



機械手臂軌跡最佳化之研究

A Study on the Optimal Trajectory of Robot Arms

黃成凱 古有彬

吳忠憲 楊淳宜

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
群聚產業創新部

陳俊皓

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
群聚產業創新部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 軌跡規劃 Trajectory Planning
- 軌跡誤差 Trajectory Error
- 工業機器人 Industrial Manipulators

摘要(Abstract)

工業機器人於直角座標空間進行路徑規劃首先須求得路徑插值點之反位移解，接著再以連續曲線連結關節座標空間中反位移解所對應之關節座標，除了插值點以外此關節座標空間之曲線於直角座標空間之路徑會偏離原規劃路徑；雖然增加插值點數可提高路徑之準確度，但是所取之點數愈多則愈耗時而降低機器人之效率。本文首先

探討影響路徑誤差之因素並提出調整插值點之方法，當給定路徑之允許誤差量即可求出對應之最小插值點數以提高生產效率；此外，所提出之方法亦可用來搜尋機器人與待組裝物件間之最佳相對位置。

In trajectory planning, most industrial manipulators solve the inverse kinematics at some interpolation points on a path in the Cartesian space and then connect the related points in the joint space using continuous curves. Except for the interpolation points in the joint space correspond to the inverse kinematic solutions, the curves in the Cartesian space usually deviate from the original planned trajectory. A more accurate trajectory can be obtained by increasing the number of the interpolation points. However, more interpolation points also reduce the



speed of a manipulator. Factors that affect the deviation errors were studied. Methods based on the adjustments were then proposed to search for the optimal trajectory. These methods can minimize the number of the specified points to increase the speed when the maximum allowed errors are given. The proposed methods can also be used to determine the best relative position between the manipulator and the assembly parts.

聯盟 IFR 預測：2019 年全球機器人使用量將達 260 萬台[1]，如圖 1 所示)，憑著工時長、高重複精度、低失誤率、增加產能等優點，在工業自動化扮演著舉足輕重的角色。

焊接、塗膠、噴漆與零件裝配皆為常用之生產流程，由於其動作具有高精度、高效率等需求，因此多半以機械手臂取代人力來執行。針對不同加工程序有其不同之精度要求，站在生產者的角度，希望手臂在容許誤差的範圍內所能達到的效率愈高愈好。

考量機械手臂的運動效率及軌跡精度要求，愈多的插值點數可使機械手臂之軌跡精度愈高，但將降低機械手臂之運動速率；反之愈少的插值點數能使手臂有愈高的運動速率，但會降低其軌跡精度，因此插值點的分佈模式及數量將成為本文探討的主要議題。機械手臂的軌跡規劃在工作空間內應盡可能遠離奇異點，避免機械手臂因靠近奇異點而發生關節角度急遽變化等不穩定的現

1. 前言

1.1 研究動機

隨著科技的進步與演進，工業自動化已經成為企業所追求的目標，不僅可縮減人力，亦可提升產品與勞工工作之品質及安全性；近年來機械手臂的使用率有逐年攀升的趨勢(根據國際機器人

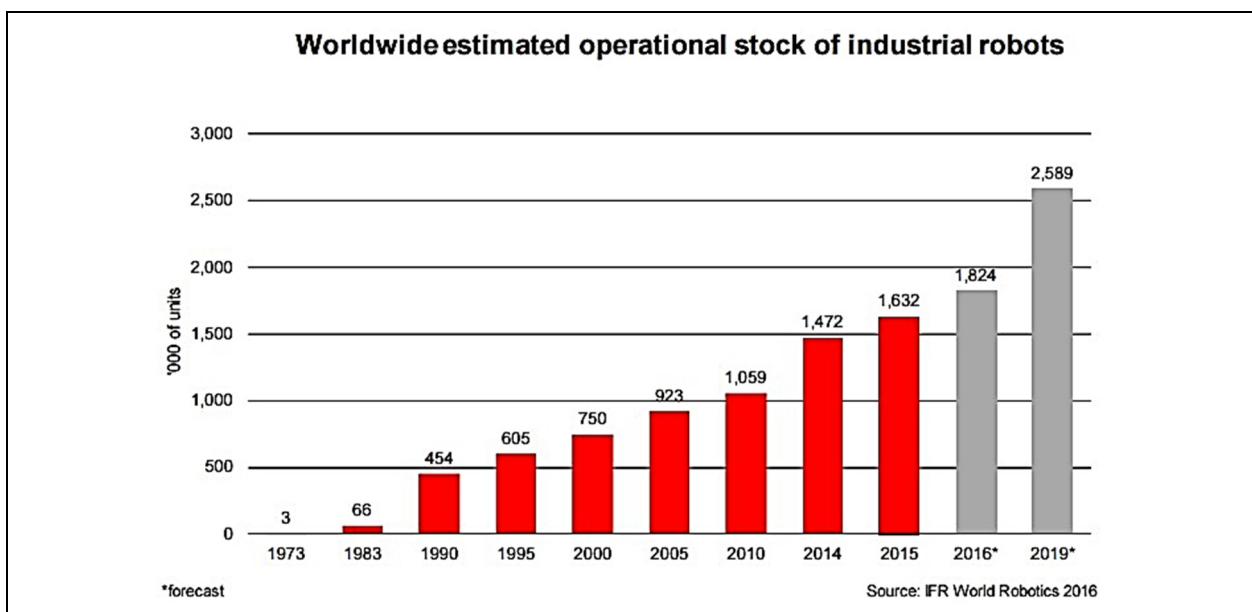


圖 1 2016 年機器人使用量統計與預測[1]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】408期・106年3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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw