

主動車道變換技術，助攻智慧駕駛

研究發展處 鄭守益

功能概述

車道變換系統 (Lane Change System · LCS) 是一項建構在車道跟隨系統 (Lane Following System · LFS) 基礎上的先進駕駛輔助系統，其目的是協助駕駛者在安全的情況下由系統操控方向盤進行車道變換程序。這項技術不僅能減少駕駛者的負擔，並能大幅提升行車安全性。車輛上透過搭載雷達、攝影機和超音波等感測器，經由感知融合技術提供即時的車道線、車輛或障礙物資訊，系統透過駕駛手動或自動撥動方向燈撥桿後，再由車道變換系統決策及執行車輛車道變換操控，完成後再以車道跟隨系統持續讓車輛於車道線內穩定行駛。本文將介紹主動車道變換技術規範要求及車輛中心之研發成果。

規範要求

車道變換系統的設計與驗證須符合兩項重要國際規範: ISO 21202 (Partially Automated Lane Change Systems · PALS) 與歐盟 UN R79 ACSF (United Nations Regulation No. 79 Automatically Commanded Steering Function) C 型：

- ISO 21202 係國際組織對部分自動變換車道系統開發提供了技術通用性框架，以讓全球車輛製造商與測試機構有所依循；
- UN R79 ACSF 為歐盟針對自動轉向功能的技術規範，確保了車輛在執行自動車道變換時的安全性與穩定性；

綜整 ISO 21202 與歐盟 UN R79 ACSF C 型規範對於感測器偵測規格、系統做動時間、側向加速度與側向急跳度 (Jerk) 等要求如下表 1，車道變換功能試驗基準程序如下圖 1 所示，其中以系統做動時間與側向加速度要求有明顯差異，系統做動時間要求以 M1 與 N1 類型的車輛進行車道變換其時間需於 10 秒內完成，而 M2、M3、N2 與 N3 類型的車輛則需於 15 秒內完成，側向加速度限制值則以 UN R79 ACSF C 型規範要求相對較嚴苛。

表 1、綜整 ISO 21202 與 UN R79 ACSF C 規格要求

規範	感測器規格	系統做動時間(@M1、N1)	側向加速度	側向急跳度
R79 ACSF C	側後方至少55m (@Vhost 85kph)	1. 方向燈做動1s後開始側向移動 2. 3s內不可離開本車道	$\leq 1 \text{ m/s}^2$	$\leq 5 \text{ m/s}^3$
ISO 21202	無規範 (Vhost 72~108kph)	3. 10s內完成車道變換	$\leq 4 \text{ m/s}^2$	

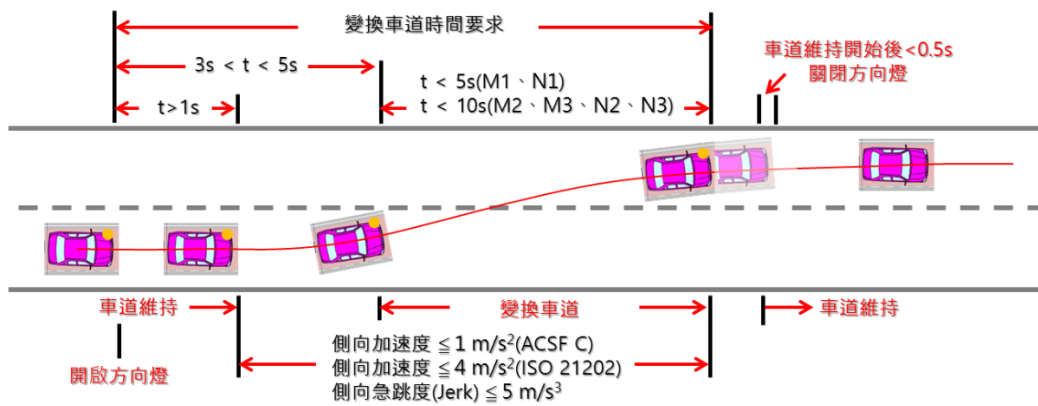


圖 1、車道變換功能試驗基準要求

此外，ISO 21202 又細分為 PALS I 型與 PALS II 型兩種：PALS I 型需由駕駛評估前方道路環境是否安全，系統則評估側方及側後方環境，當駕駛者確定安全時，撥動方向燈撥桿啟動變道功能後由系統控制方向盤完成車道變換操控。另一方面，PALS II 型則為系統評估前後方車輛的安全情況，並根據駕駛者的變道命令自動尋找時機完成車道變換操控。

