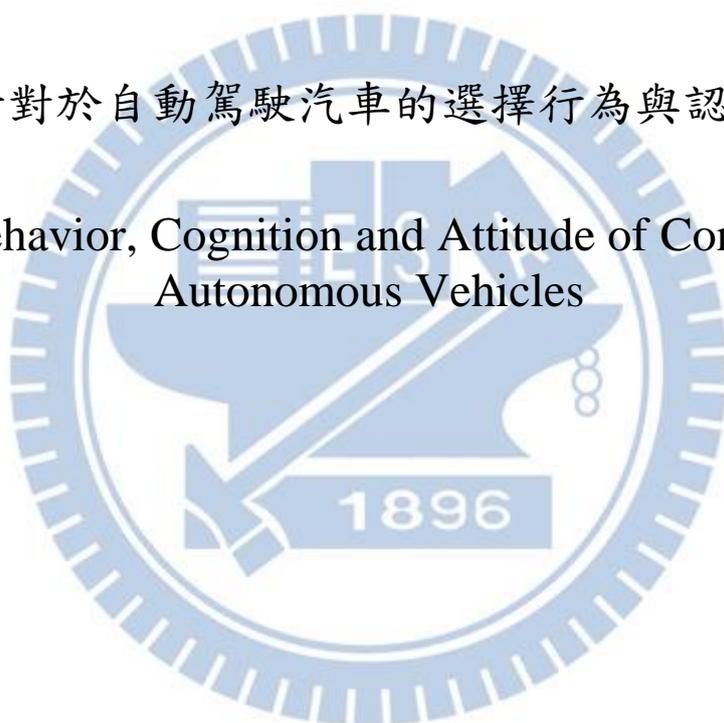


國立交通大學
運輸與物流管理學系

碩士論文

消費者對於自動駕駛汽車的選擇行為與認知態度

Choice Behavior, Cognition and Attitude of Consumers on
Autonomous Vehicles



研究生：涂詠然

指導教授：馮正民 教授

中華民國一〇八年七月

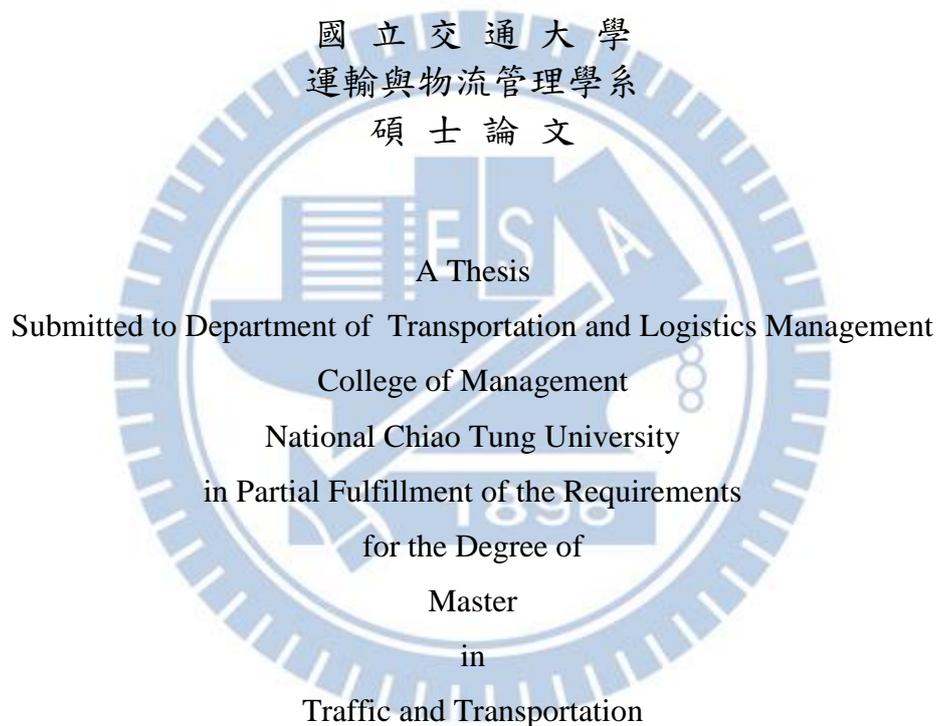
消費者對於自動駕駛汽車的選擇行為與認知態度
Choice Behavior, Cognition and Attitude of Consumers on
Autonomous Vehicles

研究生：涂詠然

Student：Yung-Jan Tu

指導教授：馮正民

Advisor：Cheng-Min Feng



July 2019

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇八年七月

消費者對於自動駕駛汽車的選擇行為與認知態度

學生: 涂詠然

指導教授: 馮正民 教授

國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班

摘要

近年來隨著科技的進步，自駕車成為了人工智慧在交通領域中最大的應用場景。根據國際汽車工程師學會分類，自駕車等級分為Level 0至Level 5，而我們現正逐漸由輔助駕駛階段進入Level 3自動駕駛階段，Level 3將會成為自駕車發展下一個重要目標。另外，自駕車是屬於新科技的創新應用，創新擴散理論強調創新產品的擴散是有階段性的，依據採用產品的時間先後分為創新者、早期採用者、早期大眾、晚期大眾及落後者。而Moore (2006) 提出介於早期採用者與早期大眾間有一條看不見的界線，稱之為「創新鴻溝」，說明當創新產品能夠突破創新鴻溝使得早期大眾採用，那麼該項產品的擴張就容易成功。

有鑑於此，本研究透過問卷調查了解「創新鴻溝」兩側族群對於Level 3自駕車的認知程度與態度，並且分析消費者對於自駕車的購買選擇行為。在認知與態度方面，早期市場的族群對於自駕車接受度較高，而主流市場的族群則有較多的疑慮。購車選擇行為方面，由解釋能力較佳的混合羅吉特模式校估結果來看，購買價格、行駛成本及安全性是影響購買選擇行為的重要因素，且購買價格以及行駛成本存在著較大的個體間差異。另外，敏感度分析結果顯示，主流市場消費者的敏感度較高，受到屬性變動的影響較大，因此想突破創新鴻溝的界線，降低價格以及提升安全性能有效提升自動駕駛汽車的市占率，可以提供業者及政府交通單位相關管理政策制定之參考。

關鍵詞: 自動駕駛汽車、創新鴻溝、羅吉特模式

Choice Behavior, Cognition and Attitude of Consumers on Autonomous Vehicles

Student : Yung-Jan Tu

Advisor : Dr. Cheng-Min Feng

Department of Transportation and Logistics Management
National Chiao Tung University

Abstract

With the advancement of technology, self-driving has become the largest application scene of AI in the transportation field. According to SAE, autonomous vehicles (AV) is divided into Level 0 to Level 5, and now we are gradually entering the Level 3 self-driving stage from the assisted driving stage. Level 3 will become the next critical goal of AV development. AV is an innovative application of new technology, the innovation diffusion theory emphasizes that the diffusion of innovative products is staged. According to the time of product adoption, consumers is divided into innovators, early adopters, early majority, late majority and laggards. Moore (2006) pointed out that there is an invisible boundary between early adopters and early majority, called the “Chasm”, indicating that when innovative products can break through the chasm and enable early majority to adopt, then the diffusion of the product become easier to succeed.

This study uses questionnaires to understand the cognition and attitude of the two groups on the two sides of the “chasm” for Level 3 AV, and analyzes consumers' purchasing behaviors for AV. In terms of cognition and attitude, early market consumers have higher acceptance of AV, while mainstream market have more doubts. In terms of car choice behavior, the mixed logit model indicates that purchase price, driving cost and safety are important factors, and the purchase price and driving cost have larger individual heterogeneity. In addition, the sensitivity analysis results show that consumers in the mainstream market are highly sensitive and subject to changes in attributes. Therefore, lower prices and improve safety performance, effectively increasing the market share of AV. Relevant conclusions of the study could provide suggestions for operators and government.

Keywords: Autonomous Vehicles, Chasm, Logit Model

誌謝

在論文完成之際，兩年的碩士生涯也即將到了尾聲。碩士論文能夠順利的完成，首先要特別感謝我的指導教授馮正民教授，在老師的課堂中學習到了許多專業知識，老師也時常會給予我們人生觀念上的方向指引，在論文上面老師更是給予了我們最大的發揮空間，謝謝老師這兩年來的指導與照顧。同時也要特別感謝黃昱凱教授對於論文上面的指導，老師時常在我感到疑惑與徬徨時給予我明確的方向，在論文上遇到困難時總是能夠全力地提供協助，謝謝老師讓我在論文研究上更加地順利。謝謝邱裕鈞教授、陳穆臻教授、鍾易詩教授以及盧宗成教授，在論文研討時總是能夠針對論文中的問題提供專業的建議。謝謝口試委員東吳大學的賈凱傑教授，在口試時對於研究結果及論文撰寫格式上給予最寶貴的意見。謝謝系辦的柳姐與何姐總是細心地回答我們所有問題，協助我們處理學校的大小事。另外特別感謝游思遠學長在研究模型上給予了很大的幫助，在我遇到問題時總是能夠提供實質的建議，讓我能夠順利的完成論文。謝謝這兩年一起度過碩士生活的同學們，有了你們的關心與陪伴，讓研究所生活更加充實。最後，感謝我的家人與朋友們，總是給予我最大的支持與鼓勵，讓我得以順利的完成學業，你們都是我此生最重要的人，特別將此成果與你們分享，特別將此獻給阿嬤。

涂詠然 謹誌於

國立交通大學運輸與物流管理研究所

中華民國一〇八年七月

目錄

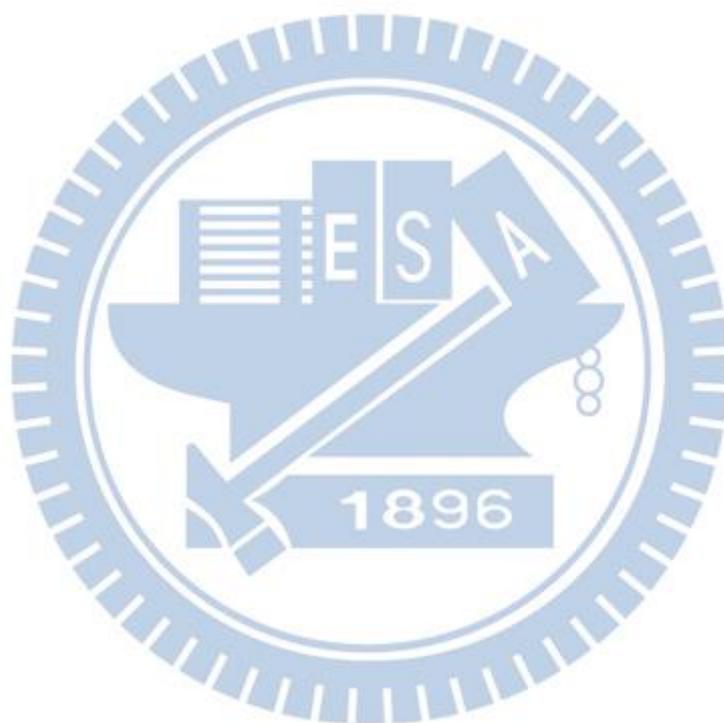
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	6
1.3 研究對象.....	6
1.4 研究流程.....	7
第二章 文獻回顧.....	8
2.1 自動駕駛汽車發展現況.....	8
2.2 自動駕駛汽車相關文獻.....	12
2.3 個體選擇模式相關文獻.....	18
2.4 小結.....	21
第三章 研究方法.....	22
3.1 研究架構.....	22
3.2 個體選擇行為模式.....	23
3.2.1 多項羅吉特模式.....	24
3.2.2 混合羅吉特模式.....	25
3.2.3 模式配適與檢定.....	26

3.2.4 市占率與彈性分析.....	27
第四章 問卷設計與資料蒐集分析.....	28
4.1 問卷設計與內容.....	28
4.2 資料蒐集與分析.....	30
4.2.1 基本統計分析與檢定.....	30
4.2.2 驗證性因素分析與信效度分析.....	33
第五章 實證研究分析.....	38
5.1 認知與態度構面交叉分析.....	38
5.2 個體選擇模式.....	41
5.2.1 變數說明.....	41
5.2.2 二項羅吉特模式.....	43
5.2.3 混合羅吉特模式.....	45
5.3 總體彈性分析.....	47
5.4 敏感度分析.....	50
5.5 討論.....	52
第六章 結論與建議.....	53
6.1 結論.....	53
6.2 建議.....	55
參考文獻.....	56
附錄：正式問卷.....	61

表目錄

表1-1 SAE自駕車分級表.....	2
表2-1 自動駕駛汽車市占率預測相關文獻整理.....	18
表2-2 自動駕駛汽車之選擇行為相關文獻整理.....	21
表2-3 自動駕駛汽車之認知與態度相關文獻整理.....	21
表4-1 正式問卷之方案屬性水準值設計說明.....	29
表4-2 樣本結構統計表.....	31
表4-3 「購買情境」與「選擇方案」卡方統計結果.....	32
表4-4 「購買情境」與「創新階段」卡方統計結果.....	32
表4-5 「有用性」之信度與效度分析結果.....	34
表4-6 「易用性」之信度與效度分析結果.....	34
表4-7 「社會規範」之信度與效度分析結果.....	35
表4-8 「安全」之信度與效度分析結果.....	35
表4-9 「風險」之信度與效度分析結果.....	36
表4-10 「價值」之信度與效度分析結果.....	36
表4-11 「態度」之信度與效度分析結果.....	37
表5-1 「有用性」與「創新階段」之卡方分析結果.....	38
表5-2 「易用性」與「創新階段」之卡方分析結果.....	39
表5-3 「社會規範」與「創新階段」之卡方分析結果.....	39
表5-4 「安全」與「創新階段」之卡方分析結果.....	40
表5-5 「態度」與「創新階段」之卡方分析結果.....	40
表5-6 二項羅吉特模式推估結果.....	44
表5-7 混合羅吉特模式推估結果.....	46
表5-8 購買自駕車選擇模式之概似比檢定結果.....	47

表5-9 不分族群之彈性計算結果.....	48
表5-10 早期市場之彈性計算結果.....	49
表5-11 主流市場之彈性計算結果.....	49
表5-12 不同情境下市占率變化結果.....	51



圖目錄

圖 1-1 創新擴散理論創新採用族群分布圖.....	4
圖 1-2 研究流程圖.....	7
圖 2-1 不同階段各種類型的自駕車.....	9
圖3-1 研究架構圖.....	22
圖3-2 二項羅吉特模式示意圖.....	24



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在1956年的夏天，人工智慧（Artificial Intelligence, AI）一詞在達特茅斯會議中被正式的提出。人工智慧泛指能夠像人類一樣理性思考與行動的系統，因此跟電腦最大的不同之處在於人工智慧不只會執行特定指令，更會根據所遇到的狀況做出最佳選擇（Russell and Norvig, 1995）。在人工智慧的發展史中，經過了幾次的「高峰」與「低谷」，第一次人工智慧熱潮是運用電腦針對問題做「推論與探索」，但當時的技術遇到較為複雜的問題時，人工智慧很明顯就是無法解決，因此人工智慧研究在1970年便進入第一次寒冬。第二次人工智慧熱潮出現在1980年代，這次的重點是專家系統（expert system），但僅用記述與管理知識並無法達到大眾對人工智慧的期待，因此又再次進入寒冬。直到近幾年，拜網路發達之賜以及物聯網的發展，各式裝置與服務都能互相連結，再加上雲端技術成熟以及類神經網路等深度學習技術的改進，進而使各項產業的資料變得容易蒐集，大數據儼然成為了人工智慧的重要轉機。因此在六十年後的今天，透過嶄新的技術、龐大的計算資源以及大數據大量（Volume）、多樣性（Variety）、快速（Velocity）的3V特性，人工智慧的研究領域正迎接著第三次熱潮，人工智慧有了突破性的發展（松尾豐，2015）。

史丹佛大學人工智慧百年研究專案小組於2016年9月發布了首份人工智慧報告《2030年的人工智慧與生活》，這份報告列舉了當前人工智慧的熱門研究領域，包括深度學習、機器人、電腦視覺、自然語言處理、眾包和物聯網（IoT）等。該報告也指出人工智慧在2030年時最可能的應用場景包括智慧汽車、交通規劃、即時交通、人機交互等技術變革在內的交通應用，家庭服務機器人領域的應用、人工智慧輔助的醫療應用以及智慧教育應用等。而自動駕駛汽車（Autonomous Vehicles, AV）則可說是人工智慧在交通運輸領域最受到矚目的應用情境之一。自動駕駛汽車是一種不需透過人為指令，而有能力感測周遭環境並且自己導航駕駛的車輛（Gehrig and Stein, 1999）。透過裝設在車輛周圍的攝影機、雷達、感測器等設備，蒐集周遭環境的資料，經過記憶、邏輯思考、決策判斷、學習等步驟來控制車輛駕駛行為，人工智慧已成為自動駕駛車輛不可或缺的一環。根據國際汽車工程師

學會 (Society of Automotive Engineers, SAE) 於2016年的分類標準，將車輛的自動化根據電腦介入操控的程度分成以下六個等級 (Level)：

