

工業 4.0 在交通上的應用

鄭永祥

工業 4.0 的概念目前已成功應用在國內外交通產業中，它結合了前端感應系統的數據採集，透過物聯網的資訊傳達至雲端平台，再藉由大數據演算法整合成有意義的決策資訊，進而快速回饋及反應。

工業 4.0 的概念統合了目前不斷開發的機器人系統、物聯網、雲端平台、大數據演算法等技術，把供應鏈、自動生產及顧客服務，從上游到下游整合成資訊流。整個過程或服務架構都在這平台（雲端平台、資料處理中心）流通及運用，從前端的感應系統（如機器人、感應設施等）回傳訊息到這個平台，平台資料庫則透過演算法把這些大數據資料整合成有意義的決策資訊。

這種以演算法由大數據資料找出有用資訊的過程稱為「資料探勘」，利用這種資訊調整機器的服務方式或產出的過程稱為「機器學習」，意思就是訓練機器蒐集更多資料，而能更精確掌握使用者或消費者的需求，進而快速回饋及反應。



國外交通產業上的應用

美國一家第三方物流公司發展出許多管理資訊系統，並與供應鏈的協力廠商及客戶端整合，希望提高管理效率及顧客服務。尤其是在散貨或小包裝的貨運部分，更需要強大管理資訊系統的垂直及水平整合，以更有效率地處理顧客需求和對供應商的服務進度。這公司目前發展工業 4.0 在前端應用的系統，以有效掌握客戶的需求並適時調整。整合的物流服務架構

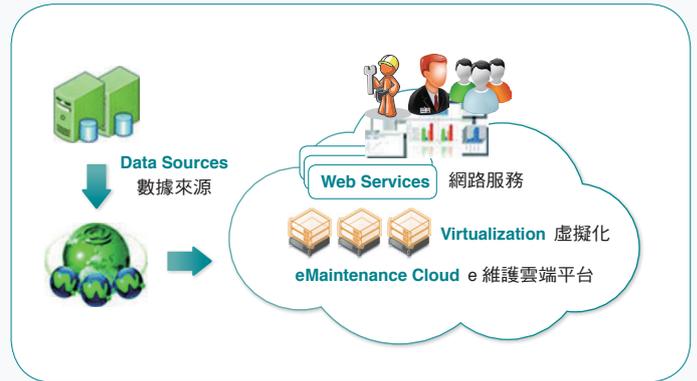
也會導入物聯網系統，應用在原有的交通管理系統中。

2012年，某電子商務公司收購了一家公司並引進其自動化無人搬運系統至倉儲作業，大幅加快了訂單的處理速度並節省人力資源。在工業 4.0 體系中，因擁有前端先進的機器人技術與自動化機器設備，能更快速掌握客戶的需求與服務方向並即時反應。

有一家法國公司的主要業務是生產軌道系統各型列車，如法國高速列車和歐洲之星，在巴塞隆納應用大數據、3D 列印技術設計及製造列車。在製造列車時，應用平台上不斷回傳的資訊，分析並訓練 3D 列印機器了解需要的原物料是什麼，以滿足列車系統製造上的需求，也能加快列車系統製造的速度及降低成本。在後續的維修上，也更能掌握多樣的原料組成與設施零件的可靠度，以協助鐵路營運業者有效維修，並降低維修成本。

Maintenance 4.0 是在工業 4.0 提出後，透過偵測器的數據採集與分析，即時維修軌道運輸的列車，進而把受損率降到最低的系統。其利用 RFID 技術開發 eMaintenance 雲端平台組織，以即時預測並回應鐵路運輸的營運問題。在網路服務的過程中，蒐集與記錄前端用戶（包括勞工及客戶）的資訊，透過網際網路儲存到資料庫中心，並監控以及對不同列車維修狀況做出適時的反應，對於備品的數量及庫存管理也能透過大數據的分析而更準確地推估。

工業 4.0 概念目前大部分都應用在供應鏈管理、電子商務及製造業，未來也能在交通運輸服務上有許多應用。



eMaintenance 系統的概念圖（圖片來源：Maintenance 4.0 in Railway Transportation Industry）

鐵路票務系統

交通運輸業面臨的挑戰一向是如何處理尖離峰時段的運輸服務。法國鐵路公司的解決方法是運用靈活的訂價及座位管制策略，建立能即時反映價格，並能調節尖離峰票價的營收管理系統。

交通運輸業雖然在尖峰時間會有一位難求的窘境，但若是離峰時座位沒有賣出，因運輸的服務無法儲存，也會造成營收的損失。如能應用工業 4.0 的概念，建立一個雲端平台，透過前端的票務及訂位系統，以及乘客與站務員的手機回傳資訊，快速反映票務處理並即時反饋訂價，應用大數據資料使價格能機動調整在合理範圍內。

