

讓 AI 騰「雲」駕「霧」於醫學領域之應用

◎文 / 成大電機系特聘教授、

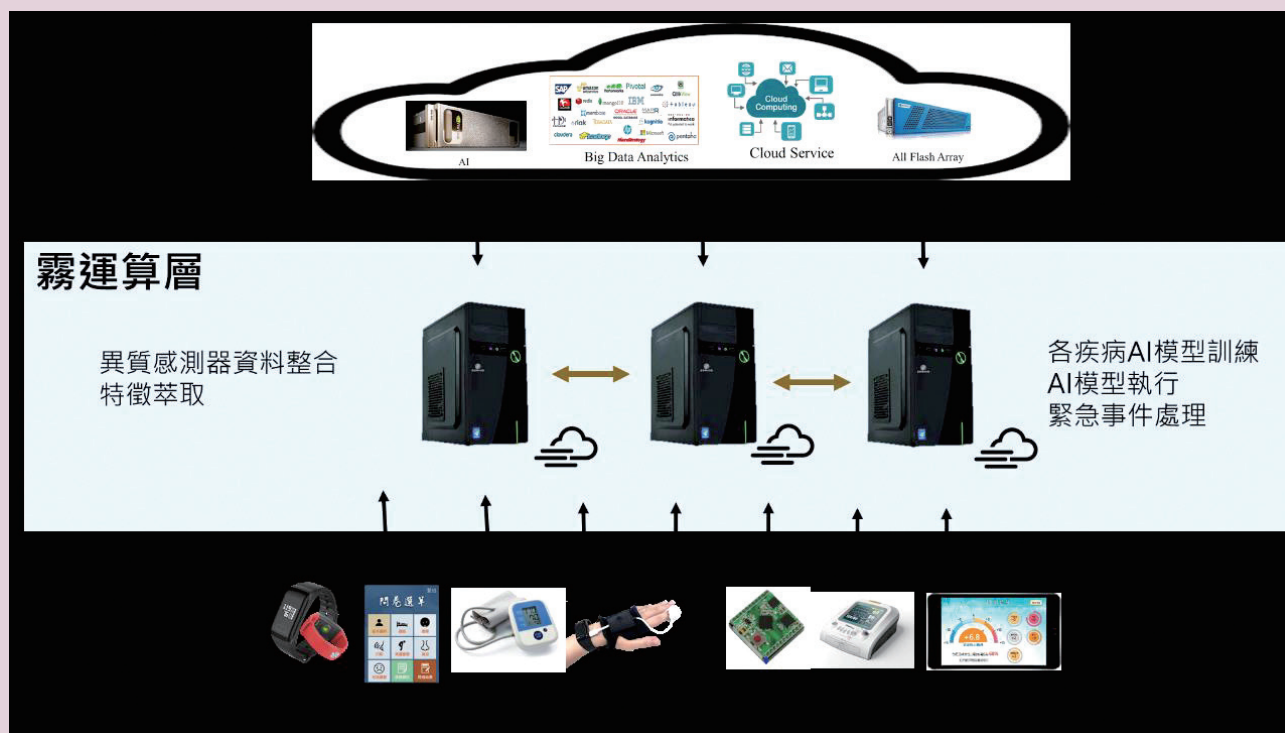
成大人工智慧服務暨數據 (AIS&D) 中心主任 王振興

近年來，隨著資通訊科技技術的成熟發展與行動裝置普及化，使得物聯網、大數據、人工智慧 (AI) 等技術在智慧醫療、居家照護和長照系統方面的應用面向更加廣泛。目前大部分的應用主要核心技術都佈署在雲端運算 (Cloud Computing) 平台或在行動裝置的微處理器 (Microprocessor) 進行邊緣運算 (Edge Computing)。以健康照護系統為例，整體系統架構至少包含四大功能：1. 收集及監測使用者數據，如：穿戴裝置或問卷等主客觀量測設備、2. 行動裝置與物聯網 APP、3. 大數據與 AI 分析、4. 個人化服務或智慧化回饋。

