式控制器或是任何邏輯系統控制之」；2.9 節也說明工業機器人必須具有「自動控制 (Automatically Controlled)、可程式 (Reprogrammable)、多用途 (Multipurpose)、機械手 (Manipulator)，具三個或更多的可程式軸，可以固定在適當位置，也可以移動用於工業

⁴⁹ ISO, Robots and robotic devices — Vocabulary,
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>, (2012) (2018/10/01)

自動化應用」。

而機械手則是機器人中的一環，由上述可知伺服控制對於機械人或是機械手而言是多麼的重要。圖 32 為機械手閉迴路伺服控制基本架構圖。其中控制器部份，傳統以 PID 控制器居多，但在機械手功能、結構日趨複雜的情況下，PID 控制器已不敷使用。目前像是類神經控制、強健性控制、模糊控制、適應性控制、順滑模控制或其它更為先進的控制法則來達到機械手的可靠性與穩定性。

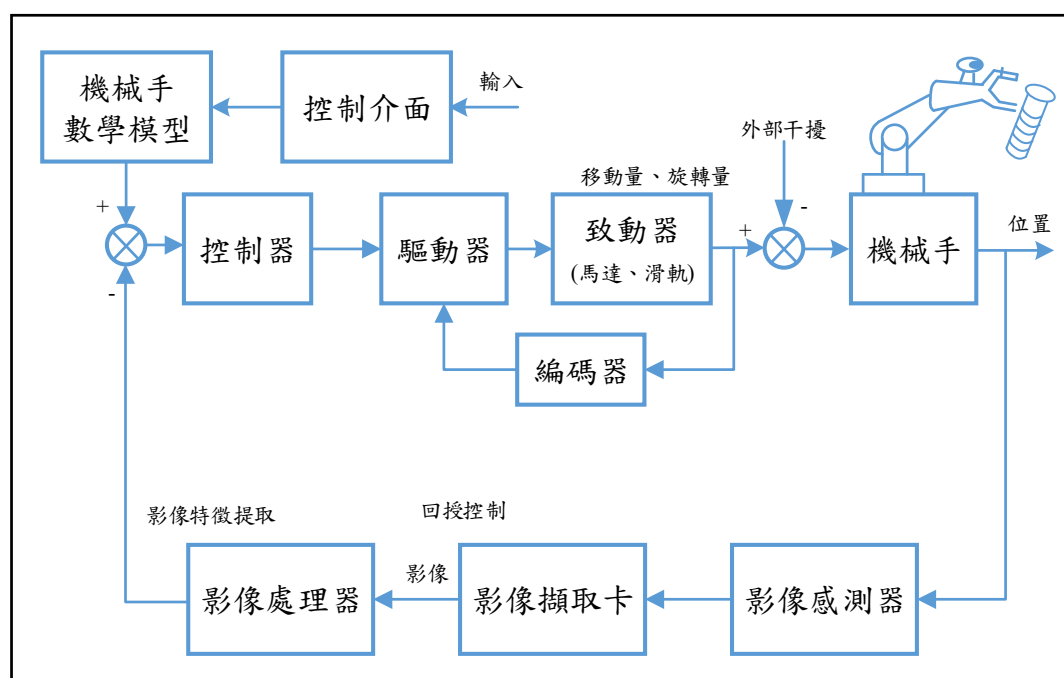


圖 32 機械手閉迴路伺服控制基本架構圖(PSC 整理)

(四) 硬體架構技術

1. 機構配置(手臂零組件相關)

藉由縝密的機構配置來達到視覺型工業機械手精準定位與辨識是最基本的原則。像是如何將機械手的末端效應器與相機位置配置在最適當的位置都需要經過精密的計算，另外在致動器的選用也是一門

學問，尤其是機械手的關節零組件將會是影響機械手運動精密度的關鍵。圖 33 為視覺型工業機械手關鍵零組件，每一零組件的精密度以及整體機構的組裝配置都會影響到視覺型工業機械手的精密度。

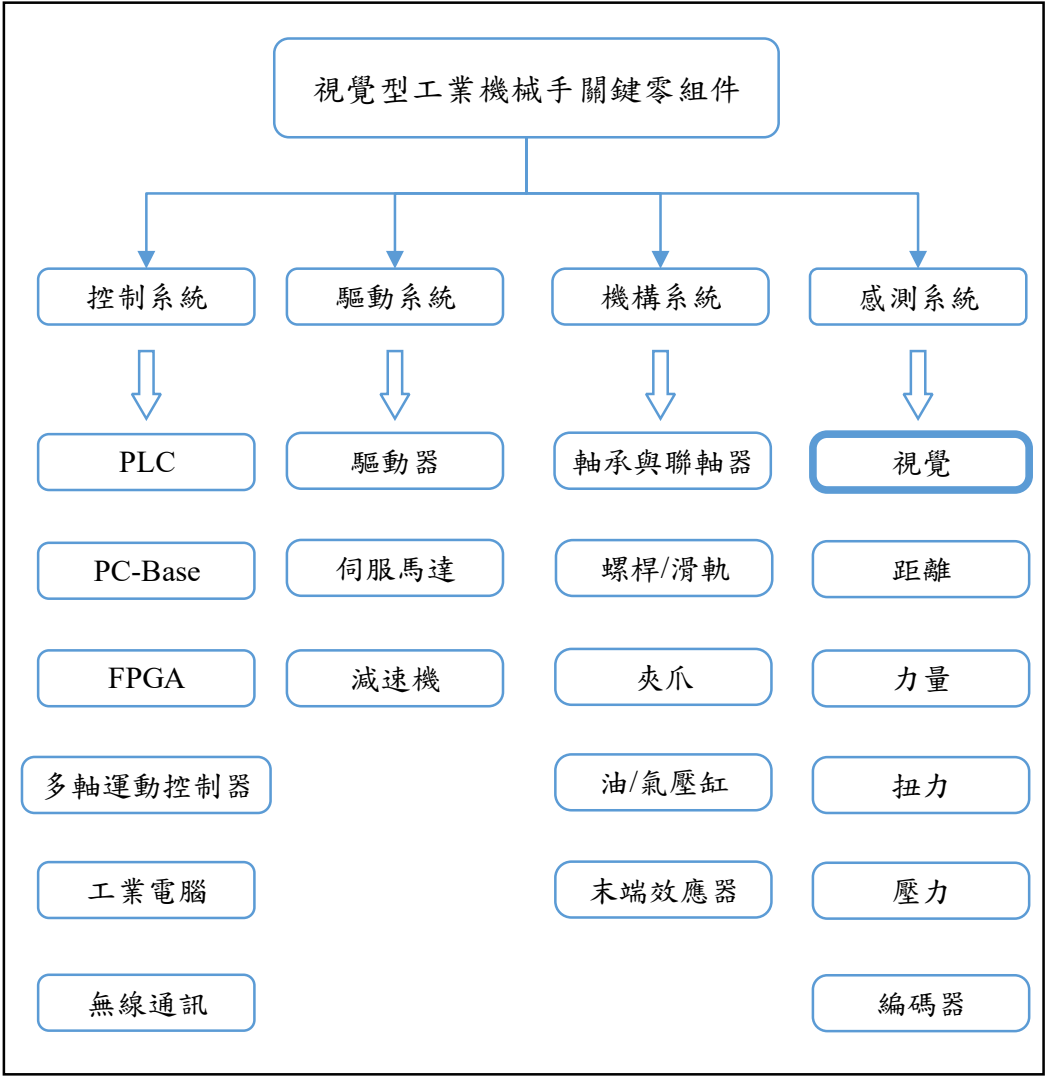


圖 33 視覺型工業機械手關鍵零組件(PSC 整理)

2. 控制器系統

控制器系統包括控制介面、控制器、驅動器、影像擷取卡、影像處理器以及數位I/O卡等。正確的選用與配置，將會使得視覺型工業機械手有穩定以及精密的定位與辨識效能。

(1) 控制介面

或稱人機介面(Human-Machine Interface, HMI)，可為實體操作介面或是觸控介面。操作者透過該介面來對視覺型工業機械手下達操作指令，而視覺型工業機械手之終端則是透過該介面將訊息回饋給操作者，正確的傳遞訊息是該控制介面的主要目的。

(2) 控制器

控制器包括微處理器，是視覺型工業機械手之核心，主要用來執行視覺型工業機械手之工作規劃程序，像是語音、智能軟體(AI)/演算法等。多關節的視覺型工業機械手之末端效應器要如何表現出運動姿態，需要由控制器針對視覺型工業機械手之數學模型做運算。

另外還需要接收影像處理器所回授進來的影像訊號，再將控制訊號傳遞至驅動器。因此，可即時(Real-Time)運算、穩定且效能強大的控制器將會使整個視覺型工業機械手較為穩定且可靠。

(3) 驅動器

包含訊號產生器與驅動端(驅動元件)。前者可使用現場可程式邏輯閘陣列(Field Programmable Gate Array, FPGA)或是特定的多軸運動卡做為訊號產生器，後者為接收訊號產生器之訊號，將其轉換成驅動致動器的電壓與電流使用。

驅動器接收編碼器的回授訊號以確認致動器的位移量與

轉動量以及控制器產生的控制訊號後產生一驅動訊號驅動致動器，且不會將雜訊回傳致控制器，是驅動器的主要功能。舉凡伺服馬達、線性滑軌、電動/氣動夾爪或是油壓缸等均屬於致動器之範疇。

(4) 影像擷取卡

主要是用來將影像感測器的訊號流中，抓取影像訊號傳送至後端做處理運算。

(5) 影像處理器

由於影像訊號資料較為龐大，可先透過影像處理器做影像解析以及特徵提取，再將解析或特徵提取後的訊號回授至控制器。

(6) 數位 I/O 卡

用來做為輸入與輸出之介面使用，需要高穩定性、高速採樣，以確保資料傳輸過程不會遺失，另外也可以做為數位端與類比端的訊號隔離與保護使用。

參、視覺型工業機械手專利情報

本章節以與視覺型工業機械手有關的 1,268 件發明專利（645 件 DWPI 專利家族）作為統計母體⁵⁰，藉以製作專利地圖來探討視覺型工業機械手專利布局趨勢。

一、專利申請趨勢

藉由專利申請數量的年度分布圖可分析歷年來或一段期間內專利申請趨勢。專利申請數量的年度分布圖一般用直條圖表示，縱軸表示歷年來或一段期間內的專利申請件數，橫軸表示提出專利申請的專利申請日。藉由分析某種技術及其相關產業的專利申請件數的年度變化，可大致了解專利申請人的技術研發動向。一般而言，當某年度的專利申請件數大幅成長時，意味著該技術在該年度有突破性的發展，或者是有較多應用該技術的產品出現，許多創新的技術及產品必須藉由申請專利取得保護。

圖 34 顯示的是專利申請趨勢圖。如圖 34 所示，2011 年是一個明顯的分水嶺，就 2011 年到 2015 年⁵¹的專利申請趨勢而言，每年的專利申請件數都超過 111 件，2014 年及 2015 年的專利申請件數相較於 2011 年幾乎增長了一倍，分別達到 214 件及 219 件。從專利申請數量的成長率來看，2012 年的成長率為 19.8%，而 2013 年的成長率大幅增加至 36.8%，推測是視覺型工業機械手的技術發展愈來愈成熟，使得專利申請數量明顯增加。緊接著 2014 年的成長率下降回

⁵⁰ 視覺型工業機械手相關專利篩選方法參閱第貳章第一節。

⁵¹ 本報告以 2013 年到 2017 年公開或公告的專利文獻為分析對象，所以圖中 2010 年以前的資料會大幅少於實際資料，2011 年的資料會略少於實際資料。再者，專利從申請到公開到收錄至資料庫，會有時間上的延遲，所以圖中近兩年，特別是 2017 年的資料會大幅少於實際資料。

17.6%，而 2015 年相對於 2014 年的成長率幾乎持平，僅有 2.3% 的成長率。然而，雖然成長率持平，但 2014 的 214 件及 2015 年的 219 件專利申請數量卻是歷年來的最高值。

整體上而言，自 2011 年以來的五年間，視覺型工業機械手技術有顯著的突破及創新，其伴隨著專利申請件數逐年快速增長，3 年內專利申請件數就幾乎達到一倍的成長，2014 年及 2015 年的專利申請數量更是高達 200 多件。而且，2016 年已公開的專利數量也突破 200 件。

