

## 行動即服務之資料視覺化及儀表板架構

# The Framework of Data Visualization and Dashboard for Mobility as a Service (MaaS)

陳茂南<sup>1</sup>

張季倫<sup>2</sup>

孫士勝<sup>3</sup>

李淑卿<sup>4</sup>

陳燕梅<sup>5</sup>

劉又升<sup>6</sup>

詹博帆<sup>7</sup>

邱俊智<sup>8</sup>

### 摘要

本研究主要提出一在行動即服務(Mobility as a Service, MaaS)數據分析上,透過建置資料探勘演算法之 MaaS 大數據儀表板,結合後端演算及分析功能,可更有效率探討交通行動服務之多元公共運輸數據,可根據此儀表板提出交通改善之精進策略。行動即服務大數據存在多源、異質、局部性、時空關聯、非同步性、資訊稀疏性和併發性等特點;且受行動服務系統的運營與績效受到時間與空間的制約,在時效約束之下,展現動態性、貫序性、自組織、隨機性等特點。在空間上的移動會受到交通需求、網路結構、多交通子系統、環境、管控策略等,眾多因素的相互影響與作用,具有時變性、不確定性以及影響因素間的相關性等特點。傳統的交通理論難以發現隱含在如此高維空間的知識,特別是對於交通移動的規律,及其時空演化。因大面積交通壅塞演變而成之規律性環境與交通行為互動等隱性知識序貫挖掘,需要有更好的資料探勘與分析方法,來提供行動服務理論與技術支撐。基於這些資料探勘之分析方法,交通大數據在不同 MaaS 為基礎的大數據資料視覺化架構,利用有效的圖表將繁雜的數據降維並簡化,成為易於吸收的內容,使人能夠快速地發現資料中的重點並呈現。「資料視覺化」是運用視覺的方式呈現數據的特性與內涵,因此有效的視覺化,可以幫助用戶分析、推理資料和證據,使之更容易理解與使用。為了提高效率,本研究提出一個完整的以行動即服務為基的資料視覺

---

<sup>1</sup> 財團法人中華顧問工程司執行長

<sup>2</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心主任

<sup>3</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員

<sup>4</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員

<sup>5</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員

<sup>6</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員

<sup>7</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員

<sup>8</sup> 財團法人中華顧問工程司智慧運輸技術中心研究員(聯絡地址:10637 台北市大安區辛亥路二段 185 號 28 樓,電話:(02)8732-8967 ext. 1302, E-mail: ccchiuv@ceci.org.tw)。

化及儀表板架構，以大數據資料分析方法為底層架構。此儀表板設計可讓使用者有效率發現問題的本質，如：規律 (Patterns)、趨勢 (Trends) 以及關聯 (Correlations)等，讓問題解決者或決策者能夠看清全貌、識別重要性、追蹤趨勢、洞察價值，以強化或提升決策制定的能力。

**關鍵詞：**行動即服務、資料視覺化、儀表板、大數據分析

### Abstract

*This study proposes a framework of data visualization and dashboard for Mobility as a Service (MaaS) based on several algorithms of big data analytics and data mining. This framework can support more accurate traffic policies for the government to efficiently improve traffic congestion. The characteristics of big data in MaaS contain multi-sources, heterogeneity, locality, Spatial-temporal correlation, asynchrony, information sparsity, and concurrency. The operation and performance of mobile service systems are limited by time and space. Under the temporal limitations, the bigdata in MaaS has dynamic, sequential, self-organizing, randomness characteristics. Besides, the spatial movements will be affected by traffic demand, network structures, multiple traffic subsystems, environments, control strategies, etc. All these interactions and effects by many factors have time-varying, uncertainty and correlation between influencing factors. Traditionally, it is a challenge traffic theory to find the knowledge hidden in such high-dimensional spaces, especially for the patterns of traffic movement, and their space-time evolution. To discover tacit knowledge such as the regular interactions by environments and traffic behaviors which result from massive traffic congestions, we need better data mining and data analysis methods to provide theoretical and technical supports. Based on these data mining and data analysis methods, big data visualization architecture should be presented by using effective charts to reduce and simplify the complicated data, making it easy to absorb content, enabling people to quickly discover data. "Data visualization" is how to use visualization techniques to present the characteristics and insights of data. Effective visualization techniques can help users to analyze MaaS bigdata and discover related evidence more efficiently. To improve efficiency, this study proposes a framework for MaaS data visualization and the dashboard architecture based on big data analysis methods. This dashboard design allows users to efficiently discover the essence of the problems, such as patterns, trends, and correlations. This framework can help problem solver or decision makers to see the big picture and to identify future trends and insights, and further strengthen and improve the ability of decision making.*

**Keywords:** Mobility as a Service, MaaS, data visualization, dashboard, big data analytics

## 一、前言

在萬物相聯的數位時代，「行動力」並不侷限在傳統運具或特定運具，透過端、網、雲、台的即時回應網絡，過去 15 年來，陸續有包括：併車共乘 (Ridesharing)、網路或電話叫車 (Ridehailing)、汽車共享 (Carsharing)、公共自行車 (Bikesharing)、小眾運輸 (Microtransit)、行動即服務 (Mobility as a service, MaaS)、共享自駕車 (Shared Autonomous Vehicles) 等許多新的行動服務誕生，在傳統公共運輸與私有運具間，開創出許多新的服務型態與模式，讓整個行動力的光譜更為完整、無縫。

這些服務是以個人為對象，運用無線連結的新技術將需求與服務整合起來，將「行動力」作為商品的內涵，鼓勵多運具結合與系統相互合作，提供隨選與分享功能，豐富運具的選擇方案，填補民眾在移動需求上的空隙，讓傳統系統的服務能更佳完整且系統化，達到方便、有效率且彈性移動的目標。MaaS，簡單來說就是一個多元運具的服務整合系統，透過公共與私人運輸、公共自行車、乘車共享 (Rideshare)、小汽車共乘、車輛共享、計程車、交通車、租賃車、手機付費停車等方式，提供戶到戶的客製化最佳旅程方案，來滿足個人運輸需求，進而減少個人運具私用，強化運輸的效率，減少空氣、噪音污染、溫室氣體排放以及能源耗用，達到運輸系統的調和運作。

都市中每天有大量的通勤者、用路人及車輛，造成交通壅塞、意外及汙染。因此過去有許多研究欲提供更有效的方法來實現智慧運輸(交通)，達到紓解道路壅塞，提供安全用路環境等目標。在解決都市交通與提供民眾行動服務方面，MaaS 扮演至關重要的角色。完整的 MaaS 系統能提供有效率之多運具旅運規劃，並導引用路人使用習慣行為達到減少使用私有運具的目的，進一步來實現智慧城市的願景。然而，MaaS 建構與推展具有許多的挑戰，透過先進科技的應用，由 MaaS 所蒐集的交通大數據，來分析如何強化 MaaS 的服務與功能，增加其智慧化程度與創新加值能力，對於 MaaS 的發展與落實是必要且重要的。

MaaS 本質上是一個數據驅動的服務平台，強調使用者以一支手機、一個 APP 與一個帳號就能夠享有所有運輸與生活服務，因此使用者(也就是顧客)為所有服務整合關聯的對象單元，透過註冊登錄，或使用各種應用與訂購服務的方式，滿足各種需要，而資源、產品、服務、媒合、諮詢、訂約、客服、金流等各種事業體，將其所提供的產品或服務，透過 API 整合進入使用者的 APP 中，就完成了由需求到供給的整個產業鏈結，產業鍊中相互間之關聯與互動，則是透過資訊推播與數據驅動，因此如何讓數據能夠被利用、連結與創新加值，成為非常基本的發展前提。

因此，在大數據的時代，我們能夠利用大量的資料對問題的本質進行分析與描繪，透過對於問題的瞭解，管理者可以針對問題的關鍵特徵制訂有效的管理決策，發展「資料驅動 (Data Driven)」式的管理。在資料驅動的管理概念下，所有的管理手段應該有其明確的使命以及目標，並可透過管理決策實施後的新資料，判斷管理

的手段是否有效，或是有效的程度有多高。在這個資訊爆炸的時代裡，龐大的資料集需要經過有效的分析方法進行挖掘，才能萃取出有用的資訊，作為決策的參考。

本研究欲提出一個以 MaaS 為基的大數據資料視覺化架構，利用有效的圖表將繁雜的數據降維並簡化，成為易於吸收的內容，使人能夠快速地發現資料中的重點並呈現。「資料視覺化」是運用視覺的方式呈現數據的特性與內涵，根據研究顯示，人類偏好以圖像視覺化的方式吸收資訊，約 90%的資訊是透過視覺傳達，且大腦吸收圖像資訊的速度比吸收文字資訊的速度快 60,000 倍，所以有效的視覺化，可以幫助用戶分析、推理資料和證據，使之更容易理解與使用。為了提高效率，好的資料視覺化設計應能為資料帶來生命，讓使用者發現問題的本質，如：規律 (Patterns)、趨勢 (Trends) 以及關聯 (Correlations) 等，讓問題解決者或決策者能夠看清全貌、識別重要性、追蹤趨勢、洞察價值，以強化或提升決策制定的能力。

## 二、文獻回顧

### 2.1 國內 MaaS 平台服務之發展回顧

針對智慧運輸系統發展建設計畫(106-109)所規劃，國內 MaaS 發展之四年行動計畫，其各年期之推動目標、行動計畫、計畫概要、推動時程如圖 1 所示。



圖 1 國內 MaaS 四年行動計畫

資料來源：臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫(1/3)營運策略計畫書，中華電信(2017)，整合公共運輸行動服務(MaaS)，運研所(2017)

國內目前於台北-宜蘭地區與高雄地區進行 MaaS 系統建置，依據其不同區域性問題進行系統建置，以下分別進行敘述：

#### (1) 台北-宜蘭地區

現有台北-宜蘭地區間交通問題包含：一、私有運具使用率高。二、國道 5 號

以達容量上限，壅塞情況嚴重。三、省道台2、台9線行駛距離長，民眾選擇意願較低。四、假日觀光旅次大幅增加成長。五、北宜間國道客運旅次量逐年增加，然存在服務缺口。六、假日東部幹線對號列車一票難求。七、交通管理措施改善效果有限。上述種種問題促使 MaaS 產生，於 106 年正式啟動「臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及營計畫」多年期計畫，催生了 UMAJI(遊買集)服務。

UMAJI 為運用資通訊技術(ICT)將各個片段的公共運具票務服務及私人運具使用國道公路資訊加以整合提出解決方案，解決公共運輸「轉乘縫隙」及「服務不足」兩大難題；並移轉私人運具行為偏好及依賴以紓解國五北宜廊道壅塞，場域如圖所示，為紓解台北-宜蘭間交通壅塞問題，應用對策為分流私有運具使用與移轉公共運輸使用，藉由整合地方政府、運輸業者、電子票證、金融業者與 MaaS 營運商，透過數據分析、跨域合作與異業結盟模式，期望初期可使消費者與供應者均獲和滿足，最終朝向發展永續經營模式。



圖 2 北宜 MaaS 示範場域示意圖

資料來源：臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫(1/3)，中華電信(2018)

為達成提升公共運具旅運服務、解決北宜廊道壅塞問題、創造優質旅運品質等願景，透過設定目標，包含多元運輸產品、及戶無縫轉乘、個人化旅遊行程、永續經營商業模式，其解決方案如下：一站式旅運資訊與服務、跨業多元的業態服務、多元的金流與票證整合、智慧化旅運分析與套裝選擇、共乘服務、國道預約服務等方案，以達成創造優質旅運感受之營運目標，圖 為營運規劃示意圖。



圖 3 計畫營運規劃示意圖

資料來源：臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫(1/3)，中華電信(2018)

為達成上述目標，UMAJI 開發之功能除旅運規畫外，添加旅行秘書紀錄自身行程與行程分享，藉由使用者相互交流景點分享與開發，並透過旅遊商城功能，囊括交通、訂房、票券等需求，並適時推播優惠(如圖)，吸引更多群眾來使用 UMAJI，最後，透過與業者結盟，以達成包車、共乘、停車場等預約與運具整合，藉以期望改善北宜廊道之壅塞，達成雙贏之局面。

「使用一個數位介面來掌握及管理交通相關服務，以滿足每一個消費者在交通機動力(mobility)上的需求。」

首頁功能	旅運規劃	旅行秘書
<input type="checkbox"/> 搜尋功能 <input type="checkbox"/> 功能選單 <input type="checkbox"/> 廣告欄位 <input type="checkbox"/> 客服專區 <input type="checkbox"/> 許願牆	<input type="checkbox"/> Where To Go <input type="checkbox"/> 即時路線規劃 <input type="checkbox"/> 訂購客運車票 <input type="checkbox"/> 國道旅行時間 <input type="checkbox"/> 旅遊資訊呈現	<input type="checkbox"/> 我的行程 <input type="checkbox"/> 導覽功能 <input type="checkbox"/> 緊急事件通知 <input type="checkbox"/> 行程分享
會員專區	旅遊商城	預約功能
<input type="checkbox"/> 會員資料設定 <input type="checkbox"/> 付款設定 <input type="checkbox"/> 訂單管理 <input type="checkbox"/> 優惠券管理 <input type="checkbox"/> 點數管理 <input type="checkbox"/> 任務牆	<input type="checkbox"/> 交通專區 <input type="checkbox"/> 訂房專區 <input type="checkbox"/> 票券專區 <input type="checkbox"/> 優惠推播	<input type="checkbox"/> 停車場預約 <input type="checkbox"/> 共乘預約 <input type="checkbox"/> 包車預約



圖 4 UMAJI 功能介紹

資料來源：臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫(1/3)，中華電信(2018)



## (2) 高雄地區

高雄地區於 106 年啟動「交通行動服務(MaaS)示範建置計畫」，目的為期規劃建置整合多元運具、即時便利購買、多元資訊查詢、食宿遊購多樣附加服務的交通行動服務(MaaS)系統，民眾可透過手機應用程式(APP)或網站購買運輸服務方案、查詢旅程相關資訊，並以公部門補助的優惠價格享有高品質交通服務，達到「一機在手、服務我有」，享受從智慧運輸至智慧城市的美好體驗，而運輸業者因此獲得更多票收；公部門則得以節能減碳、逐年減少補助，讓 MaaS 成為都市公共運輸「多贏」的行動方案。

高雄 MaaS 計畫與北宜 MaaS 計畫不同處為高雄 MaaS 計畫主要著重於城市內旅運品質提升，反之，北宜 MaaS 計畫為著重城際間運輸改善。高雄市運輸工具繁多，包含公車、捷運、計程車、輕軌、渡輪、公共自行車等，為提升大眾運輸使用率與改善旅運經驗，透過 MaaS 計畫整合運具與票證系統，以提升大眾運輸使用率，但首要面對之問題為整合運輸業者(如預約、支付等服務)；再者，也須制訂目標客群，了解現今大眾運輸使用之族群為何？如何吸引不使用大眾運輸之族群能增加使用意願，高雄捷運於 106 年針對定期票與認同卡使用情況進行網路調查與分析(如圖)，可發現多數使用者均為學生旅客，其原因可能為學生尚未成年或沒擁有自己的交通工具，一般旅客可能有通勤或旅遊之需求。因此，在營運策略的擬定中(如圖)：第一步驟為界定目標客群，初期階段主要以通勤與就學之旅客為主，至中期納入休閒與旅遊之族群，擴展服務範圍。第二步驟則是擬定月票方案，以作為刺激群眾使用大眾運輸之意願。第三步驟為維持顧客忠誠度，雖然運用月票方案來吸引群眾，但其中不乏為嘗鮮之族群，如何將其轉變成固定客源，需要運用如抽獎、兌換等方式藉以吸引群眾持續使用。最後，為票證整合，為避免搭乘不同運具需要不同支付方式以降低搭乘意願，擬採取一票支付方式，降低旅客使用之不便，目前規劃以一卡通票證作為月票使用之載具，未來亦可納入其他電子票證加入月票方案之使用，促進多元支付的概念。

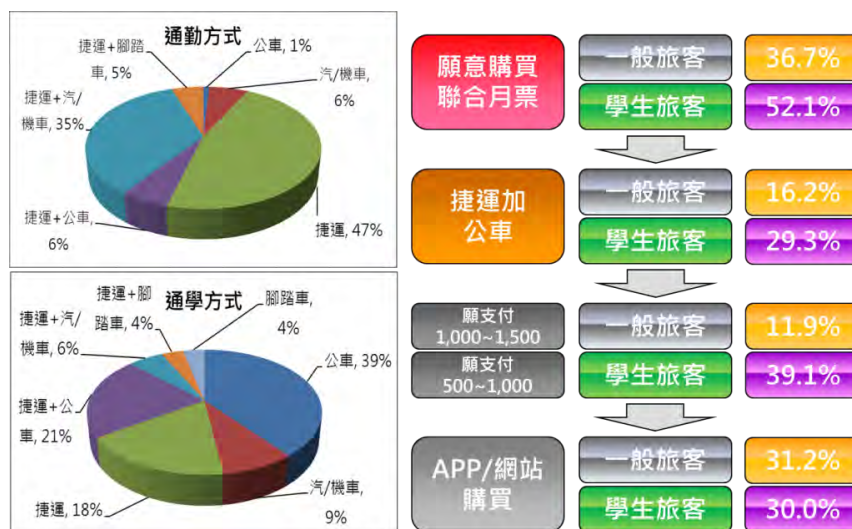


圖 5 高雄市之使用者行為調查與分析

資料來源：高雄市交通行動服務(MaaS)示範建置計畫，中冠資訊股份有限公司 (2018)

