

科技專輯之十

機器人在電子工業中之應用



行政院國家科學委員會科學技術資料中心

中華民國七十二年十一月

譯 序

機器人應用於電子工業中，對於提高品質，降低成本，改善工廠環境，減少工業危險，減低污染等都有其必要性，尤其是電子工業中人工成本仍然太高，若能利用機器人降低成本，提高品質，則市場競爭力必能增強。

目前電子工業產品已躍居為我國出口的大宗，為因應未來更迅速的成長，勢必要將現行人工操作，更換成自動化的方式，以使我國電子工業發展更上層樓。

本書着重於電子工業中諸如零件之裝配，檢查，熔接，密封，包裝，噴漆等之應用，為使國人及相關工業能掌握此方面最新科技動態，特將美國技術透視公司(Technical Insigh , Inc.) 1983 年7月出版之“ ROBOTS IN INOUSTRY , APPLICATIONS FOR THE ELECTRONICS INDUSTRY ”，譯為中文，以收推廣之效。

國科會科學技術資料中心

中華民國72年11月

原 作 者 簡 介

米勒氏 (Richard K. Miller) 在聲學及機器人學上，是一位造詣頗深的工程師。自 1970 年以來，已經擔任過超出 200 家工業公司的顧問，其中包括財星雜誌 (Fortune) 所列 1000 家中的 47 家公司。他一直熱衷於各型的機器人研究及其裝置，並將包括能源節約，危險工作的控制操作及增加生產力等方面的應用，予以專門化。他也是檢定合格的能源管理師 (C.E.M.) 及機器人學方面檢定合格的製造工程師 (C.M.E.) 。

米勒氏亦是國際機器人學製造工程師學會 (RI/SME) 及美國工業工程師學會 (AIIE) 的高級成員，也是能源工程師學會 (AEE) 及美國聲學學會 (ASA)，美國工業衛星學會 (AIHA) 等的會員。他曾擔任過國家及地方的官員。在 1981 年，由美國工程師學會 (AAES) 選為 "Who's Who In Engineering" 。

米勒氏有 17 本著述，遍及工業雜訊控制，能源節約及機器人學，亦有超過 150 篇科技論文發表。

其著述“機器人工程基本原理”(Fundamental of Robotic Engineering) 預定在 1983 年，由 Prentice-Hall 出版。

米勒氏為普渡大學，機械工程學士及碩士。

目 錄

第 一 章	應用於電子工業的機器人	1
第 二 章	機器人基本原理	26
第 三 章	機器視覺	46
第 四 章	在清潔室環境裡的機器人	89
第 五 章	電子產品的裝配	93
第 六 章	計算機磁碟的製造	107
第 七 章	半導體的製造及檢查	111
第 八 章	P C 板的檢查	133
第 九 章	P C 板元件的插入	156
第 十 章	P C 板的處理、鑽孔及測試	182
第十一章	物料處理	188
第十二章	測試及檢查	196
第十三章	材料塗置	208
第十四章	綜線的製造	215
第十五章	太陽電池的製造	218
附 錄 A	機器人製造商指南	224
附 錄 B	機器視覺系統製造商指南	228

第一章

應用於電子工業的機器人

目前大約有 5000 具工業機器人應用於美國工業界，他們被接受的原因有下列數項：

1. 降低工資
2. 提高產量
3. 消除危險性或不受歡迎的工作
4. 改善產品品質
5. 提高製造設備之應用彈性
6. 減少材料損害
7. 較易符合 OSHA 之規章
8. 降低勞工離職率
9. 較低的資金成本

美國機器人學會給工業機器人的定義是：

「一種可以重新設定程式、多功能的機械手 (manipulator)，經由事先設計好的各種可變動作，搬運材料、零件、工具或其他特殊裝置，以執行不同的工作任務。」

日本工業機器人工業協會給工業機器人的定義較為廣泛：

「一種裝設有記憶裝置和終端機構的多用途機器，藉自動運作能夠轉動並取代人工。」

這兩種不同說法，可以用 DAIWA SECURITIES 的 PAUL ARON 氏所提供的方法，加以區分。他提到日本工業機器人工業協會，依資料輸入和“教導”機器人的方法，將機器人分為下列幾類：

