

摘要

在彈性製造系統(FMS)中，無人搬運系統(AGVS)漸漸成為一重要部分。為了因應不同的工作環境需求，便發展出不同的車輛導引系統。過去十年之間，一些新的導引控制技術及規劃方法學，便是針對這些領域而發展出來的。故本專題以 TCM 之 AGV 為例，詳細研究其使用手冊來進行路徑規劃，也以 TCM 之內建功能函數設計了許多路徑。其使用手冊本為原文書，本專題將其翻譯成中文，在使用上確實方便許多。本專題也介紹 AGV 之導引方式有：1.軌道式導引控制、2.電磁導線式導引控制 3.光學式導引控制 4.鋼帶式導引控制。

一、前言

在產業市場彼此強烈競爭的今日。如何使生產成本降至最低，以增加利潤，一向是企業家頭痛的問題，在生產成本除了機器設備，加工，物料成本之外，物料的搬運成本佔有極大的比例，但它的重要性確是常常被一些場家所忽略。如何降低生產成本，發揮機器設備最大效率，根據國外相關研究的統計數字顯示，平均一個產品從原料到成品，約只僅有 5%~25% 的製造時間是花在裝卸設定及機械加工上，其餘 75%~95% 之製造所費時間，如物料輸送時間，加工作業後之靜置時間，故障產生之修理及等待時間，作業流程相關的停留時間等等，對產品的附加價值將毫無幫助。因此，輸送成本與所耗費的時間成本往往可達總售價的 40% 以上，而這一點也正是最易被一些廠家所忽略的地方。

若想降低成本，提高生產力就必須以降低物件之搬運成本，而工業界目前也朝向 24 小時無人化工廠的實現，因此，無人搬運車的實用性就越來越顯著。

無人搬運車系統是針對彈性製造系統的物料搬運而發展出來的。所謂的無人搬運車系統，簡稱 AGVS(automatic guided vehicle system)，根據美國儲運協會(MHI)對無人搬運車所下的定義為：是一種使用電磁式，光學式或其它的自動導引控制，此種車輛可按照

指揮中心所下的指示，自行導引或依原先規劃好的路線前進，停止或轉彎，定位或裝卸貨物。也就是說，車輛將可由程式的控制，來作自動的路徑選擇與定位的自動搬運車輛。而 AGV 具有以下幾點優點：

〔4〕

一、 人搬運車系統可將物流搬運系統電腦化，可以與生產管理連線，使得：

1. 物流搬運效率最佳化。
2. 減少或消除過多的人力操作。
3. 能夜間無人化作業,達到 24 小時全天工作的目地。
4. 不需依賴熟練技工,物料搬運依然可達到一定水準。
5. 去除人為疏失所導致的產品損失。

二、 對長距離輕、中量的工件而言，專用的傳統輸送設備投資太大，且極佔空間,造成工作人員工作的不便，無人搬運車系統有可能以較低的資本來完成以上的工作。

三、 產品若為少量多樣化生產，無人搬運車的行走路徑易於變更,監控系統也較為彈性。

四、 一旦具或作業站增加，無人搬運車較其他系統容易擴充，隨時調整至最佳的物流搬運流程，有助於最佳採購，庫存控制和作業調度，並且在惡劣的工作區，工作效率不但不減，仍能保持

穩定。

五、 無人化作業，將更能確保工業安全。

六、 減少物品搬運時的損壞，以減少製造成本。

配合生產排程，使排程的正確性提高，並減少排程耗用的工時。

七、 減少管理上的困擾：〔2〕

1. 增加管理效率：

可經由電腦做及時監管現場狀況，並記錄及統計各品種之產量。

2. 減少人員疏失所造成的損失：

a. 開推高機常撞壞牆角或設備。

b. 人員送錯目的或送錯產品種類。

3. 自動暫存區之狀態：

自動記憶暫存區中，各位置之存貨有無與品種之狀態。

4. 可人車共道：

人車共道，相對地增加人員活動空間。

5. 獲得更清爽的工作場所：

無輸送機的阻隔及堆高機的廢氣味，使員工獲得更清爽的工作環境。

6. 提昇公司形象：

搬運自動化將可確保物料供應的準確性，提昇公司自動化生產

形象，以獲得客戶信賴，爭取更多的業務機會。〔2〕

綜合以上的優點，無人搬運車系統已被許多廠家證明為一具有高能力的物流輸送設備。就國外而言，運用無人搬運車在工廠實際運作已有四十年之久，而且市場也正在繼續擴大中，其使用技術將更趨近高難度及複雜化。不只單純的製造搬運車硬體部份，更進而要求做到自動導引控制技術及通訊，導引感測技術等方面的突破。可預期無人搬運車系統未來除了能運用於生產工廠外，更能朝向不同的產業及領域發展。

AGV 發展至今，在歐美幾個先進國家，已先後採用。我國雖發展不久，但也逐漸朝這方面發展，今後，AGV 在台的發展，就必須在不斷了解及求證之下才能對 AGV 之控制系統，有更深入的了解，且對於 AGV 之路徑規劃之需求與日俱增，所以本專題嘗試以 TCM 公司所出產的 R6.1 型來為對象，研究其路徑設計與規劃。

二、文獻回顧

Tamura (10) 舉出座落於日本生產製造中心的 Mizuho 公司 , 它是生產 Minoltappcs (Plain Papercopiers) 及辦公室自動化設備。該公司設立的第二個廠房 , 開始生產於 1985 年的秋天 , 是一個彈性製造系統的全能工廠 (All - Mighty) 。該工廠裝配線所完成的組裝過程是採用自行驅動般搬運車 (SEIF - propelled) , 零件供給是採用無人搬運車。該類導引控制系統是採用了光學導引控制 , 而且此種自行驅動系統 (SELF - propelled) 在當時是屬於原創始的系統。而零件供給所採用無人搬運車系統部份是使用高層級的智慧影像感測器和自行成長 (Self - growth) 系統。此套導引系統能符合於現代化的少量多樣的生產模式 , 並且經過 Mizuho 姑公司實際安裝操作加以證實。

Boegli 指出無人搬運車系統的導引控制方式包括了導線感應式 (Inductive Guidewire) , 光學式 (Optical) , 化學式 (Chemical) , 磁導式 (Magnetic) , 位置推測式 (Deadreckoning) , 位置參考式 (Position Referncing) , 慣性導航式 (Inertial Navigation) , 環境影像處理式 (Enviornmentlimaging) 等導引控制方式。Boegli 乃針對無人搬運車系統以上導引方式的工作範圍 , 準確率 , 彈性 , 可靠度 , 可控制性 , 等之介紹。

Toshihrio 與 Tsumura (13) 針對日本在無人搬運車導引控制系統上的使用情形 , 做進一步概括介紹。其中主要的內容分為車輛自動導

引技術，車上的位置定位系統，車輛碰撞的避免及最近日本有關無人搬運車系統的研究發展方向及主題。在車輛引導方面包括有電磁導線式，反射帶式，亞鐵鹽塗漆導引（Ferrite painted Guidance）式，磁性導引（Magnet Set Guidance），雷射導引，光學辨識導引系統等。在車上位置定位系統包括有陀螺儀（Gyroscope）位置測量，計程器位置量測，音波信號塔系統（Sonic Beacon System），雷射信號塔系統，（Cornet - Cube Setting 及牆上的開縫辨識系統等。並用一些超音波光學區域感測器及視覺影像感測器等作為避免碰撞防護之用。

Evans（6）指出一般無人搬運車系統並未真正的實現它全部的功能。因為它們：1.安裝完成後如果要改變它的設計，花費將會是非常的昂貴。2.操作的地板條件將必須是光平（Smooth），清潔（Clean），平面（Flat，無障礙（Uninterrupted））。它同時說明了無導線式導引系統的發展須克服這方面的限制，新一代計時器（Odometric）及雷射導引的自立導引搬運車系統（Sgvs）已被證明擁有下列的優點：1.車輛可較容易變更路徑規劃的形式。2.車輛系統管理較具有彈性。3.系統的使用者控制。4.使用者及系統的平行發展。以上所得的結論是由Caterpillar 公司加以證實。

