



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

雷射導引無人搬運車系統

作者：賴建兆

系級：資電學院碩士在職專班一年級

學號：M9308868

開課老師：陳德請

課程名稱：光電子學

開課系所：電機系

開課學年：九十三 學年度 第一 學期



一. 摘要

本文是介紹雷射導引無人搬運車之原理，與其應用在工廠、倉庫等空間自動化之情形，及如何控制和有效的管理，以讓該空間可發揮最大之經濟效益。

關鍵字:雷射掃瞄器，編碼器，反光片，光學式，電感式，防撞感測器，行車電腦，GPS，LGV，AGV，WGL，ENCODER。

1. 前言

無人搬運車(AGV, Automated Guided Vehicle)從 1960 年代發展迄今已有 40 多年的歷史，在科技的蓬勃發展與電腦速度的快速提昇下，無人搬運車的技術也日趨成熟。AGV 的使用目前以歐美國家較為廣泛，國內則因工資的上揚、勞工普遍不足以及工廠自動化程度的提昇等因素，需求也有日益增加的趨勢。無人搬運車穩定、錯誤率低、管理成本也低，經過適當的設計與運用可以大幅度的降低產品生產成本，尤其以現階段的技術而言，無人搬運車可完全依照顧客的需求而設計進而完成所有複雜的作業流程。但相對的，昂貴的設備投資成本以及系統不易變更、擴充等問題則是顧客必須承擔的風險。

第一套雷射導引無人運搬車系統，已於 1992 年初在新加坡架設完成，新系統物流公司並於 1996 年正式引進瑞典 NDC 公司與 BT 公司合作生產之雷射導引無人運搬車。經過六年來的精進與改良，雷射導引技術已臻成熟。

2. 無人導航搬運車

AGV: Automated Guided Vehicle

LGV: Laser Guided Vehicle

WGL: Wire Guided Lifter

一般來說，只要是自動行走的車子，通通都稱為 AGV。但對國內的部份自動化業界來說，他們將目前市面上運用最廣的電感式導引配合無線電發報機的無人搬運車定義為 AGV。這種車子可自行運動並自動存取貨物。

現有的無人搬運車的導航設備，可分為以下幾種:光學式導航，電感式導航，雷射式導航，及未來之影像自走式。

2.1. 光學導引式

光學導引式就是將反光片等類似光學,貼在無人搬運車須行走之地面,如(圖 1)無人搬運車就靠著光學導航行走。其缺點是因光學片貼在地面,容易造成磨損會使感測無法正常讀取。車子經過時會造成錯誤,使工作無法進行而造成困擾。目前業界很少採用。通常只有在學術研究上會看得到。

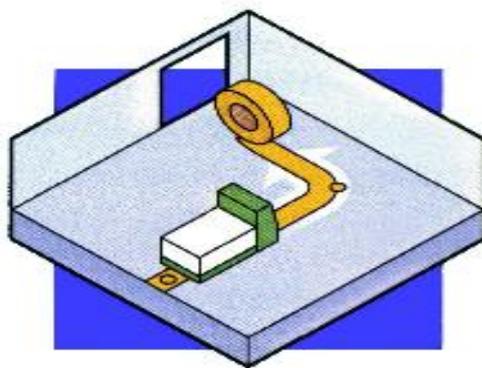


圖 1. 光學導引式

2.2. 線控式導引式

電感式導引無人搬運車是國內目前市面上的主流。施工時先在地面上割一條細縫,然後將導線埋入,再將細縫補起來。由於不同頻率的電流會放射出不同頻率的電磁波,所以透過特殊的設備,系統可以判斷是否到達站台,及確實是那一個站台。但缺點是系統一但架設完成,路徑就非常難再更改,且站台數目不能太多。如(圖 2)當每條導線通以不同的頻率之電流時,就可控制不同的無人搬運車。每台無人搬運車所感應的頻率不一定相同,看工作量所需之車輛數而定,當然頻頻率是可以切換的。

