

第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

對於智慧機器人來說，機器手臂是一種研究最早且最基本的機構之一。它由桿件和關節組成，是機器人直接進行作業的部分，對機器人完成任務的能力有很大的影響。機器手臂的結構主要有串聯桿件型式與並聯桿件型式，透過各關節的平移、迴轉、旋轉來達到空間的各個位置。針對機器手臂各關節，桿件的空間位置和姿態與作業對象間關係的分析、研究，形成了機器人運動學。針對機器手臂各關節，桿件之間的力和力矩關係的分析、研究，則形成了機器人動力學。按照作業的要求，我們需要控制機器手臂從某個空間位置運動到另一個空間位置。對於智慧型機器人來說，若軌跡無特別的限制，我們必須讓機器手臂能自動規劃一條最佳路徑而作動。根據不同的需求，所謂最佳路徑的定義也不同。有的最佳路徑指的是移動的總時間或總路徑最短，有的指的是能以最省力或最有效率的方式作動等等。

隨著機器人學相關研究日益增進，近年對於機器手臂的路徑規劃研究，除了熱門的避障問題外，也衍生了許多新課題。傳統工業中的串聯式機器手臂，發展較早且構造較為單純，至今已有相當成熟的技術。其有關運動學與動力學的理論研究，也較為完整且成果豐盛[1][2]。另外由於串

聯式機器手臂具有較大的工作空間，所以工業對於機器手臂的路徑規劃，幾乎都以串聯式機器手臂為對象。然而串聯式機器手臂最大的缺點，就是離底盤越近的驅動軸，往往所承受的力與力矩就越大，所以離底盤越近的桿件與驅動器也就必須越笨重。對於串聯型式機器手臂來說，若能規劃出一條各驅動器所承受力與力矩均較小的路徑，便可以減輕驅動器的負擔，並且降低離底盤越近的桿件與驅動器過於笨重的情形。

1.2 文獻回顧

1999 年，Wang 等人[3]以傳統的梯度法來解機器手臂路徑最佳化問題。他們針對 Puma 762 進行舉重動作的最佳路徑規劃。他們為 Puma 762 建立了幾個目標函數的數學模型，藉此找出一條省力的路徑，來讓 Puma 762 由低處將重物舉到高處(如圖 1.1)；並且可以舉起原來可承受之三倍重的重物。不過以傳統的梯度法來解最佳化問題，有以下幾個缺點：(1)必須精準地建立複雜的數學模型，並且需要許多高階數值方法來求得收斂值。(2)必須對最佳化參數設定良好的初始值，不然會產生不佳的答案甚至無法收斂出結果。(3)必須避免區域最佳解的產生。(4)限制條件越多，則最佳化參數也越多，計算時間越長，也增加了收斂的困難度。

