

機構 與 機器 設計

中華民國八十二年二月

行政院新聞局出版登記證

局登台誌字第9132號

2-82

本期要目

- 調節式自走機器人設計 \ 蔣世堅
- 自行車後變速器設計參數之分析 \ 王俊斌、宋震國
- 速度瞬心之存在與唯一 \ 吳隆唐、吳曉暉
- 教學相長小小心得 -
(1) Freudenstein Equation 輔助記憶法 \ 蔡穎堅
- 研討會消息

中華民國機構與機器原理學會
高雄市郵政第59-80號信箱
TAIWAN 80424, R.O.C.

嘉義縣民雄鄉中正大學機械工程研究所
黃以文先生

發行人：周廣周
 出版人：中華民國機構與機器原理學會
 出版委員會
 理事長：蔡穎堅 總編輯：何應勤
 發行所：台北市國立台灣大學機械系739室
 聯絡處：高雄市郵政第59-80號信箱
 電話：(07) 533-2953

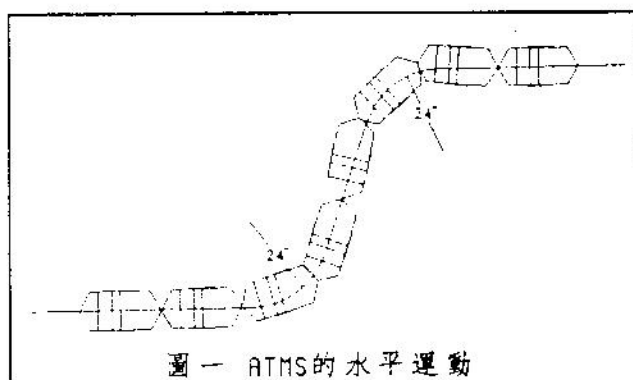
關節式 自走機器人設計

工研院機械所－蔣世堅

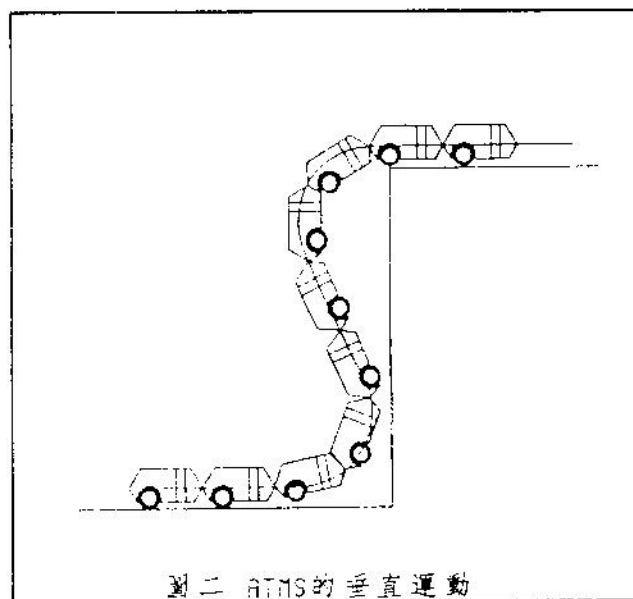
美國三哩島及前蘇聯車諾比核能電廠安全區正在計畫中的事件，引起了全球對核能高放射線區域應用的關注，並加速進行研究。美國在核能高放射線區域的工作，應代核能電廠的應用，研究計畫中同時也將機器人的應用列入設計考慮之中。

機器人在核能電廠高放射線區域應用的研究計畫係由美國Oak Ridge國家實驗室與四所大學共同進行。佛羅里達大學的機器人中心(CIMAR)負責一種關節式自走機器人系統的設計研究，研究的內容包括了硬體的設計與運動路徑的規劃。該系統命名為ATMS (Articulated Transporter/Manipulator System)。現僅將該系統設計的過程簡述如下：

ATMS基本上是由許多節(segment)串接而成，形狀如同“蛇”一般。每個關節有水平與垂直旋轉的能力，使得ATMS除了能作水平方向的運動外，同時它還能進行垂直方向的運動。這一點是ATMS有別於一般自走式機器人(mobilerobot)的地方。圖一所示為ATMS進行水平運動的情形，由於它是由多節串接而成，故在轉彎時必須要有相當的迴旋半徑。圖二為ATMS進行兩平面間的垂直方向運動。如此運動能力使得ATMS無需經過樓梯與任何斜坡即可直接到達另一高度的平面，增加了一低障礙物(如管線)，可時由於跨越的過程它是完全騰空所以不會有像一般自走式機器人以碾壓的方式跨越，容易造成被跨越物體的損壞。



圖一 ATMS的水平運動



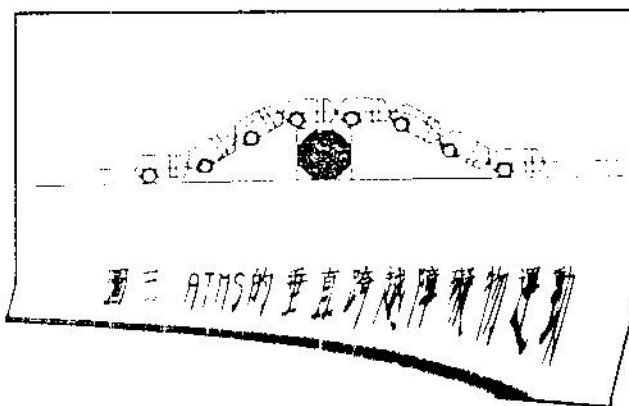
圖二 ATMS的垂直運動

ATMS的設計要求規格如下：

1. 最小迴旋半徑達0.61公尺(水平運動)。
2. 垂直跨越障礙物高度：公尺高。
3. 垂直運動的高度變化可達3公尺。
4. 水平跨越3.6公尺寬之溝槽。
5. 水平運動速度20公尺/分。

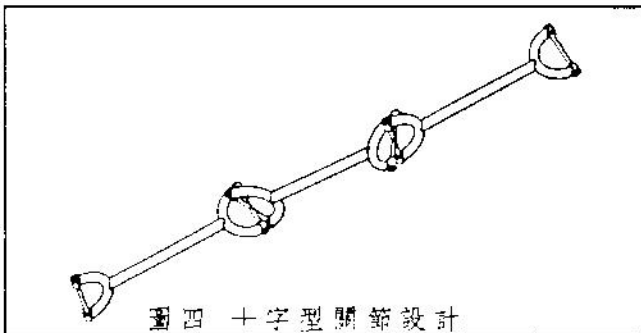
由於迴旋半徑的要求，限制了ATMS的幾何尺寸。而為了達到垂直運動的各項要求，各垂直運動關節必須要能產生足夠的轉矩(torque)。經過設計前的初步計算，ATMS的基本設計考慮數值為：