1. 手控機械手：由操作員操作的機械手。
2. 固定程序機器人：能依照預定程序、條件和位置，重複執行某一連續工作步驟的機械手。
3. 可變程序機器人：能依照預定程序、條件和位置，重複執行某一連續工作步驟的機械手，其預定之資料能輕易改變。
4. 重演式機器人：能依靠其記憶，將在人類控制下執行的操作，重新演練的機械手。操作人員的操作過程，是爲了對機器人輸入指定，與操作相關的所有資料（程序、位置、條件）都被自動存入記憶裝置之中。當需要時，這些資料可被召回（或曰重演，因而得名），藉此記憶，操作程序可以重複自動執行。
5. NC（數值控制）機器人：能依照數值資料指示之程序，條件和位置執行預定工作的機械手。此類機器人之控制軟體包括紙孔帶、卡片、數位開關等。
6. 智慧型機器人：此類機器人具有知覺能力（視覺／觸覺），能在其工作環境或條件中自己察覺變化，並藉其自備的判斷決策能力，據以進行操作。

這些定義可以用來區別美國與日本對機器人分類的差異：

- 合於日本定義的機器人：全部上述 6 類。
- 合於美國定義的機器人：上述之 3. 4. 5. 6. 類。

“機器人”

“機器人”這個字最先是由 Capek 在 1923 所導演的一齣戲劇中所引用。機器人的觀念受到普及化是由 Isaac Asimov 在 1950 年所著的 I, Robot 一書。Asimov 氏主張機器人學的三條法則：

1. 機器人不可傷害人類，人類也不許唆使機器人傷害他人。
2. 機器人必須一直服從人類，除非違背第一條法則。
3. 機器人必須保護自己免於傷害，除非違背第一條或第二條法則

這些法則對於機器人的研究者、製造者、及使用者仍然提供很有意義的準則。

機器人的組織

在美國有兩個權人學會，都受製造工程師學會 (Society of Manufacturing Engineers, SME) 管理。

國際機器人製造工程師學會 (RI/SME) 兼顧應用及研究兩個方面，並包含機器人各方面諸如：研究、設計、安裝、操作、人為因素、及工廠設備維護。此會創立於 1980 年，成為機器人學專家的一個教育及科學的團體，也是相關機器人學的科學家、工程師及管理者之世界性有組織的大家庭。其住址是：

Robotics International of SME (RI/SME)
One SME Drive
P.O. Box 930
Dearborn, Michigan 48128

美國機器人學會 (RIA) 創立於 1974 年，為美國參與機器人學

研究之唯一商業團體。RIA 支持各團體之間交換技術性資料，諸如：
：機器人製造商、配售商、共同使用者、附屬裝配供應商、及參與機
器人學研究之學者。其住址為：

Bobot Institute of America (RIA)
Bernard sallot, Executive Director
One SME Drive
P.O.Box 930
Dearbon, Michigan 48128

6 個在美國以外的機器人組織，列表於 1 - 1 表。

機器人製造商

在美國目前有超過 75 家的工業機器人製造商。這些製造商的住址及電話號碼列於附錄 A。此外，在日本、瑞士、加拿大及輸入機器人至美國的其他國家的製造商。

美國康乃狄克州的優尼梅遜公司(Unimation, Inc., Danbury, Connecticut)，為第一家在 1961 年製造出工業機器人的廠商。其創辦人為目前的董事長 Joseph F. Engelberger。現代的機器人大部份都是以 1950 年代由 Georeg C. Devol 所使用的型式為基礎。在 1979，機器人市場有兩家主要的公司。Unimation, Inc.，市場佔有率為 80 %；而 Cincinnati Milacron 則支配 10 % 以下。餘額 10 % 左右為少於 24 家的小公司佔有。第三及第四最大的機器人製造商 (1982) 是 Prab Robot Inc.，及 Copperweld Robotics, Inc.，。在 1980 年代早期有幾家美國大公司先後進入機器人製造界：Westrnghouse, General Electric, IBM

