

人工智慧與大數據分析在適性化學習中的應用與挑戰

蔡智孝

國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系副教授

一、前言

近年來，隨著人工智慧（Artificial Intelligence，AI）和大數據分析（Big Data Analytics）技術的日漸成熟，適性化學習（Adaptive Learning）在教育領域取得了顯著的進展。傳統的標準化教育模式在滿足每位學習者的獨特需求方面存在限制；然而，隨著深度學習（Deep Learning）、自然語言處理（Natural Language Processing，NLP）等 AI 技術的迅速發展，以及教育大數據的收集與累積，學習方式和內容正在被重新定義（Holmes et al., 2019）。適性化學習強調根據每位學習者的特質、需求和學習狀況，調整學習內容與方法。透過大數據分析，學習者能更全面地了解自己的學習過程和成效。AI 系統能精準評估學習者的先備知識和興趣，提供量身訂製的學習內容與建議。在學習過程中，學習者也能識別影響自己學習成效的關鍵因素，預測學習進度，並及時調整學習策略。這種數據驅動的方法不僅提高了學習的精準度，也為個人學習提供了科學依據。然而，AI 與大數據分析在教育中的應用也面臨諸多挑戰，如個人隱私保護、AI 系統的公平性與透明度，以及如何培養學習者對 AI 的理解和應用能力等。本文旨在探討 AI 和大數據分析如何重塑適性化學習的體驗，分析其在教育中的應用現況，並統整討論其所面臨的挑戰與未來發展方向。

二、AI 與大數據分析在教育中的應用現況

（一）AI 技術與大數據分析提升學習體驗

AI 和大數據分析在教育領域的應用，展現出顯著的發展潛力。Luan 等人（2020）的研究指出，教育正朝向由大數據分析和 AI 技術支援的精準教育與適性化學習邁進。這一趨勢顯示，AI 在教育中的應用已從早期僅專注於技術性能，逐漸轉向結合認知理論與個別差異的綜合研究。這意味著，AI 不僅是提升學習效率的工具，更是理解並適應學習者需求的手段。透過將認知負荷理論與社會建構主義等教育理論，融入 AI 系統設計，學習者得以促進深度理解與批判性思維的養成。

在教育大數據的應用方面，Fischer 等人（2020）提出了多層面的分析架構，分為微觀（Microlevel）、中觀（Mesolevel）與宏觀（Macrolevel）三個層面。

1. 微觀層面聚焦於學習者在線上學習平台的操作行為，如點擊、瀏覽時間等，能精確捕捉學習過程與行為模式。透過分析這些細節，系統可以了解學習者

的專注度、學習策略，以及對不同學習資源的偏好，從而提供即時的學習建議。

2. 中觀層面關注學習者的文本生成，如作業、討論文章等，透過自然語言處理技術分析認知與情感反應。例如，可以評估學習者對某個概念的理解程度、批判性思維的展現，甚至是學習動機與情緒狀態，進而調整學習內容或提供適當的支援。
3. 宏觀層面涵蓋學校或教育機構的綜合資料，包括課程安排、考試成績、學習資源的使用情況等。這些資料可用於預測學習趨勢、識別普遍存在的學習問題，並為學習者提供個人化的課程建議。同時，教育機構也能據此優化資源配置，改善整體教學品質。

透過這種多層面的分析，教育大數據得以從微觀的個人行為到宏觀的整體趨勢，全面地了解學習者的需求和學習環境的特性，為適性化學習的實現提供了堅實的基礎。

（二）自然語言處理技術在教育中的應用

Shaik 等人（2022）探討了自然語言處理技術在教育中的應用，特別是在特徵萃取、特徵選擇及主題建模方面的進展。這些技術可改善學習環境。例如，自動評分、情感分析和知識圖譜構建。NLP 技術能夠自動分析學習者的文本輸入，提供即時的反饋和個人化的學習建議。例如，在語言學習中，NLP 可以自動糾正語法錯誤，提供詞彙建議，並分析學習者的語言能力。此外，在討論區或線上學習平台上，NLP 可用於分析學習者的參與度和情感狀態，協助教學者了解學習者的需求，進而調整教學策略。

