

人行道分數評估架構與地理資料處理細節

一、 評估架構

1.1 架構概述

人行道分數之評估主要可分為兩大配分項目，其一為「人行道淨寬與硬體屬性」，配分為 70 分；另一為「安全性」，配分為 30 分。前者係考量某一點環域 500 公尺範圍內，每一條路段上兩側人行道的服務狀況，考量項目含括道路寬度、是否有人行道、人行道淨寬、是否與騎樓或退縮地毗鄰、鋪面破損比例、路緣斜坡數、固定設施物面積比例，以及是否有公共設施帶等八項，最終將每一路段所評估之分數依據其長度予以加權，即得該環域內人行道硬體面之分數值。後者乃考量環域 500 公尺範圍內行人涉入且非行人肇事之事故案件，惟須先行統計所有村里的行人事故死傷次數與曝光量，再計算每十萬人死傷事故率予以評分。將上述兩項分數加總後即為最終人行道分數，其分數值介於 0 至 100 間。

人行道分數評估架構之「人行道淨寬與硬體屬性」中，首先以「道路寬度、是否有人行道、人行道淨寬、是否與騎樓或退縮地毗鄰」四項屬性特徵，參照 2022 年 2 月市區道路及附屬工程設計規範中的法規要求設定起始分數值，此乃本架構中的基礎評分，如圖 1.1 所示。此外，必須細部考量人行道本身的硬體屬性，含括「鋪面破損比例、路緣斜坡數、固定設施物面積比例、是否有公共設施帶」四項，將不滿足要求者予以扣分，此為本架構中的扣分項，如圖 1.2 所示。「人行道淨寬與硬體屬性」此一項的分數即為基礎評分減去扣分項。