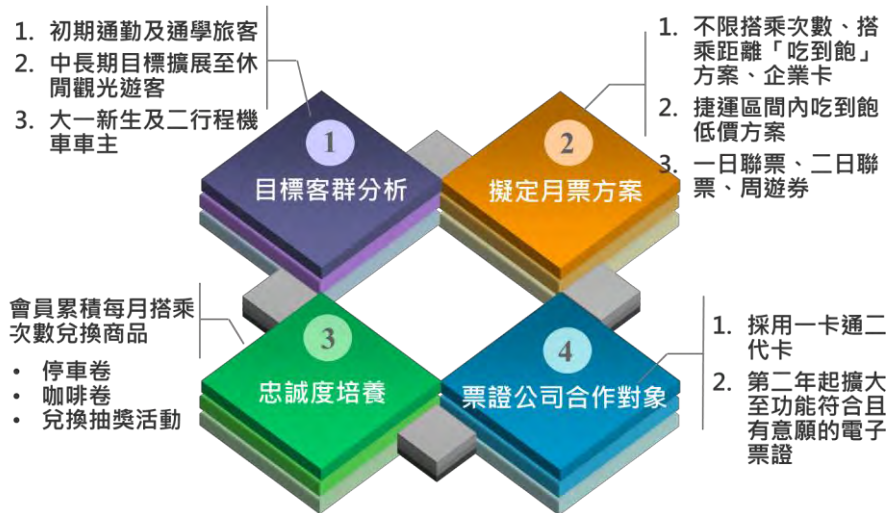


圖 6 高雄 MaaS 計畫之策略擬定示意圖

資料來源：高雄市交通行動服務(MaaS)示範建置計畫，中冠資訊股份有限公司(2018)

MenGo 計畫自 2018 年 9 月 28 日正式上線，至今年 2 月為止累積了 10,000 餘辦卡人數，5,000 名活躍用戶，相關月票方案如圖所示。隨著會員數量增加，其所產生資訊可進行研析，包含搜尋紀錄、使用回饋等資訊藉以研析來提升服務品質；此外，由於 MenGo 採取記名制，掌握了使用者基本資料，搭配起迄區間與熱門站點分析，投放相對應廣告來吸引旅客，藉此產生廣告效益來永續營運之契機。最終，以今日軟硬體技術，不同運具之間的介面整合、資訊串接等技術都非難事，整個計畫的困難點在於如何吸引業者投入，並確保他們可以從中獲利，唯有在運輸業者亦能從中獲利時，才能夠吸引更多運具業者加入計畫，讓旅運規劃的彈性更大，選擇性更多。



圖 7 高雄 Men Go 月票方案

資料來源：<https://www.men-go.tw/>



## 2.1 資料探勘

Hand 等學者(2000)將資料探勘定義為：「在大資料庫中探尋相關或有價值資訊的過程及方法」，而資料探勘是透過一些技巧與工具，來顯示資料本身之涵義。Grupe 及 Owrang (1995)提出資料探勘是由已存在的資料中，發掘出新的事實與發現專家尚未知道的新關係。Agrawal 等學者(1993)則將資料探勘當成結合機器學習、統計方法與資料庫的一種技術，可在大型資料庫中分析大量的資料，然後挖掘出資料內隱含的意義與其相關性。也可以運用過去的資料和數據來預測未來發展的趨勢。

資料探勘的目的是將資料庫中大量的資料處理成為資訊，以發展更好處理資料的方法和支援決策的分析，在不適合以人工方式尋找資料的情況下，建立資料搜尋模式。資料探勘需要同時達到解釋性 (explanatory)、驗證性 (confirmatory) 及探索性 (exploratory) 等功能目的，用來解釋一些可見的事情或情況，如：「為何汽車的銷售量在某區域會突然增加？」或驗證一項假說，如：「通常雙薪家庭比起單薪家庭更喜歡購買家庭醫療保險。」，以及探索性資料以尋求新的或未曾發現的關係，例如：「購買牛奶的消費者通常會再購買那些相關的商品？」等。在整個資料探勘的過程，是由一連串步驟所反覆構成的，但每個步驟都可以返回或加入其他的步驟。以下分為資料探勘技術、方法與研究方法分別解說。

### (1) 資料探勘技術

資料探勘是從資料庫系統 (database system)、資料倉儲 (data warehousing)、統計學 (statistics)、機器學習 (machine learning)、資料視覺化 (data visualization)、資料檢索 (information retrieval)、高效能計算 (high performance computing) 等領域所引發出來的議題，可運用這些領域的方法進行相關的整合，是一種包含資料視覺化、機器學習、統計方法、資料庫與專家系統等技術，並且強調資料探勘不是一種新的技術，而是結合多項專業技術的研究議題。而 Fu 將資料探勘的技術區分為下列五種的方式：

- 統計分析法：資料探勘常使用統計方式進行分析，如 Bayesian 網路、迴歸分析、相關分析與群聚分析，通常此模式是經由訓練資料而建立，然後再從中尋找出規則與特徵。
- 機器學習方法：機器學習的方式是尋求一個最佳化模式來符合測試資料。大多數此方法是利用自動化學習過程，自動歸納出分類規則與建立模式，最常見使用的機器學習方法包含決策樹歸納 (decision tree induction) 及概念式群聚 (conceptual clustering)。
- 資料庫導向方法：資料庫導向方法是著重於處理現有的資料，是一種屬性導向歸納 (attribute oriented induction)，反覆的從大量的資料中找出共同的規則與模式。

- 視覺化探索：將多維度的資料轉換成視覺化的物件，如點、線以及區域，讓使用者可以動態檢視及探索其有興趣的部份，進而分析出資料的模式。
- 其他：如類神經網路 (neural network) 運用於資料分類及預測，約略集合 (rough set) 理論運用於分類及群聚等。

## (2) 資料探勘方法

資料探勘的方法主要概分為五種模式：關聯法則 (association rules)、分類 (classification)、群聚 (clustering)、序列形態 (sequential pattern)、推估 (estimation)，茲分述如下：

- 關聯法則 (association rules)：關聯法則最常應用於分析商品購買的關聯性、庫存策劃、商業促銷等。例如：百分之八十買牛奶的消費者同時也會購買報紙與麵包，其中牛奶為法則的前項項目 (antecedent)，報紙與麵包為推論結果 (consequence)，而百分之八十則為此法則的信度因子 (confidence factor)，諸如此種類型的關係就稱為關聯法則。
- 分類 (classification)：根據一些變數的數值做計算，再依照結果作分類。計算的結果最後會被分類為幾個少數的離散數值，例如將一組資料分為「可能會回應」或是「可能不會回應」兩類。Classification 常常被用來處理對象篩選的問題常用一些已經分類的資料來研究它們的特徵，然後再根據這些特徵對其他未經分類或是新的資料做預測。這些用來尋找特徵的已分類資料可能是來自現有的歷史性資料，或是將一個完整資料庫做部份取樣，再經由實際的運作來測試。
- 群聚 (clustering)：群聚是將資料分成好幾群的子集合，目的是在形成各群之間的差異及同群中資料的相似性時，使群內差異小，群外差異大。在群聚化過程中，不需事先定義如何分類，同時也不需訓練資料。資料是依照其本身的相近性自動群聚在一起，而群聚的意義也需要事後的解釋才能得知。例如商家將客戶的基本資料 (如年齡、收入等) 進行群聚化的工作，將消費行為類似的客戶形成一群，讓商家在擬定每個群體有不同的行銷策略，以提供最佳的服務與產品給消費者。
- 時序群集 (sequential cluster)：與關聯法則關係很密切，所不同的是序列樣式中相關的物件是以時間區分開來，如：如果做了 X 手術，則 Y 病菌在手術後感染的機率是 45%。又如：如果 A 股票在某一天上漲 12%，而且當天股市加權指數下降，則 B 股票在兩天之內上漲的機率是 68%。
- 推估 (estimation)：推估是預測連續數值，推估的結果並沒有所謂的百分之百正確答案 (如同申論題)，推估的重點在於如何透過已知的屬性來推估未知連續數值的走向與趨勢，如利用某個迴歸分析來評估某個屬性的變化，以及預測後面連續變數之變化程度。

## 2.3 視覺化方法與儀表板設計之回顧

在資料驅動的智慧運輸系統(Data-driven ITS)中，資料視覺化(Data visualization)使用可視化的頻道來呈現多種交通數據的樣態和分析。在交通大數據的資料中包含許多種類型資料，詳見表 1，其中 N 代表連續行資料、C 代表類別型資料、T 代表時間型資料。因此應用資料視覺化來幫助有效率的資料分析是重要的，包含了解交通運具的移動、通勤者移動、交通、社交狀況、地理空間，以及經濟模式。

一般來說，交通數據分析可分成四個主要元件：資料蒐集、資料處理、資料查詢及資料分析，還有一些其他的資料進階處理程序，如整合性的資料及分類也可增強資料視覺化的基礎。清晰的資料可視化可幫助使用者轉換資料樣態，更易發現交通數據所隱藏在數據中的模式。更進一步，可視化的交通數具狀況觀測被應用在很多智慧控制和分析 (Pu 等人 2013)。在更全面考慮交通數據的應用中，交通數據可視化任務可被分成動態交通數據觀測可視化、規律探索 (pattern discovery)與分類、狀況發現與預測等三項，相關交通數據特性及應用可參考表 2。