表 1-1 SAE 自駕車分級表

級別	名稱	描述性定義	轉向和加減速的執行者	對駕駛環境的監控者	複雜情況下動態駕駛任務的執行者	系統支援的路況和駕駛模式
人類駕駛員監控駕駛環境						
0	非自動化	所有駕駛任務都由人類駕駛員進行操控 (即便安裝了警示或干預系統)	人類駕駛員和系統	人類駕駛員	人類駕駛員	-
1	輔助駕駛	在特定駕駛模式下由一個輔助駕駛系統根據駕駛環境資訊控制轉向或加減速中的一種，並期望人類駕駛員完成所有其他動態駕駛任務	人類駕駛員和系統	人類駕駛員	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
2	部分自動化	在特定駕駛模式下由一個或多個輔助駕駛系統根據駕駛環境資訊控制轉向和加減速，並期望人類駕駛員完成所有其他動態駕駛任務	系統	人類駕駛員	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
自動駕駛系統監控駕駛環境						
3	有條件的自動駕駛	在特定駕駛模式下由一個自動駕駛系統完成所有動態任務，但期望人類駕駛員能正確回應請求並接管操作	系統	系統	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
4	高度自動化	在特定駕駛模式下由一個自動駕駛系統完成所有動態任務，即便人類駕駛員無法正確回應請求並接管操作	系統	系統	系統	部份路況和駕駛模式
5	全自動化	自動駕駛系統在全部時間、路況和環境條件下 (可由人類駕駛員管理) 完成所有動態駕駛任務	系統	系統	系統	全部路況和駕駛模式

在現今的汽車市場中，幾乎絕大多數的車輛都是屬於Level 0這一類型，近年也漸漸推出多款配有Level 1或Level 2駕駛輔助功能的車輛，如定速巡航、防撞系統以及輔助停車等。更有如特斯拉（Tesla）、谷歌（Google）等公司研發Level 3或Level 4更高等級的自動駕駛系統，並且進行密集的測試。Level 5則是達到真正的無人自動駕駛，車上方向盤也將被取消，而智慧汽車、智慧溝通與智慧道路成為了此階段的三大核心要素，在此階段，人與汽車的人機合作將有全新的解釋。

科技的進步勢必會讓汽車產業的發展由輔助駕駛進展到無人駕駛，而我們現正處於要由輔助駕駛進入Level 3等級自動駕駛的階段。目前不論是特斯拉、富豪（Volvo）、奧迪（Audi）或是賓士（Mercedes Benz）等汽車製造商所研發的自駕車均屬於Level 3的等級。Level 3的自駕車在特定條件下可以協助駕駛者處理控制方向盤來穩定行駛在車道上，或進行適度的加減速來進行跟車駕駛或根據道路狀況來變化車道。而人類駕駛在啟動Level 3自動駕駛程序時仍須隨時注意路況以便接手駕駛處理特殊路況或緊急的道路情境。

我們可以發現汽車產業已經由以往的人類駕駛發展到現在的輔助駕駛，屬於第一階段的人機合作。而我們現在正要由輔助駕駛進展到有條件的自動駕駛，屬於第二階段的人機合作，也就是 SAE 所定義的Level 3與Level 4等級的自駕車，並朝向沒有人類駕駛的全無人駕駛的方向前進。到了Level 5階段時，人類將在道路運輸中無法駕駛汽車這種運具，而汽車駕駛也將由最初的人類駕駛、歷經兩個階段的人機合作後達到無人駕駛的目標。

自動駕駛最早是應用在航空運輸上，駕駛者可以在給定的特殊條件下啟動自動駕駛，進而減輕駕駛員在執行長途飛行任務時的負擔，但萬一「人機合作」不成卻遇到「人機衝突」的情境就可能發生災難。人機合作與人機衝突的情境也有可能發生在Level 3與Level 4等級的自駕車，輔助駕駛與Level 3的自駕車多半是屬於人機合作的模式，但是當發展到Level 4後期以及進入Level 5無人駕駛的前期時，人機衝突將會有可能發生在許多交通情境，造成人為駕駛與機器駕駛的溝通、協調與人機之間可能產生的矛盾衝突。例如人類駕駛想要超車一輛啟動Level 4的自動駕駛車輛，這時候Level 4的自動駕駛車輛是要禮讓後方人類駕駛的車輛還是人類駕駛會關閉Level 4的自駕功能而不同意後方車輛超車。

另一方面，若有越來越多的人選擇具有Level 3功能的自駕車並在允許自動駕駛的情境下啟動自動駕駛，此時車流型態或許會因為「人類駕駛」與有條件的「自動駕駛」同時存在某一路段而對於微觀的跟車行為與巨觀的車流型態造成影響（Abraham, 2015），這類的影響有可能讓道路交通更有效率，但也可能造成意外事故（黃昱凱，1997；陳麗雯，2018）。

自動駕駛汽車普及後所面臨到的難題也越來越多：法規限制、系統與人類在肇事時的責任歸咎問題、「電車難題」的道德問題等等。當有越來越多的人選擇具有Level 3功能的自駕車並在特定的條件下選擇啟動自動駕駛功能時，卻發現我們面對有關自駕車事故及肇責分析、自動駕駛與人類駕駛所產生新的混合車流等議題時，不論是在交通法規、保險制度或是交通基礎建設的調整等方面，我們似乎都還沒有準備好。因此，在自動駕駛汽車全面普及前，尚有許多層面需要經過討論與修正，而消費者也因為如此，對於自動駕駛汽車的接受度及購買意願態度不一。Bagozzi, Davis and Warshaw (1992) 提到由於新科技產品的技術很複雜，消費者在接受這些新科技時會產生不確定因素。人們在開始學習使用新科技之前會形成自己對於產品的態度和意識型態，但對於使用新科技的態度可能會是不正確的或缺乏概念的。

自駕車是人工智慧技術應用在交通運輸上的重要案例，屬於新科技的創新應用，而創新擴散理論就是分析此類創新產品或服務擴散型態的重要工具。根據接受創新的時間點，Rogers (1962) 將不同創新接受程度的人區分為五類，如圖 1-1 所示：

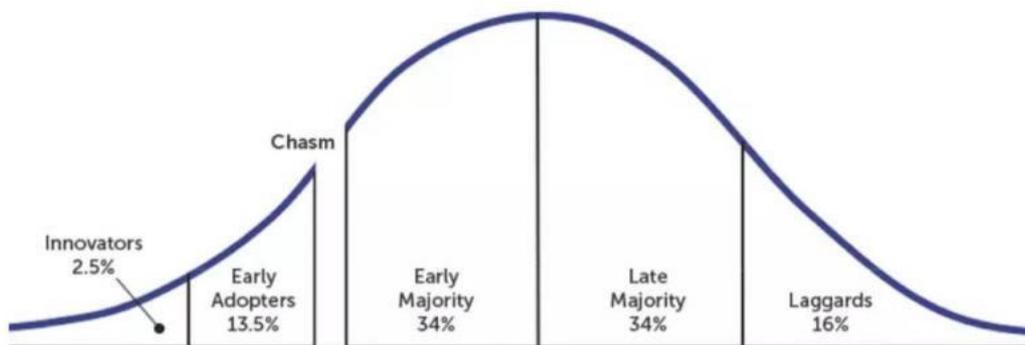


圖 1-1 創新擴散理論創新採用族群分布圖

1. 創新者 (Innovators)：通常具有冒險的精神，有較高的理解力與豐富的知識，在創新產品仍有高度不確定時率先採用，但在團體中其意見較不受人重視。
2. 早期採用者 (Early Adopters)：通常是尋找資訊的人，在團體中扮演意見領袖的角色，多數的人會以這類型的人的意向為參考指標。
3. 早期大眾 (Early Majority)：具有小心謹慎的特質，喜歡與同儕間有互動關係，這類型的人是等待創新產品的不確定性去除後，才會採用。
4. 晚期大眾 (Late Majority)：對任何創新事物均抱持懷疑的態度，必須基於兩項明顯的因素影響才會做出接受創新產品的決定，一為其團體內 50%以上的人都已接受，其次則需要同儕或媒體的壓力，可激勵其產生接受的動機。
5. 落後者 (Laggards)：特質是傳統與保守，其接受創新產品的速度與傾向非常緩慢。

創新擴散理論強調創新產品的擴散是有階段性的，最早接受創新的族群叫做創新者與早期採用者，隨著時間與市場占有率的增加就會產生口碑，並影響到早期大眾。而當早期大眾使用後便會形成規模經濟使晚期大眾採用，這項創新商品或服務就達到普及與成功的目標。Moore (2006) 觀察到許多成功的創新產品或服務都是聚焦在讓創新者與早期採用者接受該產品或服務的目標，因為一旦這兩個族群接受後，就會讓早期大眾也開始使用這項產品或服務並形成外部性讓接下來的市場擴張自然完成。若無法做到讓早期大眾接受的話，後續的市場擴張就很容易失敗。因此將隱身於早期市場與主流市場間那條看不到的界線稱之為創新的鴻溝 (Chasm)。

自動駕駛汽車的問世，將會對於人們移動的方式帶來巨大的改變。從長遠永續的角度來看，自動駕駛汽車會帶來安全、舒適、節能等潛在的優點。然而，以上這些社會效益皆不會實現，除非自動駕駛汽車被大量人口接受及使用。消費者的接受度及購買意願更成為了自動駕駛汽車能否普及的關鍵因素。因此探討有哪些是影響消費者選擇Level 3功能自駕車的因素，以及分析不同創新產品採用階段的族群對於自駕車認知程度與態度上的差異，將有助於釐清當我們引進人工智慧進入交通運輸相關領域時須關心的議題為何，這些將會是我們由輔助駕駛邁向Level 5自動駕駛的重要研究議題。

1.2 研究目的

基於上述的研究背景與動機，當Level 3或Level 4等級的自駕情境越來越普遍後，有關人機合作與人機矛盾或衝突都有可能進一步對交通系統產生衝擊。因此我們有必要在這些衝擊發生前針對相關議題進行研究分析，來協助交通管理單位研議相關的管理制度。而分析不同特性的消費者對於自駕車認知與態度上之差異與探討影響消費者選擇Level 3自駕車的因素，將可協助業者及交通管理單位建構更完善交通環境時的重要參考依據。因此，本研究欲探討之目的如下：

1. 了解不同創新產品採用階段族群對於自動駕駛汽車的認知程度與態度，並且分析「創新鴻溝」兩側族群之差異性。
2. 透過問卷調查了解消費者對於自動駕駛汽車的選擇行為，分析影響選擇購買自駕車的因素。
3. 探討消費者對於自動駕駛汽車的接受程度及選擇行為，提出其管理意涵及相應策略。

1.3 研究對象

本研究針對台灣地區的消費者，對於未來要購買自動駕駛汽車時之購買意向進行探討。五至十年後，Level 3自動駕駛汽車將會越來越普及，現在的大學生及研究生到時將會成為汽車的首購族，而且學生族群對於新科技產品普遍具有高度敏感性，因此將會成為購買自動駕駛汽車的重要族群之一。基於上述原因，本研究以大學生以及研究所學生作為研究對象，利用問卷調查評估現今影響其購買意願之因素，用來分析未來購買自駕車時的選擇行為，做為業者及政府在推出自駕車時的參考依據。

1.4 研究流程

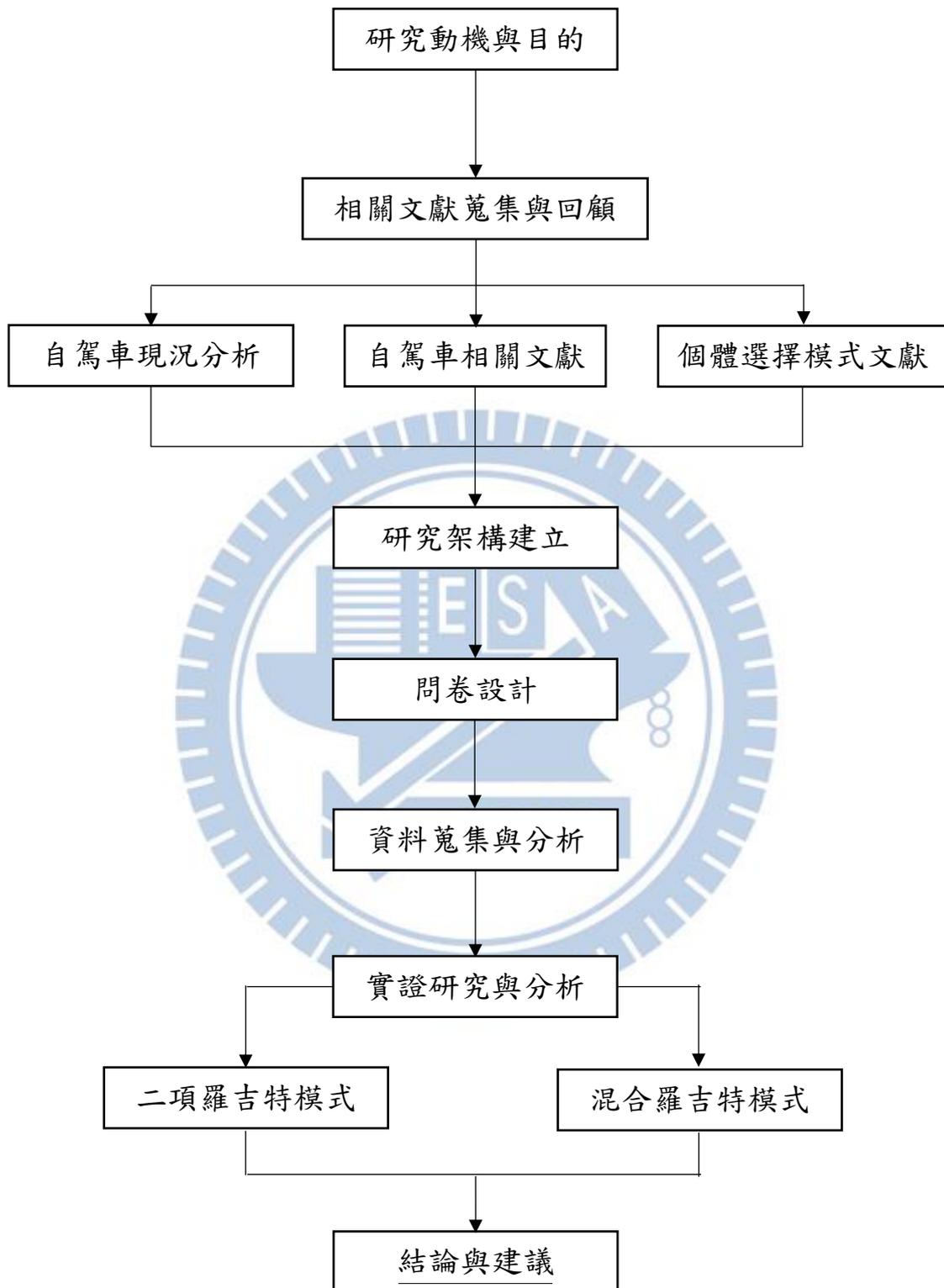


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 自動駕駛汽車發展現況

自動駕駛最早是應用在航空領域，1912 年 Sperry 公司將自動陀螺羅盤應用在飛機的自動穩定裝置上，進而研發出第一套自動駕駛系統，當時的自動駕駛系統具備了自動駕駛裝備必要的組成部分：如感知單元、決策單元以及控制單元。感測器和智慧感知演算法組成的感知單元，監測即時環境資訊；決策單元會根據環境資訊決定對交通工具施加何種操作；最後透過操控介面，控制單元會直接或間接控制交通工具來完成實際駕駛工作。而自動駕駛系統在航空領域取得的巨大成功，也提供汽車自動駕駛系統具參考價值的資訊。第一，飛機飛行過程中需要感知的環境資訊，幾乎都可以由機上的感測器提供。因此為汽車設計並且生產廉價、精準、可靠的感測器，是未來自動駕駛行業的重心之一。第二，在飛行時飛行員仍需全程監控，並且與自動駕駛系統協同工作。因此在汽車自動駕駛系統研發時也不能急於求成。從機器輔助人類駕駛開始，逐漸過渡到人類輔助機器駕駛，最終實現無人駕駛，才是理性和正確的選擇。第三，如機場安裝儀表著陸系統(ILS)一樣，在道路上安裝對於自駕車容易識別的交通標誌，以及可以跟汽車溝通的交通號誌等，可以使汽車自動駕駛更容易實現。

至於汽車方面，最早的無人駕駛應該是來自於美國在 1925 年出現用無線電來控制汽車的概念，而自動駕駛或無人駕駛與道路系統連結的概念則是出現在 1939 年的紐約世界博覽會。諾曼·貝爾·格迪斯 (Norman Bel Geddes) 在 1939 年的紐約世界博覽會展示了他想像中的交通：人類應從駕駛中脫離出來，並在高速公路上配置軌道，為汽車提供自駕系統並按照一定軌跡運行。最早期的自動駕駛汽車構想都脫離不了「地面軌道派」的思路，例如之後 1956 年通用公司推出的「火鳥 (Firebird)」概念車，依舊是透過預埋線纜所發出的訊號行駛。甚至到 1960 年代俄亥俄州立大學專案負責人羅伯特·科斯基夫 (Robert L. Cosgriff) 還依然深信，埋設在道路中電子導航設備將在 15 年內推項公共道路。直到 1977 年日本筑波工程研究實驗室，開發出第一輛根據攝影鏡頭檢測前方標誌或導航資訊的自動駕駛汽車，這才意味著人們開始從「視覺」角度思考自駕車發展的前景，導航系統

與視覺一起，正式讓「地面軌道派」走入歷史。之後美國與德國分別在 1984 年與 1987 年開始在軍事領域中投入自駕車的研究，採用攝影鏡頭、雷射雷達、電腦影像處理系統等技術進行道路辨識，但都未取得太多成果。在今日我們都知道，要讓自駕車具備敏銳的「視覺」，中間還須突破運算速度、大數據、深度學習等技術挑戰。