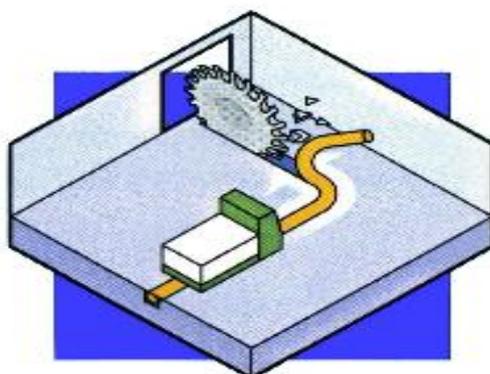


圖 2. 電感導引式

無人搬運車就靠著導線的導引去做相同之工作，而目前普遍採用的就是這種無人搬運車。而這種車子的缺點就是須割地埋線，且當要改變工作形態或路線時，需要停車再割地埋線。要再增加費用及加上停車時所造成的損失，這是美中不足的地方。

2.3. 雷射導引式

雷射導引無人搬運車就是將反光片貼在牆壁，車上的雷射頭掃描這些反光片，靠這些反光片導航。反光片就如同燈塔，LGV 就如同在大海航行的船隻靠其導航。雷射導引無人搬運車其優點是系統擴充容易，不必割地埋線可安裝於潔淨室內。安裝時工廠不必停機，且定位精確。後面再詳述，(圖 3)即為雷射導引式。(LGV)

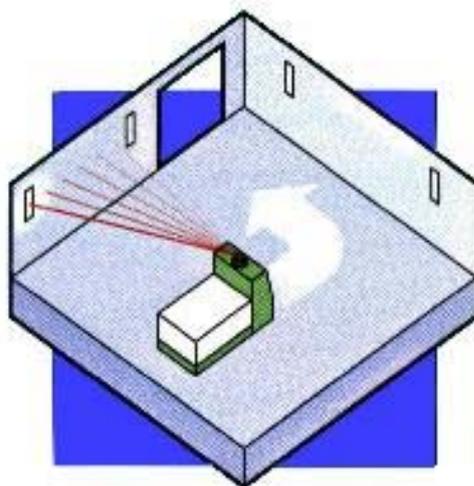


圖 3 雷射導引式

二. 理論

1. 系統基本架構

透過主控制電腦，LGV 可將觸角往上延伸，與所有相容的週邊設備連線。

主控制電腦為一般的個人 PC，作業系統必需是 NT Workstation 或 NT

Server。內插的 PC COM Card 可接 Radio Modem 及 IO 模組 (BIV3)。主控制電腦透過 Radio Modem 與 LGV 相互傳送訊息，透過 IO 模組可操控所有的週邊配合設備：如自動門、電梯、電燈、警鈴...等等。當然，對使用者而言，按下安裝於牆上的按鈕開關來呼叫車子是最便利的，所以主控制電腦亦可透過 IO 模組得知按鈕開關的狀態而執行命令。

下(圖 4)即為雷射導引無人搬運車之系統基本架構，當從工作站下命令給資料庫，通知要搬運之工作。資料庫就連線主控電腦，透過無線傳輸給 LGV 上之行車電腦。LGV 接到命令就開始工作，直到工作完全結束。