Tsomura（12）針對日本無人搬運車系統最近在導引控制系統發展的方向，主要對車輛導引自動位置定位及搜尋，路徑導引，多車輛

數的運用及車輛通訊系統(其指出利用光學的通訊方式將可比無線電通訊的方式更加)等有關研究分析,及在電機,光學導引問題的研究探討。Toshihiro 與 Tsumura 除了對傳統系統及先進工業技術運用分析外,工廠的環境條件,地板的清潔度及車輛的電力供給,亦是其研究的範圍。

由上列文獻敘述可知,在實務上對 AGV 路徑程式設計之實務型的研究相當少,故本專題才擬由此方面著手。

三、AGV 之導引方式

(1) 導引方式

自 1954 年,第一輛無人搬運車問世以來,至今有幾十年的時間,

隨著感測元件技術及電腦運算速度的大幅提昇，再加上各企業的安裝經驗與製造廠商不斷的研究發展下，使得無人搬運車系統在物流搬運系統中佔有舉足輕重的角色，同時，也因不同的工作環境要求，而發展出不同的導引控制技術。

本組將不同的導引控制方式，做簡單的介紹，但因本組是針對光學式之導引方式做研究，所以對於光學式之導引方式，會有較詳細的介紹。

AGV 導引的路徑分為兩類，第一類是固定路徑，第二類是虛擬路徑導引控制方式。所謂固定路徑式導引控制是在地面上裝置有實體的導引標記物，並在無人搬運車上裝置有感測器，用以偵測此導引標記，以做為車輛運行的定位及位置校正之用，但當有需要更改原先的路徑配置時，須重新更改導引標記物設置，較為麻煩。而所謂的虛擬式導引控制方式，地面上並沒有存在實體的導引標記物，它是將路徑的配置圖資料存放在車輛內的電腦地圖庫路線資料自行決定行走方向及距離，以進行車輛的定位及位置控制之用，當欲更改電腦記憶體中的地圖庫資料及可，因此，採用此控制方式將比固定徑式導引方便許多。

還有一點也是不能忽視的，就是無人搬運車控制系統中，感測元件的使用對系統導引控制精度將是決定性的因素，它會左右無人搬運

車系統控制的優劣，也是影響無人搬運車系統造價成本的主因，因此，以下將先從感測器元件開使，來述說其應用的範圍及基本上的限制。

1-1 感測元件

由於近年來電腦工業的急速發展及自動檢測，量測控制元件精密度的提高，感測元件使用及發展已漸趨成熟。在自動化系統中感測元件的應用範圍也日漸增加。目前工業用的感測器主要可分為下列幾個類別：

1. 電磁感應式感測器(Electromagnetic Sensor)
2. 紅外線感測器(Infrared Sensor)
3. 視覺感測器(Vision Sensor)
4. 超音波感測器(Ultrasonic Sensor)
5. 雷射感測器(Laser)
6. 其它

1-2 固定路徑式導引控制

在固定路徑的導引控制方面，包括有下列四種：(1)軌道式導引控制。(2)電磁導線式導引控制。(3)光學式導引控制。(4)鋼帶式導引控制。

1-2-1 軌道式導引控制

軌道式導引(Rail Guided Vehicle System, RGVS)控制, 現階段的彈性製造系統中, 常用於短距離的移載搬運工作。它的特點主要是可以相當精確的控制其移載定位精度, 所以在現今工廠中有不少工廠採用此控制方式的優點是成本造價低, 系統簡單, 定位精確。缺點為會佔用工廠地板的有效運用空間, 形成人員工作上的不便。

1-2-2 電磁導線式導引控制

電磁導線式(或稱埋線式)(Electromagnetic guidance)的導引控制方式在工業上使用的相當廣泛, 在無人搬運車市場上約有百分之九十(12)是採此種導引方式。電磁線式無人搬運車系統是利用電磁感應原理, 如圖 1-1。一般而言長距離導引路徑而言, 無人搬運車的製造商仍然推薦使用者採用電磁導線式的導引控制方式(15)。

1-2-3 光學式導引控制(13)

光學式導引控制方式是利用白色帶(片), 金屬帶, 或是將玻璃粉末漆於軌道上, 利用裝置在無人搬運車底盤下方的光(photo-sensor)感測器去感測由反光帶所反射回來的光線訊號, 然後去執行路徑導航控制的動作, 以進行定位及位置的修正之用, 如圖 1-3 所示

其控制導引原理如下：

光學式無人搬運車系統用來檢測導引路徑的方式, 是使用對光的亮度相當靈敏的元件來感測出導引帶的位置, 一般採用的元件有光電

晶體，CDD，光敏電阻，光二極體。

而本組所使用的便是利用光通訊器及光帶的傳導，來達成路徑的設計，當然在使用光帶的傳導時也有一些更重要的課題需處理，那就是訊號干擾的問題，一般常見的干擾源有灰塵，小紙屑，導引帶發生少量磨損，地面顏色的變化及其他光源的干擾等。

除了簡單式的導引外，尚有一些新形式的發展及趨勢(12)，例如：

- 1.由於可靠度精確的關係,可採用平行的雙帶式佈線方式。
- 2.在反光帶上標記一些標誌及印上一些條碼(bar-code)用以傳輸相關的位置資料。
- 3.建議使用曲線的反光帶(不同半徑的反光帶)

反射帶導引式的性能將比導線式控制系統優越,其優點為其路徑設計彈性較佳，當安裝完成後對路徑設計有所改變時，變更較為容易，且軌道設計將不會影響工作人員的工作，尤其是一些商業大樓，辦公室場所或是醫院等，一般採用此種方式的較多。缺點是會受到一些雜訊的影響如灰塵，小紙屑，導引帶發生少量磨損，地面顏色的變化，及其他光源的干擾等。

1-2-4 鋼帶式導引控制 { 10 }

鋼帶式導引系統 (Magent - APE Guidance system) 其基本原理主要是在無人搬運車底部安裝一部電磁式感應器，能對貼於地面之

金屬鋼帶產生感應，當進行時中之搬運車誤差偏向一邊行駛時，由於該方向之感應器將無法感測到金屬帶之存在，而使訊號消失，無人搬運車上的微電腦，便可依此訊號來判斷車輛偏離之方向，然後進行調整車輪轉速或方向，以進行定位及位置修正的工作，使無人搬運車能夠保持在金屬帶導引的範圍內前進。如圖 1-4 所示

1 - 3 虛擬路徑式導引控制

在虛擬路徑式導引包括有：(1) 超音波導引式。(2) 雷射導引式。(3) 位置推測法導引式。(4) 視覺影像導引(Stom - Markision - Camera)。(5) 智慧型磁性格子巷道系統。(6) 格子巷道導控制。(7) FROG (Freerangingon Guide) 導引控制式系統。(8) 自立導航控制系統。(9) 智慧環境無人搬運系統

由以上介紹的各種路徑導引方式可知其實並沒有任何一種導引控制是最佳及最適用的導引控制方式，就看各公司行號以自己所需及最適當的方式來選擇。

下列試列出幾種表格，可以讓大家更了解所介紹的各種導引控制方式之比較。







等級 評量標準	劣	可接受	中	佳	優
範圍	D		EF	BG	AC

準確性		DF	E	B	ACG
彈性	A		B	C	DEFG
可靠度		E	CFG	AD	B
可控制性	CDF	AG		E	B
車輛設備成本	FG		C	BDF	A
固定設備成本		AE	B	G	CDF

- A：軌道式導引控制
- B：導線導引式導引控制
- C：光學或鋼帶導引式控制
- D：位置推測法式導引控制
- E：Beacon式導引控制
- F：慣性導航式導引控制
- G：視覺影像式導引控制

表 1-1 無人搬運車系統導引控制方式之綜合比較 (3)

等級 評量標準	劣	可接受	中	佳	優
範圍					<input type="checkbox"/>

準確度					
彈性					
可靠度					
可控制度					
車輛設備成本					
固定設備成本					

導線式(), 光學式(), 位置推測法式 (Dead Reckoning) () 三導了引控制系統的最佳性能顯示圖 (3)