1. ATMS每節重量約為45.5公斤。
2. ATMS每節的長度為0.61公尺。
3. 各關節之旋轉角度範圍為 $\pm 60^\circ$ 。
4. 各垂直運動的致動器(actuator)需能產生4.74Nm之轉矩。

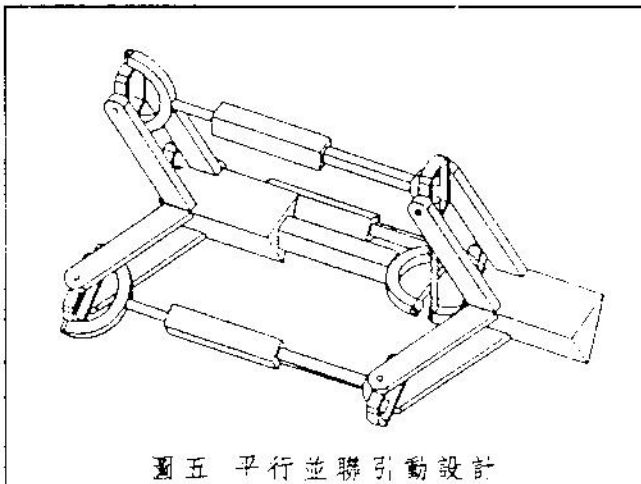


圖三 ATMS的垂直跨越障礙物運動

如前所述ATMS的設計，基本上是由多節串接而成，而節與節之間必須要有水平的與垂直兩個方向運動的能力。其引動方式設計可有下列兩種：一為串聯方式，另一為平行並聯方式。串聯方式的引動，每個自由度均由一單獨的致動器來引動。ATMS的水平與垂直關節可為分開的，相互垂直的旋轉關節(revolute joint)或是一個十字型關節(Hooke joint)如圖四所示。串聯式的設計在結構上是較為簡單，但在考慮適當的致動器的尺寸與ATMS容許空間時，現有的致動器均無法滿足設計的要求。平行並聯的引動方式可以減小致動器的尺寸而達到ATMS輸出轉矩的要求



圖四 十字型關節設計

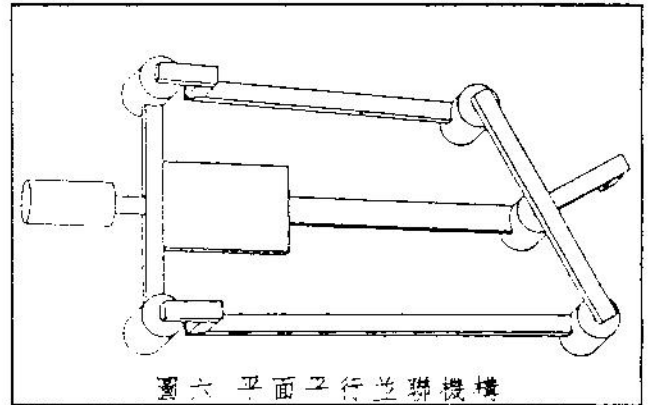


圖五 平行並聯引動設計

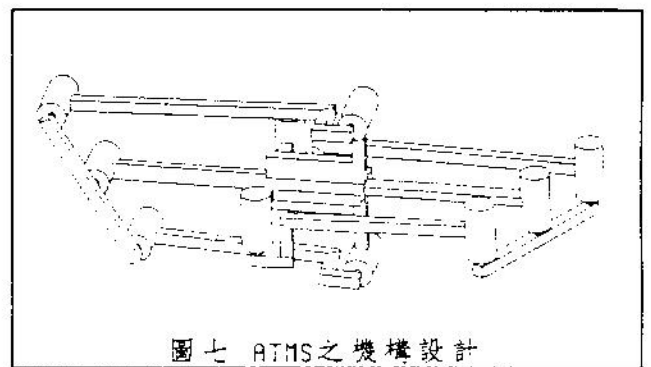
。圖五為最初的設計構想，該機構係由三個線性致動器及一個被動的滑動關節(prismatic joint)所組成。各線性致動器的兩端以十字型關節來作連結。整個機構有三個自由度，可以做兩個方向的旋轉及一個軸向的移動。如此的設計雖然可以達到ATMS運動的要求，但十字型關節部份的設計在重量與尺寸上符合ATMS尺寸與重量的要求。雖然如此的設計構想不可行，但是它卻對ATMS的設計提供了一個非常好的方向，就是每節長度的可伸縮性。如此的設計不但能滿足ATMS水平運動中最大長度的限制，同時在垂直運動中可利用長度的伸長來降低ATMS單位的重量，進而減輕致動器的負荷。

十字型關節在ATMS的設計上有困難，於是便以旋轉關節來代替，但是因為十字型關

節為具有兩個自由度的關節而旋轉關節僅具一個自由度，所以原來之平行並聯機構也隨之做了適當的修正為平面的平行並聯機構。如圖六所示。圖六中的機構具有兩個自由度的，一為旋轉的自由度，另一為軸向移動的自由度。為了達到ATMS水平與垂直運動的要求，於是將兩組平面平行並聯機構垂直串聯如圖七所示。如此之機構具有水平與垂直方向旋轉的自由度，同時每節的長度亦可伸長以降低ATMS單位長度的重量，降低致動器的轉矩負荷，減小致動器的尺寸。

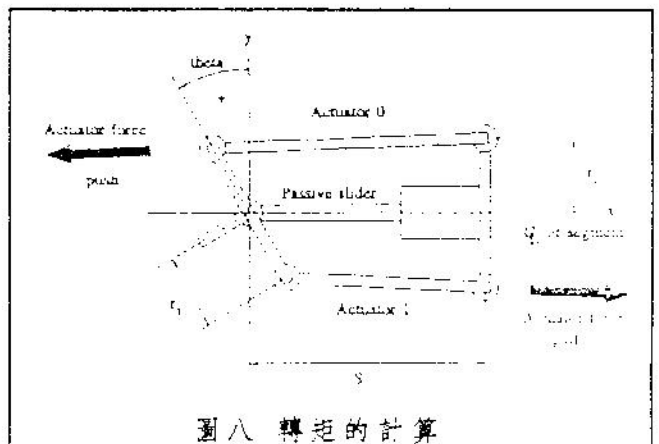


圖六 平面平行並聯機構

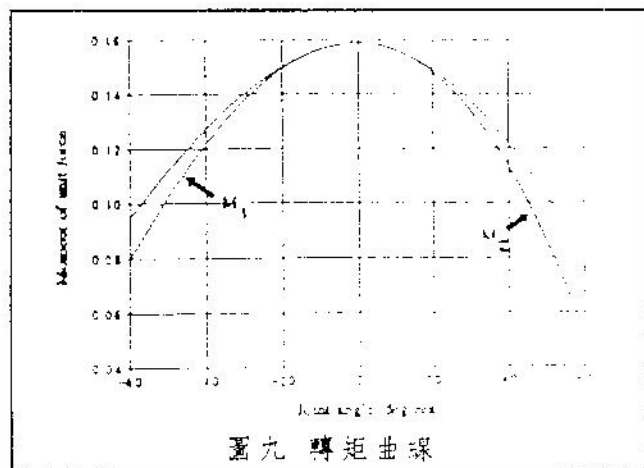


圖七 ATMS之機構設計

垂直運動中，各致動器的轉矩負荷隨著各關節旋轉角度的不同而改變。在不同的旋轉角度下，致動器的轉矩輸出可以從圖八中所示的幾何關係中求出。各致動器在不同的旋轉角度下之輸出轉矩可如圖九中所示。而合成的轉矩 $M_r = M_1 + M_2$ ，圖中之曲線是在 $r_1 = r_2 = 0.159m$ 與 $S = 0.56m$ 的情形下求得的。

