

交通部運輸研究所

合作研究計畫第 2 類之需求說明書

計畫名稱		大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(2/2)-完成鐵路系統供需診斷模式系統		
計畫編號		MOTC-IOT-109-ED005	計畫性質	<input type="checkbox"/> 行政及政策類 <input checked="" type="checkbox"/> 科學及技術類(2 擇 1)
計畫領域		<input type="checkbox"/> 電信 <input type="checkbox"/> 自動化 <input type="checkbox"/> 土木 <input type="checkbox"/> 機電 <input type="checkbox"/> 航太 <input type="checkbox"/> 海洋 <input checked="" type="checkbox"/> 運輸 <input type="checkbox"/> 氣象 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 觀光 <input type="checkbox"/> 綜合（以計畫內容領域比重較高者為主，若計畫內容涉及法令、財務、制度等之研究者則以綜合領域屬之）		
預定執行期限	全程	108 年 決標日 至 109 年 12 月 31 日		
	年度	109 年 決標日 至 109 年 12 月 31 日		
經費概算	全程	新臺幣 3,500 千元		
	年度	新臺幣 2,000 千元		
聯絡人	單位	運輸工程組	連絡電話	(02)2349-6827
	職稱	研究員	傳真號碼	(02)2545-0427
	姓名	鄔德傳	E-mail 信箱	djwu@iot.gov.tw
一、計畫背景與目的：（簡述計畫之目的、緣起與重要性，並說明與當年度業務施政之關聯性、配合性及前後連貫的整體性）				
(一)目的、緣起與重要性，並說明與當年度業務施政之關聯性、配合性及前後連貫的整體性： 1、前瞻基礎建設特別條例業於 106 年 7 月 7 日總統公布施行，其中前瞻軌道建設涵蓋高鐵臺鐵連結成網、臺鐵升級及改善東部服務、鐵路立體化或通勤提速、都市推捷運及中南部觀光鐵路五大推動主軸，第二期行政院將編列 411.87 億元，重點項目包含辦理花東鐵路雙軌化、新竹大車站平台等計畫。爰此，軌道建設在公共運輸上將扮演更重要的角色，然各國鐵路系統旅運各有其特性，另前瞻基礎建設將影響未來運輸供需情形，為協助交通部及相關單位政策研擬，並研發本所辦理相關工程經費審議之政策工具，爰辦理 2 年期之科技研究，將利用大數據分析技術並建立診斷模式軟體，以引領鐵路發展並達成節能減碳之政策目標。 2、本年度為計畫第 2 年，將以 108 年度研究計畫成果為基礎，更新與擴充鐵路系統診斷模式軟體，進行臺鐵全系統供需現況之診斷，並進行運能供給最佳化、建設計畫運能改善效益評估等情境分析，以協助本所政策研擬並作為辦理相關鐵路工程基本設計經費審議，檢視相關效益之參考工具。				