（三）AI 在優化學習過程中的應用

Dogan 等人（2023）的系統性回顧指出，AI 技術在教育中的應用主要集中於優化學習過程、識別與預測學習者行為，以及推動適性化學習的實施。AI 的應用使學習內容的呈現更加精確，並能提供即時的反饋，進一步促進學習者之間的合作學習。透過分析學習者的學習路徑與參與度，AI 技術能預測可能的學習困難並及時提供建議。此外，AI 系統能根據學習者的進度，進行動態調整，達到適性化學習的目標。

三、AI 驅動的學習系統與分析

（一）適性化學習系統與大型語言模型的整合

適性化學習系統已成為 AI 驅動適性化學習的代表性應用，能根據學習者的學習進度、表現與需求，動態調整學習內容和難度，提升學習效率和體驗。Natriello（2017）提出，適性化學習可從七大關鍵觀點探討：

1. 自然任務觀點（Natural Tasks Perspective）：關注學習者在日常生活和自然環境中的學習任務，旨在使學習內容與真實世界的需求相關聯，增強學習的實用性和趣味性。
2. 構建學習任務觀點（Constructed Learning Tasks Perspective）：強調設計專門的學習活動和任務，以支持特定的學習目標，並根據學習者的需求和能力，進行調整。
3. 學習分析觀點（Learning Analytics Perspective）：利用數據分析技術收集和解讀學習者的行為和表現數據，提供即時反饋，支持個人化學習路徑的制定。
4. 評估觀點（Assessment Perspective）：聚焦於對學習者知識、技能和能力的評估，採用多樣化的評估方法，為適性化學習提供精準的數據支持和改進建議。
5. 內容模型觀點（Content Model Perspective）：涉及學習內容的組織和結構化，建立內容模型以支持個人化的學習路徑，確保學習內容的相關性和連貫性。
6. 教學策略觀點（Instructional Strategy Perspective）：探討和應用各種教學策略和方法，選擇最適合學習者的教學方式，提高學習效果和參與度。
7. 社交網路觀點（Social Networking Perspective）：考慮學習者之間的互動和協作，利用社交網路和社群學習的力量，促進知識共享、協同學習和共同成長。

這些觀點的整合，為適性化學習系統的設計者和實踐者提供了指導，旨在滿足學習者的個人化需求，提升學習體驗和學習效果。透過持續收集和分析學習者的學習數據，系統得以不斷優化，構建更為精準和高效的個人化學習路徑，支持學習者的全面發展。

近期的研究更進一步探討了如何將大型語言模型（Large Language Models，LLMs）整合到適性化學習系統中，以提升其效能。Kuo、Chang 和 Bai（2023）提出多種將 LLMs 融入臺灣因材網數位適性學習平台（Taiwan Adaptive Learning Platform，TALP，簡稱因材網）的方法。例如利用 LLMs 分析學習者的開放式回答，精確診斷學習弱點，從而減少測驗題目數量。在補救教學過程中，運用能與

學習者進行蘇格拉底式對話的聊天機器人，提供更深入的學習支援。LLMs 還能透過與學習者的互動，識別跨年級的學習弱點，並生成客製化的評估題目，以適應個別需求。

（二）AI 技術在學習預測與支援中的角色

AI 系統可以分析學習者的學習數據，預測未來的學習表現，提前識別可能的學習困難，使學習者能及時調整學習策略。Gencoglu 等人（2023）利用機器學習與專家分析，檢視了中學習者對學習體驗的看法。研究分析來自超過 17 萬名中學習者的開放式回應，結果顯示清晰的解釋、支持性的學習氛圍、課程多樣性、激發興趣等為關鍵主題。這種方法強調了從學習者觀點理解有效學習的重要性，並可用於優化學習品質。

此外，AI 技術在支援多樣化學習者方面也展現了潛力。Evmenova 等人（2024）探討了生成式 AI 工具（如 ChatGPT）在支援多樣化學習者方面的應用。該研究發現，這些工具可以透過提供翻譯支援和適性化語言練習來幫助英語學習者和特殊需求學習者。例如，AI 可以根據學習者的語言程度生成適當難度的對話練習，或是為特定文章提供詞彙解釋和文化背景訊息等。

