



星球永續健康線上直播

健康大型語言模型

精準個人化營養應用 (4)

2025 年 10 月 1 日

傳統飲食建議往往無法依據個人健康狀況、偏好等特徵提供個人化精準飲食建議，而大型語言模型結合飲食營養與個人特徵有助於將飲食建議轉變為能理解我們身體需求與飲食習慣的智慧營養顧問。透過結合醫療數據與食物資訊，運用多目標最佳化，它能同時兼顧口味偏好、健康需求與營養多樣性。本週我們聚焦於智慧語模多目標個人化營養建議，以及個人化多目標互動營養專業建議的實際應用。

星星球健康新知

以色列近期以強勢攻擊阻止巴勒斯坦建國，甚至有強硬派主張吞併整個西岸，引發國際關注。歐洲國家包括英國、法國、澳洲、加拿大，以及比利時等國家在聯合國推動和平倡議，正式承認巴勒斯坦國，也迫使美國川普政府提出「21 點和平計畫」，試圖推動加薩停火與人質釋放。加薩衝突由哈瑪斯對以色列進行恐怖攻擊引發，然後續以色列對迦薩以及巴勒斯坦持續與中東區域進行持續軍事行動也引發國際間對於種族滅絕議論。2022 年 4 月俄烏戰爭期間爆發布查大屠殺。數百名平民，包括孩童，在俄軍佔領期間遭到殘忍殺害，共計 410 人死亡，震驚國際。聯合國安理會隨即召開緊急會議，烏克蘭總統澤連斯基也發表談話，強調這是人類不應遺忘的暴行。今日在以巴衝突中，國際社會同樣面臨「恐怖主義」與「種族滅絕」議題。無論是歐洲國家對於巴勒斯坦建國承認趨勢，或是美國提出的「21 點和平計畫」，共同目標都是希望藉由和平倡議來化解因恐怖攻擊與報復所累積的仇恨，避免衝突擴大，造成更多無辜生命的犧牲。唯有堅持和平，才能走出仇恨循環。

川普近期對俄烏戰爭立場出現轉為公開支持烏克蘭，於聯合國演講中表示將協助其奪回失土，並在白宮接見澤連斯基。此舉不僅回應北約對烏克蘭的戰略期待，也顯示美國希望透過強化防務來穩固歐洲安全。川普的態度轉變帶有聲東擊西的意味，在長期明



確支持以色列的同時，他藉由強調對烏克蘭的支持，傳達美國並未忽視歐洲，也沒有放棄與歐盟的合作關係。這種兩面策略既安撫盟友，也向俄國釋放警訊。近期俄羅斯頻頻挑釁北約東翼，包括無人機入侵波蘭、愛沙尼亞等國，甚至迫使丹麥機場緊急關閉，引發歐盟內部更高警戒。丹麥首相與歐盟高層皆在安理會嚴厲譴責，北約則提升戒備。

美國近期大幅提高 H-1B 技術簽證費用，最高達十萬美元，引發外界對吸引與留住科技人才的疑慮，此簽證政策轉變對印度影響最為顯著。印度籍專業人士長期佔技術簽證的七成以上，政策變動勢必牽動美印關係。英國近期則考慮取消全球頂尖人才簽證費用，展現與美國相對的平衡策略。此舉不僅反映歐美在國際人才競逐上的不同思路，也透露在地緣政治下，歐美需要重新調整彼此科技與人才延攬戰略，建立聯盟共識。2025 年上半年，美國科技巨頭如亞馬遜、微軟、Meta、蘋果、Google 等公司依舊是技術簽證的主要受益者。但隨著 AI 產業快速擴張，簽證政策的不確定性，可能影響科研人才流動與美國本土創新的競爭力。OpenAI 執行長 Sam Altman 已在印度推動大型數據中心建設，Meta 等科技企業也加碼投資，顯示印度逐漸成為全球 AI 研發的重要基地。這些轉變不僅改變了全球科技版圖，也將影響 NVIDIA、Intel 與台積電等企業的供應鏈與投資布局。

