

自主駕駛車之智慧感測技術發展藍圖

Development Roadmap of Intelligent Perception Technology for Autonomous Driving Vehicles

林景昱^{1,2}、藍迪^{1,2}、連豐力^{1,2}

¹ 國立臺灣大學電機工程學系

² 工業技術研究院機械與機電研究所

摘要：近年來各大車廠皆以發展自主駕駛車輛做為主要的技術發展目標之一，在學術界，許多相關研究主題也都是針對自主駕駛的議題蓬勃發展。自主駕駛技術主要可分為四個區塊：環境感測、定位、路徑規劃以及車輛控制。其中的感測系統乃是藉由分析不同感測器的資料，讓自主駕駛車輛本身能夠得知附近的環境概況，以進行後續的定位導航與控制決策。本文將介紹目前感測技術在自主駕駛車輛上的發展，並針對影像、距離感測以及感測融合的應用進行探討。

Abstract : A large number of automotive manufacturers are devoted to the development of autonomous driving vehicles in recent years. Similarly, many researches have also been dedicated to the development of autonomous driving techniques and vehicles. An autonomous driving system typically comprises four main technologies: environment perception, localization, path planning, and motion control. By analyzing the data collected from different onboard sensors, the system has the ability to understand the environment surrounding the host vehicle. In this article, recent development of environment perception technology is discussed. Furthermore, some applications of environment perception based on visual sensors, range/distance sensors, and sensor fusion technologies are also included.

關鍵詞：自主駕駛車、環境感知、感測器融合

Keywords : Autonomous driving vehicle, Environment perception, Sensor fusion

前言

在 2005 年，美國國防高等計畫局 (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) 所舉辦的第二屆 Grand Challenge 挑戰賽上，由來自美國史丹佛大學團隊的 Stanely [1] 成功地以自動駕駛狀態行駛 6 小時 54 分完成長達 229 公里的賽程並奪得冠軍後，無人駕駛領域開始有了爆發性的成長。近年來，各大車廠與許多互聯網公司都已

在真實道路測試並累積超過上百萬公里的里程數據。基於 Janai 等人 [6] 所提出的兩項主要因素，自主駕駛系統尚無法達到全自動駕駛階段：

1. 在複雜且動態的道路環境中，無人駕駛系統需擁有對不可預期事件的實時決策能力，
2. 判斷決策需準確的感知能力，現有的系統容錯率 (Error rate) 低於交通載具的安全標準。

國際自動機工程師學會 (Society of Automotive

Engineers, SAE) 針對無人駕駛車的自動化程度制定以下分級標準 -J3016 [2] 如表 1:

- 等級零：由駕駛者全權控制
- 等級一：特定的功能（縱向或轉向）由車輛自動完成，駕駛人必須監控車輛。
- 等級二：一或多個 ADAS 系統同時處理縱向及轉向功能，駕駛人必須監控車輛。
- 等級三：特定情境下進行自動駕駛，駕駛人須準備接管。
- 等級四：駕駛人不需介入操控 但僅限於特定路面。
- 等級五：不需任何人為駕駛行為。

表 1 SAE-J3016 自動駕駛分級標準

SAE 等級	自動化程度	車輛控制	監控駕駛環境	不同駕駛行為間的接管者
0	無自動化	駕駛人	駕駛人	駕駛人
1	駕駛輔助	駕駛人與系統	駕駛人	駕駛人
2	部分自動化	系統	駕駛人	駕駛人
3	有條件自動化	系統	系統	駕駛人
4	高度自動化	系統	系統	系統
5	全自動化	系統	系統	系統

根據目前的交通安全法規，未配備防鎖死煞車系統 (ABS) 等的等級零車輛是無法通過新車上路的車輛安全檢測基準，等級一與等級二系統大多屬於過去汽車大廠所發展的先進輔助駕駛系統 (Advanced Driver Assistance System, ADAS)，由六個子系統組成，分別為主動式巡控制系統 (ACC)，車道偏離警示系統 (LDW)，盲點偵測系統 (BSD)，前方防撞系統 (FCW)，停車輔助系統 (PA)、夜視系統 (NV)。

無人駕駛最關鍵的技術在於克服等級二到等級三的差異：同時由系統進行駕駛與監控。等級三的系统例如：Audi A8 的 Traffic Jam Pilot 在自動執行特定駕駛行為時，駕駛人不需要監控道路環境，當系統提示駕駛任務結束後再接管車輛即可。等級四是在特定路況下全程由系統駕駛、自動監控並切換不同駕駛任務。目前產業界與學術界正致力發展等級三與四的自動化技術，實現等級五全路況全自動駕駛則是發展自主智慧車的終極目標。

自主智慧車要能自動感知周遭環境如車輛、行人、腳踏車、道路以及車道線等等並做出相對應的智慧決策，無人駕駛的系統大致上可分為圖 1 的架構，分別是感測器輸入、環境感知與決策規劃最後轉換為電子訊號傳送給底層控制系統進行硬體車輛操控。當車輛蒐集來自感測器的原始資料後，經由演算法檢測能夠代表像是道路、車道線、交通號誌、行人與車輛等初階特徵 (Feature)，分別對不同的物體進行辨識與追蹤。同時系統能夠仰賴這些資訊進一步的

自主智慧車要能自動感知周遭環境如車輛、行人、腳踏車、道路以及車道線等等並做出相對應的智慧決策，無人駕駛的系統大致上可分為圖 1 的架構，分別是感測器輸入、環境感知與決策規劃最後轉換為電子訊號傳送給底層控制系統進行硬體車輛操控。當車輛蒐集來自感測器的原始資料後，經由演算法檢測能夠代表像是道路、車道線、交通號誌、行人與車輛等初階特徵 (Feature)，分別對不同的物體進行辨識與追蹤。同時系統能夠仰賴這些資訊進一步的

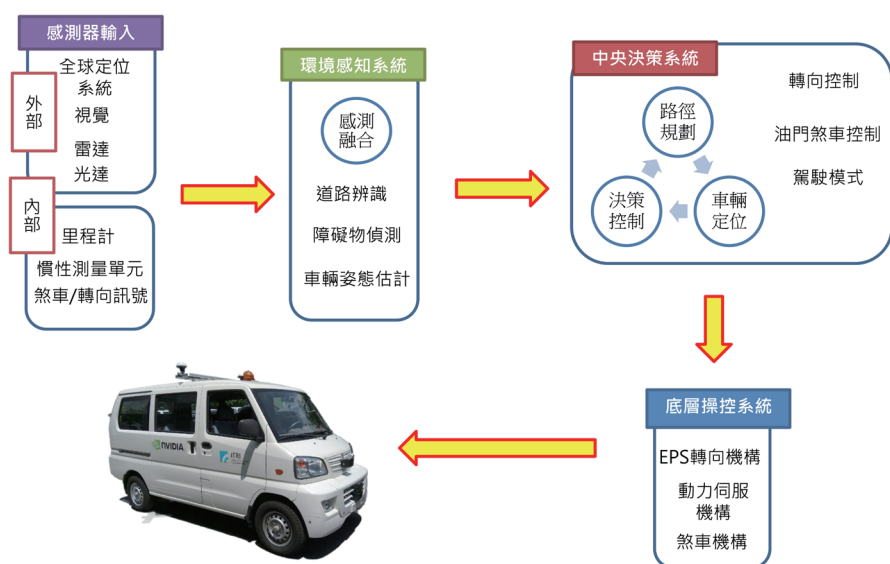


圖 1 自主智慧車系統框架示意圖

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】421期・107年4月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw