

台灣城市街道適步行性評估研究

陳啓安¹、胡迪²、白仁德³

摘要

過往適步行性 (walkability) 研究多採用實地勘察方式進行。美國房地產銷售網站Walk Score®利用地理資訊系統技術建置快速且方便之適步行性評估方法，以地址查詢方式提供各項環境指數，其中包含步行分數。該網站服務範圍未包含台灣，並且步行評分指標偏重商業應用，與步行環境相關較少。參考Walk Score®之適步行性評估方法，本研究將建立適用於台灣城市街道之適步行性評估方法。首先透過文獻回顧歸納影響適步行性各項因子，作為專家問卷之基礎；其後應用模糊德爾菲法進行指標篩選，確定「土地混合使用」、「交通設施可及性」與「步行基礎條件」三大評估面向，及其相對應11項具體評分指標；並應用分析網絡程序法計算指標權重；最後以臺北市大安區之七個次分區，進行步行分數試算。本研究發現大安區步行分數呈現北高南低情形，大安區南部區域與其他地區呈現明顯差異。

關鍵字：適步行性、步行分數、模糊德爾菲法、分析網絡程序法

¹國立政治大學地政學系碩士

²安徽工業大學藝術與設計學院助理教授、國立政治大學地政學系博士，通訊作者，Email: 104257504@nccu.edu.tw

³國立政治大學地政學系教授

投稿日期：2021年05月13日；第一次修正：2021年11月11日；接受日期：2022年02月11日；校稿日期：2022年02月18日

Research on Walkability Evaluation of Urban Streets in Taiwan

Ci-An Chen

Master, National Chengchi University, Department of Land Economics

Di Hu

Assistant Professor, Academy of Arts and Design, Anhui University of Technology; Doctor, Department of Land Economics, National Chengchi University, corresponding author

Jen-Te Pai

Professor, National Chengchi University, Department of Land Economics

Abstract

In the past, walkability studies were mostly conducted by field surveys. Walk Score®, a US real estate sales website, uses geographic information system technology to build a fast and convenient walkability assessment method, and provides various environmental indicators by address query, including walking scores. The service scope of this website does not include Taiwan, and the walking scoring index focuses on commercial applications and is less related to walking environment. With reference to the walkability evaluation method of Walk Score®, this research will establish a walkability evaluation method suitable for urban streets in Taiwan. Firstly, through literature review, various factors affecting walkability are summarized as the basis of the expert questionnaire. Afterwards, the fuzzy Delphi method was used to screen indicators to determine the three evaluation aspects of "mixed land use", "accessibility of transportation facilities" and "basic walking conditions", and 11 specific scoring indicators corresponding to them. And apply the analysis network procedure method to calculate the index weight. Finally, a trial calculation of walking scores was performed on the seven sub-districts of Daan District, Taipei City. This research found that the walking score of Daan District is higher in the north and lower in the south, and the southern area of Daan District is significantly different from other areas.

Keywords: Walkability, Walk Score, Fuzzy Delphi Method, Analytical Network Procedure Method

一、緒論

1990年代後大眾運輸導向發展(Transit oriented development, TOD)模式在全球範圍獲得普遍認可,並在許多城市大量實踐。TOD模式的特點在於強調較高密度、土地混合使用、設計友善鄰近大眾運輸系統的人行空間(Cervero and Kockelman, 1997)。推廣TOD模式的目的之一在於減少私人汽車使用,引導大眾使用綠色運輸交通。研究發現在大運量公共交通(如軌道交通)沿線站點周圍,規劃建設較高密度混合開發,並與商圈融合,兼具商業、休閒、居住及辦公等複合功能,對於提升城市宜居性以及使用綠色運輸工具均有明顯正面影響(潘文明等人, 2017)。因此如何提升人行空間適宜性,對於TOD模式的發展相當重要(陳昱如, 2011)。

同時,近年來受到全球氣候暖化影響,漢堡(Hamburg)、赫爾辛基(Helsinki)、馬德里(Madrid)和奧斯陸(Oslo)等歐盟城市,宣布以成為無車城市(carfree cities)為目標,期望藉由降低私有運具的使用,減少溫室氣體排放,達到減能減碳目的。各城市推動無車城市目標過程中皆以行人為導向模式規劃替代私有運具使用(Nieuwenhuijsen and Khreis, 2016)。在TOD模式與無車城市目標中,適步行性(walkability)有非常重要的地位。此外,舒適的步行環境不僅可提升民眾出外步行機會,亦可誘發更多的外部效益。過往研究發現,在高密度且住商混合使用的社區,社區居民步行到商店、餐廳或公園的比例,高於居住在規劃為汽車導向的社區居民(Cervero and Radisch, 1996)。

目前對於適步行性的評價可以分為感知評估與客觀評估。感知評估為對居民進行調查,了解居民對無障礙、安全、吸引力和美學的看法,據此評估鄰里可步行性的社區建成環境;客觀評估是基於地理特性,使用空間分析評估步行街區設施,特別是在街道連通性、人行道密度和步行距離(Kim and Woo, 2016)。在建成環境客觀評估中,對於適步行性評分是一種趨勢。Saelens, Sallis et al. (2003)使用鄰里步行環境評估量表評估步行環境評估指標,並以現地觀察方式檢驗步行環境,測算步行指數。美國網站Walk Score®,利用地理資訊系統,結合數據進行空間分析,計算查詢地點步行分數、轉運分數、自行車分數與犯罪等級,據此與房地產銷售做結合,讓購屋者可快速了解房屋周圍各項環境指數高低,輔助購房決策參考。對於每個查詢地址(座標),Walk Score®會透過路網分析,根據每個類別中設施的距離來計算分數(Nykiforuk, McGetrick, Crick and Johnson, 2016)。Walk Score®初始以房地產銷售廣告為主要目的。但由於該網站簡便操作且提供客觀數據,有部分學者透過此網站從事學術研究,例如步行與健康關係(Vale, Saraiva and Pereira, 2016)、步行分數與房地產價格高低關係(Pivo and Fisher, 2011)。

Walk Score®僅服務於美國、加拿大與澳洲,服務範圍不包含台灣。台灣城市之公共交通體系、道路形態、交通運具選擇習慣與美國存在較大差異,Walk Score®所使用的適步行性評價指標不一定適用於台灣城市。在學術研究領域,台灣對於適步行性研究則多為針對步行性相關具體指標研究之探討,作為環境改善之依據(趙晉緯, 2003; 陳昱如, 2011);探討步行環境對民眾上街活動意願之影響與其活動行為(張新立、沈依潔, 2005);缺乏對於適步行性評分體系。因此將參考Walk Score®的評分體系,研擬一套適合於台灣城市街道之適步行性評分體系;並選取適當區域進行實地適步行性評估測試。

綜合上述，本研究主要研究目的包含：(1) 建立綜合「步行目的」與「道路環境」之台灣城市街道適步行性評價方法。(2) 通過文獻回顧提出初步評分指標，利用模糊德爾菲法(Fuzzy Delphi Method, FDM) 篩選適合指標，並透過分析網路程序法 (Analytic Network Process, ANP) 確定指標權重，參考 Walk Score® 步行分數計算方法建立台灣城市街道步行分數評估模式。(3) 選取適當空間進行步行分數試算，計算結果將以圖像化方式呈現，並依據其結果對建成環境評價。