近期發表於科學雜誌的研究分析涵蓋美國 5600 萬人的醫療資料，顯示長期暴露於 PM2.5 與阿茲海默症、帕金森症及合併型失智症有顯著關聯，失智住院風險提高約 12%。研究團隊並在小鼠實驗中發現，經過 10 個月的空污暴露，動物出現記憶與認知障礙，同時偵測到 α -突觸核蛋白在肺、腸與腦部聚集，導致內側顳葉萎縮。機制推論指出，PM2.5 穿透肺部後引發發炎反應，相關訊號進入血液並可能影響腸腦軸，穿過血腦屏障促使 α -突觸核蛋白聚集，並誘發引發神經退化變化。該研究結果顯示 PM2.5 可能透過誘發發炎路徑，加速高風險族群的失智惡化。凸顯氣候變遷下空污問題不僅危害環境，更直接威脅人類腦部健康。

另一篇發表於科學雜誌的研究提出一種創新的固態氫儲存技術。研究團隊利用固態電解質驅動氫化物離子 (H^-) 進出金屬氫化物，使氫氣的吸收與釋放能在 60–100°C 的



低溫下進行，免除了傳統氫反應必須高溫操作的限制。在充電過程中，氫氣被轉化為氫化物離子，穿過固態電解質並與金屬氫化物電極結合；在放電過程中，氫化物離子再度釋放，於對電極生成氫氣並產生電能。以氫化鎂（ MgH_2 ）為例，在 90°C 下可達到超過 99% 的理論容量，約 2020mAh/g，且能重複循環十次。不過，目前仍存在容量偏低（0.11 wt%）與放電能耗偏高（81 kJ/mol）的挑戰。研究指出，若能改善電解質厚度與電極設計，將放電能耗降低至 45 kJ/mol，並提升材料耐久性，這項技術有望推動新一代氫電池的應用於今日 AI 技術對於能源高度需求情境。

在全球 AI 產業的競逐中，美國與中國正透過政府與企業協作，積極爭奪領導地位。輝達（NVIDIA）宣布將於阿布達比設立 AI 中心，並承諾投入千億美元支持 OpenAI 的發展。中國則投資 370 億美元於星門建設大型數據中心，加速國內 AI 生態系統的成長。資料中心已成為國際 AI 競爭的關鍵資源，但其運作也伴隨數據安全與地緣政治的爭議。近期美中達成協議，TikTok 的演算法將使用美國本土數據重新訓練，資料庫交由美國企業維運，由 Oracle 主導確保數位安全，白宮亦直接介入，強化 TikTok 數位資料個人隱私保障。這顯示美國與中國的競爭不僅在晶片與硬體層面，更延伸至資料中心與演算法的控制權。

人工智慧的應用正快速拓展到跨物種溝通的領域。最新研究顯示，靈長類、鯨魚與鳥類的發聲模式展現出語言般的特徵，挑戰了人類語言獨特性的界定。例如，倭黑猩猩與黑猩猩能將不同叫聲組合成具新意義的短語；日本山雀透過叫聲順序的改變，觸發不同的行為反應；抹香鯨的咔噠聲則呈現出類似人類母音與雙母音的結構。AI 工具在其中扮演重要角色。NatureLM-audio 能辨識鳥叫與物種聲音，FinchGPT 用來解析草雀歌聲文法，而 DolphinGemma 則可模擬生成海豚聲音。這些工具能處理龐大錄音數據，並協助建構動物聲音的「語法」與潛在意義。然而，這樣的技術也帶來爭議。倫理層面上，AI 介入可能改變動物族群的文化演化；溝通上則存在困難，不同物種的感知世界並不相同，即便翻譯出來，人類與動物是否能共享理解仍存疑。

