

淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文

指導教授：溫裕弘 博士

網綁定價組合分析於「交通行動服務(MaaS)」
服務套裝方案之研究

**Bundle pricing composition of service packages for
Mobility as a Service(MaaS)**

研究生：邱瀧緯 撰

中華民國 110 年 6 月

謝辭

升上研究所開始，修完所有的課程、考過學科考、修完澳洲的學位到寫完臺灣的論文，在這三年的時間內一路上得到很多人的幫助，所以想要在這邊特別感謝一路上我遇到的人，真的很感謝有他們的幫忙，才能讓我為學習的旅途中寫下一個句號。

首先，最要感謝的就是我的指導教授-溫裕弘老師。認真感謝老師帶我一步一步走完全程，讓我對自己的領域有了些許深入的瞭解。這幾年在進行研究時發現到自己能力不足，但老師還是很有耐心的在學術上教導、指正我們，現在要畢業再回過頭來看，真的對老師只有滿滿的感謝與抱歉。真的很感謝老師，也期望未來可以利用自己在研究所學到的專業，在運輸的領域上繼續打拼。

在大學跟研究所的期間也很感謝淡江大學運輸管理學系的所有老師，在修課與論文撰寫的過程中給予我很多幫助。真誠感謝溫裕弘老師、董啟崇老師、鍾智林老師、張勝雄老師、許超澤老師、許心萍老師、邱顯明老師、陳菟蕙老師、陶冶中老師、劉士仙老師、羅孝賢老師與范俊海老師在我求學時所給予的教導。

而在論文口試時，很感謝鍾易詩老師與陳俊穎老師提供許多建議與想法，讓我以一個不同的角度修改論文，讓這篇論文可以更精進。也感謝玉婷助教與 Hana 助教在我求學生涯給我的叮嚀與關心。

在研究室與大家共同打拼的日子雖然辛苦但也很開心，感謝恩璋、惟翔、昱霖、Alan、家瑋、銘倫、名杰、偉豪、佳穎、儷媛、禹廷、凱茵與羽均。真的很慶幸研究所也有同班七年的皆成和勛耀，前往地獄的路上有你有我。特別感謝恩璋、勛耀和惟翔在最後協助論文校稿和準備口試時給我很多的幫助和信心。

最後，一定要感謝一路支持我的爸媽，沒有你們我真的不知如何是好。也很感謝我姐，可以跟你抱怨在學校遇到的鳥事。真的很感謝一路上遇到的所有人，你們的幫助是我繼續在這個道路慢慢前進的動力。

邱瀧緯 謹致

中華民國 110 年 6 月

論文名稱：

頁數：96

網綁定價組合分析於「交通行動服務(MaaS)」服務套裝方案之研究

校系(所)組別：淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班

畢業時間及提要別：109 學年度第 2 學期碩士學位論文提要

研究生：邱瀧緯

指導教授：溫裕弘 博士

論文提要內容：

「交通行動服務 (Mobility as a Service, MaaS)」係指結合運輸設施、運輸服務、運輸資訊及支付服務的一個整合平台，提供運輸服務套裝方案，將使用者於運輸行為中的所有需求與步驟整合在同一平台內完成一站購足式服務。因為 MaaS 是一個相對新穎的概念，目前較少針對 MaaS 服務套裝方案組成與定價規劃進行探討。本研究探討 MaaS 之交通服務組合套裝方案決策問題，針對 MaaS 服務套裝方案內容設計及網綁定價規劃問題建構互動式背包問題，進行規劃求解。

本研究使用條件評估法調查旅運者的願付價格，建立互動式背包問題，旅運者的願付價格與每月所需旅運距離的限制及最大化套裝方案效用值的目標下，選入滿足該限制的服務運具，求解不同社經族群之套裝方案組成與套裝方案網綁定價。本研究透過問卷調查蒐集旅運者對各運具的效用值，並建構一互動式背包問題分析 MaaS 套裝方案最適組成與最適定價，求解得知學生族群偏好中距運輸套裝方案；一般族群偏好長距運輸套裝方案；中高齡族群偏好短距運輸套裝方案，藉由規劃結果可知各族群套裝方案較需要的運具與可完成之旅運距離。本研究透過敏感度分析探討各族群最適旅運距離與最適單位成本，學生族群與中高齡族群最適單位成本為 2 元/公里；一般族群最適單位成本為 2.12 元/公里。本研究的研究成果可作為 MaaS 服務套裝方案網綁定價之策略參考。



關鍵字：交通行動服務(MaaS);網綁定價;套裝方案組成;互動式背包問題

*依本校個人資料管理規範，本表單各項個人資料僅作為業務處理使用，並於保存期限屆滿後，逕行銷毀。

表單編號：ATRX-Q03-001-FM030-03

Title of Thesis :

Total pages:96

Bundle pricing composition of service packages for Mobility as a Service(MaaS)

Key word:

Mobility-as-a-Service (MaaS);Bundle Pricing;Package Composing;Interacting Knapsack Problem

Name of Institute:

Graduate Institute of Transportation Science, TamKang University

Graduate date:

June, 2021

Degree conferred:

Master Degree

Name of student: Lung-Wei Chiu

邱 瀧 緯

Advisor: Dr. Yuh-Horng Wen

溫 裕 弘 博士

Abstract:

Mobility-as-a-Service (MaaS) is a mobility distribution model in which a traveler's major transportation needs are met to one single interface with services offered by one single integrated service provider combining transportation infrastructures, transportation services, information, and payment services. Since MaaS is a brand-new concept, few researches have been paid to its service package design and pricing. This study addresses the problem of how to determine the composition and price of a MaaS package using the bundle pricing and composition problem. The interacting knapsack problem for simultaneous composing and pricing toward MaaS service bundles is developed.

This study explored passenger's willingness-to-pay by contingent valuation method. Then, the interacting knapsack problem is concerned about selecting a set of service mode items such their total costs which fits within the budget of passenger's willingness-to-pay and the total distance accomplished by the package that must meet passenger's requirement whereas the total utility is maximized. This study conducted a questionnaire survey for collecting the utility of each transportation mode items. This study proposed an efficient solution procedure to determine the optimal composition of the MaaS bundle and the price at which it should be offered. The results of this research show that the student group prefers middle-distance package, general group prefers long-distance package, and short-distance package was more suitable for elder group. With the sensitive analysis, this research explored the optimal travel distance and unit cost for each group. The optimal unit cost is 2.12 NT dollars per kilometer for student group and elder group. 2 NT dollars for general group. The results of this research may shed light on bundle pricing composition of MaaS packages and schemes.

According to "TKU Personal Information Management Policy Declaration", the personal information collected on this form is limited to this application only. This form will be destroyed directly over the deadline of reservations.

表單編號：ATRX-Q03-001-FM031-02

目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍.....	4
1.4 研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 多元整合運輸服務(MaaS).....	7
2.1.1 MaaS 定義與相關文獻.....	7
2.1.2 MaaS 發展案例.....	14
2.2 網綁定價與組合相關文獻.....	24
2.3 小結.....	28
第三章 研究方法.....	29
3.1 研究架構.....	29
3.2 問卷設計與分析.....	30
3.2.1 調查目的.....	30
3.2.2 調查方式與對象.....	30
3.2.3 問卷調查內容.....	30
3.3 模式建構.....	35
3.3.1 MaaS 套裝方案之背包問題決策模式.....	35
3.3.2 背包問題參數說明.....	36
3.3.3 互動式背包問題之 MaaS 服務套裝方案規劃.....	37

3.3.4 MaaS 套裝方案之願付價格區間之求解	39
第四章 實證結果與分析.....	41
4.1 問卷資料分析.....	41
4.1.1 性別.....	41
4.1.2 年齡.....	41
4.1.3 教育程度.....	42
4.1.4 職業別.....	42
4.1.5 每月可支配所得.....	43
4.1.6 每周搭乘大眾運具天數.....	43
4.1.7 旅運目的.....	44
4.1.8 願付價格.....	44
4.2 研究對象分類.....	45
4.3 各族群之願付價格與每月所需之旅運距離.....	46
4.4 各運具之運具方案成本.....	48
4.5 各族群對各運具之運具效用值.....	55
4.6 MaaS 套裝方案及綑綁定價規劃結果	59
4.6.1 學生族群.....	60
4.6.2 一般族群.....	62
4.6.3 中高齡者族群.....	64
4.6.4 小結.....	66
4.7 MaaS 套裝方案敏感度分析	67
4.7.1 旅運距離.....	68
4.7.2 單位成本.....	71

4.7.3 小結.....	74
第五章 結論與建議.....	75
5.1 結論.....	75
5.2 管理意涵.....	78
5.3 建議.....	79
5.3.1 研究限制.....	79
5.3.2 後續研究建議.....	80
參考文獻.....	83
附錄 A：MaaS 服務屬性偏好與套裝方案願付價格問卷調查	89



圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	6
圖 2.1 MaaS 商業模式：經銷商模式與整合模式	12
圖 2.2 網綁定價組合對需求曲線影響.....	24
圖 3.1 研究架構圖.....	29
圖 3.2 願付價格隸屬函數分配.....	39
圖 4.1 學生族群之各運具分配非負參數.....	56
圖 4.2 一般族群之各運具分配非負參數.....	57
圖 4.3 中高齡族群之各運具分配非負參數.....	57
圖 4.4 學生族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖.....	68
圖 4.5 一般族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖.....	69
圖 4.6 中高齡族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖.....	70
圖 4.7 學生族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖.....	71
圖 4.8 一般族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖.....	72
圖 4.9 中高齡族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖.....	73

表目錄

表 1-1 108 年民眾使用公共運具比例	4
表 1-2 108 年雙北地區民眾旅運目的比例	4
表 2-1 MaaS 發展原則	9
表 2-2 MaaS 之服務構件	10
表 2-3 各國推動 MaaS 平台整合等級與運具組合情形	13
表 2-4 MaaS 研究相關文獻彙整表	13
表 2-5 各國 MaaS 服務運具表	17
表 2-6 法國、瑞典、芬蘭、臺灣 MaaS 套票表	19
表 2-7 各國 MaaS 套裝方案整合之運具	23
表 2-8 產品服務功能細項	23
表 2-9 網綁定價與組合相關文獻彙整表	26
表 3-1 問卷設計採用之服務運具	31
表 3-2 整理後產品服務功能細項	32
表 3-3 高雄 Mengo 套裝方案與價格	33
表 3-4 瑞典 UbiGo 套裝方案與價格	33
表 3-5 芬蘭 Whim 套裝方案與價格	33
表 4-1 受測者性別比例	41
表 4-2 受測者年齡比例	41
表 4-3 受測者教育程度比例	42
表 4-4 受測者職業別比例	42
表 4-5 受測者每月可支配所得比例	43

表 4-6 受測者每周搭乘天數比例	43
表 4-7 受測者旅運目的比例	44
表 4-8 受測者願付價格的比例	44
表 4-9 年齡與職業別之交叉分析	45
表 4-10 各族群之願付價格	46
表 4-11 各族群願付價格對應之旅運距離	47
表 4-12 各運具方案成本取得方式	48
表 4-13 各運具旅運距離與運具方案成本	52
表 4-14 透過官網資料取得之運具服務內容與成本	54
表 4-15 各族群對各運具需求程度排序	55
表 4-16 學生族群之各運具之效用值	57
表 4-17 一般族群之各運具之效用值	58
表 4-18 中高齡者族群之各運具之效用值	58
表 4-19 學生族群 MaaS 套裝方案	61
表 4-20 一般族群 MaaS 套裝方案	63
表 4-21 中高齡族群 MaaS 套裝方案	65

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

「交通行動服務¹ (Mobility as a Service, MaaS)」的概念最早由芬蘭所提出 (Hietanen, 2014; Heikkilä, 2014)，所謂 MaaS 係指透過一個整合運輸服務應用程式平台(APP)，提供個人化的運輸服務套裝方案(personalized package)，並透過運具整合、即時資訊、個人化設定、平台內付款等功能，將使用者於運輸行為中的所有需求與步驟整合在同一平台內完成一站購足式(one-stop shopping)的服務。MaaS 象徵一個運輸服務新典範：以使用代替擁有車輛、強調綠運輸、以多元運具取代單一運具完成旅次，使旅客能依個人行程旅次需求預約各種運具，透過行動支付選擇單趟即付、日付型或月付型之套票，以期減少私人運具（小客車及機車）的持有與使用，達到低碳、節能的綠色運輸發展目標。MaaS 之概念提出，即被許多國家、城市採納，如芬蘭赫爾辛基、英國倫敦、瑞典、德國、奧地利、杜拜、新加坡等皆以 MaaS 作為都市運輸政策發展的新目標，積極建置相關服務與開發平台。近年來也開始進行 MaaS 推動與規劃之相關計畫，如交通部運輸研究所自 2015 年起所進行之「公共運輸行動服務(MaaS, Mobility as a Service)發展應用分析與策略規劃」，進行國內導入公共運輸行動服務 MaaS 之可行性分析，研擬公共運輸 MaaS 之適用服務模式、應用範疇、適用場域及推動策略（交通部運研所，2016）。交通部賡續推動二個示範計畫，分別為以北宜廊帶為主之「臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫」（交通部科顧室，2017），及以高雄都會區為主之「交通行動服務(MaaS)示範建置計畫」（交通部運研所，2018）。

相關文獻針對 MaaS 發展主要在探討 MaaS 之可行性、商業模式、相關營運案例等方面之研究為主，文獻著重於 MaaS 的建置與架構、服務內容規劃及應用程式(APP)功能，較少針對 MaaS 服務套裝方案組成與定價規劃研究。MaaS 主要的核心架構在於以單一平台提供多運具旅程規劃、即時資訊、預約服務及個人化等功能，提供月租套裝方案與套票等購買方式。亦即，MaaS 推動關鍵，除了服務平台之資通訊技術、多運具營運業者服務無縫整合等營運模式為最主要關鍵外，如何建立個人化隨選服務(personalized on-demand service)之服務套裝方案及其定

¹ 目前 MaaS 之中文名稱尚未統一，本研究參考交通部、交通部運輸研究所相關 MaaS 建置或示範計畫以「交通行動服務」為 MaaS 對應中文名稱。

價，更是能否吸引使用意願甚至達到私人運具使用轉移的成功關鍵。因此，如何組成 MaaS 服務套裝方案、如何訂定 MaaS 套裝方案定價，的確具有研究空間且值得深入研究。

商品組合(bundling)是許多產業常用的行銷與定價策略，亦即「網綁定價(bundle pricing)」，係指將兩種或兩種以上的商品或服務組合成一個套裝方案(package)販售(Fuerderer et al., 1999)。過去相關網綁定價之商品組合與定價研究已發展許多最佳化方法，可同時決定哪些商品組合納入套裝方案之組成設計(composing)及其定價。依商品組合之特性又可分為單純網綁(pure bundling)與混合網綁問題(mixed-bundling problem)，而讓消費者自己任選商品組合則為客製化網綁問題 (customized bundling) (Hitt and Chen, 2005)。

探討 MaaS 個人化隨選服務套裝方案組成及其定價上，本研究延伸應用這類客製化網綁定價最佳化方法論。由於 MaaS 的交通行動服務來自不同運輸業者，服務內容依旅次特性包括運具、起訖對路線、里程與頻率，使得交通服務組成與定價更加複雜、問題複雜度更高，即 MaaS 服務組成與網綁定價問題確具研究價值。本研究探討 MaaS 之交通服務組合套裝方案決策與客製化網綁定價問題，針對 MaaS 服務套裝方案內容設計及網綁定價規劃問題，提出一最佳化規劃架構，進行建模發展與求解。本研究建立網綁定價與組成問題，分析 MaaS 交通服務套裝方案組合與定價，求解交通行動服務套裝方案組成及其定價，以作為 MaaS 服務套裝方案設計與定價決策之方法基礎，可作為未來 MaaS 定價與服務規劃設計之參考。

1.2 研究目的

本研究主要針對「交通行動服務(MaaS)」服務套裝方案內容設計及其定價進行探討，目的在於分析 MaaS 交通服務套裝方案組合決策，建立網綁定價與組合問題，進行建模與求解。本研究具體研究目的，可分為下列幾點：

1. 建立 MaaS 服務套裝方案內容設計及網綁定價規劃問題

本研究建立網綁定價與組合問題，探討 MaaS 之交通服務組合套裝方案決策與客製化網綁定價問題，提出一最佳化規劃架構，進行建模與求解。

2. 分析 MaaS 服務套裝方案與定價決策之管理意涵

本研究透過模式結果探討 MaaS 具吸引力之服務套裝方案組合及定價，並分析各類型旅運者偏好之服務套裝方案，以作為推動 MaaS 交通行動服務之策略管理意涵。



1.3 研究範圍

由於 MaaS 象徵一個運輸服務的新典範，以使用代替擁有車輛、強調綠運輸、以多元運具取代單一運具完成旅次，本研究研究範圍著重於公共運輸比例較高之區域。根據表 1-1 108 年雙北市民眾日常使用運具狀況調查結果可知，臺北市與新北市民眾日常使用公共運具比例為 54.6%，為臺灣使用公共運具比例最高之縣市，故本研究將雙北地區（臺北市與新北市）做為本研究之研究範圍。

MaaS 的套裝方案可分為針對通勤者使用的通勤型 MaaS 套裝方案，或針對觀光客所發行的旅遊型 MaaS 套裝方案。由於本研究是針對北部地區民眾作 MaaS 套裝方案設計，而根據表 1-2 雙北地區民眾日常使用運具比例調查，超過 50% 的北部民眾旅運目的以通勤（通學）、個人活動為主，故本研究針對雙北地區民眾，設計旅運目的以通勤（通學）為主，個人活動為輔之 MaaS 套裝方案。

表 1-1 108 年民眾使用公共運具比例

地區	民眾使用 公共運輸比例
總計	54.6%
臺北市	61.9%
新北市	49.4%

資料來源：108 年雙北市民眾
日常使用運具狀況
調查(2020)

表 1-2 108 年雙北地區民眾旅運目的比例

雙北地區民眾 旅運目的種類	雙北地區民眾 旅運目的比例
通勤	37.6%
通學	6.7%
家庭/個人活動	18.5%
購物	16.8%
休閒	11.3%
就醫	3.5%
業務外出	3.2%
商務	2.4%
其他	0.1%

資料來源：108 年雙北市民眾日常使用
運具狀況調查(2020)

1.4 研究流程

本研究係探討 MaaS 之交通服務組合套裝方案內容設計與定價問題，針對 MaaS 服務套裝方案內容設計及綑綁定價規劃問題，提出一最佳化規劃架構，以進行建模與求解。本研究之研究流程如圖 1.1 所示，研究分成兩部份，說明如后。

第一部份為 MaaS 套裝方案內容設計與套裝方案願付價格區間分析。本研究首先進行問卷設計，並發放問卷以得到旅運者對各運具之需求程度與旅運者對 MaaS 套裝方案的願付價格。接著將調查結果依旅運者的社經特性與旅運行為進行分類，將旅運者對各運具之需求程度、旅運者對 MaaS 套裝方案的願付價格與各運具方案之單位成本進行背包問題求解，並在目標式（套裝方案效用值最大）與限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離），求解各族群之最適 MaaS 套裝方案組成與各族群最適 MaaS 套裝方案定價。

第二部份透過敏感度分析，探討各族群參數的變動下對目標式值的影響，藉以了解影響 MaaS 套裝方案內容設計之關鍵參數。本研究透過數值分析與解析性驗證，探討不同族群之 MaaS 套裝方案內容設計與定價策略。



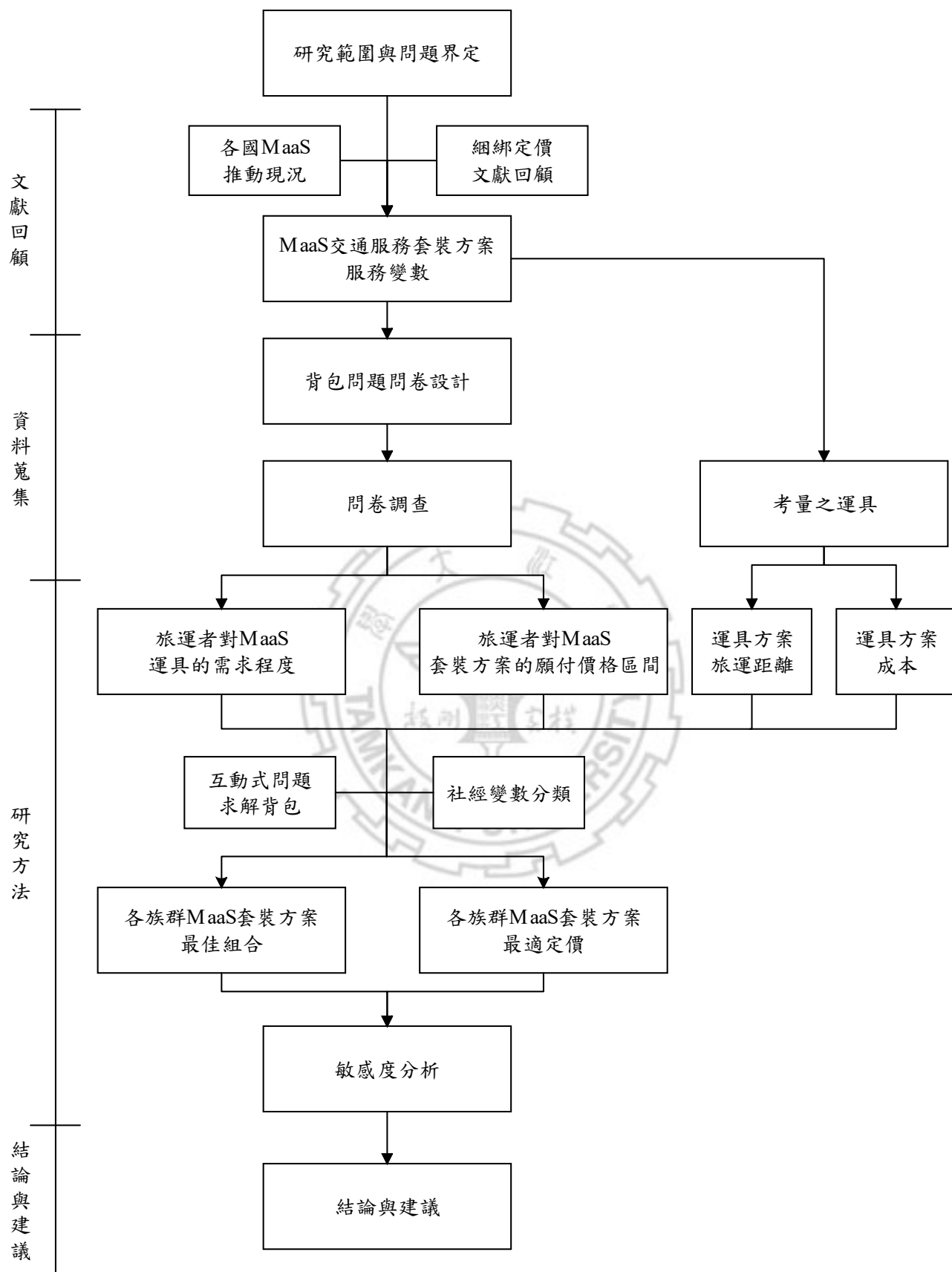


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 多元整合運輸服務(MaaS)