表1 交通數據可視化任務類型 (Chen 等人 2015整理)

Tasks	Tools	Characteristics	Datasets	Platform
Situation-aware exploration and prediction	Ferreira et al. [14]	Visual query of taxi data	Taxi GPS data	-
	Liu et al. [75]	Visual analytics for ITS	Taxi GPS data	Java and Oracle
	Wang et al. [18]	Exploration of sparse traffic trajectory data	Traffic cell monitoring data	-
	Zeng et al. [94]	Exploration of mobility in transportation systems	Metro and bus passenger data	-
	Aurisano et al. [95]	User-driven predictive visual analytics	Lord's Resistance Army incident data	JS and HTML5
	Andrienko et al. [96]	Prediction by visual modeling	GPS data	-
Pattern discovery and clustering	Schreck et al. [34]	Visual clustering of trajectories	Trajectories extracted from financial data	-
	Andrienko et al. [36]	Visual clustering and classification trajectories	GPS data	-
	Rinzivillo et al. [92]	Progressive clustering of trajectories	GPS data	-
	Guo et al. [23]	Analysis of complex trajectory data	Traffic data at a road intersection	C++, Qt, boost and OpenGL
	Zeng et al. [35]	Visualization of interchange patterns	Metro and bus passenger data	Java
	Chu et al. [9]	Visualization of taxi topics	Taxi trajectories	-
Traffic situations monitoring	Pack et al. [26]	Traffic incident visualization	Highway incident data in Maryland	ColdFusion, Flex and PostgreSQL
	Anwar et al. [27]	Visualization of the impact of road incidents	Loop detector data and incident data	Java and Processing
	Piringer et al. [24]	Tunnel incidents visualization	Incident detection system data	C#
	Pu et al. [11]	Multilevel surveillance and analysis	Taxi GPS data	-
	Vandaniker et al. [93]	Situation-awareness and decision-making	Traffic incident data	ColdFusion, Flex and PostgreSQL
	Wang et al. [7]	Analysis of urban traffic congestion	Taxi GPS data	-

表2 交通數據分類 (Chen 等人 2015整理)

	Data	Properties	Data Types			Representative Datasets
			N	C	T	
Trajectory	Shipping trajectories	Time	✓			Vessel traffic data [4]
		Location	✓			
		Ship type		✓		
		Destination			✓	
	Aircraft trajectories	Velocity	✓			Flight in France [5], Europe 24 [6]
		Location	✓			
		Flight level	✓			
		Time	✓			
	Automobile trajectories	Velocity	✓			Taxi GPS data of Beijing [7], [8], Shenzhen [9], Shanghai [10], [11], [12], San Francisco [13], New York City [14], Wuhan [15], [16], and Sweden [17]; Traffic monitoring cells data in Nanjing [18]; GPS data in Louisiana [19]
		Aircraft ID			✓	
		Time	✓			
		Location	✓			
		Direction		✓		
		Change of direction		✓		
	Train/Metro trajectories	Velocity	✓			Train data in France [20], Boston's metro data [21]
		Acceleration	✓			
		Pick-up/drop-off		✓		
	Pedestrian trajectories	Location	✓			Human mobility traces [22]
Time		✓				
Velocity		✓				
Mixed trajectories	Object type		✓		Intersection count [23]	
	Position	✓				
	Velocity	✓				
	Direction		✓			
Incident	Tunnel incident	Time	✓			Incident detection system (IDS) data [24]
		Stateful events		✓		
		Stateless events	✓			
	Highway incident	Video				Maryland highway & traffic information [25], Traffic Management Centers Data [26], traffic incident in Singapore [27]
		Location	✓			
		Time of date	✓			
		Weather conditions		✓		
		Vehicle involved			✓	
	Metro incident	Incident type		✓		Metro smartcard records in Shenzhen [28], urban rail transit system data [29]
Time		✓				
Station				✓		
		Check in/out		✓		

資料視覺化在交通運輸中之應用非常廣泛，特別是在服務效率的評估上，具有極高的使用價值，過去研究團隊曾對於交通路網的服務效率，進行相關研究與應用，並從中獲取許多的實務經驗，因此先就過去在交通路網服務效率上的應用成果作概要說明，再就公共運輸服務效率視覺化進行回顧。

### (1) 交通路網服務效率

主要應用在交通路網的服務水準與交通安全問題的洞察，在路網的服務水準方面，透過路段上的車輛偵測器、ETC、路段上行駛車輛車機之 GPS 資料、手機的信令資料以及手機 APP 之 GPS 資料，整合成路網的壅堵服務水準資訊。

其中最有名且應用最普及的為 Google Maps 推出的即時交通資訊服務，Google 地圖 App 導航功能上慣常看到行駛路徑標示成綠色、黃色、紅色，代表段路的「交通順暢」、「有點慢」、或是「很塞車」(如圖 8)，其所提供的即時交通資訊軟體，能進一步計算出到達目的地所需旅行時間、路徑，並依據即時交通狀況變化，適時計算、更換新路徑。目前世界上能為個人或公司提供地圖和位置數據及相關服務的公司還有 HERE、TomTom 以及中國大陸的一些提供地圖、導航等功能的公司。





圖 8 內湖交通 Google Maps 示意圖

針對特定路段之交通壅堵資料進行時間與空間分區的分析，可以知道路網或路線壅堵發生的週期性、類同性與貫序性，進而研擬交通控制與疏導的策略，以中華顧問在 106 年度針對國 5 假日所進行之交通壅塞策略分析為例，將國道五號設當分段，並以 5 分鐘為一個時段，設定為時空格位，並將該格位之速率或旅行時間所對應之服務水準以顏色階層表示，則可顯示出該路段一天之間壅塞發生之位置、嚴重程度與演化過程，經由識別化分析，可發現雪山隧道在周日北向由宜蘭往台北之壅塞開始於上午 9:30，位置在隧道南端洞口進入約 7 公里處，之後約半個小時，壅塞到達洞口，再半個小時頭城交流道發生壅塞，要再經過 2 個小時，壅塞才會蔓延到宜蘭與羅東交流道。知道了壅塞發生之貫序性，就可以設定各種交通控制與疏導策略，並預測旅行時間，提供道路主管機關與用路人參考，甚而發展出以數據驅動的自動化控制與回饋修正模式，增加路段與路網的使用效率。

綜合國內外相關研究可歸納出公共運輸服務的視覺化分析，著重在幾個部分，首先是公共運輸資料系統化的視覺呈現，Chu 等人(2008)運用了三維之時空熱圖顯示公共運輸路線於晨峰在不同站間之乘載率，以顏色顯示乘載程度與最大乘載區間，此外在實施站牌班表之路線，客運到站準確程度亦透過上圖進行檢視。Du 等人(2015)發展的 MetroViz 系統(如圖 9)，將公共運輸資料分為：站牌/車站、路線、旅次等三個層級，系統分別以路網層級的地圖 (map view)、位置移動的路線 (route view) 以及隨時間推進的日曆 (calendar view) 作為時空數據分類層級，來幫助使用者了解站點位置及路線資訊，反映需求及承載狀況，藉由視覺化的分析，幫助使用者快速了解公共運輸資料及評估公共運輸服務品質。



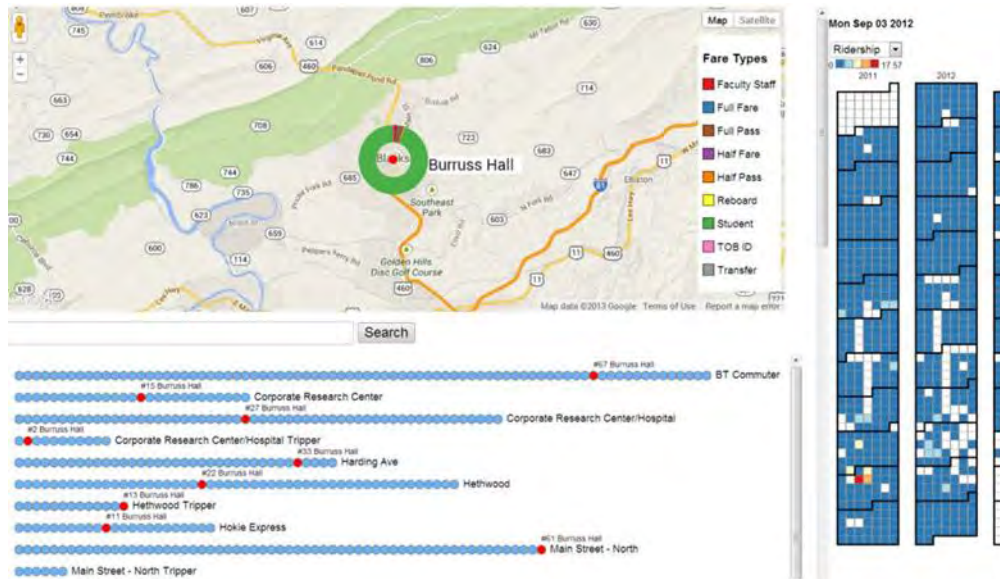


圖 9 MetroViz 系統示意圖

其次是結合電子票證與公車動態的視覺化資料分析，這部分之分析是以時空網圖為基礎架構，分別以時間與空間為軸，將各路線車輛到達各站點之時間，以時空網圖方式排列，各班車上之載客服務水準，則可用顏色梯度來區分，再與計畫班表比較，可同時顯示各種影響服務品質的因素，例如：荷蘭利用每輛公車從起站點發車時間、抵達各站時間、離開各站時間、在路線上旅行時間及抵達終點站時間，與班表時間比較，分析公車於各站點延誤之情形，並透過地圖疊圖將其視覺化，俾清楚了解哪一段容易造成車輛的延誤。