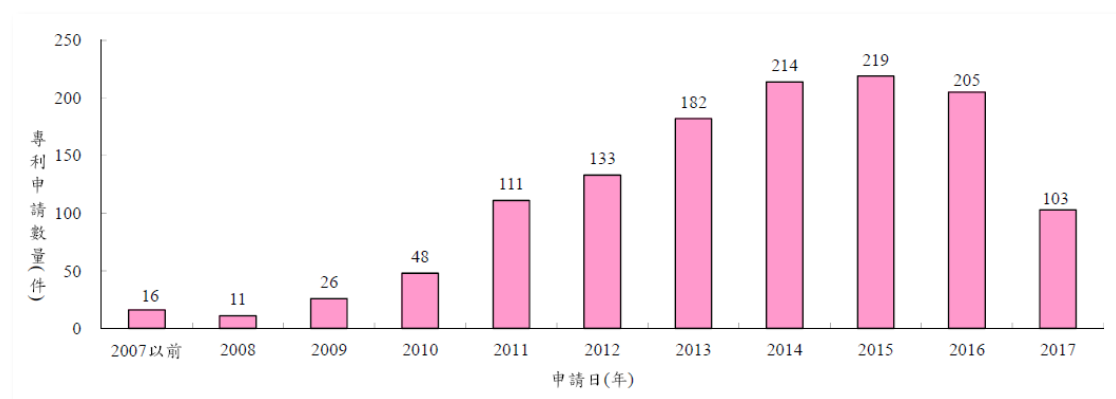


圖 34 專利申請趨勢圖(PSC 整理)

二、專利布局國家分析

藉由專利申請數量的申請國家分布圖可分析歷年來或一段期間內專利申請布局趨勢。專利申請數量的申請國家分布圖一般用直條圖表示，縱軸表示歷年來或一段期間內的專利申請件數，橫軸表示提出(或受理)專利申請的國家(或地區)。藉由分析某種技術及其相關產業的專利申請件數的申請國家變化，可大致了解專利申請人的專利布局國家動向。一般而言，某申請國家的專利申請件數愈多，意味著該技術在該申請國家有較多的專利布局及較嚴密的專利保護。

圖 35 顯示的是專利布局國家分析圖。如圖 35 所示，視覺型工業機械手專利主要布局於中國大陸(CN)、美國(US)及日本(JP)，少部分布局於歐盟地區(EP)、南韓(KR)、臺灣(TW)及德國(DE)。其中，CN 的專利申請數量以 468 件（占比約 36.9%）居冠，US 以 288 件（占比約 22.7%）居次，JP 以 220 件（占比約 17.4%）排名第三，EP 以 106 件（占比約 8.4%）排名第四。KR、TW 及 DE 則分別為 77 件（占比約 6.1%）、62 件（占比約 4.9%）及 47 件（占比約 3.7%）。由此可知，CN、US 及 JP 合計專利申請數量為 976 件，約占了 77.0%，可見 CN、US 及 JP 為重要的專利布局國家。

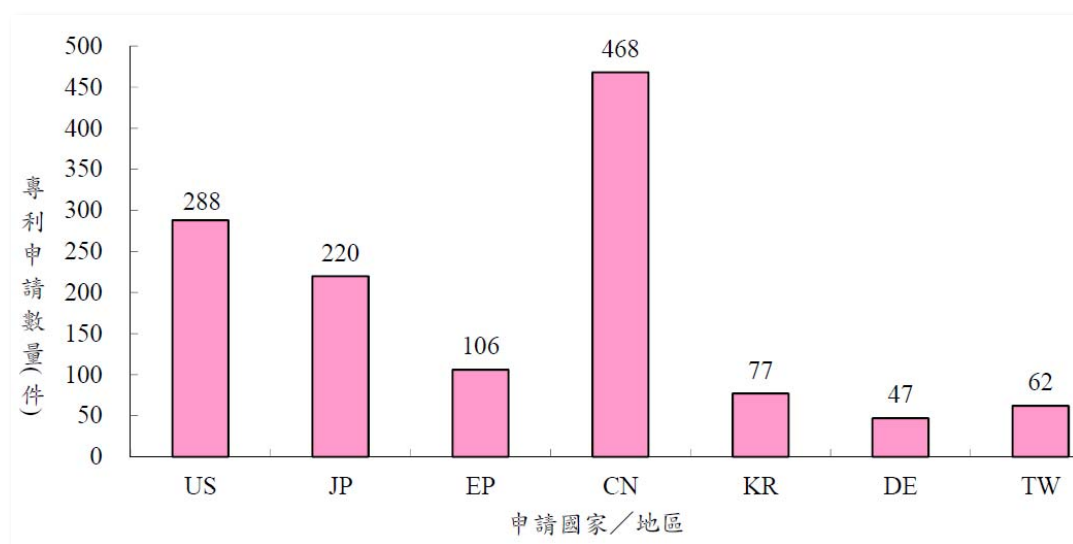


圖 35 專利布局國家分析圖(PSC 整理)

圖 36 顯示的是圖 35 的年度分布圖。藉由增加申請日變數來進一步分析專利申請布局國家的年度變化趨勢。將圖 35 中每一個國家直條(例如：US 直條)分別加以細分，使每一個國家直條產生如圖 36 所示的時間小直條(例如：2008~2017 年小直條)，不同的專利申請年以不同顏色的時間小直條表示。如此一來，可大致了解專利申請國家的專利申請變化趨勢。一般而言，同一申請國家中不同時間小直條之間

的增減情形意味著某種技術及其相關產業在該申請國家技術發展的趨勢。代表某年度的時間小直條愈高(或值愈大)，表示該技術在該年度有突破性的發展，或者是有較多應用該技術的產品出現，許多創新的技術及產品必須藉由申請專利取得保護。

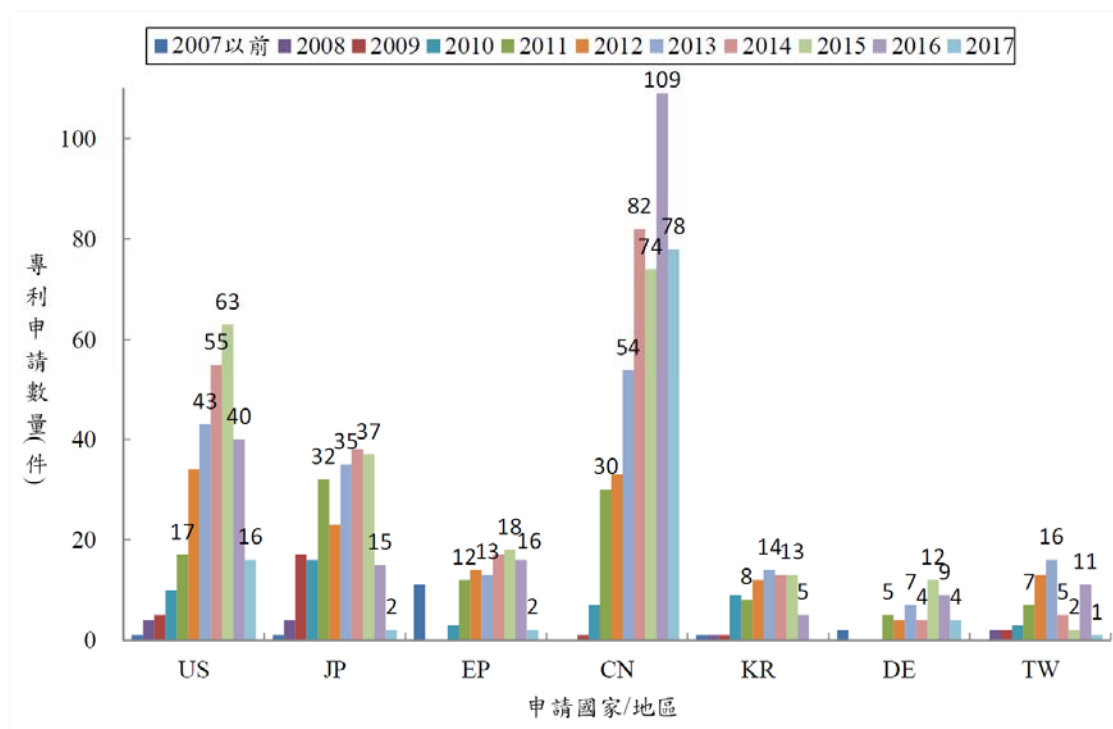


圖 36 圖 35 的年度分布圖(PSC 整理)

如圖 36 所示，各國家(或地區)的專利申請數量整體上呈現逐年成長的趨勢，其中又以 CN 及 US 的成長幅度較大。相較之下，JP 的專利申請數量成長緩慢。首先就 2011 年的專利申請數量來看，JP 小幅領先 CN 且大幅領先 US，但隨後 CN 在專利申請數量快速成長的動能下，自隔年 2012 年以來一直到 2015 年，CN 的專利申請數量均領先 JP，甚至從 2014 年開始，領先差距大幅增加到一倍以上。

另一方面，自 2012 年開始，US 的專利申請數量也出現超越日本的情形。因此，在 CN 及 US 的專利申請數量成長快速，以及 JP 的專

利申請數量成長緩慢的情況下，自 2014 年開始，JP 的專利申請數量已明顯少於 CN 及 US。由此可見，全球專利申請人近幾年已將專利布局的重心更加集中到 CN 及 US。

此外，CN 近年來（2011 年至 2015 年）的專利申請數量持續增加，且 2016 年的數量已突破 100 件。值得注意的是，本報告圖 8 指出，臺灣工業機器人出口以中國大陸（2017 年為 38.0%）為主要市場，南韓（2017 年為 13.8%）次之，日本（2017 年為 6.2%）第五。隨著專利申請人愈來愈重視 CN 的專利布局，臺灣對中國大陸出口視覺型工業機械手時可能會遭遇到愈多的專利壁壘。

三、申請人國別分析

藉由專利申請數量的申請人國別分布圖可分析歷年來或一段期間內專利申請人的變化趨勢。專利申請數量的申請人國別分布圖一般用直條圖表示，縱軸表示歷年來或一段期間內的專利申請件數，橫軸表示專利申請人國別。藉由分析某種技術及其相關產業的專利申請件數的申請人國別變化，可大致了解該技術掌握在哪些申請人國別，或者哪些申請人國別針對該技術具有較大的研發能量。一般而言，某申請人國別的專利申請件數愈多，意味著該申請人國別提出愈多的專利申請，或者是愈積極投入該技術的研發。

圖 37 顯示的是申請人國別分析圖。如圖 37 所示，視覺型工業機械手專利主要由日本申請人、中國大陸申請人及美國申請人提出申請，少部分由臺灣申請人、歐洲申請人、韓國(南韓)申請人及德國申請人提出申請。其中，日本人擁有 497 件（占比約 39.2%）居冠，中國大陸申請人以 327 件（占比約 25.8%）居次，美國申請人以 198 件

(占比約 15.6%) 排名第三，臺灣申請人以 88 件 (占比約 6.9%) 排名第四。歐洲申請人、韓國(南韓)申請人及德國申請人則分別為 84 件 (占比約 6.6%)、66 件 (占比約 5.2%) 及 8 件 (占比約 0.6%)。由此可知，日本申請人、中國大陸申請人及美國申請人合計專利申請數量為 1022 件，約占了 80.6%，可見日本申請人、中國大陸申請人及美國申請人積極投入視覺型工業機械手的研發，擁有較多的專利，掌握了大部分的視覺型工業機械手技術。

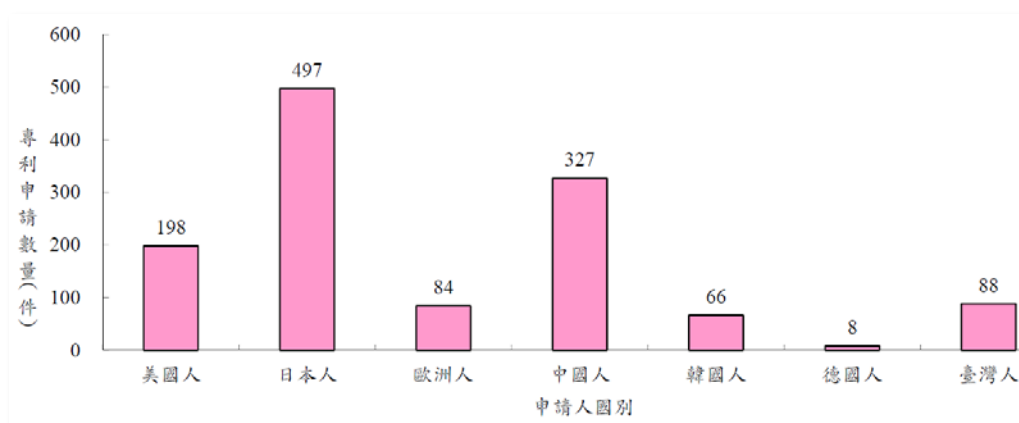


圖 37 申請人國別分析圖(PSC 整理)