2.1.1 MaaS 定義與相關文獻

由於 MaaS 為運輸領域服務之創新發展，相關文獻研究對於 MaaS 的定義以及服務構件尚不明確且不盡一致。Hietanen (2014) 定義 MaaS 係利用單一服務供應商與單一介面(single interface)，滿足個體使用者不同運輸需求的交通分配模型(mobility distribution model)。Heikkilä (2014) 也將 MaaS 定義為：由運輸整合營運者提供旅客全方位運輸服務的一個系統。部份研究從原則觀念定義 MaaS，Burrows et al. (2015) 認為 MaaS 提供一個彈性、個人化隨選服務(personalized on-demand service)，整合了所有類型的運具並將之完全整合方式提供給使用者，讓使用者可輕易地完成旅次。WMITA (2016) 則指出 MaaS 是透過即時個人化運輸服務模式結合所有種類運具，並以一個完全整合的方式提供旅客選擇，使旅客更容易完成旅次。

部份研究則從服務構件定義 MaaS，Finger et al. (2015) 定義 MaaS 係將基礎設施、運輸服務、資訊、付費方式轉為一整合性服務，提供不同的運具分配模型以滿足不同旅客對運輸之需求。Kamargianni et al. (2015) 強調 MaaS 代表消費者依其需求購買運輸服務，而不再是遷就於單一運輸工具；在 MaaS 系統內，旅運者可透過單一平台及單次付款購買由同一或不同營運者提供之運輸服務。平台提供多運具旅程規劃（包含汽車共享、汽車租賃、地鐵、火車、公車、自行車共享、計程車...等不同運具之組合）、預約系統、一次性付款方式、即時資訊等功能，MaaS 使用者可選擇單趟付款，也可依個人或家庭需求購買運輸服務套裝方案(mobility package)，MaaS 為各族群提供了及門且無縫的運輸服務，改善旅運體驗。

Transport Systems Catapult (2016) 說明「-as a service」是 MaaS 商業模式的必要條件，在許多數位公司也很普遍，例如資訊科技產業的「Software as a Service（軟體即服務）」。而在運輸領域中用「Mobility」取代「Transport」，表示此服務模式先考量「誰」及「為什麼」，重視顧客的機動性(mobility)需求之同時，運輸解決方案(transport solution)則是「如何」處理此問題。故 MaaS 可視為以使用者為中心，而供應商提供符合個體消費者需求之最佳解決方案。

MaaS Global (2016) 為全球第一間發展且開始營運 MaaS 的企業，其發展手機應用程式「Whim」可無縫結合來自不同供應商提供之運具選擇，處理從旅程規劃至付款的每個環節。MaaS Alliance 係歐盟於 2017 年成立，其定義 MaaS 為將多種運輸服務整合成一個隨選的機動性運輸服務。

由上述相關文獻對 MaaS 之定義，本研究歸納 MaaS 之「發展原則」與「服務構件」，整理於表 2-1 與表 2-2。說明如下：

- MaaS 發展原則為：滿足旅運起訖所有需求、無縫運輸(seamless)、以需求為本(demand-based)、隨選服務(on-demand service)與綠運輸(green transport)。
- MaaS 服務構件為：單一介面(single interface)、旅程規劃(journey planning)、資通訊整合(ICT integration)、運具整合(all types of mobility)、機構整合(institutional integration)、付款整合(payment integration)、票證整合(ticketing integration)、個人化(personalization)與預約系統(booking system)。



表 2-1 MaaS 發展原則

發展原則	原則說明	文獻出處
滿足旅運起訖所有需求	從旅程規劃至付款皆可一次完成，等同「一站購足(one-stop-shopping)」的概念	Heikkilä (2014) Burrows et al.(2015) MaaS Global (2016) TransportSystems Catapult (2016) WMITA(2016)
無縫運輸 (Seamless)	透過多運具組合與即時資訊提供做到及門服務	Finger et al (2015) Kamargianni et al. (2015) 陶冶中 (2015) MaaS Global (2016) 陳敦基等人(2016,2017)
以需求為本 (Demand-based)	著重需求導向，強調以「使用」取代「持有」私人運具	Finger et al (2015) 陶冶中 (2015) TransportSystems Catapult (2016) 陳敦基等人(2016, 2017)
隨選服務 (On-demand Service)	旅客可從平台提供的多個運輸方式中選擇其最偏好者，或自行決定欲使用之運輸服務	Burrows et al. (2015) MaaS Alliance (2017)
綠運輸 (Green transport)	重視綠能科技，期望達到環境友善、節能等環保意識	Hietanen (2014)

表 2-2 MaaS 之服務構件

服務構件	說明	文獻出處
單一介面 (Single interface)	以手機應用程式平台 (app) 為供應商與旅客雙方進行服務媒合	Hietanen (2014) Kamargianni et al. (2015) MaaS Global (2016) Transport Systems Catapult (2016) MaaS Alliance (2017)
旅程規劃 (Journey planning)	整合多元運具、即時資訊，並結合旅客個人化偏好進行旅程規劃	Kamargianni et al. (2015) MaaS Global (2016)
資通訊整合 (ICT integration)	提供不同運輸服務即時資訊整合	Finger et al (2015) Kamargianni et al. (2015)
運具整合 (All types of mobility)	基礎設施、運具或運輸服務間的整合與串連	Burrows et al. (2015) Finger et al. (2015) Kamargianni et al. (2015) MaaS Global (2016) WMITA (2016) 陳敦基等人(2016, 2017) MaaS Alliance (2017)
機構整合 (Institutional integration)	運具、運輸服務營運者之間的合作以及機構整合	Hietanen (2014) MaaS Global (2016)
付款整合 (Payment integration)	可一次性支付旅程中使用的所有運輸服務之費用可選擇單趟付款 (pay per ride) 或訂購月租套裝方案 (monthly package)	Finger et al. (2015) Kamargianni et al. (2015) MaaS Global (2016) 陳敦基等人(2016, 2017)
票證整合 (Ticketing integration)	使用單一票證通行所有涵蓋的運具	MaaS Global (2016)
個人化 (Personalization)	以旅客需求為主，提供旅客符合個人偏好之服務	Burrows et al. (2015) MaaS Global (2016) WMITA (2016) 陳敦基等人(2016, 2017)
預約系統 (Booking system)	可預訂所需之運輸服務，如計程車、共享車輛、停車位等	Kamargianni et al. (2015)

Sochor et al. (2015) 以瑞典 Gothenburg 地區為期 6 個月的實測計畫，測試 MaaS 系統 UbiGo，透過分析使用者、營運商與社會大眾三方利害關係團體的使用情形及期望與實際體驗落差情形，研究結果顯示 93% 使用者感到滿意且有 97% 願意繼續使用 UbiGo，並點出 MaaS 完全整合解決方案的實行所面臨的挑戰，系統的成功尚需仰賴政府與民間密切合作。

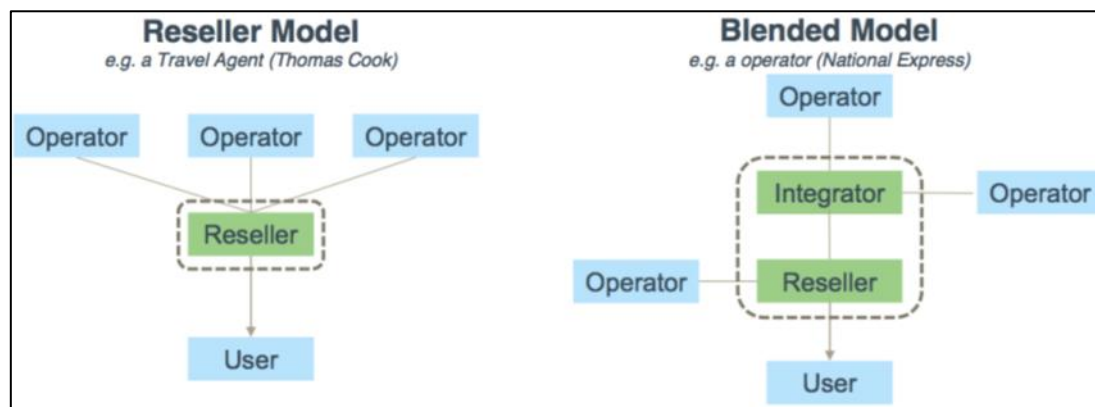
Jittrapirom et al. (2017) 針對 MaaS 的定義做了完整的回顧，並評估各國現有 MaaS 計畫的內容、推動機制與成效，該研究從運輸需求模式、供給端分析及商業模式設計三方面進行 MaaS 之核心特性、潛在內涵的深入分析，研究結果點出各項 MaaS 推動的關鍵挑戰，以及未來所需加強的各項關鍵指標因素。

溫裕弘與張皓筑(2017) 探討「交通行動服務(MaaS)」之使用意圖與服務屬性偏好特性，研究中應用科技接受模式與聯合分析法瞭解使用者對於 MaaS 服務屬性與服務內容之偏好，歸納 MaaS 之服務屬性相對重要程度，依序為：票證形式、平台功能、購買方式與個人化/大眾化服務，而聯合分析結果對整體受訪者進行集群分析，劃分出五個偏好結構不同的集群，可作為 MaaS 市場區隔之參考。另外陳恆宇、張學孔與陳雅雯 (2017) 則應用條件評估模式分析 MaaS 潛在使用者之願付價格，研究透過條件評估法中的開放雙界二元法之詢價方式取得受訪者之願付價格，並透過 Tobit 模式及起始點偏誤模式校正受訪者之願付價格及其影響因素。

綜合上述，本研究彙整歸納 MaaS 定義為：「涵蓋公共運輸、私人運具（例：租賃自用小客車）與共享運具（例：公共自行車），以單一平台提供多運具旅程規劃、即時資訊、預約服務及個人化等功能，提供月租套裝方案與單趟付款等購買方式，以及接受行動支付、智慧卡、銀行卡等多種票證形式通行，並以綠運輸為核心來滿足運輸移動性之運輸服務。」

鑒於 MaaS 為一新興的交通整合服務模式，主要關鍵核心為提供運具間的無縫整合平台，因此本研究先針對 MaaS 平台的運具組合進行分析，探討可行之 MaaS 套裝方案交通服務組合單元(components)。

Kamargianni et al. (2015) 提出兩類 MaaS 的商業模式(business model)，分別為「經銷商模式(reseller model)」及「整合模式(blended model)」，如圖 2.1 所示。其中，經銷商模式之平台商僅為代理商，並不投資或營運任何服務，而是作為連結供給與需求之間的平台；整合模式則為營運者主導，透過投資將其他運輸服務加入營運，以增加現有運輸服務供給，相較於經銷商管理及掌握更多價值鏈，有更大的能力接近消費者。本研究在 MaaS 平台設計上，主要以整合模式為基礎架構，在推動 MaaS 上可透過公私合作方式(public-private partnership)，可由政府部門主導或由業者投資成為 MaaS 平台商，因此 MaaS 整合者模式具有定價能力。Kamargianni et al. (2015) 亦整理各國 MaaS 平台或類似 MaaS 概念的系統之交通服務整合等級及平台包含運具組合情形，如表 2-3。



資料來源：Kamargianni et al. (2015)

圖 2.1 MaaS 商業模式：經銷商模式與整合模式

表 2-3 各國推動 MaaS 平台整合等級與運具組合情形

Name	Place	Integrator	Integration level**						Modes included
			1	2	3	4	5	6	
Communauto + BIXI + Public transport + local Taxi	Canada	Communauto (car sharing)	X						
SBB + Mobilty +Publibike/Quic kbike	Switzerland	SBB (rail)	X						
STIB+Cambio	Brussels, Belgium	Cambio (car sharing)	X	X					
Hannovermobil	Hannover, Germany	Üstra (public transport)	X	X	X*	X			
EMMA	Montpellier, France	TAM (public transport)	X*	X	X	X	X*		
Smile	Vienna, Austria			X	X	X			
Moovel	Germany	Moovel (application)		X	X*	X			
SHIFT	Los Angeles, USA	SHIFT (all modes)		X	X	X	X	X	+ Valet
UbiGo	Gothenburg, Sweden	CLOSER, Lindholmen Science Park AB (research)		X	X	X		X	
Helsinki Model	Helsinki, Finland	Whim (APP)		X	X	X		X	+ on demand transport

* Partial integration
 **1:Cooperation only in terms of providing discounts for combined subscriptions
 2: Ticketing integration
 3: Payment integration
 4: ICT integration
 5: Institutional integration
 6: Mobility packages

資料來源：Kamargianni et al. (2015)

表 2-4 MaaS 研究相關文獻彙整表

文獻	探討課題	研究問題
Sochor et al.(2015)	MaaS 使用情形	分析 MaaS 系統 UbiGO 使用者、營運商與社會大眾三方利害關係團體的使用情形及期望與實際體驗落差情形。
Jittrapirom(2017)		評估各國現有 MaaS 計畫的內容、推動機制與成效。
陳恆宇、張學孔與陳雅雯(2017)	MaaS 願付價格	使用條件評估模式分析 MaaS 潛在使用者之願付價格。
溫裕弘與張皓筑(2017)	MaaS 服務屬性偏好	探討 MaaS 之使用意圖與服務屬性偏好特性。

2.1.2 MaaS 發展案例

本研究針對各國共十二個運輸服務整合案例進行文獻回顧與彙整，部份案例不完全是屬於 MaaS 之服務內容，但其架構、服務運具，仍可作為建構 MaaS 服務屬性之參考依據。依照各國運具整合程度與整合內容，可將各國 MaaS 分為三個層級(Kamargianni et al., 2015)。

第一層級除服務運具之供應商有合作關係（例：共享汽車公司與鐵路公司合作）外，並無其他方面的整合，代表地區分別為加拿大、瑞士與比利時。第二層級除了整合運具外，亦提供票證、付款方式、資訊，並以固定月費的方式進行購買，代表地區分別為德國(Hannover)、德國(Moovel)、奧地利、英國與我國宜蘭縣。第三層級可透過套票的方式進行購買，以 MaaS 概念將服務運具整合並以套票的方式進行販售之套裝服務，代表地區分別為法國、瑞典、芬蘭與我國高雄市。本研究將各國 MaaS 包含之服務運具整理於下表 2-5，而 12 個運輸服務整合案例於各層級的分類詳述如下：

1. 僅有運具的整合

- 加拿大

加拿大整合運具包含：共享汽車、公共自行車、公車、計程車與鐵路。

- 瑞士

瑞士整合運具包含：鐵路、共享汽車、汽車租賃與公共自行車，並以瑞士聯邦鐵路票卡使用。

- 比利時

比利時整合運具包含：共享汽車與鐵路，使用共享汽車可享地鐵之折扣。

2. 運具、票證、付款方式、資訊的整合

- 德國(Hannover)

德國(Hannovermobil)整合運具包含：公車、共享汽車、計程車、長途鐵路、租賃汽車，並提供給 GVH(漢諾威大眾運輸)學期卡之旅客

使用。除整合運具外，德國 Hannovermobil 提供公共運輸、共享汽車、資訊整合之服務，整合資訊服務則以手機應用程式提供即時資訊。(Kamargianni et al.,2015)

- 德國(Moovel)

德國(Moovel)整合運具包含：公車、共享汽車、汽車租賃、鐵路與公共自行車。除整合運具外，德國(Moovel)亦提供行程規劃、預約功能與付款之整合。

- 奧地利

奧地利整合運具包含：捷運、鐵路、路面電車、公車、共享汽車、公共自行車、汽車租賃與計程車，除了運具上的整合外，亦提供資訊、預約服務與支付方式的整合。

- 英國

英國整合運具包含：公車、捷運、輕軌、渡輪與公共自行車。除整合運具外，英國亦提供資訊與行程規劃之整合。

- 我國宜蘭縣

我國宜蘭縣整合運具包含：客運與租賃汽車。除了運具整合外，亦提供資訊與行程規劃之整合。

3. MaaS 套裝方案

- 法國

法國 EMMA(Espace Multimodal de Montpellier Agglomeration)TaM 整合運具包含：路面電車、公共自行車、汽車租賃公共自行車。除整合運具外，法國 EMMA 亦提供行程規劃服務。法國 EMMA 藉由旅運者年齡、搭乘運具與使用頻率等資料，提供符合旅客需求的套裝方案。

- 瑞典

瑞典整合運具包含：公車、鐵路、共享汽車、汽車租賃、計程車與公共自行車。除運具整合外，瑞典亦提供資訊、支付方式、票券之

整合，並以套裝方案形式進行販售。

- 芬蘭

芬蘭整合運具包含：捷運、公車、路面電車、鐵路、渡輪、公共自行車、計程車、汽車租賃、共享汽車與汽車共乘。除運具整合外，芬蘭亦提供資訊、支付方式、票券之整合，並以套裝方案形式進行販售。

- 我國高雄市

我國高雄市整合運具包含：捷運、公車、輕軌與渡輪。除運具整合外，亦提供資訊與行程規劃之整合，並以套裝方案形式進行販售。



表 2-5 各國 MaaS 服務運具表

MaaS 套裝方案服務運具											
國家	運具	捷運	公車	鐵路	輕軌	公共自行車	計程車	渡輪	汽車租賃	共享汽車	汽車共乘
第一層級	加拿大		V	V		V	V			V	
	瑞士			V		V			V	V	
	比利時	V				V	V			V	
第二層級	德國(Hannover)		V	V		V	V		V	V	
	德國(Moovel)		V	V		V	V		V	V	
	奧地利	V	V	V	V	V	V		V	V	
	英國	V	V	V	V	V	V	V			
	我國宜蘭市		V						V		
第三層級	法國		V		V	V			V		
	瑞典		V	V	V	V	V	V	V	V	
	芬蘭	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	我國高雄市	V	V		V			V			

本研究透過探討現有的 MaaS 套裝方案，並參考該套裝方案組合內容與套裝方案定價，以作為套裝方案服務內容設計與定價之參考之依據。本研究整理四個國家 MaaS 套裝方案，四個 MaaS 套裝方案分別為法國 TaM、瑞典 UbiGo、芬蘭 Whim 與我國高雄市 MenGo。本研究將四個國家不同 MaaS 套票，其服務內容、運具、價錢，整理於表 2-6，而各套裝方案內容與分類依據詳述如下：

1. 法國 TaM

法國 TaM 依使用者年齡，劃分為四種套裝方案，分別為青年套裝方案（0 至 17 歲）、青年套裝方案（18 至 25 歲）、一般套票（26 至 59 歲）與高齡者套票（60 歲以上）。套裝方案整合運具包含：路面電車、公車、路面電車附屬停車場停車轉乘(park and ride)、停車場停車轉乘與自行車停車轉乘。公共自行車劃分為加值服務，若加購 10 歐元/月，則可享有租借公共自行車 0.5 歐元/小時之優惠。

2. 瑞典 UbiGo

瑞典 UbiGo 依使用者使用大眾運具之程度，劃分為四種套裝方案，分別為 Custom package、Small package、Medium package 與 Large package。整合運具包含：公車、捷運、路面電車、鐵路、渡輪、汽車共乘、汽車租賃與計程車。汽車租賃依汽車種類的差異而影響套裝方案定價；計程車則會依一般道路計程車進行收費。

3. 芬蘭 Whim

芬蘭 Whim 依使用者使用分配時間，劃分為四種套裝方案，分別為 Urban 30 套裝方案、Weekend 套裝方案、Unlimited 套裝方案與 To Go 套裝方案。整合運具包含：地鐵、路面電車、公車、渡輪、火車、公共自行車、汽車租賃與計程車。芬蘭 Whim 套裝方案均會因通勤起訖點的不同，而有相對應知套裝方案定價。

4. 高雄 MenGo

高雄 MenGo 依年齡，劃分出兩種套裝方案，分別為學生套票與一般套票。其套裝方案內又依使用運具劃分為四種套裝方案，分別為無限暢遊方案、公車暢遊方案、渡輪暢遊方案與公車+客運暢遊方案。整合運具包含：捷運、公車、輕軌、渡輪與公路客運。

表 2-6 法國、瑞典、芬蘭、臺灣 MaaS 套票表

國家	MaaS App	年齡	套票種類	服務內容	價錢	加值服務
法國	TaM	0 至 17 歲	青年套裝方案	1. 免費電車+公車	28 歐元/月	
				2. 免費自行車停車		
				3. 免費路面電車附屬停車場		
		18 至 25 歲	青年套裝方案(1)	1. 免費電車+公車	28 歐元/月	
				2. 免費自行車停車		
				3. 免費路面電車附屬停車場		
			青年套裝方案(2)	1. 免費電車+公車	196 歐元/年	+10 歐元可享租借公共自行車 0.5 歐/小時
				2. 免費路面電車附屬停車場		
				3. 免費自行車停車		
				4. 免費停車場		
		26 至 59 歲	一般套裝方案(1)	1. 免費電車+公車	53.5 歐元/月	
				2. 免費路面電車附屬停車場		
				3. 免費自行車停車		
			一般套裝方案(2)	1. 免費電車+公車	481.5 歐元/年	+10 歐元可享租借公共自行車 0.5 歐/小時
				2. 免費路面電車附屬停車場		
3. 免費自行車停車						
4. 免費停車場						
60 歲以上	老年套裝方案	1. 免費電車+公車	321 歐元/年	+10 歐元可享租借公共自行車 0.5 歐/小時		
		2. 免費路面電車附屬停車場				
		3. 免費自行車停車				
		4. 免費停車場				

國家	MaaS App	套票種類	服務內容	價錢
瑞典	UbiGo	Custom package	1. SL 大眾運輸使用者自行設定天數	依使用計費
			2. 汽車共乘一使用者自行設定小時數	
			3. 汽車租賃(依車型另行計價)	
			4. 計程車(另行計價)	
		Small package	1. 10 天內每日可用 45 克朗之 SL ¹ 大眾運輸	1,050 克朗 ² /月
			2. 6 小時汽車共乘	
			3. 汽車租賃(依車型另行計價)	
			4. 計程車(另行計價)	
		Medium package	1. 20 天內每日可用 41 克朗之 SL 大眾運輸	2,224 克朗/月
			2. 18 小時汽車共乘	
			3. 汽車租賃(依車型另行計價)	
			4. 計程車(另行計價)	
		Large package	1. 50 天內每日可用 33 克朗之 SL 大眾運輸	4,206 克朗/月
			2. 36 小時汽車共乘	
			3. 汽車租賃(依車型另行計價)	
			4. 計程車(另行計價)	