### 三、MaaS 儀表板之成功關鍵因素

國內目前尚未有完整功能的行動即服務平台以及相關服務之提供，因此對於 MaaS 服務平台之思維，仍侷限於公共運輸服務、電子票證加金流之數據，完整的 MaaS 服務其儀表板成功之關鍵包括下列幾點：

#### (1) 以人為本提供多元運具之選擇方案

傳統公共運輸服務，以供給為導向，乘客需要遷就現有的班表與路線，所有的服務的改善與調整，均依據歷史數據，且變動之幅度不大。MaaS 透過行動即服務 APP，提供一站購足式的全程服務，因此數據之來源除了傳統的票證數據之外，還有手機上之 GPS 定位與使用者於 App 操作選擇時之 Log 資料，可以進一步主動提供客制化之資訊，來導引及改變使用者之偏好與行為，因此整體行動即服務數據儀表板應由使用者服務儀表板出發，層層疊加至站點、路線、區域等。

(2) 以整合運輸規劃為主體

現有公共運輸與新發展之新型態行動服務具有相輔相成之效果，為了要與私有運具競爭，多元服務的串接與即時行程規劃，就會扮演關鍵之角色。分析對象不再單一，許多的績效與價值的評估，牽涉到多元運具與移動方式，也有整合型之績效顯示，例如使用者 MaaS 儀表板中除會有使用各種運具的時間、費用外，所排放之二氧化碳與卡洛里數量，可能也會包含在內。

(3) 社群扮演重要角色

共乘與共享是 MaaS 能夠無縫填補公共運輸服務需求之關鍵，現有之計程車服務費用較公共運輸高出很多，如果能夠以共乘方式降低乘客分擔之費用，則其競爭力會大幅增加。對於典型與非典型公共運輸服務稀缺的地區，如果能夠使用共乘與共享的方式增加服務之提供與成本費用之分擔，將可使行動服務之擴展如魚得水。

(4) 演算法是儀表板背後的支撐

因為具有即時性、串接性、定線、排程與媒合等特性，現有數據之分析與顯示，不再只有統計或簡單之關聯，許多的數據需要經過大數據分析、最佳化分析或模擬等技術之運算，因此各種功能之演算法是儀表板運作與資訊顯示背後之關鍵。

(5) 漸進式行為引導而非管理

MaaS 的終極目標是改變人們的選擇行為，日常生活中的活動與移動，要由私有運具的使用，轉換成購買行動服務，來解決交通壅塞與環境污染等問題。由於私有運具通常具有較佳之移動彈性，若從私有運具轉換至行動服務，對使用者而言存在有極大的痛點，所以行為之轉換無法一蹴可幾，必須每次利用一些小的誘因，誘導進行小幅度之改善，最終達到行為轉型的目標，因此在 MaaS 服務的資訊提供上，會具有被動式、主動式、互動式、合作式等之資訊推播方式，使得儀表板開始具有動態與即時的特性。

(6) 兼顧人類視覺與機器視覺

視覺化分析原本是以人類視覺與大腦運作為主體，但是因為大數據的數據資料數量太多，人類的工作量能常難以負荷，而人工智慧的發展，使的電腦具有辨識、判別、分類演繹、推理和解決問題、知識表示法、規劃與學習、自然語言處理、機器感知、機器社交、創造力等能力，特別是以影像辨識為基礎的深度學習，近年來發展快速，透過相關演算法已經可以將多元影響因素透過卷積神經網路(CNN)等，進行分類與特徵值的萃取，從而建立學習與預測之模型，將擴張儀表板的顯示能力從傳統的歷史或即時資料，進一步推展至預測資料。

(7) 系統化的層級架構設計

雖然儀表板的設計與使用是一門科學，也是一門藝術，不同的設計者與使

用者均會有不同之觀點，但因各種數據間具有時間與空間、個體與群體、行為與目的等之關聯，巨觀資料儀表板所用之數據，需要由底層微觀資料累積、疊加而來，並能由巨觀整合資料或異常資量，反向回溯微觀資料與關連資料，唯有從數據類別與時空與事件概念出發之系統層級架構，才能將演算法模塊化與積木化，背後演算法的原理相同，成為數據標準化、演算法模塊化與平台生態化之可持續發展之平台模組。

#### (8) 導入社交生活內容與數據

交通是衍生性的需求，生活中七件大事：醫、食、住、行、育、樂、購，如果將移動放在中間，則可串接所有生活中的活動，讓生活更為方便，也讓 MaaS 服務平台的運營能夠有更多元內涵與收益。在使用者 MaaS 儀表板中，如果能將隱含生活內涵的打卡與查詢數據資料，整合入行動服務數據中，則可更進一步掌握使用者之需求與決策模式，提前進行供需雙方規劃與媒合，並適時推播增值服務，建立多元行銷收益與交叉補貼的機制，增加對使用者之誘因，達到更好的成效。

### 四、多樣數據整合與 MaaS 儀表板設計架構

儀表板是數據經過計算與處理所顯現之成果，因此好的儀表板設計必須整合考量數據的分類與特性，以及相關分析之演算法，特別是利用人工智慧的數據辨識與學習方式，才能夠系統化的將各種儀表板從微觀統合成巨觀，展現不同的視角，適應各種的功能要求，因此以下分別從 MaaS 之數據分類特性，以及應用操作的時空與事件分類來闡述本專案計畫的 MaaS 儀表板設計概念。

#### (1) MaaS 數據分類特性

隨著資訊技術發展和感測器的普及，收集人群移動定位資料變得更為容易，包括手機、浮動車、社交媒體簽到、公共交通刷卡、社交網路等數據資料分析，可以應用各種特性、行為與預測之視覺呈現，其中數據的來源與種類是處理之關鍵。

##### ● 手機信令數據

在人手一機的情況下，透過手機能感知人群在城市中的位置隨時間的變化，大量且長時間的個體時空軌跡資料，能夠虛擬數位網路中，反映出真實世界的移動現況與過程。手機信令資料有主動式與被動式之分。主動式信令資料是電信公司記錄用戶通話或簡訊開始時間、結束時間以及所服務的基地台位置等，因屬個人資訊與電信公司的業務內容，除電信業者外，其他人很難取得。至於，被動式信令資料是電信業者會定時掃描每個基地台服務的人群，取得包括：使用者 ID、記錄時間和基地台的位置等手機位置資料，該資料屬於規律性採樣資料，能完整反映出個體移動在時空中的連續變化，但以基地台為定位

之數據，所取得的並非是用戶精確位置，且受基地台分佈的影響，有一定之空間誤差存在。

- 浮動車數據

現在有許多個人或營業車輛上所使用的車機，具有 GPS 定位與通信網路回傳之功能，每 30~60 秒會記錄車輛的位置資訊包括：時間、經緯度、方向、速度以及計程車載客狀態，能詳細記錄車輛在路上行駛的路徑資訊；這些數據資訊能被廣泛應用在道路服務水準、旅行時間預測等交通路網績效之評估；都市內計程車上下客位置與時段，可分析特定客源移動的 OD 起迄與需求之時空分布，進一步協助媒合與預測。

- 公共運輸刷卡或社交媒體簽到數據

簽到 (check in) 是對於時間、空間、態度等訊息的定位，其內含非常廣泛，我們所使用的電子票證或在通過計費閘門或刷卡機時，就完成了一次簽到，我們所使用的支付工具如信用卡等，每刷卡付費一次，等於是完成一次簽到，目前 Facebook、Twitter 等社交媒體平臺，都具有地理位置簽到功能，用戶可上傳帶有照片、評論文字等的資訊，形成具有時空資訊的簽到記錄。

其中公共運輸的刷卡資料記錄了使用者通勤或移動的交易資料如時間、類型、費用等，能反映都市不同區域居民的公共運輸需求，而被應用於優化都市公共運輸服務與運營。市區公車的刷卡記錄會因計費方式而有差異，如果是上下車都刷卡者，可以直接得到使用者的 OD 資料，若只需上車或下車刷卡時，則還需根據刷卡記錄來推斷乘客上、下車的站點，才能構建出用戶 OD 的矩陣。

- 以位置為基礎 (Location Based) 的資料

凡是有關聯到座標且位置固定不變的數據資料，均屬於以位置為基礎的資料，其中包含各類功能之固定偵測器資料，如車輛偵測器、地震偵測器、噪音偵測器、空氣品質偵測器、天候與環境偵測器等均式，這些偵測器提供在時間上的連續偵測資料，除可顯示即時的狀況外，亦可透過歷史資料的分析掌握過去的趨勢與賣動。