表 1 - 1 美國以外之機器人相關機構

- 日 本 : Japan Industrial Robot Association (日本工業機器人協會)
 Mr. K. Yonemoto
 Executive Director
 Kikai Shinko Kaikan Building
 Minato-ku
 Tokyo 105
 JAPAN
- 英 國 : British Robot Association (英國機器人協會)
 Mr. T.E. Brock
 International Fluidics Services Ltd.
 35-39 High Street
 Kempston
 Bedford MK42 7BT
 UNITED KINGDOM
- 法 國 : Association Francaise de Pobotique Industrueele
 (AFRI)
 Mr. J. Chabrol (法國機器
 Secretary General 人工業協會)
 60 Allee de la Foret
 FRANCE
- 意大利 : Societa Italiana peira Robotics Industriale
 (S.I.R.I.) (意大利機器人工業協會)
 c/o Professor M. Samalvico
 Istituto di Elettrotecnica Elettronics
 Politecnico di Milano
 Piazza Leonardo da Vinci 32
 20133 Milano
 ITALY
- 比利時 : Belgin Institute for Regulation & Automation (BIRA)
 ROBOTICA (比利時控制及自動化協會)
 Mr. Frank Denis
 FN Industry
 Rue de Page 69/75
 B-1050 Broxelles
 BELGIUM
- 瑞 典 : Sweden Industrial Robot Association (SWIRA)
 c/o Mekanforbundet (瑞典工業機器人協會)
 Storgt. 19
 S-114 85 Stockholm
 SWEDEN

及 Bendix 。這些公司的參與將導致相當程度的市場佔有率，是可以預期的。

機器人市場

在美國有 17 家機器人製造商位於密西根州，使得該州成為機器人製造及使用方面公認之領導者。由美國經濟開發局（OED）及密州商業局委託工業發展局、科學技術協會、密西根大學等指導的一項對美國及世界各國機器人發展現況，進行了調查。這一節將對他們的報告“機器人系統”（Robotic System）轉述如下：

在評估現存世界各國機器人應用及未來發展時，有必要參考早期對機器人定義的討論，這篇報告使用了較嚴謹的 RIA 定義，除非另有註解。

在 1981 年，世界各國使用機器人的情形，估計約有 20,000 ~ 25,000 具。圖 1-1 及 1-2 為兩個不同來源的統計結果。由兩項統計可知，日本大約安裝了 14,000 具機器人於製造操作中。使用量居次位的美國約有 4,100 具用於同樣目的之機器人。依據 RIA 的統計（圖 1-1），蘇俄約有 3,000 具機器人，位居第三。而西歐、法國除外，約有 2,800 具機器人。而另一項統計（圖 1-2）指出，西歐包括法國在內，約有 4,400 具機器人。

以百分率而言，使用 RIA 的分類方法（圖 1-3），日本佔有世界機器人的 57% 強。跟下來的美國佔 16.6%，蘇俄佔 12.2%，西歐（不含法國）佔 11.4% 而東歐佔 2.4%。

假使採用範圍較廣的日本定義來定義機器人，則機器人數目將急速增加。日本原來的 14,000 具機器人，將會超過 65,000 具。西歐

(不含法國)將多過 21,000 具。美國的總數則不明。

圖 1-4 表示在 1985 年，全世界機器人使用情形的預測。

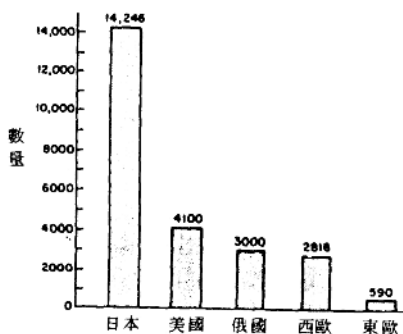
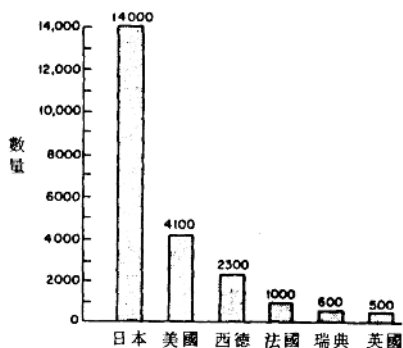