若以運算資源使用情形分類，前兩者為邊緣運算，後兩者則屬雲端運算。隨著感測器的數量和種類越來越多，以及醫學應用上對生理原始訊號及醫學影像的高取樣率及高精準度 AI 運算的需求，產生的資料量與運算量也呈爆炸性的成長；此外，受限於網路頻寬、即時性、地域性、可靠性與安全性等問題，使得以邊緣運算結合雲端運算的架構在未來的應用上，將面臨儲存空間不足的限制及運算資源匱乏等挑戰。因此，在 2014 年由美國資通訊大廠思科 (Cisco) 提出霧運算架構，並於 2015 年 11 月由該公司與 ARM、戴爾、英特爾、微軟和普林

斯頓大學成立 OpenFog 聯盟 (OpenFog Consortium)，已為上述問題與挑戰找出最佳的解決方案。

另外，霧運算 (Fog Computing) 核心概念是「把雲延伸到網路的邊緣」。霧運算並不是要取代雲端運算，相對的，它是彌補雲端運算與邊緣運算的缺口。在雲端跟邊緣層中間插入一到數個運算層，這些中介運算節點效能可能不及雲端伺服器，但足以負責一些邊緣運算無法滿足特定需求的運算工作，並可針對冗贅的資料先行處理，只把運算結果或重要資料傳給雲端，以滿足即時性並降低頻寬的需求。近期已有許多文獻證明霧運算可在不失去原有雲端系統的分析準確度下，有效降低運算時間延遲及提升運算效能。以影像處理為例，利用霧運算的架構來處理數據傳輸比起傳統雲端運算架構可縮短 7 倍時間，可見霧運算在處理大量資料之效能的優越性。此特點正好符合 AI 應用，需要在大量的訓練資料中運用有限的頻寬將最關鍵的特徵萃取保留並傳輸出來之需求。因此，霧運算在實務上，已成為實現 AI 服務系統最有效的架構。以下將介紹由成大人工智慧服務暨數據 (AIS&D) 中心與的基於邊緣、霧、雲運算 (Edge-Fog-Cloud Computing) 概念之 AI 服務系統，簡稱 EFC-based AI 系統，其架構如圖二



圖二：基於霧運算概念之人工智慧服務系統架構圖

所示。該系統已結合成大醫院睡眠中心、家醫科健檢中心以及復健科與體健所等三個研究團隊，共同開發實際應用。

EFC-based AI 系統分為邊緣層、霧運算層及雲運算層。邊緣層為蒐集使用者數據資料之各種聯網裝置及設備，包含穿戴式裝置 (蒐集活動、睡眠、心率變異、血氧等數據)，醫療儀器設備 (ECG、PSG 等)，各式疾病相關問卷 APP (失眠問卷、骨鬆問卷、缺血性心臟病問卷等)，以及相關單位之開放資料 (如環保署區域即時空氣品質、溫溼度等資料)。邊緣層負責彙整不同型態之資料，由於資料可能會受到雜訊或遺失值的干擾，故邊緣層也會負責雜訊濾波及遺失值補償等資料前處理。接著將這些資料傳送到霧運算層，在霧運算層中，會佈署已經訓練完成之 AI 分析技術及方法，新的使用者資料在透過

