

## 評估智慧化大眾運輸系統—科技接受模型之應用

黃國平<sup>1</sup>、許慶祥<sup>2</sup>、連仁宗<sup>3</sup>

1.成功大學交通管理科學系副教授 hwangis@mail.ncku.edu.tw

2.成功大學交通管理科學系研究生 r5693122@mail.ncku.edu.tw

3.交通部公路總局南部汽車技術訓練中心講師 thbstcg@thbstc.gov.tw

### 摘要

公車動態資訊系統為智慧型運輸系統(ITS)中不可或缺之部分，其可對 ITS 之服務品質與整體績效產生極高的加值效果。台灣目前已於北、中、南部等六縣市建置全部或局部的公車動態資訊系統，且系統之技術已發展至結合 GPS 的定位功能與 GPRS 的傳輸功能，並經由電腦與電話系統提供檢索或是語音查詢公車動態資訊的服務，為台灣大眾運輸系統提供了絕佳智慧化的典範。

由於民眾對 ITS 所提供之資訊服務所產生之態度將影響其對該資訊服務系統之使用意願，並進而對 ITS 之採用行為產生相當程度的影響。因此本研究乃利用行為理論中科技接受模型(TAM)並結合科技工作配適理論與電腦自我效能理論來探討民眾對高雄市公車動態資訊系統之使用意願與其影響因素構面間之關係。結果發現民眾對高雄市公車動態資訊系統之使用意願受到個人具有對該系統之正向或負向感受的態度所影響，而個人之態度則決定於其對系統之「有用認知」與「易用認知」。此外，民眾之「電腦自我效能」及其對該系統之「科技任務配適度」與「可靠性與互動性」認知亦會透過對「有用認知」與「易用認知」之影響而間接影響其對該系統之態度與使用意願。

經由本研究之驗證，可為探討民眾對運輸系統之採用意願與行為之方法提出值得參考之方向，且其結果對於發展動態運輸資訊系統之實務上亦具有極高之決策參考價值。

**關鍵字：**智慧大眾運輸系統、科技接受模型、結構方程模式

### 一、前言

由於運輸服務具有無形性、不可分割性、異質性及易逝性等服務業特性，且客運服務之安全性、舒適性、服務態度、時間等候等良善與否，均直接關係到乘客自身的感受，進而影響其對運輸系統之評價，因此客運業者必須設法提供接近乘客期望水準的服務以提升其知覺上的價值感受，方能降低大眾運輸系統相對於私人運具之劣勢以提高民眾搭乘意願及乘客之忠誠度，進而提升系統績效並有效紓解都市交通擁擠的壓力。在業者之諸多努力中，除增加班次密集性、提升人員服務品質、建立乘客申訴管道及訂定合理票價等傳統行銷策略外，長途客運業者在車上提供舒適寬敞的座椅及個人影音設備，其目的在於提供舒適之長途旅程並滿足乘客個人化的需求。而在市區汽車客運部分，由於旅程短暫且基於運量之考量，一般咸認為除了建構一套完善的轉乘系統外，透過動態運輸

資訊系統之建置以提高乘客資訊獲得之便利性，將能有效提升民眾對運輸系統之評價而提高其搭乘的意願。因此世界各國主要城市乃於發展大眾運輸系統之同時，紛紛著手進行公車動態資訊系統之研究與建置。

然而公車動態資訊系統是否真能為運輸系統帶來加值的效果，乃端視民眾對該系統之態度而定，因此必須對系統屬性與民眾態度間之關係進行分析以作為舊改善或新系統建置之參考依據。由於科技接受模式(Technology Acceptance Model, TAM)是從使用者內在認知的觀點來解釋其採用資訊科技之行為意願，且其被用以解釋資訊系統之接受度已獲諸多驗證與肯定〔7〕，因此本研究之目的即在於探討科技接受模式應用於解釋國人對公車動態資訊系統使用意願之適用性，進而分析影響此資訊系統使用意願之因素構面及其影響程度。