二、文獻回顧

(一)適步行性之定義

適步行性又稱為適合步行程度 (Kelly, Tight, Hodgson and Page, 2011)。廣義上則包含行人對於步行空間的感知、感受及與周邊因素交互作用(Pivo and Fisher, 2011; Duncan, Aldstadt, Whalen, Melly and Gortmaker, 2011)。然而不同的學者，對於適步行性有不同的定義。

Carr et al. (2010, 2011) 指出適步行性是指促進各種形式之身體活動 (如步行)。Kelly et al. (2011) 指出適步行性可以概括地定義為能夠走路之程度。Duncan et al. (2011) 指出適步行性是指促進各種身體活動，包括零售商店、公園等步行目的地訪問，以及如街道連接和人行道等設計特徵。Reyer et al. (2014) 將適步行性定義為建成環境對行走友好之程度。Pivo et al. (2011) 指出，適步行性是指物業步行距離內的區域，鼓勵步行以達到娛樂或其他功能之程度。

(二)適步行性之影響因素

適步行性之影響因素眾多。Saelens et al. (2003) 在研究影響民眾步行環境特徵中，將影響適步行性的因子，分為：「住宅密度」、「土地混合使用」、「商業設施可及性」、「街道連通性」、「步行或自行車設施」、「美學性」、「交通安全」、「治安安全情形」。

適步行性與 TOD 模式相互影響。Cervero 與 Kockelman (1997) 針對大眾運輸導發展導向之 TOD 模式，提出 3Ds 元素，分別為：「密度 (Density)」、「混合使用 (Diversity)」、「步行導向都市設計 (Design)」。3D 概念提出後，經過 10 年發展，TOD 模式從實證研究中，增加兩個因素成 5D (Ewing and Cervero, 2001)，增加兩個因素分別為：「運輸設施的距離 (distance)」、「步行者自起點至迄點公共設施的便利程度 (degree)」。潘志明等人 (2017) 認為 TOD 開發模式與提升步行性友好相輔相成，在大眾運輸服務設施周邊之站點規劃混合使用的開發類型，融合商業、休閒、居住與辦公等機能，並營造良好的步行空間，對於增加城市宜居性與綠色出行均有正面影響。

適步行性與自行車適騎性在某些方面具有一致性。Hoedl et al. (2010) 建立適步行性與自行車適騎性評估表，如表 1 所示，在奧地利 (Austria) 格拉茨市 (Graz) 實地勘察，最終評估該地區適步行性與自行車適騎性。

表 1 適步行性與自行車適騎性評估表

項目	具體內容
交通安全	車道與速度限制
環境吸引力	廣告招牌或牆壁、綠帶 (綠色空間寬 10 米)、樹木、綠地 (體育遊戲設施或公園)、開放空間 (非綠地型態)
土地使用	商業區或住宅區、建築物高於或低於三層樓、特殊建築物 (具吸引力、歷史或文化建築)
步行或自行車基礎設施	居住地附近的無尾巷數量、居住地十字路口之間的距離

資料來源：Hoedl et al., 2010

在台灣，雷漢渝（2015）針對都市友善步行環境之影響指標進行研究，列出 4 大面向 21 個指標，如表 2 所示；並以專家學者為問卷調查對象，進行都市友善步行環境指標調查；結果顯示，「安全性」為最高權重，第二為「步行設施可用性」，第三為「美質性」，最低則為「土地混合利用」。

表 2 都市友善步行環境之影響指標

面向	指標
混合土地利用	土地利用可及性、土地利用多樣性
步行設施可用性	人行道材質、指示設施、無障礙設計、人行道的維護、人行道寬度、天候防護設備、便利設施
安全性	人行道連續性、人行道障礙物、街道照明、車道和人行道之間的緩衝空間、行人穿越輔助、犯罪的恐懼感
美質性	綠視率、建築物吸引力、整潔度、行道樹、自然景觀、人文景觀

資料來源：雷漢渝，2015

(三)Walk Score®步行分數評分方式

Walk Score®提供步行分數查詢功能，其評估方式主要利用後台資料庫，進行空間分析與計算，並以數字方式顯示查詢地點之計算成果。對於使用者而言，可快速了解查詢地點之客觀數據，進而進行購屋決策判斷。

Walk Score®所評估的步行分數，結合「步行路線到設施距離」、「街區長度」、「人口與路口密度」，並以此計算出查詢地址之「步行分數」、「自行車分數」及「其他分數」，以 0 至 100 之數值表示。0 至 24 分表示幾乎所有的出行都需要使用車輛；25 至 49 分表示汽車依賴較高，大多數出行需要車輛；50 至 69 分表示有些可步行完成事務，有些則需使用車輛；70 至 89 分表示非常適合步行，大多數出行可以徒步方式完成；90 至 100 分表示步行者天堂，每日出行不需要使用汽車。在「步行路線到設施距離」之中，設施包括：商業或服務設施、公共交通設施、餐館、購物中心、公園、綠地和學校等。

對於每個位置之步行分數，Walk Score®之計算方式以步行 5 分鐘（約 0.25 英里）範圍內可到達的設施將獲得最高積分，超過 5 分鐘路程範圍外設施將呈現分數衰減，位於步行 30 分鐘路程外之設施將無法獲得分數，最後加總獲得總分。NykiForuk 等人（2016）公佈之 Walk Score®步行分數之計算公式（1）如下：

$$S=a/15\times 6.67-(b+c) \quad (1)$$

其中，S 代表 Walk Score®分數，a 代表原始分數，b 代表十字路口密度，c 代表平均街區長度。

三、研究設計

(一)研究架構

本研究透過文獻回顧確定之適步行性初步評估面向與具體評估指標，未必全部適合用於台灣城市街道，因此必須加以篩選。本研究採用多準則決策方法（multiple criteria decision-making, MCDM）進行分析，參考過去相關文獻（Chang, Wey and Tseng, 2009；田美英，2009；吳念庭，

2010；羅健文等人，2015）進行研究設計。首先將使用模糊德爾菲法專家問卷進行最終評估面向與評估指標篩選。後續進行步行分數計算時，為了確定各指標之權重，還將使用分析網路程序法進行第二次專家問卷調查。最終參考 Walk Score®步行分數計算方式，運用地理資訊系統技術，選擇案例區域進行步行分數計算，並將最後計算出步行分數分佈情形以圖像化方式顯示。本究架構如圖 1 所示。

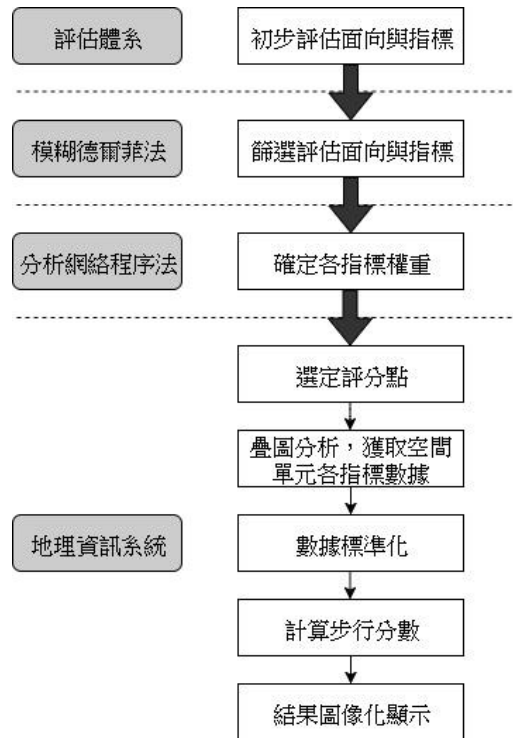


圖 1 整體研究架構

資料來源：本研究繪製

(二) 評估指標初步篩選

透過文獻回顧，以適步行性為研究主軸，將影響適步行性之因素歸納為五大面向，分別是：「土地混合使用」、「土地使用密度」、「交通設施可及性」、「街道連通性」、「步行基礎條件」，共計 22 項評分指標。具體評分指標如表 3 所示，有關於評分面向之釋義如表 4 所示。

表 3 具體評分指標

評分面向	評分指標
土地混合使用	零售業、住宿業、餐飲業、金融保險業、不動產業、教育業、醫療保健業、藝術娛樂及休閒服務業、其他非屬行業類別之公共開放空間、政府各級機關
土地使用密度	人口密度、住宅戶數密度
交通設施可及性	公車站數量、捷運站數量、公共自行車租借站數量
街道連通性	十字路口密度、無尾巷密度
步行基礎條件	人行道維護情形、人行道寬度、人行道連續性、交通管制燈號、街道照明設備

資料來源：本研究彙整

表 4 適步行性初擬之評分面向與相對應評分指標

評分面向	評分面向釋義	相關研究
土地混合使用	係指土地利用多元性，過往探討內容包含公共開放空間、休閒娛樂設施、政府機關與公共服務設施、商業設施等。混合土地使用為影響通勤相關身體活動之都市設計特徵，對於促進步行出行機率有一定關係；此外與出行目的地距離越近，以步行方式到達的機率越高。	Saelens et al., 2003; Cerveo et al., 2009; Hoedl et al., 2010; Pivo and Fisher, 2011; Duncan et al., 2011; Cerin et al., 2011; 雷漢渝, 2015; 潘文明等人, 2017
土地使用密度	分為住宅或人口密度，人口數量為支撐商家營業和大眾運輸系統使用率關鍵，因此相對而言，土地利用密度較高，以步行出行機率亦較高。	Saelens et al., 2003; Cerveo et al., 2009; Pivo and Fisher, 2011; Hajna et al., 2015
交通設施可及性	TOD 發展與步行友好相輔相成，對於提升宜居城市及使用綠色運輸工具均有明顯正面影響，因此距離交通設施越近，越可吸引民眾捨棄自用車輛，出行改以搭乘大眾運輸系統。	Cervero and Kockelman, 1997; Saelens et al., 2003; Cerveo et al., 2009; 潘文明等人, 2017
街道連通性	良好的街道連通性為影響步行活動重要環境因子，較多的十字路口、較少的無尾巷數量，可降低行人通行便利性，提升步行出行的機率。	Saelens et al., 2003; Owen et al., 2004; Duncan et al., 2011; Pivo and Fisher., 2011; Hajna et al., 2015
步行基礎條件	提供良好都市步行環境基礎設施，可提行人步行舒適度，進而提升已步行出行機率。	Saelens et al., 2003; Cerveo et al., 2009; 趙晉緯, 2003; 雷漢渝, 2015

資料來源：本研究彙整

(三)專家問卷

1.第一階段模糊德爾菲法問卷

模糊德爾菲法問卷評估方式採用模糊程度的語意，將重要性等級區分為「0 至 10」，「0」為極不重要，「10」為極重要，分數越高則表示重要程度越高。問卷受訪者將照本身專業知識與經驗判斷，填入該項評分因子重要性程度的「最佳值」，以及可接受重要程度範圍之「最大值」與「最小值」。問卷內容之填答，藉由訪談者之專業經驗，對評分面向及評分指標做出評估與排序。通常專家問卷適合的專家人數為 10 至 15 人（鄧振源，2005）。

模糊德爾菲法問卷發送對象為相關建設管理單位、專業規劃業者及相關領域學者等產、官、學組成。專家問卷對象之相關背景、經驗均為對於城市步行交通系統具有相當程度研究或具備實務管理經驗。本次訪談數量為 9 人，訪談對象背景如表 5 所示。本問卷調查發送時間為 2019 年 3 月 13 日，以電子郵件方式寄送，回收時間為與 2019 年 3 月 20 日。共發送 9 份問卷，回收 9 份問卷，均屬有效問卷。

表 5 問卷訪談對象基本資料

代號	專業領域	任職單位	工作性質
1	都市計畫	大專院校	研究教學人員
2	交通運輸管理	中央主管機關	業務承辦
3	都市計畫	大專院校	研究教學人員
4	都市計畫	工程顧問公司	專案經理人
5	都市計畫	工程顧問公司	專案經理人
6	都市計畫	工程顧問公司	專案經理人
7	交通運輸管理	北部直轄市政府	高階主管
8	都市計畫	北部直轄市政府	高階幕僚
9	都市計畫	北部直轄市政府	高階主管

資料來源：本研究彙整

2.第二階段分析網絡程序法問卷

進行分析網路程序法專家問卷前，需先釐清評分指標間相依關係，建立網路關係圖。其後依相依關係設計分析網路程序法專家問卷，最後進行矩陣運算求取各指標間權重。針對問卷設計說明如下。

分析網路程序法問卷係透過各準則之間兩兩相互比較後，將問卷轉化為矩陣後，計算相對權重值。分析網路程序法問卷填寫方式，Saaty (1996) 依相對關係程度可分為 9 尺度，如下表 6 所示。受訪者依問卷尺度設計進行填答，各準則對目標之達成有其相對權重，能顯示出各準則的權重比較，評比出最佳比值。評比過程中，受訪者如認為準則 A 重要性高於準則 B，即在問卷表相對應欄打勾，依此類推。填答過程中，須注意邏輯一致性，例如 A 重要性高於 B ($A > B$)，B 重要性高於 C ($B > C$)，則 A 應亦須重要於 C ($A > C$)。

表 6 分析網路程序法問卷比較尺度表

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩個因素具有相同重要性
3	稍重要	經驗與判斷稍傾向某一因素
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向某一因素
7	極重要	實際顯示非常或強烈喜好某因素
9	絕對重要	有絕對證據肯定絕對喜好某一因素
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之間中間值

資料來源：本研究彙整

為求填答邏輯一致，第二階段分析網路程序法專家問卷發送對象與第一階段模糊德爾菲法相同。第二階段問卷調查發送時間為 2019 年 4 月 17 日，以電子郵件方式寄送，回收時間為 2019 年 5 月 2 日。共發送 9 份問卷，回收 9 份問卷。經由一致性檢定，有效問卷為 8 份。

(四)模糊德爾菲法指標篩選

第一階段專家問卷結果統計，主要參考鄭滄濱 (2001) 採用之模糊德爾菲法的統計方式計算。並使用「灰色地帶檢定法」方式計算評估之指標是否有達收斂，藉此瞭解問卷填寫對象對於問卷內容之評比是否趨於一致。本次統計問卷，以對該項評分指標之量化分數區間高低值，藉由模糊德爾菲法之處理方式客觀量化。透過統計訪問對象之問卷填寫結果，依其內容訪問者對於各指標給予之最小值（評價之最保守認知值）、單一值（即最佳數值）與最大值（評價之最樂觀認知值）進行篩選。

決定指標篩選共識值之門檻決定一般屬研究者主觀判斷，大多界定為 6 至 7 之間。專家共識值之門檻值訂為 6，超過共識值 6 做為後續研究使用，未達標者予以刪除。根據計算結果，22 項評分指標中刪除 11 項評分指標。由於評分面向「土地使用密度」、「街道連通性」相對應所屬之評分指標均未達門檻值，因此最終評分面向由五大面向調整為三大面向，分別為「土地混合使用」、「交通設施可及性」、「步行基礎條件」。根據計算結果，專家共識值如圖 2 所示。

經由篩選結果，建立適合本研究使用評估步行分數之 11 項評分指標。考量後續分析網路程序法問卷填寫方便與地理資訊系統資料運算，將針對性質相似之指標類型進行分群，並重新予以編號。後續依分群後結果作為第二階段分析網路程序法問卷填寫依據，指標分群前後對照如表 7 所示。

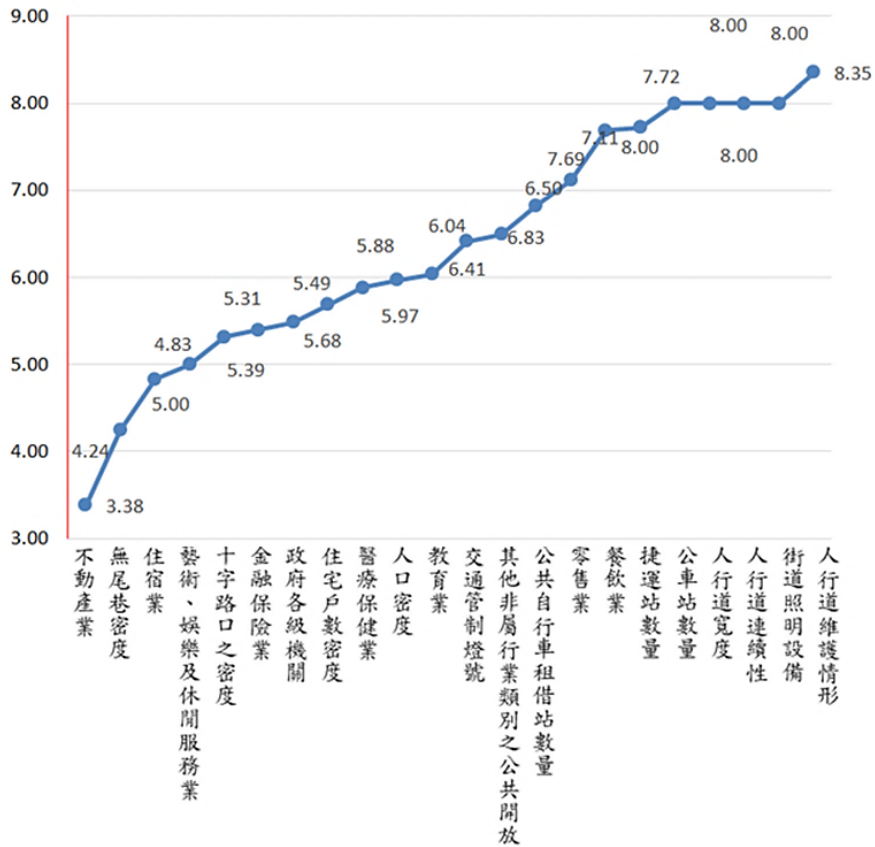


圖 2 模糊德爾菲專家共識值

資料來源：本研究繪製

表 7 評分指標分群對照表

評分面相	分群前評分指標	分群後評分指標
A.土地混合使用	零售業、餐飲業	A1 營業使用
	其他非屬行業類別之公共開放空間	A2 開放空間
B.交通設施可及性	公車站數量、捷運站數量	B1 大眾運輸系統
	公共自行車租借站數量	B2 公共自行車租借站
C.步行基礎條件	人行道維護情形、人行道連續性	C1 步行舒適感
	人行道寬度	C2 人行道寬度
	交通管制燈號、街道照明設備	C3 步行基礎條件

資料來源：本研究彙整

(五)分析網絡程序法指標權重計算

本研究依照分群後評分指標間相互影響關係，經由專家討論，並利用相關矩陣問卷進行各指標間關係構建，最終建構出相依關係網絡，如圖 3 所示。並據此設計為分析網絡程序法專家問卷，由專家進行評比，取得一致性結果後，計算權重值。

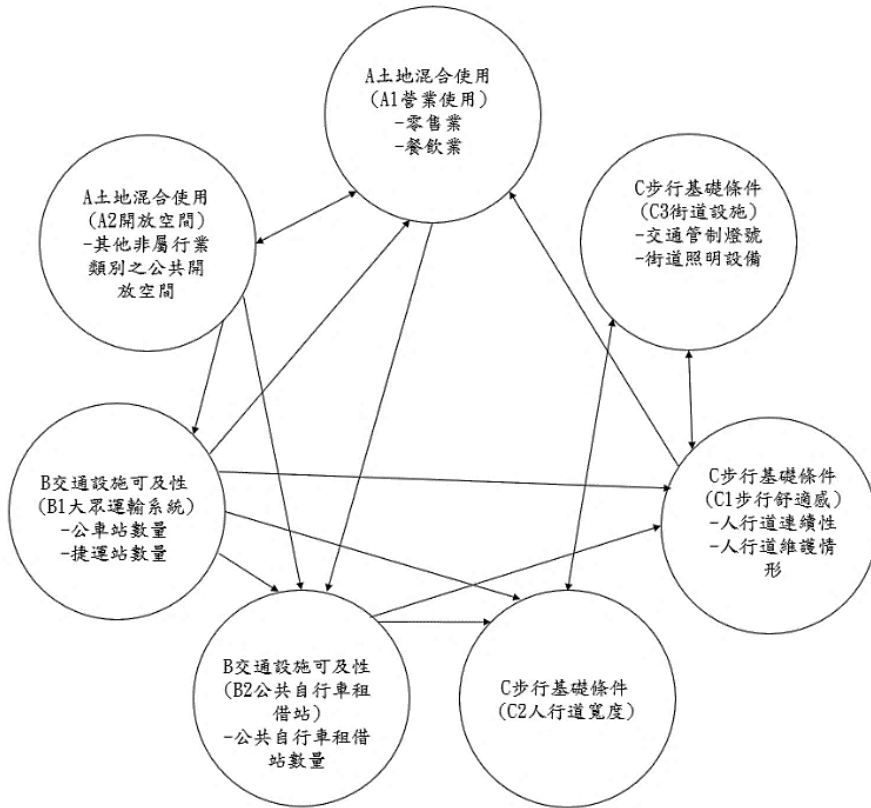


圖 3 ANP 分群後指標間相依關係網絡

資料來源：本研究繪製

各個分群指標之相依關係說明如下：

一、以「A1 營業使用」為考量。開放空間 (A2)，具休閒娛樂功能，具有聚集人潮效果，因此進而影響業者進行商業展店拓店選址考量因素之一；大眾運輸系統 (B1) 的設立，可帶來通勤人潮，捷運站出入口人潮眾多，多為商業密集度較高地區；步行舒適感高低，影響行人出行意願，街廓過於破碎之路段，商業效益連續性較差，影響營業使用進駐設立考量。