表 1-2

控制方式	迴路切換式	多頻式	光數據傳輸式	無線電式

導引控制方式	單頻率,由繼電器做路徑切換	多頻率.路徑可由程式選擇設定	光帶導引,路徑由計數讀碼決定	可經由光帶,磁帶或雷射做導引
通訊方式	on / off 通訊傳簡單訊息	導線載波通訊可傳一串訊息	4bit 光數據傳輸器可傳一串訊息	無線電通訊
通訊地點	定點	定點	定點	任意點
系統硬體複雜度	複雜	簡潔	普通	簡潔
系統修改難易度	難	易	普通	易
施工	難	易	易	易
系統功能	不易做複雜路徑之控制	可做多車及複雜路徑之控制	不易做複雜路徑的控制	可做多車及複雜路徑的控制
系統應用軟體	難	易	難	易
適用之導引軟體	電磁導引式	電磁導引式	光帶/磁帶式	光帶/磁帶 / 自立航式 / 雷射導引式

表 1-3 無人搬運車系統的控制及通訊方式相關特性比較及其適用之導引控制系統 (2)

1-4 AGV 導引方式之選用原則

AGV 之導引方式選用之原則如下：

- 一、 若工廠採用固定式的路徑設置，短距離的搬運建議使用軌道式導入控制，一般機械加工廠建議採用電磁導線式，辦公室或商業大樓則建設採用光學式或鋼帶式的導引控制。
- 二、 以反訊號導引的虛擬路徑程式中，一般的電子廠建議使用超音波，雷射導引控制方式，無塵式工廠則建議使用自立導航控制系統。
- 三、 以磁性標記為引導控制方式中，在辦公室建議使用智慧型格子巷道系統，郵件信件服務則以使用格子巷道導引控制系統。
- 四、 以影像處理為導引控制方式中，一般自動化工廠建議使用視覺影像導引控制。面積較大或無塵工廠，則建議使用智慧型環境無人搬運車系統。地板面積常變更者，建議使用 FROG 的導引控制方式，長距離則建議使用影像導引控制方式。以上幾種方式可提供在安裝無人搬運車時的參考。

而導引技術，隨著 PC 之進步，也有很大之轉變

而 AGV 導引方式之發展可歸納如下：

- 1、 在導引控制技術方面：未來將以視覺影像導引為主。近年來由於電腦處理器運算速度大幅提升，可快速的處理影像資訊，因此加速了視覺影像導引的蓬勃發展，以往限於電腦運算速度太慢，現在

大都已克服此項問題，使得一些運用視覺影像處理的相關技術，如利用攝影機隨時對資料作立即的反應處理，甚至運用到包括在公路上利用分隔線做導引標記，以讓車子自行操作駕駛及利用衛星導引定位，更能付諸於實行。

2、 在路徑規劃方面，最近的發展是使用了創造無人搬運車的系統模擬環境，採用模組化的方式，設計者只須輸入工廠的基本資料如工作站數，輸出，輸入等相關資料。該模擬程序便可自動產生最佳路徑規劃配置，以提供設計者最佳的參考值。

在工廠中的應用將著重“適才適用”，並非像科學研究般的不計成本，而是需要考慮其應有的投資報酬率，因此最為昂貴或最精密的導引控制方式，不見得是最適合的搬運輸送設備，而需視最實際的工廠需要而定，傳統軌道式或電磁感應式的無人搬運車系統，也不見得是最差的物流輸送設備，因此“適才適用”才是最佳的參考指標。

四、AGV 路徑規劃

AGV 之路徑規劃與其連線之設備有關如：AGV 與 ASRS，或 AGV 工作站之溝通，其路徑規劃皆不同，一般是用光通訊器，而 AGV 之指

令內有內碼指令可接收與控制 AGV 上之光通訊器。

而在路徑規劃時，若以固定路徑之概念進行規劃，如下圖為例，分為 4 站，其路徑流程如：

路徑 1：1 2 14 3 1(STATION 2 工作)

程式 Mark1 3rd Fwd Mark11 Strait Mark2 Stop
Func62 Mark12 Right Mark13 Strait Mark14
Mark15 Mark3 Mark16 Right 2nd Fwd Mark17
Strait Mark1 Stop End

路徑 2：1 2 14 3 1(STATION 14 工作)

程式 Mark1 3rd Fwd Mark11 Strait Mark2 Mark12
Right Mark13 Strait Mark14 Stop Func130
Mark15 Mark3 Mark16 Right 2nd Fwd
Mark17 Strait Mark1 Stop End

路徑 3：1 2 14 3 1(STATION 3 工作)

程式 Mark1 3rd Fwd Mark11 Strait Mark2 Mark12
Right Mark13 Strait Mark14 Mark15 Mark3
Stop Func63 Mark16 Right 2nd Fwd Mark17
Strait Mark1 Stop End

固可知若站數一多，則所需之路徑數極為龐大，在使用與路徑編輯上極為不便，故本組應用 SEL 之觀念來解決。而 SEL 指令的意義為指定加工的站別，所以在使用 SEL 之後，便可指定 AGV 到所需工作的站別。

其路徑如：

Mark 1	MARK14	2nd
3rd	SEL	FWD
FWD	STOP	MARK 17
MARK11	FUNC 130	STRAIT
STRAIT	2ND	MARK1
MARK2	FWD	STOP
SEL	MARK15	END
STOP	STRAIT	
FUNC 62	MARK3	
3rd	SEL	
FED	STOP	
MARK12	FUNC 63	
2ND	3RD	
RIGHT	FWD	
MARK13	MARK16	
STRAIT	RIGHT	

而在輸入完原指令所欲工作之立各別即可完成工作。

4-1-1 內碼之介紹

Tcm R6.1 型之 AGV，有許多內定功能，以內碼來稱呼。

如：欲使 AGV 自動向左邊取物，只需輸入 FUNC52 即可作動作。

TCM R6.1 之內碼如下：

- 1.FUNC NO 50 自動對右邊取物
- 2.FUNC NO 51 自動對右邊卸物
- 3.FUNC NO 52 自動對左邊取物
- 4.FUNC NO 53 自動對左邊卸物
- 5.FUNC NO 60 右前臂自動取物
- 6.FUNC NO 61 右前臂自動卸物
- 7.FUNC NO 62 左前臂自動取物
- 8.FUNC NO 63 左前臂自動卸物
- 9.FUNC NO 64 右後臂自動取物
- 10.FUNC NO 65 右後臂自動卸物
- 11.FUNC NO 66 後左臂自動取物
- 12.FUNC NO 67 後左臂自動卸物
- 13.FUNC NO 68 前後右臂自動取物
- 14.FUNC NO 69 前後右臂自動卸物
- 15.FUNC NO 70 前後左臂自動取物
- 16.FUNC NO 71 前後左臂自動卸物
- 17.FUNC NO 80 在車輛右側輸入光傳送合併進行移動
- 18.FUNC NO 87 在車輛左側輸入光傳送合併進行移動

