

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

結合掌上型裝置與衛星定位系統應用於 傳染疾病之監控研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：CN9813

執行期間：98年7月2日至98年11月30日

計畫主持人：鍾隆宇

執行單位：應用空間資訊系

中華民國 九十九 年 二 月

結合掌上型裝置與衛星定位系統應用於傳染疾病之監控研究

Applied Handheld Devices and Global Positioning System for the Disease Control and Monitor

鍾隆宇^a 周大源^b

^a 嘉南藥理科技大學應用空間資訊系副教授兼教學資源中心主任

^b 國立中山大學資訊工程系博士後研究員

摘要

台灣是世界地球村的一員，隨著國際交流、人民旅遊頻繁及引進外勞等因素均使境外移入傳染病機會大幅增加，而傳染病傳播亦無國界之分，面對各種不同的傳染病來襲，民眾、公共衛生人員與決策官員必須即時掌握最新疫情訊息，本文目的乃擬利用行動科技與技術設計一即時資訊傳遞與監測系統寫入 GIS 資料庫或以位置為基礎 (location-based) 的網站 (website) 上資料庫 (database) 中以執行快速疫情監測掌握最新疫情，並針對特殊疫情、個案進行管理與相關監測，建立一套隨時更新的統計資料及疫情分布情況的地圖供民眾查詢，不但可以減輕政府與民眾的不安與慌亂，也同時可以列出一些潛在危險區域。

Taiwan is one member of the world village. As the factors of communication among the nations, traveling of tourists around the world, and applying foreign labors, the chance of disease infections from other countries becomes larger and larger. Also, the disease will infect across countries. When facing the infections of different kinds of diseases, the citizens and the public health administrators must know the latest on-time disease information. This paper proposes to use the mobile communication science and technology to develop a real-time information delivering and monitoring system. Also, the proposed system can obtain the infection information to the GIS system or location-aware websites so that the citizens and the governments can gather the real-time disease information, monitor special disease, case, and related measurement. The proposed system can not only reduce the fear and fluster of governments and citizens, but also demonstrate the potential regions in danger.

關鍵字：疾病監控

Key words: diseases surveillance

1. 緒論

罹病率與致死率較高的傳染病一旦爆發流行，往往造成民眾恐慌，對社會產生極大的衝擊。近年來，全球各地發生的新滋生級再浮現傳染病流行疫情，由於全球交通往來頻繁，公共衛生面臨維生物世界的嚴酷挑戰。台灣自 1998 年第 71 型腸病毒的新滋生傳染病大流行以來，於 2000 年起已成國內嚴重的小兒「地方性」流行病。再者，全球暖化效應與環境生態的惡化，更擴張了病媒動物的生存版圖，自 2001 年至 2003 年，台灣發生六十年來最大規模的登革熱出血熱 (dengue hemorrhagic fever) 流行，其致死率也超過許多亞洲國家。2003 年的嚴重呼吸道症候群 (severe acute respiratory syndrome, SARS) 入侵台灣，重創台灣醫療與公共體系。數年前，台灣亦爆發醫院院內集體感染肺結核 (tuberculosis)，連一向單純的校園也傳出多起學生感染開放性肺結核，造成民眾恐慌，而抗生素導致的多重抗藥性病源更成為當前結核病防治的挑戰。近年來，社會風氣使得國人對於性行為開放，加

上國際間旅遊的頻繁與便利，更導致後天免疫不全症，俗稱愛滋病 (HIV/AIDS) 等性傳染病日益猖獗。此外，台灣 B 型肝炎 (Hepatitis B) 盛行率也相當高，大約每五個人之中就有一名 B 型肝炎帶原者，這些帶原者不僅會不僅會傳染 B 型肝炎給別人，肝炎病毒更會潛伏於肝細胞內，可能會引起慢性肝炎再轉為肝硬化，甚至變成肝癌 (Hepatocellular carcinoma, HCC)。這些重大疫情的流行教訓再再明示我們對傳染病的察覺、警示與教育大眾、掌握其流行走向及緊急妥當應變處置等的重要性。因此，我們從這些歷史上大流行的教訓學習到，如何「及早」啟動防疫措施，將傳染病流行對大眾健康與社會安定的衝擊降至最低，是最重要的成敗關鍵。

流行病學一向重視以人-時-地的三個維度來描述疾病發生與致病機率因素之研析。但是往昔流行病數據的研究分析，往往偏重探討於「人-時」之關係，甚少考慮「地」的空間變異分析。因此，本文將利用地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 的觀

念，說明地理空間資訊在傳染病疫情防治之趨勢與重要性，並從「時-地」兩觀點同時切入，再加上應用計量地理及製圖原則，可探討同一疾病的不同嚴重程度之臨床表徵在時空兩方面的變化，如登革熱與登革出血熱在時間與空間形態上之互相關聯，以掌握登革出血熱之爆發與流行之機制，期能提供疾病管制單位進行疫情爆發前之早期預警。

2. 空間資訊與傳染病疫情防治

2.1 疾病偵測(disease surveillance)

「疾病偵測」謂預防疾病流行的基礎，也是最有效的防疫作法。所謂「偵測」是指系統化地蒐集與疾病相關之資料，再經過資料分析，作為規劃、執行與評估公共衛生之依據。以病媒蚊傳染病 (vector-borne infectious disease) 為例，其偵測系統可分成「疾病狀況偵測 (disease surveillance)」與「病媒蚊偵測 (vector surveillance)」兩大部分。在健康狀況偵測時，特別重視偵測病例出現處及感染來源處，兩者均往往與地理空間資料密切關聯，若無法有效掌握相關因子之地理空間資料，將會影響病例資料分析之錯誤結果，因而延緩有效控制疫情之良機。「疾病偵測」是多以「地址」作為紀錄地理空間資訊之方式。透過台灣建立完整地址位置與地理座標的轉換機制-地址對位資料庫，資料可轉換成地理座標 (包括經緯度座標或是二度分帶座標)，進而將其他的空間資料相互整合與分析。另一方面，「病媒蚊偵測」更難以利用「地址」來描述空間位置(例如廢棄空地、工地，以及空屋等等)。

因此，利用掌上型裝置與 GPS 之整合技術，藉著建立行動地理資訊系統 (mobile GIS) 的架構，不再仰賴紀錄地址之方式，即可取得疾病案例發生點或嚴重滋生源之經緯度座標或是二度分帶座標，透過取得空間資料的方式，得以建立更完整的疾病偵測系統；換言之，此新作法將傳染病偵測邁入掌握「空間資料」之里程碑；一旦「人、時、地及先觀危險因子」系統性的與空間資料整合之後，有效提升急性傳染病的偵測效能、評估各種防治策略與預測未來流行分部趨勢。

2.2 疾病空間聚集(spatial clustering)

病例分布基本上可區分成三種空間分佈類型:聚集式，離散式，與隨機式分布；當發生某種疾病案例時，疾病管制單位必須評估疾病案例之位置是否逐漸呈現

空間聚集之趨勢，進而造成疾病之擴散與流行。

2.3 環境因子與疾病傳播之關聯性

在傳染流行病方面，由於許多與生態學相關的人畜共通傳染病，如在中國大陸由漢他病毒造成的流行性出血熱或炭疽病，及昆蟲媒介，如台灣曾流行的日本腦炎與登革熱。由於所牽涉的因素相當廣泛而複雜，在剛開始流行爆發的撲朔迷離之際，釐清與掌握努力方向至為重要。換言之，地理資訊系統可用於：

- (1) 探查急性傳染病的重要傳染流行病學危險因子；
- (2) 傳染病流行型態變遷與生態的相關性；
- (3) 協助控制過去社區已有的慢性傳染病，如寄生蟲病等；
- (4) 結合新興科技如遙感探測與衛星氣象學及環境資訊，以預測全球暖化後的疾病變化；以及
- (5) 明瞭微生物於不同時間、不同地區在分子生物學層次上異質變化與演化方向。

總而言之，空間資訊不但有其公共衛生自偵測流行至速效的公共衛生政策與實務貢獻，也可協助傳染病制病機轉上明瞭微生物與宿主因子在流行擴散的時空變化與其交互作用及未來演化趨勢，這方面在防制全球性流行的 A 型流行感冒病毒甚為重要。

3. 空間資訊於傳染病防疫之起源

應用「空間資訊」的觀念進行傳染流行病疫情分析是起源於西元 1854 年在英國倫敦爆發大規模的霍亂流行，John Snow 將霍亂致死的病例位置圖手繪製於地圖，再經由與抽水幫浦空間分布位置之比較，結果發現所有的死亡病例位置 Broad Street Water Pump 的距離相當近，因此懷疑 Broad Street Water Pump 的水源來自泰晤士河下游而受汙染是導致這次霍亂流行之主因。所以建議當局移除這個受汙染之抽水幫浦，終於順利控制住霍亂流行之疫情。

