

# **COVID-19 全球傳播監控之實例分析**

學號:413570012

學生:林宜庭

完成日期:114年1月12日

# 壹、案例系統功能與架構介紹及技術實踐

## 一、系統功能概述

COVID-19 全球傳播監控系統旨在即時追蹤病毒的擴散路徑，協助公共衛生機構做出科學決策並提高防疫效率。其主要功能包括：

### (一) 疫情監測與預警

利用大數據分析和人工智慧技術，從多種來源（如新聞、社交媒體、醫療數據）中收集資訊，識別潛在的疫情熱點。

### (二) 傳播路徑模擬與預測

結合流行病學模型和實時數據，模擬病毒的傳播途徑，預測疫情發展趨勢。

### (三) 資源分配建議

根據數據分析結果，為醫療物資分配和疫苗接種策略提供支持。

### (四) 接觸者追蹤

利用物聯網設備和行動數據，快速識別並追蹤確診患者的密切接觸者，阻止疫情進一步擴散。

### (五) 多方協作與數據共享

透過雲端平台實現多機構間的數據共享與實時協作，加速疫情應對效率。

## 二、系統架構簡述

COVID-19 全球傳播監控系統的架構包括數據收集、數據處理、分析與展示三大主要模組：

### (一) 數據收集模組

- 數據來源：包括電子健康記錄(EHR)、移動應用、社交媒體、新聞報導、政府公告和交通數據。
- 感測技術：結合 IoT 設備（如智慧手環、紅外線溫度計）進行個人健康數據收集。

3. 數據傳輸:利用 5G、6G、Wi-Fi 等高速網絡實現數據即時傳輸。
4. 數據處理與分析模組:
  - a. 資料清理與整合:通過大數據技術將不同來源的非結構化數據轉化為結構化數據。
  - b. 人工智慧分析:採用機器學習、深度學習和自然語言處理技術進行數據分析,包括模式識別、關聯分析和趨勢預測。
  - c. 流行病學建模:使用 SEIR 模型(易感者、暴露者、感染者、恢復者)等數學模型進行傳播模擬。
5. 數據展示與決策支持模組:
  - a. 儀表板展示:將分析結果以地圖、圖表等視覺化方式展示,方便用戶理解疫情發展狀況。
  - b. 報告生成與分發:根據分析結果,自動生成決策建議報告,分發給相關部門與決策者。
  - c. 用戶介面設計:提供多語言支持和易於操作的用戶界面,適合不同受眾需求。

### 三、發展所使用的特定科技與方法

#### (一)大數據技術

1. 整合和分析多源數據,包括非結構化的文本數據與結構化的數據表。
2. 使用分散式計算(如 Hadoop 和 Spark)處理海量數據。

#### (二)人工智慧與機器學習

1. 使用自然語言處理技術(NLP)從多語言的新聞和社交媒體中提取有關疫情的關鍵資訊。
2. 利用深度學習技術進行圖像識別,用於診斷 COVID-19 病例(如肺部 CT 圖片分析)。

#### (三)物聯網(IoT)技術

1. 透過 IoT 設備(如智能穿戴設備)收集健康數據,進一步分析異常情況。
2. 在醫院和隔離點部署傳感器,監控空氣質量和環境數據。

#### (四)雲端運算

1. 採用雲端平台(如 AWS、Google Cloud)實現數據存儲與分發。
2. 提供即時的分析能力, 支持多機構協作。

#### (五) 區塊鏈技術

1. 用於數據隱私保護和透明化管理, 確保患者數據的安全性。

#### (六) 無線通訊技術

1. 利用 5G 和 Wi-Fi 6 技術, 實現即時數據同步和高效數據傳輸。
2. 在偏遠地區部署衛星通信, 解決網絡覆蓋問題。

## 貳、科技和應用深入探討——BlueDot

### 一、系統簡介

BlueDot 是一家位於加拿大的健康監測公司, 利用人工智慧和大數據分析來預測傳染病的爆發。該系統掃描全球數以萬計的資訊來源, 包括新聞報導、航空公司數據、動物和植物疾病網絡等, 以偵測異常的疾病活動。BlueDot 的演算法會分析這些資料, 並向客戶提供預警, 以便他們採取適當的行動。

### 二、背景與創立

#### (一) 2003年 SARS疫情

Dr. Kamran Khan 作為多倫多大學的傳染病醫師, 目睹SARS-CoV病毒在多倫多引發的醫療危機與經濟損失, 促使他認識到全球已進入傳染病頻繁爆發的新時代。

#### (二) 2008年 BioDiaspora 的誕生

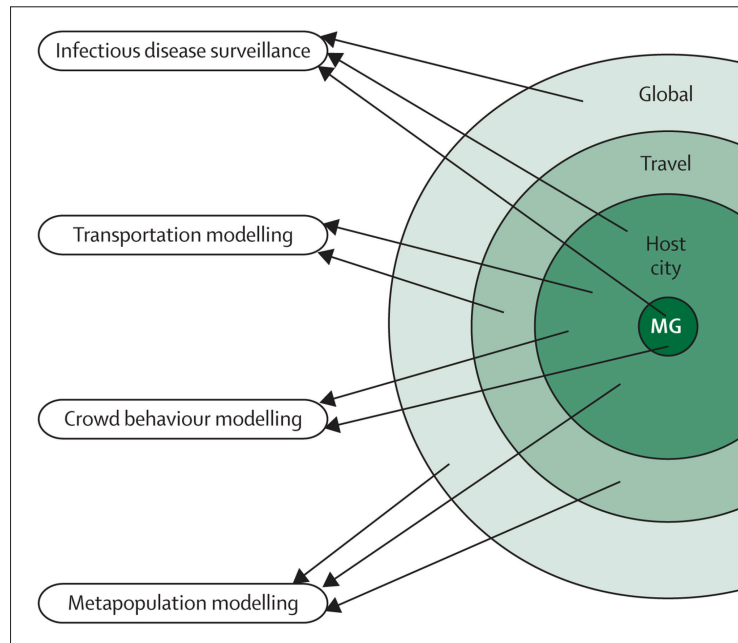
Dr. Khan 在多倫多 St. Michael's Hospital 開啟 BioDiaspora 研究計劃, 分析全球人口如何通過航空旅行互相連結, 探索傳染病全球傳播的方式。

#### (三) 2013年 BlueDot 創立

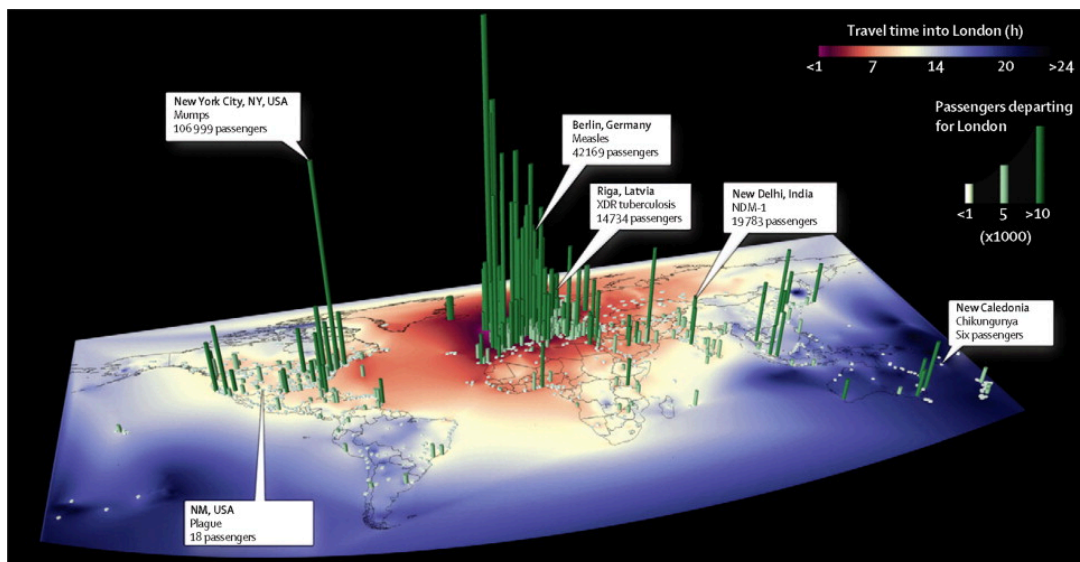
BioDiaspora 正式轉型為 BlueDot 公司, 利用大數據、人工智慧和機器學習技術, 專注於傳染病的追蹤、預測和控制。

#### (四) 關鍵歷史成果

1. 2012年與Public Health England合作，為倫敦奧運會提供全球傳染病風險評估，結果發表於[《The Lancet Infectious Diseases》](#)。

