交　通　學　報
第十卷　第二期
民國九十九年十二月
頁　97　～頁112

Journal of Traffic Science
Central Police University
Vol. 10 No. 2
Dec. 2010, pp. 97 ~ 112

臺北市公車付費時間特性分析[1]

Payment Time Characteristics of Taipei Buses

曾平毅 Pin-Yi Tseng[2]
張瓊文 Chiung-Wen Chang[3]
林育成 Yu-Cheng Lin[4]

摘 要

公車乘客之付費時間影響到公車停站時間與公車站之運作，更是公車站位之容量的重要影響因素。雖然目前國內已普遍使用非接觸式的智慧卡付費，但2001 年臺灣地區公路容量手冊之分析方法尚未包括非接觸式智慧卡等電子票證之付費時間，因此本研究於以臺北聯營公車為對象進行現場調查，以探討投現付費方式與以非接觸式智慧卡（臺北悠遊卡）付費時間之特性。經本研究分別針對公車專用道與路邊停靠之公車站調查發現：(1)付費時間在各公車專用道公車站之間與各路邊停靠公車站之間並無顯著之差異；(2)上車投現的平均付費時間為 2.06 秒，大於使用悠遊卡的 1.92 秒；(3)下車投現的平均付費時間為 1.89 秒，亦大於使悠遊卡的 1.83 秒；(4)不論是上車付費或是下車付費，使用悠遊卡或投現均顯示上車收費每位乘客所需的時間皆大於下車收費。

關鍵詞：非接觸式智慧卡、公車停站時間、付費方式、公車專用道

Abstract

Passenger's payment time affects bus dwell time, the operation of bus stop , and, more significantly, bus stop capacity. Although contactless smart card has been wildly used in payment in recent years, the payment time of electronic payment is not included in the 2001 Taiwan HCM. This study conducts a field survey to collect

[1]本文部分內容曾於中央警察大學舉辦之「九十八年道路交通安全與執法研討會」發表。
[2]中央警察大學交通學系暨交通管理研究所教授（聯絡地址：333桃園縣龜山鄉大崗村樹人路56號，電話：03-3282321轉4619，E-mail: una139@mail.cpu.edu.tw）。
[3]交通部運輸研究所運輸計畫組簡任研究員。
[4]中央警察大學交通管理研究所碩士，目前服務於臺中市政府警察局。

data and compares the payment time characteristics between cash payment and Taipei Easycard of Taipei city buses. The results indicate (1) no significant difference in average payment time between roadside stop and exclusive-lane stop was found. ; (2) average on-boarding payment time by using cash is 2.06 seconds, larger than smart card's 1.89 seconds.; (3) average off-boarding payment time by using cash is 1.89 seconds, larger than smart card's 1.83 seconds; (4) irrespective of payment types, average on-boarding payment time is larger than average off-boarding payment time.

Key words: Contactless smart card, Bus dwell time, Paymen type, Exclusive bus lane.

一、前 言

2001 年臺灣地區公路容量手冊第十七章所分析之公車設施，包括行駛高速公路之長途客運及市區公車系統(交通部運輸研究所，2001)，其分析方法及觀念乃根據美國 1985 年之公路容量手冊(Transportation Research Board, 1985)，然美國 1985 年之分析方法已被美國 2000 年容量手冊之分析方法所替代(Transportation Research Board, 2000)。由於國內已經普遍使用非接觸式智慧卡(contactless smart card)，但目前臺灣現場之公車停站時間(bus dwell time)與相關特性尚未有深入之探討，2001 年臺灣地區公路容量手冊亦未包含非接觸式智慧卡等電子票證之基礎資料。事實上，國內近年來針對公車付費方式及公車服務運作特性的研究，主要著重在電子票證對公車乘客服務時間影響之評估(張學孔等人，1997)、公車專用道之運作特性(藍武王、盧亮甫，1998)、公車專用道停靠站服務水準(郭俊麟，1999)等，蔡佳伶(2003)曾針對非接觸式智慧卡於公車乘客之時間節省效益進行，但未說明其時間衡量的基準，因此本研究乃現場調查乘客付費方式之間的時間間隔(headway)，以了解使用悠遊卡(Taipei Easycard)及投現(Cash Payment)不同付費方式對公車運作(使用前門或後門、未付費或有付費)的影響。為求周延起見，本研究區分公車專用道與路邊停靠等兩種常見的都市公車站型式，分別探討公車不同付費方式之時間特性。由於臺北都會區聯營公車之路網最為健全，故本研究以臺北聯營公車之公車站及乘客為觀測對象。

