

# 疫情擴散下的空間模擬應用

口述作者 ■溫在弘 / 國立臺灣大學地理環境資源學系教授兼系主任  
文字整理 ■翁則豪 / 國立政治大學地政學系

2020年初春，全球新冠肺炎疫情爆發，新聞媒體每天更新著海外染疫狀況，並將各國確診人數進行排名。種種鋪天蓋地的症狀消息，令島內人心惶惶，在無法得知周遭是否有染疫者的情況下，大家戴緊口罩保護自己。面對病毒這樣看不見的敵人，總讓人油然而生一股防不勝防的無力感；然而多虧智慧型手機的GPS服務，我們得以被告知是否接觸過染疫者，進而減去過多的擔憂與建立更實在的防護。GPS記錄每個人曾待過的位置與移動軌跡；「位置」是描述地表現象的基礎資訊，「位置感知」則是透過定位技術與設備裝置，辨識設備持有者的所在位置，協助我們理解身處之處，以及與周圍環境的關係。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記錄個人的移動過程，當中隱含的「人」、「地」、「時」等資訊亦能使資訊使用者更佳瞭解防疫時期

的人際互動和接觸史。

## 監測全國人潮流動與移動足跡之應用

提供位置感知功能的設備，包括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。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，使用者也須持續開啟定位系統接收器，方能持續記錄位置資料。而來自手機基地台的位置感知資料則是藉由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，手機基地台能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。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比對後，發送提醒簡訊給特定對象，呼籲自主健康管理。另外，大量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外，於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，將位置資料轉換為防疫資訊。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，臺灣工業研究院開發「智慧關懷居家管理系統」的手機 App，輔助地方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，亦結合 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，提高資訊的正確性與參考性。

### 位置資料與個人隱私的衡量

位置感知資料有助於掌握人口移動的態勢，同時進一步反映人們於特定時間與空間範圍的「接觸行為 (contact behavior)」。在本次疫情中，肢體接觸或飛沫傳染都是該傳染病傳播的重要途徑之一，令釐清掌握人與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。過往在調查接觸行為時，可能透過問卷、日記記錄或配戴無線感測器等方式來蒐集。這種方式較費時、費力，且有些情況需大量布設無線感測裝置，而有些方法則容易受到記憶因素導致資料偏誤或不全。相較於前者，(半)自動蒐集的位置感知資料則無上述限制。只要參照疾病傳播特性，訂定資料篩選的時間與距離閾值，即可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，在行動數據時代輕易取得精確資料是一把雙面刃，它也凸顯侵入個人隱私的門檻降低，因此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時，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。與此同時，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。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別與距離計算，當人群在空間中距離過近時，系統便會發出警示。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，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，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作為參考依據。

### 用位置以外的資料進行模擬分析

上述提及的應用皆使用位置感知資料，倘若使用者不授權，或是缺乏該設備裝置，我們還可以用什麼資料來掌握，甚至是預判疫情發酵的趨勢？過去在臺大於疫情發生前，

就曾模擬流行病爆發的狀況，多久會讓臺大校園遍佈接觸者足跡？臺大校園廣袤，提高師生們移動能力與頻率；此外，沒有明確的校內校外界線也是一個重要因素，外人可以隨意進來購買物品、運動，如此狀況大幅提高流行病加速蔓延的可能性。

我們以全校師生，將近三萬筆的修課資料納入校園地圖進行模擬分析，發現如果漏掉一位學生的染疫資料，在三週內將超過百分之七十五的大樓都有確診者足跡。另外，如果加入校外人士進入校園洽公、運動等各種活動的情境，則在兩週內就有超過百分之八十的大樓有確診者足跡，且在第三週以後會持續擴散不消退。於此可以發現，校園作為一個高度流動的場所，如果不是防患於未然，做好提前部署，疫情一旦爆發將導致難以收拾的結果。

### 用位置以外的資料進行模擬分析

從 2020 跨到 2021 年，在一年多鐘因應這次疫情所做的空間模擬應用中，可以看到應用位置感知的防疫資訊技術確實有助於記錄追蹤感染者的移動足跡，並捕捉疫情時期的人際互動和接觸行為，從而精確地掌握相關資訊。然而，過程中也面臨「位置資訊」與「個人隱私」相互掣肘的狀況，導致降低人民的使用動機，使得防疫工作不夠紮實。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，有助於記錄防疫期間的群體接觸行為，提供更有效的疫情預警決策。

---



### 作者簡介

溫在弘教授為國立臺灣大學生物環境系統工程學博士，目前為國立臺灣大學地理環境資源學

系教授兼系主任，並兼任臺大人口與性別研究中心、理學院全球變遷研究中心、統計碩士學位學程、傳染病防治研究及教育中心等校內教研工作。過去曾任職於中央研究院人文社會科學研究中心博士後研究員、臺灣大學公共衛生學院的專案助理教授、政治大學歷史學系的兼任助理教授等教研工作。研究專長於理解都市環境的地理過程與現象，包括傳染流行病的群聚與擴散、醫療資源的空間配置、都市路網結構與交通壅塞等。此外，溫在弘教授曾擔任「中國地理學會會刊」主編、「人口學刊」責任編輯、國際學術期刊 PLOS ONE 的學術主編、BMC Public Health 的副主編，並參與大學入學考試中心地理科的試題研發、地理奧林匹亞競賽委員會，在科技部的「區域研究與地理學門」、「空間資訊學門」等亦擔任複審委員。