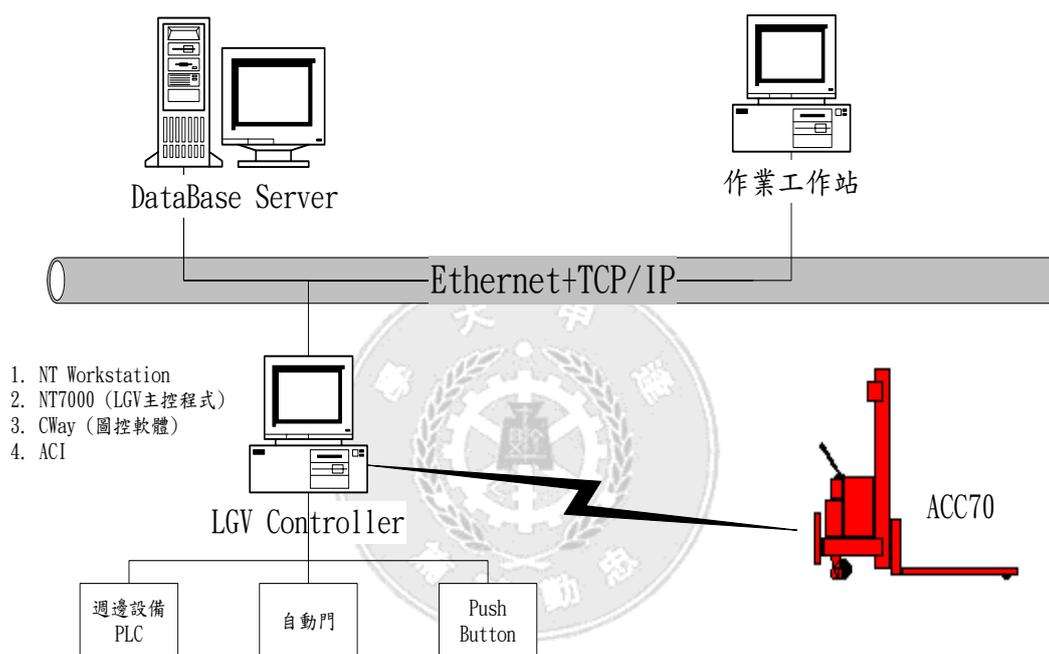


圖 4. 系統基本架構圖

2. 雷射導引的發展

如何降低無人搬運車的設備成本？如何尋求更精確的定位方式？如何讓系統有彈性、可隨意的變換運搬流程以順應瞬息萬變的生產動線？如何讓系統的擴充非常容易，以應付公司日益成長的工作量？這些一直是大家努力設法解決的問題。

傳統的 AGV，無論是光學式導引、電感式導引、磁條式導引...等，均需在表面上裝設固定的軌道供車子定位使用，依此方式導引的搬運車，就如同火車一般，忠實的依循既有的軌道，週而復始的從事運搬工作，一旦有變更路徑的需求，就得大費周章的更動整個系統。雖然它們的定位精度已達一定的水準，但仍然無法徹底解決上述的問題。

雷射導引無人運搬車 (LGV, Laser Guided Vehicle) 就是為了解決這些問題而開始發展。雷射導引的基本概念與飛機、船舶定位所使用的 GPS (地理定位系統) 相似, 均是利用已知座標的參考點 (衛星/反光片) 計算航行器目前的位置。因為 LGV 不需軌道導引, 所以在使用上非常的具有彈性。

3. 雷射導引|基本原理

雷射導引的定位方式區分為兩種不同模式—靜止時初始位置的計算及航行時連續位置的校正。一般來說, 反光片的安裝以 LGV 在路徑上的任何一點均可看到至少 3 片反光片為原則。

3.1 靜止時初始位置計算

此一計算係以雷射掃瞄器偵測所有相鄰反光片的夾角, 再利用反光片的已知位置及這些夾角, 透過三角幾何算出車子的正確位置。由於反光片不像衛星能主動報告自己的座標, 所以當所有夾角被蒐集到後, 行車電腦必須主動判斷被偵測到的反光片是屬於那些位置, 因此反光片在安裝時不能幾何對稱。此計算模式只發生在下述兩種狀況:

- 1.LGV 剛剛啓動並且要以自動或半自動模式加入系統時
- 2.LGV 在航行過程中遺失位置, 必須重新計算位置時

初始化 LGV 起動後, 雷射掃瞄器即偵測反光片的相關角度, 並將所得的數據送到行車電腦計算車子的精確位置, 如(圖 5)所示。

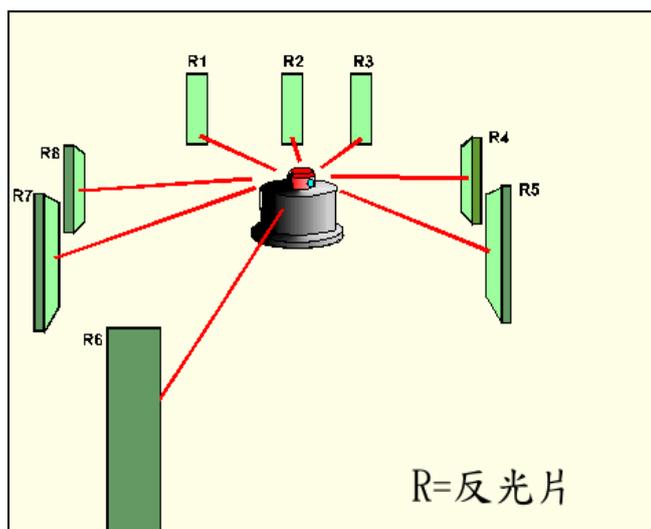


圖 5. 初始位置計算

3.2 航行時連續位置計算

航行計算 車子移動時，行車電腦利用馬達編碼器及前次取樣時車子的位置推估 50ms 後應該的位置，並利用此一位置推算反光片的預估相關角度。如(圖 6)所示

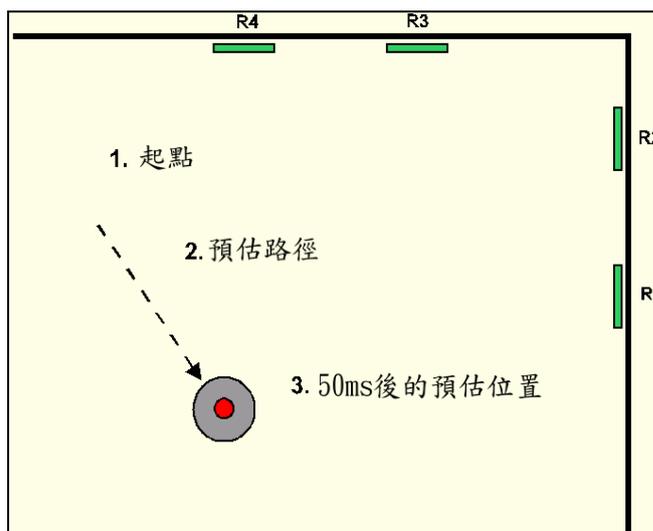


圖 6. 航行位置計算

4 量測

在此過程中雷射掃瞄器器已實際掃過 108 度角，並量取此一角度內所有反光片的實際相關角度。如(圖 7)所示。

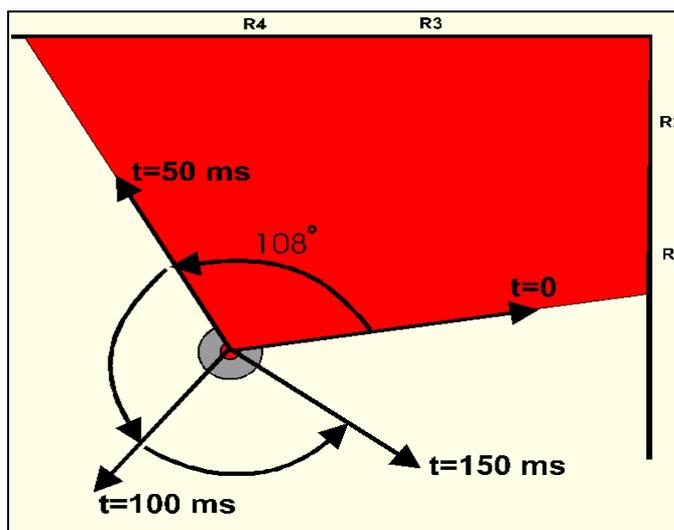


圖 7. 量測圖

5 校正

雷射掃瞄器以逆時針的方式旋轉，但補償校正的過程則是以順時針的方式進行。如(圖 8)所示，掃瞄器在此一取樣時間內依序共讀取 R1~R4 四片反光片的量測座標。進行校正程序時，行車電腦先比較 R4 的量測座標與實際座標是否相符，如果誤差超過容許的範圍時，我們假設此一數據有誤，反光源可能是來自干擾或其它狀況，因此略過這一個數據。接著再檢測 R3，如果 R3 的量測值與實際值的差值在容許誤差範圍內，我們就以此差值校正車體位置。車體一經校正，此一取樣時間的工作就算結束，也就是說 R2 與 R1 的數據不列入參考。