四、專利技術分類

國際專利分類號(International Patent Classification, 簡稱 IPC)包含了專利的技術訊息，藉由統計視覺型工業機械手相關專利的 IPC 分布情況，可以得知其主要涉及的技術領域。

圖 38 顯示的是專利技術分類統計圖。如圖 38 所示，前十大 IPC 類號的分布情況為：B25J 9/00(程序控制機械手)以 400 次居冠，占比約 31.5%；B25J 13/00(機械手之控制裝置)以 215 次居次，占比約 17.0；B25J 19/00(與機械手配合的附屬裝置(監控/觀察/安全))以 57 次排名第三，占比約 4.5%。之後依序 G06T 7/00 (影像分析, 52 件)、G01B 11/00

(以採用光學方法為特徵之計量設備，50 件)、G05B 19/00 (程序控制系統，46 件)、G06K 9/00 (用於識別圖形之方法或裝置，39 件)、B25J 15/00 (夾頭，25 件)、B65G 47/00 (與輸送機有關的物料搬運裝置，19 件) 及 G01R 31/00 (電性能之測試裝置，17 件) 等技術領域。由此可知，視覺型工業機械手技術分類涵蓋伺服控制系統技術、機械手系統技術、監控/觀察/安全等附屬裝置技術及影像計量/分析/辨別技術等技術領域。

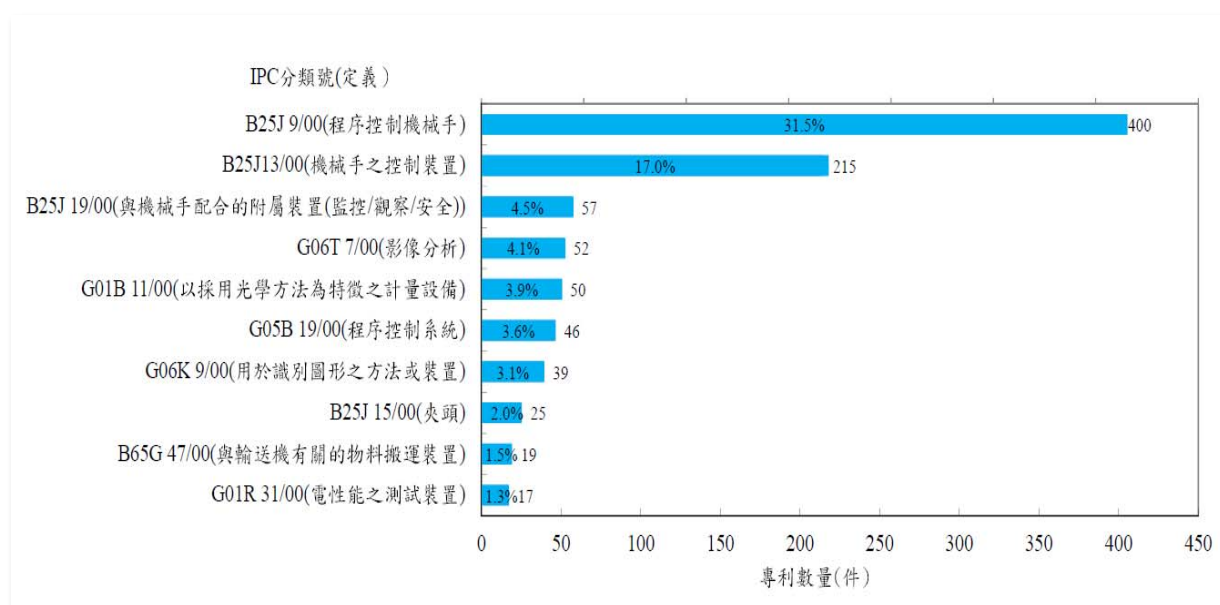


圖 38 專利技術分類統計圖(PSC 整理)

五、專利申請人分析

藉由專利申請數量的專利申請人分布圖可分析歷年來或一段期間內專利申請來源及相關技術的研發者，進而了解競爭對手的專利布局情況，或者尋找潛在的合作對象。專利申請數量的專利申請人分布圖一般用直條圖表示，縱軸表示歷年來或一段期間內的專利申請件數，橫軸表示提出專利申請的專利申請人。本報告將專利申請人區分成主要申請人、學校申請人及其他申請人三類。

圖 39 顯示的是視覺型工業機械手的專利申請人分類百分比圖。如圖 39 所示，主要申請人、學校申請人及其他申請人的專利申請數量(占比)分別為 742 件(59%)、114 件(9%)及 412 件(32%)。

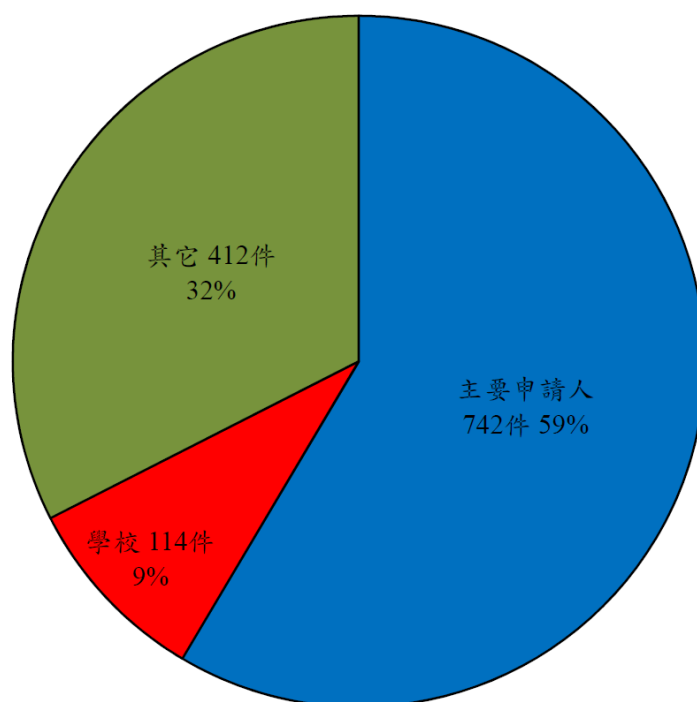


圖 39 專利申請人分類百分比圖(PSC 整理)

圖 40 顯示的是專利申請人分析圖。如圖 40 所示，主要申請人是依據專利申請數量排名加以挑選，依序為：發那科 (FANUC, 125 件, 占比約 9.9%)、精工愛普生 (SEIKO EPSON, 113 件, 占比約 8.9%)、歐姆龍 (OMRON, 68 件, 占比約 5.4%)、佳能 (CANON, 54 件, 占比約 4.3%)、鴻海科技 (46 件, 占比約 3.6%)、工業技術研究院 (39 件, 占比約 3.1%)、艾波比 (ABB, 37 件, 占比約 2.9%)、通用汽車 (GM, 35 件, 占比約 2.8%)、安川電機 (YASKAWA, 34 件, 占比約 2.7%)、三菱電機 (MITSUBISHI ELECTRIC, 34 件, 占比約 2.7%)、波音 (BOEING, 29 件, 占比約 2.3%)、現代汽車 (HYUNDAI, 25 件, 占比約 2.0%)、康耐視 (CONGNEX, 23 件, 占比約 1.8%)、谷歌

(GOOGLE, 17 件, 占比約 1.3%)、IHI (13 件, 占比約 1.0%)、泰科電子 (TYCO ELECTRONICS, 12 件, 占比約 1.0%)、耐吉 (NIKE, 11 件, 占比約 0.9%)、電裝 (DENSO, 10 件, 占比約 0.8%)、Rethink Robotics (10 件, 占比約 0.8%)、廣明光電 (7 件, 占比約 0.6%) 等 20 家企業或研發中心。

以工業機器人四大家族中的 FANUC、YASKAWA 及 ABB 來看，FANUC、YASKAWA 及 ABB 的專利計有 196 件，占主要申請人專利的 26.4%。再者，SEIKO EPSON、OMRON 及 CANON 等 3 家日本企業的專利計有 235 件，占主要申請人專利的 31.7%。此外，值得注意的是，臺灣的鴻海科技、工業技術研究院及廣明光電的專利計有 92 件，占主要申請人專利的 12.4%。

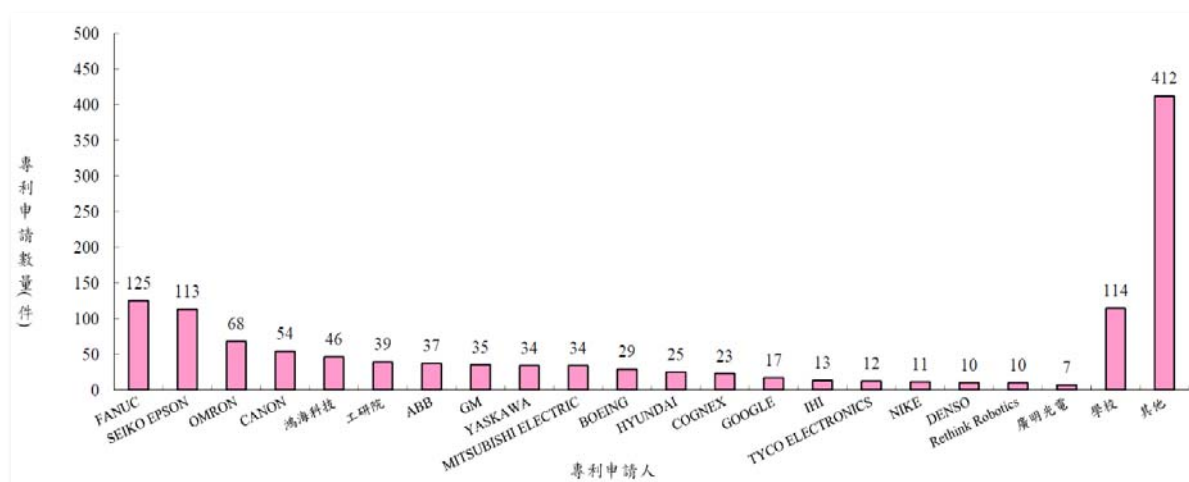


圖 40 專利申請人分析圖(PSC 整理)

另一方面，圖 41 顯示的是圖 40 的學校申請人分析圖。學校申請人的 114 件視覺型工業機械手專利是由 64 間學校所提出申請的，其中以浙江工業大學及華南理工大學分別申請的 9 件為數最多，西安交通大學則申請了 6 件相關專利。然而，在其他申請人部分，其他申請

人的 412 件視覺型工業機械手專利是由 227 名其他申請人所提出申請的，平均每位其他專利申請人申請 1.8 件專利。

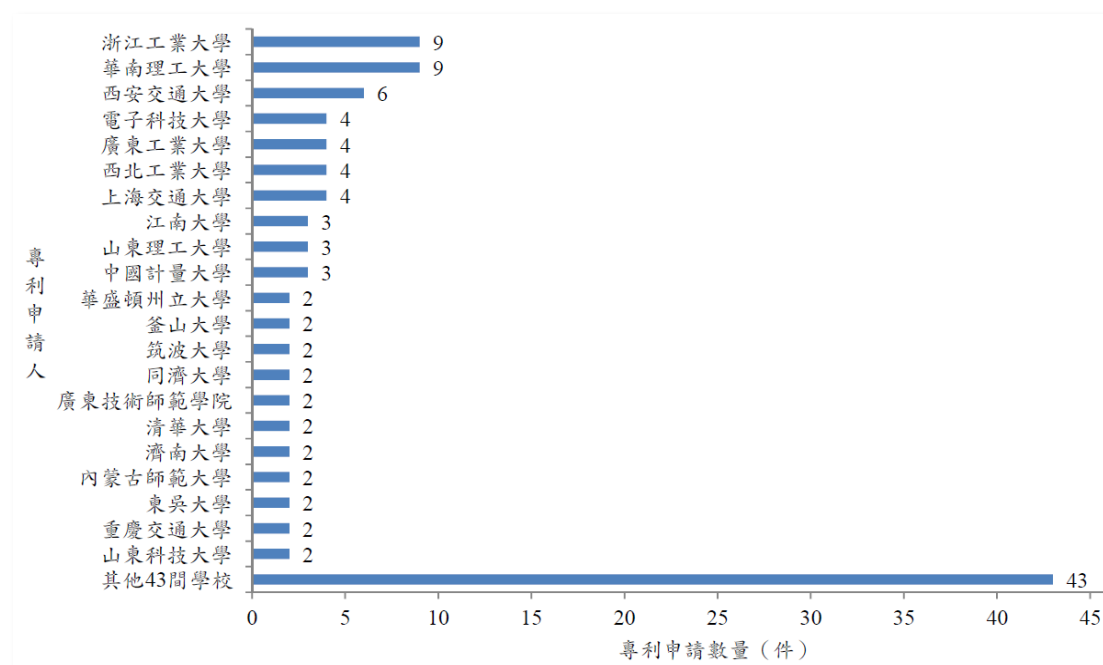


圖 41 的學校申請人分析圖(PSC 整理)

