

運用 AlphaAI 機器人於小學推廣人工智能素養之教學實踐

Promoting Artificial Intelligence Literacy with AlphaAI Robots in Senior Primary School

卓煒嫻¹, 鄭靈俊^{2*}

¹ 卓煒嫻 ² 鄭靈俊 香港教育大學賽馬會小學

* whcheuk@jcps.edu.hk

【摘要】 本文探討如何運用實體教育機器人 (AlphaAI)，在小學六年級推動人工智能 (AI) 素養教育。課程基於香港教育大學的設計，引導學生學習監督式學習、人工神經網絡 (ANN) 等核心概念。學生透過分組合作，親歷「定義問題、處理數據、訓練模型至評估推論」的完整機器學習流程。結果顯示，結合視覺化軟體與實體機器人的即時反饋，能幫助學生具象化地理解抽象的 AI 運作機制。在反覆修正模型的過程中，學生有效提升了運算思維與解難能力，為小學 AI 教育提供了具體的實證範例。

【關鍵字】 人工智能素養；機器學習；人工神經網絡；監督式學習；教育機器人

Abstract: This paper explores using the educational robot AlphaAI to promote AI literacy in sixth grade. Based on a curriculum from The Education University of Hong Kong, students learn core concepts like supervised learning and artificial neural networks (ANN). Through collaborative group work, they experience the complete machine learning workflow: defining problems, processing data, training models, and evaluating inferences. Results indicate that combining visualization software with the robot's real-time feedback helps students concretely grasp abstract AI mechanisms. By iteratively refining their models, students significantly enhance their computational thinking and problem-solving skills. This research provides a practical, empirical framework for primary school AI education.

Keywords: AI Literacy, Machine Learning, Artificial Neural Network, Supervised Learning, Educational Robotics

1. 前言

隨著人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技術的快速發展，AI 素養已成為二十一世紀學生的關鍵能力之一。近年來，國際學者與教育機構皆強烈呼籲應將 AI 教育向下扎根至中小學 (K-12) 階段 (Touretzky et al., 2019)。然而，機器學習的內部運作往往被視為難以理解的「黑盒」，特別是人工神經網絡 (Artificial Neural Network, ANN) 等核心概念，對於認知發展尚在具體操作階段的高小學生而言尤為抽象。若教學僅停留在「如何使用」AI 應用程式，而無法解釋人工智能的運作機制，將難以培養學生真正的 AI 素養 (Absalon & Deneux, 2025)。

為了解決此教學困境，香港教育大學人工智能及數碼能力教育中心 (AIDCEC) 致力於發展適合中小學生的機器學習課程 (香港教育大學人工智能及數碼能力教育中心, 2024; Yang & Kong, 2025)。本論文以「揭開機器學習的『黑盒』：運用 AlphaAI 機器人在香港和法國的高小/初中推廣人工智能素養研究」計劃設計並實施涵蓋人工神經網絡與監督式學習 (Supervised Learning) 的教學實踐。本文將總結在小學六年級學生參與 AlphaAI 機器人課程的教學成效。

2. 文獻探討

2.1 人工智能素養教育 (AI Literacy Education) 在基礎教育的發展

AI 素養 (AI Literacy) 成為 K-12 (幼兒園至十二年級) 基礎教育的核心素養之一。Touretzky 等人 (2019) 在美國推動的 AI4K12 倡議中提出了 K-12 AI 教育的「五大核心概念 (Five Big Ideas)」，其中「機器學習 (Machine Learning)」——即電腦能從數據中學習而無需額外編程——被視為理解現代 AI 技術的最關鍵樞紐。在基礎教育中的推廣，面臨着如何將高深數學

與程式概念轉化為適齡教材的挑戰。在傳統的電腦科學教育中，學生多半透過螢幕上的虛擬環境（如積木編程或純文字編程）學習；然而實證研究指出，實體操作與物理環境的互動能大幅提升學生對複雜系統的理解與學習動機。

2.2 神經科學導向 AI 教學法 (Neuroscience-oriented AI Pedagogy)

為了解決小學生學習深層 AI 演算法的認知超載問題，「神經科學導向 AI 教學法」利用人類大腦神經網絡的生物學直觀概念，來解釋人工神經網絡（ANN）的運算邏輯，並透過視覺化與實體化的工具，讓學習過程「看得見、摸得著」。

3. 揭開機器學習的「黑盒」：運用 AlphAI 機器人於中小學推廣人工智能素養之教學實踐計劃

3.1 專業協作

揭開機器學習的『黑盒』：利用 AlphAI 機器人在香港及法國的高小初中推廣人工智能素養研究」由香港教育大學人工智能及數碼能力教育中心總監江紹祥教授策劃及領導，採用由法國巴黎薩克雷大學開發的 AlphAI 機器人為載體。該系統特別為中小學 AI 教育所設計，能將機器學習演算法（如神經網絡）的運算細節在圖形介面中即時呈現（Absalon & Deneux, 2025）。其結合了廣角相機作為資料輸入來源，以及車輪馬達作為動作輸出，讓學生能直觀地將實體感測器與人工神經網絡中的「輸入層（Input Layer）」及「輸出層（Output Layer）」建立連結。

3.2 課程框架：「神經科學導向 AI 教學法」

在教學實踐前，教師團隊參與培訓，掌握研究計劃針對中小學生設計的「神經科學導向 AI 教學法」（Yang & Kong, 2025），以「機器學習的四步流程」為核心，引導學生循序漸進地建立模型：