19.FUNC NO 88 在車輛的上側輸入傳送合併進行移動

20.FUNC NO 107 機器待機狀態

21.FUNC NO 114 自動換轉向結束後回復自動引導

22.FUNC NO 121 設定監視標題

23.FUNC NO 123 回到先前路徑

24.FUNC NO 130 啟動右邊光傳送器

25.FUNC NO 200 開始自動換轉向

而應用這些 FUNC 可完成相當多之功能，故本組利用上述之 FUNC，來完成下列之各路徑。

4-2 路徑規劃

本組之路徑 1 其動作流程為下所示，其路徑如圖：

{ (1)Mark1 為原點

(2) 右轉至 Mark2

(3) 左轉到 Mark3

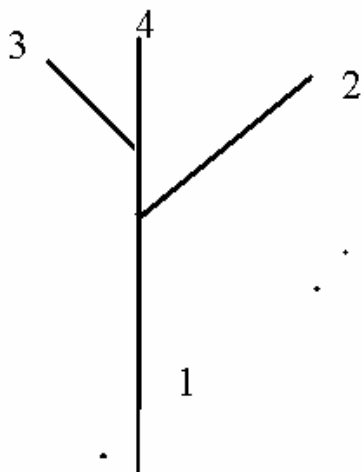


圖 4-1 為其路徑圖

其撰寫之路徑程式如下：

直走的程式：

MARK1
4TH

右轉的程式：

MARK1
2ND

左轉的程式：

MARK1
2ND

FWD
MARK4
REV
3RD
MARK1
STOP
FUNC130
END
SAVE 410 ENT

FWD
RIGHT
MARK2
STOP
REV
2ND
MARK1
STOP
END
SAVE 409 ENT

FWD
LEFT
MARK2
STOP
REV
MARK1
STOP
END
SAVE 412 ENT

其運作流程：

+ +

+ +

本組之路徑 2 其動作流程為下所示，其路徑圖如圖：

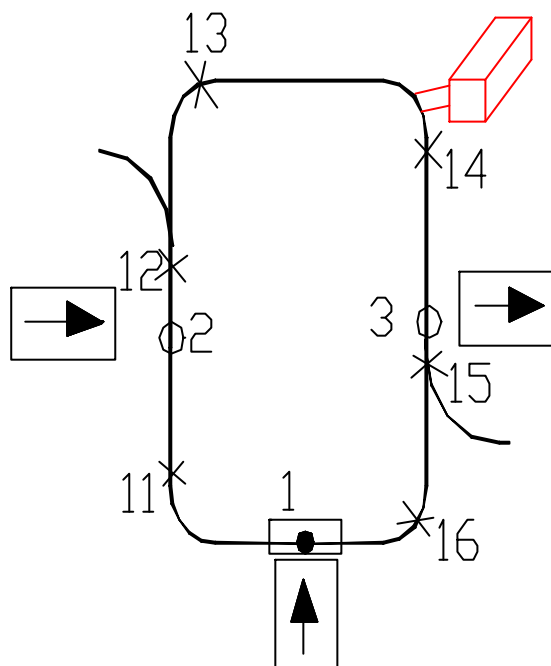
1. 為原點。
2. 到 Mark2 做左前臂自動取物。

3.到 Mark14 打開右邊光傳送器。

4.到 Mark3 做左前臂自動卸物。

5.回到原點。

圖 4-2 為其路徑圖



依此流程所撰寫之程式如下：

MARK1	MARK14	2ND
3RD	SEL	FWD
FWD	STOP	MARK17
MARK11	FUNC130	STRAIT

STRAIT	2ND	MARK1
MARK2	FWD	STOP
SEL	MARK15	END
STOP	STRAIT	
FUNC62	MARK3	
3RD	SEL	
FWD	STOP	
MARK12	FUNC63	
2ND	3RD	
RIGHT	FWD	
MARK13	MARK16	
STRAIT	RIGHT	

其動作流程如下：

+ +

+ +

本組之路徑 3，其動作流程為下所示

1. 為原點

2. 到 NARK8 右轉

- 3.到 MARK2 做自動右前臂取物
- 4.到 MARK3 做自動右前臂卸物
- 5.遇到 MARK15 左轉
- 7.到 MARK4 進行手動操作模式
- 8.遇到 MARK19 右轉
- 9.回到原點

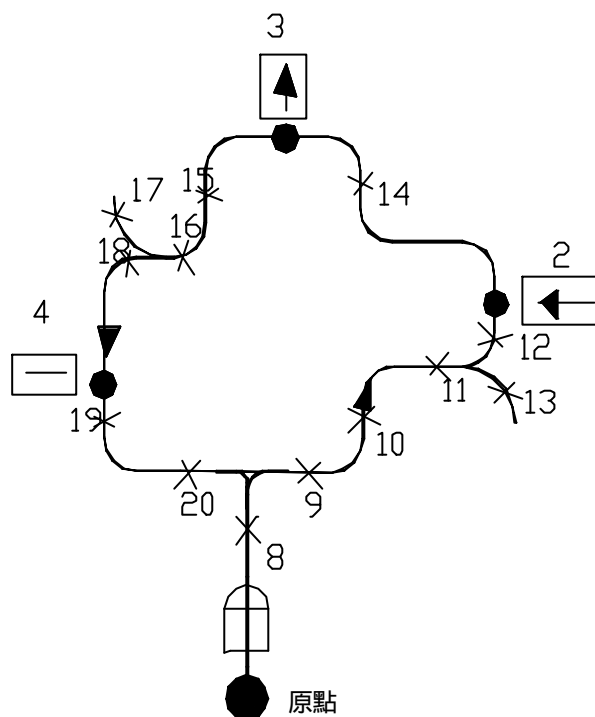
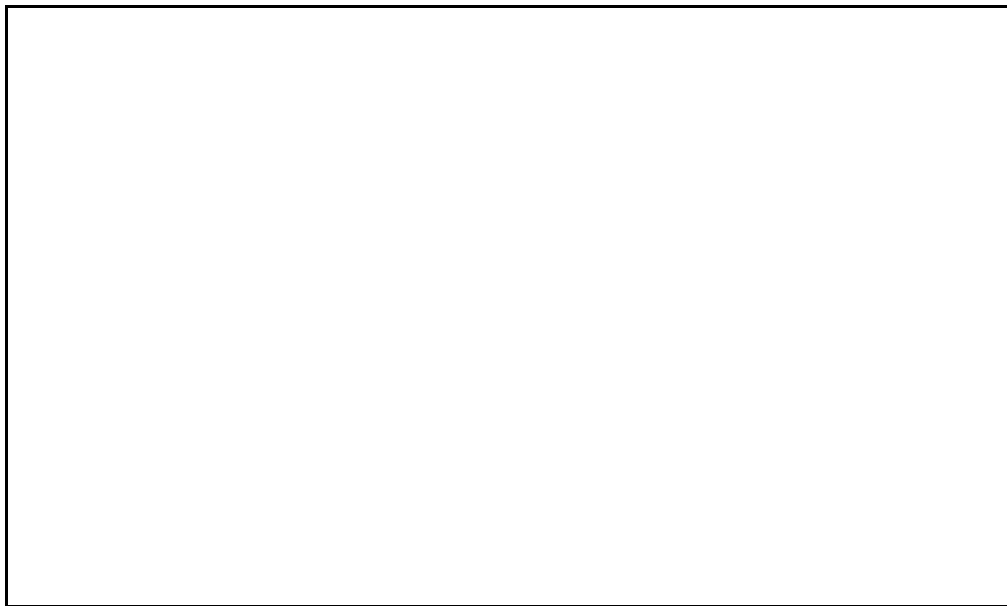


圖 4-3 為其路徑圖

依此流程所撰寫之程式如下：

MARK 1	3RD	MARK1
4TH	FWD	STOP
FWD	MARK3	END
MARK8	SEL	
2ND	STOP	

RIGHT	FUNC 61
MARK9	3RD
STRAIT	FWD
MARK10	MARK15
4TH	2ND
FWD	LEFT
MARK12	MARK14
STRAIT	SEL
MARK2	STOP
SEL	WAIT
STOP	MRK19
FUNC 60	3RD
3RD	RIGHT
FWD	MARK 8
M1RK14	STRAIT



照片 1 為其 FUNC60 右前臂取物之狀態

本組之路徑 4，其動作流程分為 3 種形式

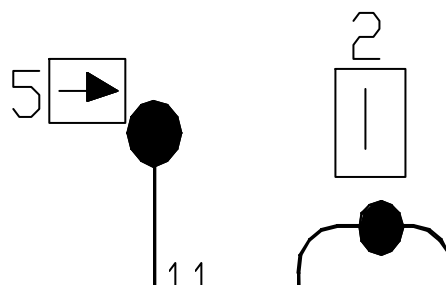


圖 4-4 為其路徑圖

路徑 4-1 其流程如下

(1) 為原點

(2) 遇到 MARK7 左轉

MARK 7	FWD	STOP
3RD	MARK 13	END
LEFT	2ND	
MARK 14	RIGHT	
2RD	MARK 14	
RIGHT	2ND	
MARK 12	RIGHT	
4TH	MARK12	
FWD	2ND	
MARK 3	RIGHT	
SEL	MARK7	
STOP		

