

2.3 基數排序

欲比較歷史颱風路徑與使用者搜尋路徑之相似度，首先以陣列 v 中各個歷史颱風總分 $\sum_{k=1}^M(1+kw)$ 排序，將路徑相似度與時間加權同時納入考量；若同分，則再依序比較時間加權的分數 $\sum_{k=1}^M kw$ 通過點個數 $\sum_{k=1}^M 1$ 現在月份的差距與現在年份的差距。以 2009 年的莫拉克颱風與 2005 年的海棠颱風例，如圖 3 所示，莫拉克颱風的總分為 $7+28w$ 海棠颱風的總分為 $3+12w$ 莫拉克颱風的總分較海棠颱風為高，是以前排序會位於海棠之前。然而，未必所有排序情況皆如圖 3 的舉例顯而易見，如圖 4 所示，藍色的颱風通過使用者輸入之後兩個點，其總分為 $2+7w$ 紫色的颱風則是通過前三個點，其總分 $3+6w$ 此時，兩者排序的先後將受時間加權 w 的影響，是以接下來欲討論不同 w 對歷史颱風路徑相似度排序的影響。

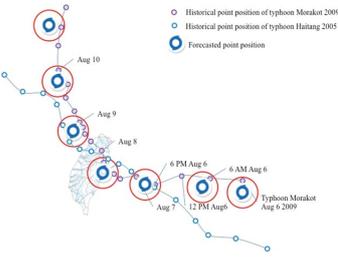


圖 3 2009 年的莫拉克颱風與 2005 年的海棠颱風[2]

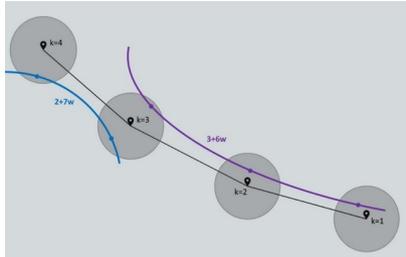


圖 4 排序受 w 影響的兩條颱風路徑

2.4 權重影響

1. $w \geq \hat{w}$

隨著使用者輸入颱風路徑點個數 M 的不同，相對應的 \hat{w} 也不同。當給定的權重不小於臨界權重， $v_{uncertain}$ 中所有總分組合受到的時間加權影響最大化，亦即通過環域個數相同時，通過時間次序較晚之環域的歷史颱風排序都將較通過時間次序較早的為前，而等號的成立與基數排序優先順序有關。

2. $0 < w < \hat{w}$

若給定的權重介於 0 與臨界權重之間， $v_{uncertain}$ 中的總分組合排序，將視個別路徑通過使用者輸入點搜尋環域的個數 $\Sigma 1$ 與時間加權 Σkw 計算結果的大小而定。

3. $w = 0$

若 $w = 0$ 最終颱風路徑相似度排序將只與通過使用者輸入點搜尋環域個數 $\Sigma 1$ 有關，與時間加權 Σkw 無關。

4. $w = -1$

若 $w = -1$ 各個歷史颱風總分 $\Sigma(1+kw)$ 可以改寫為 $\Sigma(1-k) \leq 0$ 代表相似度排序的先後為：僅通過 $k=1$ 的使用者路徑點再依時間先後排序、完全不通過任何點再依時間先後排序、總分（負分）由大到小排序。

[註]受限於篇幅限制，此處無法完整呈現時間加權臨界值的推導流程，詳見：<https://reurl.cc/Qx1Vb>

三、結果與討論

將前述理論實作後，本研究最終之颱風路徑搜尋使用者介面如圖 5 所示。畫面中左側為地圖圖層與依據颱風逐時點位繪製的路徑圖；畫面右側則是資訊欄位，包含：使用者輸入之搜尋點位與搜尋半徑、其他搜尋參數與最終路徑比對結果。若使用者輸入點數量為 4，圖 6(左)、圖 6(中)與圖 6(右)分別代表將時間加權設為 1、0 與 -1 的搜尋結果。若時間加權為 1，恰好為使用者輸入點數量為 4 時的臨界權重，表示時間次序是這次搜尋的優先比序，即在兩颱風路徑通過環域個數相同的情形下，通過時間次序較晚之環域的颱風與使用者查詢路線的相似度排序必定高於另一者；若時間加權為 0，路徑相似度與環域時間次序無關，因此將以通過環域個數作為該歷史颱風路徑相似度的排序依據，而在通過環域數量相同時，再行依照歷史颱風發生時間排序；若時間加權為 -1，最終結果為僅通過第一個環域，且避開其他三個環域，再根據颱風發生時間排序。最後，期望藉由本颱風路徑比對搜尋系統，決策者能更有效率、直覺地搜尋歷史颱風資料，結合過往經驗，擬定對於當下颱風災害最合適的應對方針。

颱風搜尋系統網址：<https://reurl.cc/ZvD6p>



圖 5 使用者操作介面

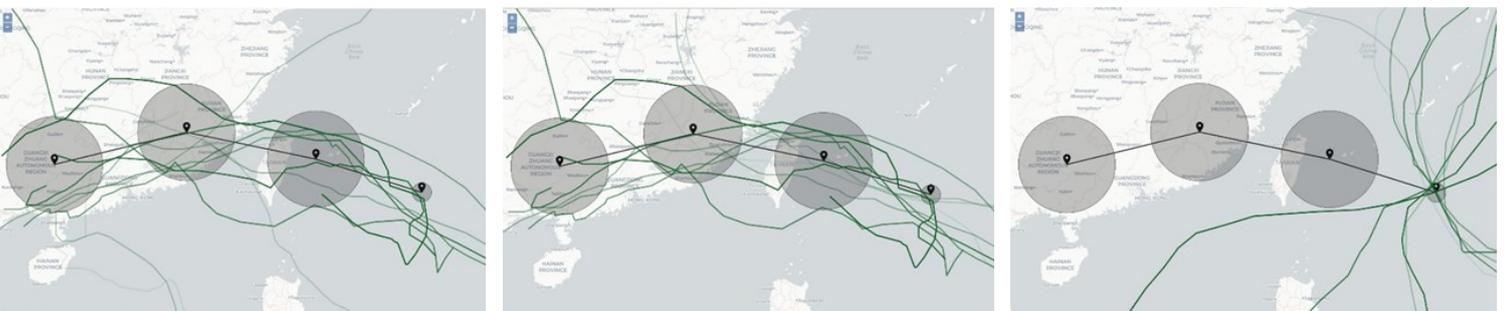


圖 6 不同時間權重下搜尋結果的差異