¹ SL 大眾運輸包含:公車、捷運、路面電車、通勤鐵路、渡輪

² 克朗:新台幣=3:1

國家	MaaS App	套票種類	服務內容	價錢
芬蘭	Whim	Urban 30	1. 可享 30 天內不限次數特定兩地區使用 HSL ¹ 大眾運輸(可能因起訖地區不同，而使方案價格有所差異) 2. 免費 30 分鐘公共自行車(而後 5 小時內 1 歐元/半小時) 3. 計程車 5 公里內最高 10 歐元 4. 汽車租賃 49 歐元/日	59.7 歐元 ² /月
		Weekend	1. 可享 30 天內不限次數特定兩地區使用 HSL 大眾運輸(可能因起訖地區不同，而使方案價格有所差異) 2. 免費 30 分鐘公共自行車(而後 5 小時內 1 歐元/半小時) 3. 計程車享 85 折 4. 免費汽車租賃(日~一) 49 歐元/日	249 歐元/月
		Unlimited	1. 可享特定兩地區無限搭乘 HSL 大眾運輸 2. 免費 30 分鐘公共自行車(而後 5 小時內 1 歐元/半小時) 3. 可搭乘計程車(5 公里)內 80 次 4. 每日 2 小時免費汽車租賃(而後 5 歐元/半小時，最高 89 歐元/日) 大眾運輸、計程車、汽車租賃均於使用後付費	499 歐元/月
		To Go		非月租型式

¹ HSL 大眾運輸包含：地鐵、路面電車、公車、渡輪、火車

² 歐元：新台幣=33：1（單位：元）

國家	MaaS App	套票種類	方案名稱	服務內容	價錢
臺灣-高雄	MenGo	學生套票	無限暢遊方案	1. 無限搭乘捷運 2. 無限搭乘市區公車 3. 無限搭乘輕軌 4. 可免費搭乘 4 次渡輪(適用鼓山-旗津、前鎮-中洲，不含機車 or 自行車) 5. Citybike 前半小時免費 6. 每月可享 600 點點數，(1 點=1 元)，每次乘坐計程車最高可折抵 85 點	1299 元/月
				無限搭乘市區公車	
				無限搭乘鼓山-旗津、前鎮-中洲渡輪(行人+機車)	
				無限搭乘公車	
				無限搭乘客運	
				無限搭乘客運	
		一般套票	無限暢遊方案	1. 無限搭乘捷運 2. 無限搭乘市區公車 3. 無限搭乘輕軌 4. 可免費搭乘 4 次渡輪(適用鼓山-旗津、前鎮-中洲，不含機車 or 自行車) 5. Citybike 前半小時免費 6. 每月可享 600 點點數(1 點=1 元)，每次乘坐計程車最高可折抵 85 點	1,499 元/月
				無限搭乘市區公車	
				無限搭乘鼓山-旗津、前鎮-中洲渡輪(行人+機車)	
				無限搭乘公車	
				無限搭乘客運	
				無限搭乘客運	
			公車暢遊方案	無限搭乘市區公車	479 元/月
			渡輪暢遊方案	無限搭乘鼓山-旗津、前鎮-中洲渡輪(行人+機車)	1,800 元/月
			公車+客運暢遊方案	1. 無限搭乘公車 2. 無限搭乘客運	1,499 元/月

綜整前述，可得知目前各國 MaaS 套裝方案整合之運具包含「大眾運輸」：捷運、公車、鐵路與路面電車與「副大眾運輸」：公共自行車、共享電動機車、計程車、汽車租賃、共享汽車與汽車共乘。各國 MaaS 套裝方案整合之運具詳見為表 2-7。

表 2-7 各國 MaaS 套裝方案整合之運具

種類	運具
大眾運輸	捷運
	公車
	鐵路
	輕軌
副大眾運輸	公共自行車
	計程車
	汽車租賃
	共享汽車
	汽車共乘

根據陳恒宇（2017）統整，MaaS 套裝方案服務除了運具整合外，亦包含個人行程規劃、支付方式與產品組合等服務屬性之整合，MaaS 套裝方案產品服務功能細項詳見於表 2-8。

表 2-8 產品服務功能細項

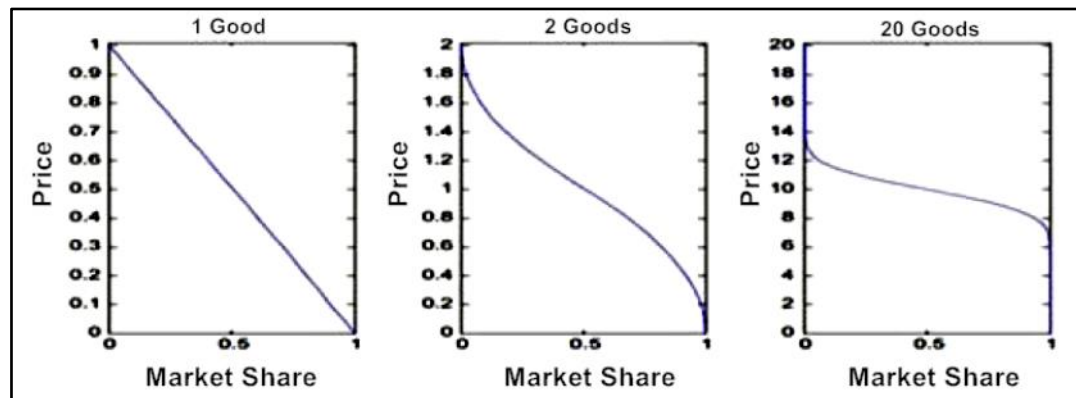
類別	服務功能細項
個人行程規劃	交通規劃、運具選擇服務
	客製化形成需求
	自由的套票方案選擇
支付方式	線上付費/支付
	一次性整合付費
	單次付款或日付、月付、季付的選擇
	行動支付、預付的付費方式
產品整合	不同運具間便利轉乘的無縫接軌服務
	所有運具資訊整合至單一 APP
	預約功能
	行程規劃、運具選擇、支付方式整合
	行程規劃、運具選擇、支付方式整合

2.2 網綁定價與組合相關文獻

在網綁定價與組合的研究上，過去文獻已廣泛探討其消費者行為，相關文獻彙整詳見表 2-9，文獻說明如下：

Yadav and Monroe(1993) 與 Yadav (1994) 著重探討消費者對不同產品套裝方案組合(product packages)的評價，而 Suri and Monroe (2000) 則驗證消費者對購買商品套裝方案組合意圖之背景因素。

Bakos and Brynjolfsson (1999, 2000) 運用「大數法則」分析網綁定價的經濟效益，研究推論隨著商品套裝方案組合內的商品數量增加，將會降低消費者極端偏好，使需求曲線轉而平坦，並使廠商賺取到更多的消費者剩餘，如圖 2.2 所示。



資料來源：Bakos and Brynjolfsson. (1999)

圖 2.2 網綁定價組合對需求曲線影響

Chung and Rao (2003) 考慮網綁組合中各項目之間的相依性，發展與驗證一選擇模式於網綁組成分析。而 Bulut and Sen (2009) 在隨機性需求下針對存貨進行網綁定價，Gülder et al. (2009) 則在有限存貨下進行兩商品之網綁定價與組合；Bulut and Sen (2009) 與 Gülder et al. (2009) 研究結果推論不當的網綁組合與預定價格可能導致賣方極大損失，而透過提供季中套裝包(mid-season packages)則可能較單一產品降價來得更有效益。Banciu and Ødegarrd (2016) 分析網綁內組成之單元商品評價間為相依時的最佳網綁組合問題，研究透過預定價格之組合密度分析，探討何種網綁組合型態之獲利性較高。

而在同時決定網綁組合之商品套裝方案設計及其定價的最佳化方法上，Hanson and Martin (1990) 提出一數學規劃模式在最大化利益下，求解網綁組成型態及定價。Venkatesh and Mahajan (1993) 考慮消費者時間與金錢的二維決策過程，在不同網綁策略中求解最佳化網綁價格。Green et al. (1991, 1992) 則提出隨

機性混合整數規劃模式，求解網綁組成之定價與組成型態，並發展求解演算法。

Hitt and Chen (2005) 提出客製化網綁(customized bundling)概念，亦即消費者可在固定價格上從 N 個商品中自由選擇其中 M 個商品，研究結果證實在邊際成本及消費者異質性假設上，客製化網綁比單純網綁及無網綁策略具較佳利益。

Fang et al.(2017) 建立非線性整數規劃對多項產品求解最適網綁組合與最適定價(bundle-pricing decision)。供給者在最大化利潤的目標下，選擇放入集合之產品 J ，並以此決定網綁套裝方案組合與定價，並對消費者消費水平係數與產品成本係數進行敏感度分析，研究結果發現當產品項目越多時，網綁組合定價可以改善零售商利潤與消費者剩餘。

吳映萱(2018)以產品組合定價模型來探討旅遊型 MaaS 套裝方案服務內容。該研究建立非線性整數規劃，在 MaaS 廠商利潤最大化之目標下，求解網綁定價能否有效提升廠商利潤與消費者剩餘。研究結果發現網綁定價可以較分別銷售產品(Unbundled products)有效提升 MaaS 廠商利潤與消費者剩餘。

Wu et al. (2008) 建立非線性混合整數規劃求解客製化網綁定價問題(customized bundle-pricing problem)。消費者可在 J 個商品集合中任意選擇其中的 N 個商品做為網綁套裝方案，該研究以資訊商品為例，並以拉式鬆弛法(Lagrangian relaxation)進行求解，研究結果亦發現客製化網綁定價較諸單純網綁策略更提高廠商利益。

Bitran and Ferrer (2007) 亦建構非線性混合整數規劃模式來求解網綁組成(bundle composition)及定價，模式考慮競爭市場中消費者選擇行為，求解廠商的利潤最大化，其中網綁定價受到商品組合影響，而網綁組成問題演算法考慮每個不同的網綁組合對目標式之貢獻來決定。

Perez et al. (2016) 延伸 Bitran and Ferrer (2007) 研究結果，建構預算限制性多項羅吉特模式於消費者選擇決策模式，結合於非線性混合整數規劃基礎之網綁定價規劃模式中，用以求解反應消費者選擇互動下之網綁組合與定價。

Ferrer et al. (2010) 針對賣方組合服務與相關商品之網綁組合，研究考慮二部定價費率結構建構動態規劃求解月費套票定價問題。而 Proano et al. (2012) 建立非線性混合整數規劃模式，在追求最大化生產者剩餘與消費者剩餘，求解多合一疫苗中應包含哪些抗原組合及其定價問題。

Cataldo and Ferrer (2017) 則分別針對消費者於最大化效用下選擇競爭市場中各家網綁組合產品，並以非線性混合整數規劃求解最佳網綁組合及其定價。研究並提出二階段求解演算法，研究結果顯示廠商網綁定價受到所有網綁組成及市場競爭者網綁組合與定價之影響。並推論若廠商針對單一市場推出網綁商品，應讓網綁商品間差異盡量較大，較能獲得更大利潤。

Aho(2000) 提供互動式背包問題進行求解裝箱問題，該研究使用啟發解、動態規劃與基因演算法求解互動式背包問題。研究結果發現啟發解與基因演算法求解過程相較動態規劃快速，而啟發解可以進行求解最為快速。而 Nguyen et al. (2013) 使用背包問題求解網綁組合，研究結果發現可以在時效內得到網綁組合之最佳解。

另一系列研究則應用動態規劃方法進行網綁定價，用以求解每一個網綁組合之長期需求量。Meyer and Shankar (2016)與 Odegaard and Wilson (2016) 亦針對結合商品與服務之混和網綁策略(hybrid bundle)，透過動態規劃求解網綁定價，該研究顯示定價會受到網綁組合中服務品質與商品之變異影響。

表 2-9 網綁定價與組合相關文獻彙整表

主題	出處	研究問題
消費者對套裝方案觀點	Yadav and Monroe(1993)	探討消費者對不同產品套裝方案組合的評價
	Yadav (1994)	
	Suri and Monroe (2000)	驗證消費者對購買商品套裝方案組合意圖之背景因素
網綁定價之經濟效益	Bakos and Brynjolfsson (1999, 2000)	運用「大數法則」分析網綁定價之經濟效益
網綁組合定價影響因素分析	Chung and Rao (2003)	考慮網綁組合中各項目之相依性，發展與驗證選擇模式於網綁組成分析
	Bulut and Sen (2009)	在隨機需求下針對存貨進行網綁定價
	Gülde et al. (2009)	有限存貨下進行兩商品之網綁定價與組合
	Banciu and Ødegarrd (2016)	分析網綁套裝組合之單元商品評價為相依時的最佳網綁組合問題

主題	出處	研究問題
網綁組合商品設計與定價	Hanson and Martin(1990)	提出一數學規劃模式在最大化利益下，求解網綁組成型態及定價
	Venkatesh and Mahajan (1993)	考慮消費者時間與金錢，在不同網綁策略中求解最佳化網綁價格
	Green et al. (1991,1992)	使用隨機性混合整數規劃，求解網綁組成定價與組成型態
客製化網綁	Hitt and Chen (2005)	分析客製化網綁之經濟效益
非線性規劃求解客製化網綁	Wu et al. (2008)	建立非線性混合整數規劃來求解客製化網綁定價問題
	Bitran and Ferrer (2007)	建構非線性混合整數規劃模式來求解網綁組成及定價
	Ferrer et al. (2010)	以供給者角度，探討組合服務與相關商品之網綁組合
	Fang (2017)	以非線性整數規劃求解多項產品最適網綁組合與最適定價
	吳映萱(2018)	以非線性整數規劃，探討 MaaS 網綁組合之經濟效益
背包問題求解客製化網綁組成	Aho(2000)	建立互動式背包問題求解網綁組合
	Nguyen et al. (2013)	使用背包問題求解網綁組合
動態規劃求解客製化網綁	Meyer and Shankar (2016)	針對結合商品與服務之混合網綁策略，並以動態規劃求解網綁定價
	Odegaard and Wilson (2016)	

2.3 小結

綜合上述有關本研究相關之文獻內容，重點整理如下：

1. 我國尚無 MaaS 套裝方案組合的研究，也鮮少有套裝方案定價之研究

由於 MaaS 為運輸領域服務之創新發展，目前鮮少研究對於 MaaS 套裝方案定價進行探討，大多以探討 MaaS 之可行性、商業模式、相關營運案例等方面之研究為主，且尚無研究探討 MaaS 套裝方案內的交通服務組合決策方式及其定價。

2. 各國 MaaS 套裝方案所包含之運具

MaaS 套裝方案所包含之運具可分為大眾運具與副大眾運具。大眾運具分別為捷運、公車、鐵路、輕軌、高鐵；而副大眾運具分別為公共自行車、共享電動機車、計程車、汽車租賃、共享汽車與汽車共乘。透過回顧各國 MaaS 套裝方案之包含運具，作為本研究 MaaS 套裝方案設計參考之依據。

3. 網綁定價理論已普遍應用於許多領域

網綁定價理論已普遍應用於許多商業模式，網綁定價相關研究建立一同時決定網綁組合之商品套裝方案設計及其定價的最佳化方法。網綁定價相關研究均以供給者角度進行求解套裝方案的設計與組合，並在已知各構件成本的情況下，目標式為最大化供給者利潤，求取最佳套裝方案組合與定價。鑒此，本研究嘗試延伸應用客製化網綁定價最佳化方法論。

由於 MaaS 的交通行動服務的提供來自不同運輸業者，其交通服務組合與定價需整合各運輸業者的相關資訊，因此較為困難且問題複雜度更高，即 MaaS 服務組合與網綁定價問題的確具有研究空間且應是值得深入研究的重要課題。

第三章 研究方法

3.1 研究架構

套裝方案組合可透過非線性整數規劃、動態規劃或背包問題進行求解，考量到研究時間與執行難易度，本研究根據 Aho (2000)於綑綁組合問題中使用背包問題求解綑綁組合套裝方案產生之方法，針對服務屬性設計問卷，調查民眾對於各服務屬性的需求程度及民眾對於 MaaS 套裝方案的願付價格。依照其他各國 MaaS 套裝方案的分類方式，針對旅運行為相似的旅運者進行 MaaS 套裝方案內容設計與定價。接著，將各服務屬性之單位成本與各服務屬性可完成之旅運距離代入背包問題，並在背包問題的目標式（各套裝方案效用值最大）與限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）下進行求解。最後針對套裝方案最佳組合與定價的參數進行敏感度分析，以了解影響套裝方案組成的關鍵參數。研究架構圖如圖 3.1 所示。

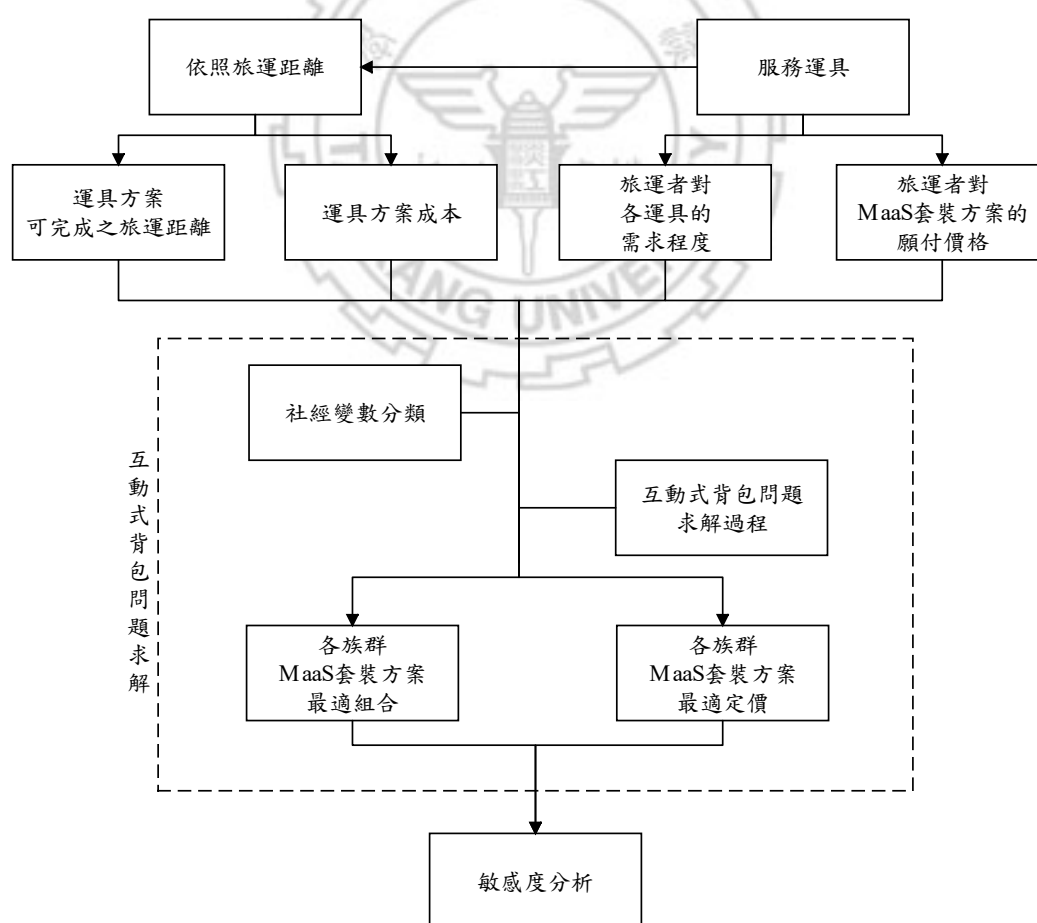


圖 3.1 研究架構圖

3.2 問卷設計與分析

3.2.1 調查目的

本研究問卷調查之目的係藉由問卷探討 MaaS 使用者對各運輸服務屬性之需求程度與對各套裝方案之願付價格，分析 MaaS 服務套裝方案與定價決策之經濟效益，以推行 MaaS 服務套裝方案。

3.2.2 調查方式與對象

本研究之問卷調查係以網路問卷平台 Google 表單設計問卷進行，該平台提供之問卷清晰整潔，於智慧型手機、平板及電腦皆可清楚顯示，其提供之問/答題類型多樣，甚至提供可據旅運者之答案設計多種邏輯跳題之方式，也使得部份旅運者可略過不需填答之題型，以保存問卷之完整與填答流暢性。另外，其可自動儲存旅運者作答內容與填答時間，以避免人工資料輸入時可能發生之錯誤，並可藉由填答時間長短篩選部份無效問卷。

3.2.3 問卷調查內容

本研究採用之問卷內容型式為結構性問卷，依照預期達到之目的將問題分為四個部份進行調查，分別為(1)日常旅運行為、(2)消費者對 MaaS 各運具屬性之需求程度、(3)消費者對 MaaS 套裝方案之願付價格與(4)基本資料。另外，為了避免受測者產生填答疲勞之情形，本研究採用封閉式問項之方式設計。而本研究也將受測者的基本資料問項調查置於問卷末端，以提高其調查意願度。本研究之研究調查內容整理如后，問卷內容詳見附錄 A。

- 第一部份：日常旅運行為調查

根據日常旅運行為調查，可得知旅運者日常使用不同大眾運具之頻率、旅運目的，以及外出較常使用之大眾運具。調查結果可作為針對不同族群推行之套裝方案內容時的族群劃分依據。

- 第二部份：消費者對 MaaS 各運輸服務屬性之需求程度

影響套裝方案價格之服務屬性分為(1)服務運具與(2)產品服務功能。其中，服務運具在其他國家的 MaaS 中主要以「大眾運輸」與「副大眾運輸」為主。「大眾運輸」包含捷運、公車、鐵路與輕軌等運具，而「副大眾運具」則包含公共自行車、計程車、汽車租賃、共享汽車與汽車共乘。

自台灣高鐵通車，並達成北高一日生活圈的目標，故本研究將高鐵納入運具調查之運具集合內。共享運具除包含共享汽車、共享機車、共享電動機車外，亦包含共享電動滑板車，故本研究亦將共享電動機車納入運具調查之運具集合內。本研究問卷調查之服務運具整理如表 3-1。

表 3-1 問卷設計採用之服務運具

種類	運具
大眾運輸	捷運
	公車
	鐵路
	輕軌
	高鐵
副大眾運輸	公共自行車
	共享電動機車
	共享電動滑板車
	計程車
	汽車租賃
	汽車共乘

陳恒宇(2017) 研究指出，MaaS 除了提供運具整合外，也提供個人行程規劃、支付方式與產品整合等服務屬性。由於本研究的預期研究成果為產生少數 MaaS 套裝方案，而個人行程規劃內「自由的套票方案選擇」已包含在預期成果內，故本研究不討論個人行程規劃中之「自由的套票方案選擇」。