而熱帶氣候所引發之傳染病，諸如瘧疾等，早年也有許多學者從氣象因素 (降雨、濕度、高度或緯度) 切入疾病的傳染與控制。Fonaroff (1968) 詳細地用各種不同的自然因素與人類活動(特別是農業活動)為對象，進行資料蒐集與分析，建立杜絕瘧疾的計畫。

Kwofile (1976)以西非的霍亂傳染途徑，透過時間與空間的擴散研究，將十多年來的霍亂傳染資料，區分成初期、興盛期、末期，分別研討其擴散情形。經由上述疫情分析案例可知，研討罹病率在地理空間分佈之主要目的為：藉由蒐集環境相關因子而建立疾病制病機制假說。

然而，早期往往缺乏擷取、分析與管理這些地理空間資訊之工具，因此從地理流行病學之觀點進行疫情分析與防疫工作，受到相當大之限制。換言之，「空間位置」對傳染流行病之監測系統與防疫工作相當重要，如何透過有效率與準確之方式來擷取空間資訊，是疾病能否進行空間分析的成功關鍵。

以往是以記錄地址的方式獲得疾病案例的地理位置。但是許多疾病偵測的目標，多難以利用地址來描述（例如放棄空地、受汙染之水源地、荒廢之空屋或動物棲息處等等），Cline 早在 1970 年之美國流行病學期刊中發表「流行病學家之心眼界：航空照片及其相關搖感探測技術」文中，預測遙感探測技術未來在偵測與監視疾病之爆發具有相當廣的應用潛力。

在現今電腦技術日益成熟之情況下，電子地圖服務與 GPS 衛星定位服務也不斷蓬勃發展。2005 年起，Google 公司在網路上提供免費的地圖服務。起初是以美國、英國、加拿大等地為主。後來，Google 地圖陸續開放其他地區的电子地圖服務。不僅如此，Google 地圖還提供許多其他免費增強功能，包含多圖層瀏覽、使用者自訂地圖、使用者標記、街景服務等等。除了 Google 公司之外，網路上也有許多公司提供電子地圖服務，如 Yahoo、UrMap 等等。

國際上已有許多衛生單位利用遙感探測與擷取 GPS 整合相關地理資訊技術，成功整合於疾病探測系統與防疫工作之中。美國內政部目前利用人造衛星無線電傳輸植入晶片，以及來自 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 的地圖追蹤野鳥的遷徙，偵測禽流感可能的全球性流行。此外，美國衛生單位亦嘗試使用手持式 GPS 定位工具、資料庫與 Google Earth 定位養雞場的位置。一旦禽流疫情發生，可即時提供防疫人員在確定隔離區域或採取其他緊急措施之前查詢此一資料庫。

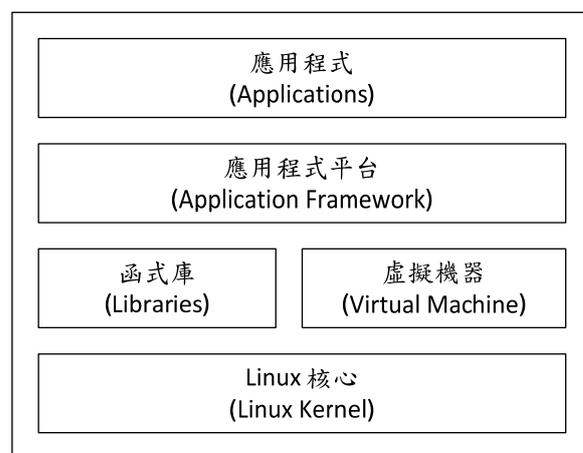
由此可知，空間資訊對於疫情之控制是相當重要的。然而，目前針對疫情的調查與位置之記錄則有賴

於在紙本地圖上以人工方式標定疫情發生地點，並加以分析。若是進一步結合電子地圖，也僅能在有電腦的地方連上電子地圖網站標定受感染區域。此種方式對於緊急疫情的監測往往不符效率。因此，為了要能夠有效地觀測與記錄疫情發生地點與發生情況，必須使用更加自動化與有效率的方式。

近年來，智慧型手機愈來愈普及。隨著無線網路傳輸速率愈來愈快，手機所能提供的服務已經不只是打電話而已。各種多媒體資料，如圖片、影片等等資料，都能透過手機進行傳輸。而由於智慧型手機的硬體規格愈來愈具有處理大量資料的能力，因此智慧型手機目前也提供上網瀏覽簡化版本網頁的能力。著名的智慧型手機有 Apple 公司生產的 iPhone 系列、Google 公司生產的 Android 系列等等。