六、企業研發能量及競爭力

圖 42 顯示的是企業研發能量及競爭力圖。如圖 42 所示，縱軸表示被引用次數，橫軸表示專利申請數量。專利申請數量愈多代表企業投入研發的能量愈大，或是代表企業針對自身技術有較嚴密的專利布局，被引用次數愈多則代表企業具有研發技術上的領先或創新。進一步而言，對統計對象的專利申請數量及被引用次數分別取中位數，可將座標劃分成四個象限，包括：第一象限、第二象限、第三象限及第四象限。

如圖 42 所示，位於第一象限的專利申請人包括：SEIKO EPSON、FANUC、YASKAWA、ABB、GM、CANON、OMRON 及 MITSUBISHIELECTRIC 等企業。

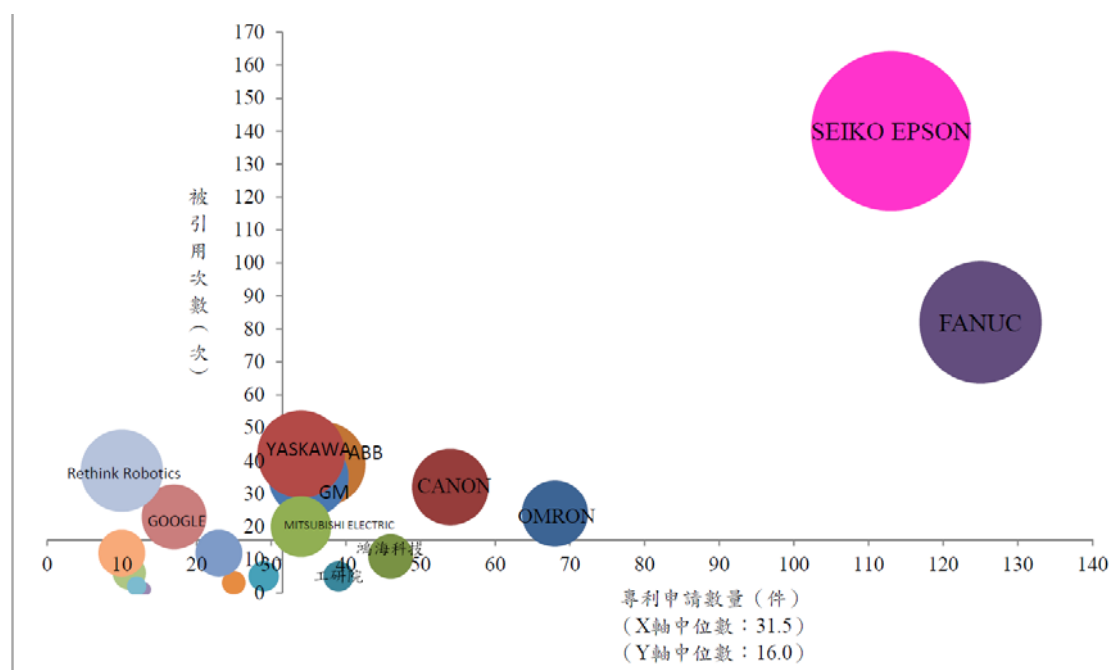


圖 42 企業研發能量及競爭力圖(PSC 整理)

再者，圖 43 是圖 42 的局部放大圖。如圖 43 所示，位於第二象限的專利申請人包括：Rethink Robotics、GOOGLE；位於第四象限的專利申請人包括：鴻海科技、工研院；位於第三象限的專利申請人包括：COGNEX、DENSO、BOEING、HYUNDAI、NIKE、TYCO ELECTRONIC、IHI 及廣明光電（被引用次數為 0，圖未顯示）。

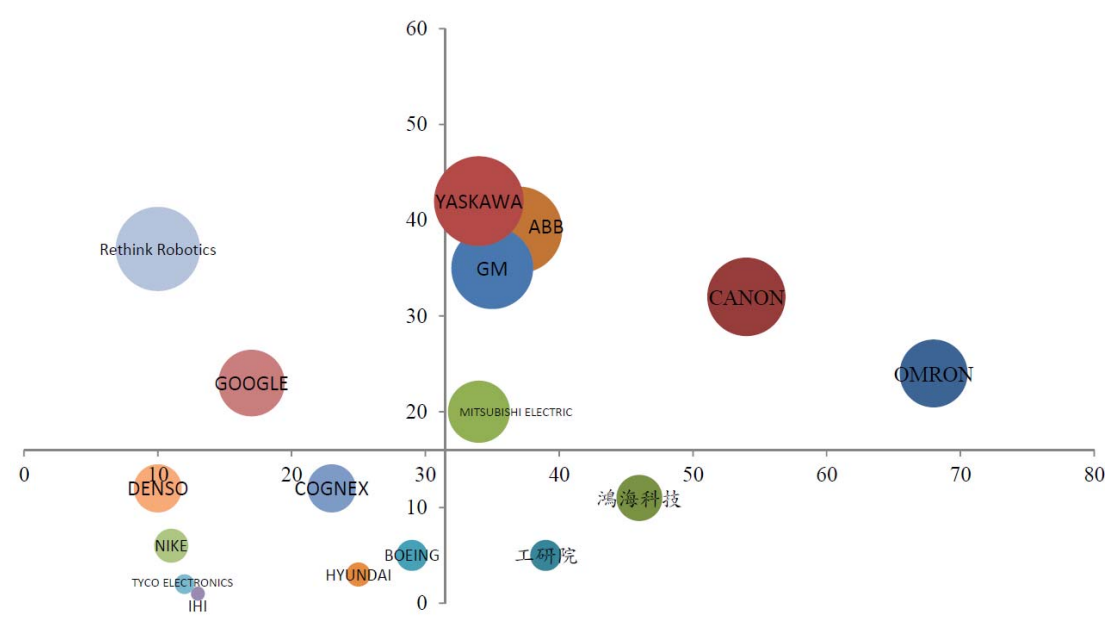


圖 43 圖 42 的局部放大圖 (PSC 整理)

此外，也可以用平均被引用次數來評估企業間的研發能量及技術創新程度。以工業機器人四大家族中的 FANUC、YASKAWA 及 ABB 為例，FANUC 擁有 125 件專利，共被引用 82 次，平均每件專利被引用 0.7 次；YASKAWA 擁有 34 件專利，共被引用 42 次，平均每件專利被引用 1.2 次；ABB 擁有 37 件專利，共被引用 39 次，平均每件專利被引用 1.1 次。因此，從平均被引用次數的觀點來看，YASKAWA 在工業機器人四大家族中排名第一，ABB 排名第二，FANUC 排名第三。

七、技術功效矩陣圖

技術功效矩陣圖為常見的一種專利技術圖，通常使用二維的矩陣圖或泡泡圖表示，包括兩個變量：技術手段(簡稱技術)及達成功效(簡稱功效)，並在矩陣中央列出相關專利數量或專利號。藉此，將某技術領域的專利分別按照技術及功效加以分類，即可完成具有專利空白區、疏鬆區及密集區的矩陣分布圖⁵²。視覺型工業機械手之技術相關說明則是透過閱讀相關文獻及資訊已整理於前述章節(二、視覺型工業機械手技術，第 17 至 47 頁)及表 3，其中表 3 包含技術類別的標籤定義。視覺型工業機械手之功效類別與功效定義說明同樣透過閱讀相關文獻及資訊將其整理於表 4。

⁵² 李紅、龍建新、蔣麗麗、黃琴玲，專利地圖理論與工具，頁 37-40，2016 年。

表 3 技術的標籤定義(PSC 整理)

--	標籤	技術類別		技術定義
		主技術	次技術	說明
技術	T1	拍攝技術	光學系統(光源、鏡片、CCD 或 CMOS 影像感測器)	詳見第 21 頁
	T2		單相機配置	詳見第 23 頁
	T3		雙相機配置	詳見第 24 頁
	T4		多相機配置	詳見第 26 頁
	T5		深度感測	詳見第 28 頁
	T6	圖像技術	影像處理(訊號處理，包含影像擷取、影像強化、影像切割、影相表示與描述)	詳見第 31 頁
	T11		機械手與視覺感測器校正(初始安裝定位、歸零、基準點)	詳見第 33 頁
	T7		物件定位(靜態、物件定位精度之誤差補償或調整)	詳見第 35 頁
	T8		物件追蹤與監控(動態)	詳見第 36 頁
	T9		物件辨識	詳見第 37 頁
	T10		物件檢測與量測(含輪廓相關)	詳見第 39 頁
	T12	控制技術	運動控制(空間座標轉換、路徑規劃)	詳見第 43 頁
	T13		伺服控制(邏輯編程與程序控制)	詳見第 45 頁
	T14	硬體架構技術	機構配置(手臂零組件相關)	詳見第 46 頁
	T15		控制器系統(控制介面、控制器、驅動器、影像擷取卡、影像處理器、數位 I/O 卡等)	詳見第 47 頁

表 4 功效的標籤定義(PSC 整理)

	標籤	功效類別	功效定義說明
功效	F1	提高效率與自動化 (靈活、快速、效能...等)	透過某種方式提高系統操作效率、減少人為操作，具備靈活、快速或效能等特點
	F2	提高定位精度 (解析、補償、組裝...等)	提高系統末端效應器之定位精度，達到與目標位置最小誤差，適用於靜態物件座標定位、動態物件軌跡追蹤、定位補償或零件組裝精密度等
	F3	提高可靠性 (高重現性、降低人為影響)	透過某種方式使系統在多次做動後，同樣維持相同之水準，具有高度重現性之特點
	F4	提高運算速度或影像處理能力	透過某種方式降低控制系統運算之時間或具備大量處理複雜影像之能力
	F5	提高安全性 (人機、多機協同...等)	透過某種方式確保可動系統周圍之人與物的安全性，具備防碰撞、安全範圍、人機、多機協同等特點
	F6	提高系統控制判斷能力	採用某種方式或程序，提高系統運作、邏輯上之判斷能力，可使系統運作順暢或減少外部干擾等特點
	F7	提高系統運動流暢度	使機械手之移動順暢、穩定，減少奇異點之影響
	F8	提高系統自我維護能力	監控系統本身，故障預警、診斷與排除，具備自我除錯，延長使用壽命之特點
	F9	提高影像解析度	透過某種組裝方式、硬體配置或影像處理，使視覺影像具有高精度、高解析或高準確度
	F10	簡化操作介面	操作介面簡易化、圖像化、視覺化、虛擬化，使用者能容易上手
	F11	降低成本	透過該系統的影響而使可達到特定目標之成本降低
	F12	示教	透過某種方式教育系統或機械手本體，使其可自我規劃移動路徑或執行特定動作

圖 44 顯示的是技術功效矩陣圖。如表 3、表 4 及圖 44 所示，從技術的觀點來看，技術的專利密集區分布在 T3、T5、T6、T7、T8、T9、T10、T12、T13、T14 及 T15 技術，每個技術具有較多的功效面向已布局有專利；從功效的觀點來看，功效的專利密集區分布在 F1、F2、F4、F6、F12、F10、F5 及 F11 功效，每個功效具有較多的技術面向已布局有專利。

進一步而言，可從技術的專利密集區及功效的專利密集區得知專利布局的熱門區、機會區及冷門區。例如圖 44 中的[T9,F1]元素、[T7,F1]元素、[T14,F1]元素及[T10,F1]元素屬於專利布局的熱門區，其分別布局有 53 件專利、39 件專利、36 件專利及 35 件專利。換句話說，為了「提高生產製造的效率及自動化」而使用的視覺型工業機械手技術，大多涉及「動態物件追蹤與監控」、「機械手與視覺感測器校正」、「零組件機構配置」及「物件辨識」技術，這些技術布局有較多的專利。

再者，例如圖 44 中的[T11,F2]元素布局有 46 件專利，[T7,F2]元素布局有 29 件專利。由此可知，為了「提高定位精度」，大多使用「物件檢測及量測」及「機械手與視覺感測器校正」技術。