另外一種廣泛應用在生活上之以位置為基礎的資料，則是興趣點 (POI, Point of Interest) 資料，在地理資訊系統中，興趣點可以是一個建築、商店、餐廳、場站、醫院、學校、住家等所有生活與活動的停留點。每個興趣點基本上會具有名稱、類別、座標、分類等資訊，是導航地圖必被的資訊。

興趣點牽涉到每個人的生活軌跡，我們每天要工作與休閒，會定時從家中出發到達特定之興趣點，依據所到興趣點之分類，可以界定出其旅次目的，例如從家中到工作場所稱之為工作旅次，從工作或活動地點回到家的旅次稱為家旅次；透過 MaaS App，將一個人每天的移動軌跡記錄下來，放在時空網圖

之上，就可觀察出一個人每日的移動內容，作為運輸與其他生活服務的參考。

若就興趣點所代表之景點、場站等，其本身還有屬性、分類、內容、內部空間定位等資料，這些資料各有不同，例如：一個運輸場站會有進出人數、停留人數等資料，而帶有商業服務性質的興趣點，更有內部動線、服務時間、服務內容、需求分析、評價等資料，如果結合使用者（顧客）的打卡行為，則可分析興趣點間的連續打卡轉移關係中，由使用者偏好、區域偏好、連續打卡偏好來構成推薦系統。

掌握 MaaS 本質與數據特性，與演算法結合，掌握時空特性，可持續擴展，普遍適用，功能性、介接 API。

參考微軟研究院 Zheng 等人 2014 在城市計算中所提出之數據分類，MaaS 服務相關聯之數據亦可分成以點位與網路 2 種層級，每大類中又根據數據的時空動態特性分成即時空間靜態數據、時間動態-空間靜態數據與時空動態數據等 3 類。整合起來如圖 10 所示。

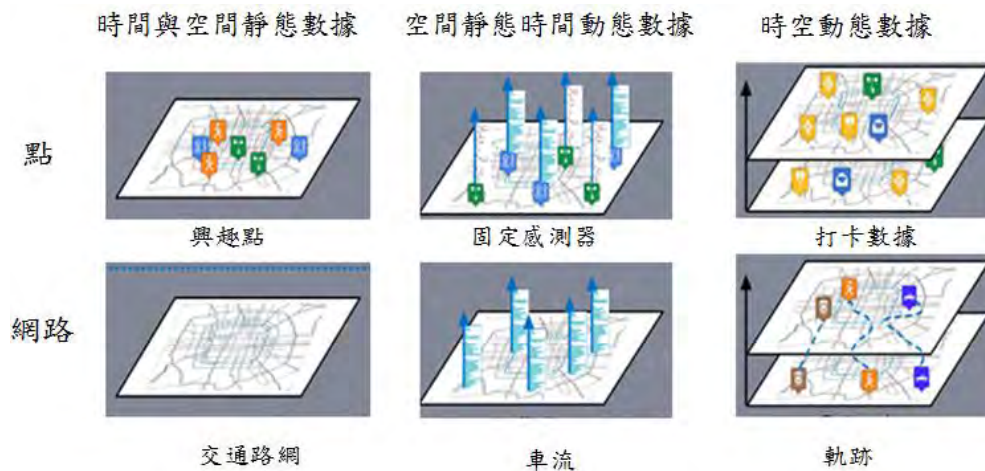


圖 10 MaaS 數據時空特型分類

其中在點位層級中，時空靜態數據，就是興趣點（POI）數據，如位置固定的加油站、商場、捷運場站、公車站點等，其特徵是人流量有變化，其他屬性不變；空間靜態時間動態數據數據，以物聯網（IoT）數據為主，各類偵測器數據隨時間推移；而時空動態數據點位數據就是各種的打卡（Check in）數據。在路往層級中時空均靜態的數據就是我們的交通路網，加上車輛與人的流動之後，就成為交通流的網路，如果將個別的車輛與人的時空移動數據記錄下來，就成為軌跡的數據資料，具有時間、空間、方向等訊息，處理起來最為複雜。

## (2) MaaS 整體數據分析模型設計

因與 MaaS 相關的多元、多樣數據，彼此間據有關聯性，常需要相互融合才能得到所需要之決策資訊，如果以個案需求方式設定儀表板之特定功能，將可能發生彼此之間數據、型制、概念、方法與呈現方式的不一致，以致於整合或擴展應用出現困難。

另一個需要建立 MaaS 整體數據分析模型的原因是許多 MaaS 數據需要經



過計算、融合等分析過程，如果沒有一個完整的數化模型能相互對應並同步進行模擬、最佳化、機器學習與大數據分析等加值過程，才能得到有用的數據資料，讓儀表板真正達到認知、聚焦、管理、成效、回饋與智慧化數據驅動的能力。

由於 Mobility 是一種行動力，很多個體的匯集移動，就呈現「流」的型態，如人流、車流、物流、金流、資訊流等，MaaS 以人的服務為基礎，因此其整體數據分析模型可以用人流特性作為參考，進一步檢視模型需要萃取出的各種洞察特性；這些需要洞察的特性包括：個人或人群移動的貫序規律、移動行為、活動停留點與活動類型識別、城市或路網中各種熱點探勘，以建立移動時空行為和都市空間結構與運輸服務系統服務效能間的關聯。

個人、車輛的軌跡數據則是整體模型中流動的顯現，其中兩個重要組成分別是移動和停留，從軌跡中識別出活動停留底，結合地理空間環境的語義資訊，推測出停留點的活動類型，理解人們移動的活動目的與需求，再根據活動類型間的關聯變化，預測人群的移動。其都市路網與運具與群體移動的數據結構關係如圖 11。

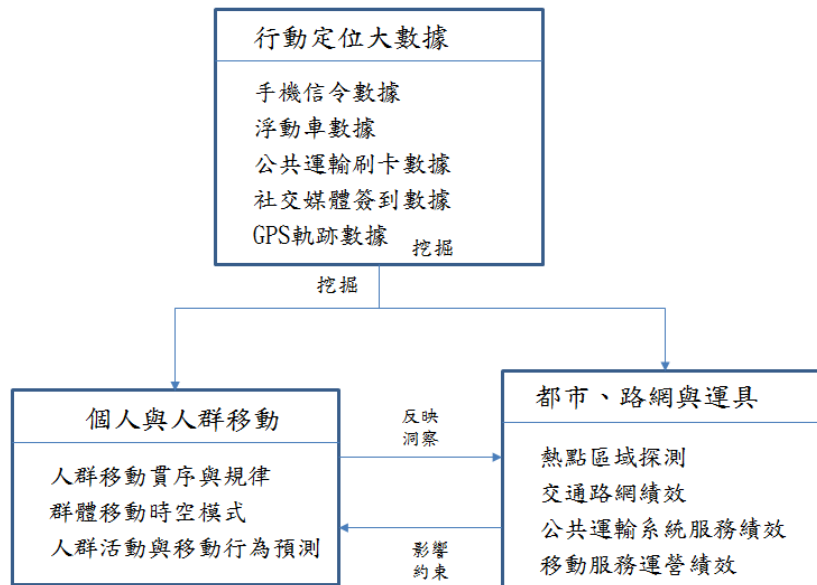


圖 11 都市路網與運具與群體移動的數據結構關係

為了充分反映車輛及旅次每日在時空中的流動情況，考量網路流動模畫的技巧與後續各種可能之網路最佳化求解方法，本研究整合多重車流時空網路及多重人流時空網路，在數學上將 MaaS 的各類行動服務整合定式為整數多重網路流動問題，在時空網路設計上，節點代表特定人或車輛在某一特定時間之時空位置點，節線則代表車人或輛在時空中的移動情形，其時空網圖示意如圖 5。

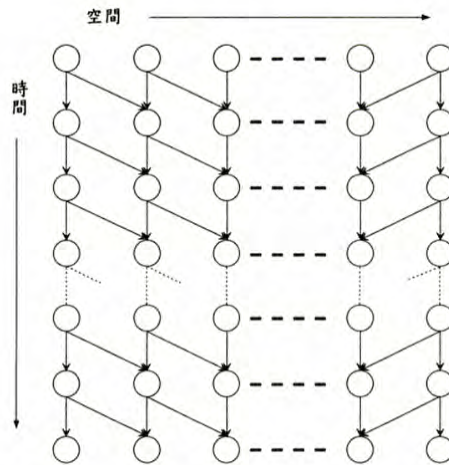


圖 5 時空網圖示意

由於最佳化演算法只是儀表板背後各種服務優化的支撐，因此進一步降維至所謂超網路（Supernetwork）的概念模型。超網路是在空間網路中將不同行動選擇方案的過渡節線，整合成相互關聯的網路圖層，每一個網路圖層關聯一類的行動選擇方案，故可依 MaaS 服務特性，歸類出社群、步行、自行車、公共運輸、私有運具移動等具代表性的網路圖層架構，圖層與圖層之間則利用過渡節線的先後次序來顯示其個人或車輛移動的空間貫序以及與其他人、車間之互動。