硬體配置與實車測試

車輛中心依國際標準 ISO 21202 PALS II 型與 UN R79 開發主動車道變換系統，根據前方車輛行駛狀態，提供駕駛者車道變換建議。當駕駛透過回饋確認後，系統便會啟動主動車道變換程序，自動完成車輛切換至目標相鄰車道的操作。

圖 2 為車輛的硬體配置圖，車輛配備國產 77GHz 毫米波雷達、攝影機與 77GHz 角雷達，負責偵測前方車輛、車道線與鄰車道車輛等道路資訊。接著，硬體運算平台會執行車道變換控制演算法，將感測偵測資訊進行感知融合，全面分析道路環境後，作出是否進行車道變換的決策。

為確保系統穩定及安全性，車輛中心參考 ISO 21202 要求，於試車場的高速直線路段實車驗證，測試條件模擬了兩種情境：

- 本車時速設定為 75 公里，本車道前方慢車以時速 65 公里行駛。
- 本車時速設定為 85 公里，本車道前方慢車以時速 75 公里行駛。

在測試中，當系統偵測到前方慢車時，會提醒駕駛者可車道變換的建議。經由駕駛者回饋系統後完成主動車道變換程序，並進一步啟動車道跟隨功能，讓車輛持續於車道內穩定行駛。表 2 為兩種情境各進行 5 次之測試結果，數據顯示系統在車道變換過程中的做動時間 (≤ 9 秒)、側向加速度 ($\leq 1.15 \text{ m/s}^2$) 與側向急跳度 ($\leq 1.13 \text{ m/s}^3$)，均符合 ISO 21202 之規範要求。

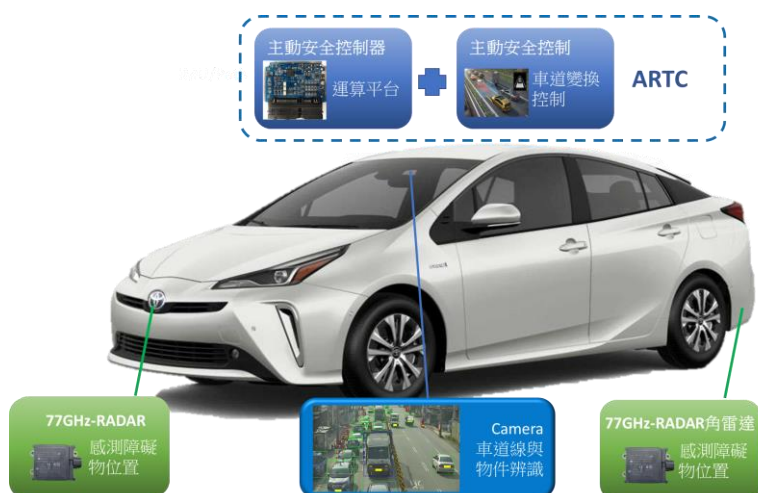


圖 2、測試車輛硬體配置

表 2、實車驗證數據

本車車速 (kph)	前車車速 (kph)	測試編號	系統做動時間(sec) 規範 < 10	側向加速度(m/s²) 規範 ≤ 4	側向急跳度(m/s³) 規範 ≤ 5
75	65	1	7.0	[-0.75 1.15]	[-0.72 1.13]
		2	7.9	[-0.93 0.93]	[-0.80 -0.88]
		3	9.0	[-0.68 0.86]	[-0.66 0.77]
		4	8.2	[-0.79 0.75]	[-0.72 0.65]
		5	8.0	[-0.75 1.04]	[-0.70 0.89]
85	75	1	7.9	[-0.32 0.93]	[-0.34 0.81]
		2	7.9	[-0.86 1.15]	[-0.64 0.93]
		3	7.6	[-0.47 1.08]	[-0.39 0.79]
		4	7.1	[-0.61 1.11]	[-0.52 0.93]
		5	7.7	[-0.79 1.15]	[-0.49 0.86]

結論

車道變換系統包含了感知融合、控制演算法與底盤控制等相關技術，是現代車輛駕駛輔助不可或缺的系統，隨著國際法規與標準不斷完善及技術成熟下，提供駕駛者安全性與可靠性的駕駛輔助功能。車輛中心依照 ISO 21202 與 UN R79 ACSF C 型標準，成功開發出符合國際規範的國產車道變換技術，並在測試中證明其穩定性與高效性。隨著技術的進一步發展，該系統將在更多車型中得到應用，為道路安全與駕駛輔助提供更強保障。