由於 Google 的 Android 手機提供使用者較高的可程式化 (Programmable) 特性，故本文著重於探討 Google 公司所發展的智慧型手機及其作業系統 Android。

Android 作業系統的架構如圖一所示。從上層為應用程式層，與使用者最為貼近。往下依序為應用程式平台、函式庫、虛擬機器等等。而 Android 之核心是以 Linux 作業系統為核心，負責與硬體介面溝通，舉凡通訊、連接衛星定位服務、拍攝等功能皆已處理完畢，不需要由程式開發者自行開發。因此，程式開發者僅需針對應用程式層進行開發，並透過呼叫下層的函式庫與硬體進行溝通即可。



圖一、Android 系統架構

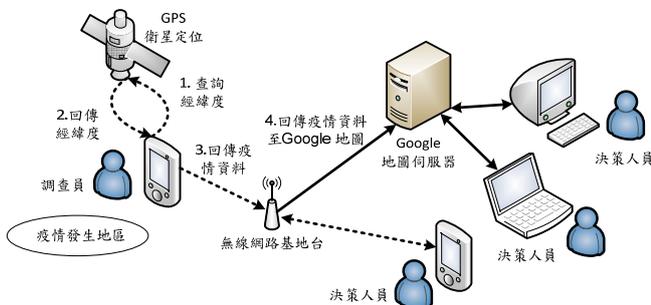


圖二、Android 手機模擬器

Android 手機本身所提供的可程式化功能可以讓使用者開發應用程式。一般而言，其開發環境是透過使用安裝在個人電腦上的 Eclipse 軟體以 Java 程式語言來開發。另外，開發時亦需要「基於 Eclipse 的 Android 開發工具擴充套件」，簡稱 ADT。而開發者另需下載並安裝 Android 程式開發套件，亦稱 Android SDK。此 SDK 中包含 Android 模擬器，亦名 Android virtual device (AVD)。在應用程式開發時期，開發者可以使用模擬器進行模擬，而開發完成後便可安裝至手機上實際測試及運行。圖二展示 Android 手機之模擬器。

如上所述，Android 手機本身也提供與 GPS 衛星定位系統溝通的介面，因此，不論在何時何地連上 GPS 服務，均可取得當地之經緯度。

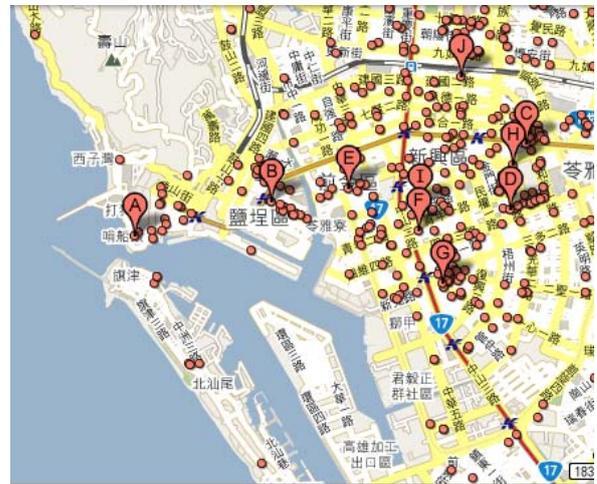
因此，本文所討論利用掌上裝置進行疾病疫情監控與管制之架構如圖三所示。



圖三、疫情監控管制系統

在圖三中，持有 Android 智慧型手機的調查員可赴疫情發生地區調查目前疫情資訊，並且透過 GPS

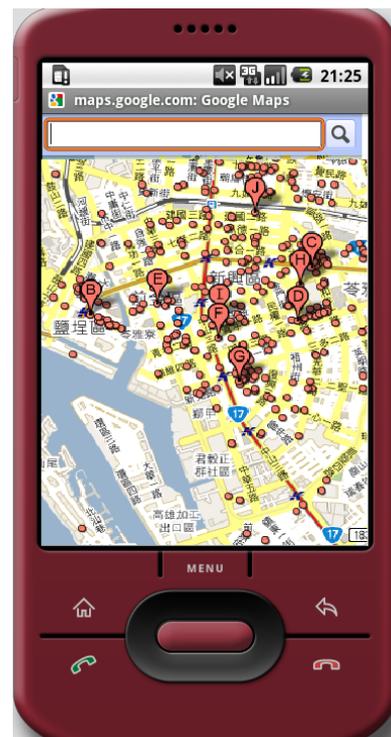
衛星定位服務來查詢當地的經緯度。待 GPS 系統回傳該地區之經緯度後，調查員可以透過手機將目前疫情狀況透過無線網路基地台傳輸至 Google 地圖，標定疫情狀況，如圖四所示。



