



# 並聯式三軸機器人位置運動學分析

Parallel Manipulator(Delta Robot) - Position Kinematics Analysis

彭彥嘉

工研院機械所  
智慧系統工程技術組  
機器人應用系統部



## 關鍵詞

- 並聯式機械操作手臂 Parallel Industrial Manipulator
- 正向運動學 Forward Kinematics
- 逆向運動學 Inverse Kinematics

## 摘要

本文希望藉由已發展成熟的機器人理論，對工業機器人做運動學方面的分析，包括描述三維空間中的位置與方法的知識、正向運動學、逆向運動學等的探討，並以一部並聯三軸機器人為分析實例。

This article has been developed by the robot theory, kinematic aspects of industrial robots to do the analysis, including three-dimensional space to describe the location and methods, forward kinematics, inverse kinematics and taking a 3-axis parallel robot for the analysis of examples.

## 一、前言

在機器人剛發展的時候，大部分的機器人都是串聯式的機構。這裡所指的串聯式的機構(serial mechanism)，是指運動鏈是一個開放的運動鏈(open loop kinematic chain)，也就是說所有的運動桿件並沒有形成一個封閉的結構鏈(close loop kinematic chain)。

並聯式機構的概念源自 Bricard，在 1965 年時 Stewart 發表 Stewart platform，如圖 1-1，是六自由度的並聯式設計，後被用來作為飛行模擬器，以便訓練飛行員之駕駛技巧，Stewart platform 成為飛行模擬器之標準機構。

MacCallion 根據 Stewart platform 設計出一並聯式機械手臂，使用於裝配線上，以便達成自動化之目的。此後，Stewart platform 被稱為並聯式機器人之始祖。

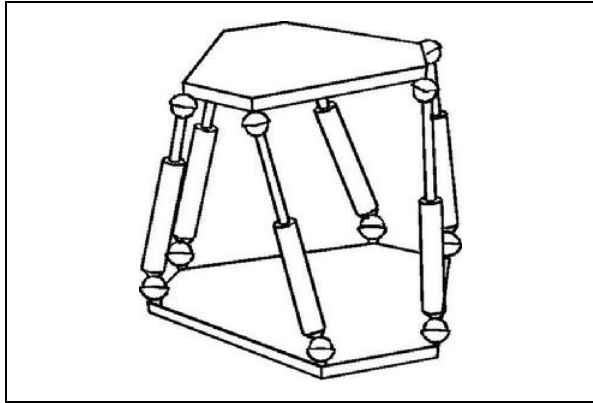


圖 1-1 Steward platform

在 20 世紀 80 年代，瑞士洛桑工學院的 Clavel 首次提出 Delta 並聯機構(圖 1-2)，該型式機構已被開發為工業機器人，並且廣泛運用於產線生產與包裝(圖 1-3)，而在醫療領域，由於定位精度要求較高，同時為了避免因人工操作可能出現的顫抖，所以導入並聯微動機器人用於顯微外科手術(圖 1-4)。德國柏林洪堡大學(Humboldt University)醫學院手術機器人實驗室採用 Delta 機器人進行腦部手術。

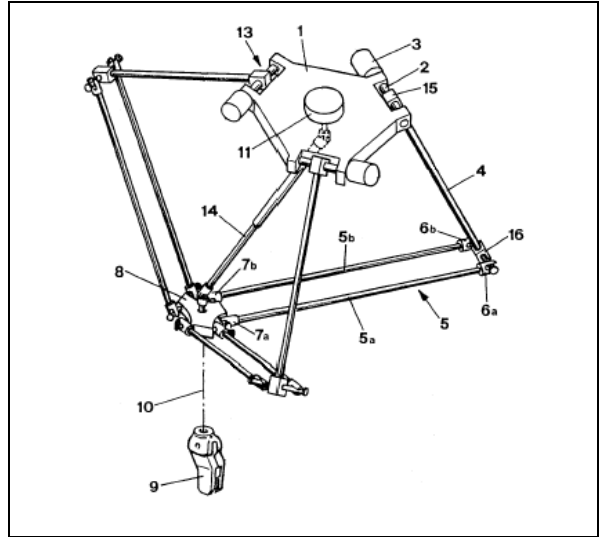


圖 1-2 Delta Robot



圖 1-3 包裝機器人

## 二、並聯機器人特點

串聯式機構是一個開放的運動鏈(open loop kinematic chain)，其所有的運動桿件並沒有形成一個封閉的結構鏈，串聯式機構特點包括：

1. 工作空間大。
2. 運動分析較容易。
3. 可避免驅動軸之間的耦合效應。
4. 機構各軸必須獨立控制，並且需搭配編碼器與感測器用來提高機構運動時的精準度。

並聯機器人和傳統工業用串聯機器人在哲學上呈對立統一的关系，是一個封閉的運動鏈(close loop kinematic chain)，和串聯機器人相比較，並聯機器人具有以下特點：



圖 1-4 手術機器人

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】329期・99年8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)