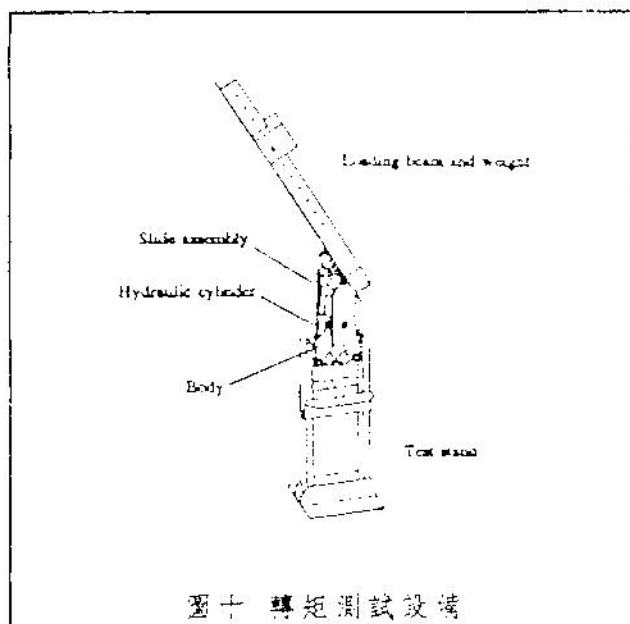


圖八 轉矩的計算



圖九 轉矩曲線

目前ATMS已進入試驗製造階段，而且也已完成了一節的製造，進行輸出轉矩的測試。圖十即為用來測試轉矩的設備。另外ATMS的控制系統部份也已初步完成，正進行整體的試驗中。■



圖十 轉矩測試設備

☆ 啓 示 ☆
投 稿 時 請 務 必 註
明 圖 表、方 程 式
之 來 源 以 免 違 反
著 作 權 法

自行車後變速器 設計參數之分析

南榮工專—王俊斌
清華大學—宋震國

壹、前言

多段變速自行車在台發展，已邁向高級車系列。然而所配置之高品質變速系統，幾乎全部採用日本島野公司(SHIMANO)、前田公司(SUNTOUR)、德國SACHS、義大利CAMPAGNOLO等世界名廠之變速器[1]。這在外銷市場激烈競爭下，已嚴重威脅到業者的生存空間。

國內目前從事變速器之製造廠商，有利達、前田、旭變、日乾、國勝、龍億及川飛等七家[2]。每年生產變速器約1100萬套，金額高達16億元，卻均屬中低價位之產品。由於高品質變速器的設計非常困難，雖然國內具有相當完善的產銷制度，但產品品質卻始終無法提升，其主要原因有二：

一、缺乏專業的研發人才

長久以來，自行車在國內一直被定位在“低層次、低技術”產品。故學術界從事這方面研究者如鳳毛麟爪。而過去產業界仍停留在抄襲模仿階段，不願在R&D上投資經費人力，亦是造成設計上無法自主、無法突破之主因。

二、協力廠商的製造技術欠佳

一個變速器由多樣零件組合而成，因而需要繁複的製造程序。目前，多數廠家仍停留在人工組裝階段，品質與性能無法有效控管。為了提升產品品質，製造技術之重要性可見一斑。

自行車的變速系統依其設計原理可分兩種。一、是內變速系統：乃依行星齒輪之基本原理設計。二、是外變速系統：主要設計為鏈傳機構。本文重點集中在外變速系統之設計。後變速器(Rear Derailleur)，如圖1-1。建立後變速器的數學模型，推導出運動學方程式，以分析變速過程中導鏈導輪(Guide Pulley)的移動軌跡，進而探討後變速器的設計參數。

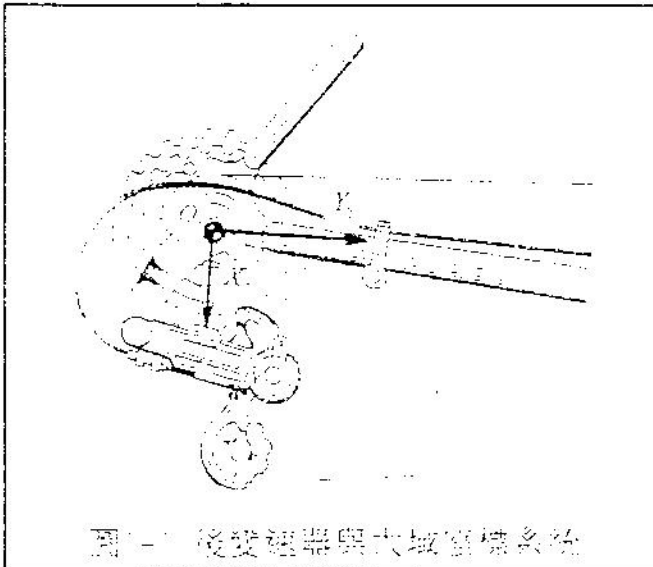


圖1-1 後變速器與大域座標系統

貳、後變速器的運動學

基本上後變速器是由一組四連桿機構、基板(Cage)和2個導輪(Tension Pulley, Guide Pulley)組合而成。在變速中，變速器的功能是把導鏈導輪移至適當的位置，使鏈條能正確及迅速的變換到另一個齒盤上。因此，導鏈導輪在空間移動的軌跡就顯得格外重要。四連桿機構控制著“導鏈導輪面”的平移及旋轉。藉由連桿不同長度的組合，可決定導鏈導輪在換鏈過程中的軌跡與 α, β 角變化。本節利用尤拉角觀念，輔以Denavit-Hartenberg坐標定義法，對後變速器作運動學分析。定義後變速器的座標系統如圖2-1，大域座標 $O_0-X_0Y_0Z_0$ 見圖1-1。

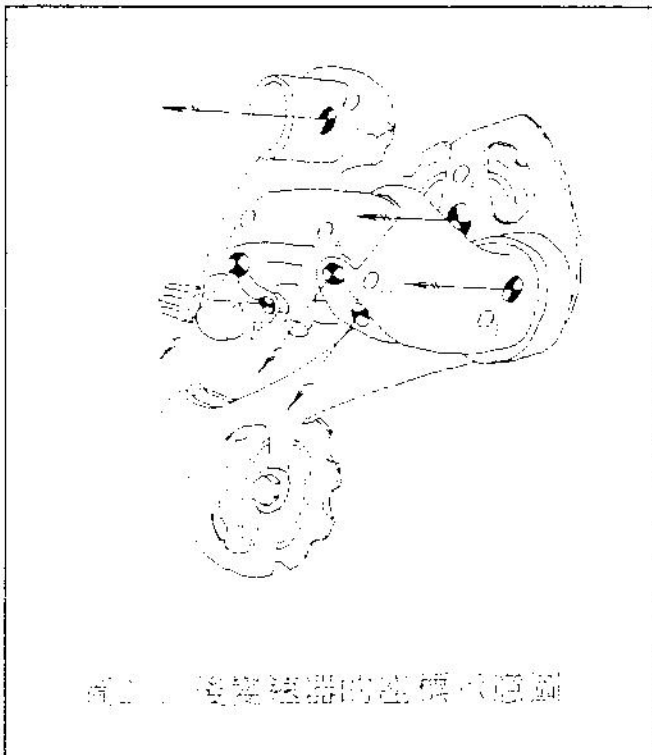


圖2-1 後變速器的座標系統圖

由圖2-2至2-5知，座標系 $O_{11}-X_{11}Y_{11}Z_{11}$ 到 $O_1-X_1Y_1Z_1$ 與座標系 $O_{33}-X_{33}Y_{33}Z_{33}$ 到 $O_3-X_3Y_3Z_3$ 間之轉換採尤拉角定義。其餘座標系利用Denavit-Hartenberg表示法。其中，變數 θ_1 為B彈簧的變形量， θ_4 為P彈簧的變形量，此2變數與換鏈過程中鏈條長度，大齒盤(Front Chainwheel)及後飛輪組(Freewheel)的組合有關。在本文中 θ_1 與 θ_4 假設為定值。變數 θ_2 為四連桿機構的輸入值。變數 θ_3 為 θ_2 和連桿長度的函數。則後變速器的運動學方程式，為式(2.1)。

$$T = A_{11}^0(\theta_1)A_1^{11}A_2^1(\theta_2)A_{33}^2(\theta_3)A_3^{33}A_4^3(\theta_4) \quad (2.1)$$