圖 1-1 及 1-2 1981 年世界市場機器人數量估計

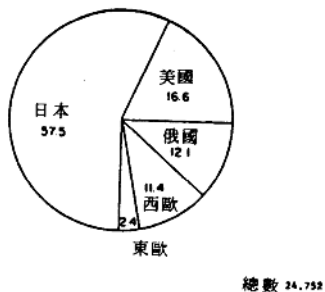


圖 1 - 3 機器人數量估計 (RIA之定義) (百分比)
(資料來源：機器人工業協會)

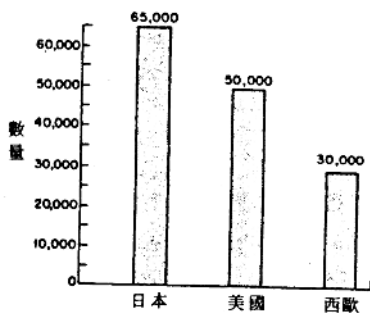


圖 1 - 4 1985 年全世界機器人使用數
(資料來源：Predicasts, Inc.)

日本機器人的應用，預期能達到 65,000 具。美國期望能增加機器人數目到 50,000 具，而西歐則為 30,000 具。蘇俄共黨集團國家無此方面資料。

爲了迎合工業機器人需求的預估成長，美國的製造業以極快步伐將他們的生產設備予以擴充。導致美國機器人工業以每年 35% 的淨值成長，可能在完全成長之前，便能達到目前工具機工業的規模。

在 1981 年，美國機器人數目，估計約有 4,100 具。圖 1-5 藉應用的型式區分這項總計。其中兩項分開的統計也如圖所示。此兩項統計指出，目前在美國機器人應用最多的是熔接方面。1981 年估計在美國約有 1,500 具熔接用機器人。情況類似的估計約有 820~850

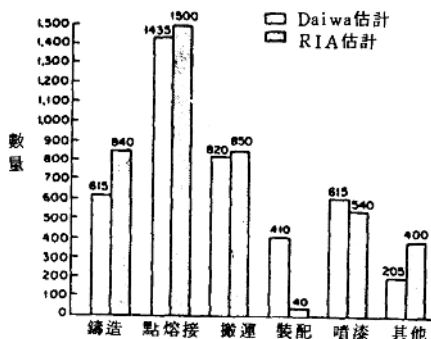


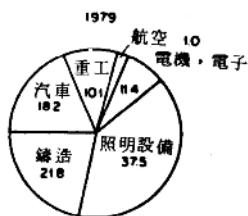
圖 1-5 1981 年美國機器人數目估計

(資料來源：Daiwa Securities and Robot Industries Association)

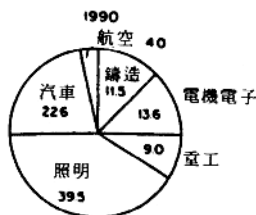
具目前仍使用在製造設備中的負載用機器人。鑄造用機器人總計約為 600 具。以上所述僅有一項主要差異，那就是外表了。Daiwan, et al. 指出，在美國操作中的裝配用機器人超過 400 具，而 RIA 的估計則只略超過 40 具而已。

由國際資源開發 (IRD) 承辦的一項研究，對美國機器人市場提供了一項工業區分的方法。圖 1-6 所示為 1979 年的分析概況。依照 IRD 估計，美國有 37.5 % 的機器人使用於輕工業，跟著的鑄造業有 21.8 %，汽車業有 18.2 %。其中輕工業包括許多汽車零件製造業。

美國國內的機器人生產，在未來的十年內預期能有突破性的增加。而這種對未來成長潛力的預測必然是一種不正確的說法，因為機器人學目前仍在其嬰兒期。在這篇報告中所引用的多種不同的計劃，在程度上多少有些差異，但對未來機器人學迅速成長的潛力却都持相同看法。



參考資料：
International
Resource Development



參考資料：
SME/UM Delphi
Forecast

圖 1-6 美國機器人在各工業別之銷售情形

對機器人學成長，常用的一項預測如圖 1 - 7 所示。據估計到 1990 年，機器人工業將有 \$ 20 億的市場。出貨量單位將由 1981 年，每年 2,000 具到 1990 年的年出貨量超過 30,000 具(如圖 1-8)。

