



# 3D視覺輔助 螺絲鎖付系統簡介

Introduction to 3D Vision Fasten System

## 謝伯璜

工研院機械所  
智慧系統技術組  
機器視覺系統部

## 江博通

工研院機械所  
智慧系統技術組  
機器視覺系統部

## 張津魁

工研院機械所  
智慧系統技術組  
機器視覺系統部

## 關鍵詞(Keywords)

- 立體視覺 Stereo Vision
- 視覺導引 Vision Guided
- 相機校正 Camera Calibration

## 摘要(Abstract)

近年來許多工業機械手臂的相關研究皆致力於提昇其彈性作業、智慧化和增強其強健性的能力。在本文中，將利用立體視覺導引機械手臂(3D Vision Guided Robot, 3D VGR)取放系統針對電源保護器進行外蓋的螺絲鎖付自動化工作。此 3D VGR 系統包含四個部份：(1)相機校正，(2)手眼校正，(3)立體視覺，(4)多座標系統整合。最後由實

驗結果將可以驗證此系統能成功將每一個螺絲鎖付至電源保護器的外蓋上。

Recent research and development in industrial robotics aims at improving, flexibility, intelligence, and robustness of industrial robot applications. In this paper, an attempt is made with using 3D vision-guided-robotics (3D VGR) fasten system to fasten a screw on shell of the power extension cord. The VGR fasten system consists of four major technologies: (1) camera calibration, (2) hand-eye calibration, (3) stereo vision, (4) multi-system integration. Experimental results show that the proposed system is promising and effective to improve accuracy, flexibility, and intelligence in VGR application.



## 1. 前言

在工業製造業中，組裝動作一直是最需要密集人力的程序之一。基於這個理由，幾十年來持續有相當多的研究在發展如何將組裝程序自動化。其中，自動化組裝程序有以下之優點[1]：

- 提昇工廠的產能
- 減少人力成本，並為目前缺工潮提供一個解決之道
- 提昇組裝品質

在自動化組裝程序中，鎖螺絲系統一直為自動化生產過程中經常需要使用的設備，其應用具有相當的廣泛性。並且利用自動化螺絲組裝系統將具有以下的应用特點：

- 高效率大量作業；
- 高可靠性及穩定性；
- 智慧化—自動送料，定扭矩，鎖付圈數設定，防螺絲滑牙及浮鎖檢測；

然而目前的消費產品造型日漸複雜、愈來愈多曲面造型，因此在夾治具設計的困難度也愈來愈高。並且即使設計其對應的夾治具，亦無法保證其固定工件時的穩定性。因此在自動化鎖付螺絲應用上，3 維多角度的螺絲鎖付亦顯的重要。

近年來，結合視覺與機械手臂控制的研究廣泛地被提出，並有許多非常重要的結果被發表[2-5]。對於控制機械手臂的方式，機械視覺能提供一個非接觸式的量測、導引和定位等能力。因此影像處理技術將能讓工業機械手臂對於環境的未知變化擁有更好的強健性與彈性。

本文將針對自動化螺絲鎖付技術在應用在 3 維機械視覺導引工業機械手臂(3 Dimension

Vision Guided Robot, 3D VGR)上進行一個初步的簡介，其中將介紹自動化螺絲鎖付技術與 3D VGR 結合所需要的相關技術，其介紹內容如下：(1)相機校正、(2)手眼校正、(3)立體視覺技術、(4)螺孔 3 維定位技術；最後將介紹其實驗結果。

## 2. 3 維自動化螺絲鎖付技術

利用視覺系統在世界座標系下定位工件時，其中將需要把相機模型在相機座標系、影像座標系和世界座標系下進行轉換。為了得到精準的定位，相機校正與手眼校正程序是非常重要的。因此本章節首先將先介紹所使用的相機校正與手眼校正演算法，接著再針對電源保護器外蓋的螺孔辨識與其螺孔的 3D 定位(x, y, z, rx, ry, rz)。所提出的 VGR 系統包含一個六軸 A-type 工業機械手臂、立體視覺模組和螺絲鎖付系統[6]，如圖 1 所示。

### 2.1 相機校正

一般相機可視為由鏡頭(lens)與影像平面所組成，如圖 2 所示，影像平面在鏡頭中心 C 之前，而焦距  $f$  則為影像平面至鏡頭中心的距離。物體上某點  $P(x, y, z)$  投影至影像平面上為  $P_c(u_c, v_c)$ ，此點即為 C 點與 P 點連線與影像平面之交點，由相似三角形的關係，可得相機座標(x, y, z)與影像座標( $u_c, v_c$ )之關係式為 1 式，而式中( $u_0, v_0$ )為影像平面中心點的座標位置。

$$\begin{cases} zu_c \\ zv_c \\ z \end{cases} = \begin{bmatrix} f & 0 & u_0 & 0 \\ 0 & f & v_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{cases} x \\ y \\ z \\ 1 \end{cases} = P \begin{cases} x \\ y \\ z \\ 1 \end{cases} \quad (1)$$

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】362期・102年5月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)