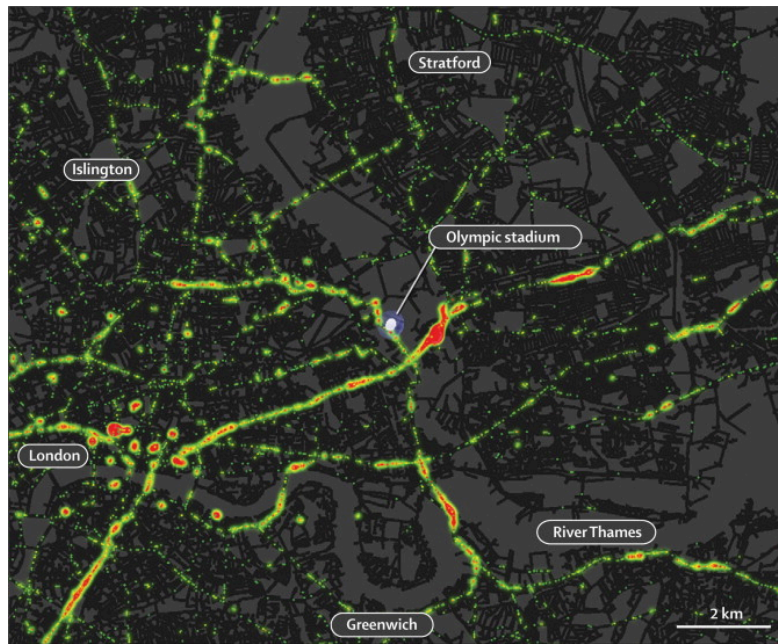


▲ 圖 1 大型集會 (MG) 的疾病監測和建模機會水平

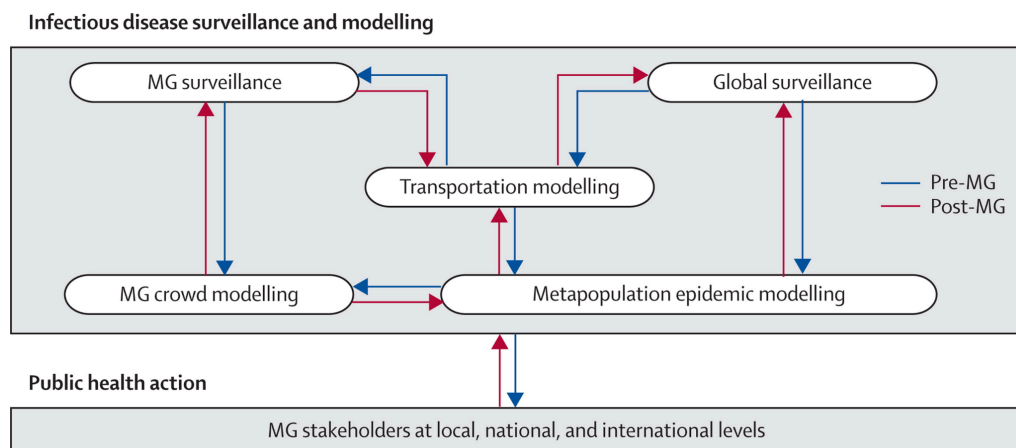


▲ 圖 2 2009 年 7 月進入英國倫敦的國際空中交通的全球模式

以及來自全球監測系統的假設傳染病警報



▲圖 3 使用最佳速度模型對英國倫敦周圍的假設交通進行模擬



▲圖 4 建議的強化全球、地方、全球風險監測和風險評估平台的綜合框架

2. 2014年利用航空旅客行程模型，成功預測伊波拉病毒從西非傳播的風險，研究結果刊登於[《The Lancet》](#)。
3. 2016年成功預測巴西的茲卡病毒將傳播至佛羅里達，時間提前六個月。
4. 2018年推出BlueDot Insights，為醫療機構和企業提供及時的全球傳染病監測。
5. 2019年12月31日，發出SARS-CoV-2 (COVID-19)的早期警報，比WHO早五天，之後發表首批[COVID-19的同行審查論文](#)，準確預測第一批國際傳播城市。
6. 2022年MPOX (猴痘) 被列為國際公共衛生緊急事件，BlueDot發表兩篇研究文章：

