

認知測驗的轉型之路： 從紙筆評估到高齡心智的智慧偵測

張玉玲*

隨著全球快速邁入超高齡社會，如何在老化過程中維持心智健康，已成為當代最迫切的課題。失智症正是這場挑戰中最具代表性的議題。它不僅是一種神經退化疾病，更反映出社會如何面對高齡化所帶來的認知、照護與倫理挑戰。

失智症的困難在於其進程緩慢且早期症狀不明顯。臨床經驗顯示，多數患者往往在出現明顯的日常功能障礙後才尋求協助，此時已錯過最佳的介入時機。研究指出，即使目前尚無根治之法，若能在病程初期即進行偵測，並導入認知訓練、生活調整或社會支持等多層面介入，平均可延緩失能三至五年，減少照護壓力並維持良好生活功能。

隨著這些發現的累積，「早期偵測」的觀念正逐漸取代以往「確診與治療」的思維。醫療科技的進步固然提升了診斷的準確度，但真正的挑戰在於如何讓科技更早、更敏銳地介入，使認知退化得以在尚未明顯化之前被識別並預防。當人工智慧與行為科學逐漸融合，我們開始看見一種新的方向：以智慧偵測為核心的預防策略，透過持續、生活化的觀察，讓早期偵測成為促進健康老化的重要途徑。

本文以「認知測驗」為主軸，探討人工智慧與機器人技術如何重新塑造失智症早期偵測的樣貌，並思考這場變革對人文社會研究所帶來的啟發。

一、從臨床評估到生活觀察

自二十世紀中期以來，神經心理測驗一直是理解大腦功能與行為表現的重要窗口。透過記憶、注意力、語言與執行功能等任務，心理學家得以更精確地分析心智運作的結構。這些測驗的價值在於，它們並非直接測量大腦，卻能以行為為媒介，觀察與詮釋神經層面的變化。

* 國立臺灣大學心理學系暨研究所特聘教授

在歷史發展的脈絡中，神經心理學的形成深受臨床觀察與復健醫學的推動。Luria 以臨床推理理解腦損傷後的行為改變，強調功能系統的整合與代償；Reitan 與 Halstead 則建立標準化的測驗工具組，使行為表現與腦功能的關聯得以量化。這些經典系統奠定了「由行為推論大腦」的理論基礎，也形塑了後來神經心理測驗的核心精神。

隨著研究方法與臨床需求的演進，神經心理測驗的焦點逐漸從「定位缺損腦區」轉向「理解功能運作」。二十世紀末起，研究者重視受試者的策略運用與學習歷程，強調歷程比結果更能揭示真實的認知機制，也為數位化與 AI 時代的行為分析奠基，讓測驗從紙筆走向對歷程與模式的細緻記錄。

然而，傳統測驗仍受限於受控情境與單一時間點，施測耗時且易受情緒與動機影響，難以捕捉早期的微細變化。這促使研究者思考：能否讓測驗走出實驗室，轉化為貼近生活的行為觀察？若能將評估嵌入日常情境、長期記錄自然行為，就有機會捕捉那些在傳統測驗中被忽略的細微變化；如日常語言、購物決策或社交互動中的反應與組織策略。這樣的思維轉向，延續了心理學強調「理解行為須置於脈絡之中」的理念，使早期偵測從醫療行為轉化為生活觀察，並開啟認知健康評估的新篇章。

二、認知測驗的知識傳統與當代價值

心理測驗自誕生即為跨學科產物：它結合了哲學對心智的探問、教育對學習能力的測量，以及醫學對功能缺損的診斷需求。十九世紀末，Binet 與 Simon 以「心理年齡」概念建立智力量表，開啟以行為為基礎的心理測量時代；二十世紀中期，Wechsler 以「能力結構」為核心，提出同時重視語文與操作能力的智力量表，奠定臨床神經心理評估的基礎。

隨著科技與研究方法的進展，測驗的形式與功能持續轉型。從紙筆施測到今日的「電腦化神經心理測驗」(computerized neuropsychological testing)，資料的精細度與分析層次皆顯著提升。CANTAB、CogState 等系統讓施測與評分更為自動化；新一代「適性化測驗」則能依受試者表現即時調整難度並記錄細節，讓評估跨越時空限制，拓展至遠距與社區場域。