在公車停站時間上，本研究建議從公車停靠到駛離可分為三大部份（參見圖 1）：(1)第一部份為公車停站至開始服務乘客之時間（有乘客上下車），稱之為「停止時間(stopped time)」，其會受到前後門、收費方式、停靠站的位置離第一位乘客遠近、停靠站型式等影響；(2)第二部份為第一位乘客上下車至最後一位乘客上下車的時間，稱之為「上下車時間(take on/off time)」，主要受到收費、付費方式及特殊乘客的影響；(3)第三部份為最後一位乘客上下車後到車輛駛離一車身長的駛離時間，稱之為「離站時間(move-up time)」，受到了駕駛習慣、停靠型式、號誌、前方車流、同向車

流及乘客等的影響。因三部份受不同因素影響，且時空並不重疊，故可分開探討。

本研究探討的乘客付費時間之時間間隔屬於第二階段，探討對象以一般乘客為主，至於老人、幼童及攜帶大件行李等特殊乘客或是車內過於擁擠所產生之延滯等特殊情形，調查時特別註記，但暫不予以分析。

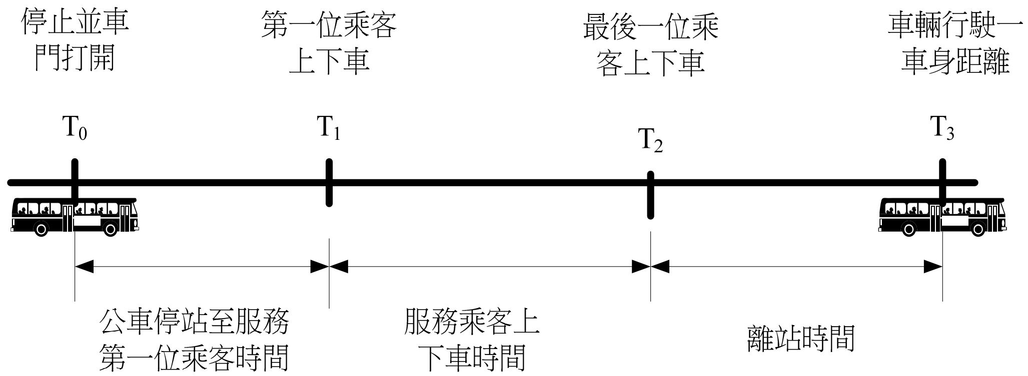

圖 1 公車停站時間時序圖

二、文獻回顧

以下針對臺北聯營公車現況、公車停站時間之衡量、付費方式對公車停站時間的影響等，進行回顧與評析。

2.1 臺北聯營公車現況

臺北聯營公車於 2008 年 7 月運作中的公車路網共計 313 條(臺北市交通局，2008)，一段票收費共有 140 條路線，二段票有 167 條路線。臺北市聯營公車主要為一般公車及小型公車，並有低底盤公車及無障礙公車等，其中以一般公車營運車輛數最多，另臺北市有 13 條低底盤公車路線。

在付費方式，自 2003 年 10 月 7 日後完全取消儲值磁卡票證，因此目前臺北聯營公車之付費方式為投現及悠遊卡並行的方法，該悠遊卡具有可記憶性、可加值性、非接觸式之智慧卡，其感應距離約 5~10 公分，記憶容量為 1KB。使用悠遊卡付費的乘客比例，經本研究抽樣四個公車站各觀察 100 筆資料，約在 88%～92%之間。目前的收費方式均採車上投現或悠遊卡付費，因投現付費部分不找零，因此須於乘車前自備足額零錢。車費以分段收費方式計算，所有路線主要歸類為一段票、兩段票，分段點以橋樑、

河流等自然分界及重要轉車點（如臺北車站、自強隧道、捷運公館站等）而訂定，跨越分段點即加收一段票。一段票皆為下車收費，二段票則原則上第一段為上車收費，第二段為下車收費。

目前臺北聯營公車的收費方式為接受悠遊卡與投現付費並行，採車內收費，其中投現付費部分不找零，因此須於乘車前自備足額零錢。車費以分段收費方式計算，所有路線分別歸類為一段票、兩段票或三段票路線。分述如下：

1.一段票路線

從路線上任何一站乘車，至任何一站下車，車費皆以一段票（單段票價）計算。全線採下車收費。

2.兩段票（無緩衝區）

以路線上其中一站或兩站作為分段點，第一段為上車收費、第二段為下車收費，圖例說明如圖2。其中A-B-C（B為分段點）→從A至B任何一站乘車皆為一段票；從A乘車至C為兩段票（單段票價×2）；從B乘車至C任何一站皆為一段票。

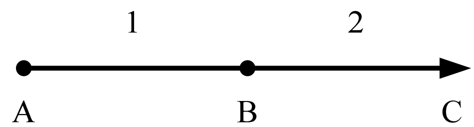

圖 2 二段票(無緩衝區)收費圖例

3.兩段票（有緩衝區）

以路線上其中一站至另一站間的區段作為分段緩衝區。第一段為上車收費、第二段為下車收費，圖例說明如圖3。A-B-C-D（B～C為緩衝區）→從A乘車至B～C皆為一段票（上車收費）；從A乘車至D為兩段票（先上車收費，再下車收費）；從B～C乘車至任何一站皆為一段票（下車收費）。