- a. [預測疫情真實規模](#)。

- b. [評估有最大風險的國際城市](#)。

### 三、技術特色

- (一)分析超過150種病原體的傳播，整合全球新聞、航空旅行數據和動植物疫情報告。
- (二)使用人工智慧(AI)和機器學習(ML)進行自然語言處理(NLP)，支持65種語言。
- (三)提供及時、準確的疫情風險評估和預測，幫助政府和企業提前應對疫情威脅。
- (四)[《The Lancet Infectious Diseases》](#)流行病建模(Epidemic Modelling)為例

#### 1. 流行病建模(Epidemic Modelling)概述

流行病建模是一種強大的方法，用於預測傳染病在時間和空間中的傳播動態。

##### a. 元人口模型(Metapopulation Models)：

透過模擬全球航空交通網絡內疾病的傳播，節點代表城市中的人口，邊則代表城市間旅客的流動數據。

##### i. S-E-I-R模型：

- **S (Susceptible)**: 易感者
- **E (Exposed)**: 暴露者(潛伏期階段)
- **I (Infected)**: 感染者(包括無症狀和有症狀個體)
- **R (Removed)**: 已移除者(因死亡、免疫或疫苗接種)

- ii. 模型假設節點內的個體均勻互動，並基於差分方程或隨機模型(如馬爾可夫鏈)進行計算。

##### b. 模型局限性與改進建議：

- 模型多用於模擬歷史或假設情景，對於實時疫情的應用有限。
- 建議整合實時監測數據以提高模型的精確性和實用性。
- 節點內個體的均勻互動假設可能在大型聚集事件(Mass Gatherings, MGs)中不適用，需要更高的空間精度。

#### 2. 大型聚集事件(MGs)的挑戰與行為建模：

MGs(如奧運會、宗教活動)會增加傳染病傳播的風險。

- a. **MG特性**: 人群在空間和時間上的聚集受社會互動和群聚效應影響, 容易集中於少數焦點區域, 增加疾病傳播風險。
- b. 群眾行為建模:
  - i. 模擬人群在建築物、道路、當地交通等環境中的移動, 預測人群密度的分佈以降低傷害或疾病傳播風險。
- c. 行為建模可以評估干預措施(如手部衛生、社交距離)的有效性, 降低人群的感染風險。

### 3. 全球-區域-全球的多尺度建模框架

將全球元人口模型與局部人群行為模型整合, 構建多尺度模擬框架, 提升對MG相關疾病傳播的預測與應對能力。

- a. 全球層面:
  - i. 評估干預措施對疾病源頭的影響, 如疫苗接種、暴露後預防、感染者治療等。
  - ii. 模擬國際出入境點的檢疫效果。
- b. 區域層面:
  - i. 模擬MG中人群密集區的局部干預, 如提倡咳嗽禮儀、改善衛生習慣、實施社交距離等措施。

### 4. 實際應用與前景

- a. 整合優勢:
  - i. 全球模型提供宏觀傳播趨勢, 局部模型聚焦微觀風險管理。
  - ii. 幫助設計有效的公共衛生干預措施, 防範傳染病在MG及全球範圍內的擴散。
- b. 未來方向:
  - i. 更全面整合實時監測數據, 提高模型的動態適應性。
  - ii. 提升模擬輸出的精準性, 幫助決策者制定科學的公共衛生策略。

## 四、重要影響

BlueDot因其卓越的傳染病預測能力, 獲得全球認可, 已成為公共衛生機構和商業企業的重要合作夥伴。

## 參、心得及感想



## 一、醫療產業服務及經營績效與價值的提升

COVID-19 全球傳播監控系統和 BlueDot 案例展示了如何透過科技手段提升醫療產業的服務效能和經營績效。藉由實時數據分析與人工智慧的應用，這些系統能夠快速辨識潛在疫情，提供即時預警，有效降低醫療機構在疫情爆發後的應對壓力。同時，這些工具能幫助醫療資源的合理分配，確保高風險地區得到及時支援，從而提升醫療系統的整體價值。

## 二、病患服務及醫療品質提升的助益

系統功能如接觸者追蹤、資源分配建議和疫情預警，對於改善病患服務和醫療品質有顯著的幫助。這不僅縮短了疫情爆發後的反應時間，也提升了診斷和治療的效率。此外，透過個人化健康數據的收集與分析，能為病患提供更精準的醫療建議，提高個人健康管理水平。