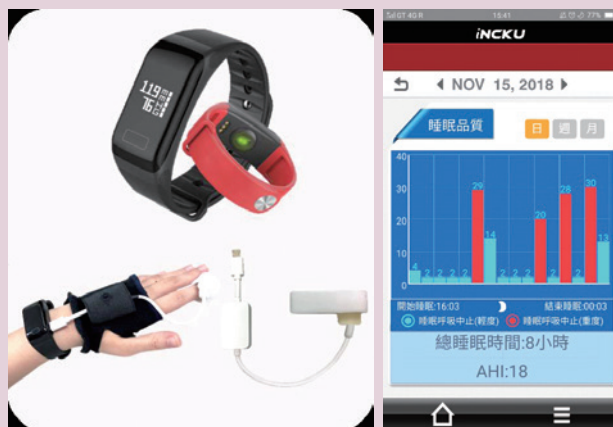
邊緣層傳上來後，霧運算層即可依系統設定之服務需求，運算分析結果 (如慢性病疾病風險預測結果、睡眠呼吸中止嚴重度、運動員局部肌肉疲勞程度等指標) 並即時回饋給使用者，作為特殊事件之預防及介入 (如訓練時之運動傷害發生警示)。在雲運算層中，將接收霧運算層之分析結果，形成一去個資化的長期大數據資料庫，在此層中，透過不斷累積新增的巨量數據，持續訓練、更新及優化霧運算層之 AI 模型，亦可持續探勘挖掘重要之醫學資訊 (如以睡眠品質做為評估運動員訓練疲勞之指標、不同慢性疾病發生之關聯分析等)。其結果可形成視覺化回饋，讓使用者透過大數據了解及掌握自我健康狀況。此架構已應用於睡眠呼吸中止症居家檢測、慢性疾病風險預測、及混和影像及穿戴裝置之運動員訓練疲勞傷害分析等主題，敘述如下。

應用一、睡眠呼吸中止症居家檢測

本專案與成大醫院睡眠中心林政佑主任團隊共同執行。目標為透過穿戴式裝置及其服務系統(如圖三所示)，對於門診後尚在等待醫院床位進行整夜 PSG 檢測之病患，先行進行居家睡眠呼吸中止症嚴重度篩檢。在邊緣層利用智慧手環蒐集光體積變化描記圖(Photoplethysmography, PPG)與血氧濃度(Blood Oxygen Saturation, SpO₂)訊號，透過資料前處理來去除基線飄移和高頻雜訊並且進行 P 波偵測，並計算出所有 P 波間的距離(PP Intervals, PPIs)，將所有 PPIs 與相對應的 SpO₂ 利用手機 APP 上傳霧運算層。在霧運算層執行分析演算法，將訓練好的辨識器模型進行上傳訊號之對應結果分類辨識，計算出睡眠呼吸中止之發生次數並且轉換成 AHI (Apnea Hypopnea Index) 數值，回傳至手機 APP 上。而在雲運算層的 AI 伺服器則進行用於睡眠呼吸中止症偵測之卷積神經網路(Convolutional Neural Network, CNN) 模型訓練，並持續透過數據的新增，更新及優化演算法之準確度。

應用二、慢性疾病風險預測

本專案與成大醫院家醫科楊宜青醫師及健檢中心李崇豪副主任團隊共同執行。目標為透過健檢項目量測之數據及相關問卷，預測慢性疾病發生風險(如圖四所示)，邊緣端負責蒐集資料，包含受檢者的生理基本資料和病史、身體檢查、檢驗室資料，這些資料將在雲運算層進行探勘分析並且建立 AI 風險預測模型，亦進行

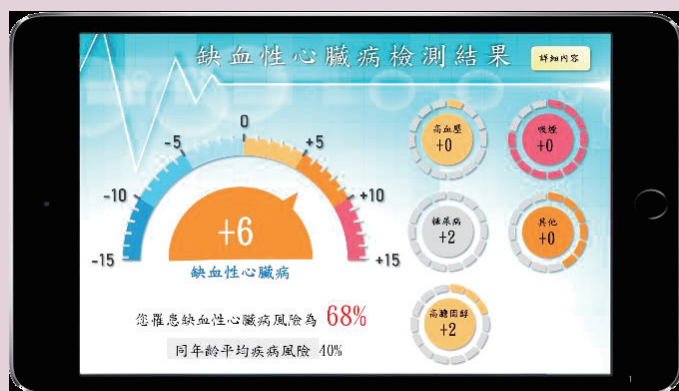


圖三：睡眠呼吸中止症居家檢測應用

各項慢性疾病間的相關性分析。經資料探勘和 AI 訓練完成的演算法則會實現在霧運算層。如果邊緣層有新的健檢資料或是問卷資料，便能在霧運算層進行風險評估，並回饋雲運算層進行相關演算法的更新調整，本系統將使具有疾病潛在高風險者，除了能夠了解自己的身體狀況，也能依據系統建議改變生活型態，降低疾病風險。