二、以「A2 開放空間」為考量。都市計畫法第 43 條規定公共設施用地，應就人口、土地使用、交通等現狀及未來發展趨勢，決定其項目、位置與面積，以增進市民活動之便利，及確保良好之都市生活環境。故開放空間之選定與區域發展或商業活動 (A1 營業使用為其中一項) 有相互因果關係。

三、以「B1 大眾運輸系統」為考量。大型公共開放空間，通常亦為在大眾運輸系統場站設立點，開放空間為場 (車) 站選址考量之一。

四、以「B2 公共自行車租借站經濟」為考量。商業密集度高之地區 (A1)、公共開放空間 (A2) 周邊以及大眾運輸系統 (B1) 停靠站或出入口周圍等，均為公共自行車租借站設點評估因素之一。

五、以「C1 步行舒適感」為考量。公車站之相關設施 (停車灣、候車亭等) 或捷運站出入口站體 (B1)、公共自行車租借站 (B2)、路燈及管制燈號 (C3)，容易影響人行道之連續性與；而

公共自行車租借站，應經常性騎乘自行車易導致人行道之路面損壞。

六、以「C2 人行道寬度」為考量。公車站之相關設施（停車灣、候車亭等）或捷運站出入口站體（B1）、公共自行車租借站（B2）、路燈及管制燈號（C3），均會影響人行道之寬度。

七、以「C3 街道設施」為考量。街道設施之設立地點須考量人行道寬度、公車與捷運站出入口相對位置，以及街道連續性等，因此與 C1、C2 具因果關係。

分析網路程序法問卷回收後，依照各個專家填寫內容重要性程度比較，轉換比較數值，並以幾何平均法方式整合各個專家意見，進行統整後可得到正倒數比較矩陣。問卷回收後使用 Super Decisions 軟體進行運算，最後極限矩陣各評分指標權重數值即為評估時所使用之指標權重，其最終權重如表 8 所示。

表 8 本土化步行分數衡量指標各權重值

指標	A1.營業使用	A2.開放空間	B1.大眾運輸系統	B2.公共自行車	C1.步行舒適感	C2.人行道寬度	C3.街道設施
權重	18.11%	31.50%	35.11%	2.91%	7.11%	3.70%	1.56%

資料來源：本研究彙整

四、案例分析

臺北市大安區面積約為 11.36 平方公里，位於臺北市區中心，交通十分便捷，有 5 條捷運線，共計 19 個捷運站；公交車站與公共自行車租賃站遍佈全區。台北市民政局依當地區域特色將大安區劃分為 7 個次分區，分別為：安和、和平、臥龍、敦南、新生、瑞安、學府。考量大安區有臺北市面積最大之大安森林公園及周邊人行連接，故最終選定臺北市大安區作為測試區域，並且將分別計算各個次分區之步行分數。

(一)步行分數計算

1.空間統計方式說明

將參考 Walk Score®之步行分數計算方式，步行距離 5 分鐘內可達之範圍作為分界，超過 5 分鐘路程外的設施將呈現分數衰減，位於步行 30 分鐘路程外設施將無法獲得分數。根據統計成年人平均步行速度為每秒 1.32 公尺至 1.47 公尺 (Aspelin, 2005)，5 鐘內可達距離範圍約 396 公尺至 441 公尺，因此採 400 公尺為各項數據計算基準。另外考量空間資料取得範圍有限，僅針對 5 分鐘內範圍進行步行分數計算。由於步行分數各指標統計採環域分析 (buffer zones) 進行空間統計，故各項指標資料調查區域擴及大安區邊界向外延伸 400 公尺作為統計使用之空間單元。

2.步行分數評分樣本選取方式

步行分數樣本點採樣選取，係利用 Qgis 軟體計算進行。根據凌瑞賢 (2002) 的研究，台灣城市最適街廓為長度約 150 公尺。因此取樣方式以點對點距離 150 公尺方式進行，同時考量各個次分區平均面積大小，因此各次分區內以設定 50 個樣本點為原始目標。各個分區樣本點之數量與間距一致是為了全面展示適步行性，盡可能涵蓋各種適步行性之街道。

而在最終實際選取時，考量各個次分區面積不一致，而各個次分區採樣點數量一致，會導致

在整體上各個採樣點密度嚴重不均衡。因此次分區如因面積較小，無法達到 50 個樣本點分布，則由 Qgis 軟體計算最適樣本數。最終本研究共取樣 318 個樣本點進行步行分數試算，其中安和地區 41 個、和平地區 47 個、臥龍地區 50 個、敦南地區 40 個、新生地區 48 個、瑞安地區 42 個、學府地區 50 個。各個樣本點之空間分布概況，如圖 4 所示。

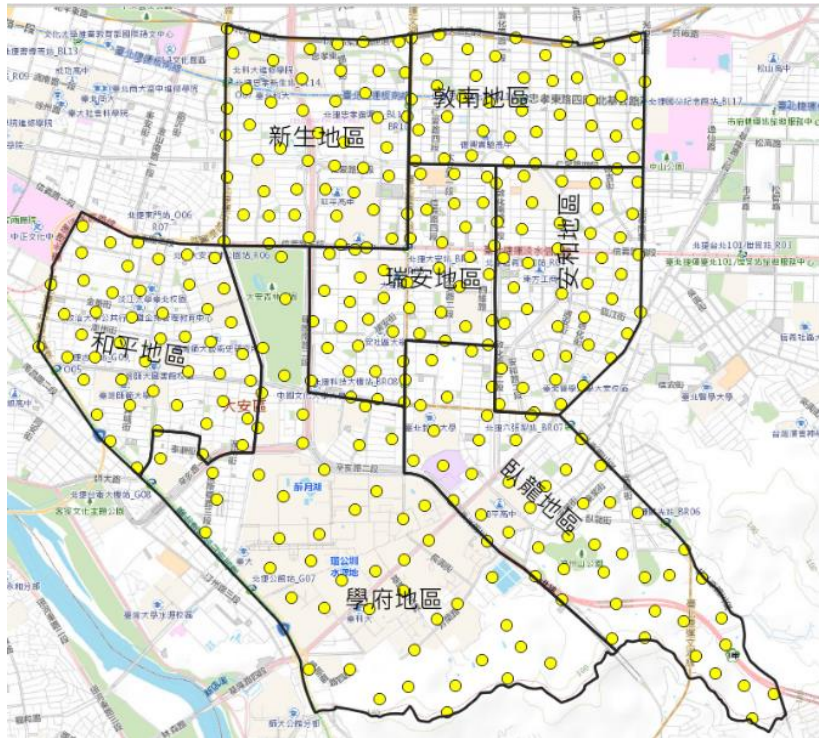


圖 4 各個次分區評分樣本點分布圖

資料來源：本研究繪製

3.分數計算原始資料說明

評分面向「土地混合使用」將通過營業使用，即商家數量說明，一個營業使用地址只有一個商家。營業使用資料來源於經濟部商工資料開放平台，以及某公司調查資料（以下簡稱 A 公司）。經濟部商工資料開放平台，檔案下載日期為 108 年 4 月份。調查類別以主計處公布之行業類別系統表中「類」之零售業及餐飲相關項目，如表 9 所示。A 公司資料調查日期為 2014 年，並經過本研究整理比對後，與經濟部商工資料無重複資料，其提供之商家資料以連鎖零售業為主。以上兩項資料位於統計區合計有 2876 筆資料，即有 2876 個商家。