(二)文獻回顧：

1、以前年度相關研究/計畫成果：108 年大數據分析技術進行鐵路供需診斷與策略分析(1/2)-診斷模式軟體雛型之建置。

2、其餘詳如附件。

二、合作研究機構/單位之條件及合作方式：（說明合作研究機構/單位的性質、計畫主持人與主要研究人員/計畫人員所需具備之專長條件與經驗，以及本所與之合作的方式）

(一)本計畫合作單位宜具備土木、鐵路工程、資訊、電機與行政管理等專業之相關研究與實務經驗。

(二)合作單位之主持人、協同主持人與主要研究/計畫人員應具有土木、鐵路工程或資訊等相關學經歷背景。

(三)本計畫採合作方式辦理，本所將派員與合作單位定期或不定期舉行工作會議及參與計畫相關工作，並辦理相關行政作業、協調配合及成果之研討與審議等事項。

三、預期完成的工作項目：（條列說明將合作進行之工作項目，若分年進行，得分年列述）

本研究全程工作預計分 2 年期執行，109 年為第 2 年，各分年工作說明如下：

(一)第 1 年研究(民國 108 年)，預期完成的工作項目如下：

- 1、蒐集臺鐵近 3 年售票紀錄(包含 TPT 售票與舊式自動售票機、電子票證及定期票證等逐日紀錄資料)及對應之每日班表資料，進行資料清洗及資料擷取、轉換、載入，建立歷史售票及班表資料倉儲。
- 2、針對東部軌道運輸供給與需求面之實務運作情形進行訪談，包含掌握臺鐵第四代票務系統票務紀錄(包含種類、預訂格式)及相關分析功能，探討與前述資料串接之可行性。
- 3、蒐集東部軌道運輸相關資訊系統資料及建設計畫，研析本所需向權管單位索取之資料源及資料欄位。
- 4、研析引進大數據分析技術，進行旅客起迄運輸需求之診斷分析方法，利用歷史售票及班表資料倉儲，藉由構建相關診斷模式軟體雛型以診斷分析東部軌道旅客運輸供需情形，並求得歷年平、假日及連續假日(3 日以上)之尖離峰分時旅客起迄車站分布(以下簡稱 OD 矩陣)與平均日 OD 矩陣、平均週 OD 矩陣等。
- 5、前開診斷模式軟體雛型除需求面分析外，尚應考量列車車輛現有供給情形(包含列車編組及其載客容量)，探析由前述 OD 矩陣並配合本所列車自動解衝突相關研究成果自動演算軌道運輸相關服務計畫之推演邏輯(包含列車初始班表、各車次所使用之車型、對號車之配位，且須考慮後續自動排除班表衝突之需求)，據以完善

包含供給、需求及模擬分析之軟體雛型。

6、針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報或影片電子檔。

7、研究成果需投稿 1 篇於本所運輸計劃季刊、國內期刊或學術研討會。

(二)第 2 年研究(民國 109 年)，至少應包括工作項目：

1、研析將前期規劃建置歷史售票及班表之資料倉儲以直接或間接方式串接臺鐵第四代票務系統售票紀錄(包含種類、格式)，或提出其他資料蒐集之解決方式，並擴充近 2 年(包含 108~109 年 11 月底)售票紀錄。

2、承續第 1 年度大數據分析技術，並維護與擴充本所診斷模式軟體，以診斷分析臺鐵系統(含支線)旅客運輸供需情形，並求得歷年平、假日及連續假日(3 日以上)之尖離峰分時旅客起迄車站分布(以下簡稱 OD 矩陣)與平均日 OD 矩陣、平均週 OD 矩陣等。

3、所維護與擴充之診斷模式軟體除需求面分析外，尚應考量列車車輛現有供給情形(包含列車編組及其載客容量)，探析由前述 OD 矩陣並配合本所列車自動解衝突相關研究成果自動演算軌道運輸相關服務計畫之推演邏輯，據以強化臺鐵系統供給、需求及模擬分析之軟體。

4、研究過程辦理專家學者座談會暨成果發表至少 1 次。

5、針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報、看板、摺頁資料或影片電子檔。

6、研究成果需投稿 1 篇於本所運輸計劃季刊、國內期刊或學術研討會。

7、參考「科技計畫績效管考平台(<http://stprogram.stpi.narl.org.tw>)」之「績效指標(實際成果)資料格式(word 檔案)」及「佐證資料格式(word 檔案)」，就本計畫成果之特性，選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。本計畫績效指標項目至少包括下列 3 項：

(1)學術成就(科技基礎研究)-A 論文發表。

(2)學術成就(科技基礎研究)-D 研究報告：報告數量、引用數。

(3)其它效益(科技政策管理及其它)-AA 決策依據：研究成果被參採次數。

四、本計畫之主要部分(應自行履約不得轉包)

上述工作項目各項應全數自行履約不得轉包。

五、預期成果、效益及其應用：(說明預期完成之具體成果，儘量依條列舉，若分年進行，得分年列述。並按計畫性質詳述所獲得的效益，以及未來在業務施政上的應用)

(一)預期成果：利用大數據分析技術，建立與擴充鐵路診斷模式軟體，進行鐵路系統全面

供需診斷，據以協助本所研擬策略與辦理相關鐵路工程基本設計經費審議。

(二)預期效益：利用大數據分析技術進行鐵路系統全面供需診斷分析，強化軌道運輸規劃之能力，以引領鐵路發展並達成節能減碳之政策目標。

(三)預期應用：所建立鐵路診斷模式軟體，可作為本所研擬策略與辦理相關鐵路工程基本設計經費審議之重要參考。

六、其他重要說明事項：

(一) ☒ 本採購案之法定預算尚待通過，實際執行金額以立法院審議通過後之預算金額為上限，若未審議通過則不執行。(本所預算請列此項)

☐ 本採購案為交通部(公路總局、○○○)預算，實際執行金額以審議通過後之金額為上限，若未審議通過則不執行。(其他機關預算請列此項)

(二)需索取前期(或相關)計畫成果報告書，請至本所網站 (<https://www.iot.gov.tw/>) 數位典藏/本所出版品下載，或逕洽本案承辦人。

(三) 108-109 年度研究方向及細部執行工作，本所保留調整之權利。

文獻回顧

一、文獻回顧

本研究主要範疇在探討如何解得良好、可行、而運能貼近旅客需求之運輸需求及排點自動解衝突之相關科技技術，俾利協助東部軌道運輸後續排點作業精進之參考。雖然軌道運輸之主要功能在提供運能，而過往文獻亦早有相關探討者，如 Nachtigall and Voget (1996)與 Liebchen and Peeters (2009)，惟多未確實考慮旅客之運輸需求。