而產品整合內「不同運具間便利轉乘的無縫接軌服務」、「所有運具資訊整合至單一 APP」與「行程規劃、運具選擇、支付方式整合」為 MaaS 基本服務內容，且該數項產品服務功能不會影響套裝方案價格，故本研究調查內容不考慮產品整合內之「不同運具間便利轉乘的無縫接軌服務」、「所有運具資訊整合至單一 APP」、「行程規劃、運具選擇、支付方式整合」。MaaS 產品服務功能細項整理於表 3-2。

表 3-2 整理後產品服務功能細項

類別	服務功能細項
個人行程規劃	交通規劃
	客製化行程需求
支付方式	線上付費/支付
	一次性整合付費
	單次付款或日付、月付、季付的選擇
	行動支付、預付的付費方式
產品整合	預約功能

本研究調查旅運者對個運輸服務屬性的需求程度根據排序法進行問卷設計，透過排序法之調查，可獲得旅運者對各服務運具之需求程度，並依各旅運者之需求程度求解旅運者對各運具的需求效用值，並透過背包問題，決定各族群欲推行之 MaaS 服務套裝方案所包含之服務運具。

- 第三部份：消費者對 MaaS 套裝方案之願付價格

本研究擬定消費者對 MaaS 套裝方案之願付價格之依據，係參考臺灣、瑞典與芬蘭之作法，各國的 MaaS 套裝方案內容與價格（瑞典與芬蘭之方案價格係以當地最低時薪換算成新台幣）整理如表 3-3 至表 3-5。

表 3-3 高雄 Mengo 套裝方案與價格

套裝方案	服務運具	方案價格(月)
無限暢遊方案	- 無限里程/次數之運具： 捷運、市區公車、輕軌 - 有限里程/次數之運具： 渡輪、公共自行車、計程車	1,499 元
公車暢遊方案	無限里程/次數之運具： 公車	479 元
渡輪暢遊方案	無限里程/次數之運具： 渡輪	1,800 元
公車+客運暢遊方案	無限里程/次數之運具： 市區公車、公路客運	1,499 元

表 3-4 瑞典 UbiGo 套裝方案與價格

套裝方案	服務運具	方案價格(月)
Small package	有限里程/次數之運具： 公車、捷運、路面電車、鐵路、 渡輪、汽車共乘	698 元
Medium package	有限里程/次數之運具： 公車、捷運、路面電車、鐵路、 渡輪、汽車共乘	1,480 元
Large package	有限里程/次數之運具： 公車、捷運、路面電車、鐵路、 渡輪、汽車共乘	2,800 元

表 3-5 芬蘭 Whim 套裝方案與價格

套裝方案	服務運具	方案價格(月)
Urban 30	有限里程/次數之運具： 地鐵、路面電車、公車、渡輪、火車、 公共自行車、計程車、汽車租賃	531 元
Weekend	有限里程/次數之運具： 地鐵、路面電車、公車、渡輪、火車、 公共自行車、計程車、汽車租賃	2,217 元
Unlimited	有限里程/次數之運具： 地鐵、路面電車、公車、渡輪、火車、 公共自行車、計程車、汽車租賃	4,446 元

針對 MaaS 使用者對 MaaS 服務套裝方案之願付價格的詢價方式有條件評估法，其中又細分成開放式詢價法、逐步競價法、支付卡法與封閉式詢價法。因開放式詢價法需給定情境設計之起始詢價金額，但若於 MaaS 服務套裝方案問卷設計使用開放式詢價法，則會導致願付價格的區間分佈過於廣泛，故不宜使用。因

旅運者對於 MaaS 套裝方案價格敏感度不高，若於問卷設計使用逐步競價法，易造成願付價格的混淆。而若使用封閉式詢價法調查旅運者對 MaaS 套裝方案願付價格，會因包含運具之不同，造成願付價格的區間分佈過於廣泛，故不宜於本研究使用封閉式詢價法。因此，本研究使用條件評估法的支付卡法進行消費者對於 MaaS 套裝方案願付價格之選擇。

根據表 3-3 至表 3-5 之各國 MaaS 套裝方案內容與價格（已換算為臺灣價格），並請旅運者選出偏好之價格區間，再進一步詢問旅運者對於各價格區間內的偏好，最後請旅運者對選取之套裝方案內的運具進行需求程度的排序。

- 第四部份：基本資料調查

第四部份係調查 MaaS 使用者的基本社經特性，包含性別、年齡、教育程度與職業等基本資料，而每月可支配所得較高者，對於 MaaS 套裝願付價格可能也較高，因此本研究將每月可支配所得也列入調查內容。



3.3 模式建構

3.3.1 MaaS 套裝方案之背包問題決策模式

過去網綁組合與定價的相關研究中，均以供給者角度提供套裝方案，故各物件（component）的成本均為已知，並在物件成本已知的情況下求解套裝方案的組合，並以選擇模式探討套裝方案的利潤。而由於 MaaS 為一個整合平台，需考慮諸多運具的整合，MaaS 平台並非為運具的供給者，故各運具的成本為未知。由於各運具的成本未知，故本研究根據使用者需求，以使用者成本假設運具方案成本，並在旅運者願付價格的限制與旅運者需要的旅運距離的限制下，探討各族群最適方案組合，並以該組合來決定套裝方案的定價。

本研究在進行套裝方案求解前，先定義運具集合 $\{m\}$ ，由於僅能調查旅運者對運具的需求程度，意即旅運者對各運具的需求程度僅會反應在運具上（例如：旅運者僅可分辨自己對捷運與對公共自行車需求程度的差異），故本研究透過旅運距離，將單一運具劃分為數個運具方案 i_m ，而各運具方案 i_m 會因對應不同之旅運距離而有不同的成本（例如：將捷運依照不同旅運距離劃分為不同捷運方案，捷運方案 1 為捷運累積里程 110 公里，運具方案成本 440 元/月；捷運方案 2 為捷運累積里程 176 公里，運具方案成本 550 元/月，以此類推。），故運具 m 均有因對應不同旅運距離與成本所而有的運具方案集合 $\{i_m\}$ 。

在進行背包問題求解過程中，套裝方案組成 j 表示將放入各物件(component)的背包， y_{mj} 為選取運具的 0-1 決策變數， $y_{mj}=1$ 表示運具 m 被選入套裝方案 j ； $x_{i_m j}$ 為選取運具方案的 0-1 決策變數， $x_{i_m j}=1$ 表示運具方案 i_m 被選入套裝方案 j 。屬於運具 m 的運具方案 i_m 僅會被選擇一個（例如：屬於捷運的捷運方案 1 至捷運方案 5 中，套裝方案僅會選擇其中一個捷運方案）。

承上述，旅運者對運具之需求程度僅會反應在運具上，本研究透過在運具上劃分不同旅運距離而對應不同的運具方案。故本研究有對應在各運具上的效用值 U_m ，而不同運具方案有其對應不同之旅運距離 l_{i_m} 與運具方案成本 c_{i_m} ，故本研究將決策變數設計為巢式結構，當運具 m 被選擇時，運具分案 i_m 才會被選擇（例：套裝方案選取捷運時，才會從捷運方案 1 至捷運方案 5 選取一個捷運方案），故當 $y_{mj}=1$ 時， $x_{i_m j}$ 才會為 1 或 0。

定義 MaaS 套裝方案組成為 j 。旅運者對於 MaaS 套裝方案 j 之效用函數為：

$$V(U_j) = \sum_m U_m y_{mj} \quad (3.1)$$

上式中，定義運具集合 $\{m\}$ ，透過問卷得知旅運者對運具之需求程度為 U_m ，令 U_m 為運具 m 的效用值。而運具 m 會依不同的里程而有不同的運具方案（例：累積搭乘捷運里程 110 公里，成本為 440 元/月，為一個屬於運具 m 的運具方案 i_m ，即為對應運具 m 的運具方案集合 $\{i_m\}$ ）。網綁組合問題決策變數 y_{mj} 為 0-1 變數，當 $y_{mj}=1$ 時，代表運具 m 會被選擇納入套裝方案 j ；反之， $y_{mj}=0$ 則代表運具 m 不會被選擇納入套裝方案 j 中。

3.3.2 背包問題參數說明

本研究背包問題相關參數及說明如下：

參數	說明
j	套裝方案組成
m	運具
i_m	運具方案，運具 m 因對應不同旅運距離而有不同的運具方案 i_m
U_m	運具 m 的效用值
l_{i_m}	運具方案 i_m 可完成之旅運距離
c_{i_m}	運具方案 i_m 的成本
b	旅運者對套裝方案的願付價格
L	套裝方案至少需完成的旅運距離
K_j	套裝方案包含之運具數
y_{mj}	運具 m 被納入網綁組成集合 j 的 0-1 決策變數
$x_{i_m j}$	運具方案 i_m 被納入網綁組成集合 j 中的 0-1 決策變數

3.3.3 互動式背包問題之 MaaS 服務套裝方案規劃

本研究參考 Aho (2000)於網綁組合問題中使用互動式背包問題(interactive knapsacks)求解網綁組合套裝方案產生之方法。該研究提出的互動式背包問題於建模上，類似典型背包問題，亦即在考慮預算（願付價格）限制與物件重量（成本）下，將物件選入集合，以求取利潤（效用）最大；互動式背包問題則延伸考量網綁組成內(intra-bundle)物件間互動關係，而重量與利潤隨著套裝方案組合的不同而改變。基於互動式背包問題架構，在套裝方案願付價格限制下之套裝方案組合問題建構如下：

$$\text{Max } V(U_j) = \sum_m U_m y_{mj} \quad (3.2)$$

$$\text{s.t } \sum_{i_m} c_{i_m} x_{i_m j} \leq b \quad (3.3)$$

$$\sum_{i_m} l_{i_m} x_{i_m j} \geq L \quad (3.4)$$

$$y_{mj} = \sum_{i_m} x_{i_m j} \quad (3.5)$$

$$\sum_{i_m} x_{i_m j} \leq 1 \quad (3.6)$$

$$\sum_m y_{mj} = K_j, \quad 1 \leq K_j \leq m \quad (3.7)$$

$$y_{mj} \in \{0,1\} \quad (3.8)$$

$$x_{i_m j} \in \{0,1\}$$

$x_{i_m j}$ 表示運具方案 i_m 被納入網綁組成集合 j 中的 0-1 決策變數； y_{mj} 代表運具 m 被納入網綁組成集合 j 的 0-1 決策變數， $V(U_j)$ 則代表套裝方案 j 的效用值。不同的網綁組成有其限制的運具數 $K_j (1 \leq K_j \leq m)$ ， b 表示消費族群的願付價格上限， L 則表示消費族群每月需要的旅運距離， c_{i_m} 則代表各運具方案 i_m 的成本， l_{i_m} 則代表各運具方案可完成之旅運距離。

- 目標式 (3.2) 表示最後組成的套裝方案效用值最大
- 限制式 (3.3) 代表方案組合受限於願付價格上限
- 限制式 (3.4) 代表方案組合受限於套裝方案需完成之旅運距離的下限

- 限制式 (3.5) 代表套裝方案 j 內，有選擇運具 m 時就會選擇運具方案 i_m ；反之沒有選擇運具 m 時就不會選擇運具方案 i_m 。
- 限制式 (3.6) 代表套裝方案 j 內，當選擇運具 m 時，屬於運具 m 的運具方案 i_m 僅會被選擇一個。
- 限制式 (3.7) 限制了套裝方案 j 組成的運具數。
- 限制式 (3.8) 代表 y_{mj} 與 $x_{i_m j}$ 為 0-1 決策變數。



3.3.4 MaaS 套裝方案之願付價格區間之求解

由於願付價格會因旅運者而有所不同，然而使用模糊統計的方法進行分析時，民眾對於套裝方案的願付價格又具有一定的規律性，故本研究根據 Lin et al. (2001) 求解模糊權重的背包問題中，將求解背包問題的背包容量（願付價格）模糊化，並求取模糊的願付價格區間 $\tilde{b}$ 。

模糊的願付價格區間 $\tilde{b}$ 為一個落在 $R=(-\infty, \infty)$ 的模糊區間，本研究根據 Lin et al. (2001)，將模糊的背包容量（願付價格） $\tilde{b}$ 表示為 (b^L, b^M, b^R) ， b^L 為願付價格區間的左端點 (Left endpoint)； b^R 為願付價格區間的右端點 (Right endpoint)；願付價格區間的 b^M 可表示為 $d(\tilde{b}, 0)$ 。

根據圖 3.2 願付價格隸屬函數分配， $A_L(\alpha)$ 為 α 分配的左端點， $A_R(\alpha)$ 為 α 分配的右端點。則 $A_L(\alpha) = b^L + (b^M - b^L)\alpha$ ； $A_R(\alpha) = b^R - (b^R - b^M)\alpha$ 。

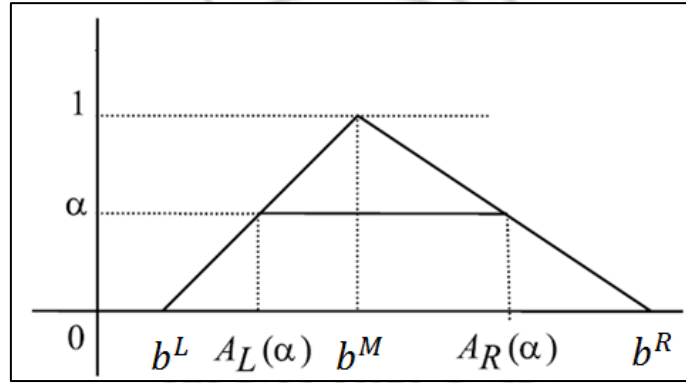


圖 3.2 願付價格隸屬函數分配

兩端點的區間長度以式 (3.9) 與式 (3.10) 表示：

$$[A_L(\alpha), A_R(\alpha)] = \frac{1}{2} [A_L(\alpha) + A_R(\alpha)] \quad (3.9)$$

$$= \frac{1}{2} [b^L + b^R + (2b^M - b^L - b^R)\alpha] \quad (3.10)$$

將式 (3.9) 積分可求得願付價格模糊區間的平均值，故將 $A_L(\alpha)$ 與 $A_R(\alpha)$ 兩端點區間長度的式子積分後得到下列式 (3.11) 與式 (3.12)：

$$\int_0^1 [A_L(\alpha), A_R(\alpha)] = \frac{1}{2} \int_0^1 [b^L + b^R + (2b^M - b^L - b^R)\alpha] d\alpha \quad (3.11)$$

$$= \frac{1}{4} (2b^M + b^L + b^R) \quad (3.12)$$

經式 (3.9) 至式 (3.12) 對於模糊的願付價格區間進行轉換後，求解背包問題的容量上限（願付價格）的模糊區間以式 (3.13) 所示：

$$d(\tilde{b}, \tilde{0}) = \frac{1}{4}(2b^M + b^L + b^R) \quad (3.13)$$

綜合上述，本研究之互動式背包問題的數學規劃式詳見如下：

$$\text{Max } V(U_j) = \sum_m U_m y_{mj} \quad (3.14)$$

$$\text{s.t } \sum_{i_m} c_{i_m} x_{i_m j} \leq b' \quad (3.15)$$

$$\sum_{i_m} l_{i_m} x_{i_m j} \geq L \quad (3.16)$$

$$y_{mj} = \sum_{i_m} x_{i_m j} \quad (3.17)$$

$$\sum_{i_m} x_{i_m j} \leq 1 \quad (3.18)$$

$$\sum_m y_{mj} = K_j, \quad 1 \leq K_j \leq m \quad (3.19)$$

$$y_{mj} \in \{0, 1\} \quad (3.20)$$

$$x_{i_m j} \in \{0, 1\}$$

where

$$b' = d(\tilde{b}, \tilde{0}) = \frac{1}{4}(2b^M + b^L + b^R) \quad (3.21)$$

第四章 實證結果與分析

4.1 問卷資料分析

本研究自 2020 年 9 月 2 日開始進行問卷調查作業，並於 2020 年 10 月 3 日完成所有問卷回收。本研究之問卷發放對象為居住在雙北地區（臺北市與新北市）之通勤族群，總計回收 342 份問卷。扣除無效問卷後，有效問卷共計 316 份。由於本研究問卷發放採方便抽樣，故本研究年齡與性別之抽樣結果無法達到預期，問卷之樣本結構說明詳述如后。

4.1.1 性別

表 4-1 為使用大眾運輸之受測者的性別比例，使用大眾運輸進行通勤的男性有 112 人，佔 35.4%；女性有 204 人，佔 64.6%。

表 4-1 受測者性別比例

性別	次數	百分比
男	112	35.4
女	204	64.6
總計	316	100.0

4.1.2 年齡

表 4-2 為使用大眾運輸之受測者的年齡比例，樣本資料年齡層大多集中在 21 至 29 歲，有 147 人，佔 46.5%，其次為 60 歲以上，有 64 人，佔 20.3%；30 至 39 歲，有 36 人，佔 11.4%；50 至 59 歲，有 31 人，佔 9.8%；40 至 49 歲，有 29 人，佔 9.2%；18 至 20 歲，有 9 人，佔 2.9%。

表 4-2 受測者年齡比例

年齡	次數	百分比
18 至 20 歲	9	2.9
21 至 29 歲	147	46.5
30 至 39 歲	36	11.4
40 至 49 歲	29	9.2
50 至 59 歲	31	9.8
60 歲以上	64	20.3
總計	316	100.0

4.1.3 教育程度

表 4-3 為使用大眾運輸之受測者的教育程度比例，樣本資料教育程度分配大多集中在大學，有 142 人，佔 44.9%；其次為研究所或以上，有 87 人，佔 27.5%；高中職，有 46 人，佔 14.6%；專科，有 27 人，佔 8.5%；國中，有 12 人，佔 3.8%；小學，有 2 人，佔 0.6%。

表 4-3 受測者教育程度比例

教育程度	次數	百分比
小學	2	0.6
國中	12	3.8
高中職	46	14.6
專科	27	8.5
大學	142	44.9
研究所或以上	87	27.5
總計	316	100.0

4.1.4 職業別

表 4-4 為使用大眾運輸之受測者的職業別比例，樣本資料職業別分配大多集中在學生，有 108 人，佔 34.2%；一般服務業，有 48 人，佔 15.2%；退休，有 38 人，佔 12%；軍公教，有 19 人，佔 6%；金融業，有 17 人，佔 5.4%；電子業，有 12 人，佔 3.8%；科技業，有 11 人，佔 3.5%。

表 4-4 受測者職業別比例

職業別	次數	百分比
學生	108	34.2
軍公教	19	6.0
金融業	17	5.4
科技業	11	3.5
電子業	12	3.8
一般服務業	48	15.2
家管	11	3.5
退休	38	12.0
其他	52	16.5
總計	316	100.0

4.1.5 每月可支配所得

表 4-5 為使用大眾運輸之受測者的每月可支配所得比例，樣本資料每月可支配所得主要分配在 10,001 至 30,000 元，有 115 人，佔 36.4%；其次為 30,001 至 50,000 元，有 93 人，佔 29.4%；10,000 以下，有 69 人，佔 21.8%；70,001 元以上，有 20 人，佔 6.3%；50,001 至 70,000 元，有 19 人，佔 6%。

表 4-5 受測者每月可支配所得比例

可支配所得	次數	百分比
10,000 元以下	69	21.8
10,001 至 30,000 元	115	36.4
30,001 至 50,000 元	93	29.4
50,001 至 70,000 元	19	6.0
70,001 元以上	20	6.3
總計	316	100.0

4.1.6 每周搭乘大眾運具天數

表 4-6 為使用大眾運輸之受測者的每周搭乘大眾運輸比例，樣本資料每周搭乘大眾運具天數主要分配在 5 天，有 77 人，佔 24.4%；其次為每周搭乘天數 3 天，有 51 人，佔 16.1%；每周搭乘天數 2 天，有 49 人，佔 15.5%；每周搭乘天數 7 天，有 44 人，佔 13.9%；每周搭乘天數 4 天，有 42 人，佔 13.3%；每周搭乘天數 1 天，有 33 人，佔 10.4%；每周搭乘天數 6 天，有 20 人，佔 6.3%。

表 4-6 受測者每周搭乘天數比例

搭乘天數	次數	百分比
1 天	33	10.4
2 天	49	15.5
3 天	51	16.1
4 天	42	13.3
5 天	77	24.4
6 天	20	6.3
7 天	44	13.9
總計	316	100.0

4.1.7 旅運目的

表 4-7 為使用大眾運輸之受測者的旅運目的比例，樣本資料旅運目的分配主要分布在社交活動，有 91 人，佔 28.8%；其次為旅運目的為上、下班，有 69 人，佔 21.8%；旅運目的為觀光活動，有 54 人，佔 17.1%；旅運目的為購物，有 38 人，佔 12%；旅運目的為上、下學，有 34 人，佔 10.8%；旅運目的為業務聯繫，有 15 人，佔 4.8%。

表 4-7 受測者旅運目的比例

旅運目的	次數	百分比
上、下班	69	21.8
上、下學	34	10.8
業務聯繫	15	4.8
社交活動	91	28.8
觀光旅遊	54	17.1
購物	38	12.0
其他	15	4.8
總計	316	100.0

4.1.8 願付價格

表 4-8 使用大眾運輸之受測者對 MaaS 套裝方案願付價格的比例，樣本資料的分配主要在願付價格 500 至 1,000 元，有 104 人，佔 32.9%；其次為願付價格 1,000 至 1,500 元，有 62 人，佔 19.6%；願付價格在 1,500 至 2,000 元，有 60 人，佔 19%；願付價格在 2,000 至 2,500 元，有 48 人，佔 15.2%；願付價格在 2,500 至 3,000 元，有 25 人，佔 7.9%；願付價格在 3,000 至 3,500 元，有 17 人，佔 5.4%。

表 4-8 受測者願付價格的比例

願付價格	次數	百分比
500 至 1,000 元	104	32.9
1,000 至 1,500 元	62	19.6
1,500 至 2,000 元	60	19.0
2,000 至 2,500 元	48	15.2
2,500 至 3,000 元	25	7.9
3,000 至 3,500 元	17	5.4
總計	316	100.0

4.2 研究對象分類

由於本研究欲探討不同族群願付價格與服務屬性需求程度，以供日後 MaaS 套裝方案設計參考。因此，本研究以我國高雄市、法國、瑞典與芬蘭現有的 MaaS 套票內容做為參考依據。我國高雄市係依據職業別將套票分為學生套票與一般套票；法國係依據年齡分層，將套票分為青年票與一般票；瑞典係依據大眾運具使用程度分為 Small、Medium 與 Large package；芬蘭係依據平假日分為 Urban30、Weekend 與 Unlimited，各套票內容詳見表 3-3 至表 3-5。

