

強健性虛擬軌道自駕技術

車輛中心 研究發展處 鍾國珍

近年來，智慧化的運輸方式一直被提出且應用於各大領域中。其中一種虛擬軌道系統應用如低速無人搬運車（Automated Guided Vehicle, AGV）經常性地被應用於物流、自動化貨物搬運等環境；透過偵測地面上的引導裝置，搬運車輛用來修正偏移與進行轉向控制。其中，引導裝置又分為透過光學辨識或磁條等進行引導，其相關優缺點如表 1 所示。

表 1、虛擬軌道引導裝置種類及優缺點

	簡易說明	優點	缺點
磁條軌道	地面鋪設連續性磁條，透過感測磁場訊號獲取車輛與追蹤路徑之間的誤差。	- 軌道訊號可靠 - 不良天候影響小 - 可鋪設於一般道路	- 磁條重壓易破損 - 磁條彎延性差，彎道不易鋪設 - 軌道易吸引磁性物質影響感測 - 車上傳感器需離地5cm以下(AGV應用)
磁釘軌道	磁釘不須連續性鋪設，採固定間隔鋪設，間歇性感測。	- 軌道訊號可靠 - 不良天候影響小 - 可鋪設於一般道路	- 磁釘易吸引磁性物質影響感測 - 車上傳感器需離地10cm以上，傳感器精度要求較高
電磁導航	行駛路徑鋪設感應線圈。	- 軌道訊號可靠 - 不良天候影響小 - 可鋪設於一般道路	- 軌道需額外設備產生線圈磁場 - 成本略高於磁條與磁釘式
雷射導航	行駛路徑上建物鋪設反射板，藉由時間差算出距離位置。	- 無須地面鋪設 - AGV應用相關技術成熟	- 易受外界光線影響，不適合應用於外部複雜道路環境 - 反射板鋪設數量影響成本
視覺導航	利用車上攝影機偵測道路標誌線。	- 攝影機偵測軌道標誌線成本相對低 - 影像辨識技術成熟	視覺導航易受日光與不良天候影響

(資料來源：網路資訊，車輛中心整理)

先前車輛中心(ARTC)已針對車輛使用的虛擬軌道自駕技術進行開發，2023年近一步提出不易受環境遮蔽、光線與不良天候影響之磁性訊號作為信號源，且不需連續設置磁釘的強健性定位控制技術，並持續精進其技術，使磁釘的間距更長，以減少施工及維護之成本。

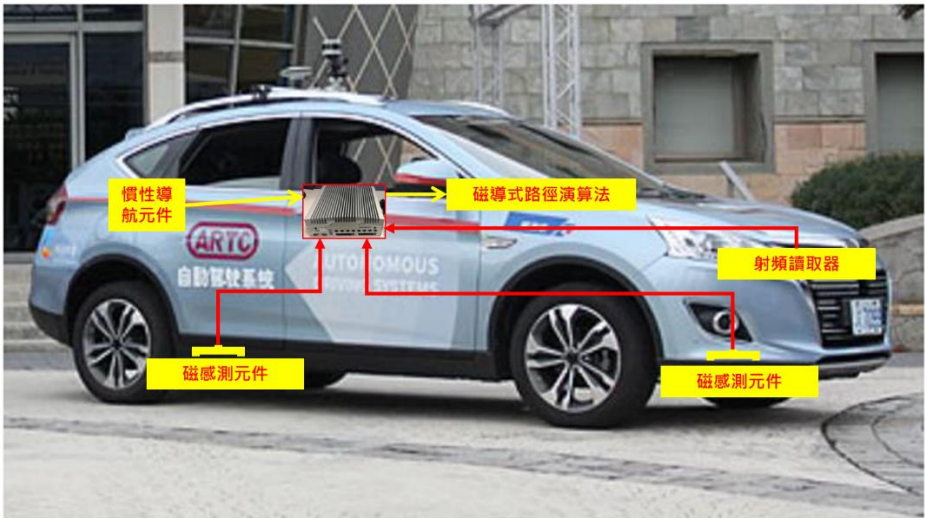


圖 1、實驗車系統架構示意圖

強健性的虛擬軌道自駕技術，可以減少磁釘之間的布置密度，主要來自於車輛中心提出的構想。如圖 1 所示，車輛中心提出除了在基礎的磁導式車輛所需的磁感應元件外，還額外增加了慣性導航元件（IMU）與射頻讀取器（RFID）。這樣可以使自駕車輛在移動過程中，透過射頻讀取器讀取到本車目前的座標與下一個前往目的地的座標；而控制車身方向就依靠車輛身上的慣性導航元件進行相對航向的確認。IMU 可以在得知當下座標與航向角後，只需進行運算即可預測接下來移動的座標。但是，IMU 會受到時間累積的影響造成其預測的準確度下降。因此，我們可以透過射頻讀取器適時地提供 IMU 進行座標與航向的修正，並搭配原有磁感應的側向偏差值進而達到車輛可以持續自駕外，也可以降低磁釘密度，如圖 2 所示。