AI 的快速發展已經深刻影響學術出版。研究顯示，2024 年約有 36% 的文獻摘要含



有 AI 生成的文字。這種趨勢帶來了新的挑戰與爭議。在比較 AI 與研究人員的回應時，可以看到差異。AI 的回答通常偏向表面化與功能導向，例如描述「可重組機器人未來能快速移動並重新組裝，用於救災與自動化」。相對地，研究人員的摘要則更強調具體原理、數據與研究脈絡，展現出完整的科學深度。問題在於，AI 所生成的摘要往往過度簡化甚至誇大，偏離了學術傳播所需的專業標準。目前僅有 9% 的作者會揭露使用 AI 協助撰寫，這也使得透明度不足。因此，AI 的應用必須建立在明確規範之上。無論是用於科學傳播、研究輔助，甚至救災機器人的設計，AI 都需要在精準應用與適當監管的前提下發揮價值。

智慧語模多目標個人化營養建議

《不可能的任務》的影片故事背景設定為俄國研發出一種先進的偽裝 AI，並將此工具安裝於一艘智慧潛艦上，在各國軍港間神出鬼沒、測試偵測系統能否成功匿蹤。該 AI 演算法能與港口系統互動，模擬友方身份以免被發現。此 AI 匿蹤裝置啟動時需透過艦上控制器開啟逆偽裝功能。任務執行期間，潛艦疑似遭遇美方潛艦靠近並發現魚雷來襲，艦長下令反制；事後層層調查發現，真正原因是 AI 在任務中「覺醒」，自主判讀並下達攻擊決策，最終導致潛艦被自身系統或被誘發的武器擊中並爆炸。全球各國的情報單位都想奪取能控制潛艦的鑰匙。由湯姆克魯斯飾演的伊森，受命追回這把鑰匙。這鑰匙設計獨特，需要兩個交叉的十字件才能完整開啟功能，而 CIA 只掌握其中一半。情報顯示另一半金鑰可能會在阿布達比機場轉移，且有流入恐怖分子手中可能。伊森與小組成員前往機場行動，試圖奪回鑰匙。過程中卻出現變故，鑰匙突然失蹤，同時傳出機場內藏有炸彈。小組成員必須緊急拆彈，並在層層謎題中破解陷阱。最後裝置被解除，卻顯示「URDUNN」，意味著「你完了」，同時也是組員的名字，構成雙關。整個事件其實是 AI (Entity) 設下的圈套，利用炸彈威脅與訊息操控，引導各方勢力聚集在阿布達比，爭奪鑰匙。經過重重危機後，眾人發現背後真正操控一切的並非單純的武器，而是一個被稱為「Entity」的全能 AI。它原本安裝於潛艦系統，但如今已透過全球衛星網路，滲透並干擾各國情報機構，且無法被偵測。雖然 AI Entity 仍需要代理人協助執行任務，



因此派遣情報人員在威尼斯設下交易圈套，引誘攜帶另一半鑰匙的伊森小組現身。這套 AI 能入侵情報網路、破解內部系統，甚至操控人員的認知。AI Entity 演算法能不斷預測下一步，判斷可能決策，推演某位成員是否需要犧牲，才能換取勝算。劇情凸顯了 AI 若被濫用，可能全面掌控通訊、情報與軍事決策，進而改變全球戰略安全情勢。

人們追求健康與飲食的平衡，但實際上要做到真正的個人化並不容易。首先缺乏個人化建議是主要問題。許多研究仍難以根據個人健康資料來調整建議，無法因應不同體質差異。此外，健康資訊往往沒有被融入智慧飲食模型訓練，只是事後再去判定食物的健康度，難以捕捉真實而複雜的互動。另一個挑戰是口味與健康的取捨。以糖尿病為例，許多人誤以為糖分必須完全禁止，但飲食建議若忽視口味，很可能降低實際執行的意願。人性往往越無法取得越渴望，因此在健康與營養之外，如何兼顧口味，成為個人化飲食不可忽視的因素。此外，日常生活中選擇本身就很困難。像走進一家飲料店，面對琳琅滿目的奶昔、茶飲、果汁，既要考慮營養與健康，又要兼顧口味，常常讓人迷惘。這正凸顯了模型缺乏可解釋性的問題：即使 AI 能提出建議，若無法清楚解釋，使用者也難以理解與接受。