此外，「提高運算速度或影像處理能力」以使用「影像處理」技術為主；「提高系統控制判斷能力」以使用「伺服控制」技術為主；「示教」以使「伺服控制技術」為主。

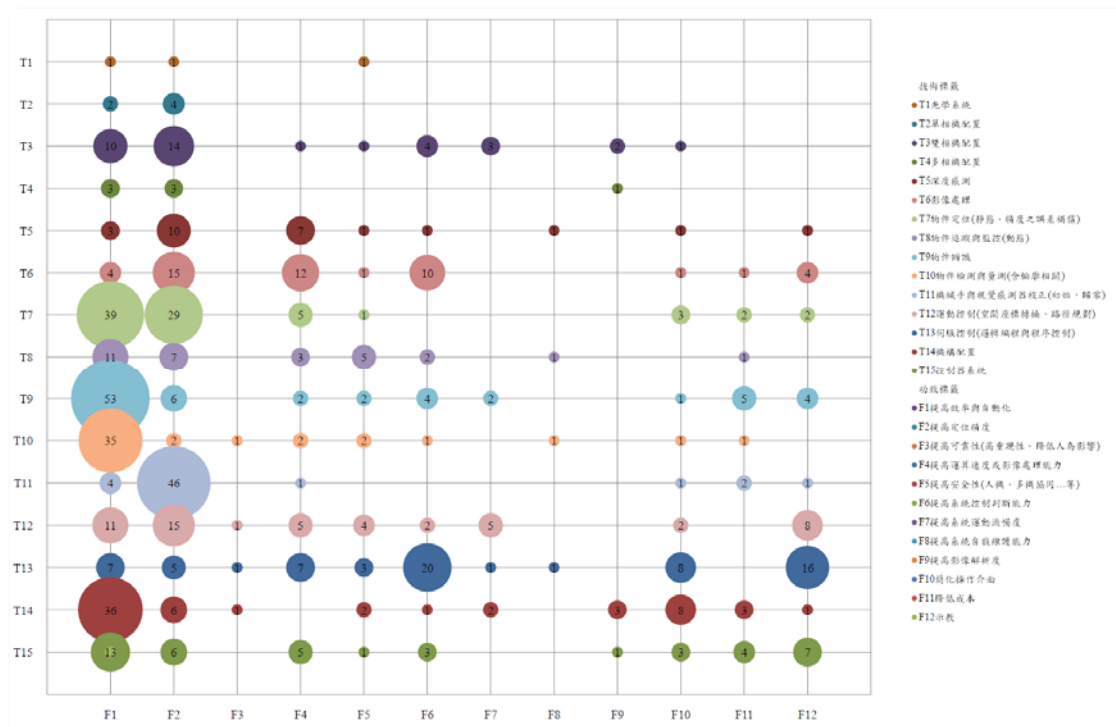


圖 44 技術功效矩陣圖(PSC 整理)

進一步而言，在拍攝技術方面，單相機配置技術（圖 45 中 T2）是以「相機搭配反射光源或雷射光源來取得影像」的技術手段為主，藉此獲得立體影像；雙相機配置技術（圖 45 中 T3）則可採用「取得位於第一相機與第二相機重疊視野範圍內的工件影像」、「以第一相機取得第一工件影像，以第二相機取得第二工件影像」及「先以第一相機取得工件影像中的 2D 資訊，再以第二相機取得工件影像中的 3D 資訊」3 種技術手段，進而獲得三維空間中的幾何關係及相機參數來計算深度。

再者，在圖像技術方面，影像處理技術（圖 45 中 T6）大多使用「將影像轉換為灰階圖」、「檢測影像的對比度值滿足預設的閾值」、「將影像重疊區域進行合成處理」、「將影像分割成第一區域及第二區域，分別進行影像分析」、「分析影像中多個工件影像的位置資訊」等 5 種技術手段，來將影像之數位訊號轉換成可以使工業機械手讀取的

機器語言，進而達到自動化控制之目的；物件定位技術（圖 45 中 T7），則可採用「取得工件影像及其與工件放置平台的相對位置」、「取得工件影像之前，先確認相機與工件的相對位置」及「取得工件影像及其與機械手末端效應器的相對位置」3 種技術手段，藉由取得工件影像後，利用已知的相機參數來計算出工作座標；物件追蹤與監控技術（圖 45 中 T8）是以「取得運動過程中或隨時間變化的物件影像」及「監控操作空間中機械手姿態及環境狀態」為主要技術手段，以獲得物件的動態位置，甚至是建構出週遭環境中景物的立體模型或二維平面地圖；物件辨識技術（圖 45 中 T9），則可分成「取得工件影像及其周邊環境影像」、「取得機械手周邊環境影像」及「取得工件影像，識別表面特徵」3 種技術手段，將影像經過影像處理後，與樣板物件做比對、模型匹配或輪廓預測，以確認是否為目標物件；機械手與視覺感測器校正技術（圖 45 中 T11）可分成「取得標記部影像，分析標記部的第一位置及第二位置」、「比對相機校正數據與預設相機數據來獲得相機與機器手之間的相對位置」及「初始值設定，記錄機械手或其部件於各教導點的姿態」3 種技術手段，藉以完成作業前的工業機械手校正。

此外，在控制技術方面，運動控制技術（圖 45 中 T12）可分成「取得工件影像，識別表面特徵，修改機械手運動路徑」、「取得標記部或光投影形成的引導路徑影像，修改機械手運動路徑」、「取得機械手或其部件影像，比較預設運動路徑，修改機械手運動路徑」、「取得工件影像，分析工件與相機的相對位置，修正機械手運動路徑」、「取得第一工件影像，取得第二工件影像，分析第一工件與第二工件的相對位置，修正機械手運動路徑」、「在實際環境中設置校正板，補償定

位誤差，修正機械手運動路徑」、「取得多張依時間變化的工件影像，生成機械手運動路徑」及「取得手、手臂等人體影像，識別手、手臂的姿態，產生機械手運動路徑」等 8 種技術手段，其涉及到空間座標轉換、路徑規劃與存在奇異點等問題，藉以控制工業機械手的運動姿態，並使末端效應器移動到工作範圍內特定的位置。

八、臺灣申請人定位分析

圖 45 顯示的是臺灣申請人定位分析圖。如圖 45 所示，視覺型工業機械手專利根據專利布局的技術功效分布情形，可分成熱門區、機會區及冷門區，分別以紅色、藍色及綠色圓圈代表。熱門區的專利屬於功效的專利密集區中的主要技術手段；機會區的專利涉及功效的專利密集區中的非主要技術手段；冷門區的專利涉及功效的專利疏鬆區的技術手段。換句話說，熱門區的專利數量較多，且涉及的技術面向較多；機會區的專利數量雖然較少，但涉及的技術面向較多；冷門區無論是專利數量或涉及的技術面向均較少。其中，熱門區包含 [T3,F1]、[T7,F1]、[T8,F1]、[T9,F1]、[T10,F1]、[T12,F1]、[T14,F1]、[T15,F1]、[T3,F2]、[T5,F2]、[T6,F2]、[T7,F2]、[T11,F2]、[T12,F2]、[T6,F4]、[T6,F6]、[T13,F6]、[T13,F12] 技術功效元素；機會區及冷門區與技術功效元素的對應關係可見圖 45。

值得注意的是，臺灣廠商以鴻海科技、工研院及廣明光電為代表，將其擁有的相關專利分別以淡紫色圓點、橙色圓點及黑色圓點作定位點標記。如圖 45 所示，從鴻海科技的定位點(圖 45 中淡紫色圓點)來看，鴻海科技的專利大多布局在熱門區，主要功效在於「提高效率與自動化」，以及「提高定位精度」。

相對於鴻海科技，工研院的專利布局較廣。工研院的定位點(圖 45 中橙色圓點)除了分布在熱門區之外，也分布在機會區。例如：以 T5、T6、T7、T9 技術達到「提高運算速度或影像處理能力」功效；以 T6、T8 技術達到「提高安全性」功效；以 T6 技術達到「提高系統控制判斷能力」功效；以 T14 技術達到「簡化操作介面」功效；以 T11 技術達到「降低成本」功效；以 T13 技術達到「示教」功效。

此外，從廣明光電的定位點(圖 45 中黑色圓點)來看，廣明光電針對「示教」功效的多個技術面向布局有專利，例如圖 45 中的[T6,F12]、[T9,F12]、[T12,F12]、[T14,F12]、[T15,F12]技術功效元素。

藉由前述申請人的定位分析，可推測臺灣廠商在視覺型工業機械手的專利布局 SWOT 分析，詳見表 5 所示。

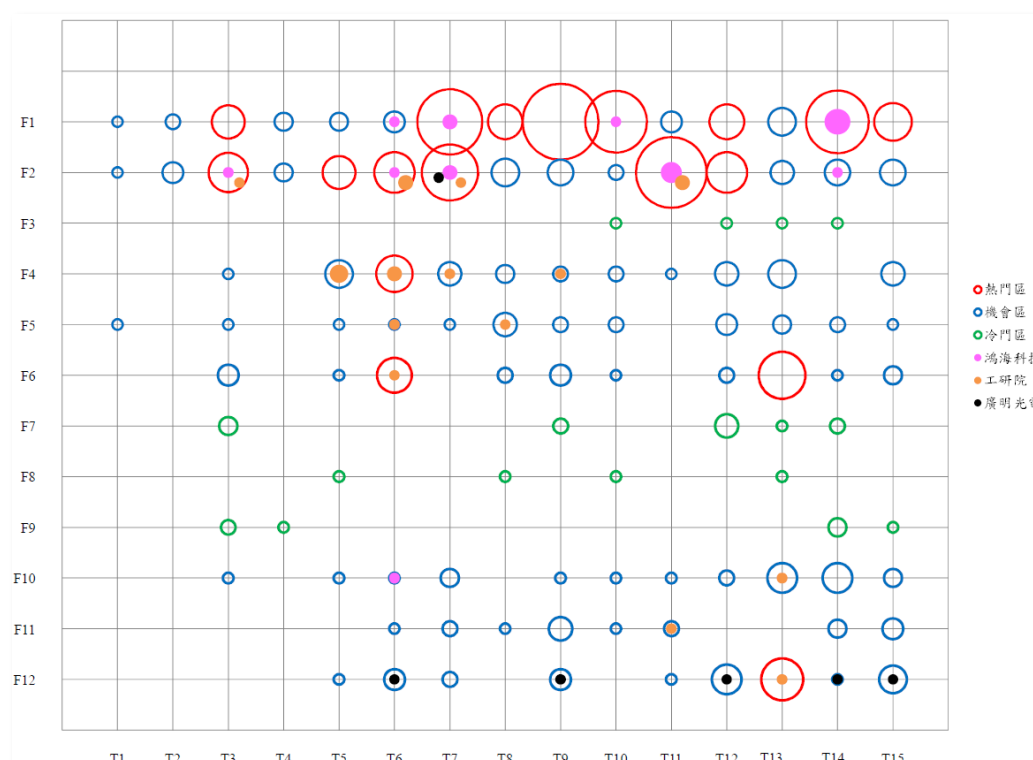


圖 45 臺灣申請人定位分析圖(PSC 整理)

表 5 臺灣廠商的專利布局 SWOT 分析(PSC 整理)

優勢	劣勢
1. 鴻海科技在 F1(提高效率與自動化)及 F2(提高定位精度)布局有相關專利,且涉及的技術面向廣。 2. 工研院在 F4、F5(提高安全性)、F6、F10、F11 及 F12(示教)布局有相關專利。 3. 廣明光電在 F12(示教)布有相關專利。	1. 鴻海科技在 F4、F5、F6、F10、F11 及 F12 未布局相關專利。 2. 廣明光電的專利布局數少，且集中在 F12 功效。
機會	威脅
鴻海科技、廣明光電可與工研院合作技術開發及專利交易，以提高專利布局的廣度及數量。	1. F1 及 F2 是各國廠商專利布局的重點區，具有許多相關專利，以及潛在的專利地雷。 2. 在 F4、F5、F6、F10、F11 及 F12 具有為數不少的專利，具有潛在的專利地雷。

九、核心專利判讀分析

核心專利可以認為是關鍵技術加上優良的申請專利範圍保護，可使用專利被引用次數來輔助判斷。如果一件專利被引用次數較高，那麼該專利的重要性亦較高，亦可能是該技術領域中的核心專利。此外，由於專利公開時間越久，受到引用的次數將會增加，如果一件專利剛公開不久，就被專利審查官或是其他公司的專利所引用，即可初步判斷該專利的重要性較高。於是，如圖 46 所示，縱軸表示專利每