應用三、混和影像及穿戴裝置之運動員訓練疲勞傷害分析

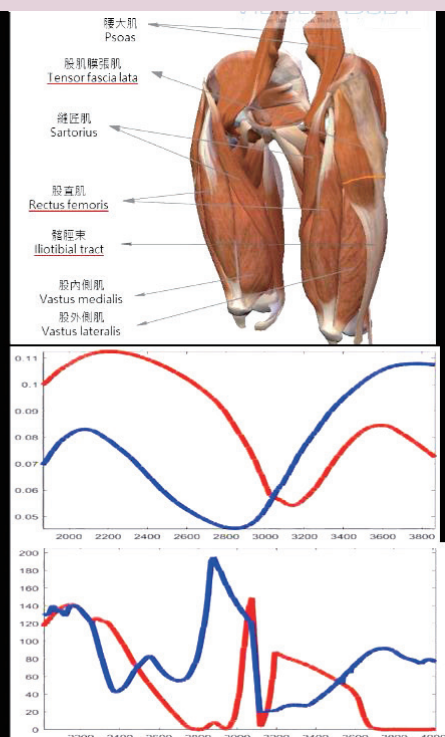
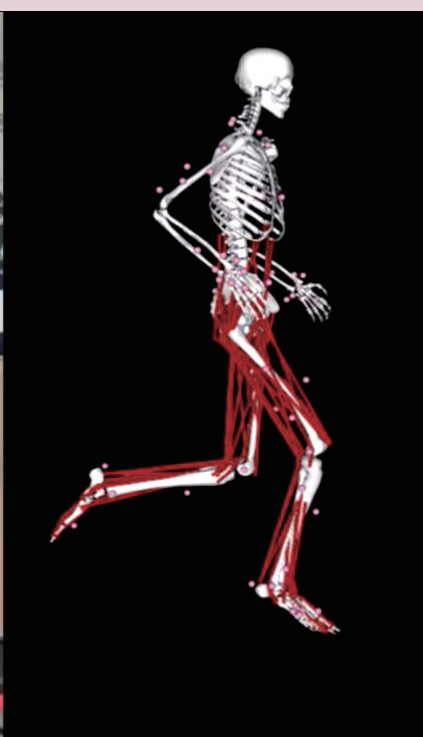
本專案與成大體健休所蔡佳良主任與黃滄海教授、成大醫院復健科林裕晴醫師、成大物理治療學系蔡一如副教授、逢甲自控系許煜亮副教授等研究團隊共同執行。目標為建置一 AI 運動訓練歷程分析與疲勞診斷系統，在邊緣層主要利用穿戴式裝置及攝影機將運動員的運動過程記錄下來，透過在運動員訓練的場所安置一個或多個攝影機，以及運動員配戴之全身軌跡重建穿戴模組，收集運動員運動訓練時的影像及慣性訊號資訊且進行校正，再透過 WiFi 將收集的資訊上傳到霧運算層。霧運算層收到邊緣端傳送的影像及慣性



圖四：慢性疾病風險預測應用

訊號資訊後，在影像部分透過開源軟體 Openpose 找出影像中的人體骨架，再利用多個二維影像進行三維空間的重建，透過三維空間的關節點座標及慣性訊號關節活動度演算法來計算關節活動度，並將分析結果上傳至雲運算層。雲運算層將透過開源軟體 OpenSim 及計算肌肉控制

(Computed Muscle Control, CMC) 演算法，利用關節活動度資訊計算出運動員在運動期間的肌肉參數，最後將這些分析結果呈現在邊緣層，使照護員能夠根據這些資料來修正運動員的姿勢或是修改訓練處方，避免運動傷害的產生。



圖五：混和影像及穿戴裝置之運動員訓練疲勞傷害分析

成大 AIS&D 中心於 2018 年初成立，秉持提供校內優質的 AI 教學與研究之運算資源與技術服務之精神，已協助校內諸多教學數位轉型與 AI 導入研究之專案，

並持續朝向讓 AI 騰「雲」駕「霧」於不同的專業領域，激發創新思維和提升研發能量！