AI 技術不僅提高了學習效率，還幫助學習者更全面地理解自身需求，制定針對性的學習策略。透過學習分析與預測，學習者可以更準確地評估自己的學習表現，及時識別學習困難，進而改善學習方法。這些發展展示了 AI 在教育中的應用價值，也顯示了其在提升整體學習品質中的潛力。

四、AI 與大數據分析在教育中應用的挑戰與未來發展方向

AI 和大數據分析在教育中展現出極大的應用潛力，但仍須針對如何平衡技術進步與教育本質之間的關係多加琢磨。幾個面向建議：

（一）現階段面臨的挑戰與不足

儘管 AI 與大數據分析技術在教育領域展現出巨大的應用潛力，現階段仍面臨一些挑戰。首先，部分研究可能忽略了學習方法與 AI 技術的深度融合，導致技術應用效果未能充分發揮。其次，技術部分如 NLP，在處理專業領域語言的複雜性、諷刺和模糊語義的理解，以及表情符號和特殊符號的解讀方面，仍存在困難。這些問題可能影響 AI 系統對學習者文本的準確分析，進而影響適性化學習的效果。而在數據使用與 AI 倫理方面，監管和標準仍待完善，特別是在處理龐大且複雜的教育數據時，需要高度的數據科學技能，同時必須謹慎考量隱私問題，

以確保在充分利用數據的同時，保障學習者的隱私權。未來的研究應更深入地探討如何有效結合這些技術與教育理論，並在實際應用過程中強化對倫理問題的重視，推動教育領域的持續發展。

（二）AI 工具對學習成效的影響

AI 工具對學習成效的影響引發了廣泛關注。Bastani 等人（2024）的研究指出，不當使用生成式 AI（如 GPT-4）可能對學習者的學習成效產生負面影響。雖然 AI 工具能在短期內顯著提升學習者在練習問題上的表現，但在沒有 AI 輔助的正式考試中，曾依賴這些工具的學習者表現卻出現了下降。這一現象揭示了 AI 工具的雙面性，強調教學者在 AI 技術部署過程中，需審慎評估如何平衡即時學習效益與長期學習目標，以確保學習者不失去獨立思考與掌握核心技能的能力。

（三）促進教學者 AI 素養的發展

Kim 和 Kwon（2023）的研究指出，教學者在 AI 相關內容知識方面的信心相對薄弱，特別是技術知識，而對教學知識較為自信。研究透過訪談分析，識別出 AI 教育中所面臨的五大挑戰，並提出了 22 項小學教學者在 AI 教育中所需的能力，這些能力按照 TPACK 框架進行了分類。研究強調，為了成功推動 AI 課程的實施，必須重視教學者的專業發展，特別是加強其在 AI 內容知識方面的培訓。此外，教學設計與學習環境的重新設計對於提升教學效果極為重要，如何採用教學者實際教學經驗為基礎開發能力模型是重要的。

（四）開發以學習者為中心的 AI 系統

開發以學習者為中心的 AI 系統是未來發展的重點之一。Díaz 和 Nussbaum（2024）透過系統性文獻回顧，分析了 AI 在 K-12 教育中的應用現狀，發現 AI 工具在技術上有所進步，但未能根本改變傳統的學習方法。研究提出了「以學習者為中心的 AI（Learner-Centered AI）」框架，作為未來 AI 在教育中應用的指導方針。強調 AI 技術應輔助而非替代學習者的自主學習，並需建立在有效的學習策略和理論基礎之上。這呼應了 Luan 等人（2020）的主張，即 AI 技術的融入應採用跨學科的方法，鼓勵學術界、實務領域與產業界的合作，確保 AI 技術的應用能真正服務於學習目標。

儘管 AI 在教育中的應用展現了廣闊的前景，其有效性與可持續性取決於能否妥善應對上述挑戰。未來的研究應持續探索如何將 AI 技術更適切地整合到學習過程中，確保技術的應用始終以增強學習效果和促進學習者全面發展為目標。