年平均被專利審查官或他專利引用的次數，橫軸表示專利的公開年或公告年，藉由同時考量被引用次數及公開時間長短兩種因素，來初步判斷協作型機器人的核心專利。

在每年平均被引用次數排名前 20 名的專利中，以 Autofuss 申請的 US9056396B1 (2015 年公開，共被引用 43 次，每年平均被引用 10.8 次，屬於「示教」分類) 排名第一；Hsien-Hsiang Chiu 申請的 US8552983B2 (2013 年公開，共被引用 59 次，每年平均被引用 9.8 次，屬於「簡化操作介面」分類) 排名第二；Seiko Epson 申請的 US20150105907A1 (2015 年公開，共被引用 32 次，每年平均被引用 8.0 次，屬於「提高系統控制判斷能力」分類) 排名第三；Google 申請的 US20160016315A1 (2016 年公開，共被引用 18 次，每年平均被引用 6.0 次，屬於「提高安全性」分類) 排名第四；Robotic VISION Technologies 申請的 US8559699B2 (2013 年公開，共被引用 35 次，每年平均被引用 5.8 次) 排名第五。核心專利摘要表，請參閱本報告附錄。

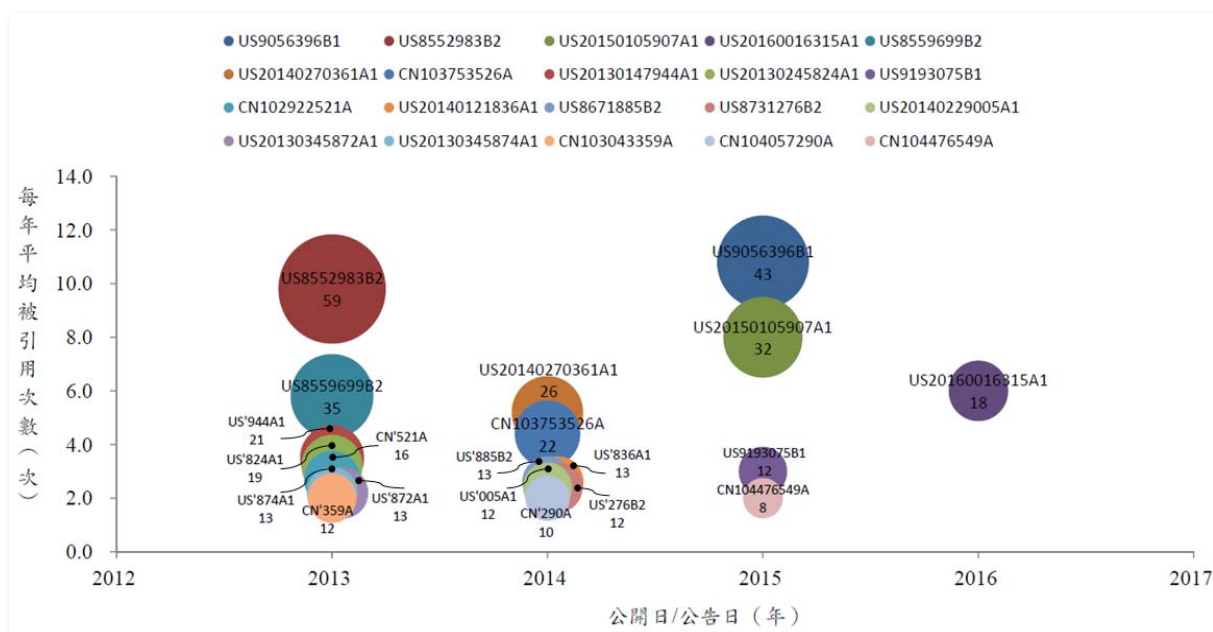


圖 46 核心專利判讀分析圖(PSC 整理)

肆、結論與建議

本報告之研究結果顯示，在專利布局的整體趨勢方面，可將專利申請數量分別就時間、受理國家/地區以及專利申請人三個維度加以討論。在時間上，2013 年到 2017 年已經公開的視覺型工業機械手相關專利計有 1,268 件，且推測以每年增加 200 件專利申請案的速度持續增加，屬於技術成長階段。

再者，從 7 大專利局的申請狀況來看，全球專利申請人的專利布局策略係以中國大陸、美國及日本為主。此外，進一步觀察專利申請數量隨時間的變化，可以發現近年來日本的專利申請數量不再成長，而美國及中國大陸的專利申請數量則具有明顯的成長趨勢。其中，中國大陸於 2016 年單一年度的專利申請數量已突破 100 件。

以全球專利申請人而言，FANUC、YASKAWA、ABB、SEIKO EPSON、OMRON、CANON、鴻海科技、工業技術研究院及廣明光電擁有大多數的專利，其中又屬 SEIKO EPSON、FANUC 對專利布局最為積極。

另一方面，在專利布局的技術功效上，以「效率與自動化」、「定位精度」、「運算速度」、「安全」、「系統判斷」、「操作介面」、「成本」、「教導」等 8 個功效的專利布局技術面向較廣，其中又以「物件定位」、「物件辨識」、「物件檢視」、「校正」、「機構」、「伺服控制」、「影像處理」等 7 個技術為主要技術手段。

綜上所述，視覺型工業機械手的技術屬於成長階段，且推測全球專利申請人也會對此技術持續進行專利布局，建議相關業者加強自身產品的專利布局，並且落實產品的專利檢索調研，必要時針對市場上有競合關係的專利申請人所擁有的相關專利進行法律狀態監視及申請專利範圍確認，提早做好專利侵權風險管控。

附錄：核心專利摘要表

表 6 核心專利摘要表- US9056396B1 (PSC 整理)

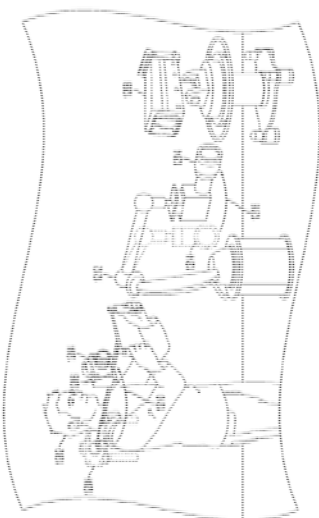
專利號碼	US9056396B1	申請日	2014-03-03
專利名稱	Programming of a robotic arm using a motion capture system	優先權日	2013-03-05
		公開日	2015-06-16
IPC	B25J3/04 ; B25J9/16 ; G06F3/01 ; G06K9/00		
發明人	Linnell, Jeffrey		
申請人	Autofuss		
專利家族	--		
技術	T13 伺服控制	功效	F12 示教
摘要		代表圖	
Example systems and methods allow for capturing motions of a demonstration tool and using the captured motions to cause a robotic device to replicate motions of the demonstration tool with a robot tool. One example method includes receiving data from one or more cameras indicative of position of a demonstration tool. Based on the received data, the method may further include determining a motion path of the demonstration tool, where the motion path includes a sequence of positions of the demonstration tool. The method may also include determining a replication control path for a robotic device, where the replication control path includes one or more robot movements that cause the robotic device to move a robot tool through a motion path that corresponds to the motion path of the demonstration tool. The method may further include causing the robotic device to move the robot tool using the one or more robot movements within the replication control path.			

表 7 核心專利摘要表- US8552983B2 (PSC 整理)

專利號碼	US8552983B2		申請日	2009-03-23
專利名稱	Intelligent robotic interface input device		優先權日	2007-07-11
			公開日	2013-10-08
IPC	G06F3/033；G08B6/00；G10L13/08；G10L21/00；H04N7/18			
發明人	Chiu, Hsien-Hsiang			
申請人	Chiu, Hsien-Hsiang			
專利家族	WO2009006735A1；CA2591808A1			
技術	T13 伺服控制		功效	F10 簡化操作介面
摘要			代表圖	
An intelligent object tracking and gestures sensing input device is operative to translate hand gestures of a user into data and commands for operating a computer or various machines. It is provided with video web cameras video vision camera, sensors. A logical vision sensor program in the device measures movements of the user's hand gesture into X, Y and Z dimension definitions. It defines a working space spaced therefrom into virtual space mouse zone, space keyboard zone, and hang sign language zone. It automatically translates the change of coordinates of the user's hand in puzzle cell positions in the virtual working space into the data and commands. Objects having enhance symbols, colors, shape, and illuminated lights are attachable on the user's hand to provide precision input.				

表 8 核心專利摘要表- US2015/0105907A1 (PSC 整理)

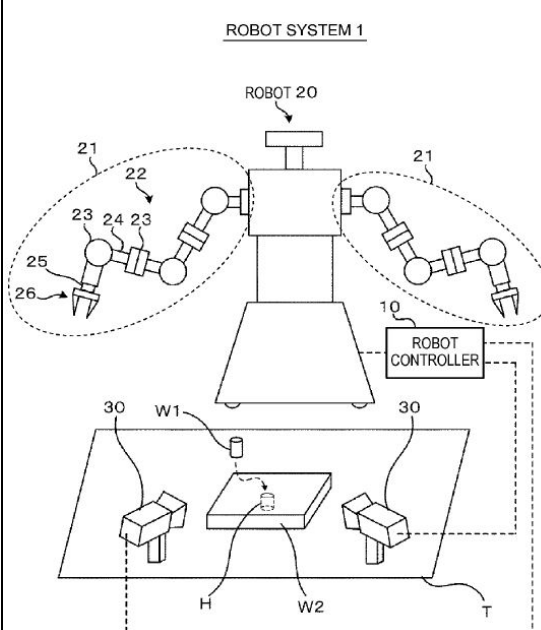
專利號碼	US2015/0105907A1		申請日	2014-10-09
專利名稱	ROBOT CONTROLLER, ROBOT SYSTEM, ROBOT, ROBOT CONTROL METHOD, AND PROGRAM		優先權日	2013-10-10
			公開日	2015-04-16
IPC	B25J9/16			
發明人	AISO, Seiji ; HASEGAWA, Hiroshi ; INAZUMI, Mitsuhiro ; KARITO, Nobuhiro			
申請人	Seiko Epson Corporation			
專利家族	EP2859999A2 ; JP2015074058A ; JP2015074063A ; CN104552291A ; CN104827469A ; EP2859999A3 ; CN104827469B ; JP06314410B2 ; JP06322948B2 ; CN104552291B			
技術	T13 伺服控制	功效	F6 提高系統控制判斷能力	
摘要		代表圖		
A robot includes a control unit that controls a movable unit of the robot to move an endpoint of the movable unit closer to a target position, and an image acquisition unit that acquires a target image as an image containing the end point when the end point is in the target position, and a current image as an image containing the end point when the end point is in a current position. The control unit controls movement of the movable unit based on the current image and the target image and output from a force detection unit that detects a force acting on the movable unit.				

表 9 核心專利摘要表- US2016/0016315A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2016/0016315A1	申請日	2014-07-16
專利名稱	VIRTUAL SAFETY CAGES FOR ROBOTIC DEVICES	優先權日	2014-07-16
		公開日	2016-01-21
IPC	B25J9/16		
發明人	Kuffner, JR., James J. ; Anderson-Sprecher, Peter Elving		
申請人	Google Inc.		
專利家族	WO2016010614A1 ; US9283678B2 ; KR2017014004A ; EP3169487A1 ; CN106660208A ; JP2017523054A ; KR1797901B1 ; KR2017126510A ; KR2017126511A ; KR1859350B1 ; KR1859351B1 ; JP2018086724A ; CN106660208B		
技術	T12 運動控制	功效	F5 提高安全性
摘要		代表圖	
Methods and systems for determining and presenting virtual safety cages are provided. An example method may involve receiving an instruction for a robotic device to perform a physical action in a physical environment occupied by the robotic device. The method may also involve, responsive to receiving the instruction, and based on one or more parameters of one or more physical components of the robotic device, determining one or more estimated trajectories along which the one or more physical components of the robotic device are estimated to move as the robotic device performs the physical action. The method may further involve, based on the one or more estimated trajectories, determining a virtual representation of a space that the robotic device is estimated to occupy in the physical environment while performing the physical action. The method may then involve providing, into the physical environment, an indication of a location of the space.		<pre> graph TD 200[Remote Computing Device 200] --- 250a[250] --- 240[Control System 240] 240 --- 250b[250] --- 100[Robotic Device 100] 240 --- 250c[250] --- 230[Robotic Device 230] 240 --- 250d[250] --- 260[Remote Sensors/Projections 260] </pre>	