2004 年至 2007 年美國國防高等研究計劃署（DARPA）舉辦自動駕駛挑戰賽，讓自動駕駛汽車有了高速發展的契機。2005 年的冠軍由塞巴斯蒂安·特龍（Sebastian Thrun）所帶領的史丹佛大學團隊研發出的 Stanley 自動駕駛汽車奪得。Stanley 使用了 LiDAR、攝影機、GPS 和慣性感測器等多種感測器組合，蒐集即時資訊並透過軟體解讀、分析並完成決策。在障礙檢測方面，Stanley 使用了機器學習技術，透過機器學習反覆分析人類駕駛干預處理的緊急情況紀錄，並從中總結出感知模型及決策模型，讓 Stanley 愈來愈聰明，而這一系列的比賽也促成自駕車技術投資熱潮的興起（李開復、王詠剛，2017）。

2009 年 Google 延攬了特龍的團隊並在美国國防高等研究計劃署的支持下，開始自動駕駛汽車的研發，Google 當時的自駕車是用豐田 Prius 改裝並在美国舊金山進行自動駕駛的測試。2011 年自駕車在美国可以合法上路，隔年 2012 年 5 月 Google 自動駕駛汽車獲得了內華達州車輛管理局頒發的美国第一張自動駕駛汽車執照。2014 年 Google 發佈了一輛完全自主設計的自動駕駛汽車，外觀與和傳統汽車截然不同，沒有方向盤、沒有油門與煞車踏板，乘客只要坐在車中說出自己的目的地，就可以享受真正無人駕駛的服務。到了 2018 年 7 月，Google 自駕車道路測試里程已經累積超過 1200 萬公里。下圖 2-1 呈現上述不同階段自駕車的樣貌。



火鳥二代

Stanley 自駕車

谷歌 Prius 自駕車

谷歌 Waymo 自駕車

圖 2-1 不同階段各種類型的自駕車

自從 Google 正式對外宣布自動駕駛汽車專案以來，自動駕駛產業已經初具雛形。在新一波的人工智慧熱潮中，自動駕駛領域將會是最大的應用場景，而自動駕駛汽車會也對未來生活帶來巨大改變。例如，透過智慧調度演算法可望提高共享自駕車的使用率，降低城市對私人汽車的需求；由於共享自駕車對停車需求較低因此可以大幅減少城市的停車空間；另外透過車聯網、定位等技術讓車道設計可以變得更窄。然而到了真正無人駕駛的階段，所有的道路設計亦需重新設計。

此外，自動駕駛汽車還會帶來巨大效益，使整個汽車產業升級。摩根士丹利（Morgan Stanley）在一份報告中指出，自駕車的發展會為美國帶來 1.3 兆美元的利益，相當於美國 GDP 的 8%。其中有 1000 多億美元來自節省下的燃料、2000 多億美元來自減少的壅塞成本、5000 多億美元來自交通事故銳減而節省的醫療和保險成本、以及 4000 多億美元來自工作效率的提高。麥肯錫公司（McKinsey & Company）預測到 2030 年時，自駕技術的普及將會對現有的汽車工業帶來約 30% 的新增產值。這個新增產值將會是受益於自駕技術所帶來的共享汽車經濟以及車上數據服務。

現今，傳統汽車製造商、互聯網企業以及計程車業皆紛紛投入自動駕駛汽車產業。但各家企業的內在基因才是真正的關鍵決定性因素，如 Google、百度等互聯網企業有著技術、數據、人才等傳統車商難以超越的優勢。對於傳統車商來說，發展自駕車甚至會帶來一些衝擊：一旦自駕車發生事故，車商將會受到嚴厲的譴責；自駕車推動的共享經濟，也可能會大幅降低汽車擁有率，使得車商成為扮演最基層角色的硬體供應商而已。

雖然 Google 是在自動駕駛汽車領域中最早投入研發、最早技術突破、累積測試里程最長的公司，但由於 Google 對於自駕車技術的高標準追求，使得商業模式一直滯後而無法在短期內獲得收益。相較於 Google 的謹慎，較開放積極的特斯拉在 2016 年就已經有超過 10 萬輛能夠超車、躲避障礙、自動停進車位的半自動駕駛汽車上路了，不過這些超前成果也伴隨著意外事故的代價。2016 年 1 月特斯拉自駕車在中國發生了第一起事故；同年 5 月特斯拉自駕車在美國發生了另一起事故，自駕系統未能在強烈的日照下辨識前方橫越的白色貨櫃車，誤認為是白雲因此沒有煞車，而駕駛也未遵守操作守則將雙手離開方向盤，造成車主在這場意外中喪命。

特斯拉在發生致死事故後強調在總計 2 億多公里的自動輔助駕駛模式的行駛紀錄中，僅發生一起致死事故，已經遠比普通汽車平均 1.5 億公里發生一起致死事故的機率低。美國國家公路交通安全管理局於 2017 年 1 月發表一份聲明，證明此次致死事故與特斯拉自動輔助駕駛系統沒有直接關係。事故的直接原因是駕駛員忽視操作提醒，沒有對道路上的危險保持隨時監控和快速反應。甚至強調，特斯拉在安裝了自動輔助駕駛系統後讓事故發生率降低了 40%。

要發展完全自動駕駛汽車的門檻非常高，而人工智慧和高精度地圖資訊就是兩項不可或缺的技術，而百度在中國就如同 Google 在美國一樣在這兩項技術上具有絕對優勢。2015 年百度在北京完成了城市、環狀道路及高速道路混合路況下的全自動駕駛測試。百度自駕車透過雷射雷達、中遠距雷達以及攝影鏡頭來「俯瞰」觀測周圍 200 公尺的狀況，並且透過深度學習來辨識車輛、行人、天空、樹等周遭物體。百度宣稱其自駕車在判斷物體上準確率達到 90.13%、判斷行人準確率達 95%、判斷紅綠燈準確率達 99.9%。而在敏捷反應方面，百度自駕車只需 0.2 秒就能從發現緊急情況到緊急煞停，比人類平均 1.2 秒快上整整一秒。至於在定位精度方面，2016 年百度自駕車的高度精度地圖精度已經達到 10 公分等級。

在自動駕駛汽車普及的道路上，中國有全球最大的交通路網、最大的人口基數，因此有機會扮演著關鍵角色首先，中國是一個快速發展中的國家，因此比其他國家而言都更容易從道路建設的角度著手，建設自駕車專屬的路面、交通號誌等。其次，中國在嘗試新科技的阻力沒有美國大，因為中國政府在集中力量支持技術突破上比美國強。最後，中國在評估自動駕駛系統所帶來的倫理道德問題時，通常比美國政府與公眾的態度更為務實，更相信數據顯示自駕車比人類駕駛更為安全的證明。而且中國實際的交通狀況比美國複雜得多，每年因疲勞駕駛、酒後駕車導致的交通事故數量高得驚人，因此自駕車對於減少人為交通事故的意義非常重大。同時，中國還面臨交通壅塞及環境的問題，龐大的人口數使得汽車數量遽增，而天空也很難擺脫霧霾的陰影。透過自駕車的共享經濟，可以大幅減少汽車擁有率，解決交通壅塞及空氣污染的問題（李彥宏，2016）

自動駕駛汽車的發展，除了技術領域的突破，政府、企業、公眾還必須考慮諸多政策、法律、經濟、保險，甚至是道德層面得問題。首先，現有的法律、政策、保險體系等都不是為自駕車量身定做的，因此要以長遠的目光去改進和完善這些體制。其次，自駕車對於傳統行業所帶來的失業問題必須正視。美國 Otto 公司正在研發自動駕駛卡車，若成功將會對該公司的 150 名卡車司機帶來嚴重的衝擊，因此政府要如何逐步輔導卡車司機轉型，防止短期大規模失業的問題也必須被正視。

道德問題始終是制約自駕車商業化和大規模普及的關鍵因素，雖然從目前的測試結果看，自動駕駛技術比人類駕駛還安全，但自駕車不是萬能的，在特殊情況下，例如機器學習系統從未遇過的情況發生時，自駕車也有可能導致事故導致人類的傷害。當自駕車面臨經典的「電車難題」時，通常技術性的回答是採取「讓速不讓道」，以盡快減速的方式避免或緩解悲劇發生。這些自駕車發展無法避免的課題對於傳統車商來說，發展自駕車甚至會帶來與以往傳統銷售車輛完全不同的風險與市場調整議題。如一旦自駕車發生事故，車商有可能面臨法律責任與保險賠償問題；而自駕車所推動的共享經濟商務模式，也可能會大幅降低汽車擁有率，這些議題都會讓傳統車商不得不踏上轉型與適應之路。

2.2 自動駕駛汽車相關文獻

智慧型運輸系統 (ITS, Intelligent Transportation Systems) 的發展增進了運輸系統之安全與效率，而自動駕駛車則被認為是提升道路安全、解決交通擁擠、減少能源消耗的有效方法 (胡大瀛、李承威、莊筑涵, 2018)。自駕車的出現最接受到影響的就是旅行成本、道路容量以及車輛行駛里程。現今自駕車售價可以是傳統汽車的好幾倍，而隨著大規模量產及科技的進步，價格會逐漸地降低 (Fagnant & Kockelman, 2015)。而等級 3 以上的自動駕駛汽車很有可能可以減少車內時間成本，因為乘客可以同時做其他事情。但根據不同研究顯示，自駕車使用者對於時間價值的感受上有著不同的結果。Milakis *et al.* (2017) 指出在不同情境下自駕車使用者的時間價值會下降 1~31%。相反地，Yap *et al.* (2016) 的研究卻發現，當自駕車作為接駁火車的最後一哩路時，使用者的時間價值反而會比人工駕駛時增加，可能是因為使用者對於自駕車的不信任，因此需更專注於駕駛上。

在道路容量方面，不管是在高速公路或是交叉路口，透過車輛之間的溝通可以減少車間距離，因此道路容量都會因為自動駕駛汽車的引進而大幅提升 (Milakis *et al.*, 2017)。而車輛行駛里程也會因自駕車移動方便而大幅提升。Harper *et al.* (2016) 指出全自動駕駛汽車的引進，會為美國的车辆總行駛里程 (VMT) 帶來 14% 的年成長率。車輛總行駛里程的增加，甚至可能造成交通壅塞，所以需透過自動駕駛汽車更有效率的行駛技術，減少汽車煞車及事故所產生的延滯時間。

車輛擁有數、土地使用以及交通設施也會因為自駕車的發展而受到影響。根據國際交通論壇 (International Transport Forum, 2015) 的模擬研究指出共享自駕車可以減少道路上 89.6% 的傳統車輛，並且提供同等的旅次量，使得人們可以大幅降低汽車擁有的數量。在都市發展方面，自動駕駛汽車甚至可能會改變土地使用方式。因為交通擁塞成本降低會增加人們移動距離的意願，就會促使郊區更分散及低密度的土地利用方式。然而，在市區因為自動駕駛汽車會減少停車需求，甚至可以減少最多 87% 的停車空間，因而促使增加市區土地利用的密度 (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2018)。

自動駕駛汽車對於社會上的影響有包括安全、社會公平、能源等層面。Anderson *et al.* (2014) 就有提到自動駕駛車有助於減少事故的發生。根據美國高速公路安全保險協會預測，當所有車輛都配有防撞及車道偏離警示、側視盲點輔助、適路性頭燈系統，將會有接近三分之一的事故是可以避免的 (IIHS, 2010)。自動緊急煞車系統也可能會減少大量的追撞事故。等級 5 的完全自動駕駛汽車也可能會進一步減少事故發生，因為車輛事故有很大的比例是人為因素所造成的。

自動駕駛汽車也可以增加無法或不想開車族群的移動性，當達到等級 5 的全自動駕駛技術後，盲人、殘障人士及未達駕駛年齡的人都可以享有自動駕駛所帶來的交通便利性，實現了社會公平性。Eby *et al.* (2016) 研究就指出自動駕駛汽車會促使不開車、年長者和因健康狀況無法開車族群的旅次需求增加，使整體旅次需求上升了 14%。能源方面，自動駕駛汽車因更緩和的加減速，約可增加 4~10% 的燃料使用效率，而由於事故率減少，車輛可以變得更輕盈，又再進一步增加燃料使用效率。但由於總體車輛哩程數以及旅次需求數增加，長期而言燃料消耗量是會增加的，因此要如何在這之中取得平衡是自駕車發展的重要課題之一。

自動駕駛汽車的引進除了有著上述影響外，消費者對於自駕車的接受度以及偏好也會深深地影響自駕車的市占率，接下來探討有關消費者對於自動駕駛汽車接受度的文獻。Molnar *et al.* (2018) 的研究結果顯示，「信任」是自動駕駛汽車接受度最大的影響因素。可以透過提供自駕車體驗以及充分的相關資訊，進而提升使用者對於自駕車的信任。根據 Nordhoff *et al.* (2016) 的建議，心理上、形勢上和社會經濟因素皆會影響接受度。包括對自駕車的預期表現、社會影響、駕駛所帶來的愉悅感、知覺控制、自駕等級、車輛型式與品質、是否精通科技、駕駛障礙、駕駛時的生產力、駕駛經驗、感官刺激追求行為、信任程度、自駕使用時機和社會經濟層級。接著 Becker and Axhausen (2017) 的研究結果指出，性別、年齡、收入、對於自動化趨勢的認知以及當下車輛的自駕等級都與自駕車接受度呈現高度相關性。

在認知與態度方面，Bansal *et al.* (2016) 利用問卷調查美國德州奧斯丁的居民對於自駕車的願付價格與態度，其中態度問卷量表的問項包括了安全、風險、有用性以及態度等構面，受訪者普遍認為自駕車尚存有一定的安全問題以及風險性，有用性上認為自駕車能夠有效的減少車內時間成本及交通事故，並且對於自駕車的態度是持有高度興趣的。Haboucha *et al.* (2017) 則是調查以色列、美國以及加拿大民眾在通勤運具上的選擇行為，認為自駕車風險較低、持正面態度，且較不享受駕駛汽車的受訪者，有較高的比例會選擇以自駕車作為通勤運具。Nielsen & Haustein (2018) 透過丹麥受居民對於自駕車的認知與態度量表，將受訪者分為懷疑者、愛好者及焦慮駕駛者，其中懷疑者認為自駕車有較大的安全問題及風險性，相反的愛好者認為自駕車具有高度易用性且抱持著正面態度，而焦慮駕駛者則認為駕駛汽車壓力很大，較無法實現自我價值。

除了個人因素外，區域文化因素也扮演著重要角色。不同國家對於自駕車的接受度以及顧慮的因素會有所不同。例如高收入國家對於車輛的資料傳輸有更多的疑慮，從接受度來看 85%的印度人和 75%的中國人會使用全自動駕駛汽車，而相同地只有 36%的日本人以及 40%的德國人和荷蘭人願意使用 (Kyriakidis *et al.*, 2105)。不同程度的接受度可能來自於跟傳統車輛相比自駕車所帶來的好處，或是跟現存的運輸系統比較，以及評估相關交通問題如交通壅塞、事故風險和環境污染 (Lang *et al.*, 2016)。

Panagiotopoulos and Dimitrakopoulos (2018) 利用擴展後的科技接受模型 (Technology Acceptance Model, TAM) 去解釋及預測消費者對於自動駕駛汽車的意向性。在這個模型架構中利用 30 個問題的問卷，調查出影響消費者對於自動駕駛汽車使用意圖及接受度的因素。結果顯示認知有用、認知易用及社會影響，對於接受或是使用自動駕駛汽車皆是有用的預測指標，其中認知有用的影響程度最大。問卷調查結果顯示，62%的調查對象認為自己對於科技的接受是屬於晚期採用者；44%指出他們會覺得較安全如果他們使用自動駕駛汽車；47%對於自動駕駛汽車的系統安全性及資料隱私的疑慮持中性態度。

Casely *et al.* (2013) 利用問卷調查消費者對於自動駕駛汽車的意見，有 30% 的受訪者願意在購買汽車時花超過 5000 美元購買擁有全自動駕駛技術的車輛。82% 的受訪者認為「安全」是影響購買自動駕駛汽車最重要的因素，12%認為是「合法性」，6%認為是「成本」。Schoettle and Sivak (2014) 訪問美國、英國及澳大利亞 1533 名受訪者，對於自動駕駛汽車的認知，有三分之二聽過自駕車。分別 72% 及 43% 的受訪者認為全自動駕駛潛在的效益是增加燃料使用效益及減少旅行時間。然而，有超過半數的受訪者並不想花任何錢在這些技術上。且有 41% 的受訪者就算在全自動駕駛汽車中仍然會注意道路情況，顯然無法消除使用者對於自駕車的安全疑慮。Power (2012) 訪問 17,400 名擁有汽車的消費者。在尚未提供自動駕駛汽車的市場價格前，有 37% 的受訪者表達購買興趣，但公布價格為 3000 美元後只剩 20% 的受訪者有意願購買。18~37 歲居住在都會地區的女性受訪者擁有最高的購買意願。

Kyriakidis *et al.* (2015) 針對來自全球 109 個國家的 5000 名受訪者進行網路問卷調查。結果顯示受訪者對於自動駕駛汽車願付價格有著分歧的意見。有 22% 的受訪者不願花任何錢在全自動駕駛系統上。但汽車高使用量族群及已經使用巡航控制功能的族群對於全自動駕駛汽車願意支付較高的價格，結果顯示 5% 的受訪者願意花超過 30000 美元。Bansal *et al.* (2016) 研究結果顯示消費者平均願意花 7253 美元加裝全自動駕駛系統。高所得、科技愛好者、男性、住在市區以及有更多事故經驗的族群，對於自駕車有著較高的興趣且願意付較高的價格。而 Daziano *et al.* (2017) 所做出來的結果顯示全自動駕駛系統的願付價格為 4900 美元。不同於 Bansal 等人的研究，此篇問卷樣本分佈更能代表整體美國人民，並且將傳統車輛加入選擇的方案之中，增加選擇的真實性。

