

# 應用位置感知的防疫資訊科技

溫在弘、廖皓宇\*

## 一、前言

「位置」是描述地表現象的基礎資訊，「位置感知」是透過定位技術與設備裝置，能辨識裝置持有者的所在位置（例如，智慧型手機的 GPS 服務），協助我們理解自己身處的位置及自己與周圍環境的關係。個人的位置資訊在傳染病防疫上扮演重要的角色，感染者出現的地理分布代表疾病傳播源的可能位置，若能掌握感染風險地區或追溯確診者的移動足跡，不僅民眾可避開高風險區，防疫人員也可及早消毒或針對潛在感染者進行預防性的隔離措施。換言之，位置感知服務不僅能夠紀錄個人的移動過程，其中所隱含的「何人」、「何地」、「何時」等資訊也能夠更瞭解在防疫時期的人際互動和接觸行為。

## 二、偵測人潮趨勢與移動足跡

全球定位系統接收器（GPS Receiver）、手機基地台的紀錄與無線網路定位等都是具有位置感知功能的設備。全球定位系統在室外定位的精準程度足以反映人的移動行為，例如行車紀錄、登山健行路線等，但無法精準室內定位及辨識樓層的垂直位置關係是其限制之一。此外，使用者也需一直開啟定位系統接收器，才能持續記錄位置資料。來自手機基地台的位置感知資料則是透過手機與鄰近基地台的訊號交換，將使用者的位置資訊以基地台位置來代表，只要手機有訊號即有位置紀錄。雖然資料須透過電信業者的合作來取得，其位置精確度也會因附近基地台數量而有不同。然而，在人手一機的時代，手機基地台所搜尋到的資料量相當大且具一定程度的代表性，能夠捕捉手機持有者的所在位置。例如，在 2020 年新型冠狀病毒肺炎的流行期間，基地台訊號能掌握某段時間內出現在同一地區範圍的手機設備，防疫單位透過與磐石艦確診案例的足跡

\* 溫在弘，國立臺灣大學地理環境資源學系教授兼系主任；廖皓宇，國立臺灣大學地理環境資源學系專任研究助理。

比對，發送提醒簡訊給特定對象，呼籲自主健康管理。此外，大量的人流位置資料便能夠反映地區即時的人口密集程度，交通部高速公路局的「高速公路 1968」App 除了平時的高速公路的車流情況，在疫情期間也利用電信業者提供的行動數據位置評估景點人潮，這是將位置資料轉換為防疫資訊的實際案例（圖一）。面對不同位置感知技術的侷限與資料解析度，相關應用與開發經常結合多種移動訊號或資料類型來提升精確度與使用目的。例如，台灣工業研究院開發「智慧關懷居家管理系統」的手機 App，輔助地區里長掌握傳染病居家檢疫者行蹤。定位資料來源除了透過手機基地台之外，也結合 GPS 與 Wi-Fi 來強化精準度，並透過手機內建的陀螺儀推斷手機持有者是否在步行、跑步或搭車，瞭解居家檢疫者是否確實待在家中。同時，也會透過不定時的影像或指紋辨識來識別當下手機持有者的身分（圖二）。

### 三、偵測人際接觸的社交距離

位置感知資料有助於掌握人口移動的趨勢，同時，也能夠進一步反映人們在特定時間與空間範圍的「接觸行為（contact behavior）」。肢體接觸或飛沫傳染是呼吸道傳染病傳播的重要途徑之一，這也使得釐清並掌握兩人同時、同地的互動關係成為防疫措施中重要且關鍵的一環。以往的接觸行為資料可透過問卷調查、日記記錄或配戴無線感測器等方式來蒐集，但這些方法多較費時、費



圖一：「高速公路 1968」App 上的車流量監控與景點人潮警示。  
綠色圖示代表人流正常，紅色則代表景點人潮擁擠  
（圖片來源：<https://www.freeway.gov.tw/>（交通部高速公路局））



圖二：「智慧關懷居家管理系統」結合多種位置感知資料輔助精準定位，並搭配陀螺儀來掌握居家健康管理者的活動行為  
(圖片來源：<https://www.moea.gov.tw/>(經濟部))

力，有的需要大量布設無線感測裝置，有些方法則容易受到記憶因素導致資料偏誤或不全。相反地，(半)自動蒐集的位置感知資料較無上述限制。只要參照疾病傳播特性訂定資料篩選的時間與距離閾值，我們可以找到特定時空範圍內的位置紀錄並推論人類社群中個體的接觸對象與行為特徵。

然而，當人口移動與接觸在行動數據時代更容易被蒐集與取得，保護個人隱私與資料安全成為應用位置感知服務的當前重要議題。使用手機基地台或 GPS 等位置感知資料的應用系統，都常被要求必須確保位置資料不會外洩個資，並且會在加值應用前，進行去識別化程序。為了兼顧在防疫人流追蹤和個資隱私維護，個人智慧型手機中的無線藍牙功能，在疫情期間廣為應用於捕捉個人接觸史。例如，新加坡政府開發的 TraceTogether App 及 Apple 與 Google 等科技公司共同開發的手機作業系統功能，會利用手機藍牙開啟的情況下，偵測與紀錄鄰近設備的藍牙 ID。同時，手機也會與雲端健康資料庫連結並定時更新資料，在一方的手機記錄到曾與確診個案 ID 的接觸行為時跳出警示(圖三)。此做法是利用藍牙訊號的 ID、偵測與配對來避免記錄個人實際位置及身分資料所帶來的個資隱憂。不過，此方法遇到的另一項挑戰是參與的人數，上述功能必須在社會多數人的手機藍牙均開啟的情況下，才能充分反映人群接觸的真實情況並發揮風險警示與管理的效果。