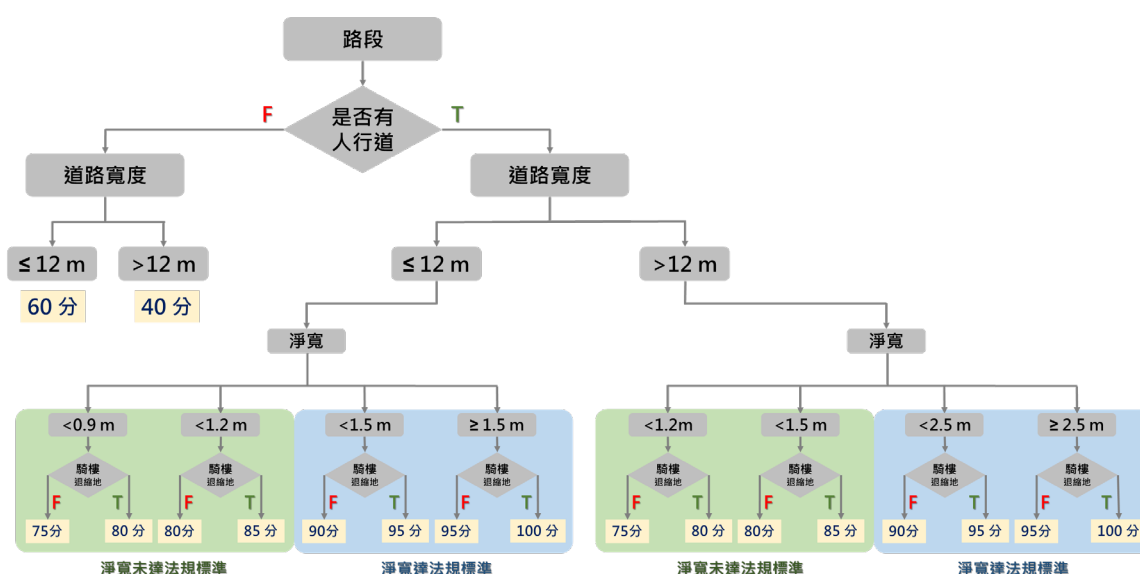


圖 1.1 「人行道淨寬與硬體屬性」基礎評分架構圖

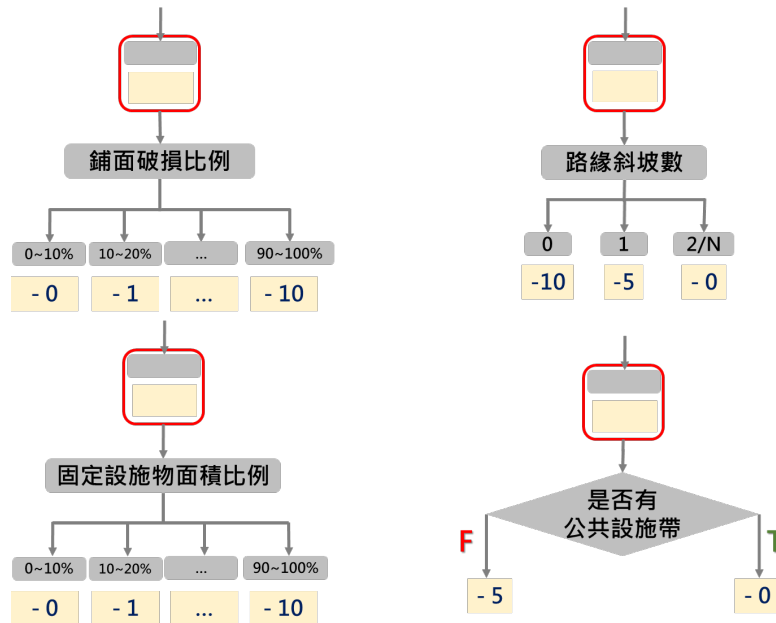


圖 1.2 「人行道淨寬與硬體屬性」扣分項評分架構圖

1.2 「人行道淨寬與硬體屬性」基礎評分

就基礎評分而論，首先檢查一路段的兩側是否有人行道，若皆無人行道，則進一步檢查該路段的道路寬度以給定分數，若道路寬度未超過 12 公尺，給定起始分數為 60 分；道路寬度超過 12 公尺，則給定 40 分。若有人行道且該路段之寬度未超過 12 公尺，則淨寬分為四大區間給定分數，亦即「 <0.9 公尺」、 $\left[\geq 0.9 \text{ 公尺} \cap < 1.2 \text{ 公尺} \right]$ 、 $\left[\geq 1.2 \text{ 公尺} \cap < 1.5 \text{ 公尺} \right]$ 與 $\left[\geq 1.5 \text{ 公尺} \right]$ ，其中前二條件係未滿足工程設計規範之要求，而後二者表示符合法規要求。接著再檢查該人行道是否與騎樓或退縮地毗鄰，具毗鄰者與未毗鄰者在同一淨寬區間中的分數差距為 5 分，乃考量騎樓與退縮地皆可彌補淨寬之不足，抑或可增加步行之空間。舉例而論，在道路寬度未超過 12 公尺之路段，且周邊人行道的淨寬未滿 0.9 公尺、未與騎樓或退縮地毗鄰，則其分數為 75 分；反觀在相同淨寬條件下，若有騎樓或退縮地毗鄰，分數可達 80 分。整體而言，在道路寬度未超過 12 公尺之情境下，起始分數值介於 75 至 100 分之間。另外，若有人行道且該路段之寬度超過 12 公尺，則淨寬分為四大區間給定分數，亦即「 <1.2 公尺」、 $\left[\geq 0.9 \text{ 公尺} \cap < 1.2 \text{ 公尺} \right]$ 、 $\left[\geq 1.2 \text{ 公尺} \cap < 1.5 \text{ 公尺} \right]$ 與 $\left[\geq 1.5 \text{ 公尺} \right]$ ，其中前二條件係在道路寬度超過 12 公尺下，未滿足工程設計規範之要求，而後二者表示符合規定。同樣必須考慮是否與騎樓會退縮地毗鄰，而分數區間亦介於 75 至 100 分之間。根據上述基礎評分架構給定起始分數之邏輯詳如圖 1.1。

1.3 「人行道淨寬與硬體屬性」扣分項

除了基礎評分外，亦須考量人行道本身的硬體設施，操作架構詳如圖 2。鋪

面破損比例若介於 0%至 10%（含）者，無須額外扣分，而後比例每增加 10%，必須多扣 1 分。如鋪面破損比例介於 10%至 20%（含）者，必須額外扣 1 分，直至該比例上達 90%至 100%（含），最多扣除 10 分。固定設施物面積比例係將人行道地理資料庫中的固定設施物面積除以人行道面積，其分數評比方式與上述鋪面破損比例雷同。每一支人行道預期應有兩個斜坡道，而若該人行道介於兩人行道間，則無需設置斜坡道，故在人行道地理資料庫中若斜坡道個數記錄為「2」或「N」者，皆無須扣分；反之若斜坡道個數僅 1 個，須額外扣 5 分；應設置而未設斜坡道（資料庫中該欄位記錄為「0」者）則須扣 10 分。最後若人行道未具公共設施帶，則須扣 5 分；反之則不必扣分。綜合上述，與人行道硬體設施相關的扣分項共計 35 分，其扣分之邏輯詳如圖 1.2。而最終必須將圖 1.1 之架構所得的基礎評分減去扣分項總和，即為「人行道淨寬與硬體屬性」之分數。