圖 12 為共乘行動在超網路中之示意，在這個例子中，某人 n1（每個人是社交網路中的一個節點，如 n1 與 n8）有一個旅次由起點 n2 到迄點 n12。l1 是從社交網路到步行網路的過渡節線。在這個情境中，此人將在步行網路中，從 n2 步行移動到 n3，行走的距離是 l2，n3 是一個公車站，l3 則是由步行網路過渡到公共運輸網路的過渡節線，其上具有過渡的成本如：等候時間，搭上公車之後會從 n4 坐到 n4，其中節線 l4 代表搭車的過程，其節線上有過渡的成本如：搭車時間與費用等，到達 n6 後，此人步行由 l6 到 n7，遇到第 2 個人 n8，與他一起共乘，n8 也是第 2 人旅次的起點，兩人開車由 n9 到 n10，開車過渡節線 l9 上有開車的時間與費用成本，之後下車到 n11，步行 l11 至 n12，到達目的地完成整個旅次。

透過這樣的模化設計，儀表板所顯示之資訊背後均可與相關分析模型及特類演算進行整合，讓儀表板成為運營與分析結果的最佳視覺化顯示工具。

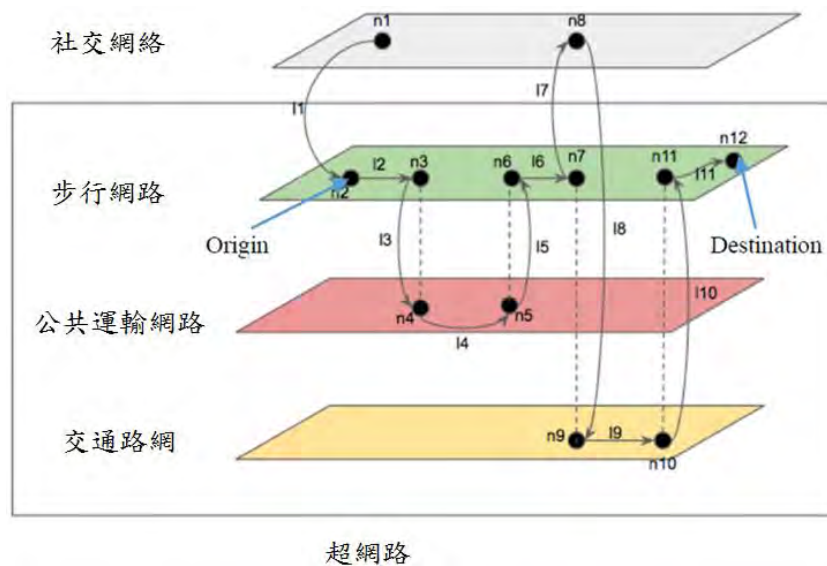


圖 12 共乘行動在超網路中之示意

(3) 多層次 MaaS 儀表板架構

比於超級網路的分層結構，本計畫提出多層次 MaaS 儀表板架構如圖 13，分成使用者資訊儀表板、業者績效儀表板、運輸服務資訊儀表板、服務績效指標儀表板以及區域整體儀表板等 5 大類。概述如下：



圖 13 本研究 MaaS 儀錶板架構圖

● 使用者儀表板

使用者儀表板藉由 MaaS App 提供個人化的旅運行程規劃，包括單一或是多種公共運具組合之路徑規劃，並提供各種運具旅行時間預測與運價估算等資訊。此外，MaaS App 亦提供使用者查詢天氣、瀏覽新聞、事件、興趣點資訊(POI)、文化或旅遊等活動行程。

MaaS App 也可統整使用者隨著時間累積的旅運型態，例如查看旅運行程所花費的各項成本，包含碳足跡、交通成本、停車成本、關聯保險成本的里程數，也可關聯健康運動目標(參考圖 14 範例)。此外，可導入點數獎勵機制，藉由提供使用者透明化、清楚易懂的選擇方案及誘因資訊，促進交通行動服務之行為轉型的目標。



圖 14 Google Fit 提供整合移動資訊（步行、跑步、自行車）來協助使用者規劃健康運動目標

- 運輸服務資訊儀表板

MaaS 提供使用者整合多運具與路徑規劃功能，使用者可選擇搭乘轉乘捷運、鐵路、公車、自行車、計程車、媒合車等多運具服務方案。業者端服務資訊儀表板應供給運輸服務業者關於其運具相關之時地資訊，供運輸服務業者動態調度、評估分析以達成 MaaS 之跨運具無縫接駁，各類型運輸服務業者服務資訊儀表板可提供之資訊如圖 9 及圖 10：

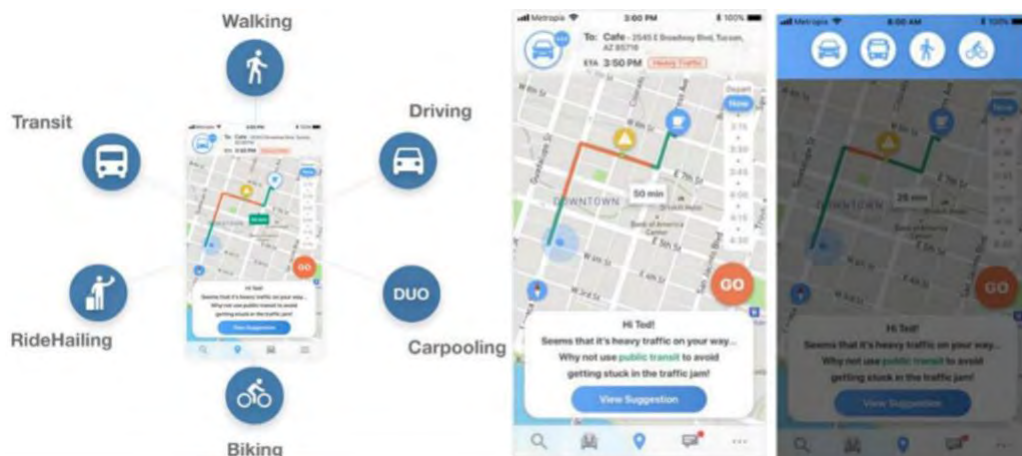


圖 15 Metropia JOURNEY 多運具選擇，提供使用者跨運具接駁功能

資料來源: <https://www.metropia.com/>



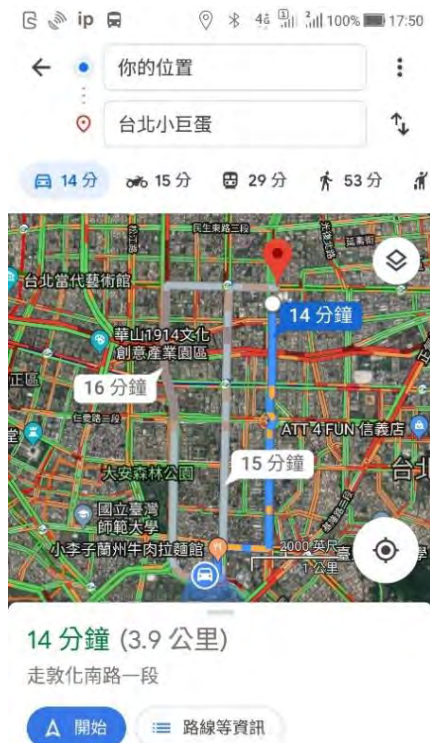


圖 16 Google Maps App 提供使用者端多運具選擇以及時間預估功能

- ◆ 捷運：提供捷運車站即時到站離站電子看板資訊、捷運車站出入口人流資訊、路線乘客流動變化。
- ◆ 鐵路：提供火車即時到站離站電子看板資訊、班次延誤資訊等。
- ◆ 公車：提供公車定時/定點資料、路線車輛分佈、公車站牌預估到站時間資訊、公車目前即時位置、行駛路徑、公車即時車速、駕駛行為(怠速、急加減速、超速)、發車時間、公車司機工時分析、每日油耗數字、每日載客人數、每日載客趟數，可參見圖 17。
- ◆ 自行車：提供公共自行車站動態剩餘車位資料、車輛調度資料、車輛車站周轉率、車輛租借時間。
- ◆ 計程車：計程車即時位置、每日營業時數、行駛公里、載客人數、載客趟數、空車時數、油耗數字、空車/載客率分析、即時載客/下客熱點分佈圖，可參見圖 18 及 19。
- ◆ 媒合車：車輛即時位置、每日營業時數、每日行駛公里數、每日載客人數、每日載客趟數、空車時數、空車/載客率分析、前往接送乘客路程時間統計。



