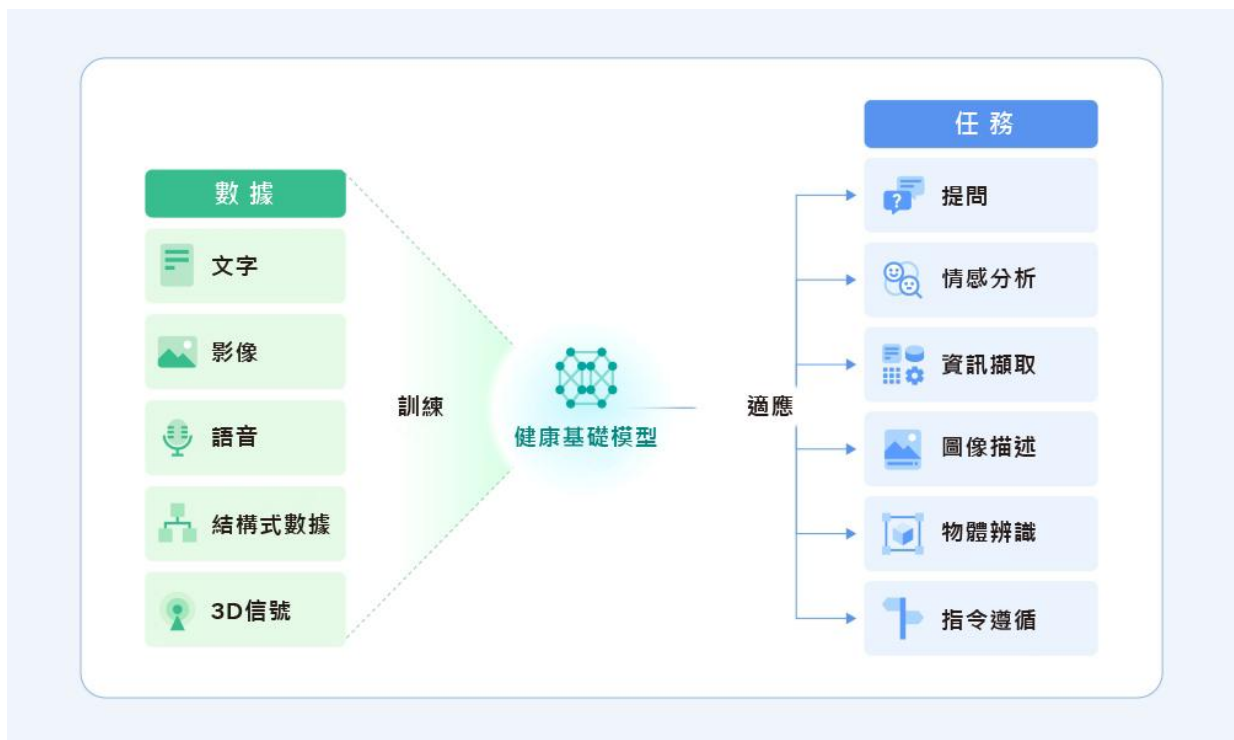


從生物訊號到健康洞察：三星研究院在健康基礎模型上的研發成果

AI 現已廣泛應用於分析智慧手錶等穿戴式裝置測得的生物訊號。AI 藉由睡眠、心率和體能活動等數據解析，從中找出具有意義的模式，助用戶深入了解個人健康並優化管理。

在 [2026 年 7 月 Galaxy Unpacked 2026 發表會舉辦的健康論壇](#) 上，三星揭示數位健康的下一步發展，互聯照護的願景，以深得信賴的健康創新技術、與健康照護生態圈夥伴為後盾，翻轉被動治療的舊思維，大步朝預防性、個人化與互聯體驗轉型。而健康基礎模型，正是驅動此番嶄新消費者體驗的技術之一。



三星美國研究院 (SRA) 數位健康團隊的研究人員，正積極開發新型的 AI 技術，旨在透過生物訊號持續掌握個人健康狀態、生成健康解析數據，並提供適切的健康指引。

三星研究人員日前發表兩款基於穿戴裝置數據的基礎模型，分別為 [xMAE \(生理感知遮罩式跨模態\)](#) 與 [HiMAE \(階層式遮罩自動編碼器\)](#) 模型，其中 xMAE 能學習不同生物訊號間的時序關係，HiMAE 則能理解穿戴式裝置的時間序列數據中，涵蓋不同時間尺度的健康模式。這兩項研究皆展示健康 AI 模型的突破性進展，有助於精準解讀生物訊號的生理關聯性與時間序列結構。