比較預估與實際的值，藉由此一位置差修正車體實際位置。如(圖 8)所示

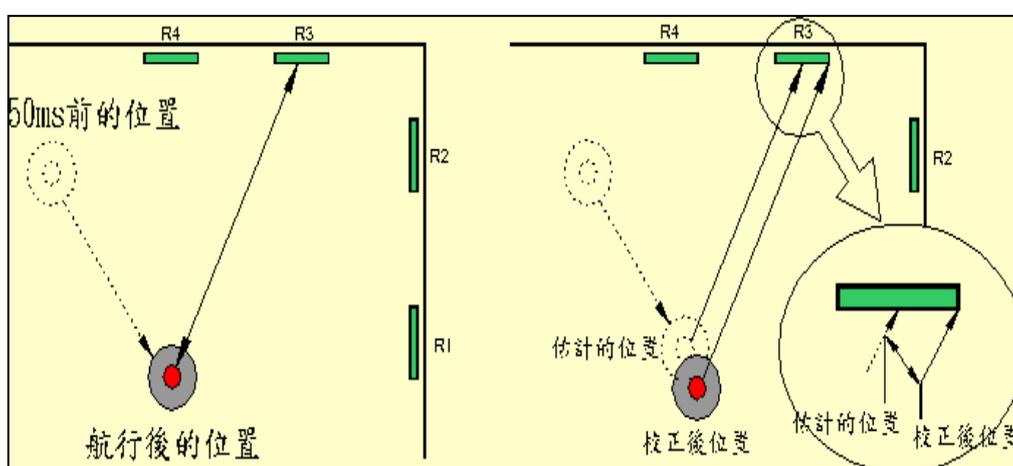


圖 8. 校正圖

4. 雷射導引的衍生功能

(1).自我學習的聰明搬運車，路徑建立很容易。任何人都可以透過 Teach-In 來修改或建立新路徑。只要在學習模式下帶著 LGV 走一趟，LGV 就可以將路徑及搬運動作記起來。並且在自動模式下全自動的重複執行所教導的動作事項。

(2).有直接擴充的功能，流量不夠時直接加車增加流量。每一系統最多可容五十台 LGV。如系統有問題時，可直接切換手動操作，以應付急需。

(3).有自動充電之功能，當電量不足時會自動至充電區充電。且可控制電梯及進出電梯。和控制自動門及配合自動化設備。更可連接資料庫等功能。

(4).可直接應用於傳統料架，高度四點五公尺以下之料架。可當自動倉庫用，取代自動存取機。第一層貨物可置於地面，較傳統存取機節省約七十公分高之空間。

5. 路徑歸劃

LGV 要行走的路徑先在 AutoCad 上歸劃，再下載到 LGV 的控制器內。這樣就可完成整區要行走的路線，非常方便。如路徑要增加或修改，只要在 AutoCad 上加以修改，再重新下載即可。如此可省去傳統無人搬運車修改路徑時，所增加的工程費用及困擾。更可直接在控制面板上做簡單的路徑修改，及做短暫的盲目行駛而不需反光片。

6. 通訊方式

LGV 的通訊方式，其資料庫與主控電腦連線是靠網路線 TCP/IP 架構，而主控電腦與 LGV 是透過無線電傳輸，其無線電頻率在 400~470 MHz。走到哪通到哪，因此無死角。

三、實驗方法

3.1 導航原理說明

絕大部份的無人搬運車都會在馬達（或車輪）上裝設編碼器（Encoder），這個編碼器會記錄馬達（或車輪）旋轉的角度或是行走距離，再透過電腦的運算，我們很容易的就能得到車子的位置、速度及加速度。為什麼我們還需要其他的導航設備呢？

原來編碼器對車子的功能就好像我們閉著眼睛走路默算腳步的方式一樣，時間越長誤差就越大，所以我們需要眼睛來幫忙作校正的工作。所以說 Encoder 所獲得的數據是用來控制，導航設備則用來校正。