而納入旅運需求作為主要考慮因素之研究迄今尚屬不多，以下為較具有代表性且與本研究內容較接近之文獻。

Caimi et al. (2011)針對每小時重複之規格班表系統，提出 periodic Service Intention (pSI) 架構以求解可配合尖離峰變化之部份規格化班表。該論文指出旅運需求有尖離峰不同之現象，並非持續固定。因此若軌道運輸系統採用全日每一小時均固定發車的全規格化班表，將有其不適用之處。相對的，部份規格化班表混合多種不同周期結構，並允許例外情形。其較高度之彈性提供了較佳之服務，較能貼近旅運需求在不同時段之變動。然而由數學觀點，全規格化班表較單純，而部份規格化班表則較為複雜。為此，研究目標係在開發一個方法以將部份規格化之班表轉化為全規格化班表，以利用較易求解之數學模式解得所需之班表，再由其中去除不需要之車次。研究假設軌道運輸系統之營運者已備有一套營運計畫，其中包含所擬開行之車次之大略開車時間、所擬提供之車次間轉乘機會、不同車次間之依存關係（例如 A 車次與 B 車次因為使用了相同之編組，因此 B 車次之班表時間必須安排在 A 車次之後）、以及適當之基本周期長度 T （例如 60 分鐘或 120 分鐘）。求解時則將所擬開行之車次全部投影於長度為 T 之時段中，即得到可涵蓋所有擬開行車次之基本周期。之後再將該基本周期視為全規格化班表，利用 Serafini and Ukovich (1989)所開發之方法以求解得到對應之時刻表。由於求解時係視為全規格化班表，但實際需求為部份規格化班表，因此所得到之時刻表中含有多餘之車次。於求解完成後之後處理階段去除這些多餘車次，即得到所需要之班表。

Cordone and Redaelli (2011)同樣針對規格班表系統，開發數學方法以求解可服務最多運輸需求之規格班表。該研究使用非線性、非凸形、混合整數模式描述旅運需求與規格班表間之互動關係。在列車運行的部份，該模式所納入之因素包括小時周期性之要求（每小時一循環之規格化班表）、列車在各站停站時間之上下限、以及前後列車間之最小時隔。在旅運需求的部份，該模式則考慮各種不同轉乘模式以及「不選用軌道運輸」之可能性對乘客所提供之多樣化選擇，假設乘客之抵達率成 Weibull-Gumbel 分佈，並以羅吉特模式(Logit model)描述個別乘客之選擇行為。旅運需求與規格班表間之互動關係為研究的主要特點。由於該模式納入了旅客「不選用軌道運輸」之選項，因此軌道運輸所提供之班表品質將影響選用軌道運輸之旅客人數。而在該研究中，班表品質僅考慮與班表密切相關之轉乘時間。以此為連結點，該模式即可以數學方法連結選用軌道運輸之乘客人數，以及軌道運輸班表。

在求解部分，由於羅吉特模式具有高度之非線性，而描述班表之模式係混合了連續量與離散量之線性，因此，本研究使用分段線性逼近之方法，將其中對應羅吉特模式之部份轉化為近似之分段線性函數(piecewise linear function)，使之能夠使用分枝定限法(branch and bound)順利求解。

綜合前開文獻回顧可發現，結合旅運需求與排點自動解衝突之研究成果甚少，且均以相對單純之規格化班表為求解目標。然東部軌道運輸系統之車種複雜、停站模式多樣化、列車行程往往同時涵蓋多數都會區與非都會區、且東部軌道運輸系統尚存有部分路線容量不足之問題，均使得東部軌道運輸系統目前難以採用規格化班表之營運模式。因此本研究開發新技術，以建構符合東部軌道運輸旅客需求的排點自動解衝突之技術，確有其必要性。

二、參考文獻

1. Caimi, G., Laumanns, M., Schüpbach, K., Wörner, S., Fuchsberger, M., 2011. The periodic service intention as a conceptual framework for generating timetables with partial periodicity. *Transportation Planning and Technology* 34, 323-339.
2. Cordone, R., Redaelli, F., 2011. Optimizing the demand captured by a railway system with a regular timetable. *Transportation Research Part B: Methodological* 45, 430-446.
3. Liebchen, C., Peeters, L., 2009. Integral cycle bases for cyclic timetabling. *Discrete Optimization* 6, 98-109.
4. Nachtigall, K., Voget, S., 1996. A genetic algorithm approach to periodic railway synchronization. *Computers & Operations Research* 23, 453-463.
5. Serafini, P., Ukovich, W., 1989. A mathematical model for periodic scheduling problems. *SIAM Journal on Discrete Mathematics* 2, 550-581.