



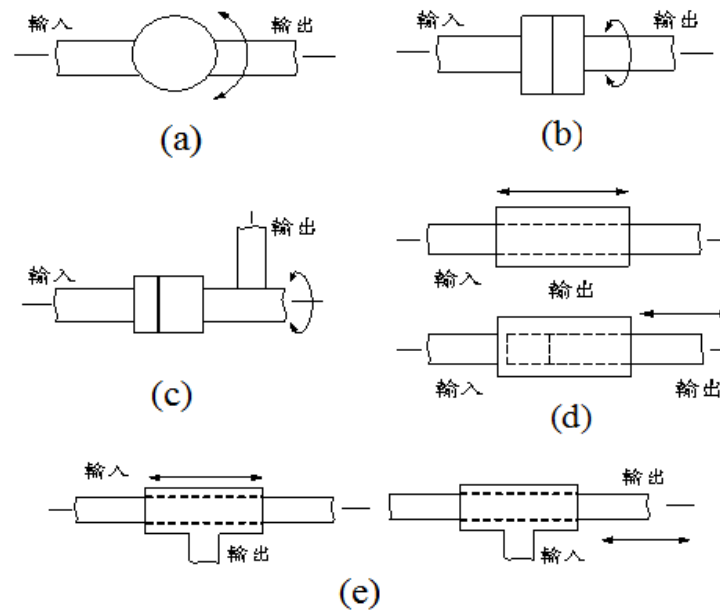
第九章 機器手臂

機器手臂構造 1

- ◆ 機器手臂構造上主要由連桿與關節所組成，而機器手臂的關節與人類的關節類似，它連接了兩個相鄰的連桿，並提供兩個相鄰的連桿產生相對運動。不同的關節型態可以讓兩個相鄰連桿做出不同型態的相對運動。機器手臂常使用的關節型態有五種，其中三種為轉動關節(revolute joint)，另外兩種為直動關節(prismatic joint)，以下將介紹五種常用的關節型態。
 1. 迴轉關節(rotational joint)：輸入連桿與輸出連桿之間的相對運動為旋轉運動，其旋轉軸垂直於兩連桿。
 2. 扭轉關節(twisting joint)：輸入連桿與輸出連桿的相對運動為旋轉運動，但兩連桿與旋轉軸平行。
 3. 旋轉關節(revolving joint)：連桿之間的相對運動為旋轉運動，其輸入連桿平行於旋轉軸，而輸出連桿垂直於旋轉軸。

機器手臂構造 2

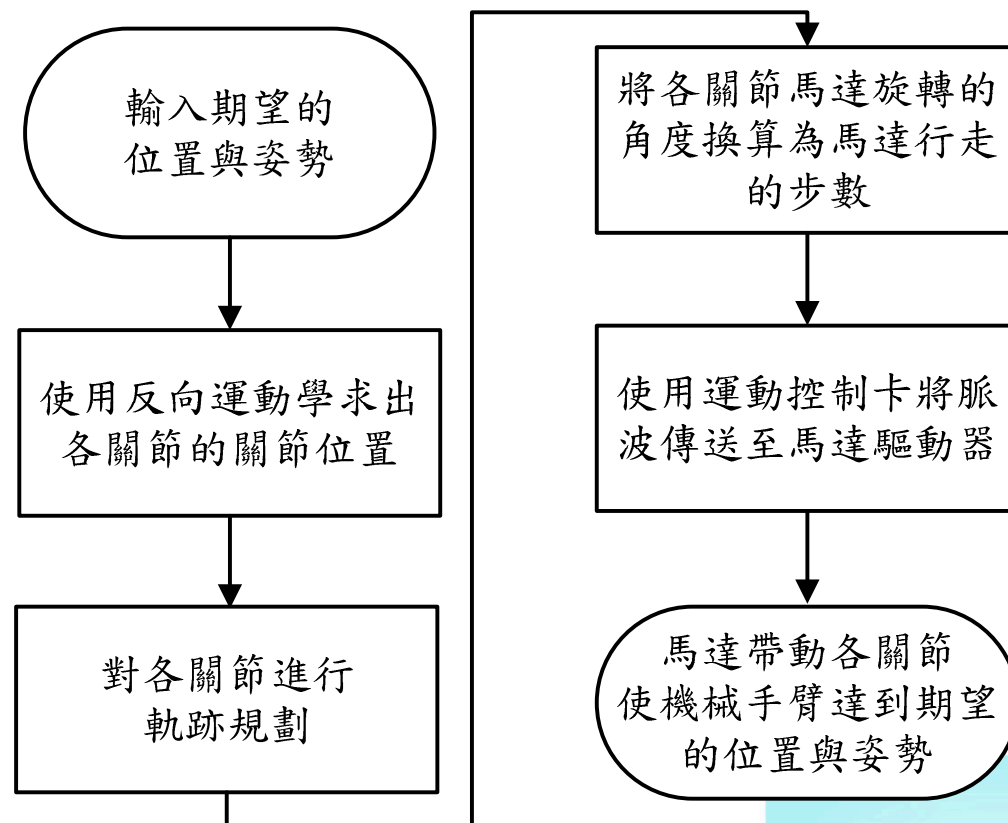
4. 線性關節(linear joint)：輸入與輸出連桿間的相對運動為直線運動，且兩連桿的軸必須平行。
5. 正交關節(orthogonal joint)：連桿之間的相對運動為直線運動，但輸入連桿與輸出連桿必須互相垂直。