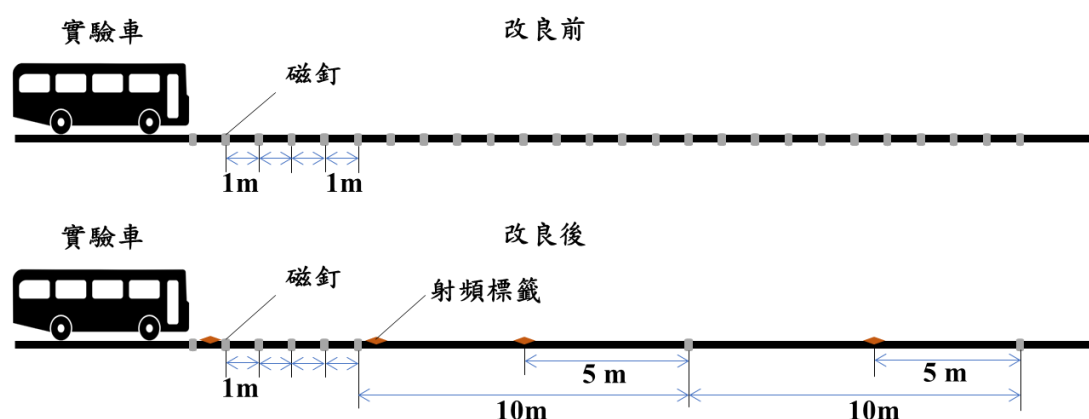


圖 1、虛擬軌道自駕技術改良前後差異



(a) 改良前磁釘密度 1 m/個



(b) 改良後磁釘密度 10 m/個

圖 2、改良後實驗車於廠區內進行測試

實驗車測試

於車輛中心場域內，我們對於提出的改良型虛擬軌道自駕技術進行場內的道路模擬實驗，並希望透過本技術可以達成側向偏移誤差控制於 0.4m 以內。圖 3(b) 所示即為改良後的磁釘密度。我們讓實驗車於中心的道路上進行行駛測試，於直線段每 10m 鋪設 1 個磁釘（彎道部分維持 1m/個），自駕實驗車輛移動軌跡如圖

4 所示，其實驗結果呈現出，自駕車可以依照既定的目標路徑進行移動。在表 2 所示則是依據圖 4 進行車輛行進過程中側向偏移的分析，並且是同一路段下進行多次試驗的紀錄，其結果呈現出我們提出的控制技術可讓自駕車行駛路徑與目標路徑間的誤差平均可維持<0.4m。

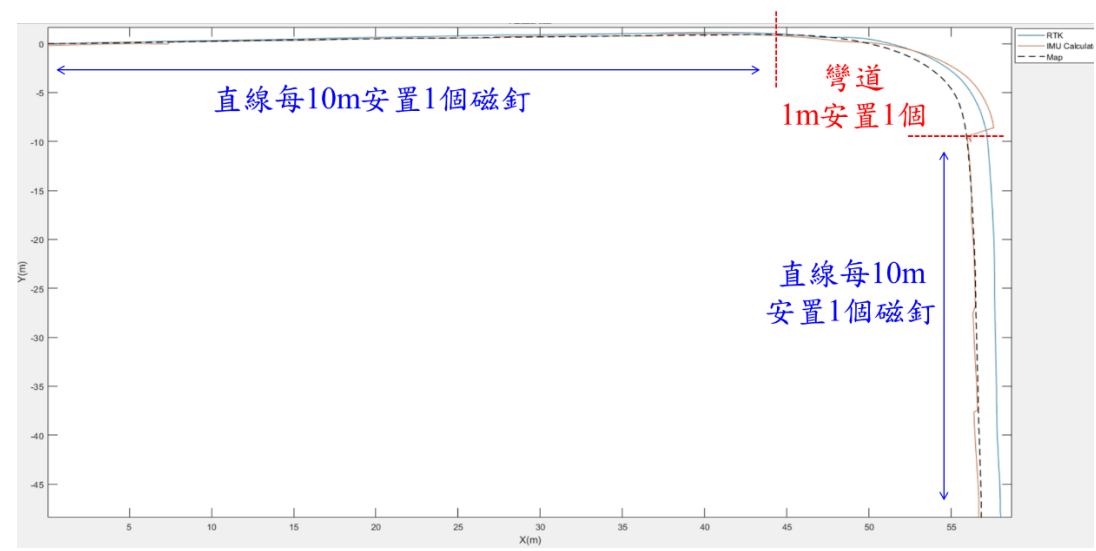


圖 4、虛擬軌道自駕技術移動路徑測試

表 2、實驗車於虛擬軌道上測試結果

	10公尺校正			彎道		10公尺校正				
	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
Test_1	0.25	0.05	0.1	0.08	0.29	0.34	0.11	0.12	0.25	0.1
Test_2	0.19	0.1	0.09	0.08	0.28	0.29	0.1	0.08	0.27	0.14
Test_3	0.02	0.01	0.03	0.02	0.23	0.33	0.1	0.13	0.17	0.27
Test_4	0.04	0.08	0.02	0.01	0.21	0.32	0.09	0.05	0.22	0.11
Test_5	0.05	0.08	0.23	0.15	0.18	0.3	0.05	0.22	0.28	0.12
Avg.	0.11	0.064	0.094	0.068	0.238	0.21	0.09	0.12	0.24	0.148

單位: m

總結

車輛中心所開發的虛擬軌道自駕技術主要是希望可以適用於都會區的自駕交通運輸。目前該技術已有初步雛形，並進行實車的相關測試。該系統的運行可以不受天候影響，且在應用上可依據執行場域的相關資訊進行配置及調整，並透過最新提出的改善方法降低磁釘在直線上的分布密度，配合感測 RFID 設備，使虛擬軌道系統可以無需使用昂貴的高精度定位系統而運行自駕車。後續，車輛中心規劃於場域內建置永久性磁感應虛擬軌道設施，以持續就相關技術進行精進，進一步滿足技術開發與產業試驗需求。