## 二、公車動態資訊系統

所謂「公車動態資訊系統」主要係透過先進車輛定位、資訊與通信科技之整合應用，藉以掌握公車之行車營運狀況並提供民眾即時、穩定的公車行車等相關資訊，其目的主要在於提昇整體公車運輸系統之服務品質與改善業者經營管理績效。自從美國多家客運業者於 1969 年起陸續裝置車輛定位系統 (Automated Vehicle Location, AVL) 以強化車隊管理、提昇服務品質後，世界各國主要城市亦先後相繼發展其公車動態資訊系統，如美國洛杉磯市南加州自動車輛監控與通訊系統 (AVM/C, 1977)、加拿大多倫多通訊與資訊系統 (CIS, 1970)、北美路上大眾運輸資訊系統(ERTIS)、舊金山公車動態資訊系統 (NEXTBUS Information System, 1998)、德國之智慧型公車系統 (Smart Bus, 1970~1992)、英國南安普敦 ROMANSE-STOPWATCH 計畫、法國里昂地區動態乘客資訊系統 (SIDV, 1997)、日本橫濱市 BOIS 系統、韓國公車資訊服務系統 (BIS)、韓國果川實驗計畫等。而我國近年來在先進大眾運輸系統(APTS)之發展與應用已由實驗階段逐漸走向實作推廣之階段，目前國內公車動態資訊系統的發展大多集中在台北市、新竹市、高雄市等幾個都市，主要採 GPS 衛星定位與 GPRS 無線數據傳輸之技術構建系統。

隨著今日網際網路技術的進步，公車動態資訊系統對使用者提供即時資訊之介面，則從過去僅透過智慧型站牌及車上顯示器之方式，演進至今日民眾亦可從個人電腦連接網站或者經由手機、PDA、BB-Call 及設於車站之觸控式螢幕等科技產品獲得所需之公車營運資訊，甚至透過電視了解目前公車分布狀況以便於出門前做旅次行前安排。至於各國主要城市公車動態資訊系統所提供之資訊內容概略如表 1 所示。

表 1 公車動態資訊系統提供之資訊內容

資訊內容	網站資訊	車站資訊	車上資訊
1.公車班次時刻表	✓	✓	
2.公車行經路線		✓	
3.公車票價	✓	✓	
4.公車轉乘資訊	✓	✓	✓
5.公車即時所在位置	✓	✓	
6.公車預計到達時間	✓		
7.目前公車有無空位	✓	✓	

8.特殊狀況訊息(如道路中斷停駛或繞道)	✓	✓	✓
9.即時轉乘資訊(如下車後多久可轉搭火車)	✓	✓	
10.沿線景點以及商業資訊	✓		✓
11.預定到達各站時間			✓
12.下一個停靠站之資訊			✓

資料來源：本研究整理

### 三、科技接受模式

#### 3.1 科技接受模式之理論架構

Davis[2]以 Fishbein 和 Ajzen[4]之理性行為理論(Theory of Reasoned Action, TRA)為基礎，配合資訊系統使用之應用情境而提出科技接受模式(TAM)，其理論架構如圖 1 所示。該模式包含下列幾項基本假定 [2]：

- 1、當個人對新科技之使用態度愈正向，則其使用新科技之行為意願就愈強烈。
- 2、「有用認知」與「易用認知」為影響個人對新科技使用態度之信念。
  - (1)、有用認知：指在組織環境中，使用者對於使用特定應用系統會提高其工作績效或學習表現之期望主觀機率。當使用者認知到系統之有用性程度愈高，則其採用系統之態度愈正向 [2]。
  - (2)、易用認知：指使用者認為學習採用系統之容易程度。當使用者認為系統愈容易學習，則其採用系統之態度愈正向 [2]。
- 3、個人認知上之有用性除了會影響其使用態度外，亦將對其行為意願產生直接之影響。
- 4、當個人對新科技之易用認知程度愈高，則其對該科技之有用認知程度亦愈高。
- 5、「外部變數」是指其他可能影響潛在使用者對新科技之有用性及易用性認知之外部因素，例如使用者個人變項、系統特性、環境變項等。這些外部變數均會透過有用認知與易用認知影響使用者之認知信念 [3]。