1.4 安全性評分（昆峯老師、荏晴學姊）

安全性評分係考量每十萬人之行人死傷事故率，惟因每一事故發生的位置難以認定其所對應的人行道，故不針對每一支人行道進行評分，而是在給定點的 500 公尺範圍中計算一分數值。評估給定點的安全性分數前，須預先計算全臺每個村里的行人死傷事故率，若死傷率為 0 定義為優等，有發生事故之村里，其平均死傷事故率低於平均者為甲等；高於平均則為乙等。針對每一村里的死亡與受傷兩者可分別計算其等第，並轉換為分數，分數表如表 1-1 所示。

表 1-1 死傷事故等第與分數轉換表

		受傷		
		優等	甲等	乙等
死亡	優等	100	90	70
	甲等	80	60	40
	乙等	50	30	20

根據上述全臺各村里安全性分數之計算，評分結果之敘述性統計如圖 1.3 所示，分數之空間分布如圖 1.4 之地圖所示。由圖可發現大部分的村里皆為 100 分或 90 分，亦即死亡事故皆為優等，受傷事故為優等或甲等兩種情境。

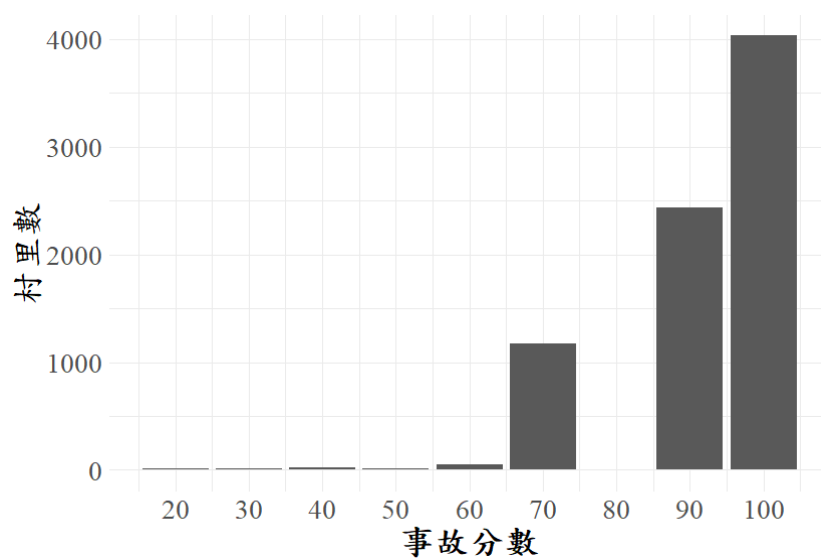


圖 1.3 全臺各村里事故分數敘述性統計

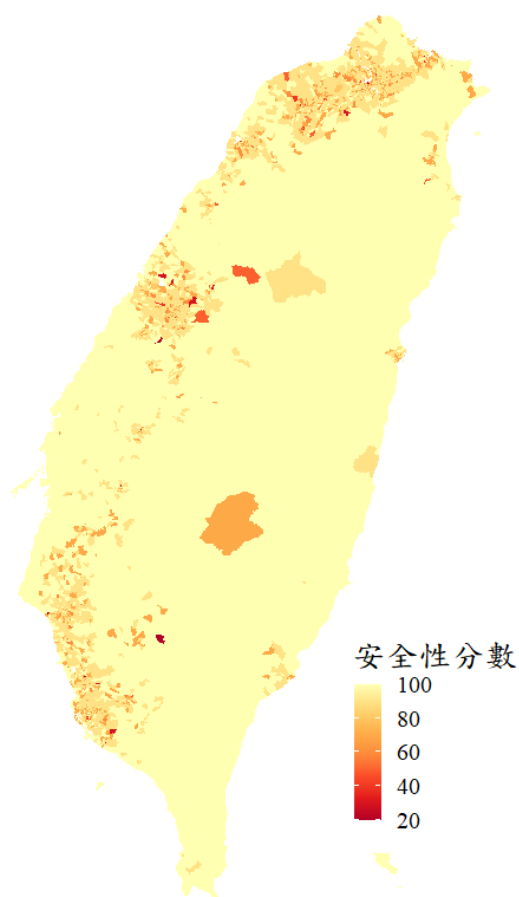


圖 1.4 全臺各村里安全性分數空間分布

針對給定點 500 公尺環域範圍評估安全性分數，必須先將環域範圍與村里圖層取交集，若環域範圍僅與其一村里有所交集，則給定點的安全性分數即為該村里的安全性分數。若交集涵蓋的村里為兩個以上，則必須計算該環域範圍中各村