圖四、在 Google 地圖上標記位置

當各處調查人員將疫情資訊送回 Google 地圖後，其他決策人員便可透過桌上型電腦、筆記型電腦，手機或 PDA 等掌上裝置，來觀看目前地圖資訊，如圖五所示。

因此，利用本系統可以針對疾病分佈情況進行疫情調查與實質定位探索。如此一來，可提供給決策者以「人-時-地」三大維度為主的疫情資訊，對於監控目前疾病散播及蔓延的狀況會有相當大的功效。



圖五、透過 Android 手機連上 Google 地圖觀看疫情資訊

4. 系統實作

本系統採用 Java Development Kit 6 (JDK 6)，Eclipse 版本為 3.4 版（代號 Ganymede），並使用 Android 模擬器 (AVD) 先行模擬。

本系統之作業流程如下：

1. 取得當地經緯度座標
2. 調查員輸入疫情資訊
3. 回報當地疫情疫情資料

本系統之概念圖如下圖所示。

各元件之功能如下所示。

1. GPS 座標元件：負責與衛星定位系統溝通。
2. 輸入/輸出元件：一般使用 Listener 類別來實作，包含應用程式本身的按下按鈕的事件與輸入文字的事件。
3. 無線通訊元件：負責與手機之無線網路溝通，協助使用者將疫情資料傳回伺服器。



圖六、系統概念圖

本節所使用之案例為在高雄新興區進行實地觀測與記錄，透過 Android 手機將疫情資訊傳給伺服器。另外，在伺服器觀察，便可以看到更新的資料會被更新至伺服器上。

圖七為程式執行畫面。在畫面上方有一個「取得經度與緯度」的按鈕，一旦使用者按下此按鈕後，就會在下方的「本地經度」與「本地緯度」文字標籤中顯示當地的 GPS 經緯度定位資料。

接下來，調查員可以在「發現案例數」之文字標籤下方的文字輸入欄中填入當地的確切案例數，並按下「回報疫情資料！」按鈕，則本系統會將目前的疫

情資料連同經緯度座標傳回伺服器。



圖七、系統畫面

由圖七可知，調查人員僅需要使用 Android 智慧型手機下載本應用程式至手機中，即可輕易地進行疾病的偵測與通報。由於智慧型手機本身具有位置感知 (location aware) 的特性，因此可以協助使用者與 GPS 衛星通訊取得目前所在的位置，省去由調查員本身查閱地圖的動作。同時，調查員如果可以直接在當地將疫情資料輸入，也可以避免調查員本身資料輸入錯誤，或者是位置判定錯誤的問題，更能有效地、精準地協助決策者來掌握疫情的資訊。

如前所述，在伺服器端則可以藉由通報時間來建構「人-時-地」三大維度中的時間維度，藉以瞭解疾病蔓延的狀況與時間的關係，從而找出疾病的源頭來加以預防。

綜上所述，本系統可以整合一般大眾常用的手機，透過內建的應用程式與免費的網路服務，就可以與伺服器溝通，不但能夠瀏覽疫情資料，更能進一步地協助收集資料，達成「人人都可以是疫情管制調查員」的理想目標，更能落實全民防疫的工作。

5. 結論與未來展望

本文提出一個以掌上手持裝置 Google Android 智慧型手機結合衛星定位系統 GPS 與 Google 地圖的服務，藉以完成「人-時-地」三大維度的觀測與分析。由於智慧型手機已經日漸普及，在這樣的平台上建構大型行動通訊系統已非遙不可及的夢想。透過內建的應用程式與免費服務，使用者都能夠輕易存取網路服務，並能扮演好疫情控制調查員的角色，落實全民防疫的目標。未來，希望能夠將此雛形應用於更多領域，期盼藉由這樣的組合產生更完整的行動地理資訊系統服務。

參考資料

1. Kwofile, Kwame Mayer, A Spatial-Temporal Analysis of Cholera Diffusion in Western American. *ECON GEOGR* 1976 ; 52(2):127-135.
2. Android 官方網站：<http://www.android.com/>
3. Google 地圖網站：<http://maps.google.com/>
4. 溫在弘，“再發現醫療地理學—建立流行病的時空座標，”數位典藏地理資訊，國立台灣大學地理環境資源學系，2008.
5. 蘇明道，金傳春，溫在弘，謝心怡，“建立時間-空間擴散動態模型評估登革熱流行的空間危險區域與防疫策略，”行政院衛生署疾病管制局九十五年科技研究發展計畫，2006.