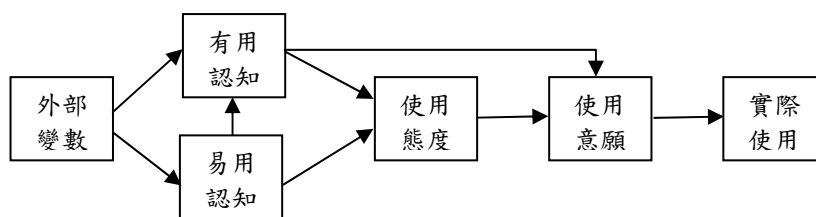


圖 1 科技接受模式(TAM)理論架構圖

資料來源：[2]

#### 3.2 電腦自我效能

所謂電腦自我效能 (Computer self-efficacy) 係指個人認為可以利用電腦來進行某項工作或執行特定任務之能力，此認知將會影響其對使用電腦所產生結果之期望。電腦自我效能之衡量構面如下：

- 1、電腦自我效能強度(Magnitude)可依執行工作時所需支援之程度予以衡量，若個人有較強之電腦自我效能，則其可於較少之支援下完成工作；反之，電腦自我效能強度較弱者便需要較多之支援方能完成工作。
- 2、當個人電腦自我效能力量(Strength)很高時，將自認有成功執行困難工作之能力。
- 3、若個人具有較高之電腦自我效能一般化能力(Generalization)，他將能使用不同之電腦

軟硬體或系統來完成工作，否則便可能受限於僅能使用某種軟硬體而已。

Compeau 與 Higgins 於 1995 年之研究結果顯示電腦自我效能為個人決定其使用資訊科技行為之重要影響因素〔1〕。此外，在科技接受模式之相關研究亦顯示個人所具有之電腦相關能力與知識，為其用以判斷某一新系統是否容易使用之基礎〔3〕。有關電腦自我效能研究之結果整理如表 2 所示。

表 2 電腦自我效能研究

研究學者	研究結果
Venkatesh & Davis (1996)〔10〕	「電腦自我效能」影響「認知易用性」
Compeau & Higgins (1995)〔1〕	「電腦自我效能」影響「績效」
Taylor & Todd (1995)〔9〕	「電腦自我效能」影響「認知行為控制」
Igbaria & Livari (1995)〔6〕	「電腦自我效能」影響「認知易用性」與「電腦焦慮」

資料來源：本研究整理

### 3.3 科技工作配適理論

所謂「科技」係指個人於執行工作時所使用之工具，而「工作」則為個人將輸入轉換成輸出的行為。Goodhue 與 Thompson 提出任務-科技配適理論 (Task-Technology Fit theory)，認為資訊科技對績效表現有所幫助之前提為此科技必須被接受而使用者願意使用，以及科技亦須與其所支援之任務有適當之配合，即科技之功能可讓任務更順利進行，以降低使用者執行任務之成本或令其更容易完成此任務〔5〕。其理論架構如圖 2 所示。

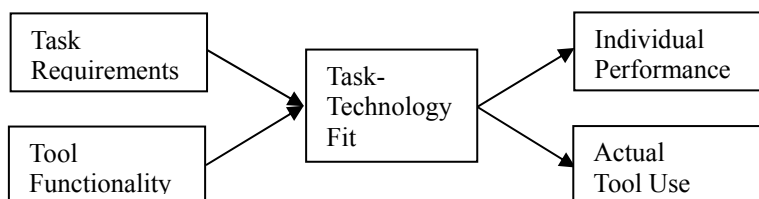


圖 2 任務-科技配適理論

資料來源：〔5〕

## 四、研究方法

### 4.1 研究方法

本研究採用網路問卷對高雄市公車動態資訊系統網站使用者進行問卷調查，在對樣本資料進行「敘述統計分析」與「信度分析」以確定問卷資料之信度後，利用結構方程模式 (Structural Equation Modeling, SEM) 之線性結構關係模式 (Linear Structure Relation) 校估科技接受模式 (TAM) 之路徑參數以構建 TAM 模式。即利用變數之相關係數矩陣 (Correlation Matrix) 作為輸入之資料，再以 STATISTICA 所內定由一般化最小平方法 (GLS) 轉至最大概式估計法 (ML) 之方式估計 TAM 模式之路徑係數。如此，透過模式參數之校估以反覆修正模式架構，最後得到配適度最佳之模式，並據以提出適宜之結論與建議。