三星在 xMAE 與 HiMAE 模型上的研究成果，已獲得國際機器學習大會 (ICML) 及國際學習表徵大會 (ICLR) 高度肯定，彰顯該研究的重要學術價值。

能解讀身體訊號的健康基礎模型：促進健康的重要推手

健康基礎模型是一種 AI 模型，藉由自我監督學習機制，從未標記的生物訊號資料中學習具有意義的特徵。以大規模數據進行預訓練的模型，可用於執行廣泛的下游健康任務，包括生物訊號分析、開發新的生物標記或改良，以及健康問題預測。

xMAE AI 模型：透過穿戴式裝置持續解析心臟健康

穿戴式裝置內建的心電圖 (ECG) 功能，可直接測量心臟的電活動，測量心率和心率變異性、識別異常心律，以及評估心房顫動等疾病風險的得力助手。雖然心電圖的準確度極高，但通常有賴於使用者靜止不動與自主量測。而光電容積描記法 (PPG) 可藉由偵測血流變化，達到間接測量心臟功能的作用，並能經由智慧型手錶等穿戴式裝置的感應器，實現被動且連續性的測量。

雖然這兩種訊號來自同一次的心臟跳動，但兩者測得之時間互有先後，正如先見閃電、後聞雷鳴的物理現象。xMAE 是一種生物訊號預訓練框架，旨在透過日常中更易於取得，且能 24 小時連續量測的 PPG 訊號，重建被遮蔽的 ECG 訊號區段，進而學習兩種訊號間的時序關係。因此，PPG 可用於精準分析心血管健康的相關特徵，不需另行手動測量 ECG 數據。



研究人員使用高達 9,400 小時的 ECG 與 PPG 數據，對 xMAE 模型進行預訓練。隨後共進行 19 項評估任務，涵蓋心血管疾病預測、異常檢驗結果偵測與睡眠階段分類，xMAE 在其中 15 項任務上的表現，優於單模態生物訊號模型與現有的多模態學習法。此外，研究亦證實該模型的應用潛力，可將其所學習到的特徵，運用於各種不同的感應裝置、身體部位及數據採集環境。

HiMAE AI 模型：在裝置上讀取不同時間尺度的身體數據

穿戴式裝置測得的健康數據，會依分析時間尺度而揭示不同的資訊。例如較短的時間區段，能顯示諸如心跳等快速變化的生理訊號；而較長的時間區段，則能發掘隨時間累積形成的睡眠或身體活動等模式。這就像透過放大和縮小圖像，來檢視到不同的資訊。



HiMAE 是一種自我監督學習模型，能從穿戴式裝置的資料中學習橫跨多重時間尺度的表現。此模型運用多重編碼器來解析短期和長期的數據，使模型得以在適切的時間尺度上，識別心率分析、睡眠預測等各項健康任務所需的關鍵資訊。在訓練過程中，該模型會重建被遮蔽的數據區段。如此一來，即使標記數據有限，亦能學習生物訊號中的關鍵模式。

經過預訓練的單一 HiMAE 模型，能同時處理分類、數值預測與數據生成。該模型不僅小於現有模型，同時展現極高的效能。此外，它亦顯著提升運算效率，以智慧手錶級的中央處理器 (CPU) 而言，它能在短短一毫秒內產出成果。最重要的是，HiMAE 首度展現健康基礎模型於裝置端的潛力，無需仰賴雲端伺服器即可即時分析原始健康訊號。

邁向智慧照護的下一步

xMAE 與 HiMAE 的合體應用，象徵 AI 模型的一大躍進，能更精準掌握生物訊號之間獨特的生理關聯性與時間序列結構。兩款模型皆致力於透過單一預訓練模型支援多元健康任務，提供精確、持續且個人化的健康洞察。下列將由參與研究的團隊進一步分享相關成果。

Sharanya Desai

三星美國研究院
數位健康團隊



這項研究意義重大，因為它為健康基礎模型奠定了技術根基，未來將能透過該模型，提供高效、精準且持續不間斷的個人健康解析。三星將持續開發和精進可應用於各種生物訊號、健康特徵的健康基礎模型，使其能在感應器和運算資源有限的裝置端運作。



Subbu Venkatraman

三星美國研究院
數位健康團隊

生物訊號本質上是動態的，其生理特徵也會隨時間產生獨特變化。這項研究的核心貢獻，在於證實健康基礎模型能捕捉訊號間的關係，以及潛在時序結構。我們將繼續在基礎健康 AI 研究上精益求精，將研究成果轉化為能顯著提升大眾健康與福祉的照護方案。