其中 A_i^j 為 4×4 轉換矩陣。

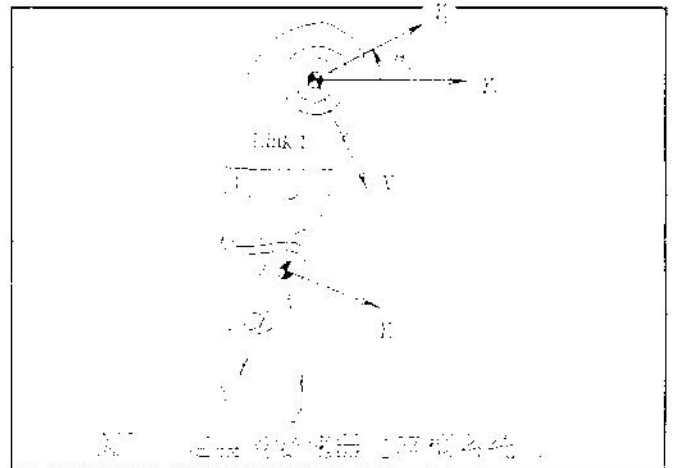


圖2-2 定義前齒盤座標系統

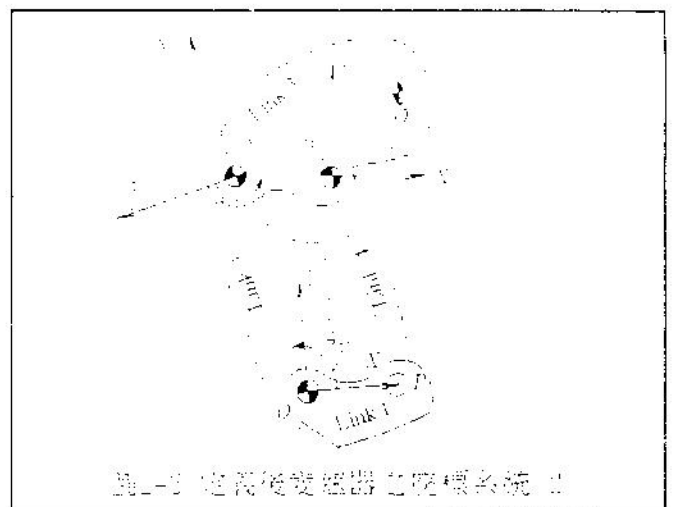


圖2-3 定義後齒盤座標系統

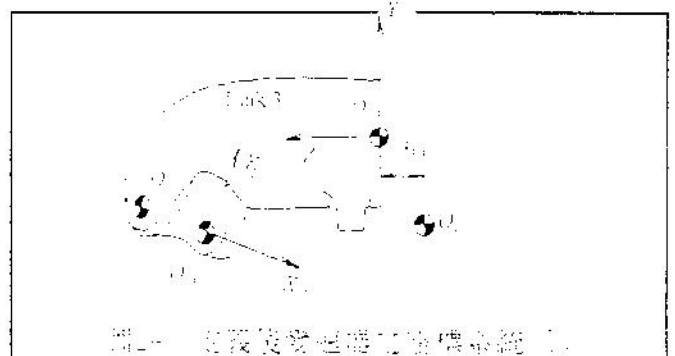


圖2-4 定義導輪座標系統

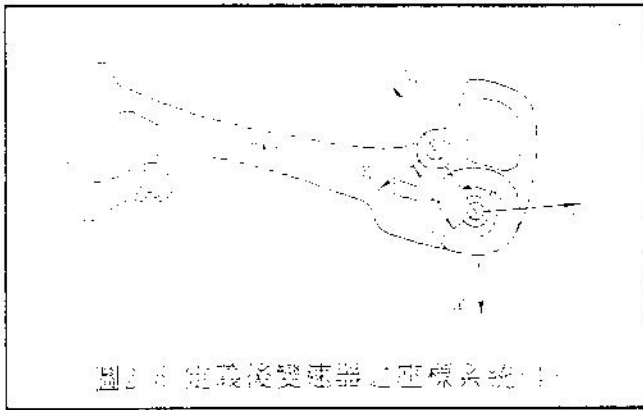
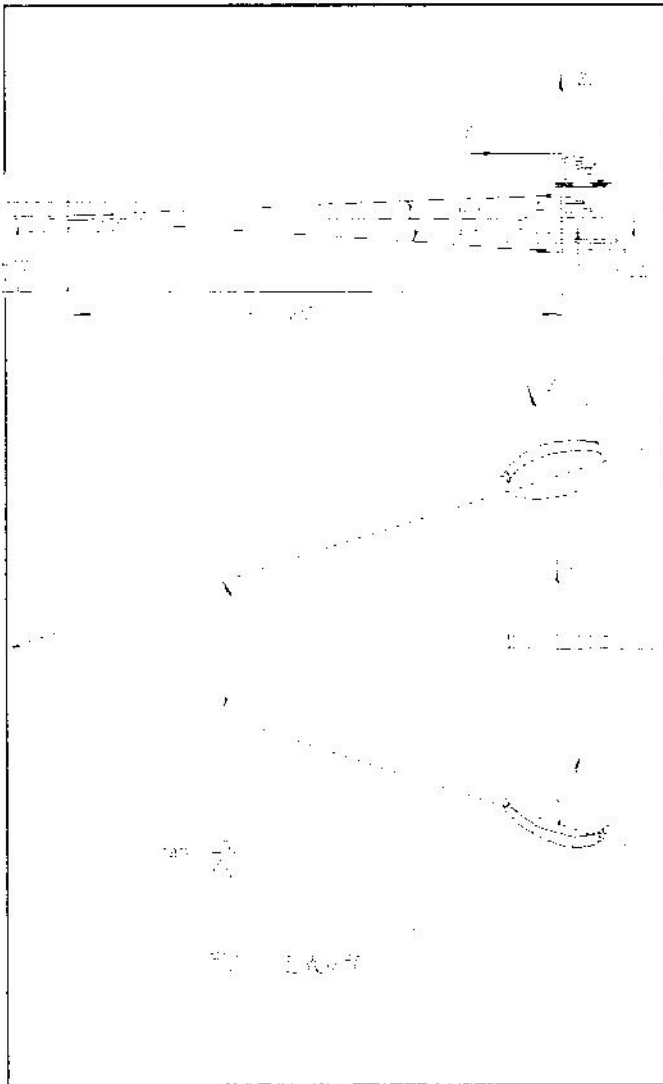