表 11 核心專利摘要表- US2014/0270361A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2014/0270361A1	申請日	2013-03-15
專利名稱	COMPUTER-BASED METHOD AND SYSTEM OF DYNAMIC CATEGORY OBJECT RECOGNITION	優先權日	2013-03-15
		公開日	2014-09-18
IPC	G06T7/00		
發明人	Amma, Ayako ; Djugash, Joseph M.A.		
申請人	Amma Ayako ; Djugash Joseph M.A.		
專利家族	WO2014151035A1 ; JP2016517084A ; JP06306683B2		
技術	T7 物件定位	功效	F4 提高運算速度或影像處理能力
摘要		代表圖	
A computer-based method/system of dynamic category object recognition for estimating pose and/or positioning of target objects and target object's parts. The method/system may recognize a target object and the target object's parts. The method/system may segment and extract data corresponding to the target object and the target object's parts, and estimate the pose and positioning of the target object and the target object's parts using a plurality of stored object models. The dynamic method/system may supplement or modify the parameters of the plurality of stored object models and/or store learned object models. The learned object models assist in recognizing and estimating pose and/or positioning of newly encountered objects more accurately and with fewer processing steps. The method and system may include a processor, a sensor, an external device, a communications unit, and a database.		<pre> graph TD 202[RECEIVE OR DETECT VISUAL DATA SET] --> 204[CATEGORY OBJECT RECOGNITION] 204 --> 206[CLUSTER SEGMENTATION] 206 --> 208[CLUSTER EXTRACTION] 208 --> 210[EXTRACT A CLUSTER PART] 210 --> 212[ESTIMATE THE PART'S PARAMETER(S)] 212 --> 214{ALL PARTS ESTIMATED?} 214 -- NO --> 210 214 -- YES --> 216[ESTIMATE TARGET OBJECT POSE] 216 --> 218[STORE LEARNED OBJECT MODEL AND/OR PARAMETER(S)] 218 --> 220{ALL REQUIRED OBJECTS ESTIMATED?} 220 -- NO --> 208 220 -- YES --> 222[END] </pre>	

表 12 核心專利摘要表- CN103753526A (PSC 整理)

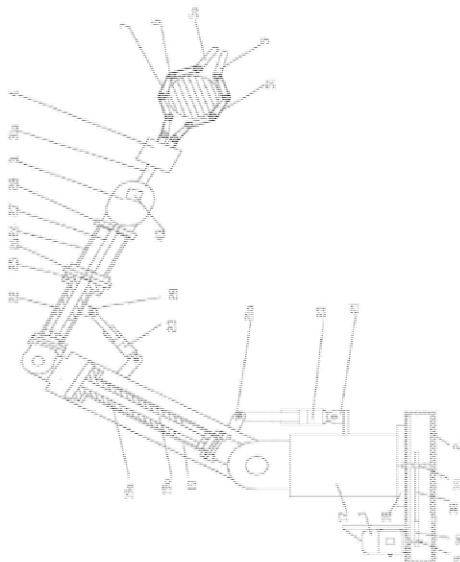
專利號碼	CN103753526A		申請日	2013-12-30
專利名稱	精確定位和可補償的重載機械臂	優先權日	2013-12-30	
		公開日	2014-04-30	
IPC	B25J9/08；B25J9/06；B25J9/16；B25J13/00；B25J15/08			
發明人	羅天洪；馬翔宇；董紹江；朱孫科；陳才；劉森；張劍			
申請人	重慶交通大學			
專利家族	--			
技術	T12 運動控制	功效	F2 提高定位精度	
摘要		代表圖		
本發明公開了一種可定位補償的精密重載機械手，包括動力裝置、基座、手臂總成、手腕總成、柔性手和自動控制系統，所述手臂總成包括下臂總成、中臂總成和上臂總成；利用液壓驅動的方式，能夠適應重載的工作環境，在此基礎上，根據外部和內部感測器等回饋的資訊，外部控制系統發送指令至電主軸內部，使得和電主軸傳動連接的第一連杆機構和第二連杆機構對機械手在距離及角度等方面進行微調補償，可以達到更為精密的效果；本發明在使用時結合多種感測器和電腦控制技術，使得機械手在工作的過程中實現工作狀態的監控，保證機械手作業時的精確化，同時配合使用電主軸等配合部件，減少了傳動鏈的傳動誤差，提高了傳動的精度，實現手腕與柔性手爪的精密運動和安全保障。				

表 13 核心專利摘要表- US2013/0147944A1 (PSC 整理)

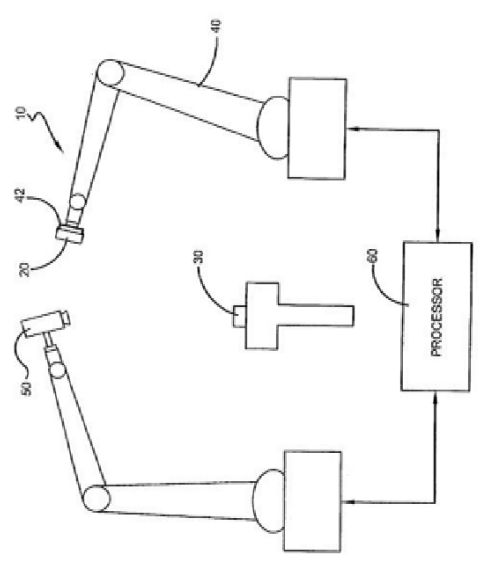
專利號碼	US2013/0147944A1		申請日	2013-02-20
專利名稱	VISION-GUIDED ALIGNMENT SYSTEM AND METHOD		優先權日	2010-08-27
			公開日	2013-06-13
IPC	G06T7/00			
發明人	Zhang, Biao ; Wang, Jianjun ; Rossano, Gregory F. ; Fuhlbrigge, Thomas A.			
申請人	ABB RESEARCH LTD ; Zhang Biao ; Wang Jianjun ; Rossano Gregory F. ; Fuhlbrigge Thomas A.			
專利家族	WO2012027541A1 ; EP2608938A1 ; CN103153553A ; EP2608938B1 ; CN103153553B			
技術	T9 物件辨識		功效	F2 提高定位精度
摘要			代表圖	
A vision-guided alignment system to align a plurality of components includes a robotic gripper configured to move one component relative to another component and a camera coupled to a processor that generates an image of the components. A simulated robotic work cell generated by the processor calculates initial calibration positions that define the movement of the robotic gripper such that position errors between the actual position of the robotic gripper and the calibration positions are compensated by a camera space manipulation based control algorithm executed by the processor to control the robotic gripper to move one component into alignment with another component based on the image of the components.				

表 14 核心專利摘要表- US2013/0245824A1 (PSC 整理)

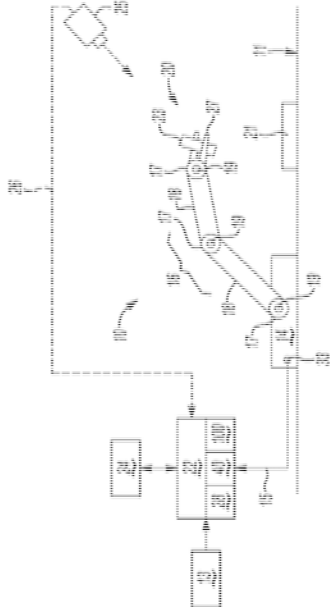
專利號碼	US2013/0245824A1	申請日	2012-03-15
專利名稱	METHOD AND SYSTEM FOR TRAINING A ROBOT USING HUMAN-ASSISTED TASK DEMONSTRATION	優先權日	2012-03-15
		公開日	2013-09-19
IPC	B25J13/08		
發明人	Barajas, Leandro G. ; Martinson, Eric ; Payton, David W. ; Uhlenbrock, Ryan M.		
申請人	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPEATIONS LLC ; Barajas Leandro G. ; Martinson Eric ; Payton David W. ; Uhlenbrock Ryan M.		
專利家族	DE102013203381A1 ; JP2013193202A ; DE102013203381B4		
技術	T13 伺服控制	功效	F12 示教
摘要		代表圖	
A method for training a robot to execute a robotic task in a work environment includes moving the robot across its configuration space through multiple states of the task and recording motor schema describing a sequence of behavior of the robot. Sensory data describing performance and state values of the robot is recorded while moving the robot. The method includes detecting perceptual features of objects located in the environment, assigning virtual deictic markers to the detected perceptual features, and using the assigned markers and the recorded motor schema to subsequently control the robot in an automated execution of another robotic task. Markers may be combined to produce a generalized marker. A system includes the robot, a sensor array for detecting the performance and state values, a perceptual sensor for imaging objects in the environment, and an electronic control unit that executes the present method.			

表 15 核心專利摘要表- US9193075B1 (PSC 整理)

專利號碼	US9193075B1	申請日	2012-11-29
專利名稱	Apparatus and methods for object detection via optical flow cancellation	優先權日	2010-08-26
		公開日	2015-11-24
IPC	B25J13/08 ; G06K9/40 ; G06N3/02 ; G06N3/04		
發明人	Cipollini, Benjamin Neil ; Izhikevich, Eugene		
申請人	Brain Corporation		
專利家族	--		
技術	T6 影像處理	功效	F4 提高運算速度或影像處理能力
摘要		代表圖	
Optical flow for a moving platform may be encoded into pulse output. Optical flow contribution induced due to the platform self-motion may be cancelled. The cancellation may be effectuated by (i) encoding the platform motion into pulse output ; and (ii) inhibiting pulse generation by neurons configured to encode optical flow component optical flow that occur based on self-motion. The motion encoded may be coupled to the optical flow encoder via one or more connections. Connection propagation delay may be configured during encoder calibration in the absence of obstacles so as to provide system specific delay matrix. The inhibition may be based on a coincident arrival of the motion spiking signal via the calibrated connections to the optical flow encoder neurons. The coincident motion pulse arrival may be utilized in order to implement an addition of two or more vector properties.		<pre> graph TD 600([Start]) --> 602[Displace platform] 602 --> 604[Encode platform motion into spike latency] 604 --> 606[Couple motion spikes to optical flow encoder via two or more connections] 606 --> 608[Detect motion spikes by the optical flow encoder] 608 --> 610[Determine delays for individual connections to flow encoder based on motion spikes] 610 --> Continue([Continue]) </pre>	

表 16 核心專利摘要表- CN102922521A (PSC 整理)

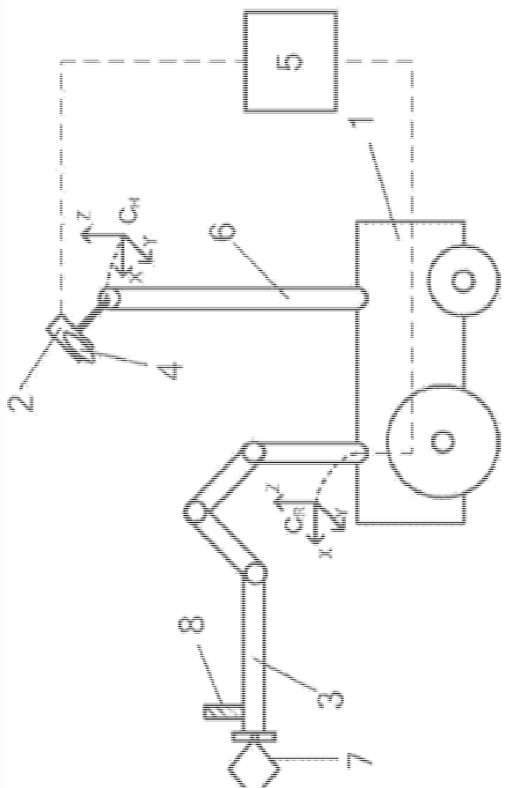
專利號碼	CN102922521A		申請日	2012-08-07
專利名稱	一種基於立體視覺伺服的機械臂系統及其即時校準方法		優先權日	2012-08-07
			公開日	2013-02-13
IPC	B25J9/16；B25J13/08；B25J19/00			
發明人	王鋒；陳小平；靳國強；程敏；陳凱；謝炯坤			
申請人	中國科學技術大學			
專利家族	--			
技術	T12 運動控制		功效	F2 提高定位精度
摘要			代表圖	
本發明公開了一種機械臂系統及其校準方法，機械臂系統包括機械臂、視覺設備和主控設備，在所述機械臂的末端安裝有視覺標記物，並且使視覺標記物位於視覺設備的視覺範圍內；視覺設備和機械臂相互獨立地安裝，用於獲取目標物體與該視覺標記物的圖像，以識別和定位所述視覺標記物相對於目標物體的位元姿；主控設備用於根據所述視覺標記物的圖像計算所述機械臂的各個關節的角度，以控制所述機械臂對所述目標物體進行操作。本發明能夠在機械臂上的關節存在間隙時對機械臂進行校準，使機械臂系統能夠完成精確的操作任務。				

表 17 核心專利摘要表- US2014/0121836A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2014/0121836A1	申請日	2013-10-30
專利名稱	OBJECT PICKUP DEVICE AND METHOD FOR PICKING UP OBJECT	優先權日	2012-10-31
		公開日	2014-05-01
IPC	B25J9/16		
發明人	Ban, Kazunori		
申請人	FANUC CORPORATION		
專利家族	DE102013018222A1 ; JP2014087913A ; CN103786153A ; JP05642759B2 ; CN103786153B		
技術	T3 雙相機配置	功效	F6 提高系統控制判斷能力
摘要		代表圖	
A pickup device for picking up a target object from a plurality of objects randomly piled up in a container, and for placing the target object in a predetermined posture to a target location is provided. The device includes an approximate position obtaining part for obtaining information on an approximate position of the target object, based on information on a height distribution of the objects in the container, which is obtained by a first visual sensor. The device also includes a placement operation controlling part for controlling a robot so as to bring the target object into a predetermined position and posture relative to the target location, based on information on a position and posture of the target object relative to a robot, which is obtained by a second visual sensor.			