安全，是消費者在購買新車時最優先考慮的因素，比起價格、功能、舒適度等，車輛的安全係數及配有的安全設備是消費者最在乎的因子（Koppel *et al.*, 2008）。對於自動駕駛汽車而言，消費者對於他所帶來的安全問題，卻有著不同面向的看法。相較來說，自駕車乘客認為自動駕駛相比人工駕駛存在著更高的風險；相反地，對於路上行人來說自駕車的風險較低。而以男性及年紀較輕的人來看，他們對於自駕車的風險認知有著較大的接受度（Hulse *et al.*, 2018）。所以自動駕駛汽車的安全性是大家持續在探討以及關注的議題。

然而，自駕車到底有多安全呢？若透過實際道路測試去了解自駕車的可靠度，雖然合乎邏輯但卻是不實際的。Kalra and Paddock（2016）的研究指出需要耗費 100 輛自駕車，每日 24 小時，一年 365 日，平均時速 40 公里的進行測試好幾億年才能得到自駕車可靠度的結果。因此需要透過電腦模擬、數學模型運算、情境及行為測試等替代方案輔助。當然這也不能完全解決自駕車所帶來的安全問題，況且自駕車的法律管制也為政府、保險公司、汽車製造商帶來很大的挑戰。未來自駕車會急速成長，但是法規與政策無法一步到位，因此需要透過動態調整，使得法規與自駕車發展能夠與時俱進，降低新科技所帶來的風險。

較不同的研究是 Underwood（2014）訪問了 217 名專家對於自駕車的意見。他們認為沒有方向盤的全自動駕駛汽車導入市場最大障礙會是法律責任，而消費者接受度是最小的。約有 72% 的專家建議自動駕駛汽車最好要比傳統汽車安全兩倍以上才開放給大眾使用。55% 的專家指出等級 3 的自動駕駛汽車可能會因為駕駛太得意而沒有執行必要的動作。Begg（2014）訪問超過英國 3500 名交通專業人士關於自動駕駛汽車在倫敦發展的預期情況。30% 的專業人士認為在 2040 年全自動駕駛汽車會出現在英國道路上。另外，有 60% 的受訪者認為自動駕駛汽車將會比傳統汽車還安全。

近一兩年國內也開始有自動駕駛汽車相關之研究出現。陳金宏（2018）提到創新科技是否能夠普及應用，使用者的使用意願是成功的關鍵因素。本篇利用修正後科技接受模式（TAM）探討民眾對於自駕公共運具使用意願的關鍵影響因素。研究結果顯示體驗價值是主要影響因素。知覺有用及信任透過體驗價值的完全中介效果進而影響使用意願。而知覺易用及體驗價值兩者皆對使用意願有顯著的直接影響。

張毓芳 (2018) 研究結果顯示，先進駕駛輔助系統的可靠性程度越高，使用者的滿意度及對其提供的服務及品質的評價也會越高。而透過知覺風險的使用及不使用的中介操作，對自動駕駛無人車的知覺有用性、知覺易用性及行為意圖均能產生影響，此發現也驗證使用及不使用的知覺風險在行銷操作上的可行性。劉小涵 (2018) 研究結果指出，台灣自駕車產業的發展障礙為本身無強大汽車工業，以致在開發自駕車整車整合上受到限制。另外部分相關輔助法規還未通過，且政府及企業投入資金與其他國家相比較不足皆為影響原因。因為台灣半導體產業技術發達，因此台灣廠商應可思考在車用晶片關鍵產業部分立即開始長遠的佈局。

而引進自駕車後，尚有需多關於法律甚至是道德層面的問題需要去面對解決。現有的法律制度、政策和保險體系等，並不是為自動駕駛時代的交通量身定制的，一定存在諸多不合理的部分，需要去改進和完善。其中道德問題最難解決，經典的「電車難題」就是一個例子。所以要制定自動駕駛系統的道德觀，做出最佳的道德決定，Goodall 提議採取下列三個策略。一、根據一個通用原則制定一個合理的道德系統，將事故影響降至最低，例如受傷比死亡好。二、使用深度學習技術，來研究人類是如何在事故時做出決定，進而樹立類似的價值觀。三、讓自駕車使用自然語言表達自己的決定，讓人們能了解並且糾正 (Royakkers *et al.*, 2017)。而自駕車事故發生後責任劃分的問題也陷入兩難，到底是由使用者負責還是由自駕車製造商負責。矽谷發明家 Brad Templeton 指出當自駕車發生事故時，責任應判給資金充足的公司，把事故看成是一種產品系統性失靈的結果，但產品責任過大時可能會造成製造商退出市場 (Jordan, 2016)。

汽車產業已經開始進入 Level 3 的初始發展階段，而我們可能要花多少時間才會達到無人自動駕駛的 Level 5 將是一個重要議題，因為這代表我們有多少時間可以準備修改相關的法律條文以及建造 Level 5 所需要的交通基礎建設，表 2-1 整理各種文獻對不同階段自駕車普及時間的預測，可以知道等級 5 的自駕車在 2025 年後才會開始商業化，並可能會在 2055 年達到成熟階段。

表2-1 自動駕駛汽車市占率預測相關文獻整理

自駕車等級	市占率範圍	文獻來源
等級1	2000年達到0~10% 2015年達到10~20%	Shladover (1995) Kyriakidis <i>et al.</i> (2015)
等級2	2015年達到0~5% 2030年達到92%	Kyriakidis <i>et al.</i> (2015) Laslau <i>et al.</i> (2014)
等級3	2017~2020年引進市場 2020年達到70%	Underwood (2014), Rangarajan <i>et al.</i> (2014) Juliussen and Carlson (2014)
等級4	2018~2024年引進市場 2030年引進市場 2035年達到30%	Underwood (2014) Shladover (2015) Bansal and Kockelman (2017)
等級5	2025~2045年引進市場 2035年達到25% 2035~2050年達到50% 2045~2060年達到75% 2055年達到90%	Milakis <i>et al.</i> (2017), Underwood (2014) Rangarajan and Dunoyer (2014) Bierstedt <i>et al.</i> (2014) Litman (2015) Juliussen and Carlson (2014)

2.3 個體選擇模式相關文獻

過去國內外學者在探討消費者選擇行為的研究中，個體選擇模式為研究者常使用的方法之一，該模式之理論基礎來自經濟學之消費者行為理論，其可概分為總體與個體兩大類，其中以個體選擇模式為近年來研究之主流，主要以顯示性或敘述性偏好之資料，探討決策者從選擇集合（choice set）選擇效用最大的單一方案，並建立消費者決策行為之方案選擇模式。由行銷的觀點來看，企業欲在高度競爭的環境生存，關鍵在於是否能滿足顧客的需求，透過離散選擇模式的分析有助於企業能深入瞭解消費者之偏好，以及影響消費者選擇之重要變數，並作為企業評估行銷策略之參考。

Cervero (2002) 調查馬里蘭州蒙哥馬利縣民眾運具選擇之行為，結果發現旅行時間、成本與社經變數為主要影響旅運者選擇之行為，該研究也主張民眾之態度、生活型態之偏好及土地使用變數亦為影響旅運者之選擇因素。O' Fallon *et al.* (2004) 在其討論汽車駕駛者於早上尖峰時段之運具選擇的一篇研究中，透過敘述性偏好設計「不鼓勵使用私人運具」與「鼓勵替代運具」等兩大類，其運具方案則包含汽車駕駛、汽車乘客、共乘、步行搭大眾運具、開車停車後轉搭大眾運具、腳踏車與其他如步行、計程車與在家工作等七種。

Bhat & Sardesai (2006) 調查德州奧斯汀地區民眾的運具選擇行為，以研究通勤旅次之旅次目的地複雜度與旅行時間可靠度對運具選擇的效果。回收之混合資料（顯示性及敘述性偏好）包含獨自開車、共乘、搭乘公車以及使用非機動運具。混合羅吉特模式估計結果顯示單旅次停靠數與選用私人運具有正相關、非機動運具最主要影響變數為旅次距離；另外，單獨開車者的異質性相較其他運具為高。該研究並估計不同通行費率下高速公路使用者的運具轉移行為，轉移幅度最高為獨自行駛轉共乘，轉移至公共運具的數量約為轉移至共乘的一半。

Debrezion *et al.* (2009) 使用兩層巢式羅吉特模式探討鐵路車站的可及性與接駁運具便利性對荷蘭鐵路乘客選擇車站之影響，其上巢為接駁運具替選方案，包含汽車、大眾運輸、自行車及步行，下巢為使用不同接駁運具所連結之不同起程車站，而屬性則是包含鐵路服務品質指標 (Rail Service Quality Index, RSQI)，如車站所提供的設施、旅行時間、班次、小汽車擁有數與起迄點至車站的距離等，其中鐵路服務品質指標特別利用雙重受限空間互動模式，作為衡量不同接駁運具到達起程車站的效用。

Dissanayake and Morikawa (2010) 利用巢式羅吉特模式調查曼谷市家戶旅次行為與運具選擇行為，上層為汽機車持有之選擇，下層為家戶旅運者運具之選擇，如 MRT、公車與汽車，其探討屬性包含旅行時間、成本、可靠度、安全性、舒適性、頻率、可及性、轉乘時間以及接駁時間。該研究利用潛在變數探討對運具選擇行為的影響，其所建構的運具選擇模式之屬性包含等候時間、步行時間、旅行時間與旅行成本。另外以認知，如時間可靠性、旅次舒適性與變更旅次的可能性等；情感態度，如感覺旅次很順利、對於這趟旅次的感受等，作為影響運具選擇之潛在變數。

Arunotayanun and Polak (2011) 以印度爪哇地區配送非易腐食品、皮革、紡織品和電子產品等四類商品類型的貨主為研究對象，並考慮無法直接觀測的偏好數性之變數，使用混合羅吉特模式探討貨主選擇運具配送商品之影響因素。此篇研究考慮之變數包含運具成本、時間、品質、彈性、旅行距離、運送頻率、商品價值和旅次目的地等不同水準的屬性，運具選擇方案有小貨車、大貨車和火車等三種類型。研究結果顯示無論是多項羅吉特模式或混合羅吉特模式，其變數的係數正負符號影響運具的效用皆相同，其中成本、時間與有無貨櫃對於運具選擇呈負面影響，表示

在成本越高、時間越長或有提供貨櫃的情況下，越不會選擇該運具運送商品；而品質、彈性與商品價值則成正面影響，說明品質越好、彈性越大及商品價值為 15 萬盧比較傾向選擇該運具。模式校估的結果顯示混合羅吉特模式優於多項羅吉特模式，但該研究也指出混合羅吉特模式之變數在校估時可能有高估偏好的情況。

Devarasetty *et al.* (2012) 對美國德州休士頓 Katy 高速公路使用者進行敘述性偏好實驗，該選擇包含獨自行駛不收費線道、共乘行駛不收費線道、獨自行駛 HOT 線道以及共乘行駛 HOV 線道。該研究使用混合羅吉特模式估計個體選擇結果，並將各方案之方案特定常數、旅行時間及旅行時間可靠度列為隨機參數。該研究發現模式估計之旅行時間價值約為實際通行費率之一半，但旅行時間價值與時間穩定信賴價值之和則貼近現行費率，此結果顯示高速公路駕駛人之願付價格有相當部分受時間可靠度影響。

在自駕車個體選擇模式的相關文獻方面，Krueger *et al.* (2016) 利用敘述性偏好問卷調查可能會使用共享自駕車的使用者特性，利用混合羅吉特模式分析選擇行為，其中旅行成本、旅行時間及等候時間等服務屬性是影響選擇的重要因素。Dazino *et al.* (2017) 建構汽車購買選擇問卷調查全美 1,260 位受訪者，針對能源效率與自駕功能去詢問受訪者願意花多少錢讓汽車幫自己駕駛，利用條件邏輯特模式分析，受訪者普遍不喜歡高購買價格以及高行駛成本，但是喜歡具有自駕功能的汽車。Haboucha *et al.* (2017) 則是調查以色列以及北美民眾在通勤運具上的選擇行為，結果顯示提高停車成本有助於鼓勵使用者使用共享自駕車，而行駛成本也是重要的影響因素之一。

葉怡君 (民 100) 使用敘述性偏好調查不同里程費率及旅行時間節省情境下高速公路使用者出發時間及路線之選擇，並以混合羅吉特模式估計不同解釋變數之異質性，該研究依行駛距離分為短 (50 公里以下)、中 (51 至 150 公里)、長程 (151 公里以上) 三個模式。依據模式推估結果，可發現偏好異質性較高之分群：(1) 短程旅次模式中為「休閒旅遊目的離峰維持慣性」；(2) 中程旅次中為「尖峰行駛高速公路」及「假日離峰商務旅次」特性的駕駛人及 (3) 長程旅次中為「探親旅次離峰維持慣性」及「通行費 (尖峰)」，上述結果顯示高速公路駕駛人在出發時間及路線的選擇具有個體異質性。

2.4 小結

自動駕駛汽車相關之選擇行為文獻整理於下表2-2，三篇文獻皆使用羅吉特模型進行分析，而選擇方案的屬性有購買價格、旅行成本、停車成本、旅行時間及等候時間等。因此本研究將根據過去學者探討出影響自駕車選擇之變數，做為羅吉特模式購買自駕車時方案屬性的訂定依據，並建構出自動駕駛汽車之選擇模式。

表2-2 自動駕駛汽車之選擇行為相關文獻整理

作者	研究議題	研究方法	選擇方案	屬性
Krueger <i>et al.</i> (2016)	共享自駕車選擇偏好	混合羅吉特	共享自駕車 共享共乘自駕車 大眾運輸	旅行成本 旅行時間 等候時間
Daziano <i>et al.</i> (2017)	自駕車願付價格	條件羅吉特	油電混和車 電動車 汽油車	購買價格 行車成本 有無自駕功能
Haboucha <i>et al.</i> (2017)	通勤運具選擇	巢式羅吉特	目前車輛 私人自駕車 共享自駕車	購買價格/年費 旅行成本 停車成本

自動駕駛汽車之認知與態度相關文獻整理於下表 2-3，過去文獻透過問卷量表調查受訪者對於自動駕駛汽車的認知與態度，所使用構面包括有用性、易用性、安全、風險、價值及態度等。因此本研究將根據過去學者探討影響受訪者對於自駕車認知與態度之構面，做為問卷設計的訂定依據，建構出認知與態度的問卷量表。

表2-3 自動駕駛汽之認知與態度相關文獻整理

作者	研究議題	研究地區	構面
Bansal <i>et al.</i> (2016)	自駕車願付價格與態度	美國德州	1. 安全 3. 風險 2. 有用性 4. 態度
Haboucha <i>et al.</i> (2017)	通勤運具選擇	以色列、美國及加拿大	1. 態度 3. 價值 2. 風險
Nielsen & Haustein(2018)	自駕車接受度與態度	丹麥	1. 價值 4. 風險 2. 安全 5. 易用性 3. 態度

第三章 研究方法

3.1 研究架構

本章節將逐一詳細說明本研究之理論架構和研究方法。本研究以大學及研究所學生的觀點，探討五至十年後對於自動駕駛汽車之購買選擇行為。首先先從文獻回顧中整理出過往研究中影響自駕車選擇的變數（例如個人社經特性、認知與態度、購買價格、行駛成本等）作為本研究模式中的解釋變數。透過上述所彙整的影響變數，進行敘述性偏好問卷的設計，自駕車選擇方案分為：Level 2 及 Level 3。最後將利用二項羅吉特模式與混合羅吉特模式建構自動駕駛汽車購買之選擇模式，並檢定模式之配適度，以及市占率的計算和彈性分析。本研究之研究架構如圖 3-1 所示。



圖3-1 研究架構圖

3.2 個體選擇行為模式

過去國內外學者在探討消費者選擇行為的研究中，個體選擇模式 (Discrete Choice Model, DCM) 為研究者常使用的方法之一，該模式之理論基礎來自經濟學之效用函數為出發點，假設消費者在選擇各種可能方案時採用效用最大原則 (the principle of utility maximization)，並以顯示性或敘述性偏好之資料，探討決策者如何從選擇集合 (choice set) 中，採用效用最大原則 (the principle of utility maximization) 選擇效用最大的單一方案，並建立消費者決策行為之方案選擇模式。然而並非每一個體選擇行為模式都能正確預測每個人的選擇，所以效用模式中包含了可預測部分，和無法預知的誤差項，且一方案被選擇的機率就定義為該方案在可能方案中具有效用最大的機率。

個體模式常採用顯示性偏好 (Revealed preference) 與敘述性偏好 (Stated preference)。由於顯示性偏好是直接觀測或由問卷獲得的實際選擇行為，有難以蒐集足夠顯示性偏好資料、無法評估尚未存在方案之需求及解釋變數無法量化的缺點 (Wardman, 1988)；而敘述性偏好則可彌補上述的缺點，其供受訪者選擇事先決定之替選方案與其不同屬性水準值的情境，並藉此評估對於替選方案的整體偏好 (Hensher *et al.*, 1988)。