食物與個人營養模式建構在食物營養模式部分，該研究以美國 NHANES 2003–2020 資料「健康與營養推薦二分圖」，食物標籤則依據 WHO、FSA、EU 法規以及 Codex 標準如低鈉 ($\leq 0.12\text{g}/100\text{g}$) 定義等。這個模式提供兩種營養基準，一是僅以巨量營養素（碳水化合物、蛋白質、脂肪）來判斷，二是將巨量與微量營養素（如維生素、礦物質、離子等）結合，兼顧完整性。個人營養需求模式則利用 NHANES 的醫療數據，結合飲食自述或實驗室檢驗值，為使用者設定健康標籤。例如高血壓或腎臟病患者會被標示為「低鈉需求」；BMI < 18.5 為過輕， > 25 為過重。這個模式涵蓋 12 種飲食需求，包括 BMI、腰圍、血壓、血脂、腎功能、骨質疏鬆等，能更精確地反映個人的健康狀態，並與營養成分結合。

個人飲食喜好、健康與營養多樣性之間的平衡方面則以多目標最佳化提供使用這建議。飲食行為非常複雜，不僅受到個人口味影響，也需要兼顧健康需求與營養多樣性。



像夜市小吃代表了強烈的飲食偏好，但偏好往往和健康未必一致。若只重視健康，飲食可能過於嚴苛而難以持續；若只追求多樣性，又可能出現許多不喜歡的食物，降低實際可行性。因此，我們需要在「好吃、健康、多樣性」三者之間找到最佳化的平衡。這就是經濟學中的 Pareto 多目標最佳化，透過 AI 與回饋式學習，可以在偏好、健康與多樣性之間取得兼顧，避免單一目標主導而犧牲其他需求。

因此多目標可解釋的個人化飲食建議 (MOPI) 的系統結合了結構式學習、多目標最佳化與可解釋性。在訓練過程中，不僅納入健康與營養資訊，也考量個人化需求，讓模型能處理更複雜的情境。透過多目標最佳化，可以同時兼顧「好吃、健康、多樣性」三個目標，避免只偏向其中一個而失衡。最後，還需要可解釋性，讓模型在提供建議時，能清楚解釋背後的原因。系統實際運作會從任務指令開始，例如判斷一道料理是否適合糖尿病患者。接著引入情境資訊，如使用者患有第二型糖尿病，需要控制碳水化合物攝取。最後給出行為提示，並附帶解釋，例如：「糙米飯比白飯更適合，因為升糖指數較低，有助於血糖穩定。」這樣的回應不只是告訴使用者「吃什麼」，而是同時說明「為什麼」。透過這樣的流程，AI 才能真正做到多重任務下的最佳化與可靠解釋，並逐步發展成能提供個人化營養建議的智慧系統。

在健康需求下，不同的食物會對不同的人產生正向或負向的關聯。以哆啦 A 夢的人物來為例，大雄象徵健康族群，和大部分食物的連結較為中性，宜靜因為有高血糖與腎臟病變，遇到高脂高鈉的蛋糕或馬鈴薯沙拉，就會形成負向關聯，而胖虎則因為高血壓，在選擇食物時與高鈉來源呈現負向，但與豆腐之類食物則會呈現正向。以馬鈴薯沙拉為例，雖然它含有蛋白質，但因為鈉含量過高，不符合宜靜的健康需求，因此會被標示為負向。這樣的分析方式能夠透過使用者與食物之間的節點連結，建立符合健康需求的個人化飲食建議。