表 18 核心專利摘要表- US8671885B2 (PSC 整理)

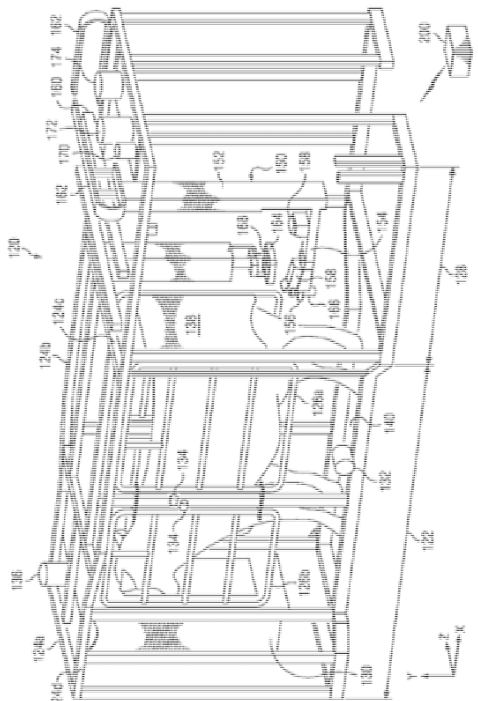
專利號碼	US8671885B2		申請日	2011-04-28
專利名稱	Vision system for robotic attacher		優先權日	2011-04-28
			公開日	2014-03-18
IPC	A01J5/00			
發明人	Hofman, Henk ； van der Sluis, Peter Willem ； Groensma, Ype			
申請人	Technologies Holdings Corp. ； Hofman Henk ； van der Sluis Peter Willem ； Groensma Ype			
專利家族	EP2701495B1			
技術	T7 物件定位		功效	F1 提高效率與自動化
摘要			代表圖	
In certain embodiments, a system includes a controller operable to access a first image generated by a first camera. The controller determines a reference point from at least one main feature of a dairy livestock included in the first image. The controller is further operable to access a second image generated by the second camera. The second image includes at least a portion of an udder of the dairy livestock. The controller determines a location of a teat of the dairy livestock based on the second image.				

表 19 核心專利摘要表- US8731276B2 (PSC 整理)

專利號碼	US8731276B2	申請日	2011-08-30
專利名稱	Motion space presentation device and motion space presentation method	優先權日	2009-12-28
		公開日	2014-05-20
IPC	G06K9/00		
發明人	Mizutani, Kenji ; Sato, Taichi		
申請人	Panasonic Corporation ; Mizutani Kenji ; Sato Taichi		
專利家族	WO2011080882A1 ; JP04850984B2 ; CN102448681A ; JP2011532405X ; CN102448681B		
技術	T10 物件檢測與量測	功效	F5 提高安全性
摘要		代表圖	
A motion space presentation device includes: a work area generation unit configured to generate a three-dimensional region in which the movable robot operates ; an image capture unit configured to capture a real image ; a position and posture detection unit configured to detect an image capture position and an image capture direction of the image capture unit ; and an overlay unit configured to selectively superimpose either an image of a segment approximation model of the movable robot as viewed in the image capture direction from the image capture position, or an image of the three-dimensional region as viewed in the image capture direction from the image capture position, on the real image captured by the image capture unit, according to the difficulty in recognizing each image.		<pre> graph TD 101[Motion planning holding unit] --> 102[Work area generation unit] 102 --> 103[Region expression adjustment unit] 103 --> 106[Overlay unit] 104[Image capture unit] --> 106 105[Position and posture detection unit] --> 106 106 --> 107[Display unit] </pre>	

表 20 核心專利摘要表- US2014/0229005A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2014/0229005A1	申請日	2014-02-14
專利名稱	ROBOT SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING THE SAME	優先權日	2013-02-14
		公開日	2014-08-14
IPC	B25J9/16		
發明人	Suzuki, Hideaki		
申請人	CANON KABUSHIKI KAISHA		
專利家族	EP2767370A2 ; JP2014151427A ; CN103991078A ; EP2767370A3 ; CN103991078B ; JP06108860B2		
技術	T12 運動控制	功效	F3 提高可靠性
摘要		代表圖	
A robot system which requires no manual teaching operation in acquiring calibration values for coordinate transformation, and improves the calibration accuracy includes a robot body, a camera, and a control apparatus. The control apparatus measures, via the camera, a calibration plate at each position and orientation of a first position and orientation group including a reference measurement position and orientation and a position and orientation within a first offset range, calculates a first calibration value based on the measurement value, measures, via the camera, the calibration plate at each position and orientation of a second position and orientation group including a reference operation position and orientation different from the reference measurement position and orientation, and a position and orientation within a second offset range, calculates a second calibration value based on the measurement value, and activates the robot body by using the first and second calibration values.			

表 21 核心專利摘要表- US2013/0345872A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2013/0345872A1		申請日	2012-09-17
專利名稱	User interfaces for robot training		優先權日	2012-06-21
			公開日	2013-12-26
IPC	G05B15/00			
發明人	Brooks, Rodney ； Blumberg, Bruce ； Dye, Noelle ； Long, Paula			
申請人	Rethink Robotics Inc.			
專利家族				
技術	T13 伺服控制	功效	F10 簡化操作介面	
摘要		代表圖		
In accordance with various embodiments, a user interface embedded into a robot facilitates robot training via direct and intuitive physical interactions.				

表 22 核心專利摘要表- US2013/0345874A1 (PSC 整理)

專利號碼	US2013/0345874A1	申請日	2012-09-17
專利名稱	TRAINING AND OPERATING INDUSTRIAL ROBOTS	優先權日	2012-06-21
		公開日	2013-12-26
IPC	G05B15/00		
發明人	Blumberg, Bruce ; Brooks, Rodney ; Buehler, Christopher J. ; Dye, Noelle ; Ens, Gerry ; Linder, Natan ; Siracusa, Michael ; Sussman, Michael ; Williamson, Matthew M.		
申請人	Rethink Robotics Inc.		
專利家族			
技術	T13 伺服控制	功效	F6 提高系統控制判斷能力
摘要		代表圖	
Robots may manipulate objects based on sensor input about the objects and/or the environment in conjunction with data structures representing primitive tasks and, in some embodiments, objects and/or locations associated therewith. The data structures may be created by instantiating respective prototypes during training by a human trainer.			

表 23 核心專利摘要表- CN103043359A (PSC 整理)

專利號碼	CN103043359A		申請日	2012-07-20
專利名稱	機器人系統、機器人以及以分揀物品的製造方法		優先權日	2011-10-17
			公開日	2013-04-17
IPC	B65G1/137；B65G1/06			
發明人	瀧沢克己；難波太郎			
申請人	安川電機株式會社			
專利家族	US20130096713A1；JP2013086914A；JP2013086915A；JP2013129034A；EP2623218A2；EP2623219A2；EP2623220A2；JP05366031B2；JP05429650B2；JP05510841B2；US9067744B2；EP2623219A3；EP2623220A3			
技術	T9 物件辨識	功效	F1 提高效率與自動化	
摘要		代表圖		
本發明涉及機器人系統、機器人以及已分揀物品的製造方法。一種機器人系統包括搬入側載貨架、搬出側載貨架、機器人以及機器人控制器，機器人包括臂、吸盤、鐳射傳感器以及視覺傳感器。機器人系統控制機器人的動作，使得機器人經由鐳射傳感器取得至搬入側載貨架上裝載的多個物品各個的頂面的距離資訊，識別出頂面位於最高位置的貨物，經由視覺傳感器取得識別出的已識別物品的外形信息及已識別物品的配送目的地信息，計算已識別物品的外形和大小，確定與已識別物品相對應的已識別配送目的地區域，並且由吸盤提起已識別物品並堆放到與已識別配送目的地區域相對應的已識別搬出側載貨架上。				

表 24 核心專利摘要表- CN104057290A (PSC 整理)

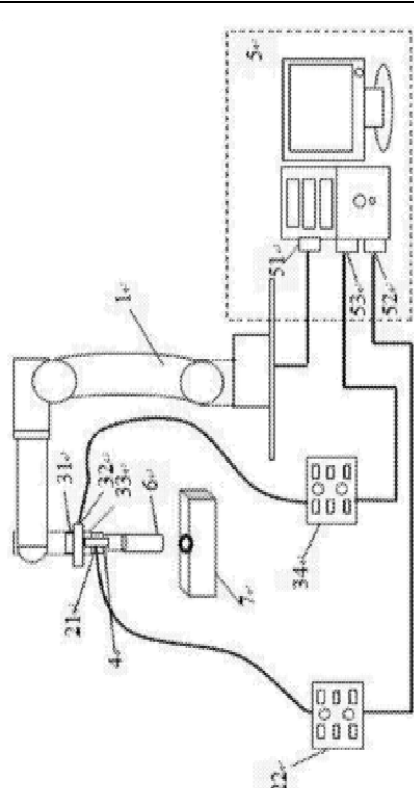
專利號碼	CN104057290A		申請日	2014-06-24
專利名稱	一種基於視覺和力回饋控制的機器人 裝配方法與系統		優先權日	2014-06-24
			公開日	2014-09-24
IPC	B23P19/04；B25J9/00；B25J19/04			
發明人	王陣賀；喬紅；蘇建華；曹恩華			
申請人	中國科學院自動化研究所			
專利家族				
技術	T7 物件定位	功效	F1 提高效率與自動化	
摘要		代表圖		
本發明公開了一種基於視覺和力回饋的機器人裝配系統，該系統包括：工業機器人、工件輪廓檢測單元、裝配力檢測單元、夾持單元和系統控制主機，其中：工業機器人根據系統控制主機的控制指令帶動末端運動；裝配力檢測單元用於獲得裝配過程中軸工件和孔之間的接觸力；夾持單元用於夾持軸工件；工件輪廓檢測單元用於獲取工件輪廓的測量資料；系統控制主機用於接收位置和力資料，並根據接收到的資料對裝配工件進行定位，產生控制指令發送給工業機器人。本發明還公開了一種基於視覺和力回饋的機器人裝配方法。本發明根據檢測孔輪廓的三維資料以及軸孔裝配時的力回饋資料，進行快速孔定位並規劃裝配的最優路徑，從而實現軸孔的高精度自主裝配。				

表 25 核心專利摘要表- CN104476549A (PSC 整理)

專利號碼	CN104476549A		申請日	2014-11-20
專利名稱	基於視覺測量補償機械臂運動路徑的方法	優先權日	2014-11-20	
		公開日	2015-04-01	
IPC	B25J13/08；B25J19/04			
發明人	易旺民；衛月娥；劉宏陽；唐賴穎；姜旭；胡瑞欽；傅浩；張立建；張成立；於兆吉			
申請人	北京衛星環境工程研究所			
專利家族				
技術	T12 運動控制	功效	F2 提高定位精度	
摘要		代表圖		
本發明公開了一種利用視覺測量對機械臂運動路徑補償的方法，用於視覺引導機械臂的運動。該方法通過視覺測量識別機械臂，航天器，待裝位置三者位置與理論模型中理論位置存在差異，補償機械臂路徑規劃偏差，達到安全進出狹小空間的控制效果，滿足航天器高精度高可靠性的裝配需求。採用這種方法，可以對航天器實際位置與理想模型理論位置間存在誤差進行識別，對機械臂運動路徑進行補償，使位置及路徑控制更為精確，達到安全進出狹小空間的控制效果。本發明的測量方法適用範圍廣，可用於不同型號，不同裝配工況的航天器總裝過程。		