里面積之占比，並以此為權重計算整體環域的安全性分數，詳細操作與計算方法如 2.2 節所示。

二、地理資料處理細論

2.1 擷取各路段兩側的人行道及其屬性

步驟一：取得待評估之路段

繪製 500 公尺之環域，並將環域範圍與道路路網圖資取交集，得到待評估之路段。操作方法如圖 2.1，圖中的藍色座標點為地圖中任一打點位置，繪製其方圓 500 公尺之範圍如藍色圓圈所示，接著將該環域範圍與道路路網（黑色線段）取交集，以保留位於環域範圍內的道路路段，如紅色線段所示，而每兩節點間的道路即為待評估之路段。惟須注意，經過裁切後之路段長度與原始道路路網資料所記錄者不同，故必須重新計算每一路段裁切後的路段長度。此外，由於每一路段通常會是介於路口與路口之間，其長度必定較兩側的人行道長，為避免後續計算某一路段上「無人行道的長度」時高估，在此假設兩路口的長度約為 20 公尺，而各路段的長度即為實際長度減去 20 公尺。若此一修正後之長度非正數，則須予以刪除，該路段並不進入後續的評估程序。

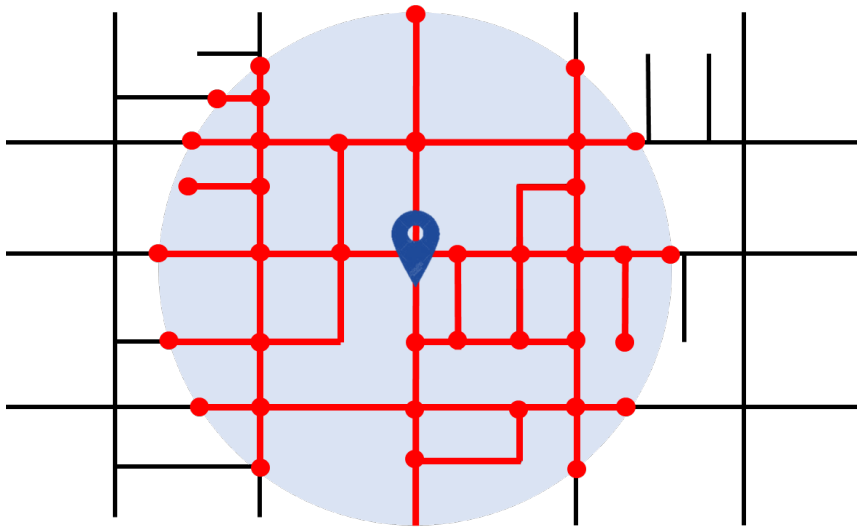


圖 2.1 環域範圍與待評估路段擷取示意圖

步驟二：擷取行經路段所涵蓋的人行道

針對每一路段先行繪製環域範圍，而該環域半徑為路段的寬度再加上 10 公尺，接著將環域範圍與人行道取交集，即可計算每一路段交集於各人行道之面積，如是可透過該交集面積除以人行道面積，計算得該路段環域範圍涵蓋各人行道的面積比例。在此定義若涵蓋各人行道之面積比例超過 20% 者，尚表示評估路段確實與該人行道毗鄰。此外，每一路段所涵蓋的人行道長度，與原始資料的長度會

略有不同，係因擷取後的路段可能僅占該人行道的一部份，故必須將原始人行道長度乘以路段環域範圍在該人行道的面積占比做修正，所得長度尚為與路段毗鄰之人行道長度。

以圖 2.2 之示意圖為例，道路路段共三段（路段 1、路段 2、路段 3），人行道共三段（A、B、C）。以路段 1 而言，其交集範圍內完全涵蓋人行道 A，故無需針對該人行道之長度做修正。路段 2 的交集範圍涵蓋人行道 B 與 C，占比皆超過 20%，故表示該路段確實與人行道 B、C 毗鄰。另外人行道 C 的長度較路段 2 為長，故對於該路段而言，人行道 C 的長度應為原始人行道 C 的長度，再乘以路段 2 環域範圍占人行道 C 面積之比例，即可修正為與路段 2 毗鄰之人行道 C 的長度。路段 3 與任何人行道皆未有交集，表示該路段並無人行道。