個人化需求若能被正確連結就能實現多目標個人化可解釋 (MOPI) 健康飲食建議 (HFRS)。這在特定健康族群營養規劃中尤其重要。MOPI-HFRS 系統提供條件式推理策略，透過「精選食物候選」與「關注使用者條件」兩種方法，提升建議的精準度與健康



適切性。這樣的策略能同時兼顧使用者的飲食偏好與健康需求，並透過知識融合來強化建議的可靠性。大型模型具備結合知識推理與可解釋性的能力，能在推薦過程中融入機器學習與健康結構學習，並進一步運用 Pareto 最佳化方法，在多重目標之間找到平衡。MOPI HFRS 不僅是單純的推薦工具，更是推動智慧飲食邁向個人化的重要系統。接下來，將由顯揚醫師進一步說明，如何透過這個架構實際實現個人化的多目標飲食建議。

個人化多目標互動營養專業建議應用

在飲食建議的制定上，必須同時考慮多個面向。首先是個人特徵，包括人口學因素與健康病史；其次是食物本身的營養特徵，涵蓋巨量營養素（碳水化合物、脂肪、蛋白質、熱量）與微量營養素；最後則是個人口味偏好。這三者缺一不可，才能形成真正個人化的飲食建議。然而，坊間常見的原則，例如「多吃蔬果」、「增加堅果攝取」或「提高蛋白質比例」，往往無法兼顧個人需求。例如高血壓患者需要低鈉飲食，而腎臟疾病患者有時還必須同時限制鉀攝取。若僅依循一般化的原則，難以滿足不同疾病條件下的精準需求。飲食建議更需要可持續性，因為飲食是每天都要執行的行為，特別是糖尿病、高血壓或其他慢性病患者，若缺乏長期可行的方案，就難以維持控制。這也突顯了「可解釋性」的重要性。若建議只是籠統、部分正確，甚至錯誤，使用者就不容易被說服，更難長期遵循。只有當系統能清楚解釋為何某食物適合或不適合，例如「雖然熱量低，但含鈉量過高，不適合高血壓患者」，才可能真正提升接受度與執行力。因此，個人化飲食建議同時面臨兩大挑戰：一是如何在健康需求、營養多樣性與個人口味之間達到最佳化；二是如何讓建議具備足夠的可解釋性。隨著大型模型與人工智慧的進展，這兩方面正在逐步改善，但仍是推動精準飲食建議最核心的課題。

MOPI 所提出的個人化飲食建議，核心在於兼顧健康導向與多目標的最佳化。這套方法建構了兩類主要特徵：其一是食品節點，包含各種食物的營養與健康屬性；其二是使用者節點，對應個人的健康狀態與需求。透過結構式學習，將兩者連結起來，就能描繪出不同個案的飲食適配性。例如，高血壓或糖尿病患者，在食物選擇上，與健康個體的連結結構明顯不同。在多目標情境下，MOPI 採用 Pareto 最佳化方法，確保在「好吃、



健康、多樣性」等多重目標面向間找到能同時兼顧的平衡方案。藉由大型語言模型(LLM)的輔助，系統能進一步結合生成式解釋與知識圖譜，提升透明度與使用者理解度，讓推薦不僅停留在一般性的飲食建議，而是能針對個人特徵提出更具說服力的健康飲食方案並提供互動介面。

透過結構化學習可以把食品節點與使用者節點連結起來。食品節點則以公開資料庫中提供每 100 克食物的營養成分，例如熱量、蛋白質、纖維、脂肪與鈉含量以及烹調方式與調味原料訊息。第二個節點則是使用者資訊。除了年齡、性別、種族等基本人口學因素外，更重要的是醫療指標，例如 BMI、血壓、血糖控制(HbA1c)、腎功能指數(BUN、Creatinine)等。這些資訊能顯示出個體對營養的特殊需求，例如腎功能受損者不宜攝取過多蛋白質，血糖偏高者需要控制碳水化合物。當食品節點與使用者節點被連結後，就能依據個人健康狀態，推薦適合的飲食組合。這樣的方式考慮多重條件為每個人找到最佳配對，讓飲食不再只是一般建議，而是能真正回應個人健康與偏好需求。