表 4-9 為受測者年齡與職業之交叉分析，由於本研究欲得到各通勤族群在願付價格限制下，需求程度最大化之套裝組合，故不適用瑞典與芬蘭之分群方式。本研究採用我國高雄市、法國之族群分群方式，透過年齡與職業別，將樣本分為 3 群，各族群分別如下：

1. 學生族群（職業為學生）
2. 一般族群（職業為非學生且年齡低於 60 歲）
3. 中高齡者族群（年齡 60 歲以上）

表 4-9 年齡與職業別之交叉分析

單位：人數(百分比)

年齡	職業別									
	學生	軍公教	金融業	科技業	電子業	一般服務業	家管	退休	其他	總計
18 至 20 歲	9 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	9
21 至 29 歲	95 (64.6)	4 (2.7)	8 (5.4)	4 (2.7)	3 (2)	22 (15)	0 (0.0)	0 (0.0)	11 (7.5)	147
30 至 39 歲	4 (11.1)	7 (19.4)	3 (8.3)	1 (2.8)	2 (5.6)	15 (41.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (11.1)	36
40 至 49 歲	0 (0.0)	2 (6.9)	6 (20.7)	6 (20.7)	6 (20.7)	6 (20.7)	1 (3.5)	0 (0.0)	2 (6.9)	29
50 至 59 歲	0 (0.0)	6 (19.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.2)	2 (6.5)	10 (32.3)	6 (19.4)	6 (19.4)	31
60 歲以上	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (4.7)	0 (0.0)	32 (50.0)	29 (45.3)	64
總計	108	19	17	11	12	48	11	38	52	316

4.3 各族群之願付價格與每月所需之旅運距離

由於本研究分析之各族群之願付價格分佈呈右偏之情形，若以願付價格平均數作為各族群之願付價格，恐會與現實狀況有差異。因此，本研究以中位數作為各族群之願付價格。各族群之願付價格與願付價格區間詳見表 4-10，各族群之願付價格說明如下：

- 學生族群

學生族群之願付價格，願付價格為 1,250 元，其願付價格區間為 1,000 至 1,500 元。

- 一般族群

一般族群之願付價格，願付價格為 1,750 元，其願付價格區間為 1,500 至 2,000 元。

- 中高齡者族群

中高齡者族群之願付價格，願付價格為 750 元，其願付價格區間為 500 至 1,000 元。

表 4-10 各族群之願付價格

族群	願付價格	願付價格區間
學生族群	1,250 元	1,000 至 1,500 元
一般族群	1,750 元	1,500 至 2,000 元
中高齡族群	750 元	500 至 1,000 元

然而，旅運者對 MaaS 行動套裝方案的願付價格也代表旅運者期望 MaaS 套裝方案可完成之旅運距離。由於較難使用問卷調查旅運者每日通勤、通學時的旅運距離，故本研究假設以願付價格搭乘捷運可行駛的旅運距離為民眾每月需完成之旅運距離（例：願付價格 1,000 元可搭乘 23 公里的捷運 20 趟，1 趟可搭乘 23 公里，則 20 趟可搭乘 460 公里，即為，願付價格 1,000 元需完成旅運距離 460 公里）透過上述假設，各族群之願付價格所對應之旅運距離詳列於表 4-11。

表 4-11 各族群願付價格對應之旅運距離

族群	願付價格 區間(元)	旅運距離 (公里)
學生族群	1,000	460
	1,500	690
一般族群	1,500	690
	2,000	920
中高齡族群	500	230
	1,000	460



4.4 各運具之運具方案成本

過去在網綁組合與定價的文獻均以供給者角度提供套裝方案，故各物件（component）的成本均為已知，並在物件成本已知的情況下求解套裝方案的組合，並以選擇模式探討套裝方案的利潤。而由於 MaaS 為一個整合平台，需考慮諸多運具的整合，MaaS 平台並非為運具的供給者，故運具的成本為未知。由於運具的成本未知，故本研究根據使用者需求，以使用者成本假設運具方案成本，並在旅運者願付價格的限制與旅運者需要的旅運距離的限制下，探討各族群最適方案組合，並以該組合來決定套裝方案的定價。

本研究透過兩種方式假設各運具的運具方案成本。第一種方式為透過交通部統計處取得相關運具方案成本之資料，包含之運具有捷運、公車、鐵路、輕軌、高鐵、公共自行車與計程車。而因為部份運具無法透過交通部統計處取得該運具的運具方案成本之資料，故第二種方式為透過該運具服務的官方網站所提供之服務內容與其定價作為該運具的運具方案成本，包含之運具有共享電動機車、共享電動滑板車、租賃汽車與汽車共乘，取得資料方式詳見表 4-12。

表 4-12 各運具方案成本取得方式

運具	政府資料	官網資料
捷運	V	
公車	V	
鐵路	V	
輕軌	V	
高鐵	V	
公共自行車	V	
共享電動機車		V
共享電動滑板車		V
計程車	V	
租賃汽車		V
汽車共乘		V

為了表示各運具的每月運具方案成本，本研究以每位旅客使用各運具的日平均運輸成本與工作天（以 22 天計）天數的乘積來表示。由於各運具方案成本難以獲得，故本研究假設各運具方案的使用者成本為該運具方案成本，各運具之運具方案成本計算說明如下：

- 捷運

根據詹仕聰（2007）之臺北捷運票價訂定，搭乘 5 公里以下收費 20 元；搭乘 5 至 8 公里收費 25 元；搭乘 8 至 11 公里收費 30 元；搭乘 11 至 14 公里收費 35 元；搭乘 14 至 17 公里收費 40 元；搭乘 17 至 20 公里收費 45 元；搭乘 20 至 23 公里收費 50 元；搭乘 23 至 27 公里收費 55 元；搭乘 27 至 31 公里收費 60 元；搭乘 31 公里以上收費 65 元。

而根據臺北大眾捷運股份有限公司（2020）之統計，使用捷運通勤的平均旅運距離（每旅次）比例分別為 5 公里以下（33.76%）、5 至 8 公里（22.38%）、8 至 11 公里（18.31%）、11 至 14 公里（11.72%）、14 至 17 公里（6.58%）、17 至 20 公里（3.3%）、20 至 23 公里（2.2%）、23 至 27 公里（1.2%）、27 至 31 公里（0.42%）、31 公里以上（0.13%）。

由於超過 85% 的旅客搭乘捷運之旅運距離小於 14 公里，因此本研究將超過 85% 的日平均旅運距離（來回）乘以 22 個工作天後，搭乘捷運之累積里程為 110 公里，運具方案成本 440 元/月；累積里程為 176 公里，運具方案成本 550 元/月；累積里程為 232 公里，運具方案成本 660 元/月；累積里程 308 公里，運具方案成本 770 元/月；累積里程 374 公里，運具方案成本 880 元/月；累積里程 440 公里，運具方案成本 990 元/月。

- 公車

根據王易（2016）之統計，臺北市與新北市市區公車路網中之路線計費方式分別為一段票路線（49.28%）；二段票路線（44.42%）；三段票路線（4.68%）；四段票路線（0.9%）；五段票路線（0.36%）；六段票路線（0.18%）；七段票路線（0%）；八段票路線（0.18%）。

超過 90% 以上的旅客搭乘公車之路線計費方式均為一段票路線與二段票路線，故本研究根據旅客每日搭乘公車的段次數（每段次 8.514 公里）乘上 22 個工作天後，得到公車的每月運輸成本。搭乘公車的每月運輸成本分別為累積段次共 22 段，累積里程 187.3 公里，運具方案成本 330 元/月；累

積段次共 44 段，累積里程 398 公里，運具方案成本 660 元/月；累積段次共 66 段，累積里程 561.9 公里，運具方案成本 990 元/月。除了民眾通勤行為外，乃需考慮非常態性通勤的公車旅次，故本研究將加入累積段次共 33 段，累積里程 280.9 公里，運具方案成本 495 元/月與累積段次共 55 段，累積里程 468.2 公里，運具方案成本 825 元/月。

- 輕軌

根據交通部統計處（2020）之統計，搭乘輕軌月平均旅運距離約 3.5 公里，然而輕軌的搭乘頻率低於其他大眾運具，故需考慮旅客搭乘輕軌的頻率。根據交通部統計處（2020）之統計，每月有約 6,800 萬搭乘捷運的旅次；而每月約有 37 萬搭乘輕軌的旅次，故輕軌搭乘率約為 0.55%/月。由於搭乘頻率不足 1 次/月，故本研究給定輕軌運具方案為可累積搭乘 7 公里（單趟 3.5 公里*2），運具方案成本為 40 元/月。

- 公共自行車

根據劉仁龍等人（2017）之統計，使用公共自行車的日平均租賃時間為 27.1 分鐘。因此，本研究根據公共自行車的日平均租賃時間的運輸成本乘上 22 個工作天後，得到使用公共自行車的每月運具方案成本。若以臺北市公共自行車票價計算，每次騎程收費 5 元，本研究假設自行車平均速率 10 公里/小時，而騎乘 27.1 分鐘等同於騎乘 4.51 公里，一個月騎乘約 99 公里，運具方案成本為 110 元/月。

- 計程車

根據計程車營運狀況調查結果統計表（2020）之統計，每台計程車日平均載客公里為 92.4 公里，且每台計程車日平均載客數為 16.8 人，代表每台計程車載一位客人每次平均行駛 5.5 公里。另外，根據交通部統計處（2016）之調查結果，臺北市的 1,611 位受測者共有 212 個計程車旅次，即表示臺北市每位旅客每月平均搭乘計程車 4 次。因此，本研究以計程車營運票價計算，行駛 5.5 公里需收費 176.25 元（包含計程車基本車資 70 元），且每位旅客每月平均搭乘 4 次（累積里程 22 公里/月），運具方案成本為 705 元/月。

- 鐵路

根據蘇振維等人（2015）之統計，使用鐵路通勤的旅客日平均旅運距離分別為 30 公里以下（57%），以及 31 至 50 公里（23%）。因此，本研究根據台鐵定期票之計算公式，票價以復興號票價（1.46 元/公里）乘上 22 個工作天，並給予 85 折優惠後，得到使用台鐵的每月運輸成本分別如下：

- 每日平均搭乘 30 公里以下者，本研究以 30 公里計算，得每日搭乘票價為 43.8 元（30 公里/日 $\times$ 1.46 元/公里）。故搭乘鐵路累積里程為 660 公里，運具方案成本為 964 元/月（43.8 元/日 $\times$ 22 日）。
- 每月平均搭乘 31 至 50 公里者，本研究以 50 公里計算，得每日搭乘票價為 73 元（50 公里/日 $\times$ 1.46 元/公里）。故搭乘鐵路累積里程為 1,100 公里，運具方案成本為 1,606 元/月（73 元/日 $\times$ 22 日）。

- 高鐵

根據蘇振維等人（2015）之統計，使用高鐵的旅客日平均旅運距離分別為 40 公里以下（9%）、70 公里（14%）與 160 公里（26%）。因此，本研究根據高鐵定期票之計算公式，每月定期票可搭乘指定區間 10 次，票價係以搭乘 10 次指定區間的自由座全額票價，並給於 82 折優惠計算。得到使用高鐵的每月運輸成本分別如下：

- 每次搭乘 40 公里以下者（約為臺北站至桃園站的距離），以臺北站至桃園站的自由座票價 155 元計算，故運具方案成本為 127 元/月（155 元/次 $\times$ 82 折）。
- 每次搭乘 70 公里者（約為臺北站至新竹站的距離），以臺北站至新竹站的自由座票價 280 元計算，故運具方案成本為 230 元/月（280 元/次 $\times$ 82 折）。
- 每次搭乘 160 公里者（約為臺北站至台中站的距離），以臺北站至台中站的自由座票價 675 元計算，故運具方案成本為 554 元/月（675 元/次 $\times$ 82 折）。

表 4-13 各運具旅運距離與運具方案成本

運具	旅運距離/旅運時間	運具方案成本 (元/月)
捷運	累積里程 110 公里/月	440
	累積里程 176 公里/月	550
	累積里程 232 公里/月	660
	累積里程 308 公里/月	770
	累積里程 374 公里/月	880
	累積里程 440 公里/月	990
公車	累積里程 187 公里/月	330
	累積里程 281 公里/月	495
	累積里程 398 公里/月	660
	累積里程 468 公里/月	825
	累積里程 562 公里/月	990
輕軌	累積里程 7 公里/月	40
公共自行車	累積里程 99 公里/月	110
計程車	累積里程 22 公里/月	705
鐵路	累積里程 660 公里	964
	累積里程 1,100 公里	1,606
高鐵	40 公里/月(僅單趟)* ¹	127
	70 公里/月(僅單趟)	230
	80 公里/月(至多兩趟)* ²	254
	120 公里/月(至多三趟)	381
	140 公里/月(至多兩趟)	460
	160 公里/月(至多四趟)	554

資料來源：交通部統計處(2020)、台鐵局官網、高鐵公司官網。

*1：每月僅能搭乘單趟 40 公里，以此類推。

*2：每月至多可搭兩趟共 80 公里，以此類推。

因為部份運具服務無法經由政府資料計算其運具方案成本，故本研究透過該運具服務的官方網站提供之服務內容與其定價作為該運具的運具方案成本。各運具之運具方案成本計算說明如下：

- 共享電動機車

本研究根據共享電動機車平台 Wemo Scooter (2020) 之一般用戶的月租方案進行計算，使用共享電動機車的旅客累積租賃時間分別為 65 分鐘，需收費 155 元；累積租賃時間 130 分鐘，需收費 299 元；累積租賃時間 300 分鐘，需收費 599 元。

本研究假設騎乘時間為每次租賃時間的 75%，並假設共享電動機車平均速率為 50 公里/小時，在考量騎乘時間與騎乘速率的情況下，共享電動機車的運具方案分別為累積里程 37 公里，運具方案成本 155 元/月；累積里程 73 公里，運具方案成本 299 元/月；累積里程 169 公里，運具方案成本 599 元/月。

- 共享電動滑板車

本研究根據共享電動滑板車平台 Neuron Mobility (2020) 官網之營運費率進行計算，使用共享電動機車旅客的累積租賃時間分別為 270 分鐘，需收費 500 元；累積租賃時間 630 分鐘，需收費 660 元。

本研究假設騎乘時間為每次租賃時間的 75%，並假設共享電動滑板車平均速率為 30 公里/小時，在考量騎乘時間與騎乘速率的情況下，共享電動滑板車的運具方案分別為累積里程 101 公里，運具方案成本 500 元/月；累積里程 236 公里，運具方案成本 660 元/月。

- 租賃汽車

本研究根據租賃汽車平台 iRENT (2020) 之月租方案進行計算，使用租賃汽車旅客的累積租賃時間分別為 5 小時，需收費 840 元；累積租賃時間 24 小時，需收費 1,680 元。

本研究假設駕駛時間為每次租賃時間的 75%，而租賃汽車平均速率為 60 公里/小時，在考量騎乘時間與騎乘速率的情況下，租賃汽車的運具方案分別為累積里程 225 公里，運具方案成本 840 元/月；累積里程 1080 公里，運具方案成本 1,680 元/月。

- 汽車共乘

本研究根據汽車共乘平台 Coseats.com（2020）官網之營運費率進行計算，使用汽車共乘的旅客每月累積旅運距離為 360 公里，需收費 657 元。

表 4-14 透過官網資料取得之運具服務內容與成本

運具	旅運距離/旅運時間	運具方案成本 (元/月)
共享電動機車	累積里程 37 公里/月	155
	累積里程 73 公里/月	299
	累積里程 169 公里/月	599
共享電動滑板車	累積里程 102 公里/月	500
	累積里程 236 公里/月	660
租賃汽車	累積里程 225 公里/月	840
	累積里程 1080 公里/月	1,680
汽車共乘	累積乘坐 360 公里/月	657

資料來源：Wemo 官網、Neuron 官網、i-Rent 官網、Coseats 官網

4.5 各族群對各運具之運具效用值

本研究根據 4.2 節的分類結果，依照各族群對各運具的需求程度進行排序，排序程度越高代表受測者對該運具越需要，排序結果詳見表 4-15。然而，表 4-15 的數值僅為受測者對各運具之需求程度的相對排序，其數值的差異與受測者實際需求程度差異無關（例如：學生對共享電動滑板車需求程度 2，對汽車共乘需求程度 1，並非代表學生族群對共享電動滑板車的需求程度為對汽車共乘的兩倍），各族群運具需求排序說明如下：

- 學生族群對各運具需求程度排序依序為捷運、公車、鐵路、高鐵、公共自行車、計程車、輕軌、共享電動機車、租賃汽車、共享電動滑板車與汽車共乘。
- 一般族群對各運具需求程度排序依序為捷運、公車、鐵路、高鐵、計程車、公共自行車、共享電動機車、輕軌、租賃汽車、汽車共乘與共享電動滑板車。
- 中高齡者族群對各運具需求程度排序依序為捷運、公車、鐵路、計程車、公共自行車、輕軌、高鐵、共享電動機車、租賃汽車、汽車共乘與共享電動滑板車。

表 4-15 各族群對各運具需求程度排序

運具	需求程度		
	學生族群	一般族群	中高齡族群
捷運	11	11	11
公車	10	10	10
鐵路	9	9	9
輕軌	5	4	6
高鐵	8	8	5
公共自行車	7	6	7
共享電動機車	4	5	4
共享電動滑板車	2	1	1
計程車	6	7	8
租賃汽車	3	3	3
汽車共乘	1	2	2

然而順序尺度僅能表示受排序之運具的相對關係，無法得知其與其他運具不等距的前後關係，若是直接以等距數值進行分析，恐怕會產生語意膨脹或貶值現象（徐村和等人，1999）。因此，本研究先將受測者對各運具的需求程度排序轉換為各運具之效用值後，再進行相關分析。

在將具有順序尺度排序之資料轉換為效用值的研究中，本研究參考 Hall et al.(1992)以普通排序轉換成效用值的公式，將本研究問卷調查所得到各族群之各運具平均得分與排名，以式（4.1）轉換為各族群對於各運具需求程度的效用值。

$$V(R_{ij}) = \frac{\exp(P_i R_{ij})}{\exp(P_i)} \quad (4.1)$$

$V(R_{ij})$ 為各運具之效用值，其中 R_{ij} 為各族群各運具之排名， P_i 為各族群非負參數，需透過原始資料校估獲得。由於順序尺度排序各運具的平均得分會呈現指數分配（Hall et al., 1992），故本研究計算出各族群對各運具平均給分後，校估出各族群對各運具平均給分之指數分配的參數 P_i ，各族群校估係數詳見圖 4.1 至圖 4.3，學生族群為 0.1277；一般族群為 0.1399；中高齡者族群為 0.1603，並將各族群對各運具的平均給分校估後所得到之參數與各運具需求程度排序代入式（4.1），以求得各族群對於各運具的效用值，各族群對於各運具之效用值詳見表 4-16 至表 4-18。

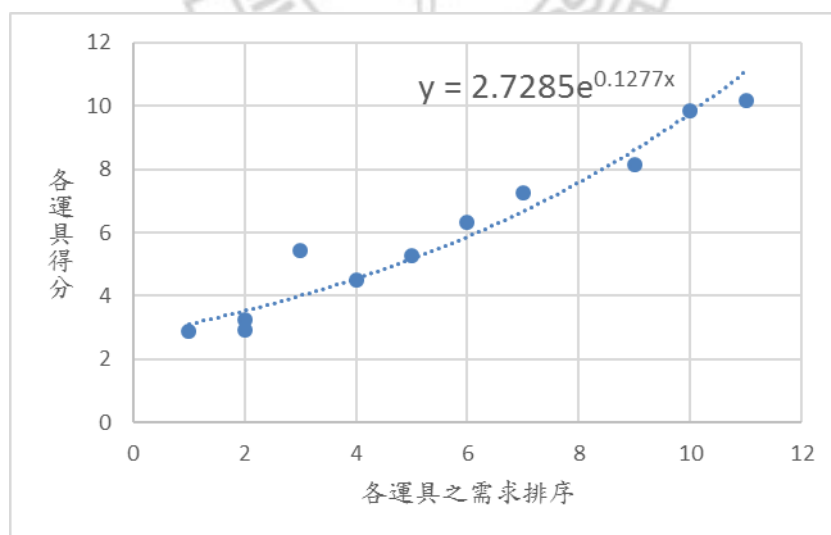


圖 4.1 學生族群之各運具分配非負參數

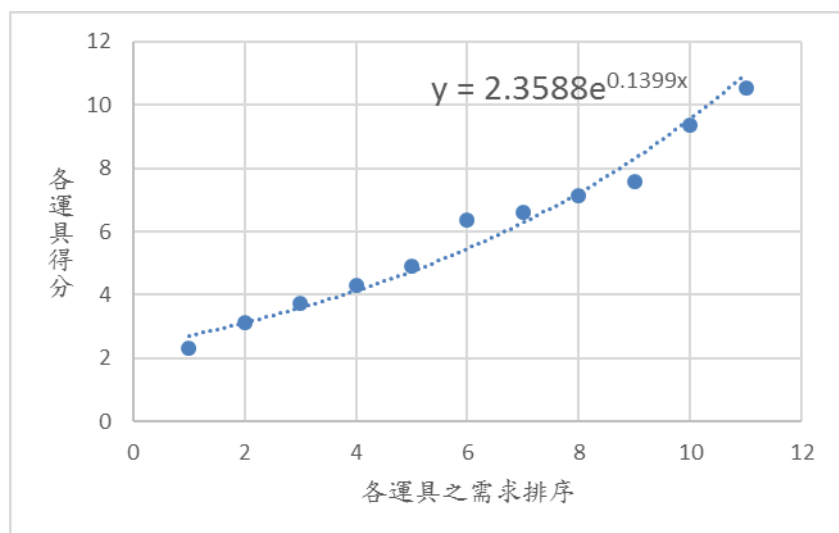


圖 4.2 一般族群之各運具分配非負參數

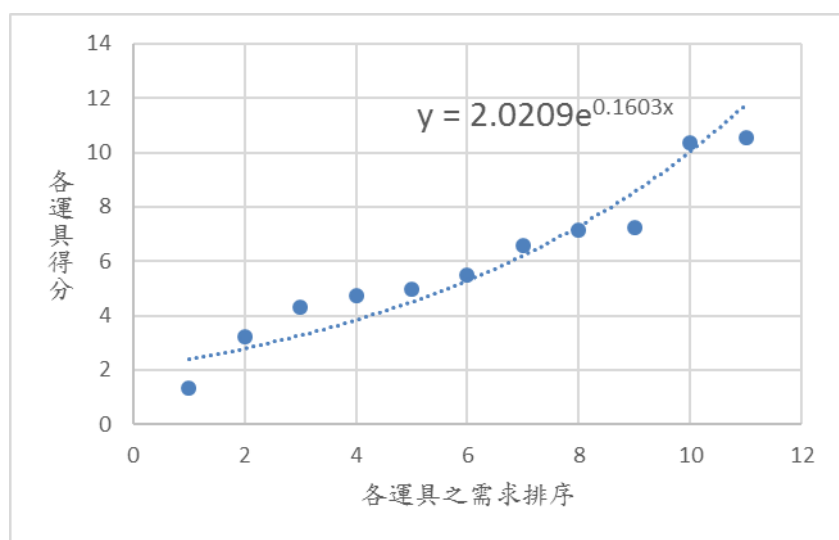


圖 4.3 中高齡族群之各運具分配非負參數

表 4-16 學生族群之各運具之效用值

運具	需求排序	效用值
捷運	11	3.59
公車	10	3.16
鐵路	9	2.78
輕軌	5	1.67
高鐵	8	2.44
公共自行車	7	2.15
共享電動機車	4	1.47
共享電動滑板車	2	1.14
計程車	6	1.89
租賃汽車	3	1.29
汽車共乘	1	1.00