### 4.2 研究假設與問卷設計

根據相關文獻〔2〕之研究，本研究假設民眾對公車動態資訊系統之使用意願乃受到個人對此行為之態度所影響，而影響態度之主要因素則為「有用認知」和「易用認知」。此外，影響「有用認知」和「易用認知」之「外部變數(External Variables)」主要有「電腦自我效能」、「科技任務配適度」、「可靠性與互動性」等構面之因素。因此，本研究之問卷內容除受訪者基本資料外，主要即包含此七種構面之問項，每一問項則依 Likert 五點式自陳量表方式設計，藉以獲得受訪者對於各問項的心理態度。為方便資料收集與整理以進行模式參數之校估，各構面之問題內容及變數命名如表 3 所示：

表 3 問卷之問項與變數之命名

變數	問項	構面
S1	我可以利用動態資訊系統找到公車資訊，即使沒有人在身邊告訴我該如何做。	效能 電腦自我
S2	我可以利用動態資訊系統找到公車資訊，即使我只有看過別人使用過而已。	
S3	我可以利用動態資訊系統找到公車資訊，即使只有線上系統輔助說明可參考。	
T1	動態資訊系統能確切地提供我查詢公車資訊的功能。	度務科 配技 適任
T2	動態資訊系統可以讓我容易找到公車相關的資訊。	
T3	動態資訊系統所提供的資料呈現的格式符合我查詢公車資訊的需求。	
R1	我認為使用動態資訊系統時，它總是能良好發揮功能，不會影響查詢動作。	互 可 動 性 與 性 與
R2	我認為使用動態資訊系統時，它不會有當機或一些意外狀況。	
R3	使用動態資訊系統時，他總是能快速回應我的查詢。	
R4	假如需要動態資訊系統的協助時，我覺得周圍環境的相關技術支援是迅速的	
U1	我認為使用動態資訊系統能協助我快速的找到公車的即時資訊。	有 用 性
U2	我認為使用動態資訊系統能改善我找到公車即時資訊的績效。	
U3	我認為動態資訊系統可加強我找到公車即時資訊的效率。	
U4	我認為使用動態資訊系統可以使我更輕鬆容易的找到公車即時資訊。	
U5	整體而言，我覺得公車動態資訊系統對於我搭乘公車是有用的。	
EU1	我認為操作使用公車動態資訊系統是容易的。	易 用 性
EU2	我認為透過公車動態資訊系統查詢我要查詢的公車資訊是容易的。	
EU3	與公車動態資訊系統的互動是清楚以及容易了解的。	
EU4	我認為跟公車動態資訊系統互動是有彈性的。	
EU5	對我而言，我能輕易的使用動態資訊系統的各種功能。	
EU6	對我而言，我可以輕易的熟練操作動態資訊系統。	
EU7	整體而言，我覺得使用動態資訊系統是容易的。	
A1	我認為使用動態資訊系統來查詢公車資訊是非常好的。	使 用 態 度
A2	我認為使用公車動態資訊系統來獲得公車資訊是值得的。	
A3	我認為使用動態資訊系統來查詢公車資訊是比較好的方式。	
A4	我認為使用動態資訊系統來查詢公車動態是愉快的。	
I1	在未來如果環境允許，我會選擇公車動態資訊系統作為查詢公車資訊的工具。	使 用 意 願
I2	我願意使用固定位置電腦查詢公車動態資訊系統(免付費)	
I3	我願意使用手持電腦(PDA)查詢公車動態資訊系統(得付費，費用較低)	
I4	我願意使用 3G 或智慧型手機查詢公車動態資訊系統(得付費，費用相對較高)	
I5	整體而言，我有相當高的意願使用公車動態資訊系統查詢公車資訊。	

## 五、公車動態資訊系統使用意願的決定因素

### 5.1 信度分析

本研究自民國 95 年 3 月 1 日起至民國 95 年 3 月 30 日止，共回收有效問卷 176 份。以此問卷資料為樣本進行信度分析，其結果如表 4 所示。其中電腦自我效能、科技-任務配適度、可靠性、有用性、易用性、使用態度、使用意願等七項構面之 Cronbach's  $\alpha$