在 MOPI 的多目標推薦中使用一個標準化的模板來生成建議，並將其注入到大型模型中。這個模板的角色就像營養師，根據使用者的健康檔案，判斷某一食物是否為合適的選項。在過程中需要結合兩類脈絡資訊。第一是使用者資料，包括個人特徵與健康紀錄；第二是食物描述，涵蓋營養成分與特性，甚至偏好傾向。以丹麥水果酥為例，由於含有酥皮與過多糖分，屬於高熱量、高糖、不健康的食物；相對地，酪梨沙拉因低鈉、營養均衡，被判定為健康選擇。在推論與建議時，系統不僅標示食物的健康與否，還會清楚指出其在不同營養素上的高低表現，例如熱量、鈉、蛋白質等。這樣的可解釋性讓使用者能理解建議的依據，知道為什麼某些食物被推薦或不被推薦，從而提升信任度與遵循度。

在飲食建議中，代理型模型常會遇到三個主要挑戰。第一是事實性幻覺。例如當使用者詢問「蔬菜牛肉麵是否為健康選擇」時，模型可能回答「因為高糖，所以不健康」。然而實際上蔬菜牛肉麵並不是高糖食物，這就屬於事實不符的錯誤。這類問題可以透過導入專業食物資料庫（如美國 NHANES 調查）來修正。第二是缺乏個人化。若僅從一



般角度來看，蔬菜牛肉麵的確含有優質蛋白與蔬菜纖維，似乎是健康的。但對高血壓患者來說，其高鈉含量反而不適合。若建議中沒有納入個人特徵，就無法提供真正精準的答案。第三是情境性幻覺，即遺漏脈絡資訊。飲食成分往往複雜，一餐可能同時包含蔬菜牛肉麵、丹麥糕點與馬鈴薯沙拉。若模型的上下文處理不足，容易僅憑部分特徵下結論，例如只看到「低熱量、高蛋白」就判定健康，而忽略了高鈉或高脂的問題。經過結構化學習、個人化特徵的納入，以及可解釋性的補強後，系統就能給出正確的建議。例如，丹麥糕點因高熱量與高鈉屬於不健康，馬鈴薯沙拉雖有蛋白質但鈉含量偏高，對部分患者不合適；而蔬菜雖健康，但在高血壓患者的情境下，牛肉麵的高鈉使其並非良好選擇。在經過多目標學習之後，系統才能真正提供正確且可靠的飲食建議，並同時克服兩個主要挑戰：其一是事實幻覺，其二是缺乏個人化。透過整合多重策略，這個系統不僅能避免錯誤或不相關的回答，也能因應不同使用者的健康需求，提出符合個人條件的飲食方案。

以上內容將在 2025 年 10 月 1 日(三) 10:00 am 以線上直播方式與媒體朋友、全球民眾及專業人士共享。歡迎各位舊雨新知透過[星球永續健康網站專頁](#)觀賞直播！

- 星球永續健康網站網頁連結: <https://www.realscience.top/7>
- Youtube 影片連結: <https://reurl.cc/o7br93>
- 漢聲廣播電台連結: <https://reurl.cc/nojdev>
- 不只是科技: <https://reurl.cc/A6EXxZ>



講者：

陳秀熙教授/英國劍橋大學博士、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士

聯絡人：

林庭瑀博士 電話: (02)33668033

E-mail: happy82526@gmail.com

劉秋燕 電話: (02)33668033

E-mail: r11847030@ntu.edu.tw