表 4-17 一般族群之各運具之效用值

運具	需求排序	效用值
捷運	11	4.05
公車	10	3.52
鐵路	9	3.06
輕軌	4	1.52
高鐵	8	2.66
公共自行車	6	2.01
共享電動機車	5	1.75
共享電動滑板車	1	1.00
計程車	7	2.31
租賃汽車	3	1.32
汽車共乘	2	1.15

表 4-18 中高齡者族群之各運具之效用值

運具	需求排序	效用值
捷運	11	4.97
公車	10	4.23
鐵路	9	3.61
輕軌	6	2.23
高鐵	5	1.90
公共自行車	7	2.62
共享電動機車	4	1.62
共享電動滑板車	1	1.00
計程車	8	3.07
租賃汽車	3	1.38
汽車共乘	2	1.17

4.6 MaaS 套裝方案及網綁定價規劃結果

本研究基於互動式背包問題之 MaaS 套裝方案組合問題，可以整數規劃(integer programming, IP)之分支定限法求解，其問題複雜度為 $O(n^k)$ 時間；若問題規模大時，則無法於多項式時間完成求解，而屬 NP-hard 問題。本研究依循貪心演算法(greedy algorithm)基礎發展建構式啟發式解法，建立求解演算法。

各運具之運具方案成本透過進行臺北大眾捷運股份有限公司（2020）、交通部統計處（2020）與劉仁龍（2017）...等研究合理之假設。將旅運者對各服務屬性之需求程度轉換為各運具的效用值。本研究將旅運者對各運具的需求效用值、旅運者對套裝方案的願付價格、各運具方案可完成之旅運距離與各運具方案成本，根據 3.2 節之模式建構，目標式為套裝方案效用值最大化，並在願付價格與套裝方案所需完成的旅運距離的限制下，建構互動式背包問題求解，研究以 LINGO 15.0 作為建模求解工具，進行模式求解，各族群求解互動式背包問題的 MaaS 套裝方案結果如下：



4.6.1 學生族群

本研究考量大部份學生族群通學の旅運特性均在同一城市內，故本研究在分析學生族群之 MaaS 套裝方案時，不考慮將高鐵納入 MaaS 套裝方案。本研究將學生族群 MaaS 套裝方案結果，依據所涵蓋之旅運距離區分為中距運輸、中長距運輸。學生族群 MaaS 套裝方案詳見表 4-19，中距運輸與中長距運輸之旅運距離與包含的運具方案詳述如下：

1. 中距運輸

學生族群中距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-18 方案 1 與方案 2，學生族群中距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 462 公里/月至 528 公里/月。學生族群中距運輸 MaaS 套裝方案定價分別為 990 元/月與 1,100 元/月，套裝方案所包含之運具為：捷運、公車與公共自行車。方案 1 與方案 2 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 1：捷運 176 公里+公車 187 公里+公共自行車 99 公里
- 方案 2：捷運 232 公里+公車 187 公里+公共自行車 99 公里

2. 中長距運輸

學生族群中長距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-18 方案 3 至方案 6，學生族群中長距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 563 公里/月至 733 公里/月。方案 3 至方案 6 套裝方案定價分別為 1,195 元/月、1,250 元/月、1,360 元/月與 1,470 元/月，其規劃結果與現行公共運輸套票結果相似，套裝方案所包含之運具為：捷運、公車、公共自行車與輕軌。方案 3 至方案 6 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 3：捷運 176 公里+公車 281 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里
- 方案 4：捷運 308 公里+公車 281 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里
- 方案 5：捷運 374 公里+公車 187 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里
- 方案 6：捷運 440 公里+公車 187 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里

表 4-19 學生族群 MaaS 套裝方案

運具	里程數 (公里/月)	願付價格 1,000 元至 1,500 元					
		中距運輸		中長距運輸			
		方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
捷運	176	V		V			
	232		V				
	308				V		
	374					V	
	440						V
公車	187	V	V		V	V	V
	281			V			
公共自行車	99	V	V	V	V	V	V
輕軌	7			V	V	V	V
套裝方案成本(元/月)		990	1,100	1,195	1,250	1,360	1,470
套裝方案包含里程(公里/月)		462	528	563	601	667	733
套裝方案效用值		8.9	8.9	10.57	10.57	10.57	10.57



4.6.2 一般族群

本研究將一般族群 MaaS 套裝方案的分析結果，依據所涵蓋之旅運距離區分為中長距運輸、長距運輸。由於旅運距離大於長距運輸之一般族群 MaaS 套裝方案均含有鐵路，故本研究將大於長距運輸之一般族群 MaaS 套裝方案，稱為城際運輸。一般族群 MaaS 套裝方案詳見表 4-20，中長距運輸、長距運輸與城際運輸之旅運距離與包含的運具方案詳述如下：

1. 中長距運輸

一般族群中長距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-19 方案 1 至方案 3，一般族群中長距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 707 公里/月至 790 公里/月。方案 1 至方案 3 套裝方案定價分別為 1,487 元/月、1,597 元/月與 1,652 元/月，套裝方案所包含之運具為：捷運、公車、高鐵、公共自行車與輕軌。方案 1 至方案 3 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 1：捷運 374 公里+公車 187 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里
- 方案 2：捷運 440 公里+公車 187 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里
- 方案 3：捷運 176 公里+公車 468 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里

2. 長距運輸

一般族群長距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-19 方案 6，一般族群長距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 955 公里/月。方案 6 套裝方案定價為 1,972 元/月，套裝方案所包含之運具為：捷運、公車、高鐵、公共自行車、共享電動機車與輕軌。方案 6 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 6：捷運 374 公里+公車 398 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里+共享電動機車 37 公里+輕軌 7 公里

3. 城際運輸

一般族群城際運輸 MaaS 套裝方案為表 4-19 方案 4 與方案 5，一般族群城際運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 953 公里/月至 1,030 公里/月。方案 4 與方案 5 套裝方案定價分別為 1,581 元/月與 1,691 元/月，套裝方案所包含之運具為：捷運或公車（二擇一）、鐵路、高鐵、公共自行車、共享電動機車。方案 4 與方案 5 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 4：公車 187 公里+鐵路 660 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里+共享電動機車 37 公里+輕軌 7 公里
- 方案 5：捷運 110 公里+鐵路 660 公里+高鐵 40 公里+公共自行車 99 公里+共享電動機車 37 公里

表 4-20 一般族群 MaaS 套裝方案

運具	里程數 (公里/月)	願付價格 1,500 元至 2,000 元					
		中長距運輸			城際運輸		長距運輸
		方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
捷運	110					V	
	176			V			
	374	V					V
	440		V				
公車	187	V	V		V		
	398						V
	468			V			
鐵路	660				V	V	
高鐵	40	V	V	V	V	V	V
公共自行車	99	V	V	V	V	V	V
共享電動機車	37				V	V	V
輕軌	7	V		V	V		V
套裝方案成本(元/月)		1,487	1,597	1,652	1,581	1,691	1,972
套裝方案包含里程(公里/月)		707	773	790	1,030	953	955
套裝方案效用值		13.76	13.76	13.76	14.52	15.05	15.51

4.6.3 中高齡者族群

本研究將中高齡族群 MaaS 套裝方案的分析結果，依據所涵蓋之旅運距離區分為短距運輸、中短距運輸與中距運輸。中高齡族群 MaaS 套裝方案詳見表 4-21，短距運輸、中短距運輸與中距運輸之旅運距離與包含的運具方案詳述如下：

1. 短距運輸

中高齡族群短距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-20 方案 1，中高齡族群短距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 293 公里/月。方案 1 套裝方案定價為 480 元/月，套裝方案所包含之運具為：公車、公共自行車與輕軌。方案 1 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 1：公車 187 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里

2. 中短距運輸

中高齡族群中短距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-20 方案 2 至方案 4，中高齡族群中短距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 333 公里/月至 427 公里/月。方案 2 至方案 4 套裝方案定價分別為 607 元/月、762 元/月與 772 元/月，套裝方案所包含之運具為：公車、公共自行車、輕軌、高鐵與共享電動機車。方案 2 至方案 4 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 2：公車 187 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里+高鐵 40 公里
- 方案 3：公車 187 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里+高鐵 40 公里+共享電動機車 37 公里
- 方案 4：公車 281 公里+公共自行車 99 公里+輕軌 7 公里+高鐵 40 公里

3. 中距運輸

中高齡族群中距運輸 MaaS 套裝方案為表 4-20 方案 5，中高齡族群中距運輸 MaaS 套裝方案旅運距離為 462 公里/月。方案 5 套裝方案定價為 990 元/月，套裝方案所包含之運具為：捷運、公車與公共自行車。方案 5 所選擇之運具方案分別為：

- 方案 5：捷運 176 公里+公車 187 公里+公共自行車 99 公里

表 4-21 中高齡族群 MaaS 套裝方案

運具	里程數 (公里/月)	願付價格 500 元至 1,000 元				
		短距運輸	中短距運輸			中距運輸
		方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5
捷運	176					V
公車	187	V	V	V		V
	281				V	
公共自行車	99	V	V	V	V	V
輕軌	7	V	V	V	V	
高鐵	40		V	V	V	
共享電動機車	37			V		
套裝方案成本(元/月)		480	607	762	772	990
套裝方案包含里程(公里/月)		293	333	370	427	462
套裝方案效用值		9.08	10.98	12.6	10.98	11.82



4.6.4 小結

本研究將各族群 MaaS 套裝方案規劃結果依據套裝方案能完成之旅運距離，將套裝方案結果區分為短距運輸、中短距運輸、中距運輸、中長距運輸、長距運輸與城際運輸等套裝方案，各族群套裝方案規劃結果說明如下：

- 學生族群
 1. 中距運輸：旅運距離 462 公里/月至 528 公里/月，包含運具：捷運、公車、公共自行車。
 2. 中長距運輸：旅運距離 563 公里/月至 733 公里/月，包含運具：捷運、公車、公共自行車、輕軌。
- 一般族群
 1. 中長距運輸：旅運距離 707 公里/月至 790 公里/月，包含運具：捷運、公車、高鐵、公共自行車、輕軌。
 2. 長距運輸：旅運距離 955 公里/月，包含運具：捷運、公車、高鐵、公共自行車、共享電動機車、輕軌。
 3. 城際運輸：旅運距離 953 公里/月至 1,030 公里/月，包含運具：捷運或公車（二擇一）、鐵路、高鐵、公共自行車、共享電動機車。
- 中高齡族群
 1. 短距運輸：旅運距離 293 公里/月，包含運具：公車、公共自行車、輕軌。
 2. 中短距運輸：旅運距離 333 公里/月至 427 公里/月，包含運具：公車、公共自行車、輕軌、高鐵、共享電動機車。
 3. 中距運輸：旅運距離 462 公里/月，包含運具：捷運、公車、公共自行車。

由互動式背包問題求解適合各族群之 MaaS 套裝方案，各族群最適 MaaS 套裝方案均有對應的旅運距離、定價與包含之運具。由研究結果可看出，學生族群的 MaaS 套裝方案以城市內通學為主，故包含之運具、定價與現行公共運輸定期票相似；由於一般族群的願付價格較高，故其 MaaS 套裝方案可選擇較多種類運

具，且另有城際運輸通勤套裝方案；中高齡族群以短距運輸的 MaaS 套裝方案為主，且中高齡族群對套裝方案願付價格較低，故套裝方案所包含之運具以公車為主。本研究提供互動式背包問題求解各族群最適 MaaS 套裝方案組合與定價，期望提供未來相關單位進行 MaaS 套裝方案設計之參考依據。

4.7 MaaS 套裝方案敏感度分析

本節進一步以 MaaS 套裝方案所涵蓋之旅運距離與各族群套裝方案的單位成本進行敏感度分析，探討各族群該參數的變動下對目標式值的影響，藉以了解影響 MaaS 套裝方案內容設計之關鍵參數。背包問題根據各族群的目標式（套裝方案效用最大）、限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）進行求解後，各族群產生數種可行的 MaaS 套裝方案。本節分為兩部份進行探討參數的變動下對目標式值的影響。

第一部份本研究探討各族群套裝方案可完成之旅運距離的變動下對套裝方案效用值的影響，並藉以得知各族群套裝方案的最適旅運距離，期望提供未來相關單位進行 MaaS 套裝方案設計時參考之依據。

第二部份本研究探討各族群套裝方案單位成本的變動下對套裝方案效用值的影響，並藉以得知各族群套裝方案的最適單位成本，期望提供未來相關單位進行 MaaS 套裝方案設計時參考之依據。

針對各族群套裝方案分析結果所涵蓋的旅運距離與單位成本進行敏感度分析的結果詳述如后。

4.7.1 旅運距離

4.7.1.1 學生族群

圖 4.4 為學生族群套裝方案可完成之旅運距離的變動對套裝方案效用值的影響。根據圖 4.1 所示，套裝方案所涵蓋之旅運距離由 462 公里/月增減幅度至 733 公里/月。當套裝方案的里程數維持在 462 公里/月至 528 公里/月時，套裝方案的效用值為 8.9；當套裝方案的里程數增長到 563 公里/月至 733 公里/月時，套裝方案的效用值會增加至 10.57。

由於當背包容量（願付價格）增加時，根據學生族群對運具的需求程度，可在學生族群之 MaaS 套裝方案添加輕軌，故套裝方案的效用值增加，但隨著願付價格的上升，套裝方案需滿足的旅運距離也隨之上升，故套裝方案會選擇涵蓋旅運距離較高的運具方案（例：從捷運 110 公里變為捷運 176 公里），故不再選擇其餘運具方案進入 MaaS 套裝方案。由圖 4.4 得知，學生族群 MaaS 套裝方案的最佳效用值組合為旅運距離為中長距運輸的 MaaS 套裝方案組合。

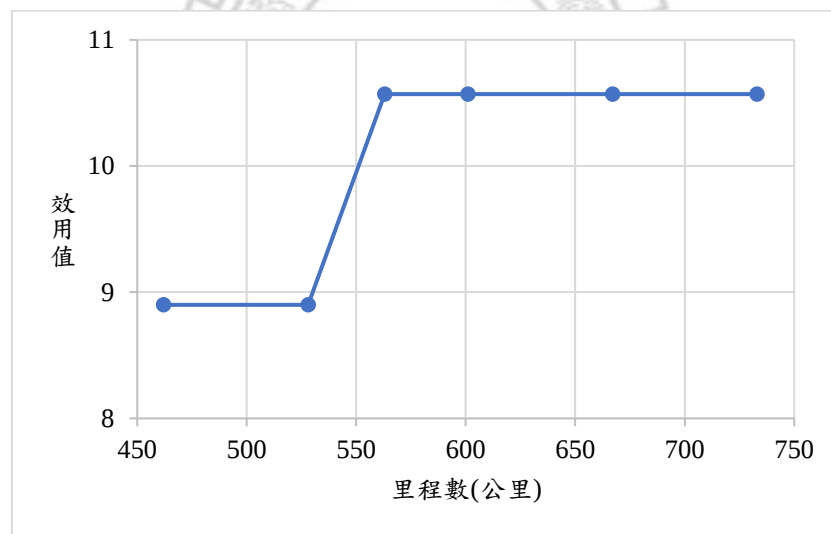


圖 4.4 學生族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖

4.7.1.2 一般族群

圖 4.5 為一般族群套裝方案可完成之旅運距離的變動對套裝方案效用值的影響。根據圖 4.2 所示，套裝方案所涵蓋之旅運距離由 707 公里/月增減幅度至 1,030 公里/月。當套裝方案的旅運距離維持在 707 公里/月至 790 公里/月時，套裝方案的效用值為 13.76；當套裝方案的旅運距離增長到 955 公里/月時，套裝方案的效用值會增加至 15.51。

當套裝方案的可完成之旅運距離增加時，根據一般族群對運具的需求程度。可在一般族群的 MaaS 套裝方案添加共享電動機車，故在套裝方案可完成之旅運距離為 955 公里/月有最高的效用值。但隨著套裝方案需完成之旅運距離增加，套裝方案會選擇鐵路，由於鐵路的旅運具距離大於其餘兩運具的旅運距離總和，故雖然套裝方案可完成之旅運距離上升，套裝方案的效用值卻隨之降低。由圖 4.5 得知，一般族群 MaaS 套裝方案的最佳效用值組合為旅運距離為長距運輸的 MaaS 套裝方案組合。

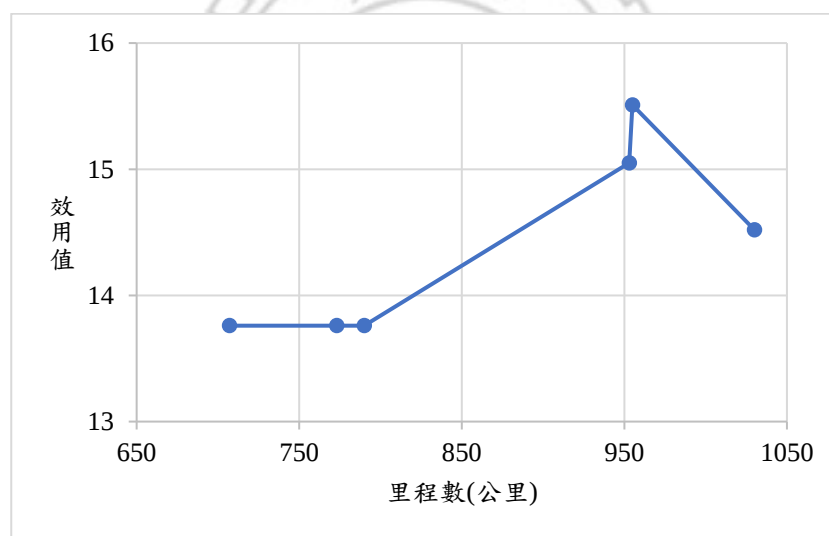


圖 4.5 一般族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖

4.7.1.3 中高齡族群

圖 4.6 為中高齡族群套裝方案可完成之旅運距離的變動對套裝方案效用值的影響。根據圖 4.3 所示，套裝方案所涵蓋之旅運距離由 293 公里/月增減幅度至 462 公里/月。當套裝方案的里程數從 293 公里/月增加至 370 公里/月時，中高齡族群 MaaS 套裝方案的效用值也隨之從 9.08 上升至 12.6；當中高齡族群 MaaS 套裝方案的旅運距離增加至 427 公里/月時，套裝方案效用值降低至 10.98；而中高齡族群 MaaS 套裝方案的旅運距離增加至 462 公里/月時，套裝方案上升至 11.82。

隨著願付價格上升，需完成之旅運距離亦增加，故根據中高齡族群對運具的需求程度，套裝方案會依序選入高鐵與共享電動機車，故中高齡族群會在 MaaS 套裝方案旅運距離 370 公里/月時具有最高的效用值。隨著套裝方案需完成之旅運距離增加，套裝方案會選擇旅運距離較高之運具方案（例：公車 187 公里上升至公車 281 公里/月），故不再選擇其餘運具納入套裝方案，故套裝方案效用值降低。而隨著需完成之旅運距離與願付價格的增加，根據中高齡族群對運具的需求程度，套裝方案會選擇將捷運納入套裝方案，故套裝方案之效用值又隨之上升。由圖 4.6 得知，中高齡族群 MaaS 套裝方案的最佳效用值組合為旅運距離為中距運輸的 MaaS 套裝方案組合。

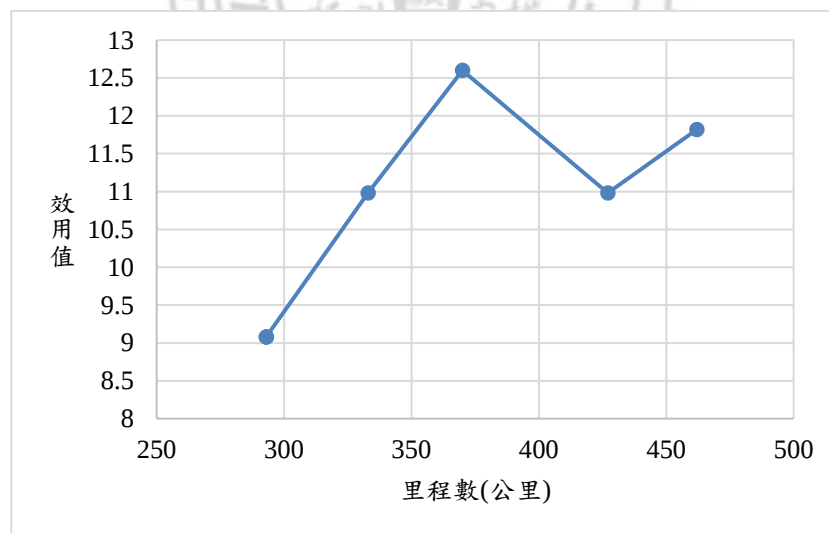


圖 4.6 中高齡族群套裝方案旅運距離對效用值敏感度分析折線圖

4.7.2 單位成本

4.7.2.1 學生族群

圖 4.7 為學生族群套裝方案的單位成本的變動對套裝方案效用值的影響。套裝方案的效用值隨著套裝方案的效用值增加而變動，當套裝方案的單位成本增加到特定程度時，學生族群對該套裝方案的效用值會大幅度降低。當套裝方案較低的單位成本進行變動時，由於隨著願付價格的上升，套裝方案需完成之旅運距離也隨之上升，套裝方案選擇納入輕軌，故套裝方案的效用值均維持在 10.57。

而當套裝方案的單位成本增加至 2.12 元/公里時，由於願付價格的降低，套裝方案需完成之旅運距離也降低，套裝方案不需納入運具輕軌亦可完成限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）所要求之旅運距離，故套裝方案之效用會降低至 8.9。