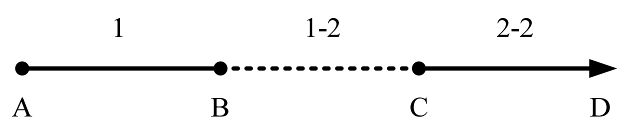

圖 3 二段票(有緩衝區)收費圖例

4.三段票

以路線上其中一站或兩站作為分段點，或以路線上其中一站至另一站間的區段作為分段緩衝區，圖例說明如圖4。其中

A-B-C-D-E-F-G（B為分段點、D～F為緩衝區）→從A乘車至B為一段票；從A乘車至C～F皆為兩段票；從A乘車至G為三段票（單段票價×3）；從B乘車至C～F皆為一段票；從B或C乘車至G為兩段票。

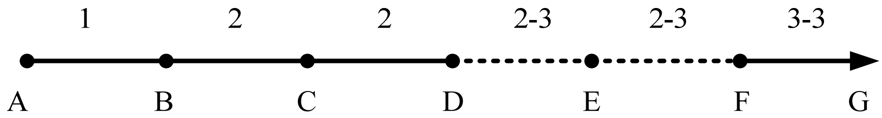

圖 4 三段票收費圖例

隨著臺北市區的發展與擴張，公車路線範圍逐漸從以臺北車站為主的市中心區，延長到市郊、臺北縣。因而出現了分段點，作為兩段票、三段票路線的收費依據。常見的分段點位於士林、松山、公館、永和、萬華、三重等，或是臺北縣市交界的淡水河、新店溪橋樑附近。然而搭乘十幾站而未經過分段點的乘客只要付一段票，可是從分段點前上車而只搭乘三站卻得付兩段票，所付的車資顯然與搭乘距離不成比例，因此發展出緩衝區的設計。於是許多緩衝區的區間改為橋樑、隧道的前後一站（例如自強隧道）。捷運分段通車之後，公車路線以捷運站作為緩衝區起點增多，使得緩衝區的設立增多，也愈來愈長。

分段緩衝區範圍係依「臺北市公共汽車客運業營運管理辦法」第十一條規定得採分段收費制，非以里程計費，而分段點之設置係以平均每段次營運里程約 9 公里為原則，並參採橋樑、河流等自然分界及重要轉車點（如臺北車站、自強隧道、捷運公館站等）而訂定，跨越分段點即加收一段票。

票價方面，單段票價由臺北市交通局依費率公式計算調整，核定後提交市議會同意。名義上雖為「單一票價」，但實際上仍施行差別票價規定（優惠票與全票間的差額由政府補貼）。現行單段票價為全票 15 元；學生票 12 元（僅限於使用學生悠遊卡，若為投現則票價比照全票）；老人、身心障礙者與兒童優待票 8 元（老人悠遊卡若有免費點數則扣 2 點）。

轉乘優惠方面，使用悠遊卡者，可享有公車、捷運雙向轉乘限時（目前設定為一小時以內）優惠，適用此優惠時，全票 8 元；學生票 6 元；老人、身心障礙者與兒童優待票 4 元（老人悠遊卡若有免費點數則扣 1 點）。轉乘公車若需付兩段票或三段票車費，則僅其中一段票的車費以優惠票價計算。

2.2 公車停站時間之衡量

公車停站時間之計算基準於國內外之定義大致雷同，主要是分為公車行進或停止運作情形、車門打開或關閉運作情形、乘客上下車等，但國內之定義並不明確。國內外相關文獻如表 1 所示。

表 1 公車停站時間之衡量方式比較

文 獻	停站時間起算點	停站時間終止點
Guenthner and Hamat(1988)	公車停止且車門打開	關門或公車開始移動
Chira and Coifman(1996)	公車停等的瞬間	公車開始移動的瞬間
張學孔、吳英立、陳信雄(1997)	車門打開	車門關閉
藍武王、盧亮甫(1998)	公車因上、下乘客而完全停止	乘客上、下車結束，而車門開始關閉
郭俊麟(1999)	乘客開始上下車	乘客結束上下車
2000年美國HCM (Transportation Research Board, 2000)	公車停止	公車出發
2001年臺灣HCM(交通部運輸研究所，2001)	車門開始開啟	車門完全關閉
Dueker等人(2003)	車門打開	車門關閉