表 9 行業對照表

行業	調查類別
零售業	五金零售業、日常用品零售業、西藥店、服飾店、菸酒零售業、電器零售業、寵物店
餐飲業	餐飲業

資料來源：本研究彙整

評分面向「交通設施可及性」包含公車站 387 個、捷運站出入口 72 個、公共自行車租借站數量 66 個，以上資料來源於臺北市政府資訊局建置的「臺北市資料大平臺」⁴。

評分面向「步行基礎條件」包含人行道維護情形、人行道寬度、街道設施。對於人行道維護情形，將依據道路是否進行施工進行判斷。道路施工資料來源為台北市政府資料開放平台，採用日期為 2019 年 5 月 6 日。當日大安區內道路施工路段僅有兩處，若包含大安區邊緣向外延伸 400 公尺範圍則有 4 處。人行道路網資料來源為內政部營建署，路段數量為 2735、最大寬度為 22.87 米、平均寬度為 3.336 米、寬度標準差為 2.207。街道設施包含交通管制燈號 318 個、路燈數量 26735 個，資料來源為「臺北市資料大平臺」。

4.計算步驟與各樣本點評估項目統計敘述

本研究在計算各個樣本點之適步行性分數時，首先對樣本點之各項分數打分，其次再依據網絡分析程序法求得之權重計算各個樣本點之適步行性分數。步行分數計算之具體步驟如下述：(1) 計算空間單元各項數值；(2) 計算各樣本點，環域 400 公尺內取得之各項數值；(3) 進行各指標數值標準化；(4) 以最高分為滿分，進行指標分數換算；(5) 計算加權後之各樣本點步行分數總分；(6) 各樣本點步行分數標準化，以 0-100 分方式表示。各樣本點各項評估項目基礎統計敘述如表 10 所示。「道路施工計數」同時可以反應「人行道維護情形」與「人行道連續性」，因此在表 10 中，「道路施工計數」將代表「C1.步行舒適感」。

表 10 評分指標各項數值統計敘述簡表

分群指標	指標細項	最大值	最小值	標準差	平均數
A1.營業使用	營業使用計數	274	0	59.99	93.15
A2.開放空間	開放空間計數	18	0	4.08	7.57
B1.大眾運輸系統	公車站計數	20	0	4.05	11.35
	捷運站出入口計數	11	0	2.87	2.46
B2.公共自行車	公共自行車租借站數量	5	0	1.23	2.19
C1.步行舒適感	道路施工計數	2	0	0.41	0.11
C2.人行道寬度	人行道寬度	6.92	0	0.86	3.32
C3.街道設施	路燈計數	829	30	184.53	510.6
	交通號誌計數	27	0	4.67	11.13

資料來源：本研究彙整

(二)步行分數計算結果分析

1.各個次分區步行分數說明

「安和次分區」最高分樣本點編號 247，鄰近捷運站信義安和；步行分數得分以開放空間、大眾運輸系統及公共自行車選項得分較高；因環域範圍有道路施工，因此步行舒適感得分為 0 分。

「敦南次分區」最高分樣本點編號 210，位於大安路一段；於大眾運輸系統、公共自行車與步行舒適感（即無道路施工）上獲得高分；其餘高分區域主要集中於東區商圈商業密集度較高地區。

⁴臺北市資料大平臺，網址 <https://data.taipei/#/>。

「新生次分區」最高分樣本點編號 183，鄰近新生南路一段，近捷運站出入口；步行分數得分於大眾運輸系統與步行舒適感（即無道路施工）獲得高分，營業使用偏低，顯示周邊一樓商業使用情形較不熱絡，公共自行車得分低；顯示本區域有需增設公共自行車租借站潛在需求。

「和平次分區」最高分樣本點編號 20，位於羅斯福路二段與杭州南路二段交叉口附近；步行分數計算中，除在道路舒適感（即無道路施工），因鄰近捷運綠線之古亭站出入口及鄰近主要幹道，故於大眾運輸系統項目中獲得較高分數。

「學府次分區」最高分樣本點編號 65，位於羅斯福路三段 283 巷內，鄰近溫州公園，步行分數除步行舒適感獲得滿分（即無道路施工）外，以開放空間獲得較高分數；學府次分區位於大安區南側，區內多屬開放空間，如大安森林公園、大學校園（台大、台科大）等，南側與文山區交界處多為山坡地保護區，區域發展落差較大，故在步行分數統計上，南北落差大。

「瑞安次分區」最高分樣本點編號 119，鄰近和平東路二段，鄰近學府次分區最高分位置，除步行舒適感獲得滿分（即無道路施工）外，以開放空間獲得較高分數；此外在人行道寬度上，最高分樣本點僅獲得 4 分，顯示人行道平均寬度與大安區內其他評分點相比，寬度偏低。

「臥龍次分區」最高分樣本點編號 309，位於台北教育大學學區內，亦鄰近科技大樓，在開放空間中除步行舒適感（即無道路施工）獲得滿分外，其餘多低於 50 分；臥龍次分區步行分數高分群明顯集中於北側，南側因地形關係，步行分數多為低分區域。

各個次分區最高得分之樣本站點評分結果如表 11 所示。大安區整體步行分數高低熱區如圖 5 所示，越亮的區域適步行性分數越高。

表 11 各個次分區最高得分之樣本站點評分

最高得分樣本點 基本資料		營業使用	開放空間	大眾運輸 系統	公共自行	步行舒適	人行道寬	街道設施
編號	次分區	分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數
247	安和	61	66	69	75	0	15	52
210	敦南	82	45	95	100	100	35	59
183	新生	36	52	100	26	100	34	54
20	和平	46	17	95	51	100	5	51
65	學府	38	79	32	26	100	56	36
119	瑞安	38	93	27	26	100	4	44
309	臥龍	36	100	37	51	100	25	29