那為什麼我們不直接用導航設備來控制並校正呢？因為導航設備獲得數據的速度太慢，無法作為自動控制使用，所以仍需 Encoder 來輔助。

3.2 行走馬達控制圖

行車路徑經由電腦規劃好後，由命令載入行車電腦 ACC70。ACC70 則送出信號給行走馬達驅動控制器，再由馬達上的編碼器計算行走距離

及速度，並送信號回 ACC70 做校正。使行走量和預先設定值相同，一直做相同的動作直到命令結束為止。下(圖 9)即為行走控制圖。

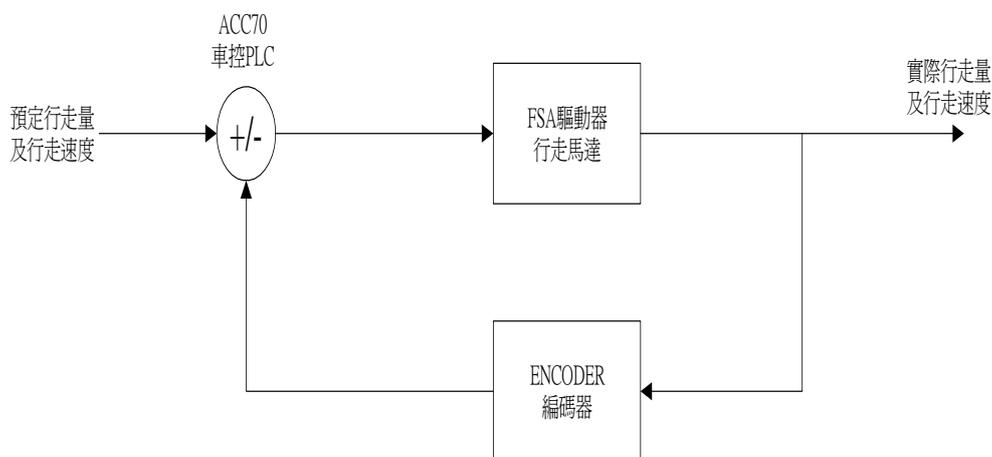


圖 9. 行走控制圖

3.3 轉向馬達控制圖

轉向馬達之控制一樣是先規劃好後，由命令下載到 ACC70 上。當要轉彎時隨時監控轉彎的角度，並同時校正轉彎的角度以符合設定的角度。其轉向控制圖就如(圖 10)。

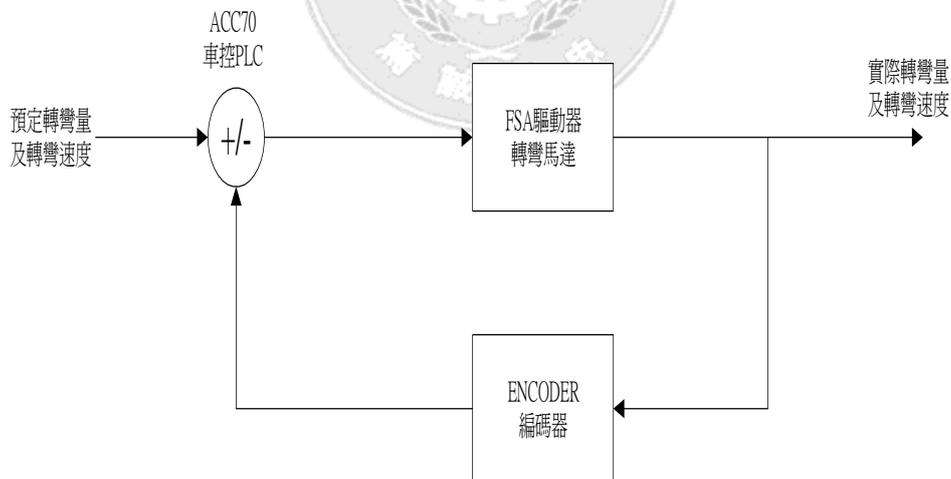


圖 10. 轉向馬達控制圖

3.4 上升馬達控制圖

貨叉上升的高度是由外部事先設定，配合當地環境所需而設定。所以事先設定輸送帶的高度或工作平台的高度，及置貨的高度。當無人搬運車取貨或置貨時，由 ACC70 送出信號給比例控制閥並隨時由貨叉連結的編碼器做校正。因此，當貨叉到達預定的高度時，油壓馬達即停止運轉。當置貨時貨叉降到磁簧開關位置時，即切斷比例控制閥電源。其控