本研究所探討的自動駕駛汽車購買之選擇模式是屬於個體選擇行為，而選擇行為過程中的選擇集合代表受訪者可以選擇之自駕車種類。因此，本研究假設受訪者在面臨不同自駕等級時，將由可選集中選擇效用最大的自駕等級汽車，受訪者 n 對自駕等級 i 之汽車的效用函數形式如式 (3-1)：

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} = \sum_k \beta_k X_{ink} + \varepsilon_{in} \quad (3-1)$$

其中，自駕等級 i 之汽車對受訪者 n 而言，可衡量效用 V_{in} 可由常數、變數以及未知參數構成的線性加成函數，其常數為各自駕等級 i 之汽車的常數，類似於迴歸模式的常數項；變數包含共生變數 (Generic variable) 與方案特定變數 (Alternative specific variable)，其中當某一變數對所有方案擁有相同重要程度時，則該變數對所有替選方案的效用函數產生相同效果，此時所有方案的效用函

數均含有該變數，且係數值均相同，該變數稱為共生變數；而就同一個決策者而言，不因方案而有不同的數值，但會因不同的決策者而有所差異，則稱為方案特定變數。 β_k 為待校估的參數係數向量。 ε_{in} 為無法衡量的誤差項，其若對誤差項分配作不同的假設，將會得到不同選擇模式的機率。

3.2.1 多項羅吉特模式

多項羅吉特模式 (Multinomial Logit Model, MNL) 假設方案誤差項服從獨立且完全相同 (Identically independently distribution, IID) 的岡勃分配 (Gumbel)，則在效用最大原理的假設下，可推導出多項羅吉特模式的機率。因此受訪者 n 對自駕等級 i 之汽車的選擇機率為式 (3-2)：

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})} \quad (3-2)$$

其中 P_{in} 為受訪者 n 選擇自駕等級 i 之汽車的機率， $\exp(V_{in})$ 為此方案對受訪者的效用， $\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})$ 為所有方案對受訪者效用的加總，每個方案的機率 P_{in} 介於 0 與 1 之間，且各方案機率總和為 1。其中， C_n 為受訪者 n 的選擇集合，包含 Level 2 及 Level 3。以本研究為例，受訪者面臨兩種不同自駕等級汽車的選擇，因此為二項羅吉特模式，其示意圖如圖 3-2 所示。

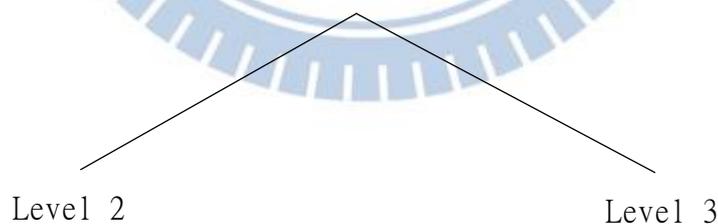


圖3-2 二項羅吉特模式示意圖

多項羅吉特模式一般以最大概似法 (maximum likelihood method) 校估參數，主因在於最大概似法能使各觀測之數據有較大發生機率之參數方法，且所估計之參數具有一致、漸進有效及漸進常態之特性，偏誤也會隨著樣本的增加而減少。

3.2.2 混合羅吉特模式

混合羅吉特模式 (Mixed Logit Models, MXL) 是為了處理每位決策者偏好非均質之情形 (McFadden and Train, 2000)，亦即考慮個體異質性，允許效用函數中之屬性參數可呈現某種機率分配。其效用可寫如公式 (3-3)：

$$U_{in} = \sum_K \beta_{nk} X_{ink} + \varepsilon_{in}$$
$$\beta_{nk} = \beta_k + \sigma_k Z_{nk} \quad (3-3)$$

β_{nk} 參數主要係處理異質之部分，然因 β_{nk} 納入效用函數中會使其成為開放型 (Open-form) 之數學式，必須採用最大模擬概似估計法 (Maximizing Simulated log-likelihood function, SLL) 計算參數向量。混合羅吉特模式假設邊際效用會服從某種分配形式，如常態、三角、對數常態及均等分配等連續分配。因此，其機率之公式如 (3-4)：

$$P_{it} = \int L_{it}(\beta) f(\beta) d\beta = \int L_{it}(\beta) f(\beta|\theta) d\beta \quad (3-4)$$

其中，機率密度函數 $f(\beta|\theta)$ ，其中 θ 為各參數向量之平均值與變異數。公式可寫成如 (3-5)：

$$\theta = (\text{mean, variance}) \quad (3-5)$$

由於必須視模式校估結果來決定適合之分配方式，進行變數嘗試時應先從常態分配診斷偏好之變異，若一開始就使用其他分配方式會增加計算的複雜度並且降低數值收斂的速度 (Arunotayanun & Polak, 2011)。

3.2.3 模式配適與檢定

概似比指標用以判斷模式的整體解釋能力，並藉由統計檢定瞭解模式是否顯著性，以及判斷兩模式差異與否。概似比指標 (Likelihood ratio index) 類似於迴歸模式的判定係數，但因為羅吉特模式無法像迴歸模式可以從殘差中計算判定係數，所以在羅吉特模式裡將以概似比指標來衡量整體模式的配適度，其基本公式如式 (3-6)：

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (3-6)$$

其中， $LL(\beta)$ 為所測定模式之變數達到收斂的對數概似值； $LL(0)$ 為相對於等佔有率模式，即為效用函數的所有參數值皆為零。概似比指標介於 0 到 1 之間，越接近 1 代表模式與數據之配合能力越強，但其值達到 0.4，代表模式的解釋能力不錯 (Ortúzar and Willumsen, 2001)。另一個常用的調整概似比指標 (Adjusted likelihood ratio index)，考量模式參數個數 K 的修正，如式 (3-7)：

$$\bar{\rho}^2 = 1 - \frac{(LL(\hat{\beta}) - K)}{LL(0)} \quad (3-7)$$

再者，透過漸進 t 檢定與概似比檢定等統計檢定瞭解模式參數的顯著性。漸進 t 檢定 (Asymptotic t -test) 對每一變數之參數值進行檢定，測試單一參數之顯著程度， t 檢定各參數之顯著程度如式 (3-8)：

$$t = \frac{\hat{\beta}_k}{\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_k)}} \quad (3-8)$$

概似比檢定 (Likelihood ratio test) 如同迴歸模式的 F 檢定，可對多個參數進行檢定，用來檢定各模式間是否有顯著的不同，如式 (3-9)：

$$X^2 = -2[LL(\hat{\beta}_R) - LL(\hat{\beta}_U)] \quad (3-9)$$

其中， X^2 為卡方分配，表示概似比檢定之統計量為卡方分配，其卡方臨界值的自由度為兩個模式參數個數的差值； $LL(\hat{\beta}_R)$ 為虛無假設成立的受限模式之對數概似函數值（參數個數較少）； $LL(\hat{\beta}_U)$ 為對立假設成立的非受限模式之對數概似函數值（參數個數較多）。但若比較兩模式之解釋能力時，無法定義受限與非受限模式，則可採用 Ben-Akiva and Swait (1986) 提出的非巢式概似比檢定 (Non-nested likelihood ratio test) 進行檢定，其如下式 (3-10)：

$$P(\bar{\rho}_2^2 - \bar{\rho}_1^2) \leq \Phi\{-[-2zLL(0) = (K_2 - K_1)^{0.5}]\} \quad (3-10)$$

其中， $\bar{\rho}_h^2$ 為模式 h 的修正概似比指標， $h = 1, 2$ ； Φ 為累積標準常態機率值。 z 為兩模式的調整概似比指標之差值，即為 $z = \bar{\rho}_2^2 - \bar{\rho}_1^2$ ； K_h 為模式 h 的參數個數。若非巢式檢定所得機率值很小，檢定結果拒絕虛無假設，表示模式 2 顯著優於模式 1，則應採用模式 2。

3.2.4 市占率與彈性分析

透過個體模式可校估出個體選擇方案的機率，但因為預測個體行為對於經營管理業者進行決策通常幫助不大，所以研究總是對總體行為較感興趣，因此將利用總體彈性與市占率衡量總體的行為。總體彈性主要考量所有決策者的彈性，並搭配方案選擇機率進行加權平均，可用於衡量總體需求對某變數變動單位百分比其對市占率變動之影響，計算公式如式 (3-11) 所定義。總體市占率變化之方式係使用樣本列舉法 (Sample enumeration)，此法可對總計的期望市占率提供一致性與無偏誤的估計，計算公式如 (3-12)：

$$E_{X_{jk}}^{\bar{P}_l} = \frac{\sum_{n=1}^N P_{in} \cdot E_{X_{jnk}}^{P_{in}}}{\sum_{n=1}^N P_{in}} \quad (3-11)$$

$$\bar{P}_l = \frac{\sum_{n=1}^N P_{in}}{N} \quad (3-12)$$

第四章 問卷設計與資料蒐集分析

4.1 問卷設計與內容

問卷主要內容分為四大部分，第一部分「自駕車認知情境」、第二部分為「購車選擇行為」、第三部分是「自動駕駛汽車的認知與態度」與第四部份為「基本資料」，說明如下。正式問卷內容詳見附錄。

第一部分：自駕車認知情境

此部分分為購買情境、重要度與風險認知以及使用情境。購買情境主要是調查受訪者是否對 Level 3 自駕車有所疑慮以及傾向購買或不購買 Level 3 自駕車。重要度與風險認知是要調查受訪者認為輔助駕駛系統的重要度與風險程度。使用情境調查受訪者使用全自動駕駛功能的時機以及行為。此部分主要想了解這些變數是否會影響對於自動駕駛汽車的購車選擇行為。

第二部份：購車選擇行為

假設受訪者在五年之後需要購買第一輛汽車，其汽車購買選擇行為。方案分別為 Level 2 及 Level 3。由於現今發展正從由人類駕駛員進行動態複雜駕駛任務的 Level 2 進展到由自動駕駛系統進行的 Level 3，因此想探討此兩等級代表的輔助駕駛與自動駕駛的選擇行為差異。此部分每位受訪者需選擇其中一自駕車方案，主要是利用敘述性偏好設計的方式，以購買價格、行駛成本、稅金以及安全性四個屬性為主要影響變數。

最後透過 SPSS 的直交設計產生 12 種不同屬性水準值之組合情境，而每位受訪者填寫其中三個情境。其中，直交設計是部分因子 (Fractional-factorial design) 的一種，其可將方案組合降到最少，且可避免估計參數時之相關性，亦即使每一參數之估計與其他參數之間為獨立的關係，同時使估計之係數的變異數為最小。以下將分別說明各方案之購買價格、行駛成本、稅金以及安全性等屬性的設計方式，如表 4-1 所示。

表4-1 正式問卷之方案屬性水準值設計說明

選擇方案	Level 2	Level 3
購買價格	70、90 萬元	285、300 萬元
	以 Ford Focus 為依據，擁有 Level 2 自動輔助功能，售價約 67~89 萬元，取兩水準 70、90 萬元。	以 Tesla Model S 為依據，擁有 Level 3 自動駕駛功能，售價約 285~300 萬，取兩水準 285、300 萬元。
行駛成本	60、70 萬元/十年	30、35 萬元/十年
	根據 Wadud(2017)燃料成本每百公里約 300 元，其餘維修、保養、停車等成本每百公里約 200 元。因此行駛成本每百公里約 500 元，根據 Wadud(2017)以一年行駛 12,000 公里計算，十年行駛成本為 60 萬，取兩水準 60、70 萬元。	根據 Tesla 電動車一度跑 6 公里，平均一度電 3 元，能源成本每百公里約 50 元，其餘維修、保養、停車等成本根據文獻每百公里約 200 元。因此行駛成本每百公里約 250 元，根據 Wadud(2017)以一年行駛 12,000 公里計算，十年行駛成本為 30 萬，取兩水準 30、35 萬元。
稅金	35、40 萬元/十年	20、25 萬元/十年
	以排氣量 1,201~1800c.c. 之自用小客車為例，每年牌照稅 7,120 元、汽油燃料稅 4,800 元。購買時一次性的貨物稅 30%，以車價 70、90 萬元計算，貨物稅為 21、27 萬元。十年總和稅金約 33、39 萬，取兩水準 35、40 萬元。	政府鼓勵電動車因此實施牌照稅與汽油燃料稅減免。貨物稅，車價 140 萬元以下減免，超過的金額稅率減半。以車價 285、300 萬元計算，貨物稅為 21、24 萬元，取兩水準 20、25 萬元。
安全性	30、32 萬公里發生一次意外	60、64 萬公里發生一次意外
	根據 Lipson & Kurman(2016)人類駕駛員平均每 32 萬公里會發生一次事故，因此取兩水準 30、32 萬公里。	根據 Lipson & Kurman(2016)自駕車必須比人類駕駛員更安全兩倍，平均每 64 萬公里發生一次事故，因此取兩水準 60、64 萬公里。

第三部分：自動駕駛汽車的認知與態度

此部分首先詢問受訪者認為自己對於 Level 3 自駕車是屬於創新擴散理論中哪個階段的採用者。第二部分以李克特五點尺度量表衡量受訪者對於 Level 3 自動駕駛汽車的認知與態度，尺度由 5 分為「非常同意」，依序排序至 1 分為「非常不同意」。透過文獻回顧整理，歸納出以下七大構面去分析不同構面下的認知及態度，分別為：有用性、易用性、社會規範、安全、風險、價值與態度。

第四部分：基本資料

本問卷將針對大專院校學生族群進行調查，此部分將調查性別、年齡、戶籍地點等社會經濟特性，作為分析不同受訪者之社會經濟特性對自動駕駛汽車認知態度與購車行為的影響。

4.2 資料蒐集與分析

由於研究對象欲調查大學部及研究所學生族群對於不同自駕等級之汽車的選擇行為，因此本次調查時間為民國 108 年 3 月至 5 月，在大專院校中以紙本問卷的方式發放，並透過現場解說及播放影片的方式，讓受訪者充分了解 Level 2 以及 Level 3 自駕車的差異性。問卷回收整理後可供分析之有效樣本為 531 份。本節將以基本統計分析瞭解問卷的樣本結構，並進行受訪者的樣本特性與替選方案之交叉檢定分析。最後利用驗證性因素分析進行態度與認知量表構面的信效度分析。

4.2.1 基本統計分析與檢定

在社會經濟特性部分，男性為 44.3%，女性為 55.7%；由於問卷樣本為學生，因此年齡 25 歲以下占大多數有 99.4%；戶籍地北部占了半數以上達 67.2%，其次為南部 14.9%及中部 10.9%。創新產品採用階段中，最高比例為早期大眾 33.5%及晚期大眾 32.9%，其次是早期採用者 14.7%及創新者 13.4%，最後是落後者 5.5%，早期大眾、晚期大眾及落後者組成的主流市場佔大多數。購買情境方面，44.6%的受訪者對自駕車仍有疑慮且無法決定購不購買；全自駕功能使用時機中，51.2%的受訪者是在累的時候使用；而 43.3%的受訪者在啟動全自駕功能後仍會注意路況，32%的受訪者因為期望使用時機是累的時候，因此會選擇在啟動後睡覺。

表4-2 樣本結構統計表

項目		次數	百分比
性別	男	235	44.3%
	女	296	55.7%
創新產品 採用階段	創新者	71	13.4%
	早期採用者	78	14.7%
	早期大眾	178	33.5%
	晚期大眾	175	32.9%
	落後者	29	5.5%
年齡	25歲以下	528	99.4%
	26歲以上	3	0.6%
戶籍地	北部	357	67.2%
	中部	58	10.9%
	南部	79	14.9%
	東部	9	1.7%
	其他	28	5.3%
購買情境	對自駕車存有疑慮，傾向不購買	82	15.4%
	對自駕車雖有疑慮，傾向購買	166	31.3%
	對自駕車有疑慮，無法決定是否購買	237	44.6%
	對自駕車無特別疑慮，傾向不購買	28	5.3%
	對自駕車無特別疑慮，傾向購買	18	3.4%
最期待啟動全自 駕功能的情境	塞車時	136	25.6%
	高速公路上	81	15.3%
	累的時候	272	51.2%
	其他	42	7.9%
啟動全自駕時最 可能做什麼事	睡覺	170	32.0%
	看書或影片	94	17.7%
	注意路況	230	43.3%
	其他	37	7.0%

下表 4-3 為「購買情境」與「選擇方案」之間的交叉分析，卡方值為 13.65，具有統計顯著水準。由表可以看出「無法決定是否購買」的受訪者族群，多數仍然選擇 Level 3。「傾向購買」的族群中較多數選擇 Level 3，而「傾向不購買」中選擇兩等級的受訪者分布較平均，顯示出 Level 3 自駕車有較高的吸引力。

表4-3 「購買情境」與「選擇方案」卡方統計結果

購買情境 選擇	傾向購買	無法決定 是否購買	傾向不購買	總和
Level 2	12.4%	13.7%	10.2%	36.3%
Level 3	22.2%	30.9%	10.6%	63.7%
總和	34.6%	44.6%	20.8%	100%
卡方值=13.65		P 值=0.0085		

而由表4-4「購買情境」與「創新階段使用者」交叉分析的結果來看（卡方值 16.66，具有統計顯著水準），「早期市場」的受訪者包含創新者及早期採用者，較多數是屬於傾向購買自駕車的族群。「主流市場」的受訪者包括早期大眾、晚期大眾與落後者，較多數無法決定是否購買自駕車，顯示出主流大眾對於自駕車尚存有許多疑慮。

表4-4 「購買情境」與「創新階段」卡方統計結果

購買情境 創新階段	傾向購買	無法決定 是否購買	傾向不購買	總和
早期市場	13.4%	9.2%	5.5%	28.1%
主流市場	21.3%	35.4%	15.2%	71.9%
總和	34.7%	44.6%	20.7%	100%
卡方值=16.66		P 值=0.0002		