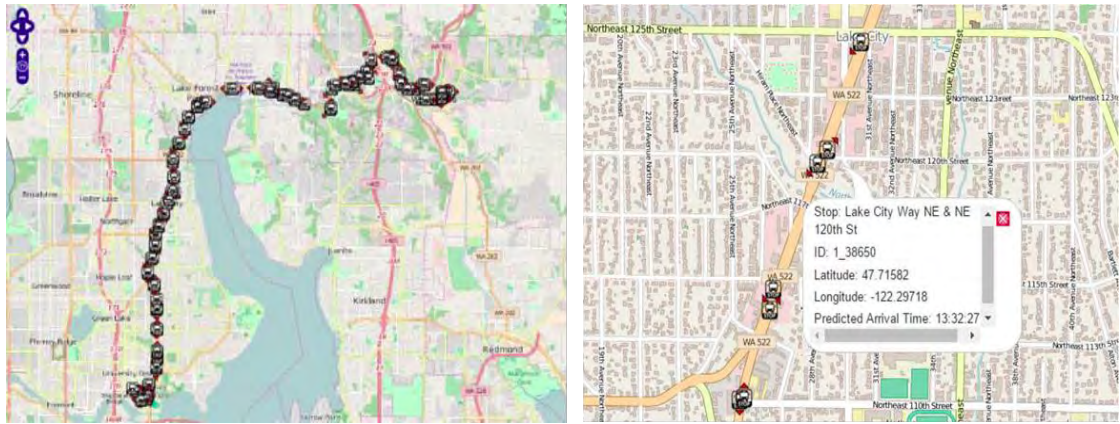


圖 17 以公車業者為例，儀表板可提供之參考資訊如下：(a)單一公車路線車輛分佈 (b) 公車站牌預估到站時間資訊(Wang et al. 2016)

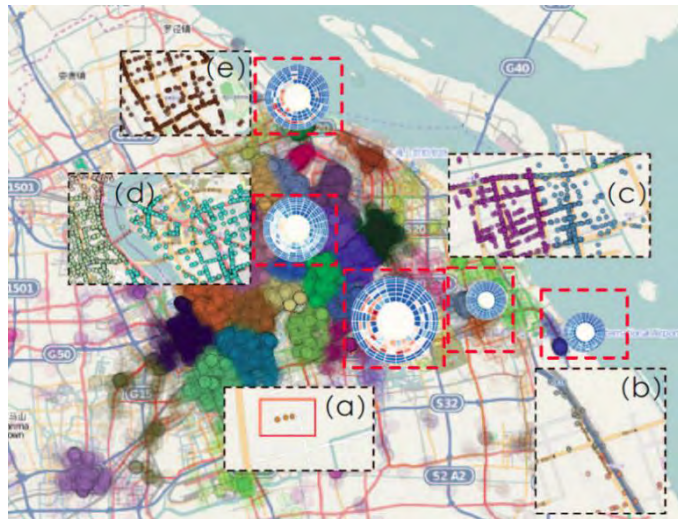


圖 18 計程車即時載客/下客熱點分佈儀表板，自動格放出現階段前五載客熱點(Pu et al. 2013)



圖 19 計程車即時載客/下客熱點分佈、以及分時載客/下客人數統計儀表板  
資料來源：Nivan Ferreira et al.(2013)

- 整體區域儀表板

區域指標儀表板可提供政府部門用於分析及觀測公共部門相關設施、交

通路況、環境，等關鍵指標，以因應後續處理、提升及快速反應在城市治理中對人民的服務水平。其中包含行動服務區塊、能源汙染區塊、空氣品質、交通路網績效以及人流資訊等。

以圖 20 為例顯示倫敦城市的儀表板，包含交通(路況監測、地鐵、公車使用狀況、腳踏車使用狀況)、空氣環境、即時重要新聞等資訊。

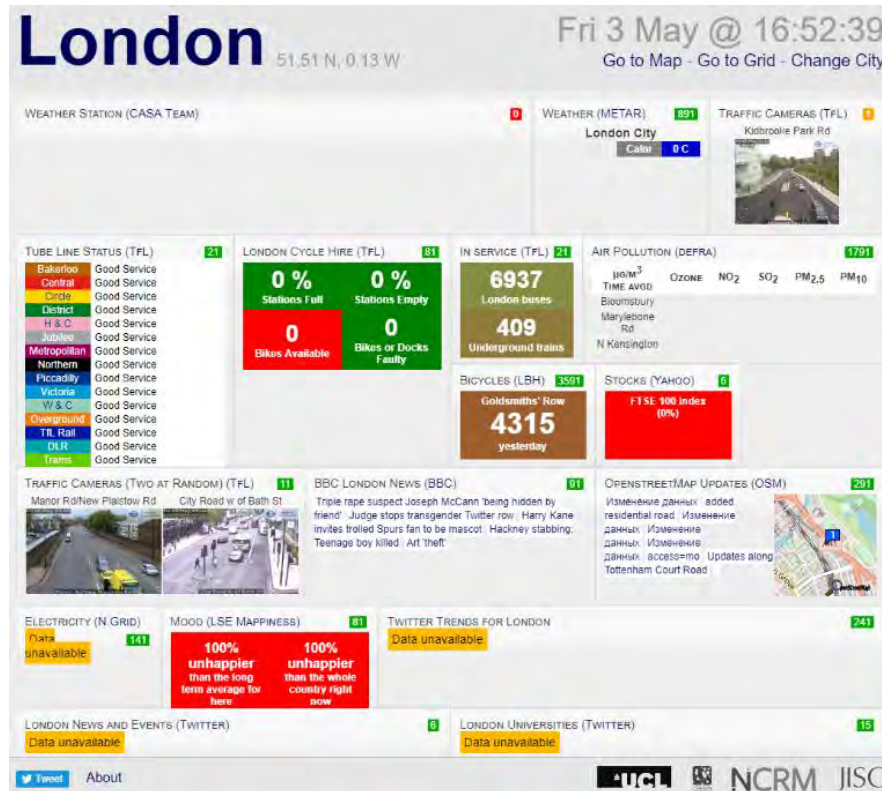


圖 20 倫敦城市儀表板

資料來源：<http://citydashboard.org/london/>

## 五、結論

本研究提出一資料大數據為基之資料探勘演算法之MaaS大數據儀表板架構，結合後端演算及分析功能，可更有效率探討交通行動服務之多元公共運輸數據，可根據此儀表板提出交通改善之精進策略，整合多運具聯網數據分析，可進行搭乘、轉乘特性、月票點數使用特性、行動支付特性、其他MaaS相關服務使用特性的多旅次需求特性分析。再者，透過資料探勘分析方法，可從決策樹、迴歸分析、關聯分析、集群分析與類神經分析模式來闡述使用多元公共運輸的數據分析結果，研提MaaS精進建議給營運團隊執行之參考依據，進而支援交通部研擬重大交通政策。除了上述的數據分析，再透過異質資料融合，可進行壅塞路線、旅遊熱點、消費熱點、消費特性...等分析，將結果以儀表板的方式呈現人流、車流、金流的樣態與變化，使實際營運團隊能更快速、準確、便利、直覺地掌握MaaS的多樣資訊，並有助於推動MaaS相關服務。例如客運路線可根據儀表板呈現的資訊進行路線、班次調整。行銷策略與活動亦可依據熱點分析與消費特性的分析結果研擬與推動。

## 參考文獻

- 臺北都會區及宜蘭縣交通行動服務建置及經營計畫(1/3)營運策略計畫書，中華電信(2017)
- 整合公共運輸行動服務(MaaS)，運研所(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)，中華電信(2018)
- 高雄市交通行動服務(MaaS)示範建置計畫，中冠資訊股份有限公司(2018)
- <https://www.men-go.tw/>
- <http://citydashboard.org/london/>
- <https://www.metropia.com/>
- Chen, W., Guo, F., and Wang, F. Y. (2015), "A survey of traffic data visualization," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol.99, pp. 1–15.
- Chu, K. K. and Chapleau, R. (2008), "Enriching Archived Smart Card Transaction Data for Transit Demand Modeling," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2063, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, pp. 63–72.
- Du, F., Brule, J., Enns, P., Manjunatha, V, and Segev, Y. (2015), "MetroViz: Visual Analysis of Public Transportation Data," arXiv:1507.05215 [cs.HC].
- Grupe, F. H. and Owrang, M. M. (1995), "Data Base Mining Discovering New Knowledge And Cooperative Advantage," *Information System Management*, Vol. 12, No.4, pp.26-31.
- Hand, D. J., Blunt, G., Kelly, M. G., and Adams, N. M., (2000), "Data mining for fun and profit," *Statistical Science*, Vol.15, No.2, pp.111–131.
- Pu, J., Liu, S., Ding, Y., Qu, H., and Ni, L. (2013), "T-Watcher: A New Visual Analytic System for Effective Traffic Surveillance," in 2013 IEEE 14th International Conference on Mobile Data Management.
- Wang, Y., Ke, R., Zhang, W., Cui, Z., and Henrickson, K. (2016), "Digital Roadway Interactive Visualization and Evaluation Network Applications to WSDOT Operational Data Usage," *Smart Transportation Applications and Research Laboratory*.
- Zheng, Y., Capra, L., Wolfson, O., and Yang H. (2014), "Urban Computing: concepts, methodologies, and applications," *ACM Transaction on Intelligent Systems and Technology*.