## 三、個人資訊科技知識與技能提升效果

閱讀並了解上述案例，對資訊科技領域的認知有了顯著提升。例如，大數據技術如何整合多源數據、機器學習在模式識別中的應用，以及物聯網如何連接智慧設備進行健康監測等。這些知識為未來學習和實踐打下了堅實基礎，尤其是如何將科技應用於解決實際問題的能力。

## 四、引領未來個人學習的助益

這些案例啟發我思考如何將科技更廣泛地應用於公共健康領域，例如結合多學科知識進行系統設計和問題解決。同時，也讓我認識到需深入學習人工智慧、雲端運算和區塊鏈技術等前沿科技，提升自己的專業能力，以適應未來快速變化的技術環境。

## 五、持續發展與改善方向

### （一）新科技與新方法的導入及整合應用

1. 量子運算：可應用於流行病學建模與數據分析，進一步提升系統運算速度和預測精度。
2. 強化物聯網技術：增加設備互操作性，例如讓更多醫療設備能夠即時傳輸數據到雲端平台，促進資料整合與分析。

3. 深度學習的進一步應用:優化影像識別技術,增強疾病診斷準確性,尤其是對早期和隱匿性病例的檢測。

## (二)系統功能改進及擴增

1. 強化數據隱私與安全性:結合零知識證明技術,確保數據共享的同時保護患者隱私。
2. 多模態數據分析:整合影像、文本和數值數據進行聯合分析,提升多源數據的協同效應。
3. 全球合作平台:建立跨國界的疫情監控網絡,促進各國公共衛生機構的協作和信息共享。

## (三)病患體驗的優化

1. 智能提醒功能:透過個人化數據分析,提醒用戶注意潛在健康風險,例如與確診者接觸的風險通知。
2. 虛擬健康助理:利用聊天機器人和自然語言處理技術,為患者提供即時的健康建議和支援。

## 六、總結

COVID-19 全球傳播監控系統和 BlueDot 的成功經驗證明,科技可以在危機中發揮關鍵作用,展現了人工智能、大數據分析、IoT 和先進通訊網絡在應對公共衛生危機中的巨大潛力。不僅能改善醫療產業的效率與質量,也為個人技能提升與未來學習提供了重要方向。然而,技術應用仍面臨數據隱私、安全挑戰及資源不平等等問題。隨著科技的持續進步,我們應探索更多創新應用,推動公共衛生領域的數位化轉型,未來應朝著跨國協作、標準化數據共享及加強技術倫理等方向發展,以更好應對全球性傳染病的挑戰。

## 肆、參考資料

1. Smith, C. (2020). *How AI is Helping to Track COVID-19 Globally*. Verdict. Retrieved from <https://www.verdict.co.uk/coronavirus-artificial-intelligence/>
2. Anvari, M., & Akbarian, A. (2021). *Application of Big Data in Analysis and Prediction of COVID-19 Trends*. In *Emerging Trends in AI and Big Data*. Springer. Retrieved from <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>

3. Moyo, P. (2021). *COVID-19 Data Analytics for Sub-Saharan Africa*. South African Medical Journal, 110(7), 590–595. Retrieved from <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC-1f658770b3>
4. Bateman, C. (2020). *Big Data Analytics in COVID-19 Surveillance*. South African Medical Journal, 110(7), 580–584. Retrieved from <https://www.scielo.org.za/pdf/samj/v110n7/17.pdf>
5. BlueDot. (2020). *BlueDot: Harnessing AI for Public Health Monitoring*. Retrieved from <https://bluedot.global/>
6. Lipsitch, M., & Viboud, C. (2011). Influenza seasonality: Lifting the fog. *The Lancet Infectious Diseases*, 11(9), 701–703. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(11\)70313-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(11)70313-9)
7. Heymann, D. L., & Rodier, G. R. (2014). Global surveillance, national surveillance, and SARS. *The Lancet*, 383(9919), 171–173. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61828-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61828-6)
8. Wu, J. T., Leung, K., & Leung, G. M. (2020). Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: A modelling study. *The Lancet*, 395(10225), 689–697. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30260-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30260-9)
9. Bontempo, G., Ayhan, A., & Dhanrajani, A. (2022). Advances in travel medicine: Updates from 2022. *Journal of Travel Medicine*, 29(8), taac149. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/jtm/taac149>
10. Walker, M. E., Pérez-Gil, J. A., & Macias, A. E. (2022). Assessing COVID-19 vaccine distribution efficiency: An update from 2022. *Journal of Travel Medicine*, 29(6), taac072. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/jtm/taac072>