其動作流程如下：

+ +

+ +

路徑 4-2.其動作流程為下所示：

- (1) 為原點
- (2) 到 MARK5 做自動右前臂取物

(3)取物完後倒著走回原點

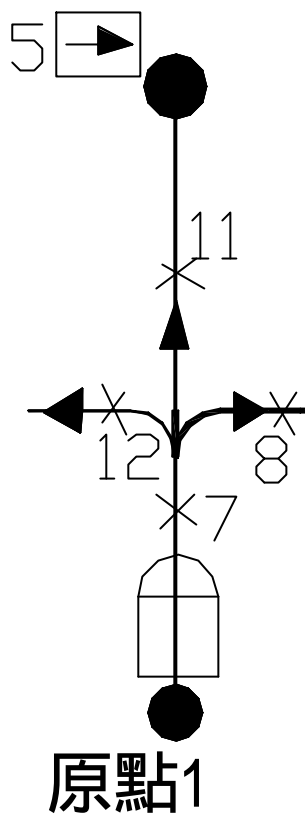


圖 4-6 為其路徑圖

其撰寫之程式如下

Mark1	Mark7
Nd	REV
Fwd	Mark1
Mark7	Stop

3Rd End
Fwd
Mark5
SEL
Stop
FUNC60
3RD
REV
Mark11
2ND
REV

其動作流程如下：

+ +

+ +

路徑 4-3.其動作流程如下所示：

(1) 為原點

(2)遇到 MARK7 右轉

- (3)遇到 MARK8 左轉
- (4)到 MARK2 做自動右前臂取物
- (5)到 MARK3 做自動右前臂卸物
- (6)到 MARK4 做自動右後臂取物
- (7)回到 MARK1 原點

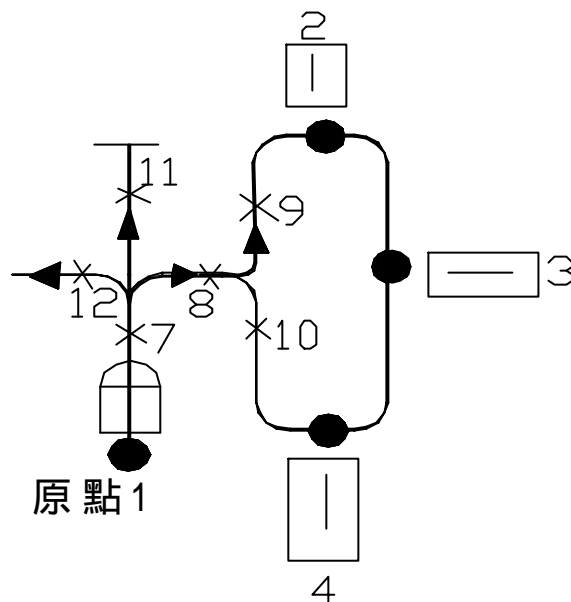


圖 4-6 為其路徑圖

其撰寫之路徑程式如下

MARK 1	STOP	MARK 1
4TH	FUNC 63	STOP
FWD	3RD	END
MARK7	FWD	
3RD	MARK14	
RIGHT	STRAIT	
MARK 8	MARK 4	

2ND	SEL
LEFT	STOP
MARK9	FUNC 64
3RD	2ND
FWD	FWD
MARK2	MARK 10
SEL	4TH
STOP	LEFT
FUNC 62	MARK8
MARK 13	2ND
STRAIT	LEFT
MARK 3	MARK 7
SEL	FWD

其動作流程如下：

+ +

+ +

五、實例測試

本專題因考量場地之因素，故以前述之路徑 1 來實行測試

以上即是本組所撰寫之路徑來實地測試。

圖 5-1 即為路徑 1 之向右邊移動

圖 5-2 即為路徑 1 之往前移動

圖 5-3 即為路徑 1 之向左邊移動

其測試流程如圖所示：

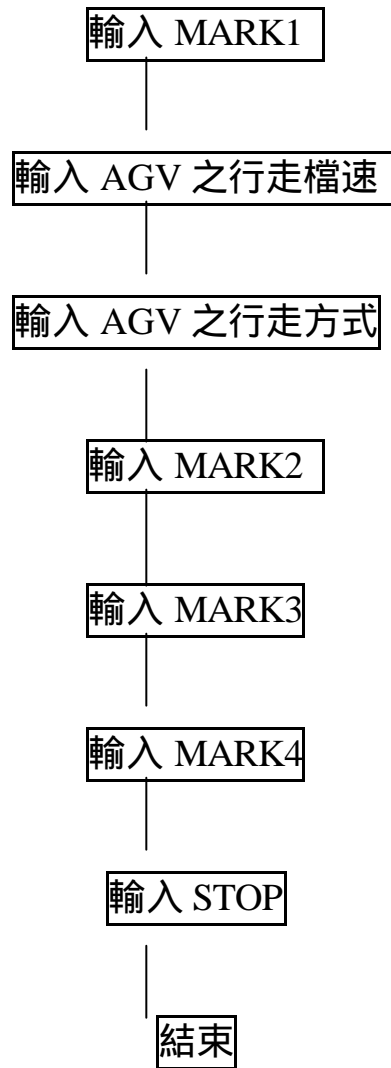




圖 5-1

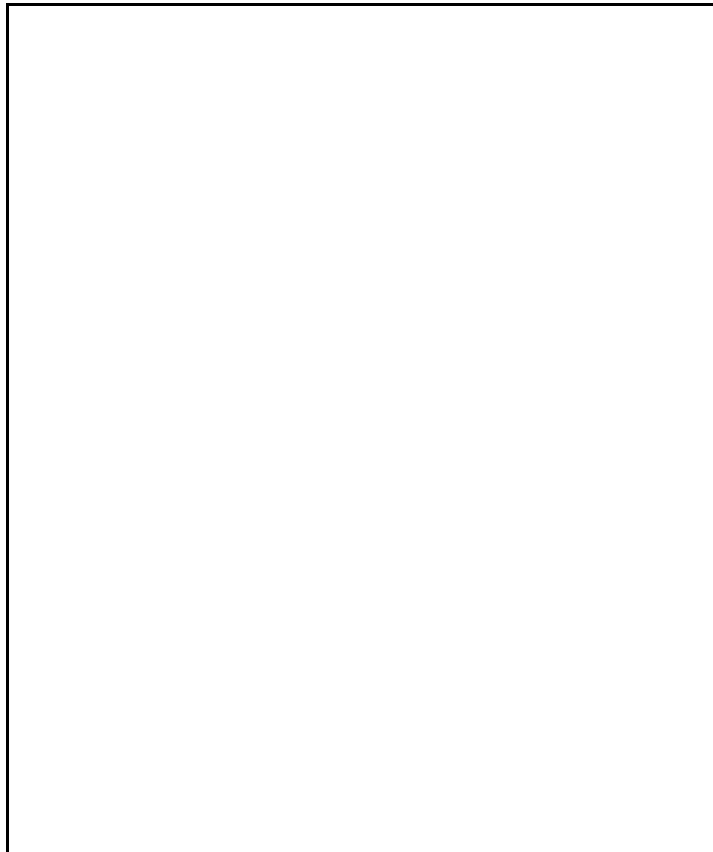


圖 5-2



圖 5-3

六、結論

本組在路徑規劃方面其歸納結論如下：

- 1.在複雜站之路徑規劃時，建議以 SEL 之觀念來解決。
- 2.適度的使用內碼 FUNC 與路徑指派之輸入格式，可大幅減少路徑數與操控控制。

而在一年內本組完成如下之成果：

- 1.TCM 使用手冊之翻譯。
- 2.斜板之製作。
- 3.路徑規劃。

一年級下學期開始，便著手於有關於 AGV 之所有事項，對 AGV 之淺顯認知，操作手冊的使用，路徑規劃程式的應用，以及 AGV 之未來發展趨勢，都以循序漸進的腳步進行，不敢說對於 AGV 有什麼偉大的發現，但在參考文獻、老師的專業技術指導、和同學靠著毅力所摸索出的結果裡，確實也學到了不少。當然在製作的過程中也遇到了一些的困難，我們為了解決所遇到的困難，老師特地帶我們到提供 TCM 無人搬運車的工廠通用先進系統公司，去實際了解並且也和專業的專家學到一些實務上的經驗，這時體會到所謂專業知識的領域是如此廣大；在他們熱心的幫助及提供有關資料之下，找出了問題所在。在整年當中，為了使 2000 公斤的 AGV 能夠駛出實驗室之門口，必須準備一個夠堅固能承受

受重大重量的支撐物，一開始我們自己用木板釘了一個斜坡，但因實在無法承受其重量，便開始尋求另一種方式，我們找到一張夠堅固的桌子，在經過我們的努力改良下，現在這塊板子變成為我們 AGV 之最佳支撐物。

而其 AGV 的所有的操作手冊為英文原文書，裡面包含了程式操作說明書、排除故障之說明書、AGV 之構造說明等，我們也將其翻譯成中文。好讓本組同學能更容易明白 AGV 的功能，設計出適當的路徑。