由表 1 可知，國內相關文獻多未說明其採用之基準之原因，經本研究觀察，不論上車或下車收費，常見公車司機為節省上下車時間，常在公車未停妥即開始開啟車門，且開始開啓車門時間與完全停妥可差至 1～2 秒左右，因此考量到安全性，本研究以公車停止並車門開啟完全開始計算，始為合理。而在公車駛離時，以先關閉車門，然車門未閉合即起駛者居多，故可以最後一位乘客上車或下車為停站時間終止點，而離站時間則自最後一位乘客上車或下車完畢至公車駛離一車身距離長之時間。

2.3 付費方式對公車停站時間的影響

在付費方式方面，智慧卡發展初期係以接觸式為主，其對乘客付費時間的效益節省上並未明顯改善，甚至有增加延滯之情形，而非接觸式智慧卡日益成熟後，於大部份研究成果皆顯示對於公車停站時間有改善。相關

文獻之論述，整理如下：

1. Chira and Coifman(1996)曾針對 LA DOT, Torrance 及 Gardena lines 等三條公車路線進行調查與分析發現，在公車停站時間方面，使用智慧卡和非使用智慧卡的公車站並沒有明顯的差異；而在上車時間的觀測，三條路線中 LA DOT 路線中使用 RF 智慧卡(radio frequency smart cards)的上車時間約為 3.7 秒，現金為 9.3 秒，通行證為 3.6 秒；TORRANCE 路線中的使用 RF 智慧卡的上車時間約為 3.0 秒，現金為 7.9 秒；GARDENA 路線中使用接觸式智慧卡的上車時間約為 3.3 秒，現金為 4.7 秒。
2. 張學孔等人(1997)曾分析電子票證（按：指磁卡式票證）設置對旅客上下車行為之影響及公車延滯情形，其結論為投幣方式之公車平均服務時間需 0.67 秒，而電子票證方式之公車平均服務時間則需 4.10 秒，在不同的驗票過程下，電子票證實施後使旅客之下車時間高於投幣方式之延滯時間達 1.64～2.46 倍。
3. 藍武王與盧亮甫(1998)調查分析公車專用道，其結果發現乘客下車時間與乘客人數及收費方式有關，在收費方式方面，其所建立之複迴歸模式中，乘客從刷卡到下車需時 3.003 秒，投幣需時 1.536 秒，其他收費方式需時 1.159 秒。
4. 郭俊麟(1999)指出，上車收費時，上車乘客每人需 2.01 秒、下車乘客每人需 1.42 秒，下車收費時，上車乘客每人需 1.44 秒、下車乘客每人需 1.69 秒。而就上車乘客每人所需時間來說，上車收費時較下車收費時花較多時間，因為上車收費時上車乘客需要做投幣或刷卡的動作，所以花較多時間；同樣地，就下車乘客每人所需時間來說，下車收費時較上車收費時花較多時間，因為下車收費時下車乘客需要做投幣或刷卡的動作，所以花較多時間；同時我們也可知上車收費與下車收費的上車乘客每人所需時間差距，較下車收費與上車收費的下車乘客每人所需時間差距為大，其原因為下車收費時下車乘客常未等公車停止即投幣或刷卡，使得每人所需時間增加不多。
5. 2000 年美國 HCM 提出收費方式直接影響收費時間，而對乘客上下車時間會有影響，美國公路容量手冊中探討預付收費及單一硬幣費率在車門數不同時對公車停站時間的影響。
6. 蔡佳伶(2003)的研究中指出，在付費時間方面，使用接觸式儲值卡所需時間為 4.1 秒，非接觸智慧卡為 0.4 秒，而投幣 0.67 秒。

以上文獻彙整如表 2 所示。表 2 顯示國內外文獻主要針對投現方式及接觸式智慧卡對停站時間的影響，而國內對非接觸式智慧卡之相關文獻僅見於蔡佳伶(2003)，故本研究乃進一步探討非接觸式智慧卡之付費時間間隔特性。

表 2 公車付費方式對停站時間之影響

文 獻	付費方式	付費方式對站上服務時間差異性
Chavala and Coifman(1996)	投現、接觸式智慧卡、非接觸式智慧卡	投現時間（4.7、7.9、9.3 秒）大於智慧卡（3.3 秒)、非接觸式智慧卡（3.7、3.0 秒）
張學孔、吳英立、陳信雄(1997)	投現、接觸式智慧卡	投幣：0.67 秒 接觸式智慧卡：4.10 秒
藍武王、盧亮甫(1998)	投現、接觸式智慧卡	刷卡到下車需時 3.003 秒 投幣需時 1.536 秒
郭俊麟(1999)	投現、接觸式智慧卡	上車收費：上車乘客每人 2.01 秒 下車收費：上車乘客每人 1.44 秒
2000美國HCM(常見公車型式) (Transportation Research Board, 2000)	投現	1.上車時間： 單門、單一硬幣費率：2.6~3.0 秒 雙門、單一硬幣費率：1.8~2.0 秒 2.下車時間： 單門、單一硬幣費率：1.7~2.0 秒 雙門、單一硬幣費率：1.0~1.2 秒
蔡佳伶(2003)	投現、接觸式智慧卡、非接觸智慧卡	投幣：0.67 秒 接觸式智慧卡：4.10 秒 非接觸式智慧卡：0.4 秒