值皆超過 0.7，且整體信度值為 0.954，因此可達一般之可靠性與穩定性之要求水準。

表 4 各構面資料之信度分析

因素構面	問項(變數)	Alpha if deleted	Cronbach alpha
電腦自我效能	S1	0.701449	0.72825
	S2	0.627965	
	S3	0.468064	
科技-任務配適度	T1	0.762118	0.845626
	T2	0.757951	
	T3	0.830657	
可靠性	R1	0.751661	0.788351
	R2	0.721133	
	R3	0.720014	
	R4	0.749566	
有用性	U1	0.900635	0.920812
	U2	0.898248	
	U3	0.901631	
	U4	0.901962	
	U5	0.912199	
易用性	EU1	0.924674	0.937798
	EU2	0.931684	
	EU3	0.918325	
	EU4	0.917146	
	EU5	0.924421	
使用態度	A1	0.816032	0.868587
	A2	0.816170	
	A3	0.838460	
	A4	0.859780	
使用意願	I1	0.690549	0.807523
	I2	0.749066	
	I5	0.772354	
整體信度		0.954	

## 5.2 科技接受模式(TAM)之構建

依 Davis [2] 之理論為基礎，本研究將問卷所得資料輸入線性結構關係模式(Linear Structure Relation)校估 TAM 模式中各構面間之影響路徑參數與模式配適度，最後獲得一配適度指標值均優於評估準則之模式如圖 3 所示，而模式之配適度指標值及各路徑係數估計值則分別如表 5 與表 6 所示。

表 5 TAM 模式配適度指標值

評估指標	評估準則	模式指標值
P-value	>0.05	0.113
Chi-square/Degree of freedom	<2	1.716
GFI(Goodness of Fit Index)	>0.9	0.984
AGFI(Adjusted GFI)	>0.8	0.925
RMSR(Root Mean Square of Standardized Residual )	<0.05	0.031

從圖 3 中發現，該模式與 Davis 等於 1989 年所提之模式(圖 1)有二點主要差異，其一是受訪之民眾對該公車動態資訊系統之「易用性認知」態度對於其「使用意願」有明顯之影響關係，此結果卻與 Paul Legris 之研究發現「易用性」會對「使用意願」有所影響 [8] 者不謀而合；其二是民眾對該公車動態資訊系統之「有用性認知」態度對於其「使用意願」則無顯著之影響關係。此外，民眾對該公車動態資訊系統之「可靠性與互

動性認知」態度對於其對系統之「易用性認知」態度並無顯著之影響關係。

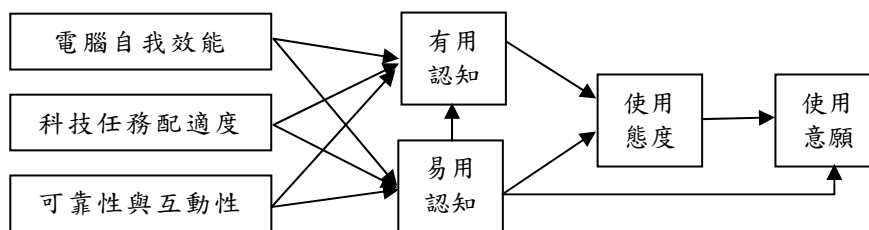


圖 3 高雄市公車動態資訊系統 TAM 模式架構圖

表 6 TAM 模式標準化路徑係數估計表

Path	Estimate	P-value
電腦自我效能 → 易用性	0.385	0.000*
科技任務配適度 → 易用性	0.276	0.000*
可靠性與互動性 → 易用性	0.253	0.000*
電腦自我效能 → 有用性	0.121	0.040*
科技任務配適度 → 有用性	0.388	0.000*
可靠性與互動性 → 有用性	0.103	0.087
易用性 → 有用性	0.331	0.000*
有用性 → 使用態度	0.539	0.000*
易用性 → 使用態度	0.296	0.000*
有用性 → 使用意願	0.046	0.576
使用態度 → 使用意願	0.461	0.000*
易用性 → 使用意願	0.316	0.000*