4.2.2 驗證性因素分析與信效度分析

問卷中第三部分「認知與態度」是探討受訪者對於自動駕駛汽車的認知與態度，透過文獻整理歸納出「有用性」、「易用性」、「社會規範」、「安全」、「風險」、「價值」、以及「態度」等七個構面變數。各個構面皆由三個問題的變項所組成，變項代號可參照附錄之正式問卷所示。由於各變數屬於抽象的潛在構面，無法直接測量，因此必須發展量表進行各變數的量測工作，並以信度分析與效度分析來說明量表的測量可信與有效。

驗證性因素分析法主要用於研究者依據先驗理論架構出指標變數與構面間的關係後，透過資料的蒐集來檢驗其與理論模式間的適合度，經由適當的模式修正，最後說明理論模式能否被樣本資料所支持。驗證性因素分析法中所應用的模式稱為測量模型。本小節先針對模型中各潛在構面的量表，以驗證性因素分析技術進行信度與效度的分析。在信度分析方面是以Cronbach's α 作為分析信度的工具。至於在效度的分析方面，利用計算潛在變數的組合信度(Composite Reliability, CR)與平均變異萃取量(Average Variance Extracted, AVE)，分別用來反映構面內的指標是否具有內部一致性以及總變異被潛在構面解釋的部分，以此來當作效度的分析工具。

根據Fornell & Larcker (1981)的建議，潛在變項的組合信度值要至少能達到0.60以上，此數值越高代表真實變異佔總變異的比例越高，此構面的內部一致性才會越高。此外，平均變異萃取量是在計算潛在變項各測量變項對該潛在變項的變異解釋力。若平均變異萃取量愈高，則表示潛在變項有愈高的信度與收斂效度。Fornell & Larcker (1981)及Bagozzi & Yi (1988)都建議潛在變項的平均變異萃取量最好都能超過0.50，因為這表示潛在變項受到觀察變項的貢獻相較測量誤差的貢獻量來得多(大於50%)。不過如果平均變異萃取量要達到0.50以上，在實務上不是很容易達成，因為代表所有因素負荷量的平均值必須高於0.71(0.712的平方 \approx 0.50)。因此，根據Hair *et al.* (2006)建議評鑑測量模式之指標，標準化之因素負荷量至少要達到0.50的門檻，亦即是說平均變異萃取量達到0.25以上即可接受。

(一) 有用性

表 4-5 說明本研究問卷「有用性」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.711、0.757 與 0.734。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.778、0.539、0.84，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「有用性」量表具有信度與效度。

表4-5 「有用性」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
PE1	0.711	0.494	22.69	0.778	0.539	0.84
PE2	0.757	0.427	20.10			
PE3	0.734	0.461	21.68			

(二) 易用性

表 4-6 說明本研究問卷「易用性」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.825、0.766 與 0.774。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.831、0.622、0.89，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「易用性」量表具有信度與效度。

表4-6 「易用性」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
PU1	0.825	0.319	23.38	0.831	0.622	0.89
PU2	0.766	0.413	23.35			
PU3	0.774	0.401	22.28			

(三) 社會規範

表 4-7 說明本研究問卷「社會規範」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.820、0.809 與 0.590。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.788、0.558、0.76，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「社會規範」量表具有信度與效度。

表4-7 「社會規範」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
SN1	0.820	0.328	22.73	0.788	0.558	0.76
SN2	0.809	0.346	21.78			
SN3	0.590	0.652	11.89			

(四) 安全

表 4-8 說明本研究問卷「安全」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.591、0.559 與 0.708。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.653、0.388、0.72，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「安全」量表具有信度與效度。

表4-8 「安全」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
SA1	0.591	0.651	14.63	0.653	0.388	0.72
SA2	0.559	0.688	14.13			
SA3	0.708	0.499	20.14			

(五) 風險

表 4-9 說明本研究問卷「風險」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.734、0.728 與 0.588。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.726、0.471、0.8，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「風險」量表具有信度與效度。

表4-9 「風險」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
RI1	0.734	0.461	23.97	0.726	0.471	0.8
RI2	0.728	0.470	25.68			
RI3	0.588	0.654	13.85			

(六) 價值

表 4-10 說明本研究問卷「價值」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.511、0.634 與 0.738。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.664、0.403、0.61，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「價值」量表具有信度與效度。

表4-10 「價值」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
VA1	0.511	0.739	10.56	0.664	0.403	0.61
VA2	0.634	0.598	12.78			
VA3	0.738	0.455	14.00			

(七) 態度

表 4-11 說明本研究問卷「態度」量表之信、效度分析結果，由分析結果可以知道這三個指標的因素負荷量分別是 0.695、0.830 與 0.695。此測量模型的構面衡量指標均達到統計水準。其組合信度、平均變異萃取量以及 Cronbach' s α 分別是 0.786、0.552、0.85，各信效度指標的數值均有達到文獻上建議的標準，說明本研究之「態度」量表具有信度與效度。

表4-11 「態度」之信度與效度分析結果

變項	因素負荷量	測量誤差	t-value	組成信度	平均變異萃取量	Cronbach' s α
AT1	0.695	0.517	20.06	0.786	0.552	0.85
AT2	0.830	0.311	22.85			
AT3	0.695	0.517	22.45			

第五章 實證研究分析

5.1 認知與態度構面交叉分析

本小節將探討問卷第三部分「認知與態度」，創新鴻溝兩側之受訪者對於自動駕駛汽車認知與態度的差異性。透過文獻整理歸納出「有用性」、「易用性」、「社會規範」、「安全」、「風險」、「價值」、以及「態度」等七個構面變數。另外將受訪者依創新產品採用階段分類，「早期市場」為創新者與早期採用者，而「主流市場」為早期大眾、晚期大眾及落後者。Moore (2006) 提出在早期市場與主流市場之間存在著一條「創新鴻溝」，因此想藉由本節了解創新鴻溝兩側之族群對於 Level 3 自動駕駛汽車是否存在著態度與認知上的差異。

由上一章節得出七個構面變數各指標之因素負荷量，本節之構面變數皆經過下列處理。首先，將各構面指標的李克特尺度量表 1 (非常不同意) ~ 5 (非常同意) 之數值乘上因素負荷量，再經過標準化後將各構面的受訪者分為「最負面看法」、「負面看法」、「正面看法」與「最正面看法」四個族群。最後，利用卡方檢定對創新鴻溝兩側之族群與不同構面進行交叉分析，探討鴻溝兩族群認知與態度的差異性。本節僅列出具有統計顯著水準之構面。

(一) 有用性

表 5-1 說明創新擴散兩階段使用者與「有用性」量表之交叉分析結果，卡方值為 28.99，具有統計顯著水準。由結果可以得知早期市場族群多數認為自駕車對於他們具有較高的有用性，而主流市場的族群則有著較平中立的看法，普遍認為有用性影響不大。

表5-1 「有用性」與「創新階段」之卡方分析結果

有用性 創新階段	認為有用性 非常低	認為 有用性低	認為 有用性高	認為有用性 非常高	總和
早期市場	4%	4.1%	10%	10%	28.1%
主流市場	12.2%	22.2%	25.6%	11.9%	71.9%
總和	16.2%	26.3%	35.6%	21.9%	100%
卡方值=28.99		P 值=2.244e-06			

(二) 易用性

表 5-2 說明創新擴散兩階段使用者與「易用性」量表之交叉分析結果，卡方值為 20.77，具有統計顯著水準。由結果可以得知早期市場族群傾向認為自駕車具有較高的易用性，而主流市場的族群則傾向認為自駕車的易用性較低。

表5-2 「易用性」與「創新階段」之卡方分析結果

易用性 創新階段	認為易用性 非常低	認為 易用性低	認為 易用性高	認為易用性 非常高	總和
早期市場	2.8%	8.9%	8.9%	7.5%	28.1%
主流市場	14.5%	27.9%	20.3%	9.2%	71.9%
總和	17.3%	36.8%	29.2%	16.7%	100%
卡方值=20.77		P 值=0.0001			

(三) 社會規範

表 5-3 說明創新擴散兩階段使用者與「社會規範」量表之交叉分析結果，卡方值為 44.72，具有統計顯著水準。由結果可以得知早期市場族群明顯地認為容易受到社會的影響而購買自駕車。相對來說，主流市場的族群則普遍認為受到社會的影響不大。

表5-3 「社會規範」與「創新階段」之卡方分析結果

社會 規範 創新階段	受社會影響 非常少	受社會 影響少	受社會 影響多	受社會影響 非常多	總和
早期市場	1.7%	7.3%	8.7%	10.4%	28.1%
主流市場	20.5%	19%	20.5%	11.9%	71.9%
總和	21.2%	26.3%	28.3%	21.3%	100%
卡方值=44.72		P 值=1.059e-09			

(四) 安全

表 5-4 說明創新擴散兩階段使用者與「安全」量表之交叉分析結果，卡方值為 17.17，具有統計顯著水準。由結果可以得知早期市場族群有較平均的看法，認為安全性高的人數與認為安全性低的人數相當。而主流市場的族群則較傾向認為自駕車之安全性較低。

表 5-4 「安全」與「創新階段」之卡方分析結果

安全 創新 階段	認為安全性 非常高	認為 安全性高	認為 安全性低	認為安全性 非常低	總和
早期市場	8.3%	6.2%	5.1%	8.5%	28.1%
主流市場	13.7%	19.8%	23%	15.4%	71.9%
總和	22%	26%	28.1%	23.9%	100%
卡方值 17.17		P 值=0.0006			

(五) 態度

表 5-5 說明創新擴散兩階段使用者與「態度」量表之交叉分析結果，卡方值為 16.73，具有統計顯著水準。由結果可以得知早期市場族群多數對於自駕車持有較正面的態度。而主流市場的族群對於自駕車則有著稍微負面的看法，相較早期市場來說有著較消極的態度。

表 5-5 「態度」與「創新階段」之卡方分析結果

態度 創新 階段	看法 非常負面	看法負面	看法正面	看法 非常正面	總和
早期市場	4.5%	5.5%	7.5%	10.6%	28.1%
主流市場	18.2%	20.5%	16.8%	16.4%	71.9%
總和	22.7%	26%	24.3%	27%	100%
卡方值=16.73		P 值=0.0008			

5.2 個體選擇模式

本研究以大學及研究所學生的觀點，探討五至十年後對於自動駕駛汽車之購買選擇行為模式，將利用二項羅吉特模式及混合羅吉特模式進行校估。本模式將考量受訪者的社會經濟特性、購買情境變數以及認知與態度構面變數，以及自駕車的相關成本變數與安全性變數作為模式的解釋變數，並以 Level 2 與 Level 3 兩等級的自動駕駛汽車作為模式之替選方案。

5.2.1 變數說明

羅吉特模式中各替選方案之效用函數是由不同的變數型態所構成的，主要可分成方案特定常數、方案特定變數及共生變數三種型態。由於現今發展正從由人類駕駛員進行動態複雜駕駛任務的 Level 2 進展到由自動駕駛系統進行的 Level 3，本研究想探討此兩等級代表的輔助駕駛與自動駕駛的選擇行為差異，因此替選方案分別為「Level 2」與「Level 3」兩方案，並以「Level 2」作為基準，而將「Level 3」設為方案特定常數，觀察兩方案相對應的變化情形。社會經濟變數、購買情境變數以虛擬變數加以處理，再加上認知與態度構面變數，設為方案特定變數。各自駕等級方案的購買價格、行駛成本、稅金以及安全性則設為共生變數。模式之變數說明分述如下。

1. 共生變數

- (1) 購買價格：為方案中屬性設定之水準值，為一連續變數，單位是「萬元」。由於購買價格越高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。
- (2) 行駛成本：為方案中屬性設定之水準值，為一連續變數，單位是「萬元/十年」。由於行駛成本越高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。
- (3) 稅金：為方案中屬性設定之水準值，為一連續變數，單位是「萬元/十年」。由於稅金越高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。

- (4) 安全性：為方案中屬性設定之水準值，為一連續變數，單位是「萬公里」，意指行駛每多少萬公里發生一次事故。由於安全性越高，越多公里才發生一次事故，消費者會越偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為正項。

2. 方案特定常數

和上面說明相同，以「Level 2」方案為基準，設定「Level 3」方案特定常數，為模式中必要項目。

3. 方案特定變數

此部份大部分設定為虛擬變數，有三組以上選項時設定多組虛擬變數，也有部分變數為連續變數。實際校估時可拿掉不顯著的方案特定變數，重新校估模式，直到得到最佳的模式結果。

- (1) 社會經濟特性：性別(虛擬變數)、年齡(虛擬變數)、戶籍地點(虛擬變數)。
- (2) 購買情境：設定五組虛擬變數，「對自駕車存有疑慮，傾向不購買」、「對自駕車雖有疑慮，傾向購買」、「對自駕車有疑慮，無法決定是否購買」、「對自駕車無特別疑慮，傾向不購買」、「對自駕車無特別疑慮，傾向購買」，將勾選該選項者設為 1，其餘設為 0。
- (3) 認知與態度構面：設定七個構面的連續變數，將各構面指標的李克特尺度量表 1 (非常不同意) ~ 5 (非常同意) 之數值乘上因素負荷量後，再經過標準化。

5.2.2 二項羅吉特模式

二項羅吉特模式的校估過程與結果如下表 5-6 所示，此模式以 Level 2 方案作為基準進行模式構建與分析之情況下，相對於 Level 2 而言，受訪者選 Level 3 方案之機率較高。本研究認為學生族群對於高科技及創新產品擁有較高的興趣，相對於只有輔助駕駛系統的 Level 2 自駕車，等級較高的自動駕駛汽車有較高的吸引力，故受訪者選擇購買 Level 3 自駕車之現象就較為普及。共生變數包含購買價格、行駛成本、稅金及安全性，經由模式推估後，購買成本及安全性之符號與模式構建前之預期符號相同，且皆具顯著性。此結果可解釋為受訪者在選擇購買自駕車時，購買價格越低以及安全性越高就越能夠提高選擇的機率。然而，行駛成本及稅金則為達顯著水準，稅金之符號也與預期符號相反，因此嘗試將兩變數合併成為年化成本放入模式，雖仍未達顯著水準但符號與預期符號相符。下一節將嘗試利用混合羅吉特模式，加入異質係數探討共生變數是否存在著個體偏好的異質性，希望藉此能提高模式的解釋能力。

另外，本模式亦納入方案特定變數，經過多次嘗試後將未達顯著水準之變數刪除，重新進行模式推估。模式包含的方案特定變數有認知態度量表的「易用性」與「態度」兩個構面、戶籍地（戶籍地為中部=1，其餘為 0）及購買情境（勾選「無法決定是否購買自駕車」之族群=1，其餘為 0）。模式推估結果發現，認為自駕車不太容易上手使用的族群，以及對於自駕車擁有較正面看法之族群，選擇高等級自駕車的機率越高；社會經濟特性方面，駕駛汽車比例較高的中部族群，因為習慣自己駕駛汽車，所以未來更傾向選擇較便宜且擁有輔助駕駛系統的 Level 2 車輛；在購買情境方面，對於自駕車尚存有疑慮，無法決定是否購買的受訪者，選擇 Level 3 之機率相對較高，顯示受訪者對於自駕車的態度較不確定，但面臨選擇時仍傾向選擇嘗試 Level 3。

此二項羅吉特模式配適度為 0.048，而計算共生變數之間的交換比率結果顯示，受訪者願意增加 2.4 萬元的購買價格以降低 1 萬元的年化成本；安全性方面，受訪者願意增加 0.33 萬元的購買價格以提高每多 1 萬公里才發生事故。

表5-6 二項羅吉特模式推估結果

變數名稱	模式編號	BNL_1		BNL_2	
		係數	t 值	係數	t 值
方案常數					
Level 2		基準	-	基準	-
Level 3		3.075	1.45	2.981	1.41
共生變數					
購買價格/100		-2.541	-3.29**	-2.534	-3.29**
行駛成本/10		-0.133	-0.80	-	-
稅金/10		0.106	0.42	-	-
年化成本/100		-	-	-0.608	-0.44
安全性/10		0.819	1.97**	0.838	2.01**
方案特定變數					
構面-易用性		-0.250	-2.03**	-0.251	-2.04**
構面-態度		0.343	2.83**	0.346	2.85**
戶籍地-中部		-0.582	-2.01**	-0.578	-2.00**
購買情境-無法決定是否購買		0.392	2.03**	0.393	2.04**
模式整體配適度					
模式變數個數		9		8	
LL(0)		-348.010		-348.010	
LL(β)		-330.977		-331.281	
概似比指標		0.049		0.048	
貝氏資訊準則(BIC)		718.428		712.760	
註：**表示達顯著水準 $\alpha=0.05$ * 表示達顯著水準 $\alpha=0.1$					

5.2.3 混合羅吉特模式

本節主要係利用上節所建立的二項羅吉特模式結果，進一步透過混合羅吉特模式來推估模型，以檢視模式中是否具有個體偏好異質性之現象。之後進行各模式之討論與比較，找出最適合的自駕車購買選擇模式。最後，再進行總體彈性分析及總體市場占有率的敏感度分析。