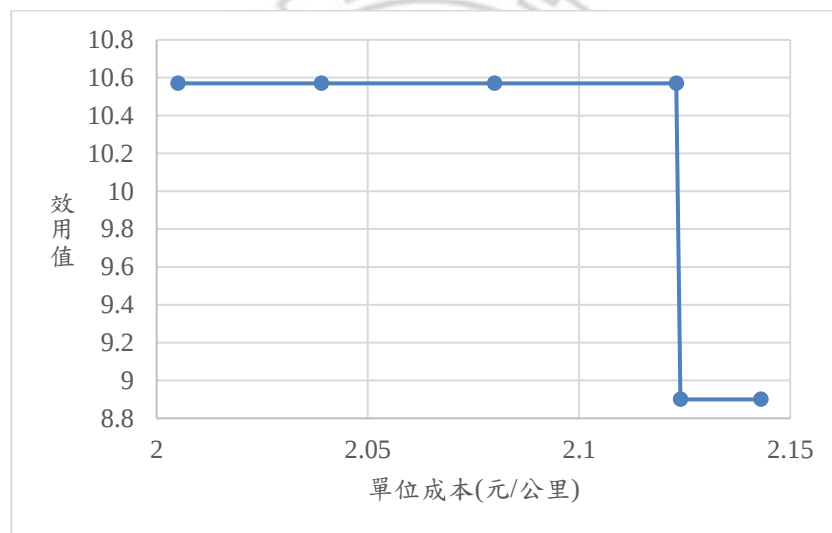


圖 4.7 學生族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖

4.7.2.2 一般族群

圖 4.8 為一般族群套裝方案單位成本的變動對套裝方案效用值的影響。套裝方案的效用值隨著套裝方案的單位成本增加而變動，當套裝方案的單位成本增加到特定程度時，套裝方案的效用值會大幅度降低。當一般族群套裝方案較低的單位成本進行變動時，套裝方案的效用值呈現上升的趨勢，本研究推論係因為套裝方案的願付價格上升，旅運者需要的旅運距離也上升，套裝方案會納入其餘的運具，故套裝方案的效用值隨之上升。

而當套裝方案的單位成本增加至 2.1 元/公里時，由於套裝方案的願付價格處於較低的背包容量，套裝方案在滿足限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）的條件下，相較於較高的願付價格，套裝方案可納入的運具數較少，故套裝方案的效用值降低至 13.76。

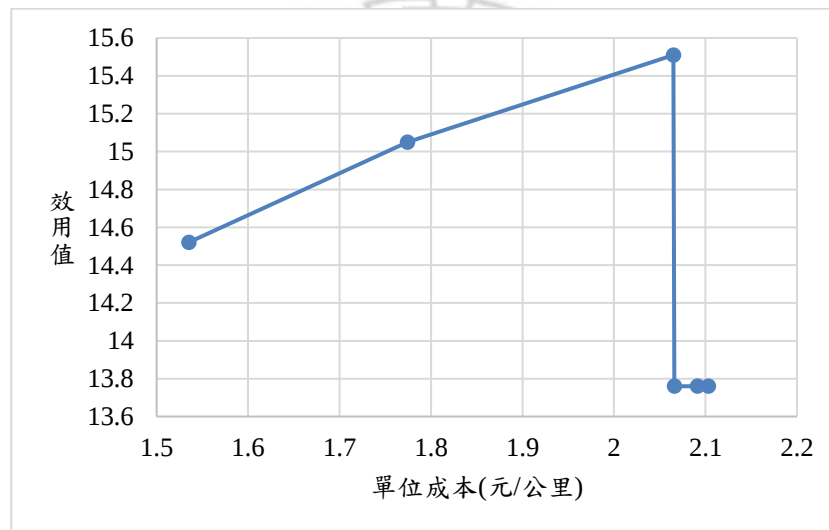


圖 4.8 一般族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖

4.7.2.3 中高齡族群

圖 4.9 表示中高齡族群套裝方案單位成本的變動對套裝方案效用值的影響。套裝方案的效用值隨著套裝方案的單位成本增加而變動，當單位成本增加到特定程度時，套裝方案的效用值則會呈現降低的趨勢。當中高齡族群套裝方案較低的單位成本進行變動時，套裝方案的效用值呈現上升的趨勢，本研究推論係因為隨著願付價格的上升，旅運者需要的旅運距離增加，套裝方案納入的運具增加，故套裝方案的效用值隨之增加。

而當套裝方案的單位成本增加至 2.14 元/公里時，由於此時為中高齡族群最高的願付價格，根據中高齡族群對運具的需求程度，為滿足限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）套裝方案會選擇納入運具捷運，而不納入其他運具，故套裝方案的效用值會降低至 11.82。

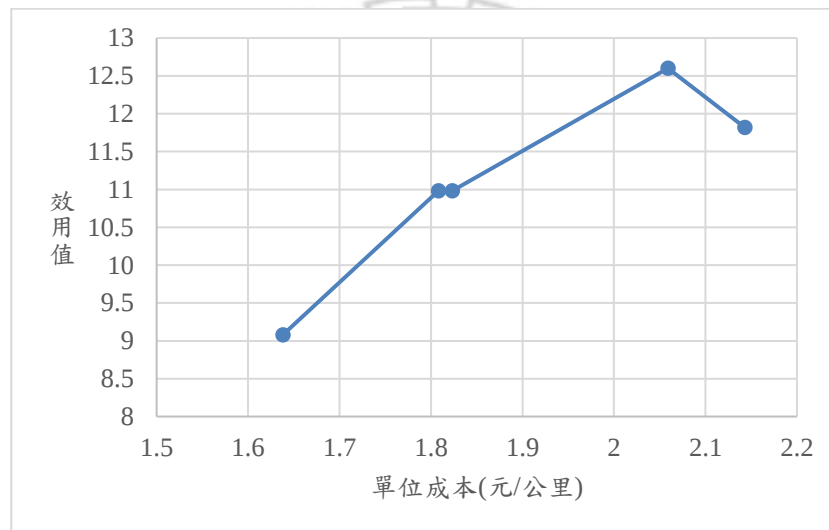


圖 4.9 中高齡族群套裝方案單位成本對效用值敏感度分析折線圖

4.7.3 小結

根據 4.7.1 節套裝方案所能完成之旅運距離對套裝方案效用值的敏感度分析可得知：

- 學生族群套裝方案所能完成之旅運距離為 462 公里/月至 528 公里/月時，套裝方案的效用值維持在 8.9；而當套裝方案所能完成之旅運距離為 563 公里/月至 733 公里/月，套裝方案的效用值則會增加至 10.57。
- 一般族群套裝方案所能完成之旅運距離為 707 公里/月至 790 公里/月時，套裝方案的效用值會維持在 13.76；當套裝方案所能完成之旅運距離為 955 公里/月時，套裝方案的效用值則會增加至 15.51；而當套裝方案所需完成之旅運距離增加至 1,030 公里/月，套裝方案效用值降低至 14.52。
- 中高齡族群套裝方案所能完成之旅運距離為 293 公里/月時，套裝方案的效用值為 9.08，隨著套裝方案所能完成之旅運距離增加至 370 公里/月，套裝方案的效用值會增加至 12.6；而當套裝方案所需完成之旅運距離為 427 公里/月，套裝方案效用值降低至 10.98。當套裝方案所需完成的旅運距離為 462 公里/月時，套裝方案效用值增加至 11.82。

根據 4.7.2 節套裝方案單位成本對套裝方案效用值的敏感度分析可得知：

- 學生族群套裝方案的單位成本為 2 元/公里至 2.12 元/公里時，套裝方案效用值維持在 10.57；而當套裝方案的單位成本增加至 2.14 元/公里時，套裝方案效用值降低至 8.9。
- 一般族群套裝方案的單位成本從 1.5 元/公里增加至 2 元/公里時，套裝方案效用值從 14.52 增加至 15.51；而當套裝方案的單位成本增加至 2.1 元/公里時，套裝方案效用值降低至 13.76。
- 中高齡族群套裝方案的單位成本從 1.6 元/公里增加至 2 元/公里時，套裝方案效用值從 9.08 增加至 12.6；而當套裝方案的單位成本增加至 2.1 元/公里時，套裝方案效用值降低至 11.82。

第五章 結論與建議

由於過去相關研究鮮少探討 MaaS 套裝方案設計及網綁定價議題，為了提供未來相關單位制定 MaaS 套裝方案參考之依據，本研究針對 MaaS 服務套裝方案規劃及定價進行探討，目的在於分析 MaaS 交通服務套裝方案的組合決策，並建立網綁定價與組合問題。本研究透過探討幾個國家的 MaaS 套裝方案所包含之運具，並透過問卷設計求得旅運者對運具之需求程度與對 MaaS 套裝方案之願付價格。由於旅運者對運具的需求程度僅反應在運具上，故本研究根據該運具的行駛距離及所對應之使用者成本，將單一運具區分為數種運具方案。將各族群對運具的需求效用值、旅運者對 MaaS 套裝方案之願付價格與各運具方案可完成之旅運距離及對應之運具方案成本使用背包問題進行求解。並在目標式（各套裝方案效用值最大化）與限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）的條件下，求得各族群的客製化網綁 MaaS 套裝方案。

5.1 結論

一、提供互動式背包問題求解各族群 MaaS 套裝方案的最適組合與最適定價

過去較少研究去針對 MaaS 定價進行探討，更未有研究去探討如何決定 MaaS 交通服務套裝方案的組合。本研究提供一互動式求解過程，在獲得旅運者對各運具的需求效用值、對套裝方案的願付價格與各運具方案的成本、各運具方案可完成之旅運距離，以互動式背包問題在目標式（套裝方案效用值最大）與限制式（套裝方案成本組合需小於旅運者願付價格並滿足旅運者需要的旅運距離）下求解各族群 MaaS 套裝方案最適組合與最適定價，來提高各族群的購買意願，並期望可以提供給未來相關單位制定 MaaS 套裝方案參考之依據。

二、以模糊的願付價格探討願付價格變動對套裝方案組合的影響

本研究係以模糊理論來探討各族群在模糊的願付價格（願付價格區間）變動下，考量運具方案成本來決定套裝方案組合。其中，運具方案的單位成本（以使用者成本假設之）變動較小，因此在模糊的願付價格下進行背包求解時，其單位成本的變動對於套裝方案組合結果影響差異不大。

三、根據不同族群設計符合各族群需求之 MaaS 套裝方案

各國 MaaS 交通服務套裝方案皆會依不同族群之旅運特性，推廣適合各族群的 MaaS 套裝方案，以提高各族群購買意願。本研究透過分析許多地區 MaaS 套裝方案的分類方式，依照法國與高雄 MaaS 套裝方案分類方式，使用年齡與職業將樣本區分為學生族群、一般族群與中高齡族群。透過分析各族群對各運具的需求程度與對套裝方案的願付價格，以求得各族群 MaaS 套裝方案最適組合，以提高各族群之購買意願。

四、學生族群 MaaS 套裝方案結果以中距運輸、中長距運輸為主

本研究考慮學生族群通學之狀況以城市內通學居多，故排除運具高鐵進行學生族群 MaaS 套裝方案求解。學生族群 MaaS 套裝方案結果依每月可完成之旅運距離，分成中距運輸與中長距運輸。中距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 462 公里/月至 528 公里/月，定價為 990 元/月至 1,100 元/月，中距運輸套裝方案包含之運具為捷運、公車與公共自行車；中長距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 563 公里/月至 733 公里/月，定價為 1,195 元/月至 1,470 元/月，中長距運輸套裝方案包含之運具為捷運、公車、公共自行車與輕軌。

五、一般族群 MaaS 套裝方案結果以中長距運輸、長距運輸與城際運輸為主

一般族群 MaaS 套裝方案結果依每月可完成之旅運距離，分成中長距運輸、長距運輸與城際運輸。城際運輸套裝方案與另兩種套裝方案規劃結果相異之處在於，城際運輸套裝方案包含運具鐵路，故本研究將一般族群背包問題規劃結果包含鐵路之套裝方案新增為城際運輸套裝方案。

中長距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 707 公里/月至 790 公里/月，定價為 1,487 元/月至 1,652 元/月，中長距運輸套裝方案包含之運具為捷運、公車、高鐵、公共自行車與輕軌；長距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 955 公里/月，定價為 1,972 元/月，長距運輸套裝方案包含之運具為捷運、公車、高鐵、公共自行車、共享電動機車與輕軌；城際運輸套裝方案可完成之旅運距離為 953 公里/月至 1,030 公里/月，定價為 1,581 元/月至 1,691 元/月，城際運輸套裝方案包含運具為捷運或公車（二擇一）、鐵路、高鐵、公共自行車、共享電動機車與輕軌。

六、中高齡族群 MaaS 套裝方案結果以短距運輸、中短距運輸與中距運輸為主

中高齡族群的 MaaS 套裝方案結果依每月可完成之旅運距離，分成短距運輸、中短距運輸與中距運輸。短距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 293 公里/月，定價為 480 元/月，短距運輸套裝方案包含之運具為公車、公共自行車與輕軌；中短距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 333 公里/月至 427 公里/月，定價為 607 元/月至 772 元/月，中短距運輸套裝方案包含之運具為公車、公共自行車、輕軌、高鐵與共享電動機車；中距運輸套裝方案可完成之旅運距離為 462 公里/月，定價為 990 元/月，中距運輸套裝方案包含之運具為捷運、公車與公共自行車。

七、透過敏感度分析，探討各族群套裝方案最適旅運距離。

透過分析各族群套裝方案可完成之旅運距離對套裝方案效用值的敏感度分析，得知學生族群套裝方案最佳可完成之旅運距離為 563 公里至 733 公里，多為中長距運輸套裝方案；一般族群套裝方案最佳可完成之旅運距離為 955 公里，為長距運輸套裝方案；中高齡族群套裝方案最佳可完成之旅運距離為 370 公里，為中長距運輸套裝方案。

八、透過敏感度分析，探討各族群套裝方案最適單位成本。

透過分析各族群套裝方案單位成本對套裝方案效用值的敏感度分析，得知學生族群套裝方案最佳單位成本為 2.12 元/公里，為中長距運輸套裝方案之單位成本；一般族群套裝方案最佳單位成本為 2 元/公里，為長距運輸套裝方案之單位成本；中高齡族群套裝方案最佳單位成本為 2 元/公里，為中短距運輸套裝方案之單位成本。由研究結果得知，各族群套裝方案最佳的單位成本多為 2 元/公里，當單位成本大於 2 元/公里時，套裝方案的效用值則會大幅降低。

5.2 管理意涵

由於雙北地區(臺北市、新北市)以大眾運輸做通勤或通學の旅運者多以 1280 公共運輸定期票為主，且也尚未提供 MaaS 套裝方案服務，故本研究根據第四章之套裝方案規劃結果，針對雙北地區 MaaS 整合平台擬定之套裝方案所包含之運具與可完成里程擬定管理意涵，說明如下：

一、套裝方案整合之運具服務種類應多樣化

現行雙北地區 1280 公共運輸定期票所包含且通勤者較常使用之運具分別為捷運、公車、輕軌與公共自行車。由於該定期票無提供城際運輸之運具，具城際運輸通勤需求之旅運者無法選擇該類型套票。由於 MaaS 整合運具種類的多樣化可增加套裝方案的效用值(需求程度)，以提供多種方案給不同旅運需求之旅運者做選擇，也可增加旅運者購買 MaaS 套裝方案的意願。因此，本研究認為 MaaS 服務運具整合平台在整合服務運具時，應考量運具服務的多樣化，運具服務可包含傳統鐵路、高鐵、計程車、共享電動機車、租賃汽車與汽車共乘等運具。

二、根據旅客需要的旅運距離提供差異化的套裝方案

現行雙北地區 1280 公共運輸定期票可無限搭乘捷運、公車與輕軌，且公共自行車租車前半小時為免費。若將該定期票的票價換算成套裝方案可完成的旅運距離，由於可完成的旅運距離較長，故定期票價格相對高昂，無法顧及短距離(或旅次距離需求略低於該定期票提供之距離者)且需於多種運具間轉乘以完成旅次的通勤旅運者。因此，本研究認為透過差異化 MaaS 套裝方案的服務，提供通勤旅次長度較短之旅運者較低定價之 MaaS 套裝方案，或提供可完成較長旅運距離的 MaaS 套裝方案給有城際運輸通勤需求之旅運者做選擇，可增加旅運者購買 MaaS 套裝方案的意願。

三、規劃不同族群需求之 MaaS 套裝方案

現行多國 MaaS 根據不同分類方式，將旅運者劃分為數個族群，並根據該族群需求(運具種類、每月所需之旅運距離)，設計符合該族群需求之 MaaS 套裝方案，以提高各族群購買 MaaS 套裝方案之意願。本研究認為 MaaS 服務運具整合平台在規劃套裝方案時，應先透過問卷調查結果，將旅運者根據不同分類方式(年齡、職業...等)劃分為數個族群，並根據該族群需要之運具種類與每月所需之旅運距離，規劃最符合該族群需求之 MaaS 套裝方案，以增加旅運者購買 MaaS 套裝方案之意願。

5.3 建議

本研究為建構各族群 MaaS 交通服務套裝方案，將各運具方案成本、各運具方案可完成之旅運距離、旅運者對各運具的需求程度、旅運者對套裝方案的願付價格代入背包問題求解各族群最適 MaaS 套裝方案組合與定價。本研究研究限制與對於後續研究建議詳述如下。

5.3.1 研究限制

一、考量營運者成本，以探討更精確的 MaaS 套裝方案。

由於 MaaS 交通服務為一個需考慮諸多運具的整合平台，並非為各運具的供給商，故各運具方案成本為未知。而由於各運具方案成本為未知，也無法透過政府公開資料推得，故本研究以使用者成本來假設各運具方案成本。若各運具方案成本以營運者成本代入背包問題進行求解，可探討更精確的 MaaS 交通服務套裝方案。

二、結合票證資料，探討旅運者每月需完成之旅運距離。

本研究在進行背包問題求解時，以旅客對於 MaaS 套裝方案的願付價格推論旅運者每月需完成之旅運距離。透過結合票證資料，可求得更精確之旅運者每月所需完成之旅運距離，以代入背包問題進行求解，求得更精確之各族群 MaaS 交通服務套裝方案。

三、調查各運具方案的效用值，探討更精確之 MaaS 套裝方案組合。

為求得旅運者對各運具的需求程度，本研究透過問卷調查旅運者對各運具的需求程度，由於本研究之問卷設計僅能使旅運者對各運具的需求程度反應在運具上（例如：旅運者僅能區分對捷運與對公共自行車需求程度的差異），故本研究依據旅運距離將運具細分為數項運具方案（例如：捷運方案一為捷運 110 公里，運具方案成本 440 元/月）。而透過調查旅運者對各運具方案的需求程度可求得更精確之各運具方案效用值，以探討更精確之 MaaS 套裝方案的效用值，並探討更精確之 MaaS 套裝方案組合與定價，提高旅運者對各套裝方案的購買意願。

5.3.2 後續研究建議

一、透過選擇模式，求得各族群 MaaS 套裝方案的選擇機率。

由於 MaaS 交通服務為一個需考慮諸多運具的整合平台，並非為各運具的供給商，故各運具方案成本為未知。由於各運具方案成本未知，故本研究不考慮以一般網綁組合與定價研究之目標式（最大化供給者利潤）進行求解。本研究以使用者需求為目標式（最大化套裝方案的效用值）來探討套裝方案的組合與定價。而透過選擇模式，可進一步求解各族群選擇套裝方案的機率。

二、以 MaaS 套裝方案規劃結果探討運具轉移

本研究將旅運者對各運具的需求程度、旅運者對 MaaS 套裝方案的願付價格、各運具方案可完成之旅運距離與各運具方案成本以互動式背包問題探討各族群 MaaS 套裝方案最式組合與定價。由於 MaaS 強調以使用運具代替擁有運具，故可透過本研究之 MaaS 套裝方案規劃結果可進一步探討民眾的運具轉移。

三、後續研究能以本研究 MaaS 套裝方案旅運距離與單位成本的敏感度分析結果作為參考依據

(一) 由套裝方案可完成之旅運距離對套裝方案效用值的敏感度分析結果可知各族群套裝方案最適之旅運距離，因此，相關研究可透過旅運距離敏感度分析推出適合各族群旅運距離的套裝方案（例如：學生族群較適合中距運輸套裝方案）。

(二) 由套裝方案單位成本對套裝方案效用值的敏感度分析結果可知各族群套裝方案最適合的單位成本，透過單位成本敏感度分析可知，一般族群的價格彈性大於學生族群的價格彈性；學生族群的價格彈性大於中高齡族群的價格彈性。

四、考量運具交互作用，探討更精確之 MaaS 套裝方案組合。

為求得旅運者對各運具之需求程度，本研究透過問卷調查獲得旅運者對各運具之需求排序。以問卷調查旅運者對個運具之需求程度轉換為旅運者對各運具之運具效用值，以代入背包問題進行求解。本研究假設各運具間在旅運行為上無交互替補作用，透過考量運具間之交互作用，可探討更精確之 MaaS 套裝方案規劃結果。

五、考量時間與願付價格權衡關係 (Trade off)，探討更精確之 MaaS 套裝方案。

本研究透過問卷調查得知旅運者對 MaaS 套裝方案之願付價格，代表求解背包問題時的背包容量。透過考量旅運者之旅運時間與願付價格的權衡關係，可針對不同權衡關係之族群，探討更精確之 MaaS 套裝方案規劃結果。



(本頁空白)