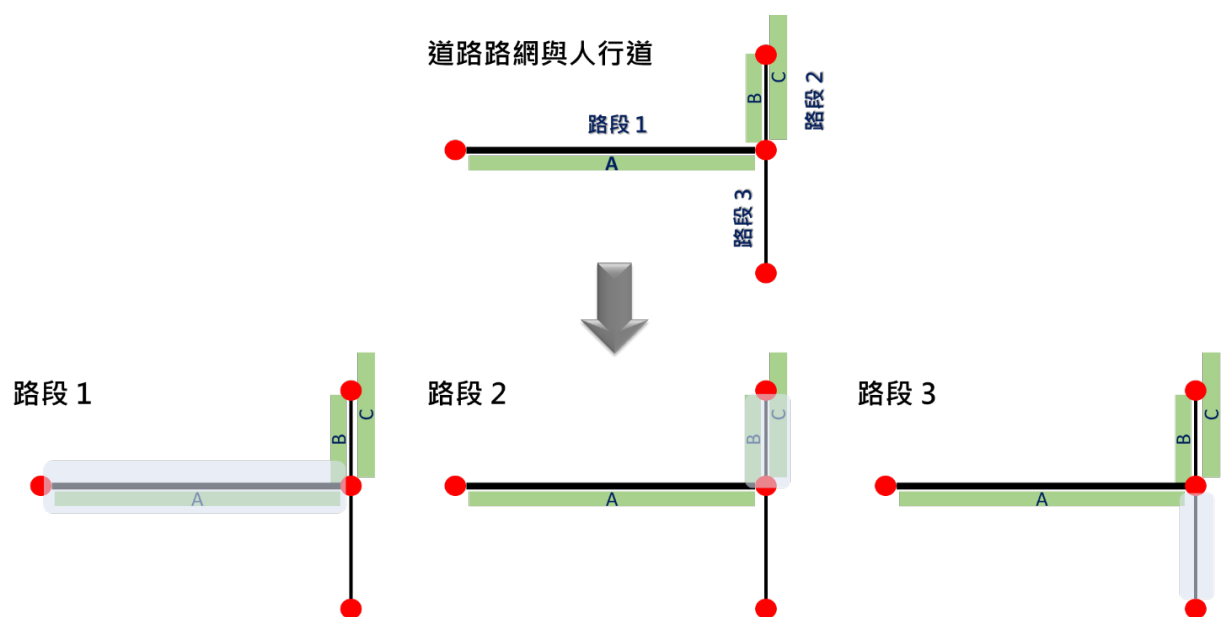


圖 2.2 擷取各路段毗鄰之人行道示意圖

步驟三：定義兩側人行道

由於在計算人行道分數時，必須針對一路段上兩側進行評分，並非將該路段環域範圍內所有具交集的人行道之屬性值取平均後計算分數，故必須清楚定義人行道位於哪一側。此外在計算人行道分數時，路段兩側的人行道可能有多條，且分數皆不同，需透過人行道長度占該路段的比例做為權重予以修正；再者後續需計算兩側「無人行道的長度」，以評估「無人行道」之分數，是故不可將路段兩側的人行道混為一談。

由以上敘述可知，計算分數時必須清楚分開路段左右兩側的人行道，而兩側人行道之擷取係承接步驟二每一路段上繪製道路寬度加 10 公尺環域範圍之程序，在繪製環域時需設置「單邊繪製」，並針對左右兩側分別做一組環域分析。透過上述環域的修正程序可擷取路段兩側的人行道，並在回傳資料中新增記錄「SIDE」

（側）的欄位，以明確分別兩環域分析所擷取資料之不同，以便後續計算「兩側無人行道之長度」與兩側人行道分數所用。另請注意，「SIDE」欄位之編號並無任何意義，無須考量方向性（如：東西向、南北向...），此一功能僅是供後續分析辨別位於路段不同側之用。

以圖 2.3 為例，路段以黑色線段標註，分別進行單邊環域分析，如環域 1 之範圍涵蓋人行道 A，為該路段其中一側的人行道；而環域 2 的範圍涵蓋人行道 B 與 C，為該路段另一側的人行道，如是操作即可辨別路段兩側的人行道。