完成一項研究，必須花費足夠的精神及毅力才有可能完成，在 AGV 呈現故障狀態時，我們的確算遇上了瓶頸，在百思不解之下，我們選擇了去 AGV 原來的工廠，我們拜訪了對於 AGV 有專門研究的技術師，不單針對 AGV 所發生的問題，在路徑規劃上也提出了我們的疑問。所以，此專題 AGV 之路徑規劃能夠完成，有一半真的要好好謝謝通用先進系統公司的幾位資深自動化工程師，他們熱心的解說、提供我們所沒有的設備，讓本來停滯的 AGV 以及路徑規劃的疑問都能如期完成。在此特別誌謝通用先進系統股份有限公司的資深自工程師江國華先生和我們的指導老師黃仁清老師。而本組的研究，相信一生都受用。

參考文獻

- 1.工研院，“產品製程自動化推廣計劃成果專刊” P38-42(1992)
2. 工研院工業經濟研究中心，“日本無人搬運車系統發展現況”

- P126-207(1988)。
3. 吳兆祥 , “ 風靡歐洲之無人搬運車系統及其應用背景 ” 機械月刊 , P142-153(1993)。
 4. 吳兆祥 , “ 企業界對無人搬運車系統之規劃與評估 ” 機械月刊 , P186-199(1990)
 5. 鄧淇 , “ 無人搬運車之系統設計 ” 機械工業雜誌 , P196-203 (1989)
 6. Evans D F “ Non-wire guidance system flexibility is what counts ” Automated guided vehicle systems Proceedings of the 6th International Conference , p255-262(1988)
 7. Groover Mikell p “ Automation Production System and Computer Integrated Manufacturing ” p383-403 (1987)
 8. Miura T Kondo Y and Yamauchi F “ Automated guided Vehicle use magnetic marker ” Automated Guided Systems Proseeding of the 3th International Conference , P181-188(1987)
 9. Murata Masanao Yamashita Teppei Shigeru Udaga-wa and Tabata Hidemitsu , “ Ultrasonic guided autonomous vehicle ” P145-157(1985)
 10. Tamura O “ an FMS for coping with external changes ” p241-249(1987)
 11. Tsukagoshi Miura T T and Yamauchi F , “ magnetic latic lane guide for AGVS ” , p137-144(1987)

12. Tsumura Toshihiro “ Survey of Automated Guided Vehicle in Japanese Factory ” , IEEE , p1329-1334(1986)
13. Tsumura Toshihiro “ AGV in japan-Recent trends of advanced research development , and industrial applications I “ IEEE/RSJ/GI International Conference on Intelligent Robots and Systems , p1477-1484(1994)
14. Yamaki N “ technology innovation and future of physical distribution ” , p151-162(1987)
15. Zibbell R M “ automated supply of material in the assembly environment-conditions and problems ” P51-57(1986)

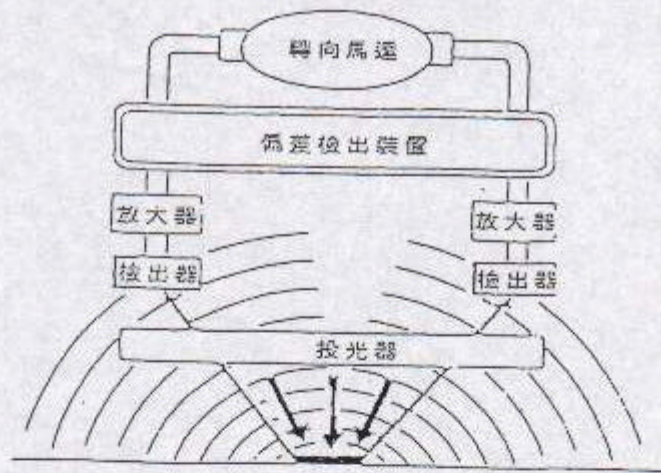


圖 1-3 光學式導引控制示意圖 (工研院機械所)

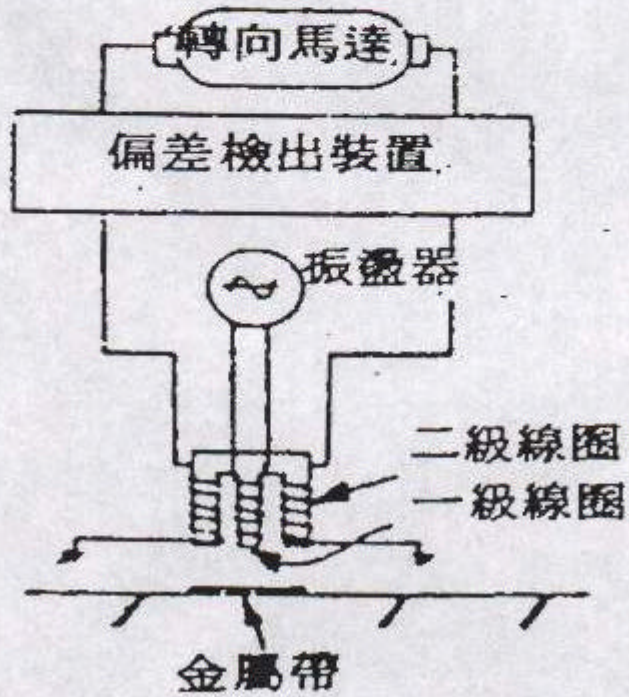


圖 1-4 鋼帶式導引控制示意圖 (工研院機械所)

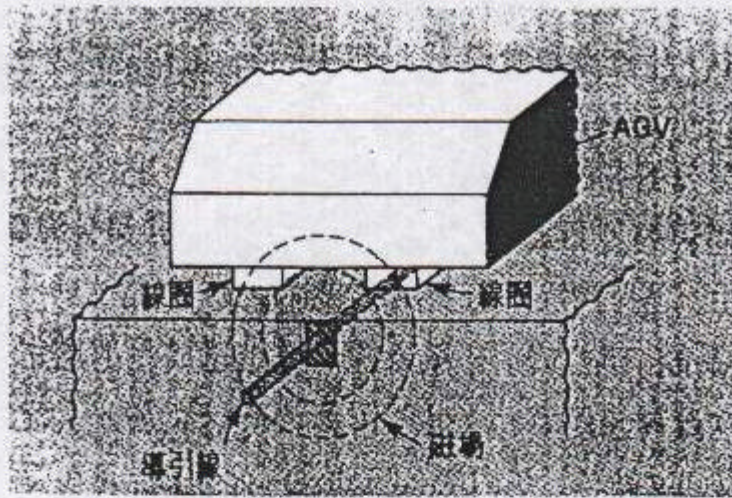


圖 1-1 導線式無人搬運車系統感應示意圖
(Groover,1987)