五、結論與建議

人工智慧和大數據分析，正在為適性化學習開啟新的篇章。透過提供個人化的學習體驗、精準的學習分析和預測性評估，這些技術正在改變學習的方式。適性化學習系統、智慧學習平台、學習分析工具等 AI 應用，為學習者提供了量身訂製的學習路徑；大數據分析則為學習者提供了深入理解學習過程和改進學習方法的新視角。然而，在享受新興科技帶來的益處時，我們也必須謹慎面對其中的挑戰，包括數據隱私、倫理考量、學習者 AI 素養不足等問題。科技的運用不應取代學習的本質，而應視為學習服務的增強與延伸，協助達成學習的核心目標。為了充分發揮 AI 與大數據分析在適性化學習中的潛力，以下提出具體建議：

1. 提升教學者的 AI 素養：中小學教師可積極參與 AI 相關的專業培訓，了解 AI 技術的基本原理和應用方法。將有助於在課堂中有效地整合 AI 工具，設計適合學習者需求的教學活動。
2. 審慎選擇和使用 AI 工具：在引入 AI 工具時，需考量其對學習者學習成效的長期影響。應避免過度依賴 AI，鼓勵學習者培養獨立思考和解決問題的能力。
3. 開發以學習者為中心的教學設計：在教學過程中，教師應採用以學習者為中心的教學策略，利用 AI 技術提供個人化的學習支援，同時促進學習者的自主學習和協作能力。
4. 強化倫理與隱私教育：在教學中強調數據隱私和倫理的重要性，教育學習者在使用 AI 和大數據時的責任與風險，培養其數位公民素養。
5. 建立合作與分享的平台：鼓勵教學者之間建立協作網路，共同分享 AI 在教學中的應用經驗和資源，促進教學專業的共同成長。
6. 持續追蹤研究與實踐：教學者和研究者應合作進行長期追蹤研究，評估 AI 技術對學習成效的影響，為教育實踐提供可靠的依據，並不斷改進教學方法。

未來，隨著 AI 和大數據分析技術的不斷發展，有機會創造更為高效、個人化和包容性的學習環境。透過教學者的積極參與和審慎應用，我們能夠協助學習者適應未來社會的挑戰，培養創新能力和終身學習的能力，為教育的革新與進步，貢獻力量。

參考文獻

- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö., & Mariman, R. (2024). Generative AI can harm learning. *The Wharton School Research Paper*. SSRN. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.4895486>

- Díaz, B., & Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217, 105071. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105071>
- Dogan, M. E., Goru Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The use of artificial intelligence (AI) in online learning and distance education processes: A systematic review of empirical studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/app13053056>
- Evmenova, A. S., Borup, J., & Shin, J. K. (2024). Harnessing the power of generative AI to support ALL learners. *TechTrends*, 68, 820-831. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00966-x>
- Fischer, C., Pardos, Z. A., Baker, R. S., Williams, J. J., Smyth, P., Yu, R., Slater, S., Baker, R., & Warschauer, M. (2020). Mining big data in education: Affordances and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 130-160. Retrieved from <https://doi.org/10.3102/0091732X20903304>
- Gencoglu, B., Helms-Lorenz, M., Maulana, R., Jansen, E. P. W. A., & Gencoglu, O. (2023). Machine and expert judgments of student perceptions of teaching behavior in secondary education: Added value of topic modeling with big data. *Computers & Education*, 193, 104682. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104682>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promise and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
- Kim, K., & Kwon, K. (2023). Exploring the AI competencies of elementary school teachers in South Korea. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100137. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100137>
- Kuo, B.-C., Chang, F. T. Y., & Bai, Z.-E. (2023). Leveraging LLMs for adaptive testing and learning in Taiwan Adaptive Learning Platform (TALP). *Proceedings of the Workshop on Empowering Education with LLMs – The Next-Gen Interface and Content Generation*, 3487, 101-110. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-3487/>
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltes, J., Guerra,

R., Li, P., & Tsai, C.-C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in Psychology, 11*, 580820. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580820>

■ Natriello, G. (2017). The adaptive learning landscape. *Teachers College Record, 119*(3), 1-46. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/01614681171190030>

■ Shaik, T., Tao, X., Li, Y., Dann, C., McDonald, J., Redmond, P., & Galligan, L. (2022). A review of the trends and challenges in adopting natural language processing methods for education feedback analysis. *IEEE Access, 10*, 56720-56739. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3177752>