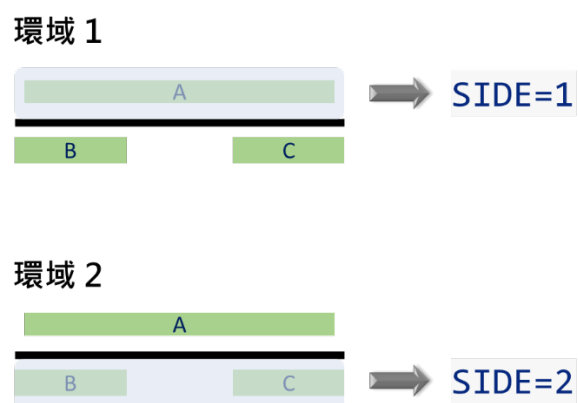


圖 2.3 辨別路段兩側人行道之方法示意圖

2.2 安全性分數計算

安全性分數並非透過各路段分別計算，而是在給定點環域 500 公尺範圍中評估一分數值。此分數之計算係先將環域範圍與村里圖層取交集，並計算環域範圍中各村里占據面積之比例，接著透過 1.4 節各村里之安全性分數，將每一村里的安全性分數乘以各村里占據面積之比例後加總，即可得該環域範圍之安全性分數。此地理操作流程如圖 2.4 所示。圖中藍色圓圈為某一打點位置之 500 公尺環域範圍，而灰色區塊為各村里之疆域（村里 A、村里 B、村里 C），其在環域範圍中的面積分別為 a_A 、 a_B 、 a_C ，安全性分數分別為 S_A 、 S_B 、 S_C ，則最終環域的安全性分數即加總各安全性分數乘上與村里交集之面積，最後除以環域面積。

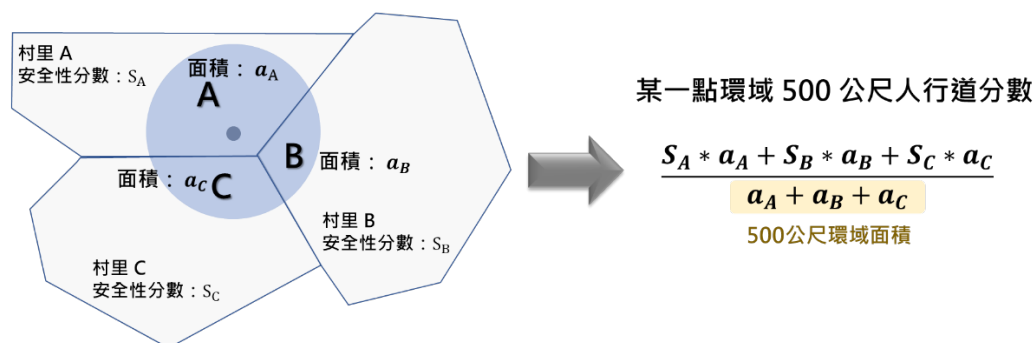


圖 2.4 安全性分數計算示意圖

2.3 各路段人行道分數計算

一路段上若僅部分區間具有人行道，則後續計算分數時不可逕將該人行道分數作為該路段的分數，必須利用人行道長度占該路段之長度作為權重修正之。而路段長度減去人行道的長度表示無人行道之長度，亦有一分數值，且此一分數同樣須利用該長度占路段之比例做為權重修正。此外，一路段上某一側可能有多支人行道，在計算該路段人行道分數值時，亦須藉各人行道長度占整體路段長度之比例予以加權。根據上述，將路段兩側人行道之個別分數計算完成後，另需計算無人行道的長度與其分數值。計算步驟臚列如下。

步驟一：分別計算路段兩側無人行道之長度

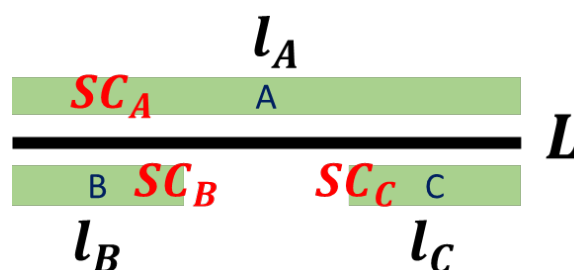
無人行道之長度即是將路段的長度減去兩側個別涵蓋人行道之總長度，惟須注意此處的人行道長度係經過修正者(2.2 步驟二)，不可使用原始資料庫中人行道長度欄位的資料。無人行道長度的計算如圖 2.5 所示，路段長度為 L ，該路段其中一側涵蓋人行道 A，其長度為 l_A ，故無人行道的長度為 0；反之另一側涵蓋之人行道為 B 與 C，長度分別為 l_B 與 l_C ，無人行道的長度即為 $L - l_B - l_C$ 。另須注意，無人行道的部分通常是車輛出入口等人車交會之區域。