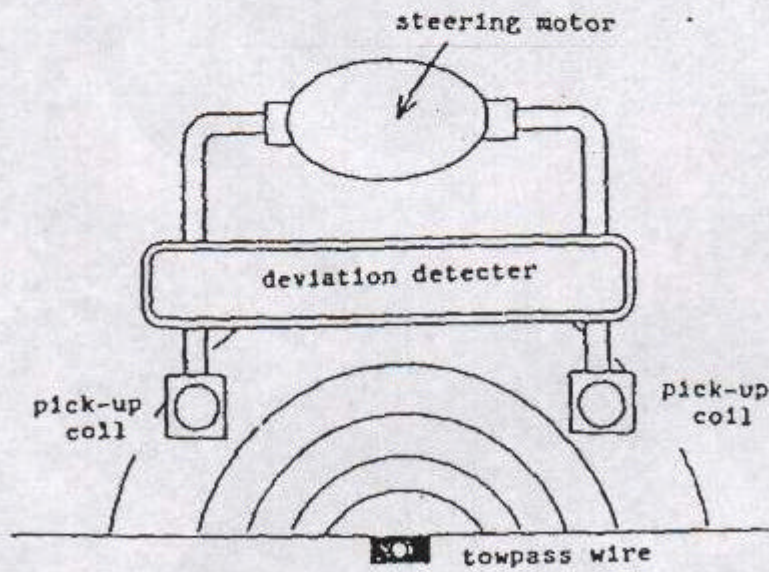
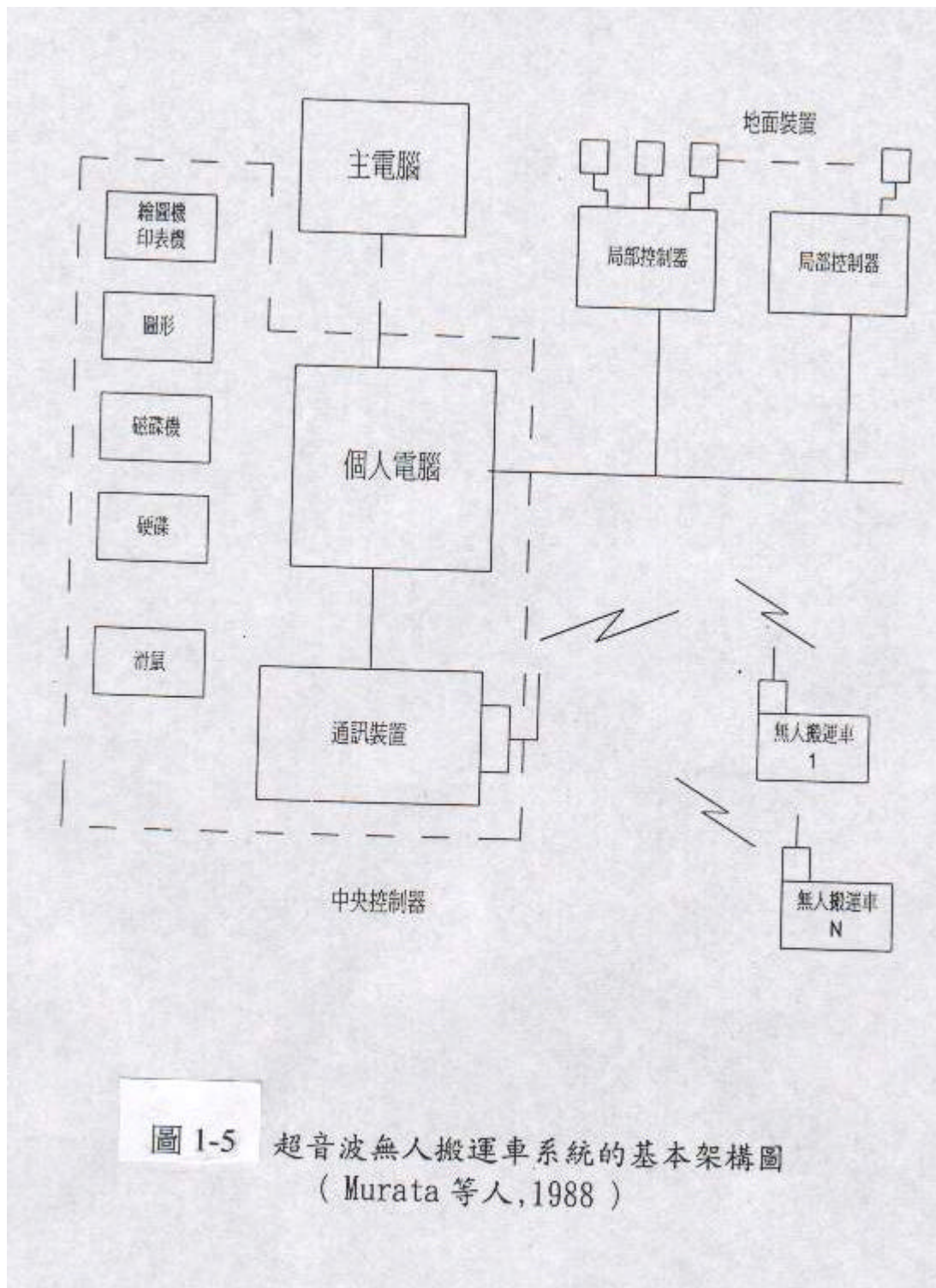


圖 1-2 無人搬運車線圈與導線的相關位置
(工研院機械所)



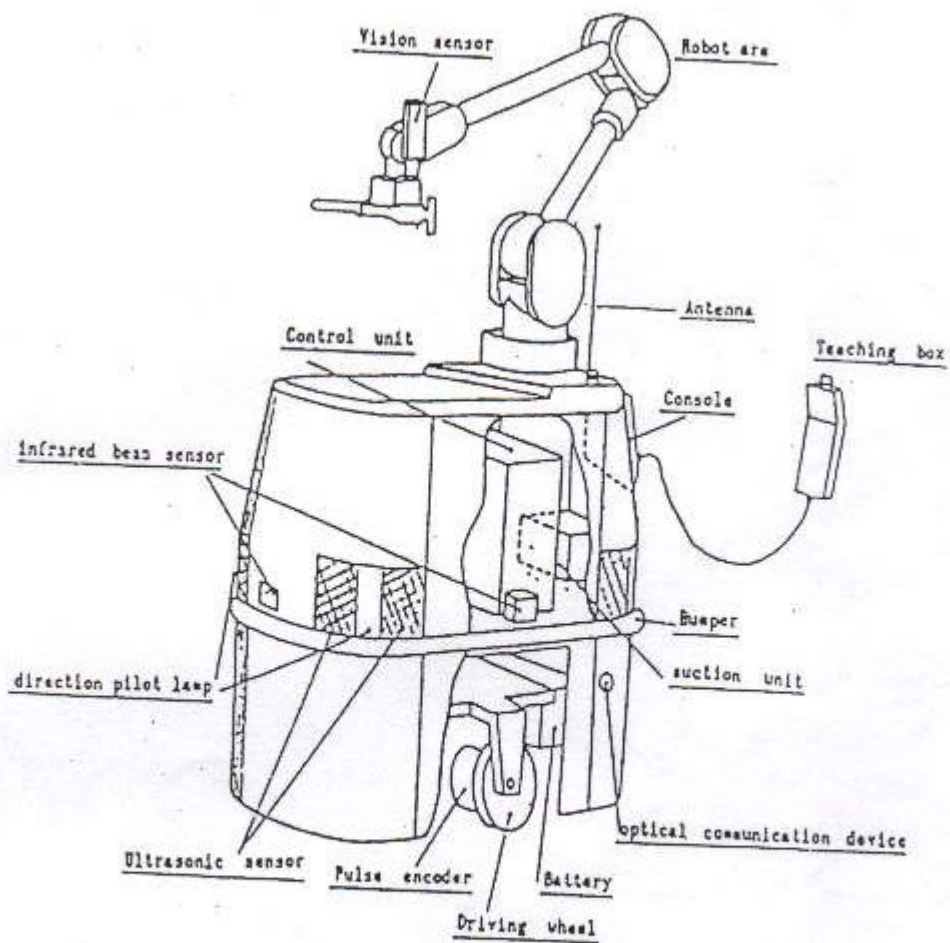


圖 1-6 無人搬運車架構圖 (Murata 等人, 1988)

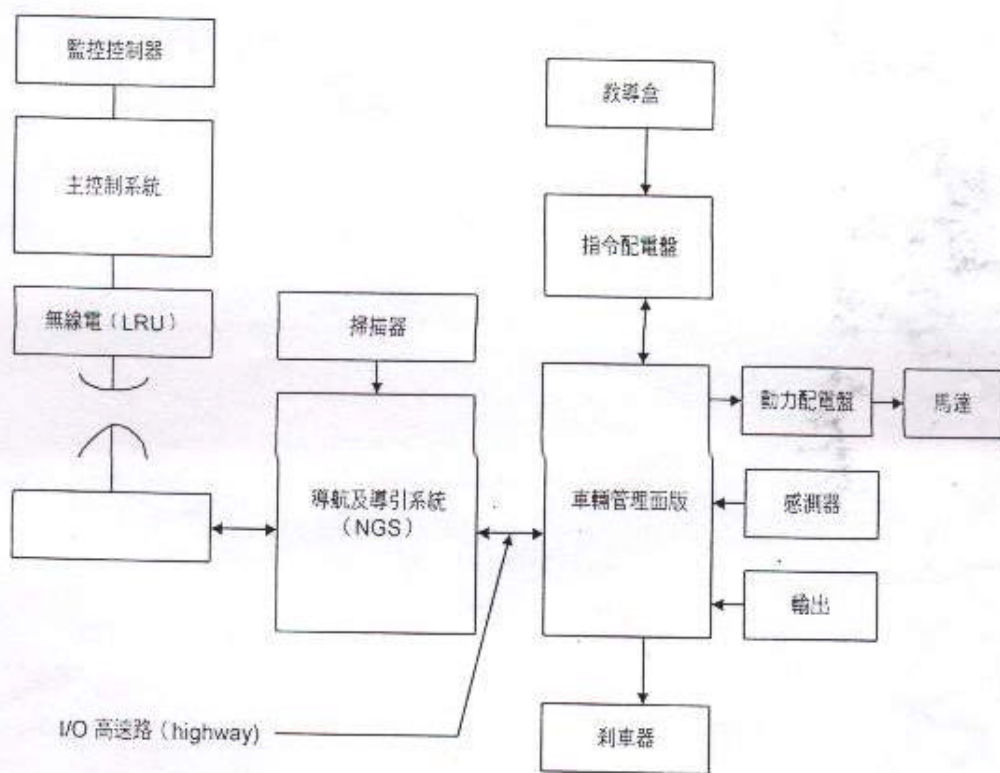


圖 1-7 雷射式無人搬運車系統工作流程圖
(Tsumura,1986)