圖 2-6 定義後變速器之座標系統

由上述知，設計一個後變速器，其機構上的運動學參數計有18個之多。見表2-1。



導鏈導輪的 α, β 角

後變速器的設計參數，除了表2-1所列舉之外，還有兩個角度值(α, β)關係到鏈條運動的平滑性。原因是鏈條所在的運動面並非一平面，而是由數段折線所組成之“折面”。所以如何減少鏈條的折線現象，以防止脫鏈，實有賴於導鏈導輪面（或基板） α, β 角之設計。

一、 α 角之設計

由圖2-6知，假如導鏈導輪（或基板）的運動面與車架中心面平行，則大齒盤與後飛輪組在大配大及小配小時，折線現象最為嚴重。今以21段變速系統為例

定義：

1. 前鏈線(Front ChainLine簡稱FCL)為中心線到大齒盤第二鏈輪之距離。
2. 後鏈線(Rear ChainLine簡稱RCL)為車架中心線到後飛輪組第四鏈輪之距離。
3. RC為大齒盤中心到後飛輪組中心之距離。
4. L為車架中心線到後飛輪組上鏈條所在鏈輪之距離。

假設：

1. $FCL = RCL$ 。
2. 由於 $RC \gg$ 大齒盤鏈輪間之距離。故視大齒盤為單一鏈輪，將21速視為7速。則

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{L - RCL}{RC} \quad (2.2)$$

α 角之正負如圖2-7所示。

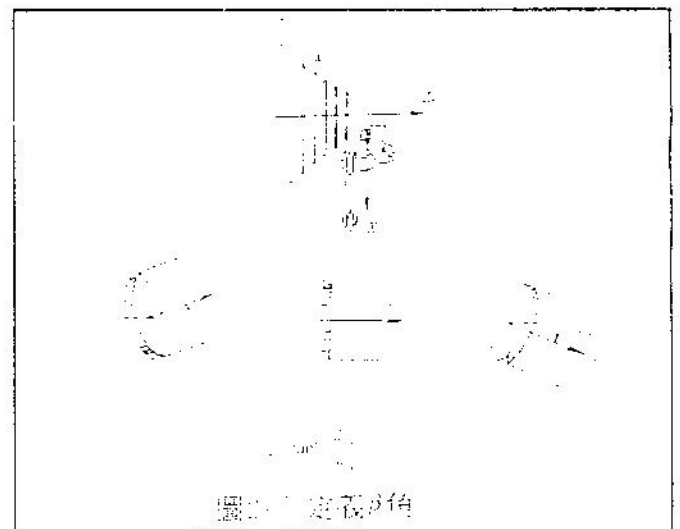
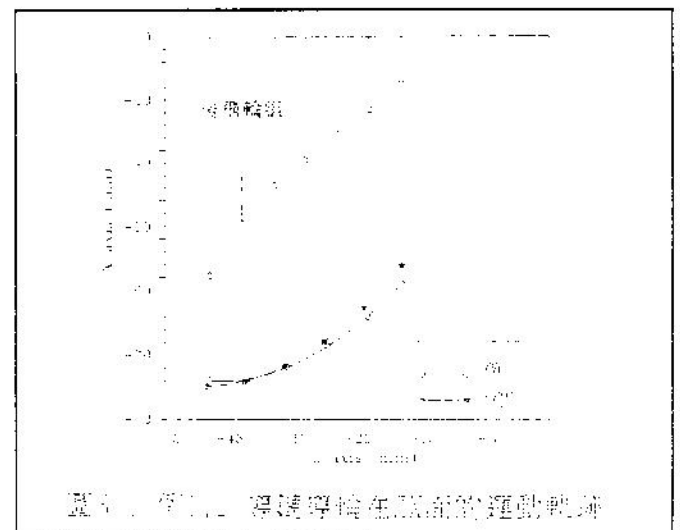
圖 2-8 定義 β 角

圖 2-9 例：導鏈導輪在該面的運動軌跡

二、 β 角之限制

與 α 角比較起來， β 角之產生（見圖2-7）是工程師們極不願見到的。由於過大的 β 角會使得鏈條容易脫鏈。因此，如何在可容許的 β 角範圍內去設計出能產生最佳 α 角的四連桿機構，乃是最佳化設計努力之方向。

參、數值模擬

四連桿機構控制了導鏈導輪的運動軌跡及 α, β 角之變化。在決定最適當的軌跡及角度限制後，本文利用C語言撰寫後變速器的運動學方程式。對程式輸入機構的設計參數，則可獲得導鏈導輪的運動軌跡及 α, β 角之變化曲線。茲以2個實例說明。

例1、平行四連桿機構

若後變速器採用平行四連桿設計，則導鏈導輪的移動軌跡如圖3-1。 α, β 角之變化量為零。見圖3-2。參數輸入值如下

1. 尤拉角： $\phi = -55.5$

$$\theta = 50.0$$

$$\phi = -13.0$$

2. 連桿長度： $A_2 = 40.0$

$$A_{22} = 40.0$$

$$A_3 = 15.5$$

$$A_3 = 15.5$$

例2、非平行四連桿機構

由於平行四連桿機構無法滿足 α 角之需要，所以高品質的後變速器均採非平行四連桿設計。圖3-1及圖3-3是一組非平行四連桿設計的軌跡、角度變化圖。參數輸入值如下

1. 尤拉角： $\phi = -55.5$

$$\theta = 50.0$$

$$\phi = -13.0$$

2. 連桿長度： $A_2 = 39.15$

$$A_{22} = 39.7$$

$$A_3 = 17.2$$

$$A_3 = 18.6$$

肆、結論與展望

從數值模擬結果可知

一、若採平行四連桿設計，則 α, β 角的變化量為零，（但 α, β 的角度值可不為零）此與設計要求不符。故平行四連桿設計應捨棄不用。

二、在圖3-3中， α 值在最小鏈輪位置時為最大（正值），最大鏈輪位置時為最小（負值），而在第四鏈輪附近為零。此為最佳的 α 值設計。然而由圖3-3可知， β 值的變化遠大於 α 值，故設計師必先以實驗求出 β 值的最大容許範圍，如此才能找出一條適當的 α 曲線。