資料來源：本研究彙整

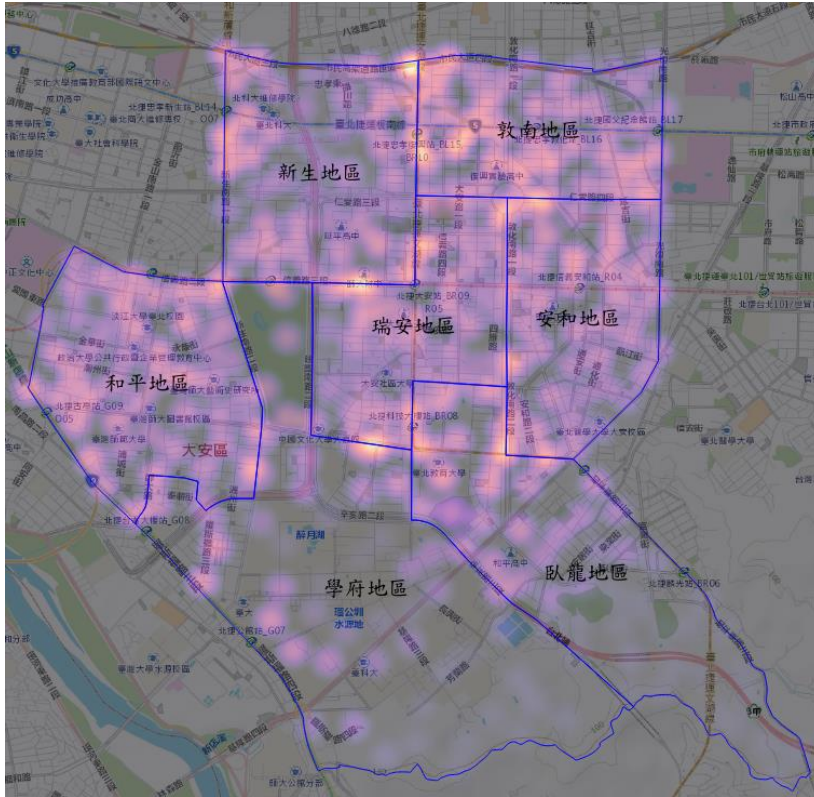


圖 5 大安區整體步行分數高低熱區

資料來源：本研究繪製

2.各個次分區步行分數排序

本研究以臺北市大安區之 7 個次分區為步行分數計算空間範圍，總共採計了 318 個樣本點，依各項指標數值與網絡分析程序法求得之權重計算步行分數。經最後計算各樣本點分數，並依其所在之次分區統計其次分區平均分數並進行排序。大安區之次分區步行分數由高至低排序分別為「敦南地區」、「和平地區」、「新生地區」、「安和地區」、「瑞安地區」、「臥龍地區」、「學府地區」，其分數如表 12 所示。

表 12 大安區之各個次分區平均步行分數、平均開放空間分數與排名

次分區	平均步行分數	步行分數排名	平均開放空間分數
敦南地區	63.1	1	20.2
和平地區	56.0	2	40.7
新生地區	54.2	3	24.3
安和地區	53.7	4	32.0
瑞安地區	50.5	5	43.2
臥龍地區	32.8	6	27.1
學府地區	31.6	7	28.1

資料來源：本研究彙整

(三)適步行性評價分析

1.大安區步行分數分布南北區域差異大

依據次分區平均步行分數排序，並觀察空間分布情形，大安區步行分數呈現北高南低情形。在分數表現上，除敦南地區平均分數超過 60 分外，其餘 2 至 5 名平均步行分數差異不大，為 50.5 至 56 分之間。而最後兩名為臥龍地區與學府地區，平均步行分數僅分別為 32.8 分與 31.6 分，與前五名次分區之平均分數呈現較大落差。由此結果可知，大安區市中心範圍，步行分數較高，但南部外圍適步行性明顯下降，整體步行分數偏低。

2.評分指標「開放空間」權重與影響

依據本次研究使用之評分指標特性，營業使用較密集、鄰近公共設施與大眾運數系統，易獲得高分。依據實際觀察，「開放空間」權重雖達 31.53%，但對整體次分區評分排序影響結果較不顯著，反而對於單一樣本點評分影響較顯著。以步行分數排名第一之敦南地區為例，捷運藍線於此設有忠孝新生、忠孝敦化與國父紀念館三站出入口，忠孝東路四段沿線為東區商圈，公車站與商家數量十分密集；但在「開放空間」排序上，敦南地區在七個次分區中排名倒數第二。

(四)步行分數差異之探討

自然環境分布差異是導致大安區步行分數差異的原因之一。大安區地形除南側與文山區交界處為山坡地保護區外，其餘多屬平坦地形，受到自然地形的發展限制，南部山坡地多屬低密度開發之原始保護區範圍，不論人口分布、公共建設或商業活動發展自然不及其他平原地區。而本研究之步行分數計算權重中，評分項目多與建成環境發展相關。因此在步行分數計算上，以原始保護區景觀為主之南部地區，自然分數計算呈現較低結果。

建成環境發展差異也影響大安區步行分數差異。大安區南側除保護區原始地貌外，土地利用為多為校區使用，其中以學府地區南側大部分多為台灣大學、台灣科技大學校區，因此在環境發展中，商業活動發展自然較其他大安區以住宅或商業機能為訴求不同。此外，大安區公共建設多集中於中、北側。捷運站設站亦大多位於中、北側（板藍線、淡水線、新莊蘆洲線），或沿大安區邊緣經過（新店線、文湖線）。

五、結論與建議

研究適步行性，可由偏重於「步行目的」之方式出發，亦可由考量「道路環境」出發。本研究參考Walk Score® 評分方式，並以研究影響適步行性參考指標為依據，融入更多與步行相關之道路環境因子。期望以兼具「步行目的」與「道路環境」因素，擬定出適合台灣城市街道適步行性之「步行分數評估方法」，因此研究結果適用於其他城市，特別是都會區。

(一)結論

本研究經由文獻回顧歸納出「土地混合使用」、「土地使用密度」、「交通設施可及性」、「街道連通性」、「步行基礎條件」五項步行分數之評分面向，並整理出與評分面向相對應之 22 項評分指標。其後透過模糊德爾菲法，剔除未達共識之評分面向與指標，最後確立出適合於本土化步行分數評估面向為「土地混合使用」、「交通設施可及性」、「步行基礎條件」。「土地混合使用」面相對

應評分指標為「零售業」、「餐飲業」、「其他非屬行業類別之公共開放空間」；此為吸引出行者以步行方式出行使用項目。「交通設施可及性」面相對應評分指標為「公車站數量」、「捷運站數量」與「公共自行車租借站數量」，此為透過大眾運輸系統輔助，提升出行者以步行出行方式之意願。「步行基礎條件」面相對應評分指標為「人行道維護情形」、「人行道連續性」、「人行道寬度」、「交通管制燈號」、「街道照明設備」；步行基礎條件為道路條件，不同程度之道路條件，將影響出行者之步行意願。

不同於 Walk Score®以商業設施、十字路口密度與街區長度關係進行步行分數之評估。本研究使用評分指標兼具「步行目的」與「道路環境」，以多面向之方式進行步行分數計算。於進行網絡分析程序法評估各指標權重前，將性質相似之指標重新歸類，整理出「營業使用（原零售業、餐影業）」、「開放空間（原其他非屬行業類別之公共開放空間）」、「大眾運輸系統（原公車站數量、捷運站數量）」、「公共自行車租借站（原公共自行車租借站數量）」、「步行舒適感（原人行道維護情形、人行道連續性）」、「人行道寬度」與「步行基礎條件（原交通管制燈號、街道照明設備）」等 11 項評分指標；其後透過網絡分析程序法專家問卷訪談；並以訪談結果進行矩陣計算，求得各項指標權重，設計出適合用於本土化步行分數之評估方式，最終用於後續 GIS 地理資訊系統運算使用。