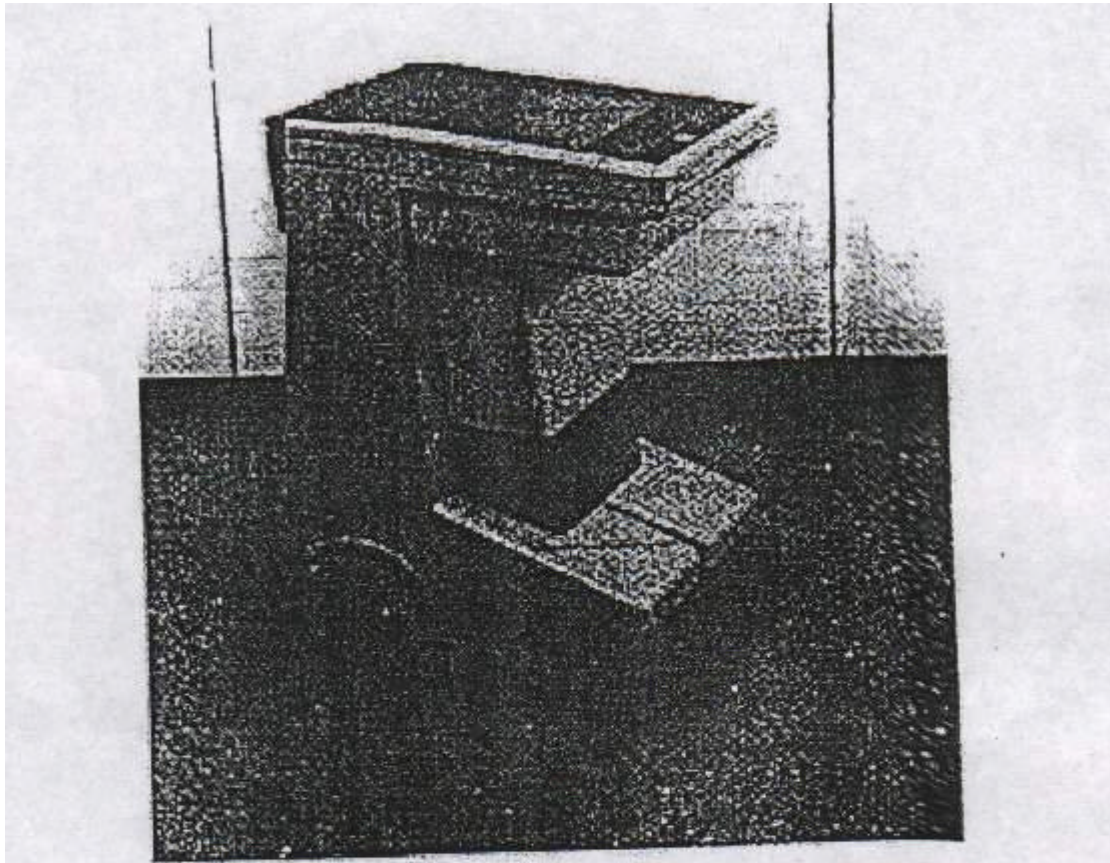


圖 1-8 應用於辦公室的無人搬運車 (Tsukagoshi, Miura 與 Yamauchi, 1987)

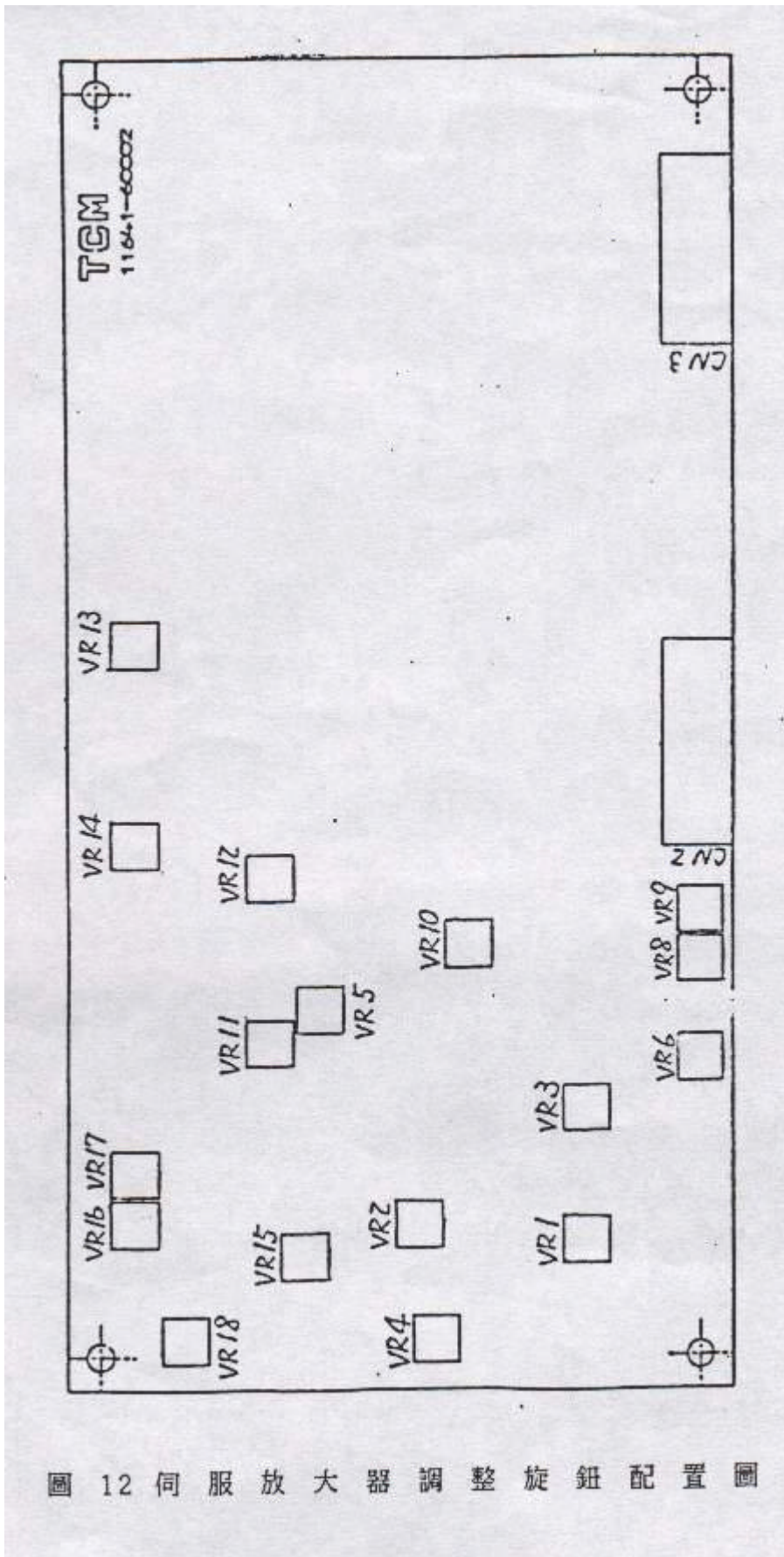


圖 12 伺 服 放 大 器 調 整 旋 鈕 配 置 圖