即便高度數位化，行為測驗仍具有不可取代的地位。腦影像與生物標記揭示結構與化學變化，但唯有行為能呈現「人如何思考與學習」的歷程。在失智症的早期階段，細微的行為變化往往是最早可被觀察的徵兆。更重要的是，行為

表現不僅反映腦部病理，也體現個體的「認知儲備」與適應能力：教育、生活經驗與心理策略的累積，使部分個體能在病理變化下仍維持功能穩定。經典的「修女研究」(Nun Study) 正提供了具體例證。研究顯示，部分受試者在死後雖被確認具有阿茲海默症的典型病理變化，但生前未出現顯著的認知退化。這些個體在早年多具高教育與語言能力，顯示豐富的智性活動可形成保護性的「認知儲備」，使大腦在病理壓力下仍維持功能表現。

因此，神經心理測驗不僅是疾病檢測的工具，更是觀察「心智如何抵抗退化」的窗口。它使研究者能評估病理負荷與功能表現之間的落差，揭示支撐老化大腦維持彈性的因素。從人文的觀點而言，認知測驗不只是診斷手段，更是一種理解「人之差異」的方式，讓我們看見個體在思考與記憶歷程上的獨特性，也提醒我們：老化與退化並非單一路徑，而是多樣而豐富的生命歷程。隨著人工智慧的發展，這樣的行為觀察正邁向新的階段。當演算法能記錄、分析並學習人類在任務中的反應歷程時，神經心理測驗不再只是分數的集合，而是一扇通往心智動態與高齡智慧歷程的新窗口。

三、智慧偵測：從分數到歷程的革命

人工智慧的出現，使傳統測驗邁向新的層次。過去的評估多聚焦於「結果」，如分數、正確率或反應時間，在數位施測環境中，AI 可擷取作答順序、反應時間、滑鼠軌跡與猶豫停頓等微觀資料，經機器學習形成個體化的「數位行為特徵」。研究顯示，這些指標可在臨床症狀出現前數年預測輕度認知障礙風險。

更進一步地，人工智慧能整合多元資料來源，建立結合語言、行為感測語筆跡等異質資訊的「多模態分析」新架構，使早期偵測的面向更為全面。我們的團隊運用語音分析技術，從敘事與描述任務中提取語速與句法複雜性等特徵，以辨識早期失智的微細語言變化。其他研究亦發現，數位筆跡的筆壓與書寫流暢度可反映認知負荷的變化；而智慧型手機的被動感測資料，如打字節奏與觸控行為則能長期追蹤日常生活中的心智功能。透過這些多模態資料的整合，早期偵測正從「單點測量」轉向「連續觀察」，大幅提升靈敏度與預測準確度。

人工智慧的介入，不僅改變了測驗的形式，更重塑了評估的哲學。過去的測驗強調標準化與控制；如今，我們得以在兼具生態效度與動態性的情境中，重新體現傳統測驗的核心價值。AI 讓「測驗」不再只是結果的呈現，而是過程的理解；不再是一場短暫的臨床事件，而是一段持續的生活觀察。這樣的轉變不

僅提升評估的效率，更象徵一種測驗觀的革命：從測量能力到描繪歷程，從靜態分數到動態理解。它使認知測驗更貼近真實世界中的學習、記憶與互動，也使科技不再只是輔助工具，而成為理解「高齡心智」的窗口。

四、當機器人成為高齡心智的互動橋梁

當智慧偵測逐漸走入日常生活，社交機器人成為連結高齡心智的新介面。它能透過語音、表情與肢體動作進行自然溝通，使測驗與訓練從單向的操作轉化為雙向的互動。對高齡者而言，機器人不僅是科技產品，更是一種具「社會存在感」的夥伴，能在任務中引導、鼓勵，甚至以陪伴的方式支持使用者完成挑戰。

在我們的團隊研究中，長者每週三次與機器人互動，每次約半小時，持續六週。結果顯示，參與者的記憶表現顯著提升，許多受試者的負面情緒亦明顯降低。更有趣的是，部分長者會主動與機器人閒談、分享生活瑣事，顯示這種互動已不僅停留於任務層面的合作，而是延伸至情感交流與心理支持的層次。

這樣的結果凸顯了「社會性科技」的潛力。機器人不僅能作為認知訓練的媒介，也能成為長期觀察的平臺。透過語音、表情與姿態辨識，系統能在自然互動中捕捉認知、情緒與反應模式的細微變化，為臨床判斷與早期偵測提供輔助依據。它讓認知測驗真正走入生活脈絡，成為觀察高齡心智變化的「動態鏡面」。