最重要的是根據過去交通量與現在回饋的資料，針對交通量的尖離峰變化，做出座位調控及價格反映，使整體列車營收增加。此外，營運者可以透過不同類型乘客以往搭

交通運輸業面臨的挑戰一向是如何處理尖離峰時段的運輸服務。

YOU CAN ALSO MODIFY YOUR SEARCH HERE

From Lille to Agen Depart 01/03/18 - 7 AM Return 1 Adult MODIFY

← Earlier trains Total price for 1 adult

07:41 AM	LILLE FLANDRES	5h 50m 2 connections Multiple carriers	€128 ¹⁰ 2nd class	€171 ¹⁰ 1st class
01:39 PM	AGEN			
08:42 AM	LILLE EUROPE	5h 50m 2 connections Multiple carriers	€128 ⁵⁰ 2nd class	€173 ⁵⁰ 1st class
02:32 PM	AGEN			
10:20 AM	LILLE FLANDRES	6h 12m 1 connection Multiple carriers	€145 2nd class	€182 ¹⁰ 1st class
04:32 PM	AGEN			
11:41 AM	LILLE FLANDRES	5h 25m 1 connection TGV		€174 1st class
05:04 PM	AGEN			
01:13 PM	LILLE EUROPE	6h 15m 2 connections Multiple carriers	LOWEST FARE €124 ⁶⁰ 2nd class	BEST VALUE €149 ⁹⁰ 1st class
07:32 PM	AGEN			

法國鐵路票價不同時段差異很大，藉此降低尖離峰的差異。（圖片來源：法國鐵路網站）

乘鐵路系統的資訊，如旅次起訖點、搭乘班次、票價、搭乘時間等大數據資料，進行對商務旅客或休閒旅客的差異化行銷策略。

路況即時回饋

我國的高速公路電子收費系統，除了能即時扣款外，也有車型與車牌辨識、測速等功能。藉由其所蒐集的大數據資料，也能協助分析與判斷目前高速公路的路況，即時回報高速公路局交控中心。

未來如果能持續發展在重要的市區道路布設路旁偵測設施，並建立雲端數據分析平台，就能達到以大數據資料觀測，甚至預測都市道路交通狀況，如車流量、車流速率、車流密度、停車供需、旅行時間，乃至事故風險熱區的提醒等。一旦發生交通事故，也能即時通知道路的車輛使用者，透過適當替代路線的建議來改道或修正路線。

未來如果能布設路旁偵測設施，建立雲端數據分析平台，就能以大數據資料觀測甚至預測交通狀況，乃至提醒事故風險熱區。



高速公路電子收費門架上的各項感應設備（圖片來源：高公局）

自動駕駛與高齡化社會

工業 4.0 的概念也能應用在無人駕駛方面，並擴大應用於大眾運輸上。目前國內公車幾乎都由人駕駛及反應，其實車輛到達各站的時間都能成為大數據的資料。目前，大台北公車動態資訊系統就是應用大數據的資料，整合公車上的 GPS 資訊及站牌的資料，預測公車的到達時間，提供給在站點等候及網站查詢的民眾，甚至能藉由 APP 手機軟體即時查詢。

此外，可應用工業 4.0 概念發展半自動駕駛系統，甚至未來可能發展的無人駕駛車輛，可以透過路旁的偵測器，隨時接收大量的道路數據，進而隨時調整車輛的行車速度及方向，即時反映車輛狀況到路況行控中心，也能即時處理問題。在第一時間除了把災害降到最低外，也能更加掌握各車輛目前位置及車輛的可靠度，並預測潛在風險，讓事故預防及因應處理更完善。

自 1993 年 2 月起，台灣 65 歲以上的老年人口已超過總人口的 7%，依照 WHO 的定義，已正式進入高齡化社會。行政院國發會指出：2018 年我國老年人口將達 14.36%，正式邁入國際慣稱的「高齡社會」；到了 2026 年，台灣更將走入「超高齡社會」，老年人口比率達 20.63%。在進入高齡化的社會後，如何替高齡者設計出適合的交通運輸服務是重要的挑戰。因此，如何整合利用路旁偵測器及車輛的自動駕駛科技，讓高齡者在使用私有運具時，因為其自動化程度的提高，能在風險發生前警示甚至調整其駕駛行為，以確保高齡者行的安全，是未來重要的交通政策。

飛航安全

確保飛航安全向來是各國努力的重點，目前飛航的失事率雖已控制在一定的水準之下，但各國仍戒慎恐懼地避免飛安事故。雖然航空運輸的失事率較陸路運輸低，但只要出現任何意外，造成的傷亡都很慘重，而過去的事故有許多是由於塔台航管人員與飛機駕駛員的溝通出現問題造成的。

未來如果能應用自動化的系統，協助航管人員在塔台目視飛機起降，即時回饋給平台，以更自動化和數位化的方式適時提醒塔台及警示航管人員，讓風險降到最低，並在第一時間回饋危險訊號予機長，就能再進一步避免起降時的潛在風險，也能排除天氣因素或其他外在因素而產生的疏失。

公共運具租賃系統

現有的公共運具租賃系統包括公共自行車租賃系統、公共電動機車租賃系統等，甚至未來可以推廣至公共小汽車租賃系統，以有效解決都市的部分運輸問題。公共自行車租賃在推動時已經有其雲端平台的基礎，租借及還車的站點部分也有 RFID 系統設施，因此未來發展工業 4.0 的概念較容易推動。

應用工業 4.0 的概念，可把前端的站點加入必要的偵測設施，假使有任何狀況，如車輛可能快爆胎、資訊或車輛系統異常，或站點的車輛不足，就能隨時回報資訊。而在回報到平台成為大數據後，可做為判斷回饋行動機制的基礎，即時回饋到前端並做出反應。如果夠自動化，整個服務提供過程就不需要過多營運人員的介入。

雖然目前工業 4.0 較少應用在交通運輸中，但透過物聯網、雲端平台與運算、大數據分析，以及機器人系統應用技術的不斷升級，在可見的未來，應能增加工業 4.0 應用在交通運輸服務的廣度與深度，並透過數位化、自動化，以及最佳化的策略，更貼近使用者的需求。

鄭永祥

成功大學交通管理學系