利用GIS軟體繪圖技術，以圖像化方式顯示大安區各次分區與大安區整體之評估結果，並觀察步行分數所形成現象與特定，作細部觀察。最終發現大安區於步行分數分布上南、北差異較大，其原因可歸類於自然環境差異與建成環境發展差異。自然環境差異主要為南部地區多屬保護區之原始地目，發展較為緩慢，各項商業、交通與公共建設不及發展密集區域；建成環境發展上，大安區中、北側多為密集發展區域，為台北市精華地段，各項公共建設齊全，因此形成南、北發展差異大情況。

(二)建議

在台灣街道適步行性評價中，營業使用、開放空間、大眾運輸系統占了 8 成以上之權重，因此適步行性可以作為政府相關部門在空間規劃上的目標，特別是宜居城市達成績效之參考。就不動產交易而言，這也是不動產價格定價、居住選擇之重要指標。

針對有關後續可進行深入探討與接續研究之建議如下。研究中適步行性評分指標篩選與權重確定是通過問卷調查產、官、學三方面專家學者，問卷訪談對象未將步行者行為納入考量。由於步行者屬真正對於步行空間與意願直接感受對象，因此未來如能針對步行者進行出行意願與動機接續研究，將可更全面性整理出多元化步行分數評分指標。還可考慮完善適步行性評價之多元使用。Pivo *et al.* (2011) 研究了美國街道適步行性與房地產價格的關係，指出適步行性提高可以增加辦公類、零售類和公寓類地產的價值，但是無法增加工業性質物業價值。而對於台灣，適步行性與房價有何關聯，建議後續可以進行實證研究。

參考文獻

田美英，2009，應用模糊德爾菲法與分析網路程序法於半導體晶圓針測與 IC 封測廠商評選之研

- 究，國立臺北科技大學工業工程與管理系碩士論文。
- 吳念庭，2010，都市建成環境之生活品質研究—以新北市發展為例，國立臺北大學不動產與城鄉環境學系碩士論文。
- 凌瑞賢，2002，「都市路網型態規劃之比較研究」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（計畫編號 NSC90-2415-H006-010），臺北：行政院國家科學委員會。
- 張新立、沈依潔，2005，民眾步行行為為意向之研究—以臺北市民為例，「運輸學刊」，17(3): 233-260。
- 陳昱如，2011，大眾運輸導向發展下之行人徒步建成環境規劃與設計研究，國立臺北大學不動產與城鄉環境學系研究所碩士論文。
- 雷漢渝，2015，都市友善步行環境評估指標之研究，國立嘉義大學園藝學系研究所碩士論文。
- 趙晉緯，2003，人行空間綜合評估指標建立之研究，國立臺灣大學土木工程學系研究所碩士論文。
- 潘支明、姚怡婷、陳鳴、王雅玲、權璟、張黎雪、Cynthia Wang、錢京京、龍瀛、李莉、李雙金，2017，「中國城市步行友好性評價報告-基於街道功能促進步行之研究」，中國：自然資源保護協會、北京清華大學建築學院聯合研究報告。
- 鄧振源，2005，「計畫評估—方法與應用」，臺北：海洋大學運籌規劃與管理研究中心。
- 鄭滄濱，2001，軟體組織提昇人員能力之成熟度模糊評估模式，國立臺灣科技大學資訊管理系碩士論文。
- 羅健文、邱良忠，2015，應用模糊德爾菲法與分析網路程序法建立綠色運輸與遊憩路線規劃指標之研究，「臺灣土地研究」，18(2): 81-108。
- Aspelin, K., 2005, Establishing Pedestrian Walking Speeds, New Mexico: Portland State University.
- Carr, L. J., Dunsiger, S. I., and Marcus, B. H., 2010, "Walk score™ as a Global Estimate of Neighborhood Walkability", *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5): 460-463.
- Carr, L. J., Dunsiger, S. I., and Marcus, B. H., 2011, "Validation of Walk Score for Estimating Access to Walkable Amenities", *British Journal of Sports Medicine*, 45(4): 1144-1148.
- Cerin, E., Leslie, E., Toit, L. d., Owen, N., and Frank, L.D., 2007, "Destinations that Matter: Associations with Walking for Transport", *Health & Place*, 13(3): 713-724.
- Cervero, R., and Kockelman, K., 1997, "Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3): 199-219.
- Cervero, R., and Radisch, R., 1996, "Travel Choices in Pedestrian Versus Automobile Oriented Neighborhoods", *Transport Policy*, 3(3): 127-141.
- Chang, Y. H., Wey, W. M., and Tseng, H. Y., 2009, "Using ANP priorities with goal programming for revitalization strategies in historic transport: A case study of the Alishan Forest Railway", *Expert Systems with Applications*, 36(4): 8682-8690.
- Duncan, D. T., Aldstadt, J., Whalen, J., Melly, S. J., and Gortmaker, S. L., 2011, "Validation of Walk Score for Estimating Neighborhood Walkability: an Analysis of Four US Metropolitan Areas", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(11): 4160-4179.
- Ewing, R., and Cervero, R., 2001, "Travel and the Built Environment: a Synthesis", *Transportation research record*, 1780(1): 87-114.
- Hajna, S., Ross, N. A., Joseph, L., Harper, S., and Dasgupta, K., 2015, "Neighbourhood Walkability, Daily Steps and Utilitarian walking in Canadian Adults", *BMJ Open*, 5(11): 1-10.
- Hoedl, S., Titze, S., and Oja, P., 2010, "The Bikeability and Walkability Evaluation Table: Reliability and Application", *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5): 457-459.

- Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C., and Page, M. W., 2011, "A Comparison of Three Methods for Assessing the Walkability of the Pedestrian Environment", *Journal of Transport Geography*, 19(6): 1500-1508.
- Kim, Y. J., and Woo, A., 2016, "What's the Score? Walkable Environments and Subsidized Households", *Sustainability*, 8(4): 396.
- Nieuwenhuijsen, M. J., and Khreis, H., 2016, "Car Free Cities: Pathway to Healthy Urban Living", *Environment International*, 94: 251-262.
- Nykiforuk, C. I., McGetrick, J. A., Crick, K., and Johnson, J. A., 2016, "Check the Score: Field Validation of Street Smart Walk Score in Alberta, Canada", *Preventive Medicine Reports*, 4: 532-539.
- Pivo, G., and Fisher, J. D., 2011, "The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments", *Real Estate Economics*, 39(2): 185-219.
- Reyer, M., Fina, S., Siedentop, S., and Schlicht, W., 2014, "Walkability is Only Part of the Story: Walking for Transportation in Stuttgart, Germany", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6): 5849-5865.
- Saaty, T. L., 1996, *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, Pittsburgh: RWS Publications.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., and Chen, D., 2003, "Neighborhood-based Differences in Physical Activity: an Environment Scale Evaluation", *American Journal of Public Health*, 93(9): 1552-1558.
- Vale, D. S., Saraiva, M., and Pereira, M., 2016, "Active Accessibility: A review of Operational Measures of Walking and Cycling Accessibility", *Journal of Transport and Land Use*, 9(1): 209-235.