制圖如(圖 11)。

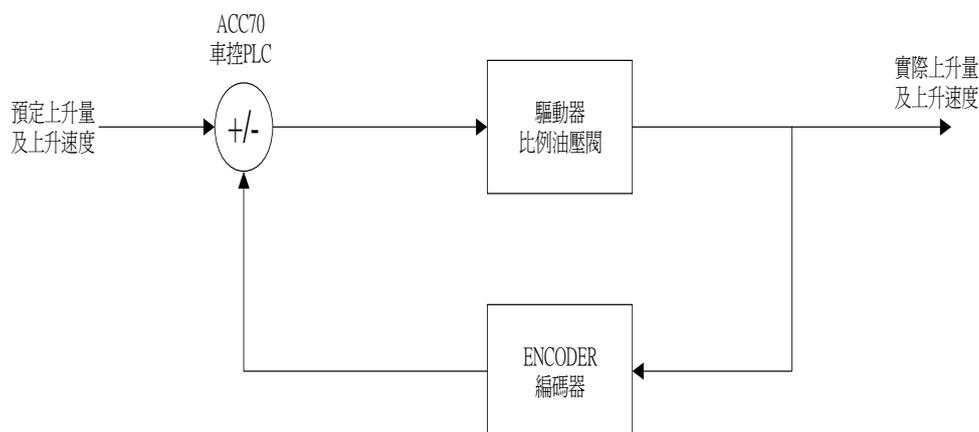


圖 11. 上升馬達控制圖

四、結果

雷射導引是目前成熟技術中最新、最好的導引方式，此一技術的開發就是要徹底解決目前無人搬運車的種種缺點，若純粹比較導引方式，雷射導引具有下列優點：

- 1 對於長距離或大面積的系統而言，安裝費用較低廉
安裝反光片的成本遠小於割地埋線所產生的費用，對於愈大的系統而言省下的安裝費用及時間就愈可觀。
- 2 彈性可調整的作業路徑
LGV 的行走方式就如同依靠 GPS 定位的飛機一樣，若需更改路徑，只需透過軟體重新定義後輸入行車電腦及主控制電腦即可生效,對於生產動線需常更改的場所非常適用。
- 3 系統擴充非常容易
系統內建有安全、可靠的交通管理程式，能有效率的控管所有的運搬流程。一但系統無法負荷日益成長的運輸量，我們只需添購適量的 LGV 加入系統中，即可立即增加處理量。若需擴充運搬範圍，也只須增加反光片並新增或調整作業路徑，即可完成擴充。對中小型企業而言，工廠自動化的初期不必投入太多的資金成本，可先投入少量的 LGV，再依使用後的成效逐漸擴充功能及數量，如此可大大降低投資風險。
- 4 由於不需割地埋線，所以可安裝於潔淨室內
系統在廠的硬體安裝就只有反光片一項，而反光片除了可利用固定架

安裝外，亦可直接張貼，所以安裝時完全無污染。

5 安裝時工廠不須停機

反光片安裝不影響工廠原有的作業，工廠能繼續運作，等系統安裝完後，即可快速升級為無人運搬系統。

6 定位精確

雷射掃瞄器以每秒 20 次的頻率校正 LGV 的位置，再配合馬達編碼器及行車電腦的即時運算，定位精度可控制在 0.5 公分以下。

7 航行速度快

因為雷射掃瞄器定位校正速度快所以無人搬運車行速可加快，目前以 BTLSTV 系列為例，載重 1 噸時最高直行速度可達到 80 米/分。

8 能執行複雜的作業流程

由於 LGV 不須要導線導引，所以再複雜、交叉的運搬動線，LGV 都可以完成。亦可透過主控電腦與所有的周邊設備連線，功能強大又極具彈性。

五、結論心得

雷射導引的科技確確實實為 AGV 帶來技術上的革命。近年來歐美光學式及電感式導引傳統無人搬運車市場已逐漸被雷射導引無人運搬車所取代。因此希望從研究雷射導引和雷射防撞之相關技術，以應用於更多方面之實務的研究。已開發更多的相關產品。

雷射導引無人搬運車改善了過去無人搬運車的缺點，及增加了更多的功能。其安全可靠及可二十四小時全年無休，勢必帶來無人搬運車的革命。雷射導航之無人搬運車在國內還不多見，只有幾家在使用。一般企業主認為不需要花這些經費，而有無人搬運車的企業又不可能升級。又遇上經濟不景氣，但雷射導航是一種趨勢。不久的將來勢必會更普遍，且在講求自動化的時代必會取代傳統的運搬設備。

下圖為無人搬運車之相關零組件。



反光片



行車電腦



雷射導引無人運搬車



雷射掃瞄器



多功能防撞感測器

六、參考資料

- [1] 新系統物流股份有限公司，系統部研發組，楊梅(1999)。
- [2] 瑞典 NDC Netzler & Dahlergn CO.AB(1998)。
- [3] 瑞典 BT.AB(堆高機)(1998)