步驟二：計算路段兩側人行道分數

各路段人行道分數值(人行道淨寬與硬體屬性之分數，尚未考量安全性分數)需透過路段兩側所交集的人行道長度占該路段長度之比例予以修正。再以圖 2.5 為例，圖中的 SC_A 、 SC_B 與 SC_C 分別表示各人行道的「淨寬與硬體屬性之分數」(即基礎評分減去扣分項)，其中一側因完全涵蓋人行道 A，故該側的分數值即為 SC_A ；反觀，另一側因含有「無人行道」之段落，故該側人行道分數為：

$$\frac{SC_B * l_B + SC_C * l_C + SC_N * (L - l_B - l_C)}{L}$$

，其中 SC_N 表示該路段上「無人行道」的分數值。



2.5 無人行道長度與路段之人行道分數計算示意圖

2.4 整體環域範圍人行道分數計算

環域範圍人行道分數係將每一路段兩側之「淨寬與硬體屬性之分數」(即基礎評分減去扣分項)，以路段長度為權重加權所得分數值，再扣除安全性分數的扣分項。於 1.4 節提及安全性分數係介於 0 至 100 分間，故僅需將 100 減去該分數值後，乘上 0.3，即為安全性 30 分配分中所扣除之分數值。以下以 NN 之簡單範例說明，圖中共有四個路段，分別 40 公尺、50 公尺、60 公尺與 100 公尺，而兩側「淨寬與硬體屬性」分數值分別標記於路段兩側(紅字)，安全性分數則為 90 分。此一情境下，整體環域範圍的人行道分數計算如下：

$$\frac{(80 + 60) * 40 + (100 + 60) * 50 + (40 + 40) * 60 + (90 + 80) * 100}{(40 + 50 + 60 + 100) * 2} - (100 - 90) * 0.3 = 67.8$$

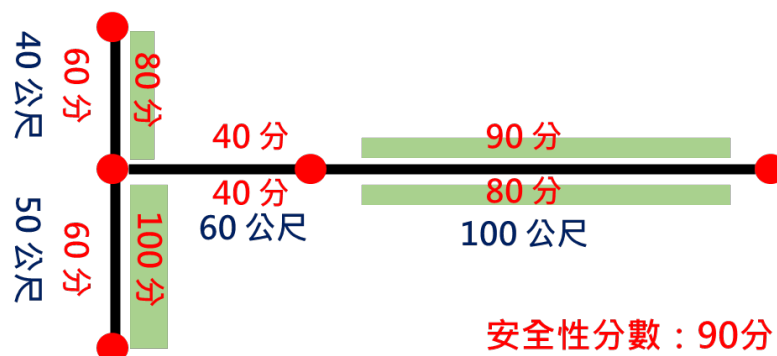


圖 2.6 整體環域範圍人行道分數計算示意圖

實例測試

以臺北校區為例，其 500 公尺環域範圍之人行道分數計算結果如圖 2.7 之地圖所示，總分為 63.4 分。地圖中藍色菱形點為臺北校區，灰色底為 500 公尺環域範圍，而每一路段顏色愈深者表示人行道分數愈高。