混合羅吉特模式的校估過程與結果如下表 5-7 所示，共生變數包含購買價格、行駛成本、稅金及安全性，經由模式推估後，四個共生變數之符號與模式構建前之預期符號相同，且購買價格、行駛成本及安全性皆具顯著性，唯有稅金不顯著。此結果可解釋為受訪者在選擇購買自駕車時，稅金並不是考慮的因素之一。在方案特定變數方面，模式推估結果發現，認為自駕車對於自己來說有很大幫助的族群，以及認為自駕車不太容易上手使用之族群，選擇高等級自駕車的機率較高；在購買情境方面，對於自駕車雖無疑慮，但仍傾向不購買的受訪者，選擇 Level 3 之機率相對較低，顯示出受訪者對於購買自駕車尚有其他重要考量因素。

另外，此模式將購買價格、行駛成本、稅金及安全性之共生變數設為隨機係數，並且在推估時先假設隨機係數會呈現具有異質性之常態分配。而在模式進行推估後發現，異質係數中安全性之標準差顯著性 t 值未達顯著標準，故予以刪除。表示安全性在個體間並無差異，受訪這對於安全性有較一致的看法。而有達到顯著水準標準差之購買價格、行駛成本及稅金變數中，又以購買價格及行駛成本之變異程度為較大，而稅金之變異程度較小。這一結果可被解釋為購買價格因為存在著較大的價差，所以不同受訪者較容易因價值觀或金錢壓力不同的關係，對於購買價格具有較大的認知差異。而行駛成本因為會受到行駛距離的影響，且每位駕駛人的駕駛習慣也不盡相同，所以個體間對於行駛成本的認知差異也較大。相對來說，稅金只會因為車輛排氣量不同而有所差異，金額相對較固定，所以個體間對於稅金的感受差異較小。

混合羅吉特模式 MXL_2 配適度為 0.111，而計算共生變數之間的交換比率結果顯示，受訪者願意分別增加 1.2 萬元的購買價格以降低 1 萬元的行駛成本；安全性方面，受訪者願意增 2.8 萬元的購買價格以提高每多 1 萬公里才發生事故。

表 5-7 混合羅吉特模式推估結果

變數名稱	模式編號	MXL_1		MXL_2	
		係數	t 值	係數	t 值
方案常數					
Level 2		基準	-	基準	-
Level 3		6.773	1.82*	6.767	2.24**
共生變數					
購買價格/100		-6.426	-3.51**	-6.404	-3.61**
行駛成本/10		-0.744	-1.87*	-0.750	-1.98**
稅金/10		-0.196	-0.48	-0.156	-0.42
安全性/10		1.777	2.15**	1.805	2.31**
方案特定變數					
構面-有用性		0.709	3.21**	0.697	2.67**
構面-易用性		-0.540	-2.64**	-0.509	-2.09**
購買情境-傾向不購買		-	-	-1.807	-2.48**
異質變數					
購買價格		4.575	1.85*	4.856	1.98**
行駛成本		3.194	1.86*	3.342	1.99**
稅金		1.631	4.29**	1.612	4.34**
模式整體配適度					
模式變數個數		10		11	
LL(0)		-348.010		-348.010	
LL(β)		-311.715		-309.527	
概似比指標		0.104		0.111	
貝氏資訊準則(BIC)		686.177		688.076	
註：**表示達顯著水準 $\alpha=0.05$ * 表示達顯著水準 $\alpha=0.1$					

由上述結果來看，模式的配適度由 0.048 提升至 0.111，混合羅吉特模式的解釋能力相對較好。而基於二項羅吉特模式及混合羅吉特模式在結構上的差異，利用概似比檢定進一步判斷混合羅吉特模式是否優於二項羅吉特模式，如表 5-8 所示。透過檢定結果可知，計算出的概似比統計量大於卡方臨界值，推翻虛無假設，顯示出混合羅吉特模式在統計上確實與二項羅吉特模式具有顯著差異，亦即表示使用混合羅吉特模式會優於二項羅吉特模式之結果。

表5-8 購買自駕車選擇模式之概似比檢定結果

概似比統計量 x^2	卡方臨界值	檢定結果
42.9	5.991	統計上具有顯著差異
檢定公式： $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K = 0$ $H_1 : \beta_1, \beta_2, \dots \text{不全為 } 0$ $x^2 = -2[LL(\hat{\beta}_R) - LL(\hat{\beta}_U)]$		

5.3 總體彈性分析

本研究利用購買自駕車選擇行為之混合羅吉特模式 MXL_2 結果進行總體彈性之分析，選擇共生變數中之購買價格、行駛成本、稅金以及安全性分別進行分析，其產生之彈性如下表 5-9 至表 5-11 所示。表內之對角線為總體直接彈性，非對角線數值則為交叉彈性。

從表 5-9 可以得到不分族群的彈性分析結果，以購買價格、行駛成本以及稅金進行分析，所計算出的直接彈性皆為負值，表示當價格、行駛成本或稅金增加 1% 時，選擇自身方案機率下降的百分比；而交叉彈性均呈現正向關係，說明其他方案因為某方案的價格、行駛成本或稅金增加 1% 時進而受惠，自身被選擇的機率上升。而比較三者直接彈性的值域，價格彈性為 -2.6 和 -7.5，行駛成本彈性為 -1.0 和 -2.5，稅金彈性為 -0.1 和 -0.3，表示相對來說，價格屬性對於選擇機率的影響最大，行駛成本其次，稅金屬性影響最小。就價格之交叉彈性而言，若 Level 3 價格上漲 1%，有相當高的比例會改變選擇至 Level 2；而就行駛成本以及稅金之交叉彈性而言，若某方案的行駛成本上漲，選擇轉移至另一方案的比例皆相差不大。其中行駛成本交叉彈性皆大於 1，顯示出行駛成本屬性所造成的選擇轉移比例較大。

以安全性進行分析，所計算出的直接彈性皆為正值，表示當安全性增加 1%時，選擇自身方案機率上升的百分比；而交叉彈性均呈現負向關係，說明其他方案因為某方案的安全性增加 1%時，選擇自身方案機率下降的百分比。其中，安全性之直接彈性，Level 3 的彈性值 4.5，顯示出安全性對於 Level 3 自身方案的選擇機率影響較大；而就交叉彈性而言，若 Level 3 方案的安全性上升，選擇 Level 2 的機率就會大幅下降，此結果顯示出，對於選擇購買 Level 3 來說，安全性是受訪者很重要的選擇影響因素。

細分來看，將受訪者分為早期市場以及主流市場進行彈性分析比較，表 5-10 為早期市場的彈性分析結果，表 5-11 為主流市場的彈性分析結果。各屬性彈性分析下，數值之正負號與不分族群的整體結果有著相同趨勢。值得注意的是早期市場中 Level 2 方案的彈性值均上升，Level 3 方案的彈性值皆下降；相反地，主流市場中 Level 2 方案的彈性值均下降，Level 3 方案的彈性值皆上升。表示當屬性變動時，Level 2 方案選擇機率早期市場會受到較大的影響，而 Level 3 方案選擇機率主流市場會受到較大的影響。

表 5-9 不分族群之彈性計算結果

方案	Level 2	Level 3
購買價格		
Level 2	-2.605	2.041
Level 3	9.575	-7.501
行駛成本		
Level 2	-2.487	1.948
Level 3	1.246	-0.976
稅金		
Level 2	-0.299	0.234
Level 3	0.179	-0.140
安全性		
Level 2	2.860	-2.241
Level 3	-5.713	4.476

表5-10 早期市場之彈性計算結果

方案	Level 2	Level 3
購買價格		
Level 2	-2.770	1.907
Level 3	10.121	-6.968
行駛成本		
Level 2	-2.643	1.820
Level 3	1.314	-0.905
稅金		
Level 2	-0.317	0.218
Level 3	0.190	-0.131
安全性		
Level 2	3.018	-2.078
Level 3	-6.005	4.135

表5-11 主流市場之彈性計算結果

方案	Level 2	Level 3
購買價格		
Level 2	-2.547	2.097
Level 3	9.383	-7.726
行駛成本		
Level 2	-2.432	2.002
Level 3	1.222	-1.006
稅金		
Level 2	-0.293	0.241
Level 3	0.175	-0.144
安全性		
Level 2	2.805	-2.309
Level 3	-5.610	4.619

5.4 敏感度分析

本節將利用前述計算彈性分析後影響較大的變數，購買價格、行駛成本以及安全性，進行更進一步進行市占率分析。本研究想了解早期市場與主流市場兩個族群對於購買自動駕駛汽車的選擇行為，因此進行兩族群間方案選擇機率的敏感度差異分析。

透過表5-12結果可以看出，兩方案受到Level 3自駕車之購買價格、行駛成本以及安全性屬性變化，所造成市占率變化的結果。在變動前，與主流市場相比，早期市場的Level 3市占率相對較高。當Level 3的購買價格降低時，Level 3之市占率會快速上升，且主流市場的上升趨勢較明顯。顯示出價格對於主流市場的消費者來說，是選擇Level 3自駕車重要的影響變數，也是潛在的阻礙因子，因此只要價格下降30%，Level 3就可以達到約九成五的市占率。

在行駛成本方面，當Level 3自駕車之行駛成本下降時，Level 3方案的市占率就會逐漸提升。相對購買價格來說，行駛成本下降所造成市占率上升的幅度較小，且早期市場與主流市場的上升趨勢差異較小，顯示出消費者對於行駛成本有較一致的敏感度。在安全性方面，當Level 3的安全性上升時，Level 3的市占率會快速上升，且主流市場有較明顯的上升趨勢。顯示出安全性是購買自動駕駛汽車的重要影響變數，市占率受到安全性的影響較大，且主流市場消費者對於安全性因子有較高的敏感度。

由此分析可以得知，在早期市場與主流市場中，消費者對於購買價格、行駛成本以及安全性有不同的敏感度，當價格以及行駛成本下降，安全性提升時，可以有效達到選擇行為轉移的效果，提高Level 3自動駕駛汽車的市占率。

表5-12 不同情境下市占率變化結果

項目		Level 2	Level 3	Level 3 與變動前差距	
變動前市占率					
早期市場		40.8%	59.2%		
主流市場		45.2%	54.8%		
購買價格					
-5%	早期市場	31.5%	68.5%	+9.3%	
	主流市場	35.3%	64.7%	+9.9%	
-10%	早期市場	23.3%	76.7%	+17.5%	
	主流市場	26.4%	73.6%	+18.8%	
-20%	早期市場	11.2%	88.8%	+29.6%	
	主流市場	13.0%	87.0%	+32.2%	
-30%	早期市場	4.6%	95.4%	+36.2%	
	主流市場	5.5%	94.5%	+39.7%	
行駛成本					
-5%	早期市場	39.5%	60.5%	+1.3%	
	主流市場	43.8%	56.2%	+1.4%	
-10%	早期市場	38.3%	61.7%	+2.5%	
	主流市場	42.5%	57.5%	+2.7%	
-20%	早期市場	35.8%	64.2%	+5.0%	
	主流市場	40.0%	60.0%	+5.2%	
-30%	早期市場	33.5%	66.5%	+7.3%	
	主流市場	37.4%	62.6%	+7.8%	
安全性					
+5%	早期市場	35.2%	64.8%	+5.6%	
	主流市場	39.2%	60.8%	+6.0%	
+10%	早期市場	29.9%	70.1%	+10.9%	
	主流市場	33.5%	66.5%	+11.7%	
+20%	早期市場	20.6%	79.4%	+20.2%	
	主流市場	23.4%	76.6%	+21.8%	
+30%	早期市場	13.4%	86.6%	+27.4%	
	主流市場	15.4%	84.6%	+29.8%	

5.5 討論

本研究是探討不同等級之自動駕駛汽車購買選擇行為，並將消費者分為早期市場以及主流市場兩大族群，分析兩族群之偏好及選擇差異。因此本節將根據本章所進行之分析，進行政策意涵及應用的相關討論，分述如下：

1. 創新鴻溝兩側消費者之偏好

根據交叉差分析的結果顯示，主流市場的消費者對於有用性、易用性、社會規範、安全以及態度構面，都抱持著較負面或消極之看法。顯示出主流市場的消費者對於自動駕駛汽車尚存有較多疑慮，相較之下，早期市場的消費者對於自動駕駛汽車有著較高之接受度。因此政府相關單位可以透過與業者的合作，利用宣導及體驗的方式，讓消費者能夠深入了解自駕車的優點，消除對於自駕車的疑慮與顧忌，增加主流市場消費者的選擇意願，進而提升自駕車的市占率。

2. 創新鴻溝兩側消費者之選擇行為

模式與分析結果顯示，購買價格、行駛成本以及安全性是自動駕駛汽車購買選擇行為重要的影響因素，且購買價格以及行駛成本存在著較大的個體間差異。另外，敏感度分析結果顯示，主流市場消費者的敏感度較高，受到屬性變動的影響較大，因此想突破創新鴻溝的界線，降低價格以及提升安全性能有效提升自動駕駛汽車的市占率，可以提供業者及政府交通單位相關管理政策制定之參考。根據文獻回顧發現，自動駕駛汽車可以帶來增加道路容量、提升道路安全、減少能源消耗以及增加車內時間價值等多項優點，所帶來的效益可以促使政府規劃與執行相關政策，提供預算編列之來源。為了因應全自動駕駛汽車的上路，政府勢必要對道路設備進行大量的投資，因此加速自駕車的市占率才能有效的回收設備投資的成本。從前述結果顯示，降低購買價格可以促使市占率的提升，因此業者可以在市場可行的情況下適時的降低售價，而政府可以提供消費者自動駕駛汽車相關的購買補助或是實施自駕車稅金減免的措施；安全性的提升也可以提升自駕車之市占率，因此業者可以提供高品質、高安全性及高可靠性之自駕車，而政府可以提供自駕車相關安全防護系統加裝之補助，或是立法強制加裝安全系統，使之成為自駕車之標準配備。

第六章 結論與建議

6.1 結論

(一) 研究之重要性

本研究透過蒐集問卷資料的方式，藉以了解學生族群之自駕車購買選擇行為。另外，針對消費者接受創新產品的特性，將其分為早期市場及主流市場兩個族群，探討兩族群間的選擇及偏好差異。在模式分析中，除了納入受訪者之社經特性外，亦加入認知與態度構面變數，使模式之解釋能力能有所提升。最後，本研究除了使用二項羅吉特模式，更運用探討個體異質性之混合羅吉特模式，使結果更能符合真實情況。

(二) 資料敘述性統計結果

根據問卷調查將回收之樣本進行統計資料分析，在創新階段使用者類型的統計結果中，最高比例的是早期大眾，緊接著為晚期大眾，其次是早期採用者及創新者，落後者的比例最少，當中由早期大眾、晚期大眾及落後者所組成的主流市場佔大多數。在自駕系統使用時機方面，過半受訪者會希望在累的時候使用，而大多數(43.3%)的受訪者在啟動自駕功能後仍會保持注意路況。藉由以上之基本統計分析對消費者者特性有初步了解後，進一步再建立羅吉特模式來觀察各群消費者之偏好及選擇差異。

(三) 基礎理論模式之分析

在建立自駕車購買選擇行為之二項羅吉特模式是以Level 2方案作為基準，並納入購買價格、行駛成本、稅金以及安全性四項共生變數，而結果顯示價格為負項顯著及安全性為正項顯著。另外納入方案特定變數包含認知與態度構面變數、購買情境及戶籍地，結果顯示為顯著影響消費者的選擇行為。由於行駛成本及稅金分析結果不顯著，進一步建立混合羅吉特模式並且加入異質係數，來探討共生變數中是否存在著個體間偏好的異質性。

(四) 異質性模式之探討

本研究後續利用共生變數來進行隨機係數之設定，亦即假設購買價格、行駛成本、稅金以及安全性之係數會因個體不同而呈一常態分配。結果顯示，共生變數之符號與模式構建前之預期符號相同，且購買價格、行駛成本及安全性皆具顯著性，唯有稅金不顯著。在異質係數方面，購買價格、行駛成本及稅金皆具異質性，其中又以消費者對於購買價格及行駛成本的認知差異為最大。最後透過概似比檢定得出混合羅吉特模式優於二項羅吉特模式，表示混合羅吉特模式為最能代表消費者購買自駕車之選擇行為的模式。

(五) 總體預測分析

本研究藉由彈性分析可了解變數對自駕車不同等級之選擇機率的影響大小，以共生變數中之購買價格、行駛成本、稅金以及安全性進行分析，結果顯示購買價格對於方案選擇影響為最大，而安全性的影響其次。分群來看，主流市場中Level 3方案的選擇機率受到屬性變動的影響較大。另外，透過市占率變化的敏感度分析可觀察，彈性影響較大之變數對不同等級自駕車之方案選擇是否具有明顯的轉移效果。降低Level 3自駕車之購買價格以及行駛成本將可大幅提高Level 3之市占率，而提高Level 3自駕車之安全性亦可大幅提高Level 3之市占率。其中，主流市場的消費者具有較高的敏感度，受到屬性變動的影響幅度較大。上述分析結果，可以做為業者及政府交通單位相關管理政策制定時之參考。

6.2 建議

本研究針對未來政府對於自動駕駛汽車發展之政策以及後續研究之建議如下：

1. 早期市場的消費者對於自動駕駛汽車普遍具有較高之接受度，相較之下，主流市場的消費者尚存有較多疑慮，因此政府相關單位可以透過與業者的合作，利用宣導及親自體驗的方式，讓消費者能夠深入了解自駕車的優點，消除對於自駕車的疑慮與顧忌，增加主流市場消費者購買自駕車的意願。
2. 自動駕駛汽車可以帶來許多正面效益，提供政府規劃與執行相關政策預算編列之來源。建議未來業者可以適時的降低售價且政府可以提供消費者自駕車購買補助或是實施稅金減免的措施。在安全性方面可以提供消費者相關安全防护系統加裝之補助，或是立法強制加裝安全系統，提升自駕車的購買意願。
3. 本研究係針對自動駕駛汽車購買選擇偏好行為進行問卷調查，然而受訪對象僅為學生族群。建議後續研究可以增加調查範圍，進而分析不同年齡層之消費者的選擇及偏好差異。
4. 本研究在進行分析時，將消費者根據創新產品採用階段分為早期市場以及主流市場兩個族群。建議未來研究將消費者分為更多群體，以呈現出更完整及精確的研究結果。