由以上文獻可知，公車停站時間之起算及終止基準在國內並無一致基準，對於各項公車靠站過程的細項間隔時間，例如前進時間、停靠時間、跟進時間等，並沒有完整的說明，這也造成引用各項文獻時之困擾。故本研究建議以公車停止並車門開啟完全開始計算，終止於最後一位乘客上車或下車，而離站時間則自最後一位乘客上車或下車完畢至公車駛離一車身距離長之時間。而在付費/收費方式對停站時間的影響，雖有停站時間或乘客節省時間相關研究成果，但多在分析付費瞬間所需秒數，沒有實際資料討論公車上下乘客運作情形，因此本研究蒐集無付費/付費、使用投現/悠遊卡、路邊停靠/專用道等不同特性下的公車停站時間資料，以了解各項特性對停站時間的影響情形，於後述明。

三、調查計畫擬定與執行

就資料蒐集之觀點而言，應該要能涵蓋使用需求由低到高的各種狀況，但基於乘客付費時間[5]蒐集之方便性，利用尖峰時段可以儘快蒐集到相關的資料，故本研究在調查時，主要以較多乘客使用之公車站為優先調查對象，所在位置包括捷運站、火車站、商場、金融區等，調查地點及特性如表 3 所示。本研究主要針對臺北市一般具有前、後雙門的標準公車在專用道/路邊停靠的地點進行調查，內容重點如下：

表 3 現場調查之公車站基本資料

車站型式	觀測地點	公車站之特性
專用道公車站	民權松江站(民權東路往西)	中央分隔路型快車道內側順向公車專用道，公車站可停儲 5 部公車服務,同向共 4 車道(含公車專用道)
	捷運西門站(中華路往南)	快慢分隔路型快車道外側順向公車專用道，公車站可停儲 6 部公車服務,同向共 4 車道(含公車專用道)
	捷運公館站(羅斯福路往北)	中央分隔路型快車道內側順向公車專用道，公車站可停儲 6 部公車服務,同向共 4 車道(含公車專用道)
	民權復興站(民權東路往西)	中央分隔路型快車道內側順向公車專用道，公車站可停儲 3 部公車服務,同向共 4 車道(含公車專用道)
	民權承德站(民權西路往西)	中央分隔路型快車道內側順向公車專用道，公車站可停儲 3 部公車服務
路邊停靠公車站	捷運市府站(忠孝東路往東)	公車站可停儲 4 部公車服務，雙向 4 車道。
	捷運龍山寺站(和平西路往西)	公車站可停儲 4 部公車服務，雙向 4 車道。
	臺北火車站(忠孝西路往西)	公車站可停儲 10 部公車服務，雙向 4 車道。
	捷運劍潭站(基河路往北)	公車站可停儲 4 部公車服務，雙向 4 車道。

1. 前門及後門無付費上車及下車乘客間時間間隔。
2. 公車收費方式分為上車收費及下車收費。
3. 乘客付費方式依上、下車使用悠遊卡或投現的每位乘客間的時間間隔調查。

[5]各種文獻中主要都以「秒/人」作為衡量乘客付費時間之基礎，如要調查此種資料，必須有依序付費之乘客，並量測乘客付費之「平均時間間隔」即可獲得「秒/人」之資料。換言之，本研究以「付費乘客之時間間隔」來探討「乘客付費時間」。

4. 本研究調查對象為具有正常行動能力之乘客，關於孕婦、老人、與幼兒同行 (幼兒與成人一起計算為特殊乘客) 等特殊乘客，本研究予以記錄，但暫時不分析。

本研究以依序付費乘客之付費時間間隔來進行付費時間分析，並沒有區分：A.悠遊卡/悠遊卡、B.悠遊卡/投現、C.投現/悠遊卡、D.投現/投現等四類不同的交錯方式。其考量因素主要是目前臺北都會區公車乘客使用悠遊卡之比率約 88%～92%，要在每一個公車站收集到大量的 B 類及 C 類資料相當不易，D 類資料更是困難。

本調查計畫之執行，其數據係以有連續使用悠遊卡乘客，或是使用悠遊卡乘客之後有投幣乘客，來進行調查其「付費時間」。即使在同一時段，各路線於同一公車站之每部公車的上下人數具有很大的差異性，現場調查時主要連續蒐集相關的付費時間資料，但未紀錄抽樣車次、每車樣本數資料。由於調查員不可能蒐集到所有公車資料，而必須在蒐集完成 1 部公車後，才能蒐集下一部公車之資料，故較屬於「便利抽樣」。

關於第 1 項無付費乘客上下車時間之間隔，本研究分別於臺北市捷運西門站、民權復興站及市府站蒐集無付費乘客上下車時間間隔之資料。上車時間代表乘客雙腳、踏上公車之瞬間，下車時間代表乘客雙腳著地之瞬間。表 4 可顯示從現場資料整理所得之統計數據，從此表可知不論地點、上車或下車，利用前門或後門，平均上下車時間之間隔都在 1.42 秒到 1.52 秒，其差異很小。在這情況下，本研究建議可用 1.50 秒來估計無付費而且非特殊乘客上下車時間的間隔。

表4 無付費/非特殊乘客上下車時間的間隔特性

公車站型式	上/下車	車門使用	公車站	樣本數	平均間隔(秒)	標準差(秒)	平均間隔(秒)	標準差(秒)
專用道	上車	前門	捷運西門站	67	1.52	0.28	1.50	0.32
		後門	民權復興站	42	1.46	0.37		
	下車	前門	捷運西門站	48	1.46	0.30	1.47	0.30
			民權復興站	84	1.48	0.26		
		後門	捷運西門站	42	1.42	0.33		
			民權復興站	51	1.52	0.34		
路邊	上車	前門	市府站	70	1.53	0.26	1.52	0.24
		後門	市府站	60	1.51	0.23		
	下車	前門	市府站	69	1.50	0.27	1.48	0.28
		後門	市府站	31	1.44	0.30		

第 3 項之調查為本研究之重點，其調查方式係以第一位完成付費後至第二位完成付費的瞬間為第一筆付費乘客間的時間間隔，若以悠遊卡付費以第一聲『嗶』聲為開始計時或結束計時；若以投現付費，則以看到乘客零錢投現並有零錢敲擊金屬聲開始計時或結束計時。

本研究的現場調查時間為 2008 年 8 月至 2009 年 3 月之間，各項現場資料經統計後，整理如表 5 所示。

表 5 不同付費方式上、下車乘客付費時間相關資料

型式	付費方式	觀測公車站	樣本數(筆)	最大值(秒/人)	最小值(秒/人)	平均值(秒/人)	標準差(秒/人)	估計誤差
專用道/上車收費	悠遊卡	民權松江站	111	2.86	1.03	1.92	0.44	0.08
		捷運西門站	79	2.88	1.04	1.96	0.41	0.09
		捷運公館站	65	2.80	1.00	1.88	0.40	0.19
	投現	民權松江站	28	2.99	1.33	2.17	0.50	0.18
		捷運西門站	57	3.29	1.04	2.01	0.58	0.15
專用道/下車收費	悠遊卡	民權復興站	56	2.55	1.21	1.77	0.34	0.09
		民權承德站	59	2.54	1.03	1.75	0.32	0.08
		捷運公館站	39	2.45	1.04	1.85	0.38	0.12
		捷運西門站	65	2.41	1.28	1.88	0.27	0.06
	投 現	捷運公館站	76	2.70	0.99	1.87	0.46	0.10
		民權承德站	58	2.80	1.07	1.98	0.45	0.12
路邊停靠上車收費	悠遊卡	捷運市府站	77	2.82	1.11	1.84	0.40	0.09
		捷運龍山寺站	59	2.88	1.33	1.99	0.39	0.10
		臺北火車站	84	2.83	1.05	1.94	0.42	0.09
	投現	捷運市府站	44	2.97	1.21	2.17	0.44	0.13
		捷運龍山寺站	24	2.92	1.16	2.11	0.48	0.19
		臺北火車站	44	3.21	0.99	1.91	0.58	0.17
路邊停靠下車收費	悠遊卡	捷運市政府站	71	2.49	1.14	1.80	0.37	0.09
		捷運龍山寺站	67	2.44	1.09	1.89	0.33	0.08
		臺北火車站	69	2.46	1.14	1.87	0.30	0.07
	投現	捷運龍山寺站	53	2.66	0.91	1.84	0.48	0.13
		臺北火車站	97	3.18	0.92	1.89	0.48	0.10

四、不同付費方式之付費時間比較

本研究主要利用統計學之單因子變異數分析及兩獨立母體平均數檢定，以探討各項不同付費方式之付費時間是否有差異存在。讀者如對細部的統計分析與討論有興趣，可參見林育成(2009)。

目前臺北聯營公車之付費方式分為付現及悠遊卡兩種，但可能是上車付費，也可能是下車付費，故共有四種組合狀況，本研究之現場資料整理分析如下（參見表 6）：

表 6 不同付費方式之時間間隔

特 性	公車設施	平均值(秒/人)	信賴區間(秒/人)	專用道與路邊停靠比較
上車/悠遊卡	專用道	1.92	1.87~1.97	無顯著差異（p=*0.450*）
	路邊停靠	1.92	1.87~1.97	
上車/投現	專用道	2.06	1.94~2.18	無顯著差異（P=*0.472*）
	路邊停靠	2.06	1.96~2.16	
下車/悠遊卡	專用道	1.81	1.77~1.85	無顯著差異（P=*0.117*）
	路邊停靠	1.85	1.80~1.90	
下車/投現	專用道	1.92	1.84~2.00	無顯著差異（P=*0.202*）
	路邊停靠	1.87	1.79~1.95	

1. 上車使用悠遊卡之乘客付費時間間隔平均為 1.92 秒/人

   使用悠遊卡在專用道/路邊停靠各調查地點間無顯著差異存在，上車使用悠遊卡付費的平均時間間隔在專用道及路邊停靠皆為 1.92 秒/人，在顯著水準 0.05 下無顯著差異。

2. 上車投現之乘客付費時間間隔平均為 2.06 秒/人

   使用投現在專用道/路邊停靠各調查地點間無顯著差異存在，上車使用投現付費的平均時間間隔在專用道及路邊停靠皆為 2.06 秒/人，在顯著水準 0.05 下無顯著差異。

3. 下車使用悠遊卡之乘客付費時間間隔平均為 1.83 秒/人

   使用悠遊卡在專用道與路邊停靠各調查地點間無顯著差異存在，下車使用悠遊卡付費的平均時間間隔在專用道為 1.81 秒/人；路邊停靠為 1.83 秒/人，然在顯著水準 0.05 下無顯著差異，平均為 1.83 秒/人。

4. 下車投現之乘客付費時間間隔平均為 1.89 秒/人

使用投現在專用道與路邊停靠各調查地點間無顯著差異存在，下車使用投現付費的平均時間間隔在專用道為 1.92 秒/人；路邊停靠為 1.87 秒/人，然在顯著水準 0.05 下無顯著差異，平均為 1.89 秒/人。

本研究區分上車付費及下車付費分別調查投現與使用悠遊卡付費之間的時間間隔特性，其成果顯示付費時間間隔受到付費方式及上/下車方式的影響。此成果與蔡佳伶(2003)及張學孔等人(1997)以付費瞬間所需秒數有所不同，另郭俊麟(1999)提出上車乘客每人 2.01 秒/人，然其未分付費方式及上下車，本研究則有進一步的詳細資料。

因專用道與路邊停靠公車站之付費時間並無顯著差異，為了應用方便起見，本研究進一步整合不同付費方式（悠遊卡與投現）及收費方式（上車/下車）於公車停站時間之特性，如表 7 所示。上車使用悠遊卡介於 1.88~1.96 秒/人，平均為 1.92 秒/人，使用投現介於 1.99~2.13 秒/人，平均為 2.06 秒/人。下車使用悠遊卡介於 1.80~1.86 秒/人，平均為 1.83 秒/人，使用投現介於 1.84~1.94 秒/人，平均為 1.89 秒/人。下車乘客投現時間間隔平均為 1.89 秒/人，大於下車使用悠遊卡 1.83 秒/人。

在臺灣，由於未全面使用低底盤公車之故，市區公車的上車乘客通常必須「跨上公車」，而下車乘客則是『往下跨出公車』，故即使是乘客無付費狀況，上車乘客亦較下車乘客耗時。在相同付費方式下，上車乘客必須依序「上公車」再付費，下車乘客則付費後可直接往下跨出公車，故其時間比較長。此外，乘客「投現」時，必須靠近投幣箱投幣，司機必須檢視與確認無誤後，乘客才算是完成付費，下一位乘客才可以向前付費；而使用悠遊卡乘客，不必與讀卡機器接觸，只要能感應發出聲響則顯示已付費，故每人付費時間較投現短。

表 7 公車不同付費方式之付費時間

<table>
<tr><th colspan="2">付費乘客時間間隔</th><th>平均值(秒/人)</th><th>信賴區間(秒/人)</th><th>悠遊卡與投現比較</th><th>上車收費與下車收費比較</th></tr>
<tr><td rowspan="2">上車</td><td>悠遊卡</td><td>1.92</td><td>1.88~1.96</td><td rowspan="2">上車乘客投現付費平均時間間隔大於使用悠遊卡乘客付費，且<u>有顯著差異</u>。（P=<u>0.001</u>）</td><td rowspan="4">1.悠遊卡：上車悠遊卡收費時間間隔大於下車，且<u>有顯著差異</u>。
2.投現：上車投現付費時間間隔大於下車投現，且<u>有顯著差異</u>。</td></tr>
<tr><td>投現</td><td>2.06</td><td>1.99~2.13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">下車</td><td>悠遊卡</td><td>1.83</td><td>1.80~1.86</td><td rowspan="2">下車乘客投現付費平均時間間隔秒，大於悠遊卡乘客付費平均時間間隔秒，且有顯著差異。（P=<u>0.028</u>）</td></tr>
<tr><td>投現</td><td>1.89</td><td>1.84~1.94</td></tr>
</table>

五、結論與建議

公車停站時間之各項時間特性為公車站容量的重要影響因素，本研究藉由調查臺北市公車站使用傳統投現方式以及使用非接觸式悠遊卡之付費方式的平均付費時間（秒/人）特性，獲致以下結論及建議：

1. 「公車停站時間」可定義為公車停止並車門開啟完全開始計算，以最後一位乘客上車或下車為停站時間終止點。共可涵蓋三部份：(1)公車停站且開門至開始服務第一位上下車乘客之時間，(2)第一位乘客上下車至最後一位乘客上下車的時間，(3)最後一位乘客上下車後到車輛駛離一車身長的駛離時間。
2. 本研究之現場調查發現，不論付費方式、上下車效率、收費方式等在公車專用道與路邊停靠並無明顯差異，各項特性如下：
   (1) 付費方式：上/下車乘客投現付費平均時間間隔大於使用悠遊卡乘客付費，且有顯著差異。上車付費時間間隔平均值，投現為 2.06 秒/人，大於使用悠遊卡 1.92 秒/人。下車乘客時間間隔平均值，投現為 1.89 秒/人，略高於使悠遊卡 1.83 秒/人。
   (2) 上下車效率：在無付費情形下，前後門的上下車效率並無明顯差異。上車無付費乘客時間間隔平均值需時 1.52 秒/人，下車無付費乘客時間間隔平均值需時 1.50 秒/人。
   (3) 收費方式：由上下車付費乘客時間間隔可知不論使用悠遊卡或投現，上車收費每位乘客所需的時間皆大於下車收費。
3. 臺北市之生活步調較為緊湊，使用公車之特性可能不同於其他都市，建議後續研究可進一步蒐集國內其他都市之市區公車付費方式特性。
4. 本研究僅針對一般正常乘客，但現場調查時亦偶有發現民眾是使用悠遊卡之老人、幼童、行動不便者、悠遊卡感應不良及找悠遊卡等情形，這些狀況對於公車停站時間也會有所影響，建議後續研究進一步探討。
5. 受限於有限的資源，本研究僅探討一般公車，對於日漸引進國內之低底盤公車並未進一步探討，但國內正邁入高齡化社會階段，建議後續研究進一步探討低底盤公車與中小型公車之使用特性。
6. 本研究以依序付費乘客之付費時間間隔來進行付費時間分析，並沒有區分：A.悠遊卡/悠遊卡、B.悠遊卡/投現、C.投現/悠遊卡、D.投現/投現等四類不同的交錯方式。其考量因素主要是目前臺北都會區公車乘客使用悠遊卡之比率約 88%～92%，要在每一個公車站收集到大量的 B 類及 C 類資料相當不易，D 類資料更是困難。因此，本研究建議後續研究可以細分前述四類付費方式資料，進一步探討付費時間特性。

參考文獻

交通部運輸研究所(2001)，2001年臺灣地區公路容量手冊，90-16-1183。

林育成(2009)，使用非接觸式智慧卡之公車停站時間研究，中央警察大學交通管理研究所碩士論文。

郭俊麟(1999)，臺北聯營公車專用道停靠站服務水準之研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文。

張學孔、吳英立、陳信雄(1997)，「電子票證系統對公車乘客服務時間影響之評估研究」，*運輸學刊*，第十卷第一期，頁163-184。

蔡佳伶(2003)，非接觸式智慧卡於公車乘客之時間節省效益分析，臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。

臺北市交通局(2008)，臺北市聯營公車行車效率，擷取日期：2008年8月20日，網站：http://www.taipei.gov.tw/site/41f5d1af/48a1fc46/48e19ffa/48eb1d2d/files/m12.pdf.

藍武王、盧亮甫(1998)，「公車專用道之容量分析：UTSS模式之應用」，*中華民國運輸學會第十三屆學術論文研討會論文集*，頁269-282。

Chira, C. T. and Coifman, B. (1996),”Impacts of Smart Cards on Transit Operators: Evaluation of I-110 Corridor Smart Card Demonstration Project, ”Institute of Transportation Studies, California PATH Research Report, University of California.

Dueker, K. J., Kimpel, T. J. and Strathman, J. G.（2003), Determinants of Bus Dwell Time, Submitted to Journal of Public Transportation, Center for Urban Studies Portland State University.

Transportation Research Board (1985), *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, D. C.

Transportation Research Board (2000), *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, D. C.

Guenthner, R. P. and Hamat, K. (1988), “Transit Dwell Time under Complex Fare Structure,” *ASCE Journal of Transportation Engineering*, Vol.114, No.3, pp367-379.

(2010.04.13 投稿，2010.06.08 第一次修改，2010.09.08 第二次修改，2010.09.20 定稿)