(a)迴轉關節；(b)扭轉關節；(c)旋轉關節；(d)線性關節；(e)正交關節。

位置控制 ¹

- ◆ 位置控制是一般工業型機器手臂最常使用的控制方式，工業型機器手臂最常需要應付的是快速、重複的動作，可大幅提升作業的效率，達到節省成本之目的。



位置控制 ²

- ◆ 首先設定終端效果器的位置與姿勢，接著使用反向運動學求出各關節的位置，並規劃關節旋轉的軌跡。接下來將關節需旋轉的角度換算成馬達轉動的步數，利用運動控制卡依照規劃的軌跡將脈波傳送至馬達驅動器。最後控制馬達帶動各關節使終端效果器到達期望的位置與姿勢。
- ◆ 關節軌跡可以表示為一個時間的函數 $q(t)$ ，假設關節於時間 t_s 開始運動並於時間 t_f 結束運動，則關節運動的起始位置與終止位置分別為 $q(t_s)=q_s$ 與 $q(t_f)=q_f$ 。由於軌跡是時間的函數，機器手臂的速度與加速度也可以經由將軌跡函數微分求得，所以藉由方程式 $q(t)$ 可以完整得描述關節的位置、速度及加速度，本節將其稱為軌跡方程式。

力量控制

- ◆ 位置控制雖然可以直接控制機器手臂依照期望的軌跡行走，但假若終端效果器與環境接觸時，只使用位置控制將導致機器手臂與環境發生碰撞並造成損害。例如：使用機器手臂清洗窗戶的任務，如果機器手臂與窗戶之間的距離永遠不會改變，那麼可以只使用位置控制命令機器手臂完成任務。
- ◆ 事實上機器手臂與窗戶之間的距離不可能永遠一樣，包括機器手臂本身的機械誤差與控制誤差等，此種誤差會導致機器手臂因為施於窗戶上的力量過大將窗戶弄破，或是施於窗戶的力量過小無法將窗戶清洗乾淨。為了使機器手臂與環境有適當的作用力，須加入力量控制方法，調整機器手臂施於環境的力量與力矩，使機器手臂完成被賦予的任務。

力量/力矩感測器

- ◆ 為了得到機器手臂與環境之間的作用力，必須在機器手臂上安裝測量作用力的感測器，一般稱之為「力量感測器」。根據任務的需求，有時也需要得知力矩的資訊，所以有時會安裝「力量/力矩感測器」。
- ◆ 此類感測器一般安裝在機器手臂的三個部分：
 1. 機器手臂的腕部：將感測器安裝在終端效果器與機器手臂最後一個關節之間，目的在於能夠精準地量測力量與力矩資訊一般而言安裝於腕部的感測器多為三軸的力量感測器，六軸的力量/力矩感測器。
 2. 終端效果器的末端上(一般指機器手指的末端)：一般稱為「力感測手指」，在其內部建有應變計以量測每個手指與抓取物體間的作用力。
 3. 關節的致動器上：安裝在此處的感測器主要量測致動器輸出的扭力，或是關節所承受的力矩，但無法精準量測終端效果器與環境的接觸力量與力矩。