參考文獻

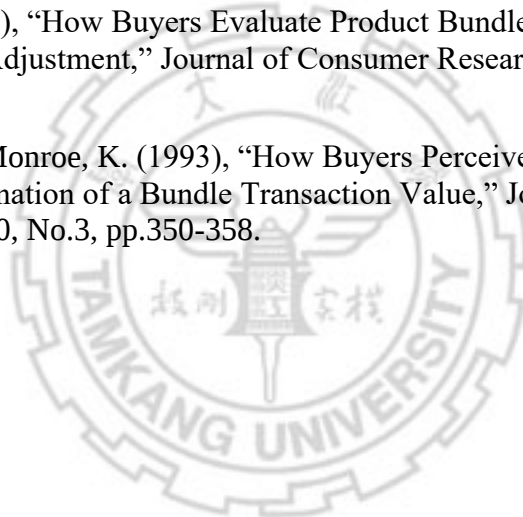
1. 陳敦基、洪鈞澤、陳奕廷、張學孔（2016），公共運輸行動服務（MaaS, Mobility as a Service）發展應用分析與策略規劃。臺北市：交通部運輸研究所。檢自 <https://www.iot.gov.tw/cp-78-10265-956fd-1.html>
2. 交通部科顧室（2017），臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫」（1/3），交通部科顧室委託研究計畫。
3. 交通部運輸研究所（2018），交通行動服務(MaaS)示範建置計畫，交通部運輸研究所委託研究計畫。
4. 陳敦基、洪鈞澤、陳奕廷、陳其華、劉仲潔（2017），「我國公共運輸行動服務（MaaS）未來發展應用與策略規劃」，都市交通半年刊，第 32 卷第 1 期，頁 11-45。
5. 陳恆宇、張學孔、陳雅雯（2017），「多元整合出行服務（MaaS）願付價格之研究」，中華民國運輸學會 106 年學術論文研討會論文集。
6. 陶冶中（2015），「我國發展智慧運輸系統之重要課題：車路協同系統技術發展藍圖與推動策略」，國土及公共治理季刊，第 3 卷第 2 期，頁 32-43。
7. 溫裕弘、張皓筑（2017），「應用科技接受模式暨聯合分析法初探「交通行動服務（MaaS）」之使用意圖與服務屬性偏好特性」，中華民國運輸學會 106 年學術論文研討會論文集。
8. 徐村和、朱國明、詹惠君（1999），廣告業服務接觸與顧客行為意圖關係之研究—模糊語意尺度之應用，東吳經濟商學學報，26，頁 1 至 25。
9. 詹仕聰（2007），軌道經營與管理，臺北大眾捷運股份有限公司，頁 41 至 64。檢自 [https://www-
ws.gov.taipei/001/Upload/405/attachment/7592/910191134944.pdf](https://www-
ws.gov.taipei/001/Upload/405/attachment/7592/910191134944.pdf)
10. 臺北大眾捷運股份有限公司（2020），臺北捷運每日各站 OD 統計資料，臺北大眾捷運股份有限公司。檢自 <https://ticp.motc.gov.tw/ConvergeProj/dataService/dataDownload?catId=2&countyId=63000>
11. 王易（2016），市區公車里程計費制之最佳費率結構與水準，國立交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。臺北市
12. 蘇振維、楊幼文、呂怡青、張益城、李宗益、鍾慧諭、鄭正元、李思華、莊沅融、李德全、葉文雅、沈柏緯（2015），第 5 期整體運輸規劃研究系列—城際旅次特性調查及初步分析。臺北市：交通部運輸研究所。檢自 <https://www.iot.gov.tw/dl-7294-68f58f7e4e7f4dd9ac19b46340fd3ca0.html>

13. 劉仁龍、鄭麗淑 (2017)，大數據分析臺北市公共自行車使用特性，臺北市市政府主計處。檢自 [https://www-
ws.gov.taipei/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMzY3L3JlbGZpbGU
vNDUwMDAvNzY2MzIzOS85OTM3NTUzMC0zYzIxLTRhZmQtOWY5Ny1
mNjNkMzM0ZmEzMzcucGRm&n=MTA2MTJlpKfmlbjmk5rliIbmnpDoh7rljJfl
uILlhazlhbHoh6rooYzou4rkvb%2FnlKjnibnmgKcucGRm&icon=.pdf](https://www-
ws.gov.taipei/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMzY3L3JlbGZpbGU
vNDUwMDAvNzY2MzIzOS85OTM3NTUzMC0zYzIxLTRhZmQtOWY5Ny1
mNjNkMzM0ZmEzMzcucGRm&n=MTA2MTJlpKfmlbjmk5rliIbmnpDoh7rljJfl
uILlhazlhbHoh6rooYzou4rkvb%2FnlKjnibnmgKcucGRm&icon=.pdf)
14. 交通部統計處 (2020)，新北捷運客運概況。檢自 <https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>
15. 交通部統計處 (2020)，108 年計程車營運狀況調查結果統計表 (全體計程車)，臺北市：交通部。檢自 <https://www.motc.gov.tw/uploaddowndoc?file=survey/202011040928180.pdf&filedisplay=108%E5%B9%B4%E8%A8%88%E7%A8%8B%E8%BB%8A%E7%87%9F%E9%81%8B%E7%8B%80%E6%B3%81%E8%AA%BF%E6%9F%A5%E7%B5%90%E6%9E%9C%E7%B5%B1%E8%A8%88%E8%A1%A8%28%E5%85%A8%E9%AB%94%E8%A8%88%E7%A8%8B%E8%BB%8A%29.pdf&flag=doc>
16. 臺北市交通局 (2020)，108 年雙北市民眾日常使用運具狀況調查-調查運具次數市占率交叉統計表，臺北市：交通局。檢自 [https://www-
ws.gov.taipei/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMzkwL3JlbGZpbGU
vNDMyNzMvODMzMDE4MS83Y2QzNzRlMy02NTNhLTQwNzYtOTY5Mi1
mZGEwY2JlMjJiNWUucGRm&n=MTA45bm06ZuZ5YyX5biC5rCR55y%2B5
pel5bi46YGL5YW35L2%2F55So54uA5rOBX%2BaRmOimgeWIhuaekC5wZG
Y%3D&icon=.pdf](https://www-
ws.gov.taipei/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMzkwL3JlbGZpbGU
vNDMyNzMvODMzMDE4MS83Y2QzNzRlMy02NTNhLTQwNzYtOTY5Mi1
mZGEwY2JlMjJiNWUucGRm&n=MTA45bm06ZuZ5YyX5biC5rCR55y%2B5
pel5bi46YGL5YW35L2%2F55So54uA5rOBX%2BaRmOimgeWIhuaekC5wZG
Y%3D&icon=.pdf)
17. 交通部臺灣鐵路管理局 (2020)，車票類型與價格。檢自 <https://tip.railway.gov.tw/traweb/tip/tip00C/tipC21/view?proCode=8ae4cac3756b7b4101757271e5f71703&subCode=8ae4cac3756b7b41017572739e89170d>
18. 台灣高鐵公司 (2020)，票價產品一覽表。檢自 <https://www.thsrc.com.tw/ArticleContent/fe34c4a1-d274-48ae-bcbe-f8eff4c2faf3>
19. Wemo Scooter (2020)，方案票價一覽表。檢自 <https://www.wemoscooter.com/rideplan>
20. Neuron Mobility (2020)，服務計費一覽表。檢自 <https://www.rideneuron.com/cities-brisbane/>
21. iRent (2020)，方案票價一覽表。檢自 <https://www.easyrent.com.tw/irent/web/index.html>
22. Coseats.com (2020)，服務計費一覽表。檢自 <https://coseats.com/>
23. Aho, I. (2000). Interactive Knapsacks. Fundam. Inform., 44, 1-23.
24. Bakos, Y. and Brynjolfsson, E. (1999), "Bundling Information Goods: Pricing, Profits and Efficiency," Management Science, Vol. 45, No.2, pp. 1613-1630.
25. Bakos, Y. and Brynjolfsson, E. (2000), "Bundling and Competition on the Internet," MarketScience, Vol. 19, No.1, pp. 63-82.

26. Banciu, M. and Ødegard, F. (2016), "Optimal Product Bundling with Dependent Valuations: The Price of Independence," *European Journal of Operational Research*, Vol.255, No.2, pp.481-495.
27. Bitran, C. and Ferrer, J. (2007), "On Pricing and Composition of Bundles," *Production and Operations Management*, Vol. 16, No.1, pp.93-108.
28. Bulut, Z. and Sen, A. (2009), "Bundle Pricing of Inventories with Stochastic Demand," *European Journal of Operational Research*, Vol. 197, No.3, pp.897-911.
29. Burrows, A., Bradburn, J., Cohen, T. (2015), "Journeys of the Future: Introducing Mobility as a Service," *Atkins Global*, pp. 1–31.
30. Cataldo, A. and Ferrer, J.C. (2017), "Optimal Pricing and Composition of Multiple Bundles: A Two-step Approach," *European Journal of Operational Research*, Vol. 259, pp.766-777.
31. Chung, J. and Rao, V. (2003), "A General Choice Model for Bundles with Multiplecategory Products: Application to Market Segmentation and Optimal Pricings for Bundles," *Journal of Marketing Research*, Vol. 40, No.2, pp. 115-130.
32. Ferrer, J.C., Mora, H., Olivares, F. (2010), "On Pricing of Multiple Bundles of Products and Services," *European Journal of Operational Research*, Vol. 206, No.1, pp.197-208.
33. Finger, M., Bert, N., and Kupfer, D. (2015), "Mobility-as-a-Service: from the Helsinki Experiment to a European Model?" *European transport regulation observer*, Florence School of Regulation, Transport, 2015/01.
34. Fuerderer, R., Herrmann, A., Wuebker, G. (1999), *Optimal Bundling: Marketing Strategies for Improving Economic Performance*, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
35. Green, P., Krieger, A., Agarwal, M. (1991), "Adaptive Conjoint Analysis: Some Caveats and Suggestions," *Journal of Marketing Research*, Vol. 28, No.2, pp. 215-222.
36. Green, P., Krieger, A., Agarwal, M. (1992), "An Application of A Product Positioning Model to Pharmaceutical Products," *Marketing Science*, Vol. 11, No.12, pp.117-132.
37. Gülder, U., Öztop, S., Sen, A. (2009), "Optimal Bundle Formation and Pricing of Two Products with Limited Stock," *International Journal of Production Economics*, Vol. 118, pp.442-462.
38. Hanson, W. and Martin, R. (1990), "Optimal Bundle Pricing," *Management Science*, Vol. 36, No.2, pp.155-174.
39. Heikkilä, S. (2014), *Mobility as a Service - A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki*, Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Aalto University, Finland.

40. Hietanen, S. (2014), "Mobility as a Service - The New Transport Model?" Eurotransport, Vol. 12, No.2, pp. 1–4.
41. Hietanen, S. (2014), "Mobility as a Service and the Effects of It," The 10th ITS European Congress.
42. Hitt, L. and Chen, P. (2005), "Bundling with Customer Self-selection: A Simple Approach to Bundling Low-marginal-cost Goods," Management Science, Vol.51, No.10, pp.1481-1493.
43. Jittrapirom, P., Caiati, V., Femeri, A.M, Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso-Gonzalez, M. J., Narayan, J. (2017), "Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges," Urban Planning, Vol. 2, No. 2, pp. 13-25.
44. Kamargianni, M., Matyas, M., Li, W., and Schäfer, A. (2015), Feasibility Study for "Mobility as a Service" Concept in London. London: UCL Energy Institute.
45. Lin, F.-T., & Yao, J.-S. (2001). Using fuzzy numbers in knapsack problems. European Journal of Operational Research, 135(1), 158-176. doi: 10.1016/S0377-2217(00)00310-6
46. MaaS Alliance (2017, June 1). What is MaaS? Retrieved from: <https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/>
47. MaaS Global (2016, February 23), What is Mobility as a Service (MaaS). Retrieved from: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/ctbssp/ctbssp_syn_15.pdf
48. Meyer, J. and Shankar, V. (2016), "Pricing Strategies for Hybrid Bundles: Analytical Model and Insight," Journal of Retailing, Vol. 92, No.2, pp.133-146.
49. Nguyen, T.H., Varakantham, P.R., Lau, H.c., Cheng, S.F. (2013), "Interacting Knapsack Problem in Designing Resource Bundles," MIC 2013: The X Metaheuristics International Conference, 5-8
50. Nicholas G. Hall, John C. Hershey, Larry G. Kessler, R. Craig Stotts. (1992). A Model for Making Project Funding Decisions at the National Cancer Institute. Operations Research, 40(6):1040-1052. doi: 10.1287/opre.40.6.1040
51. Odegaard, F. and Wilson, J. (2016), "Dynamic Pricing of Primary Products and Ancillary Services," European Journal of Operational Research, Vol. 251, pp.586-599.
52. Perez, J., Lopez-Ospina, H., Cataldo, A., Ferrer, J. (2016), "Pricing and Composition of Bundles with Constrained Multinomial Logit," International Journal of Production Research, Vol. 54, No.13, pp.3994-4007.
53. Proano, R., Jacobson, S., Zhang, W. (2012), "Making Combination Vaccines More Accessible to Low-income Countries: The Antigen Bundle Pricing Problem," Omega, Vol.40, No.1, pp.53-64.
54. Sochor, J., Stömberg, H., Karlsson, IC M.A. (2015), "Implementing Mobility as a Service: Challenges in Integrating User, Commercial, and Social Perspectives," Transportation Research Record, No. 2536, pp. 1-9.

55. Suri, R. and Monroe, K. (2000), "The Effects of Need for Cognition and Trait Anxiety on Price Acceptability," *Wireless Review*, Vol. 17, No.2, pp. 62-64.
56. Transport Systems Catapult (2016), *Mobility as a Service: Exploring the Opportunity for Mobility as a Service in the UK*. Retrieved from: https://ts.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/Mobility-as-a-Service_Exploring-the-Opportunity-for-MaaS-in-the-UK-Web.pdf
57. Venkatesh, R. and Mahajan, R. (1993), "A Probabilistic Approach to Pricing a Bundle of Products or Services," *Journal of Marketing Research*, Vol. 30, No.4, pp.494-508.
58. West Midlands Integrated Transport Authority (WMITA) (2016), *Developing Intelligent Mobility and exploring Mobility as a Service*. Retrieved from: <https://www.tfwm.org.uk/media/1176/mobility-as-a-service-report.pdf>
59. Wu, S.Y., Hitt, L.M., Chen, P., Anandalingam, G. (2008), "Customized Bundle Pricing for Information Goods: A Nonlinear Mixed-Integer Programming Approach," *Management Science*, Vol. 54, No.3, pp.608-622.
60. Yadav, M. (1994), "How Buyers Evaluate Product Bundles: A Model of Anchoring and Adjustment," *Journal of Consumer Research*, Vol. 21, No.2, pp. 342-353
61. Yadav, M. and Monroe, K. (1993), "How Buyers Perceive Savings in a Bundle Price: An Examination of a Bundle Transaction Value," *Journal of Marketing Research*, Vol. 30, No.3, pp.350-358.





附錄 A：MaaS 服務屬性偏好與套裝方案願付價格問卷調查

您好：

我們是淡江大學運輸科學研究所碩士班學生，首先感謝您撥冗填寫此份問卷！

交通行動服務(MaaS) 係指透過一個整合運輸服務應用程式平台(APP)，提供個人化的運輸服務套裝方案。目前關於 MaaS 大多研究著重於研究其商業模式與其可行性，較少研究針對 MaaS 套裝方案設計與方案定價進行分析，故本研究想透過了解消費者於通勤時對不同運輸服務的需求程度與消費者對不同套裝方案的願付價格來針對 MaaS 套裝方案進行內容設計與定價，並期望可以供未來政府在進行推動 MaaS 計畫之參考依據。

您每一題的作答將會對未來政府在進行 MaaS 套裝方案設計與定價，有很大的助力，再煩請耐心填答，感謝您撥冗填寫此份問卷！

煩請您以您通勤上班/學時，期望會包含的運具與如果將那些運具包成一個套裝方案，則您會願意出多少錢購買票期一個月的 MaaS 通勤套裝方案。

本問卷採不記名方式填答，請您依照個人真實感受，放心填寫。

此外，為確保填寫的完整性，請您在填寫完畢後，瀏覽是否有遺漏的題目。

再次感謝您對本研究的協助

助您平安 順心

淡江大學運輸科學研究所

指導教授：溫裕弘 博士

研究生：邱瀧緯 敬上

【第一部份】旅運行為

1. 請問您每周使用大眾運輸進行通勤的天數為?

☐ 一天	☐ 兩天	☐ 三天	☐ 四天	☐ 五天	☐ 六天	☐ 七天
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

2. 請問您搭乘大眾運輸的旅運目的為何?

☐ 上學	☐ 上班	☐ 旅遊	☐ 購物	☐ 接送小孩
☐ 去醫院				

3. 請問您外出較常使用之運具?(複選)

☐ 捷運	☐ 公車	☐ 客運	☐ 計程車	☐ 鐵路
☐ 高鐵	☐ 公共自行車	☐ 共享電動機車	☐ 步行	
☐ 機車	☐ 自用小客車			

【第二部份】消費者對 MaaS 各運具屬性之需求程度

服務運具

4.請您依據您對每種運具的需求程度做出排序。並按其重要性排定順序 1、2、3、...、11 (1 是最重要)

題項	排序
運具	
捷運.....	
公車.....	——
鐵路.....	——
輕軌.....	——
高鐵.....	——
公共自行車.....	——
共享電動機車 ⁶	——
共享電動滑板車.....	——
計程車.....	——
汽車租賃 ⁷	——
汽車共乘 ⁸	——

⁶ 共享電動機車：是一種能讓一般大眾租賃電動機車使用權的服務，ex: Wemo、Goshare。

⁷ 汽車租賃：租車公司提供車輛給顧客使用並從中收取費用，ex:和運租車。

⁸ 汽車共乘：是指兩人或兩人以上共乘汽車旅行的交通方式，ex:Carpo。

5.請您依據您對每種服務屬性的偏好程度做出排序。並按其重要性排定順序 1、2、3 (1 是最重要)

題項	排序
其他運輸服務	
交通規劃 ⁹	_____
預約功能 ¹⁰	_____
客製化行程需求 ¹¹	_____

6. 請您依據您對每種支付方式的偏好程度做出排序。並按其重要性排定順序 1、2、3、4 (1 是最重要)

題項	排序
支付方式	
線上付費/支付	_____
一次性整合付費 ¹²	_____
單次付款或日付、月付、季付的選擇	_____
行動支付、預付的付費方式 ¹³	_____

⁹ 交通規劃、運具選擇服務:輸入起訖點，即可由系統進行行程規劃之功能。

¹⁰ 預約功能:可提前預約票卷的購買，ex:台鐵票、高鐵票。

¹¹ 客製化行程需求:可提供客製化行程規劃。

¹² 一次性整合付費:整合信用卡、現金、Line pay...等

¹³ 行動支付: 使用行動裝置進行付款的服務。

【第三部份】消費者對 MaaS 套裝方案之願付價格

根據第二部份第 5 題之回答，請問，若現在有一 MaaS 服務套票是根據您第一部份對於 MaaS 服務套票期望(一個套票裡面有包含您期望之運具)來做設計，請問：

服務運具	服務內容
捷運	套餐一:不限里程、次數搭乘。
	套餐二:特定起訖點，不限次數搭乘。
公車	套餐一:不限里程、次數搭乘。
	套餐二:特定兩地區間，不限次數搭乘。
鐵路	套餐一:不限里程、次數搭乘。
	套餐二:特定起訖點，不限次數搭乘。
輕軌	套餐一:不限里程、次數搭乘。
	套餐二:特定起訖點，不限次數搭乘。
高鐵	可透過點數折抵票價，每次最高折抵 元。
公共自行車	套餐一:不限里程、次數騎乘。
	套餐二:前半小時免費
共享電動機車	前 12 分鐘 2.5 元，而後 2.5 元/分。
共享電動滑板車	前 30 分鐘 75 元，而後 2.5 元/分。
計程車	每月搭乘里程上限 88 公里
汽車租賃	每日 2400 元
汽車共乘	每月搭乘里程上限 6 小時

7.如果有一方案以您期望之包含運具/服務進行販售，您能接受的願付價格為何？

☐ 3,000~3,500 元/月(跳至第 10 題)	☐ 2,500~3,000 元/月(跳至第 11 題)
☐ 2,000~2,500 元/月(跳至第 12 題)	☐ 1,500~2,000 元/月(跳至第 13 題)
☐ 1,000~1,500 元/月(跳至第 14 題)	☐ 500~1000 元/月(跳至第 15 題)
☐ 均不接受(跳至第 8 題答)	

8.請問在套票包含您期待之運具下，您願意支付最高金額為何？_____元(跳至第 9 題答)

9.請問您希望包含什麼運具?(單選)

☐ 捷運	☐ 公車	☐ 鐵路	☐ 輕軌	☐ 公共自行車
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

10. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 公共自行 車(二)	____ 高鐵	____ 汽車租 賃	____ 汽車 共乘
☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 公共自行 車(二)	____ 共享電動 滑板車	____ 共享電 動機車	____ 計程 車

11. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 公共自行車 (二)	____ 計程車	
☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 公共自行車 (二)	____ 汽車租賃	____ 汽車共乘
☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 公共自行車 (二)	____ 共享電動滑板車	____ 共享電動機車

12. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 計程車	
☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 汽車租賃	____ 汽車共乘
☐	____ 公車 (二)	____ 捷運 (二)	____ 輕軌 (二)	____ 鐵路 (二)	____ 共享電動滑板車	____ 共享電動機車

13. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	鐵路 (二)	共享電動機車
☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	鐵路 (二)	公共自行車 (二)

14. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	捷運 (一)	公車 (一)	輕軌 (一)	公共自行車 (二)	計程車	
☐	捷運 (一)	公車 (一)	輕軌 (一)	公共自行車 (二)	汽車租賃	汽車共乘
☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	鐵路 (二)	汽車共乘	
☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	鐵路 (二)	汽車租賃	

15. 請問在願付價格內，您較需要何種套裝方案?(單選) 並以需求程度進行排名
(1 是最重要)

☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	公共自行車 (二)	汽車租賃
☐	公車 (二)	捷運 (二)	輕軌 (二)	公共自行車 (二)	汽車共乘
☐	公車 (一)	汽車租賃			
☐	公車 (一)	汽車共乘			

【第四部份】基本資料

15.性別：☐男 ☐女

16.年齡：☐未滿 17 歲 ☐18~20 歲 ☐21~29 歲 ☐30~39 歲

☐40~49 歲 ☐50~59 歲 ☐60 歲以上

17.教育程度：☐小學 ☐國中 ☐高中職 ☐專科 ☐大學

☐研究所或以上

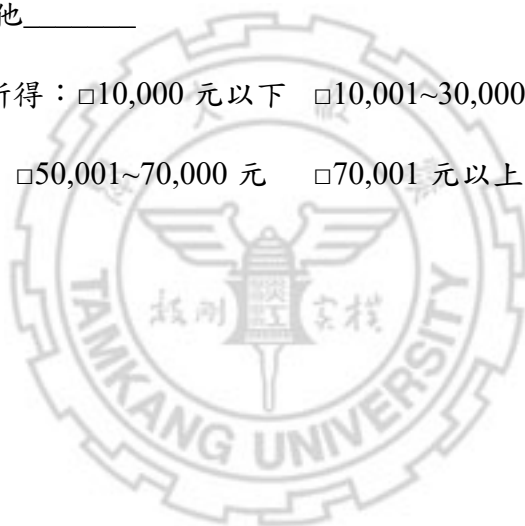
18.職業：☐學生 ☐軍公教 ☐金融業 ☐科技業 ☐電子業

☐工商服務業 ☐一般服務業 ☐家管 ☐退休 ☐服役

☐農林漁牧業 ☐其他_____

19.個人每月可支配所得：☐10,000 元以下 ☐10,001~30,000 元

☐30,001~50,000 元 ☐50,001~70,000 元 ☐70,001 元以上



感謝您的耐心填寫，請再次確認答案是否有缺漏。

您的回答會對未來政府在進行 MaaS 套裝方案設計與定價有很大的助力

再次感謝您撥冗填寫此份問卷!