儘管在未來十年內，工業機器人在輕、重工業發展上，有廣大的市場，(正如圖 1 - 6 指出)，而籌設的自動化工業仍然繼續是主要的客戶，其估計可佔機器人市場總金額的 20%~30% 間。在 1990 年，汽車工業需求量可望超過 7,000 具機器人的出貨量。包括汽車零件製造業的輕工業，將是機器人最大的市場，估計在 1990 年將可賣出 12,400 具機器人。這些及其他的預測摘要於圖 1 - 9 中。

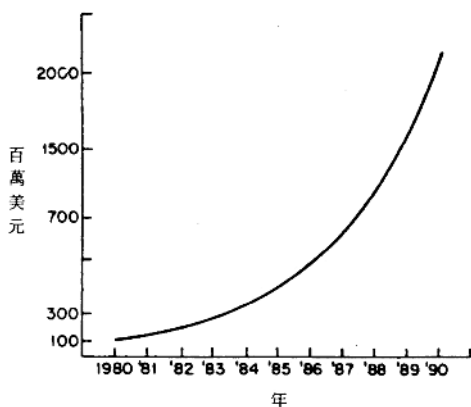


圖 1 - 7 機器人工業之成長：1980~1990

(資料來源：Bache Halsey Stuart
Shields, Inc., 1981)

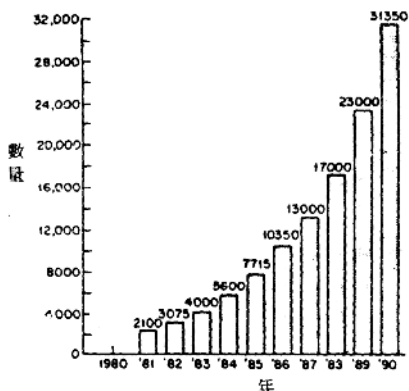


圖 1 - 8 機器人工業之成長：美國機器人出貨量
(資料來源：Bache Halsey Stuart Shields, Inc., 1981)

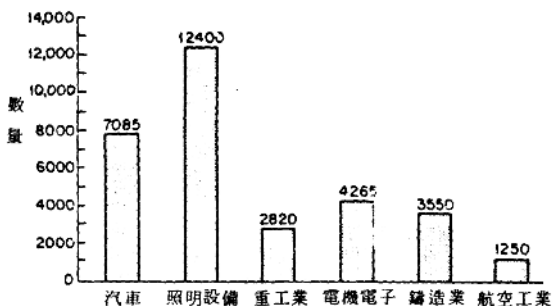


圖 1 - 9 美國機器人在各工業別之銷售情形 (1990)
(參考資料：based on UM/SME Delphi and Bache Halsey Stuart Shields, Inc.)

圖 1-10 代表在 1990 年時，美國機器人應用的分配預測。大約整個市場三分之一的機器人將應用於裝配方面。其次重要的是物料處理機器人，將佔有 30 % 的左右的市場。電弧熔接 (Arcwelding) 機器人將有 15 % 左右的美國市場。點熔接 (spot welding) 是目前機器人主要的應用，但是在 1990 年前，其相對重要性將會急速減少，只能佔有 3 % 的市場。可是就這個市場中機器人應用數目而言預計在未來十年中會繼續成長。

彈性自動化系統的出現，例如裝配、熔接、機製、及噴漆等，所創造的市場機會遠超過那些單獨應用的機器人。依據密西根大學 / 製造工程師學會 Delphi 預測的初步結果，在 1985 年前所賣出全數

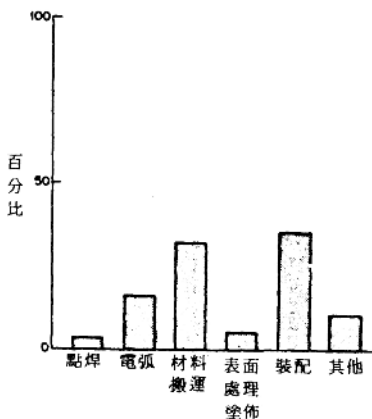


圖 1-10 1990 年美國機器人應用市場之百分比

(資料來源：Bache Halsey Stuart
Shields, Inc.)