目前國內業者大多生產平行四連桿式的後變速器，以致於在變速的過程中，沒有產

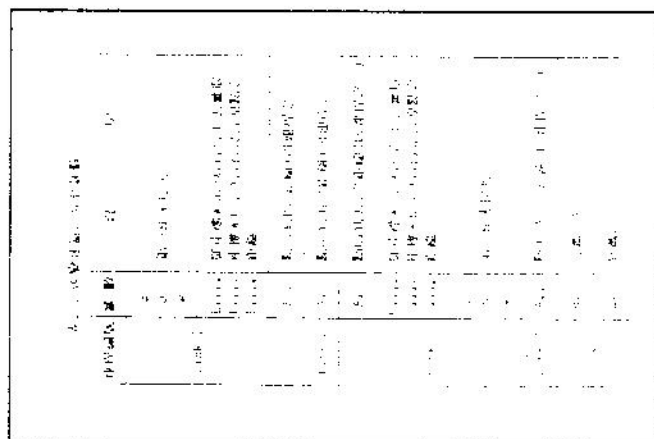
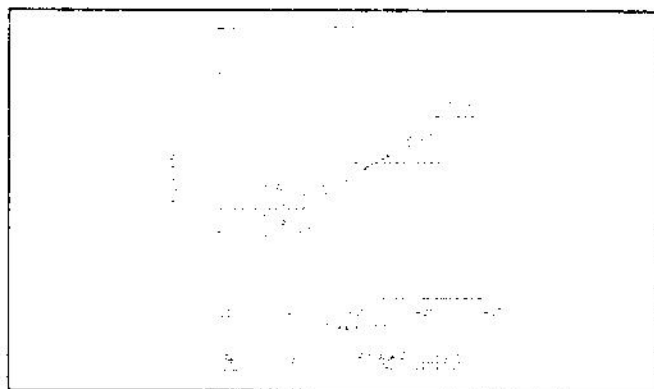
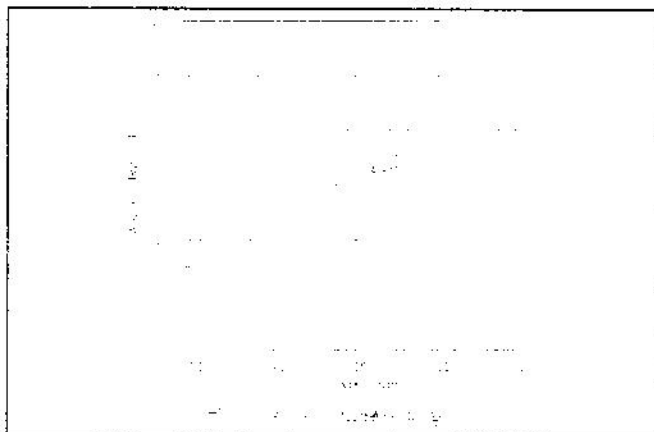
生 α 角變化（基板面沒有旋轉），是造成換鏈不順之原因。業者若要提升變速器之品質，應從非平行四連桿機構著手。

本文忽略了B、P彈簧的變形量，從四連桿機構上去探討後變速器導鏈導輪的運動軌跡。然而，什麼樣的軌跡對變速過程來說是最優的（註）？B、P彈簧對導鏈導輪位置有何影響？ β 角的最大容許值是多少？則有待進一步之研究。

註：關於此部份，清大動機所「機械彈性動力學實驗室」已有突破性之成果。

參考文獻

- [1] 吳煥文、何修雄，「自行車變速系統之簡介」，機械工業雜誌，1992。
- [2] 「自行車工業」，80年版機械工業年鑑，p.333-p.338



速度瞬心之存在與唯一

清華大學—吳隆庸、吳曉暉

摘要

本文利用相對速度的觀念討論剛體在平面運動時速度瞬心的存在與唯一。兩者之間的角度不變，則它們的相對速度瞬心必在兩速度瞬心的連線上。若兩速度瞬心重合，則它們的相對速度瞬心在兩速度瞬心的垂直平分線上。若兩速度瞬心不重合，則它們的相對速度瞬心在兩速度瞬心的垂直平分線上。

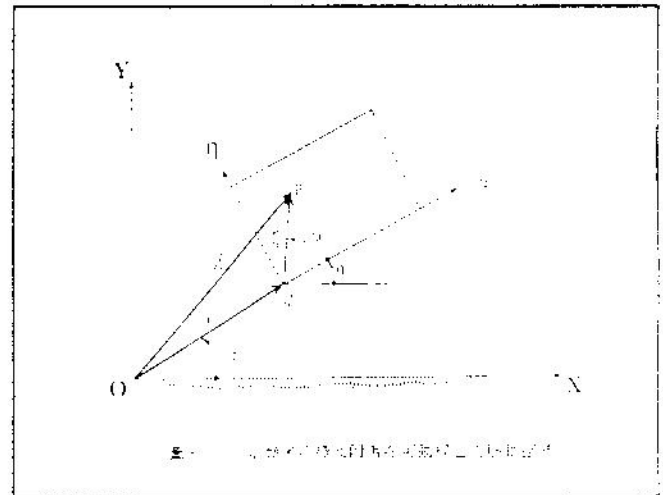
前言

機構之運動分析是機械設計中非常重要的一環。通常我們分析機構的運動時，會用到速度瞬心的概念。速度瞬心的存在與唯一性是機構運動分析中的一個重要問題。本文將討論速度瞬心的存在與唯一性，並給出一個簡單易懂的證明。

分析機構運動的方法有好幾種，速度瞬心法是其中一種。速度瞬心的概念在教科書中都有介紹，但對於它的存在與唯一性，卻很少討論。本文將討論速度瞬心的存在與唯一性，並給出一個簡單易懂的證明。

速度瞬心

「速度瞬心」常簡稱為「瞬心」，其定義為：兩個剛體上速度為零的點，在某一時刻下絕對速度的方向相同。若兩個剛體在某時刻下絕對速度的方向相同，則它們的速度瞬心就在該時刻下絕對速度的方向上。若兩個剛體在某時刻下絕對速度的方向不同，則它們的速度瞬心不在該時刻下絕對速度的方向上。



速度瞬心的存在與唯一

如圖一所示，若所探討的兩個物體為機架與可動桿間的運動關係，則可設定座標系統X-Y固定在機架上，並令此座標系統的原點為O；且設定可動座標系統ξ-η附著在可動桿上，並令此座標系統的原點為Q。則Q點的位置向量 $\vec{OQ}$ 可用複數的形式表示為[1]：

$$\vec{OQ} = re^{i\theta} \quad (1)$$

其中r表示向量 $\vec{OQ}$ 的大小， θ 表示向量 $\vec{OQ}$ 與X軸之間的夾角。若將Q點位置向量對時間微分可得Q點的速度 $\dot{\vec{OQ}}$ ：

$$\dot{\vec{OQ}} = \dot{r}e^{i\theta} + ir\dot{\theta}e^{i\theta} \quad (2)$$

同樣的，P點與Q點間的相對位置向量 $\vec{QP}$ 也可用複數的形式表示為：

$$\vec{QP} = \zeta e^{i(\theta+\psi)} \quad (3)$$

其中 ζ 表示向量 $\vec{QP}$ 的大小， θ 表示X軸與 ξ 軸之間的夾角， ψ 表示向量 $\vec{QP}$ 與 ξ 軸之間的夾角。

而P點與O點間的絕對位置向量 $\vec{Z}$ 可表示為：

$$\begin{aligned} \vec{Z} &= \vec{OQ} + \vec{QP} \\ &= re^{i\theta} + \zeta e^{i(\theta+\psi)} \end{aligned} \quad (4)$$

若將P點位置向量對時間微分可得P點的絕對速度 $\dot{\vec{Z}}$ ：

$$\begin{aligned} \dot{\vec{Z}} &= \dot{\vec{OQ}} + \dot{\vec{QP}} \\ &= \dot{r}e^{i\theta} + ir\dot{\theta}e^{i\theta} + \dot{\zeta}e^{i(\theta+\psi)} + i\zeta(\dot{\theta} + \dot{\psi})e^{i(\theta+\psi)} \end{aligned} \quad (5)$$

因為 ζ 及 ψ 不會隨時間而變，因此P點的速度可化簡為：

$$\begin{aligned}\vec{Z} &= re^{i\theta} + i\omega re^{i\theta} + i\zeta\theta e^{i(\theta+\psi)} \\ &= re^{i\theta} + i\omega re^{i\theta} + i\theta e^{i\theta}\zeta e^{i\psi}\end{aligned}\quad (6)$$