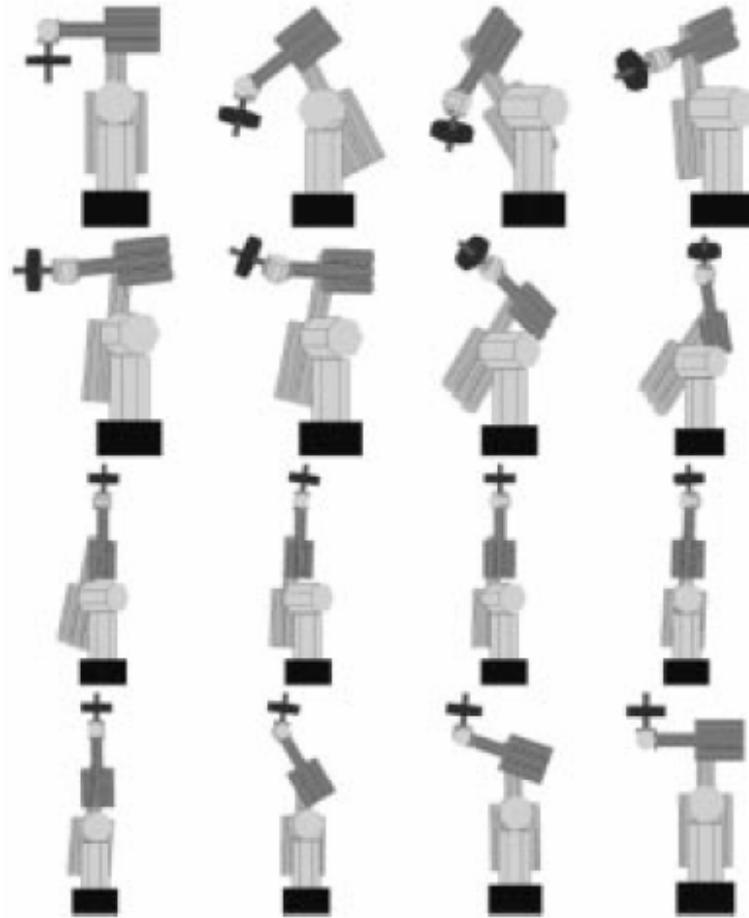


圖 1.1 參考文獻[3]之最佳化結果

透過利用學習的機制來讓機器人學習較佳的行為與作動，在近年來成了相當熱門的研究領域，例如強化學習法、類神經網路、基因演算法…等等均為機器學習方法。2003年，Rosenstein and Barto 等人[4][5]，便針對三軸串聯型式機器手臂，提出一種根據教導方針來嚐試錯誤的強化學習法，來讓機器手臂以較有效率的學習方式，將重物由低處舉到高處(如圖 1.2)。由於強化學習法不論在學習或選擇行動的階段都不需要模型，雖然簡化了學習問題，但往往必須經過數千次甚至數萬次的嚐試才能收斂，因此效率較低。而且強化學習法很容易出現不佳表現的結果，所以必須靠著

一些經驗與範例的啟發，才會有不錯的表現。如在[4][5]中便在路徑搜尋時，加入了一或兩個參考中繼點，才能得到較好的結果。至於參考中繼點該如何的決定，則成了另外需解決的問題。因此這種方法對於應用在智慧型機器人方面顯然不夠自動化。未來智慧型機器人必須能自主性地即時反應動作，因此需要更精確且迅速的演算法來幫助機器人做決策。

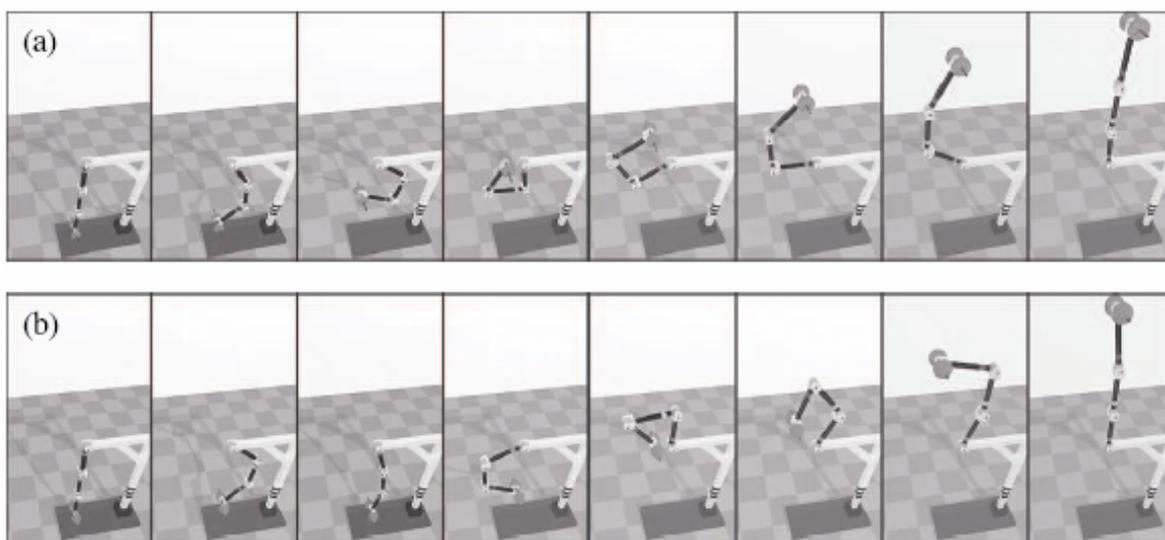


圖1.2 參考文獻[4][5]之最佳化結果

1.3 研究內容

本論文研究的目的為一針對三軸串聯型式機器手臂，規劃出一條最省力的路徑，將重物由低處舉到高處，如圖1.3所示。我們使用的方法，為研究人工智慧的相關問題時，用來搜尋最短路徑的經典方法—Dijkstra演算法。有關Dijkstra演算法的理論與應用將在2.2節中介紹與討論。Dijkstra演算法在同類演算法中，雖然其計算效率較低，但是Dijkstra演算法可以保證求得最佳解。因此在本論文中，我們提出一種修正Dijkstra演算法的