然而，這項技術也伴隨新的倫理挑戰：當機器人成為陪伴者，它是否可能在不知不覺間取代人際互動？當科技持續蒐集語音與影像資料時，又該如何在便利性與個人隱私、尊嚴之間取得平衡？這些問題提醒我們，科技發展的核心應始終以「人」為出發點。唯有在設計與應用中兼顧使用者的需求與情感連結，社會性科技才能真正促進理解與關懷，而非造成疏離。

五、跨領域整合的新契機

認知測驗的數位轉型，早已超越單一學門的範疇。心理學提供理論與測驗架構，醫學與神經影像揭示生理機制，工程與資訊科學發展演算法與感測技術，而人文與社會科學則在倫理、文化與溝通層面扮演關鍵角色。這樣的跨領域合作，不僅推動方法上的創新，也重新定義了「健康」與「照護」的社會意義，使科技回歸理解人的根本關懷。

在臺灣，語言文化的多樣性與超高齡社會的結構，使我們具備推動此類研究的獨特條件。建立多語言並行的語言資料庫、發展本土化的語言與記憶等認知測驗，以及建構跨校共享的影像與行為資料平臺，皆能促進在地化與國際化並進的研究發展。同時，透過社區場域的參與式研究，科技得以貼近真實生活情境，實現「以人為本」的創新精神。這不僅是科技的應用，更是一種文化實踐——讓研究真正回到人所生活的世界。

然而，跨領域合作的深化也對教育體系提出挑戰。心理學家需要理解資料科學與演算法邏輯，工程師則必須掌握人類行為的多樣性與倫理原則。當不同領域逐漸建立共通的語言與價值基礎時，科技與人文的整合將不只是合作形式，而會成為研究與教育持續發展的新典範。

六、讓科技回到人的尺度

人工智慧與機器人正迅速改變我們理解大腦與行為的方式。然而，科技的發展目的從來不在取代人，而在於更有效地協助與理解人。當認知測驗逐漸從醫院走入日常生活，由標準化轉為互動式，這不僅是技術的革新，更象徵照護與評估模式的轉型。

未來的認知測驗，可能不再依賴紙筆或計時工具，而是融入日常互動：語言交流、生活回憶、行為觀察皆可成為智慧偵測的一部分。人工智慧能在不干擾生活的前提下持續蒐集並分析資料，及早發現變化並提供即時、個別化支持。這種「智慧」不僅體現在演算法，更在於對人的需求與行為的深刻理解。

早期偵測的終極目標，不只是延長認知健康，更是維持個體生活品質與自主性。當人工智慧與人文關懷真正結合，科技將成為促進健康、理解心智、支持生活的重要力量。這正是認知測驗在高齡時代的轉型之路——從紙筆評估到智慧偵測，從測量缺損到理解人，從控制變項到擁抱生活。

參考文獻

- Clarke, K. M., Etemadmoghadam, S., Danner, B., Corbett, C., Ghaseminejad-Bandpey, A., Dopler, M., Parker-Garza, J., Alhneif, M., Babu, S., Ogunbona, O. B., Gonzalez, A. D., Salardini, A., & Flanagan, M. E. (Feb. 2025). The Nun Study: Insights from 30 years of aging and dementia research. *Alzheimers Dement*, 21(2), e14626. <https://doi.org/10.1002/alz.14626>
- Chang, Y.L., Luo, D.H., Huang, T.R., Yeh, S.L., Goh, J.O.S., & Fu, L.C. (2022). Identifying mild cognitive impairment by using human-robot interactions. *Journal of Alzheimer's Disease*, 85(3): 1129-1142. doi: 10.3233/JAD-215015

- Cheah, W.T., Hwang, J.J., Hong, S.Y., Fu, L.C., Chang, Y.L., Chen, T.F., Chen, I.A., & Chou, C.C. (2022). A digital screening system for Alzheimer's disease based on neuropsychological test and convolutional neural network. *JMIR Medical Informatics*, 10(3): e31106. doi: 10.2196/31106
- Chang, H.L., Wai, T., Liao, Y.S., Lin, S.Y., Chang, Y.L., & Fu, L.C. (2025). A Dual-modal Fusion Framework for Detection of Mild Cognitive Impairment based on Autobiographical Memory. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 29(6): 4474-4485. doi: 10.1109/JBHI.2025.3540207