

台中市高中生公車通勤時間分析

連耀南

何承遠，王經篤

潘信宏

亞洲大學光電與通訊系

亞洲大學資訊工程系

亞洲大學行動商務與多媒體應用系

yaonanlien@asia.edu.tw

{tommyho,jdwang}@asia.edu.tw

vincentpan@asia.edu.tw

論文摘要

我國都會區的大部分高中生搭乘大眾交通工具上下學，由於功課壓力極大，耗費在通勤的時間是一個難以承受的負擔。本研究透過大量的實地觀察搭配台中市交通大數據分析，研究台中市高中生（含高職生）上下學搭乘公車的搭車行為。冀望能提供給市政當局以及各高級中學，作為交通政策的參考。研究結果顯示，除了極為少數學生搭車超過一小時之外，絕大多數學生的搭車時間都在一小時以下。上午上學花費的時間較少，而下午則花費的時間則較多。我們並對各校的主通勤族的通勤時間做了敘述性統計。實地觀察的結果與台中市交通大數據分析結果互相印證，兩者所得結果相當一致，沒有明顯差異，為未來更進一步利用大數據資料分析奠定實證基礎。

關鍵詞：智慧交通、電子票證大數據、台中市公車、高中生

壹、前言

我國都會區的大部分高中生搭乘大眾交通工具上下學，為了進入較好的大學，高中生的功課壓力極大，耗費在通勤的時間是一個難以承受的負擔，地方政府的交通單位莫不絞盡腦汁，設法提高公共交通的便利性以期降低通勤時間，例如台中市政府所推出的跳蛙式公車，類似早期公路局時代的直達車，只停大站不停小站。本研究透過大量的實地觀察搭配台中市交通大數據分析，研究台中市高中生（含高職生）上下學搭乘公車的搭車行為，冀望能提供給市政當局以及各高級中學，作為交通政策的參考。

近幾年，在交通部積極推動之下以及科技的進步，現今大眾運輸已經越來越便利，例如公車上到站前站名廣播，到站時間預估的 App 等，有利於公車族規畫乘車與轉車。收費方式，則從傳統投幣式為主轉變成電子票證(RDID 卡)為主，未來甚至不排除支援行動支付。更進一步，全國公車配合交通部的「電子票證系統之多功能卡片規劃書」均已建置電子票證系統設備，只要使用者手持電子票證，即可方便搭乘大眾運輸。電子票證在大眾運輸的交易紀錄則隱含著旅客本身的搭乘紀錄，例如：搭乘的運

輸工具、搭乘的路線與上下車站牌(視計費方式)，可以透過統計與分析可更進一步得到上下車人數、搭乘時間，甚至轉乘行為與搭乘者的類別等資訊，對於未來運輸工具路網規劃和營運管理具有極大的參考價值。

公車為台灣各縣市最常見的大眾運輸工具，而目前電子票證在公車上的計費方式可分為兩種：第一種是以里程計費，乘客於上下車皆需刷卡。上車時先扣除基本里程數費用，下車時再視搭乘里程計費，若在基本里程內無須再次付費，反之則須追加收費；第二種則以段次計費，一段票的乘客在上車或下車時刷一次卡，二段票的乘客在分段點前上車時刷一次卡，並於分段點後下車時刷一次卡。前者以台中市市區公車及公路客運為代表，後者以台北市聯營公車及基隆市公車為代表。以里程計費方式，不僅可統計各公車站乘客上下車數量外，更可直接獲得各路線站點與站點間的載客量，以進行後續相關應用與分析。因此，本研究著眼於台中市高中生搭乘公車行為分析，希冀可為交通政策提供參考價值。

本研究的電子票證資料來源為「台中市智慧交通大數據資料庫」，我們擷取資料較為齊全的區間，2015/01/01 至 2015/12/31，約 9 千萬筆台中市公車電子票證交易紀錄。本篇論文的第二節根據台中市政府交通局官網(民 106)簡介台中市公車的電子票證分類與計費機制；第三節報告實地觀察高中生上下學的搭車行為獲得的結果；第四節則以大數據分析技術研究，並與實地觀察結果互相印證，並於最後一節提出結論與發現。

貳、台中市公車電子票證分類與計費機制

一、電子票證分類

使用中的電子票證包括：台中市敬老愛心卡、外縣市敬老愛心卡、半票卡、全票卡、與代幣卡。代幣卡係給無卡乘客使用，上車時投入現金於收銀設備，司機發給代幣卡並感應卡卡通設備；下車時，乘客感應卡卡通設備將顯示應付金額，此時乘客根據顯示金額繳交車資並歸還代幣卡。

二、基本計費機制

- 基本里程費用：在基本里程(8 公里)之內，無論遠近都是固定費用。
 - 路線編號 1-999 號之台中市公車：全票及代幣卡 20 元，半票及外縣市敬老愛心卡 11 元，中市敬老愛心卡：11 點
 - 路線編號 1000 號以上之公路客運：全票及代幣卡 24 元，半票及外縣市敬老愛心卡 12 元，中市敬老愛心卡：12 點
- 基本里程外費用：若超過基本里程，每公里以 2.5 元計算，半票及外縣市敬老愛心卡：減半收費，中市敬老愛心卡：依半票價格扣除點數。

三、優惠里程

自 2012 年起使用電子票證(不含中市敬老愛心卡)搭乘台中市公車之乘客，可獲免費里程優惠，其費用由市政府補貼公車業者。搭乘路線編號 1-999 號公車者，10 公里內免費，超過 10 公里者，全程按原收費標準計費，但全票減免 26 元，半票減免 13 元。單次搭乘最高收費為 60 元。優惠措施隨著補貼政策而變動，但基本計費機制維持不變。

參、實地觀察

自從 2016 年 2 月以來，計畫主持人每天隨著上下學的學生搭乘各種路線公車，往返於豐原與亞洲大學之間。本路線是台中市高中生人流最密集的路線，主持人每天搭乘公車少則 4 輛公車，多則高達 10 輛公車，密集的觀察高中生的上下學搭車行為。

因為台中市公車免費里程政策，很多高中生是使用一般電子票證搭乘公車，並非使用學生專用的電子票證，因此需要特殊的辨識技巧從眾多搭乘紀錄中辨識學生身分。我們從實地觀察大部分高中生的搭乘行為中，歸納出一些顯著的特徵，並據以設計辨識技巧。以下是可供辨識身分的高中生的普遍性搭乘行為：

- 因大部分高中要求學生在上午 7:30 到校，因而到校時間集中在 7:00 到 7:30 之間。
- 7:00 到 7:30 之間，大部分機關公司行號尚未開始營業，因此在這段期間在各高中站牌下車的上班族非常稀少。再者，因本時段中，公車常擠滿上學學生，一般人多避開此時段搭公車，因此這段期間在各高中站牌下車者，極大比例是通勤高中生。
- 寒暑假期間，大部分高中生不會在 7:00 到 7:30 之間到校。
- 除了寒暑假之外，大部分學生幾乎天天到學校。
- 同一學校的學生的上下車，可能分布在數個不同站牌。例如，興大附農的學生可能在興

大附農站或台中國小站上下車，而青年高中的學生可能在青年高中站或大里圖書館站上下車，而下午返程時，部分學生甚至在離校更遠的站點上車，可能的原因之一是為了避開擁擠的上車人潮。

- 個別學生上午下車地點與下午放學後上車地點未必相同。可能的原因是：不同方向的站牌相隔一段距離，在不同站牌上下車可能可以縮短步行距離。此外，大部份學生在選擇上車地點時，傾向在上一站而非下一站上車，甚至為了避開擁擠的上車人潮，步行到更遠的站牌上車。
- 學生上午上學時為了趕在指定時間前到達學校，會以最短時間直達目的地，搭車方式較為簡單直接，但下午返程時則可能較為複雜，有時並非直接回家，可能結伴去逛街購物或去補習班上課，有較多的轉乘情況。
- 學生通勤族的公車轉乘的熱點，除了眾所週知的台中火車站之外，中友百貨附近三大站，台中科技大學站，中友百貨站、及一心市場站也是熱點之一。

肆、大數據分析

對於任何一個高中，我們必須事先獲得該校學生最常搭車的公車站牌，方能進行分析，限於研究人力，無法逐一調查此項資訊，本研究只挑選出有註明高中校名的 30 個站牌作為高中的樣本，某些高中並無公車站牌，例如興大附中就不在研究範圍內。

當某一個持卡人從某站牌上車搭乘公車到某一站牌下車時，我們定義**首程**為整個旅程的第一段，而**終程**為整個旅程的最後一段。例如某一位乘客自豐原郵局搭乘 55 路公車在台中火車站轉搭 50 路公車到霧峰下車，而這段旅程的首程定義為 55 路、而終程定義為 50 路。我們從 3 月至 6 月清晨 6:30-7:30 之間搭乘公車上學，而終程在各高中站牌下車超過 50 天的持卡人當作通勤高中生的樣本，視為**主通勤族**，是本研究的研究主體。未符合此條件的通勤學生則視為**次通勤族**。我們統計每一位主通勤族上學及返程搭乘公車所耗費的時間。平均去程或返程搭乘時間超過一小時的主通勤族稱為**超級通勤族**。**卡平均搭乘時間**是一位持卡人全年的平均上學或返程搭車時間。**校平均搭乘時間**是某校全部主通勤族的卡平均搭乘時間之總和除以主通勤族總數。

一、主通勤族搭車行為分析

在 2384 個主通勤族樣本中，去程只有個位數的超級通勤族(超過一小時通勤時間的主通勤族)，排除超級通勤族這種極少數特例之外，我們可以得到上午

上學所花費的搭車時間的上限大約是一小時。上午上學搭車時間最長的超級通勤族是臺中女中的某位持卡人，固定從豐原文化新村站搭55路公車到台中女中，平均花費75分鐘。(註，近年開通的900跳蛙式公車可望節省約10分鐘通勤時間)。下午返程則有較多的超級通勤族，返程搭車時間最長的超級通勤族是從霧峰農工站搭107路公車到惠文中學站的某位持卡人，92分鐘。研判上午上學時間交通較為順暢，而下午放學時間交通較為擁塞，以致下午花費較多的時間於返程。經過細緻的資料分析，超過一小時的搭車時間，幾乎是一車到底沒有中途轉車。例如，興大附農的一位學生每天固定從中興嶺站搭乘31路公車直接到達興大附農站。此類超長的旅途如果還有後續轉乘，上學的總通勤時間可能會逼近甚至超過二小時，這是難以忍受的時間浪費，時間壓力極高的高中生可能選擇成為住宿生而非通勤族。

上午上學的校平均搭車時間以嶺東高中的13分鐘最短，而以臺中一中的30分鐘最長。而下午返程的校平均搭車時間以嶺東高中及東山高中的20分鐘最短，而臺中一中的35分鐘最長。除非離火車站很近，擁有極短的校平均搭車時間的高中極可能是地區性高中。

高中生上午上學較為直接，直達目的地，但下學則較為複雜，可能並非直接回家，可能是補習，例如到一中街水利大樓補習，或結伴逛街。除了大甲高中及興大附農之外，所有學校的下午平均搭車時間都比上午上學平均搭車時間大。除了大甲高中之外，所有學校的下午返程時間的標準差都比上午上學時間標準差大。顯示下午放學時段交通狀況較為複雜，擁塞時間較多。

離火車站較近的學校，通勤族上午搭公車的時分較為穩定一致，但下午放學時間則變化較大，例如豐原高商的上學校平均時間的平均值為16分鐘、標準差為11.5，而下午則平均值升高至27分鐘、標準差升高至 14.6。且搭車人數也較少，除了上述原因之外，可能與同學結伴步行到火車站，此因步行時間可能是高中生彼此之間的交誼時間，學生寧可結伴步行而不願搭乘免費的公車。

二、個別高中主通勤族搭車時間分析

我們根據與火車站的距離遠近挑選數個高中仔細分析個別高中的主通勤族的搭車行為。圖1至圖6是幾個樣本學校上學搭車時間分佈。圖1是豐原高商，該校距離豐原火車站甚近，超過60%主通勤族搭火車或客運車到達豐原客運總站然後轉搭55路公車經過四個短距離站牌就到達豐原高商，該路段在清晨時間從未塞車，車行時間很穩定的保持在10分鐘左右。從另一個方向到達豐原高商的搭乘時間就參差不齊。唯一一位超級通勤族是從中興堂站

搭55路公車直接到校。

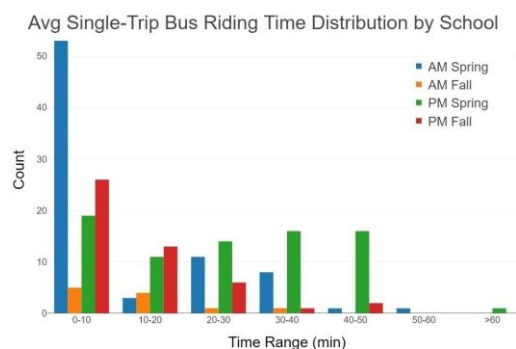


圖1 豐原高商通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖

我們挑出沿著100路公車的路線從台中火車站經大里、霧峰到亞洲大學的路線上的三所高中職來觀察，這個路線上的高中站牌較為單純，通勤族的上下車地點幾乎都在同一個路段上，通勤族的樣本具有高度代表性。大部份興大附農的卡平均時間在20-40分之間，而離火車站較遠的青年高中的卡平均時間在10-50分之間，散佈面較廣。離火車站更遠的霧峰農工的卡平均時間在10-60分之間，散佈面更廣，但卡平均時間在10-20分之間的學生較兩校為多，顯示其地區性高職的特性。

台中一中站位於雙十路上，本路段的公車密度遠低於三民路，有很高比例的台中一中通勤族在三民路上的中友百貨或台中科技大學站上下車，但在三民路的站牌上下車的乘客種類很多，很難判定學生持卡人，因此不列入統計，只能以雙十路上的站牌作為樣本分析，樣本的代表性稍低。大部分通勤族耗費20-40分鐘於上學去程或放學返程上。本站雖然離台中火車站不遠，但自火車站至本站是台中市最繁忙的道路之一，無法在10分鐘之內到達。反觀台中女中，離火車站約兩站距離，路上交通也比較順暢，有較多的通勤族花費10分鐘以內在公車上。

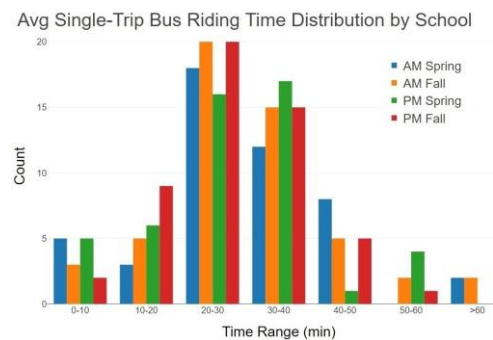


圖2 興大附農通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖



圖3 青年高中通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖

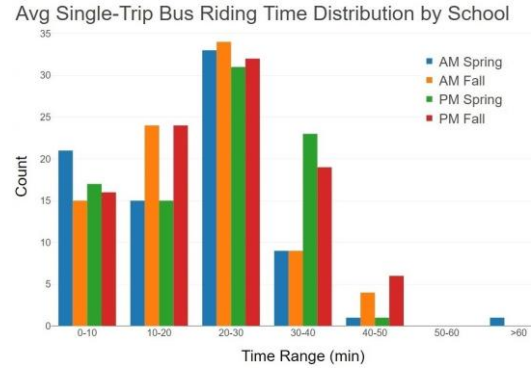


圖6 臺中女中通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖

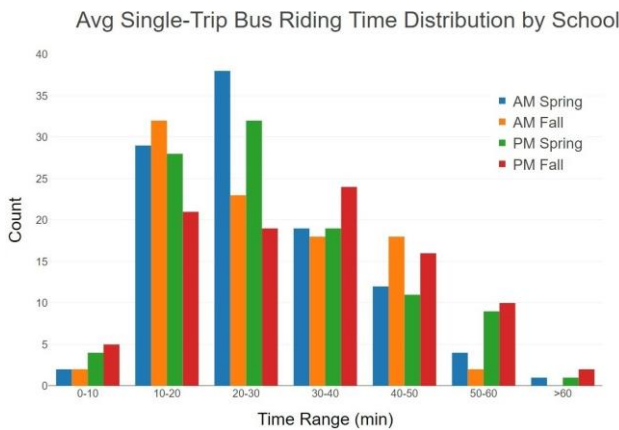


圖4 霧峰農工通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖

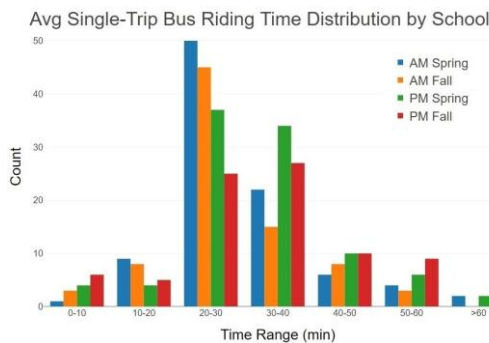


圖5 臺中一中通勤族卡平均上學搭車時間分佈圖

伍、結論與討論

我國的高中生面臨嚴苛的升學競爭，壓力極大，耗費在通勤的時間是一個難以承受的負擔。本研究透過大量的實地觀察搭配台中市交通大數據分析，研究台中市高中生(含高職生)上下學搭乘公車的搭車行為。研究結果顯示，除了極為少數學生搭車超過一小時之外，絕大多數學生的搭車時間都在一小時以下。上午上學花費的時間較少也較為直接，而下午花費的時間則較多，也有較多的轉乘需求。實地觀察的結果與台中市交通大數據分析結果互相印證，兩者所得結果相當一致，沒有明顯差異，為未來更進一步利用大數據資料分析奠定實證基礎。限於實證研究所需的龐大人力需求，現階段無法全面觀察轉乘行為，僅能針對少數個案分析。未來將逐步納入更廣泛的轉乘研究，方能對高中生在通勤上所耗費的時間有更精確的分析。

誌謝

本研究使用台中市政府交通局所提供之「台中市智慧交通大數據資料庫」進行研究以及感謝台中市政府、台中市政府交通局、亞洲大學與亞洲大學台中市智慧交通大數據研究中心對於此研究的支持。本研究由科技部計畫 MOST 107-2221-E-468-005 補助經費，特此致謝。

參考文獻

- [1] 內政部統計處(民 106)，<http://www.moi.gov.tw/stat/index.aspx>
- [2] 台中市政府交通局官網(民 106)：<http://www.traffic.taichung.gov.tw/index.asp>
- [3] 何承遠，黃致鈞，黃意中，林瑋澤，吳紹綸，“台中公車乘客量分析—以霧峰區為，2017 臺中學國際研討會論文集，pp. 129-139, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan, Oct. 2017.
- [4] 何承遠，連耀南，“電子票證大數據應用於台中市公車旅客型態之研究，第 13 屆

台灣軟體工程研討會, TCSE 2017, pp. 98-98, Feng Chia University, Taichung City, Taiwan, July 2017.

- [5] Cheng-Yuan Ho and I-Hsuan Chiu, "The Ridership Analysis on Inter-County/City Service for the Case Study of Taichung City Bus System," 2018 International Computer Symposium (ICS 2018), Yunlin, Taiwan, Dec. 2018.
- [6] Cheng-Yuan Ho and I-Hsuan Chiu, "Research on Passenger Carrying Capacity of Taichung City Bus with Big Data of

Electronic Ticket Transactions: A Case Study of Route 151," 2018 International Computer Symposium (ICS 2018), Yunlin, Taiwan, Dec. 2018.

- [7] Jing-Doo Wang, Yao-Nan Lien, and Shin-Hung Pan, "Analyzing the regularities of passengers according to different time intervals via local electronic bus system data in Taiwan", 2018 INFORMS International Conference, June 2018.

表1 台中市各高中職主通勤族搭乘時間統計

站牌	卡平均時間 校總和(分)		總卡數		卡平均時間 校最高值(分)		卡平均時間 校平均值(分)		卡平均時間 校標準差(分)	
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
興大附農	1830	1846	60	65	67	55	31	28	13.2	11.3
臺中一中	3127	3866	105	109	63	66	30	35	10.8	12.4
臺中高工	3010	3311	103	103	57	55	29	32	9.3	9.2
新民高中	2323	2687	80	84	56	62	29	32	11.3	12.6
霧峰農工	3335	3717	116	116	58	70	29	32	11	12.5
青年高中	792	906	29	29	59	66	27	31	13.7	13.6
明道中學	1697	2037	63	65	61	65	27	31	11.6	11.5
臺中二中	1871	2189	73	73	51	54	26	30	11.1	11.1
明德高中	1723	1752	68	68	50	66	25	26	11.8	12.2
嘉陽高中	1682	3061	67	119	68	82	25	26	13.8	18.1
大甲高中	1957	2091	78	83	44	50	25	25	9.7	10.4
僑泰中學	2017	2357	81	85	49	62	25	28	9.9	11.6
豐原高中	1915	2179	79	85	45	50	24	26	10.7	11.5
宜寧中學	1144	1590	48	48	54	61	24	33	10.5	11.1
立人高中	1570	1842	67	67	56	73	23	27	11.2	12.5
大甲高工	964	838	42	42	63	55	23	20	14.4	11.7
清水高中	1914	2139	84	84	49	65	23	25	10.6	11.8
慈明高中	1362	1671	61	61	50	57	22	27	10	11.7
文華高中	3198	3508	144	132	42	57	22	27	7.7	9.8
大里高中	1564	1848	72	72	50	53	22	26	12.3	11.4
臺中女中	2318	2730	109	109	75	49	21	25	11.3	10.3
忠明高中	1259	1412	62	60	42	43	20	23	7.4	7.7
長億高中	925	1083	48	48	37	47	19	23	8	9.9
惠文中學	1906	2796	106	137	52	92	18	20	11	11.6
沙鹿高工	1834	1940	105	116	57	38	17	17	9.5	8.5
豐原高商	1229	2057	76	76	55	69	16	27	11.5	14.6
西苑高中	895	1188	57	51	41	53	16	23	8.4	11.4
弘文中學	889	1324	59	59	27	70	15	22	5	8.8
東山高中	2848	3543	191	181	51	57	15	20	8.6	10.8
嶺東高中	682	1000	51	51	36	37	13	20	7.7	9.6