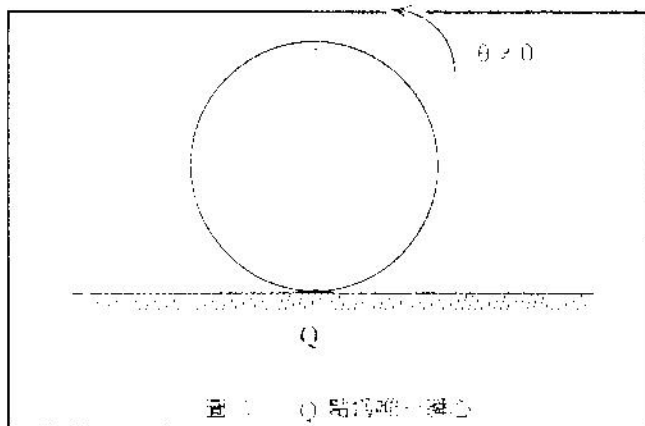
若P點的絕對速度為零，則它就是機架與可動桿間的瞬心；因此，P點的位置就是瞬心的條件為：

$$re^{i\theta} + i\omega re^{i\theta} + i\theta e^{i\theta}\zeta e^{i\psi} = 0 \quad (7)$$

若 $\theta \neq 0$ ，則桿件上的不同點間均有相對速度，所以桿件上的每一點速度均不相同；而(7)式也可表示為：

$$\begin{aligned}\zeta e^{i\psi} &= -\frac{re^{i\theta} + i\omega re^{i\theta}}{i\theta e^{i\theta}} \\ &= \frac{ie^{i(\psi-\theta)}(r + i\omega r)}{\theta}\end{aligned}\quad (8)$$

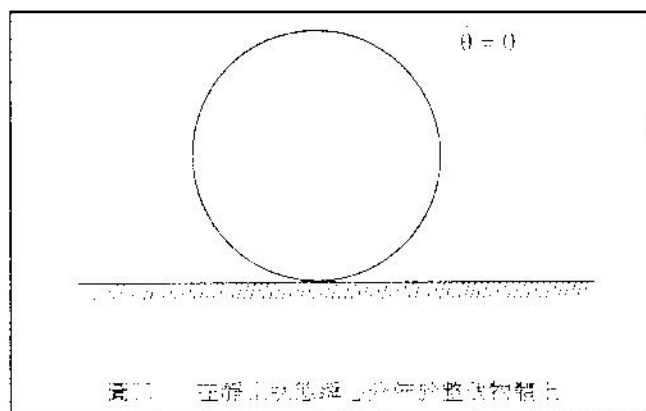
而瞬心位置就是使(8)式成立的 (ζ, ψ) 之值的對應點。若Q點的速度也等於零，則由(2)式可知 $(r + i\omega r) = 0$ ；所以，唯有 $\zeta = 0$ 才能使(8)式成立。也就是說，Q點就是在此情況下的瞬心。譬如在運動狀態下的車輪，如圖二所示，就和此情況相近似。



在 $\theta \neq 0$ 的情況下，若Q點的速度不等於零，則由基本的數學觀念可知唯一存在一組 (ζ, ψ) 值使(8)式成立；也就是說在此情況下瞬心唯一存在。

若 $\theta = 0$ 則可動桿做移動，而桿件上的每一點速度均相同（且等於Q點的速度）；因此，若Q點的速度等於零，則可動桿上的每一點速度均等於零。在此情況下(8)式形成零分之零的不確定形式，而(7)式對任何 (ζ, ψ) 值均成立；所以，根據瞬心的基本定義，在此情況下桿件上的每一點都可認為是瞬

心。也就是說在此情況下瞬心存在但不唯一。譬如在靜止狀態下的車輪，如圖三所示，就和此情況相近似。



若 $\theta = 0$ 且Q點的速度不等於零，則可動桿上的每一點速度均不等於零。在此情況下(7)式對任何 (ζ, ψ) 值均不能成立；所以，根據瞬心的基本定義，嚴格說來在此情況下桿件上的每一點都不是瞬心；也就是在此情況下瞬心不存在。但是若採用極限的觀念，將此情況下的 θ 視為一個非常小而趨近於零的值，則此時唯有在 ζ 為無窮大時才可能使(8)式成立。因此，在這種情況下的瞬心可視為在垂直於Q點速度方向的無窮遠處。譬如滑塊曲柄機構裡滑塊的運動，就和此情況相近似。

討論

一般若提到「瞬心」時即表示所探討的問題屬平面運動範圍；因為對空間運動而言「瞬心」並不存在。

雖然在上述的分析中一直只針對不動桿和可動桿間的關係加以探討，但從運動倒置(Kinematic inversion)的觀念可知道運動鏈中的桿件間之相對運動關係和固定桿的選定無關；而桿件間的瞬心也只和桿件間之相對運動有關。因此，若將上述方法用來分析兩個可動桿間的情形時，唯一需要改變的只是須將上述的座標系統X-Y面定在新的可動桿上，從而前述的絕對速度也就變成相對速度的關係。然而上述分析所得到的結果也同樣適用。

在分析機構的速度時，或許我們會不經意地說：「不動桿和可動桿間的瞬心也就是可動桿的瞬時旋轉中心」。這麼說常會使人誤認為瞬心也就是可動桿上的某一點之運動軌跡的曲率中心。這想法固然對，但這個想法在討論瞬心時，卻會得到錯誤的答案——譬如在討論瞬心的曲率中心時，其實，瞬心的方向而只能決定它的位

Prof. W. O. SCHILLHOLEN
Universität Stuttgart - Inst. B. für Mechanik
Pfaffenwaldring 9
7000 Stuttgart 80, Germany

Prof. M. VUKOBRATOVIĆ
Institute „Milan Petrović“
Volgina 15 - P. O. Box 906
11000 Beograd, Yugoslavia

Prof. K. J. WALDRON
Dept. of Mechanical Engineering
The Ohio State University
Columbus, Ohio 43210, USA

Scientific Secretary:
Dr K. JAWOREK
Warsaw University of Technology
Al. Niepodległości 222
00-663 Warsaw, Poland

Secretary:
Dr A. BERTOLINI
CISM, Piazza Garibaldi 18
33100 Udine, Italy

CISM-IFTOMM „Robots-Manipulators Systems“ RoManSy Symposia

The strong worldwide interest in robots and manipulators is largely motivated by needs of automated production, industrial safety, and the newest technologies such as nuclear, space-, underwater and biotechnology. Robots and manipulators are extremely useful in hazardous environment, recovery of underground and underwater resources, and in space exploration. They have been used to increase flexibility in automated production; they are ideally suited to tedious, boring or extremely fatiguing types of work. They have also been used in conjunction with physically handicapped. Robots and manipulators are also important research tools. Resulting that theory of robots and manipulators is the interdisciplinary, and responding to the need for researchers from various disciplines to meet and discuss their work and exchange ideas, the International Centre for Mechanical Sciences (CISM) and the International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms (IFTOMM) following the idea given by late Academician L. A. Arsholovskii and the late Prof. L. Sobrero,

established Symposia on the *Theory and Practice of Robots and Manipulators*; they are referred to by the acronym RO.MAN.SY. Attendance to the symposia is limited in order to encourage extensive interchanges between all participants.