參考文獻

中文部分

1. 李彥宏 (2017)。「智能革命：迎接 AI 時代的社會、經濟愈文化變革」，遠見天下文化，台北市。
2. 李開復、王詠剛 (2017)。「人工智慧來了」，遠見天下文化，台北市。
3. 松尾豐 (2015)。「了解人工智慧的第一本書：機器人和人工智慧能否取代人類？」，經濟新潮社，台北市。
4. 胡大瀛、李承威、莊筑涵 (2018)。「台灣採用自動駕駛車之初步偏好研究」，中華民國運輸學會 107 年學術論文國際研討會，頁 2248-2271。
5. 張毓芳 (2018)。「先進駕駛輔助系統之使用經驗對未來無人車接受度之影響」，國立中興大學高階經理人碩士在職專班碩士論文。
6. 陳金宏 (2018)。「以修正後科技接受模式探討民眾體驗自駕公共運具對使用意願之影響—以高雄市自駕小巴試乘計畫為例」，國立高雄師範大學事業經營學系碩士論文。
7. 陳麗雯 (2018)。「智慧號誌控制下自動駕駛車輛路網車流績效評估」，中華民國運輸學會 107 年學術論文國際研討會，頁 2171-2184。
8. 黃昱凱 (1997)。「確定性跟車模型中混沌行為之研究」，淡江大學運輸科學研究所碩士論文。
9. 葉怡君 (2011)。「高速公路電子計程收費系統下小汽車駕駛人旅運行為之研究」，國立暨南國際大學土木工程學系碩士論文。
10. 劉小涵 (2018)。「自動駕駛與車聯網在智慧運輸系統之應用」，東吳大學企業管理學系碩士論文。

英文部分

1. Anderson, J. M., Kalra, N., Stanly, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. and Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. California: RAND.
2. Arunotayanun, K. and Polak, J. W. (2011). Taste heterogeneity and market segmentation in freight shippers' mode choice behavior. *Transportation Research Part E*, 47, 138-148.
3. Bagozzi, R. P., Davis, F. D. and Warshaw, P. R. (1992). Development and Test of a Theory of Technological Learning and Usage. *Human Relations*, 45(7), 660-686.
4. Bagozzi, R. and Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74-94
5. Bansal, P., Kockelman, K. M. and Singh, A. (2017). Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies. *Transportation Research Part A*, 95, 49-63.

6. Becker, F. and Axhausen, K. (2017). Literature review on behavioural experiments for autonomous vehicles. In: Proceedings of the 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
7. Bhat, C. R. and Sardesai, R. (2006). The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice. *Transportation Research Part B*, 40, 709-730.
8. Brown, A., Gonder, J. and Repac, B. (2014). An analysis of possible energy impacts of automated vehicle. In G. Meyer & S. Beiker, Road vehicle automation. Berlin: Springer.
9. Cervero R. (2002). Built environments and mode choice: toward a normative framework. *Transportation Research Part D*, 7, 265-284.
10. Daziano, R. A., Sarrias, M. and Leard, B. (2017). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles. *Transportation Research Part C*, 78, 150-164.
11. Debrezion, G., Pels, E. and Rietveld, P. (2009). Modelling the joint access mode and railway station choice. *Transportation Research Part E*, 45, 270-283.
12. Devarasetty, P. C., Burris, M. and Shaw, W. D. (2012). The value of travel time and reliability-evidence from a stated preference survey and actual usage. *Transportation Research Part A*, 46, 1227-1240.
13. Dissanayake, D. and Morikawa, T. (2010). Investigating household vehicle ownership, mode choice and trip sharing decisions using a combined revealed preference/stated preference Nested Logit model: case study in Bangkok Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 402-410.
14. Eby, D. W., Molnar, L. J., Zhang, L., Louis, S., Zanier, N., Kostyniuk, L. P. and Stanciu, S. (2016). Use, perceptions, and benefits of automotive technologies among aging drivers. *Injury Epidemiology*, 3, 1-20.
15. Fagnant, D. J. and Kockelman, K. M. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on Self-Driven vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 1– 20.
16. Fornell, C. and Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18, 39-50.
17. Gehrig, S. K. and Stein, F. J. (1999). Dead Reckoning and Cartography Using Stereo Vision for an Autonomous Car. Paper presented at the International Conference on Intelligent Robots and Systems, South Korea.
18. Haboucha, C. J., Ishaq, R. and Shifttan, Y. (2017). User preferences regarding autonomous vehicles. *Transportation Research Part C*, 78, 37-49.
19. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. and Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.). New Jersey : Prentice-Hall.
20. Harper, C. D., Hendrickson, C. T., Mangones, S. and Samaras, C. (2016). Estimating potential increases in travel with autonomous vehicles for the non-driving, elderly and people with travel-restrictive medical conditions. *Transportation Research Part C*, 72, 1-9.

21. Hensher, D. A., Barnard, P. O. and Truong, T. P. (1988). The role of stated preference methods in studies of travel choice. *Journal of Transport Economics and Policy*, 22, 45-58.
22. Hulse, L. M., Xie, H. and Galea, E. R. (2018). Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Safety Science*, 102, 1-13.
23. International Transport Forum. (2015). Urban mobility: System upgrade. Paris: OECD/International Transport Forum.
24. Jordan, J. (2016). Robots. Massachusetts Institute of Technology.
25. Juliussen, E. and Carlson, J. (2014). Emerging Technologies: Autonomous Cars - Not If, But When. IHS Automotive.
26. Kalra, N. and Paddock, S. M. (2016). Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability. *Transportation Research Part A*, 94, 182-193.
27. Koppel, S., Charlton, J., Fildes, B. and Fitzharris, M. (2008). How important is vehicle safety in the new vehicle purchase process. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 994-1004.
28. Krueger, R., Rashidi, T. H. and Rose, J. M. (2016). Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation Research Part C*, 69, 343-355.
29. Kyriakidis, M., Happee, R. and Winter, J. C. F. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research Part F*, 32, 127-140.
30. Lang, N., Rüssmann, M., Mei-Pochtler, A., Dauner, T., Komiya, S., Mosquet, X. and Doubara, X. (2016). Self-driving vehicles, robo-taxis, and the urban mobility revolution. In: The Boston Consulting Group and World Economic Forum, Boston.
31. Laslau, C., Holman, M., Saenko, M., See, K. and Zhang, Z. (2014). Set Autopilot for Profits: Capitalizing on the \$87 billion Self-Driving Car Opportunity. *Market Research Report*, 2, 34-46.
32. Lipson, H. and Kurman, M. (2016). Driverless: Intelligent cars and the road ahead. MIT Press.
33. Milakis, D., Snelder, M., Arem, B., Wee, B. and Correia, G. (2017). Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(1), 63-85.
34. Molnar, L. J., Ryan, L. H., Pradhan, A. K., Eby, D. W., St. Louis, R. M. and Zakrajsek, J. S. (2018). Understanding trust and acceptance of automated vehicles: An exploratory simulator study of transfer of control between automated and manual driving. *Transportation Research Part F*, 58, 319-328.
35. Moore, G. A. and McKenna, R. (2006). Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers. Harper Business; Revised edition.
36. Nieuwenhuijsen J., Correia, G., Milakis, D., Van Arem, B. and Van Daalen, E. (2018). Towards a quantitative method to analyze the long-term innovation diffusion of automated vehicles technology using system dynamics. *Transportation Research Part C*, 86, 300-327.

37. Nordhoff, S., Arem, B. and Happee, R. (2016). A conceptual model to explain, predict, and improve use acceptance of driverless vehicles. In: Proceedings of the 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
38. Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2001). *Modelling Transport*, 3rd ed., Chichester: John Wiley and Sons.
39. O'Fallon, C., Sullivan, C. and Hensher, D. A. (2004). Constraints affecting mode choices by morning car commuters. *Transport Policy*, 11, 17-29.
40. Panagiotopoulos, I. and Dimitrakopoulos, G. (2018). An Empirical Investigation on Consumers' Intentions Towards Autonomous Driving. *Transportation Research Part C*, 95, 773-784.
41. Rangarajan, D. and Dunoyer, A. (2014). The global market for ADAS will grow to €7.2 billion by 2020.
42. Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*. Glencoe: The Free Press.
43. Royakkers, L. and Est, R. (2017). *Just Ordinary Robots: Automation from Love to War*. CRC Press.
44. Russell, S. J. and Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Pearson Education.
45. Shladover, S. E. (1995). Review of the State of Development of Advanced Vehicle Control Systems (AVCS). *Vehicle System Dynamics*, 24(6), 551-595.
46. Wadud, Z. (2017). Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. *Transportation Research Part A*, 101, 163-176.
47. Wardman, M. (1988). A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behavior. *Journal of Transport Economics and Policy*, 22(1), 71-90.
48. Yap, M. D., Correia, G. and van Arem, B. (2016). Preferences of travelers for using automated vehicles as last mile public transport of multimodal train trips. *Transportation Research Part A*, 94, 1-16.

網路資料

1. Begg, D. (2014). A 2050 Vision for London: What are the Implications of Driverless Transport. Retrieved from https://www.transporttimes.co.uk/Admin/uploads/64165-transport-times_a-2050-vision-for-london_aw-web-ready.pdf (Sep. 15, 2018).
2. Casley, S. V., Jardim, A. S. and Quartulli, A. M. (2013). A Study of Public Acceptance of Autonomous Cars. Bachelor of Science thesis. Retrieved from https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-043013-155601/unrestricted/A_Study_of_Public_Acceptance_of_Autonomous_Cars.pdf (Sep. 15, 2018).
3. Insurance Institute for Highway Safety. New Estimates of Benefits of Crash Avoidance Features on Passenger Vehicles, Status Report, Vol. 45, No. 5. (May 20, 2010). Retrieved from <https://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/45/5/2> (Sep. 13, 2018)
4. Power, J. D. (2012). Vehicle Owners Show Willingness to Spend on Automotive Infotainment Features. Retrieved from <http://www.jdpower.com/sites/default/files/2012049-uset.pdf> (Sep. 17, 2018)

5. Schoettle, B. and Sivak, M. (2014). A Survey of Public Opinion about Autonomous and Self-driving Vehicles in the US, the UK, and Australia. University of Michigan, Technical Report No. UMTRI-2014-21. Retrieved from <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/108384/103024.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Sep. 16, 2018).
6. Underwood, S. E. (2014). Automated vehicles forecast vehicle symposium opinion survey. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B8gGx-CYkVwREVMTEhHQUxjOWM/edit> (Sep. 16, 2018).
7. Waymo, 維基百科 (2018)。檢自 <https://en.wikipedia.org/wiki/Waymo> (Sep. 10, 2018)



附錄：正式問卷

1. 底下是選擇 Level 3 自駕車的五種不同可能組合，請問您最可能屬於一種？

- ①我對自駕車的技術、法規、價格等因素**存有疑慮**，因此傾向**不購買**具有自駕功能的汽車
- ②我對自駕車的技術、法規、價格等因素**雖有疑慮**，但仍傾向選擇**購買**具有自駕功能的汽車
- ③我對自駕車的技術、法規、價格等因素**仍存有疑慮**，對於是否選擇**購買**具有自駕功能的汽車**仍無法決定**
- ④我對自駕車的技術、法規、價格等因素**無特別疑慮**，但傾向選擇**不購買**具有自駕功能的汽車
- ⑤我對自駕車的技術、法規、價格等因素**無特別疑慮**，且傾向選擇**購買**具有自駕功能的汽車

2. 假設您正在考慮兩個購車方案：方案一是選購具備多項汽車輔助功能的 Level 2 汽車，方案二是選擇可在特定道路上進行自動駕駛的 Level 3 自駕車，請根據下列兩種情境勾選您的購車決定：

說明			
因子與水準			
情境一	購買價格	70 萬元	300 萬元
	行駛成本	70 萬元/十年	35 萬元/十年
	稅金	40 萬元/十年	25 萬元/十年
	安全性	30 萬公里發生一次意外	60 萬公里發生一次意外
	選擇方案	① <input type="checkbox"/> Level 2 功能汽車	② <input type="checkbox"/> Level 3 功能自駕車
情境二	購買價格	90 萬元	285 萬元
	行駛成本	70 萬元/十年	30 萬元/十年
	稅金	40 萬元/十年	25 萬元/十年
	安全性	30 萬公里發生一次意外	60 萬公里發生一次意外
	選擇方案	① <input type="checkbox"/> Level 2 功能汽車	② <input type="checkbox"/> Level 3 功能自駕車
情境三	購買價格	90 萬元	300 萬元
	行駛成本	70 萬元/十年	30 萬元/十年
	稅金	35 萬元/十年	20 萬元/十年
	安全性	32 萬公里發生一次意外	60 萬公里發生一次意外
	選擇方案	① <input type="checkbox"/> Level 2 功能汽車	② <input type="checkbox"/> Level 3 功能自駕車

底下請針對自動輔助駕駛功能回答各系統的重要度與風險認知																	
非常不重要<---->非常重要							左邊勾選您對該功能的重要度看法，				風險不高<---->風險很高						
1	2	3	4	5	6	7	右邊勾選您認為使用該功能的風險程度				1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	主動車距控制巡航系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	車道偏離警示系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	自動停車/停車輔助				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	車胎壓力偵測系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	適路性車燈系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	夜視系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	盲點偵測系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	碰撞/防撞警示系統				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	交通標誌識別				<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	疲勞駕駛偵測				<input type="checkbox"/>						

[請記得翻面填答，謝謝!]

1. 請問您認為您是 Level 3 自動駕駛汽車這類產品的哪一種消費族群？

<input type="checkbox"/> ①創新者	對於自駕技術以及研究新車有相當興趣，勇於嘗試各種自駕功能，當新 Level 3 自駕車一推出時就會想要購買並使用。
<input type="checkbox"/> ②早期採用者	當新 Level 3 自駕車推出後，比較謹慎評估自駕功能的好處，發現自駕車對自己有用時就會購買與使用。
<input type="checkbox"/> ③早期大眾	當新 Level 3 自駕車推出時，會深思熟慮並且觀察其他使用者的使用經驗，確定自駕車的實用性後才會購買與使用。
<input type="checkbox"/> ④晚期大眾	對於新 Level 3 自駕車的價格較敏感，對於自駕技術較困惑，因此等到相關規格與輔助系統完備，或受到親友推薦影響才會考慮購買與使用。
<input type="checkbox"/> ⑤落後者	不喜歡新技術，除非 Level 3 自駕車成為主流或非換不可時，才會購買。

2. 請依照您對於 Level 3 自動駕駛汽車的認知與態度進行填寫：

問題描述	非常不同意 ← 非常同意				
	1	2	3	4	5
PE1 我認為自駕車可以使我移動更方便	<input type="checkbox"/>				
PE2 我認為自駕車可以降低開車的壓力	<input type="checkbox"/>				
PE3 我認為自駕車可以使我行程更順暢	<input type="checkbox"/>				
PU1 我認為駕駛自駕車是容易的	<input type="checkbox"/>				
PU2 我認為自駕車的使用介面是容易瞭解的	<input type="checkbox"/>				
PU3 我認為自駕車操作起來是人性化的	<input type="checkbox"/>				
SN1 當親朋好友都使用自駕車後，我也會使用	<input type="checkbox"/>				
SN2 我會因為政府宣導或補助而使用自駕車	<input type="checkbox"/>				
SN3 我會因為代言人的廣告推薦而使用自駕車	<input type="checkbox"/>				
SA1 我認為自駕技術尚未成熟，無法信任自駕車	<input type="checkbox"/>				
SA2 我會擔心自駕車被駭客入侵	<input type="checkbox"/>				
SA3 我會擔心因為自駕系統的失靈而發生事故	<input type="checkbox"/>				
RI1 我會擔心自駕車發生事故後釐清兩方責任是很困難的	<input type="checkbox"/>				
RI2 我認為很難去界定人機合作下發生事故後的責任歸屬	<input type="checkbox"/>				
RI3 我認為自動駕駛系統的倫理問題是必須被考慮的	<input type="checkbox"/>				
VA1 我很享受駕駛汽車的樂趣	<input type="checkbox"/>				
VA2 我認為自駕車會剝奪我開車的自由	<input type="checkbox"/>				
VA3 我認為自駕車會使我開車技術生疏	<input type="checkbox"/>				
AT1 我認為自駕車對我而言是重要的	<input type="checkbox"/>				
AT2 我認為日後使用自駕車的機率很高	<input type="checkbox"/>				
AT3 我對於使用自駕車抱持著正面肯定的看法	<input type="checkbox"/>				

- 您的性別：①男 ②女
- 您的年齡：① 25 歲以下 ②26~40 歲 ③41~55 歲 ④56~65 歲 ⑤66 歲以上
- 您戶籍地是：①北部 ②中部 ③南部 ④東部 ⑤其他
- 我最期待啟動全自駕功能的情境是：①塞車時 ②高速公路上 ③我累的時候 ④其他
- 當我啟動自駕功能時最可能做什麼事？①睡覺 ②看書或影片 ③注意路況 ④其他

～本問卷到此結束，非常感謝您的協助，祝您身體健康、心想事成！～