除了透過個人行動設備來掌握群體接觸行為，在大型場館或公共空間中裝置的距離攝影機也是一種偵測接觸行為的智慧監控。透過攝影中的人像判釋與

距離計算，當人群在空間中距離過近時系統便會發出警示（圖四，上圖）。管理機關能掌握各時段的人潮狀況及接觸程度密集的人數（圖四，下圖），透過位置和接觸資料的蒐集、分析來輔助防疫支援決策的資訊科技。透過人流資料的紀錄，可進一步分析人群接觸資料的行為特性。例如，傳染病的擴散分析利用接觸行為資料來推算特定環境的人群接觸頻率，透過建立個體之間的接觸網絡（contact network）來捕捉不同的接觸型態（圖五），釐清疾病在時間與空間上更細緻的傳染過程。這些分析結果不僅能夠用來進行疫情預測，也可以在防疫介入政策提供參考依據。

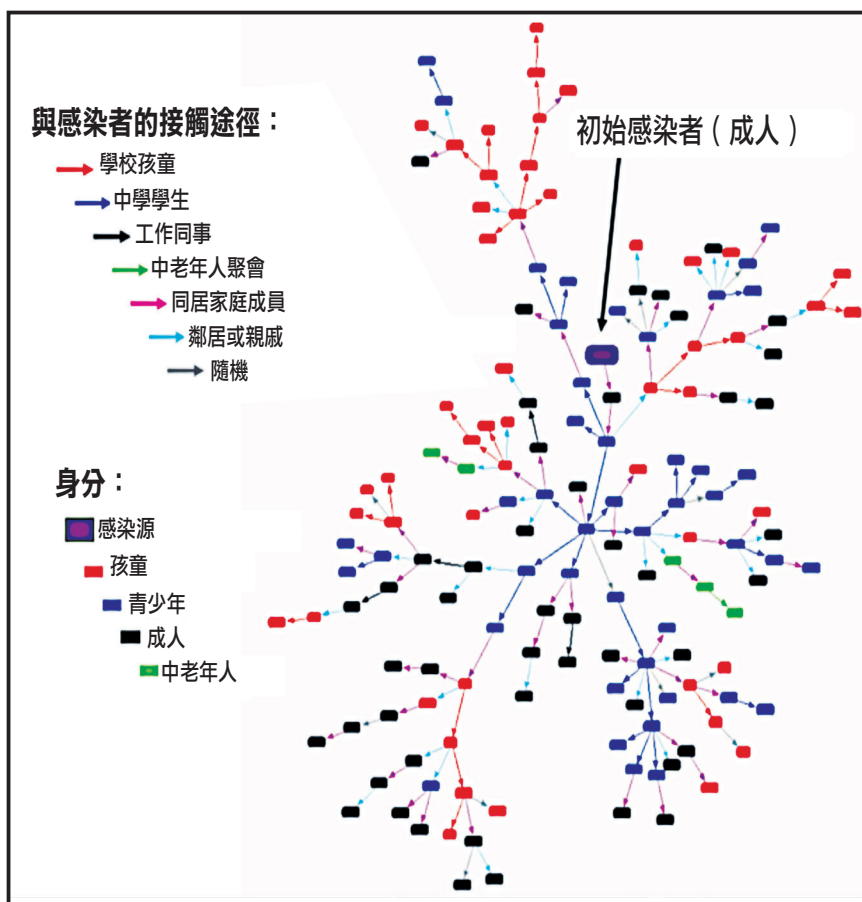


圖三：Apple 與 Google 共同開發的智慧型手機功能，透過藍牙來追蹤和串聯個人的接觸行為網絡。（圖中原文敘述經作者翻譯與後製）  
（圖片來源：<https://www.bbc.com/news/technology-52246319>）



圖四：Neuralet 開源智能社交距離偵測系統。(上圖)：影像中的接觸行為判釋，紅框代表接觸距離過近，綠框則符合社交距離規範的閾值範圍。(下圖)：人群距離偵測系統的結果圖，藍色折線代表行人總數，橘色線代表距離過近（違反社交距離）的行人數。(圖中原文敘述經作者翻譯與後製)

(圖片來源：Neuralet smart social distance Github。https://github.com/neuralet/neuralet/tree/master/applications/smart-distancing)



圖五：流感傳播的接觸網絡（圖中原文敘述經作者翻譯與後製）

（圖片來源：Glass RJ, Glass LM, Beyeler WE, Min HJ. Targeted social distancing designs for pandemic influenza. *Emerging Infectious Diseases*. 12(11), 2006 Nov）

#### 四、結語

應用位置感知的防疫資訊技術有助於紀錄追蹤感染者的旅行足跡，並捕捉疫情時期的人際互動和接觸行為。然而，如何確保個人隱私與資料安全是應用位置感知技術的重要議題。目前對於個資進行去識別化的通訊技術，將有助於紀錄防疫期間的群體接觸行為，提供更有效的疫情預警決策。