The first symposium „RO.MAN.SY. 73“ was held on September 5-8, 1973 in Udine, Italy (Chairman of the Organizing Committee: Prof. A. E. Kobrinski, 45 papers, 65 participants from 11 countries).

The Second „RO.MAN.SY. 76“ took place on September 14-17, 1976 at Jachowin, near Warsaw, Poland (Chairman: Prof. B. Roth, 47 papers, 13 films, 117 participants from 20 countries).

The outstanding success of the first two Symposia has led CISM and IFTOMM to join forces to form a permanent Technical Committee on Robots and Manipulators (Chairman: Prof. B. Roth, Stanford University 1977-SF; Prof. A. Morecki, Warsaw University of Technology, 1982-90; currently Prof. W. Waldron, The Ohio State University, Ohio, USA). The work of this Committee includes the organization of the next symposia.

The Third Symposium „RO.MAN.SY. 78“ was held again in Udine on September 12-15, 1978 (Chairman: Prof. L. Sobrero, 48 papers, 15 films, 67 participants from 12 countries).

The Fourth Symposium „RO.MAN.SY. 81“ was held on September 8-12, 1981 at Zichonów near Warsaw (Chairman: Prof. A. Morecki, 37 papers, 15 films, 73 participants from 16 countries).

The Fifth Symposium „RO.MAN.SY. 84“ was held in Udine on June 26-29, 1984 (Chairman: Prof. G. Bianchi, 45 papers, 10 films, 65 participants from 14 countries).

The Sixth Symposium „RO.MAN.SY. 86“ was held in Cracow, Poland on September 9-12, 1986 (Chairman: Prof. A. Morecki, 60 papers, 14 films, 90 participants from 15 countries).

The Seventh Symposium „RO.MAN.SY. 88“ was held in Udine on September 12-15, 1988 (Chairman: Prof. G. Bianchi and Prof. A. Morecki, 61 papers, 71 participants from 15 countries).

The Eighth Symposium „RO.MAN.SY. 90“ was held in Cracow, Poland on July 2-5, 1990 (Chairman: Prof. A. Morecki and Prof. G. Bianchi, 55 papers, 93 participants from 16 countries).

The Ninth Symposium „RO.MAN.SY. 92“ was held in Udine on September 1-4, 1992 (Chairman: Prof. G. Bianchi and Prof. A. Morecki, 40 papers, 4 videos, 50 participants from 14 countries).

有意投稿者請在 1993 年 3 月 30 以前將摘要寄至 高雄市中 山大學機械系蔡穎聖教授收。

First Announcement



Tenth CISM-IFTOMM SYMPOSIUM

ON

THEORY AND PRACTICE OF ROBOTS AND MANIPULATORS

RoManSy '94

21 years of RoManSy Symposia
(1973 - 1994)

and
25 years of IFTOMM (1969 - 1994)

September, 12-15, 1994

GDAŃSK, POLAND

CISM - Centre International des Sciences
et Mécaniques

IFTOMM - International Federation for the Theory
of Machines and Mechanisms

in cooperation with the Technical Division of the
Polish Academy of Sciences

* Technical University of Gdańsk
* Polish Academy of Navy, Gdynia-Okęcie

Sponsored by: CISM-Centre International des Sciences Mécaniques and IFToMM - International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms.

Ro-Mansy. '94

The sponsors of this Symposium are the International Centre for Mechanical Sciences-CISM and the International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms - IFToMM.

They organize the Tenth Symposium to bring together the world's leading experts on theory and practice of robot and manipulator technology. In order to encourage extensive interchanges between all participants, the attendance will be limited. As a focal point for exchange of knowledge and experience, a limited number of high grade papers are now being solicited.

The abstracts will be preprinted and will be available at the Symposium. It is anticipated that the full papers will be published later in a book.

The Symposium will welcome discussion on any topics which are included in one the categories listed below:

A paper may treat an entire system or a subsystem, but should be mainly concerned with the mechanical aspects of the problem.

Topics

In connection with this symposium the terms robot and manipulator are intended to include also locomotion systems (pedipulators and walking machines) and exoskeletal and prosthetic devices.

Within this broad framework the topics for this symposium are the following aspects of robots and manipulators:

- 1. Mechanics
- 2. Control of Motion (modelling, simulation, control)
- 3. Sensing and Machine Intelligence
- 4. Synthesis and Design (including grasping and hand design, etc)
- 5. Biomechanical Aspects of Robots and Manipulators
- 6. Applications and Performances Evaluation (including robots in flexible automation).

Call for Participants

A limited number of high quality papers are hereby solicited. In addition, the attendance of a limited number of experts able to contribute at informal discussions is solicited.

Those desiring to participate in the Symposium should contact a member of the CISM-IFToMM Programme and Organizing Committee, for application procedure and conference rules.

All papers must be written in the English language. Attendance is by invitation only. In order to be considered applications for attendance and abstracts must be submitted before April 15th 1993. Abstracts should be 400 words or more and should accurately reflect the contents of the paper. On the basis of these abstracts selected authors will be invited to submit full length papers. Notification will be sent to the author by June 30th '93.

Complete papers must be submitted before February 28th 1994. In the event the paper is accepted, notification will be sent to the author by April 30th, 1994. Final Programme will be distributed in June 1994.

Proceedings of Previous Symposia

The proceedings of the previous symposia are available in final form.

The proceedings of the First Symposium (2 volumes) may be obtained from Springer Verlag, Vienna. Those of the Second and Third Symposium may be purchased from Elsevier, Scientific Publishing Company (Amsterdam), PWN -- Polish Scientific Publishers, Warsaw.

The Proceedings of the Fourth Symposium may be purchased from PWN -- Polish Scientific Publishers, Warsaw.

The Proceedings of the Fifth and Sixth Symposium may be purchased from Hermes (Paris), Kogan-Page (London) and MIT Press (Cambridge, USA).

The Proceedings of the Seventh Symposium may be purchased from Hermes (Paris).

The Proceedings of the Eighth Symposium may be purchased from CISM (Udine) or Warsaw University of Technology (Warsaw).

The Proceedings of the Ninth Symposium will be available from Springer Verlag in 1993.

CISM-IFToMM Programme and Organizing Committee for "Ro-Mansy" Symposia

Chairmen:

Prof. A. MORECKI
Warsaw University of Technology
Al. Niepodległości 222
00-663 Warsaw, Poland

Prof. G. BIANCHI
CISM, Piazza Garibaldi 18
33100 Udine, Italy

Members:

Prof. A. P. BESSONOV
Russian Academy of Sciences
Griboedova 4
Moscow-Centre, 101000, Russia

Prof. J. C. GUINOT
Université P. et M. Curie
Lab. de Mécanique et Robotique, IMETA
4, Place Jussieu-Tour 66
75230 Paris Cedex 05, France

Prof. B. HEIMANN
Germany

Prof. J. H. HEWITT
Loughborough University of Technology
Dept. of Mechanical Engineering
Loughborough LE11 3TU, England

Prof. A. I. KORENDYASEV
Russian Academy of Sciences
Griboedova 4
Moscow-Centre, 101000, Russia

Dr. Eng. K. TANIE
Robotics Division
Mechanical Engineering Laboratory
Ministry of Inter. Trade and Industry
Tsukuba Namit 1-2
Ibaraki, 305 Japan