其他實例測試請參考以下網站：

https://robertnctutlm.shinyapps.io/Sidewalk_Score/

網站中僅需輸入地址即可查詢該地址(限臺北市)500 公尺範圍內的總體人行道分數值，並回傳各路段所有人行道的屬性，以及每一路段的人行道分數。

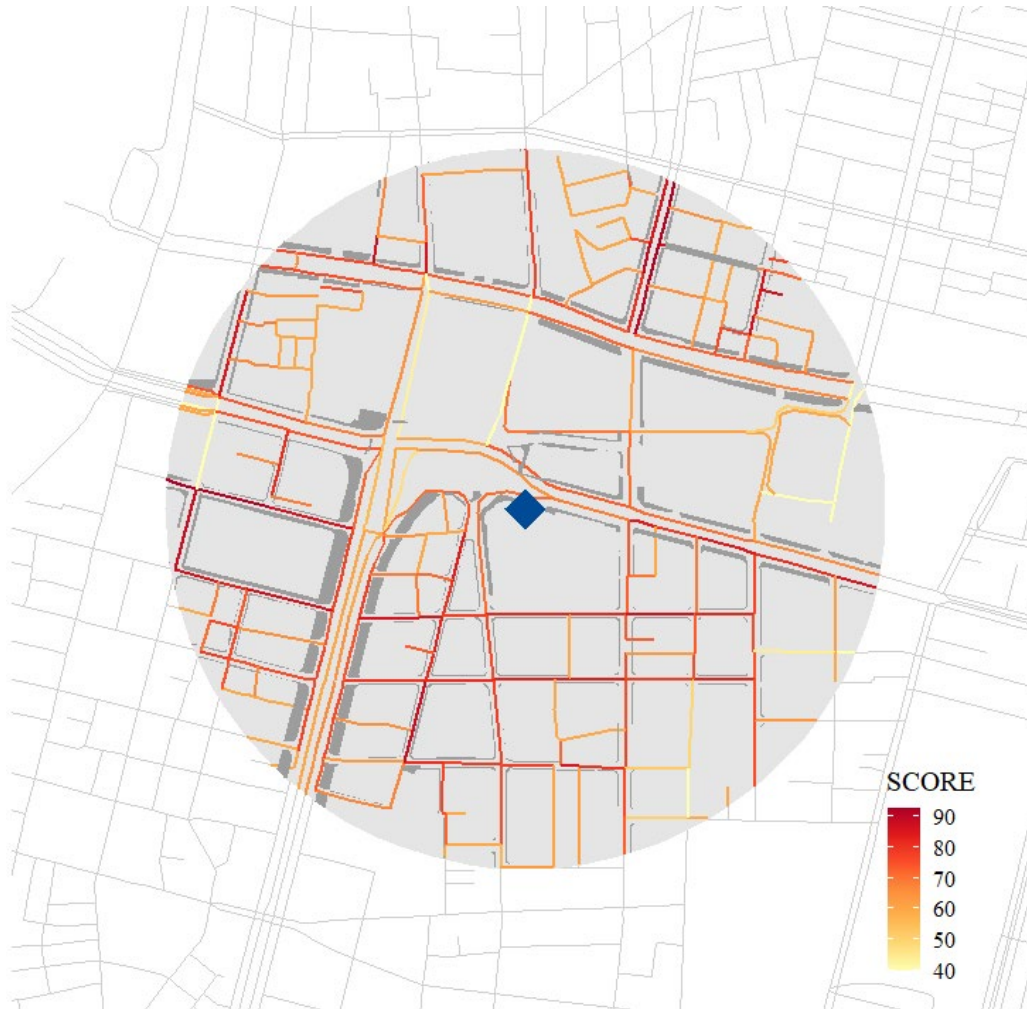


圖 2.7 實例測試（臺北校區）

待克服之技術限制與討論

目前地理資料處理最大技術上的限制為 2.1 節中步驟二之程序，該操作中的環域半徑設定為路段的道路寬度再加上 10 公尺，而最終若涵蓋的人行道面積占該人行道超過 20% 者，尚表示評估路段確實與該人行道毗鄰。此一參數設定在大部分情境中皆成立，惟若遇到大型道路面臨嚴重技術上問題。由於內政部道路圖資中將部分大型道路數化為多條車道線，且寬度並非整條路的寬度，而是該車道線的總寬度，致使兩大問題浮現：

- （一）多條車道線在環域分析中皆被截取進行分析，故同一路段會被重複計算。
- （二）位於中央的車道線，以其道路寬度加上 10 公尺為環域半徑，仍然無法與兩側人行道有所交集，故在分析中會認為該路段的兩側並無人行道；位於兩側的車道線，其環域範圍僅能包含鄰近該車道線一側的人行道，故分析中認為該路段僅有一側具人行道。綜上所述，大型道路之人行道分數評估會有「嚴重低估」之問題。

根據上述，觀察實例測試中臺北校區的案例，可發現在大型道路上，如：忠孝西路一段、中華路一段等，其圖資數化為多條路段者，人行道的硬體狀況理應不錯，惟在本分析中的技術上限制，致使該路段分數偏低。

以上問題之修正方法乃將平行的多條道路取中心線，所有路段僅保留一條線即可，惟目前仍無法找到合適的修正方法，亦無法估計圖資修正所需耗費的時間。

另外值得一提的是，如實例測試中所見，環域若愈大所包含的「無人行道」路段將愈多，可能會拉低整體人行道分數值，故環域之半徑可能為影響分數的重要因子。