新搜尋法，使其可以兼顧計算效率與最佳解的可靠度。另外由於使用 Dijkstra 演算法所得到的路徑為格點或網格群組成的，所以我們利用 B-spline Curve 的理論將最佳路徑參數化，藉此求得一條完整的路徑。並且根據參數化的路徑來求機器手臂的瞬間角速度、角加速度與力矩。

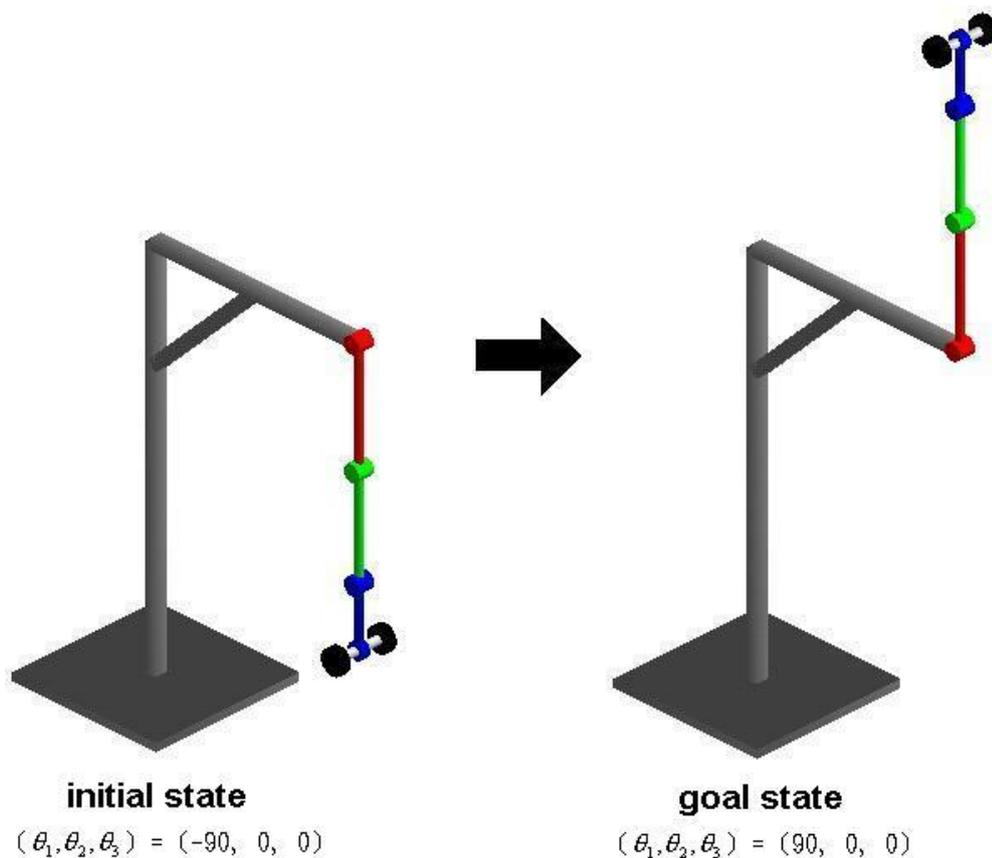


圖1.3 舉重機器手臂的初始狀態與目標狀態示意圖

1.4 論文架構

本論文一共分為六章：

第一章、緒論。本章介紹本論文的研究背景、動機與目的。

第二章、研究理論與方法。本章介紹本論文所用到的一些公式推導、理論原理、與軟硬體工具。

第三章、以靜力學討論兩軸機器手臂之路徑規劃問題。本章藉由兩軸機器手臂這類較簡單的例子，以利於我們建立角度與力矩的關係曲面。透過圖形化、視覺化的資料顯示，可以讓我們對機器手臂舉重問題有初步的了解，從而發展研究的理論與方法。

第四章、以靜力學討論三軸機器手臂之路徑規劃問題。本章除了將第三張兩軸機器手臂所用的理論，延伸到三軸的機器手臂上；另外我們提出修正Dijkstra演算法的一些方法，使其可以兼顧計算效率與最佳解的可靠度，並根據B-spline Curve理論來求得參數化的路徑，以得到連續且平滑的曲線路徑。

第五章、以動力學討論三軸機器手臂之路徑規劃問題。本章將根據機器人動力學的理論，來討論三軸機器手臂的路徑規劃問題。並根據B-spline Curve與Curve Fitting的理論，來得到參數化的路徑。藉著參數化後的路徑，我們可以精確地計算瞬間角速度、角加速度與力矩。

第六章、結論與未來展望。