### 5.3 影響公車動態資訊系統使用意願之因素

表 5 所示 TAM 模式各標準化路徑係數估計值中，除「可靠性→有用性」與「有用性→使用意願」未達顯著水準外，其餘路徑係數均達顯著水準(p-value<0.05)，因此影響公車動態資訊系統(以下簡稱系統)使用意願之因素與路徑為：

1. 當個人認為其電腦自我效能愈高，則其對系統之有用性認知愈高。
2. 當個人認為其電腦自我效能愈高，則其對系統之易用性認知愈高。
3. 當個人認為系統之科技任務配適度愈高，則其對該系統之易用性認知愈高。
4. 當個人認為系統之可靠性愈高，則其對該系統之易用性認知愈高。
5. 當個人認為系統之科技任務配適度愈高，則其對該系統之有用性認知愈高。
6. 當個人認為系統之易用性愈高，則其對該系統之有用性認知愈高。
7. 當個人認為系統之有用性愈高，則其對該系統之使用態度愈高。
8. 當個人認為系統之易用性愈高，則其對該系統之使用態度愈高。
9. 當個人對系統之使用態度愈高，則其對該系統之使用意願愈高。
10. 當個人認為系統之易用性愈高，則其對該系統之使用意願愈高。

## 六、結論與建議

- 1、本研究以科技接受模型(TAM)對高雄市公車動態資訊系統之民眾使用意願進行驗證，結果發現在多項評估準則下，模式之配適度達到可接受的標準。因此，TAM 模型乃具有研究運輸資訊系統使用意願之價值的模型。

- 2、本研究發現民眾之「電腦自我效能」認知與對系統之「科技任務配適度」認知均與其對該系統「有用認知」與「易用認知」之態度有顯著之正向關係；雖然民眾對系統「可靠性與互動性」之認知亦與其對該系統之「有用認知」有顯著之正向關係，但卻對「易用認知」之影響較不顯著。民眾對系統之「易用認知」與其對該系統之「使用態度」與「使用意願」有顯著之正向關係；雖然民眾對系統之「有用認知」與其對該系統之「使用態度」有顯著之正向關係，但卻對其「使用意願」之影響較不顯著。最後，民眾對系統之「使用態度」與其「使用意願」亦有顯著的正向關係。
- 3、本研究探討影響民眾使用高雄市公車動態資訊系統之因素及其影響程度，所得之結果對於國內發展動態運輸資訊系統之實務面亦具有極高之決策參考價值。
- 4、由於民眾對資訊需求之內容可能影響「有用認知」與「易用認知」，因此建議後續研究能結合資訊需求內容之構面加以分析，則 TAM 模型在實務上之應用將更具價值。
- 5、由於除個人對科技系統之使用意願外尚有其他因素影響其實際採用行為發生與否，因此建議後續研究能克服模型之限制，嘗試將模式架構延伸，進一步探討影響實際採用行為之因素。

### 參考文獻

1. Compeau, D. R., and Higgins, C. A. "Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test," *MIS Quarterly* (19), 1995, pp. 189-211.
2. Davis, F.D., Bagozzi, R.P. and Warshaw, P. R., User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*. Vol. 35, No, 8, pp. 982-1003, 1989.
3. Davis, F.D. and Venkatesh, V., A Critical Assessment of Potential Measurement Biases in the Technology Acceptance Model: Three Experiments, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 45, pp. 19-45, 1996.
4. Fishbein, M., and Ajzen, I. "Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory and research," Addison-Wesley, Reading MA., 1975.
5. Goodhue, L., and Thompson, L. "Task-Technology Fit and Individual Performance," *MIS Quarterly*, 1995, pp. 213-230.
6. Igarria, M., Guimaraes, T., & Davis G. B. (1995). Testing the determinants of Microcomputer usage via a structural equation model. *Journal of Management Information Systems*, 11(4), 87-114.
7. Patrick Y. K. Chau, "An empirical investigation on factors affecting the acceptance of CASE by systems developers", *Information and Management*, Vol. 30, pp. 269-280, 1996.
8. Paul Legris, and John Ingham, "Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model," *Information & Management*, 2003, pp. 191-204.
9. Taylor, S. & Todd, P.A. (1995b), Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience, *MIS Quarterly*, Dec., 561-570.
10. Venkatesh, V. & Davis F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and Test, *Decision Sciences*, 27(3), 451-481.