

交通情境模擬對自駕車發展的助力和挑戰

Benefits and Challenges of Traffic Scenario Simulation for Self-Driving Car Development

胡振輝^{1*}、吳柏富²

¹ 工研院機械所 智慧車輛技術組 自動駕駛技術部 研究員

² 工研院機械所 智慧車輛技術組 自動駕駛技術部 副研究員

摘要：自駕車的開發目前正如火如荼地進行，已有許多公司大量開發測試 Level 4 以上的自駕車功能。自駕車必須針對各種不同的交通路況自行決策並且安全行駛，如何驗證日益複雜的自駕車功能是一大難題。決策控制模組是其中確保安全的關鍵。交通情境模擬可以在自駕車正式路測前針對各種可能的交通狀況驗證自駕車的決策控制。如何建立一個平台能夠彈性且貼近真實地模擬多樣多變的交通情境是一大挑戰。針對台灣汽機車、自行車及行人高度混流的交通型態加上許多狹窄巷弄的複雜路況，我們提出情境模擬測試框架，是一種省時、經濟且安全的方法，可以進一步保障自駕車和其它用路人。

Abstract : The autonomous driving vehicle is being developed rapidly and widely. In recent years, a number of companies are developing and testing self-driving features above Level-4 autonomous driving capabilities. Autonomous vehicles have to drive safely with decision-making under varying traffic conditions. How to verify the increasingly complicated self-driving functions is a critical problem. In particular, the decision-making and control modules are of the most important modules to ensure safety. Traffic scenario simulation can be used to verify the decision-making and control module under various traffic situations before road tests and deployments. Establishing a simulation platform that could flexibly and closely simulate diverse and changing traffic situations is a challenge. Aiming at highly mixed traffic conditions, evolving cars, motorcycles, bicycles, and pedestrians, and complex traffic situations on the narrow roads in Taiwan, we propose a scenario simulation test that offers a time-saving, economical, and safe approach to evaluate the performance of autonomous vehicle systems.

關鍵詞：交通情境模擬、系統功能測試驗證、功能安全、自動駕駛、自駕車、決策控制

Keywords : Traffic scenario simulation, System and function validation, Functional safety, Autonomous driving, Self-driving car, Decision making and control

前言

擁有許多駕駛經驗的您或許也曾有過類似的想像：在駕駛途中，只要輕觸一個按鈕切換到自動駕駛模式，您的手即可鬆開方向盤，腳也不必踩在油門或剎車踏板上，可是車子依然安全穩定地行駛在前往目的地的路線上。解除駕駛任務的您可以放心地休息、閱讀或辦公，並且非常有信心地相信這輛自駕車會安全地把您送到目的地。這個情境對目前的自駕車技術而言不再是個遙不

可及的想像，而是個指日可待的日常。但是我們對於自駕車的信心從何而來？如何證明自駕車系統的安全性和可靠性？

交通情境模擬的必要性

安全第一是擁有百年工藝的汽車相關產業遵行不悖的信念，但自動駕駛的終極目標是把人類從駕駛任務中解放，這也代表著我們一直依賴的最後一道防線 - 人類的感知決策 - 不再存在。即便

我們會受到各種生理心理的影響而讓我們的駕駛安全性略受影響，現今的人工智慧和自動化技術仍然無法說服大眾完全取代人類駕駛。安全的駕駛包含環境的認知、人車之間的動態預測和行車互動溝通，這些人類習以為常的模式，將由自駕車的決策控制模組取而代之，但是目前並沒有任何數學模型足以完整描述人類的駕駛行為，這也是為什麼目前的自駕車測試都需要安全駕駛。為了有效地解決自駕車安全性驗證問題，建構完整的虛擬測試環境便成為一個可行的替代方案。

任何先進駕駛輔助系統 (ADAS) 都必須通過嚴格的測試程序以保障人身安全，但是純粹的實際車輛測試必須耗費大量的人力、金錢和時間成本。真實生活中的交通情境千變萬化，必須考量各種複雜的因素，包含道路基礎設施、不同的駕駛行為以及特定國家和地區的交通規則等，列舉所有可能的情境實際進行車測幾乎不可行 [1]。此外，部份危急交通情境 (Critical Scenarios)，比如路口遇到突然衝出的行人或是闖紅燈的高速行駛車輛等，不僅無法保證測試人員的人身安全，若車輛操作略有失誤，也容易造成測試設備及車輛損壞；每次的重覆測試皆需耗時費力的配置，相關測試資料收集的效率不張。因此，一個擬真且具有操作彈性和多樣交通情境的模擬環境便成為測試自駕車的重要平台。

交通情境模擬可以以更低的成本更短的時間實現更高覆蓋率 (Scenario Coverage) 的測試，更可進一步篩選需要真實車測的交通情境。交通情境模擬測試主要的成本是在初期的軟體建制開發，軟體一旦完成，後續重覆測試的成本和真實車測的成本相比幾乎為零，相關測試情境參數的調整也非常彈性。以軟體開發的角度而言，情境模擬提供完整系統狀態的觀察者模型 (Observer Model)，程式設計師可以了解系統過去和未來每一個時間點 (Time Step) 的狀態演變 [13]，在不涉及隨機程序的模擬中，特定情境可以完全相同的狀態重覆出現 (Reproducible)，更是提供工程師一個理想的開發環境。情境模擬驗證也是自駕車軟體回歸測

試 (Regression Testing) 不可或缺的一環，在軟體開發的過程中，程式碼不斷地快速迭代增加新功能，在實際路測前，情境模擬驗證可快速地確認新增加的程式碼會不會引入新的問題 (Side Effects) 影響既有功能，安全駕駛可針對模擬測試結果進一步制定路測項目，除了增加測試效率更能進一步保障人車安全。

交通情境模擬的系統框架

1. V 模型概念下建模與開發方向

交通情境模擬的實現必須能夠架構系統化、組織化且嚴謹對待，以功能安全管理和失效危害分析的角度為出發點，我們導入 V 模型 (V-Model) [9] 的概念進行軟體環境的組織與實現。V 模型在早期就已經被車輛產業視為開發的重要流程，而近十年以 V 模型為基礎的建議開發框架與流程，如業界提倡的 ISO-26262 [10] 準則，更廣泛使用在一般車和自駕車驗證，其框架非常龐大與縝密，在量產過程中提供軟硬體在跨系統間的交互驗證方法，並因應系統需求與應用週期產出解決方案，筆者將取其核心概念來實現交通情境模擬。

在 V 模型的概念下，設計程序可分為以下三點，如圖 1 左半部所示，第一，深入了解使用者需求與需求應用的領域及規範 (Concept of Operations)；第二，設計系統需求與組織架構 (Requirements and Architecture)；第三，進行單位模組設計 (Detailed Design)。接著圖 1 右半部為功能實現與驗證流程，也可分為以下三點，第一，模組整合與驗證 (Integration, Test and Verification)；第二，系統驗證 (System Verification and Validation)；第三，應用需求驗證與維護 (Operation and Maintenance)。以自駕車交通情境模擬為例，我們要思考使用者於該模擬環境下的需求與目的，對自駕車來說需求就像是給定一個闖關遊戲，闖關過程中會有各種設計過的難題與任務，而自駕車本身就是玩家，在遊戲內因應不同的人事物與環境關卡執行任務破關，且破關的過

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | • 445 期 • 109 年 4 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 [繳款收執](#) 或 [信用卡刷卡單](#) 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

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

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

- A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)
- C** 工具機叢書任一本
- D** 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D