步驟一：定義問題：引導學生思考希望機器學習解決甚麼問題，例如讓 AlphAI 機器人順時針繞行賽道而不撞牆。

步驟二：收集及前期處理數據：運用機器人相機收集環境影像數據，移除錯誤數據，並讓電腦消化，建立對數據品質與模型關聯的基礎認知。

步驟三：訓練模型：使用準備好的數據集，並運用人工神經網絡等演算法訓練模型，理解人工神經網絡運作與反向傳播機制。

步驟四：評估模型與推論：透過自動駕駛模式測試機器人的學習結果，評估表現並修正誤差，培養修正過度擬合與解決實際問題的能力。



圖 1 教師參與由 Using Generative AI in teaching after 60 hours of learning 學習 AlphAI 機器人的操作及原理



圖 2 六年級學生參與 AlphAI 機器人課程

4. 人工智能素養教育的可視化策略

美國人工智慧發展協會（AAAI）與電腦科學教師協會（CSTA）共同發起、美國國家科學基金會（NSF）資助的 AI4K12 倡議（Touretzky et al., 2019），提出了影響深遠的「五大核

心概念(Five Big Ideas)」。透過感知(Perception)、表徵與推理(Representation & Reasoning)、學習(Learning)、自然互動(Natural Interaction)及社會影響(Societal Impact)讓學生能夠認識及調整人工智能演算法的內部運作與神經網路參數，建立學生的運算思維。

4.1 感知(Perception)：電腦如何透過感測器獲取世界資訊。引導學生理解感測器與人類感官的異同，以及感知演算法如何從雜訊中提取有意義的特徵。課程中，學生從「人類視角」切換至「機器視角」在「收集數據」的教學步驟中，學生並非只在紙上談兵，而是透過電腦螢幕實時觀看機器人廣角相機所捕捉的畫面(如賽道的紅色牆壁或黑色轉角)。此「視角可視化」策略讓學生直觀理解電腦如何透過感測器獲取資訊，並將物理環境轉化為機器可讀的「特徵(Features)」，落實了 AI4K12 中關於「機器感知」的核心概念。



圖 3、4 學生訓練 AlphaAI 機器人辨認場地的可讀的「特徵(Features)」

4.2 表徵與推理(Representation & Reasoning)：面對最抽象的「人工神經網絡(ANN)」，本設計捨棄了微積分與矩陣公式，採用「全連接網絡圖形」進行結構可視化。學生能清楚看見輸入層(相機像素)、隱藏層與輸出層(馬達動作)的節點。軟體將神經元之間的「權重(Weight)」以連線的「粗幼」呈現。學生透過視覺觀察即可推理出決策邏輯：連線越粗，代表該特徵的「聲音最大、影響力最強」，成功將複雜的演算法推理降維為小學生能理解的圖像觀察。



圖 5 及圖 6 學生透過系統的「粗幼線」認識演算法推理

4.3 學習(Learning)：電腦如何從數據中學習(機器學習的核心)程式將「反向傳播與誤差修正」化為動態可視化歷程。當學生故意遮蔽鏡頭或機器人撞牆時，軟體會以連線瞬間「變色(正負值切換)並加粗」來呈現權重的重新分配。這種將「從錯誤中學習」的過程具象化的策略，讓學生親眼見證模型是如何被「訓練」出來的。打破「AI 是靠程式設計師寫死規則」的迷思，讓學生體會神經網絡與演算法如何透過海量訓練數據自主發現規律(如分類與預測)。

4.4 社會影響(Societal Impact)：在探究「過度擬合(Overfitting)」的進階步驟中，學生透過繪製狀態空間圖(State Space Map)將機器的行為邊界可視化。在進階活動中，教師開放軟體設定權限(允許設定 0 至 4 層隱藏層，每層 1 至 300 個神經元)。學生需提出假設並觀察修改參數後的結果。透過載入相同的訓練數據，學生會發現增加隱藏層數量雖能處理更複雜的問題，設定過多卻會導致「過度擬合(Overfitting)」及系統運算延遲。學生會發現，給予過度單一或死板的數據，會導致機器人失去應變能力。學生藉由分析狀態空間圖表(State Space Map)，從中歸納出最適合當前任務的網絡結構設定，引導學生反思：AI 的表現高度依賴人類提供的數據品質。透過具體操作，學生深刻體會到「資料偏見(Bias)」的影響，從而培養負責任地使用 AI 的科技倫理意識。

5. 成效與反思

95 名小六學生在 8 節的綜合科技科課堂(共 560 分鐘)中運用 AlphAI 機器人學習人工神經網絡與監督式學習的原理，整合學生問卷調查、學生及教師訪談反饋，反思如下：

5.1 成效：顯著提升高小學生的 AI 認知與學習動機及降低人工智能的學習門檻

操作 AlphAI 機械人及視覺化系統的結合，成功將深奧的機器學習理論具象化（例如透過神經網線的「粗細變化」來呈現抽象的「權重」概念），有效降低了學習門檻。其次，系統的反饋機制能雙軌照顧學生的能力差異：既能透過進階模型調整維持高能力學生的挑戰欲，也能藉由基礎操作激發低能力學生的學習興趣。實體機器人成為了促進「邏輯推論」與同儕協作的催化劑；當機器人發生撞牆或決策失誤時，具體的物理現象能激發學生主動進行跨組討論，共同推演問題成因並提出除錯策略，充分展現了建構論的學習精神。



圖 7 88.3%受訪學生認同操作 AlphAI 機械人及視覺化系統令學習變得更有興趣和自信



圖 8 100%學生同意透過廣角相機及「粗幼線」有理解機械人視角及權重概念



圖 9 100%學生掌握訓練人工智能模型的方法及修正培訓數據，並了解編程與機器學習的差異。

5.2 局限：認知負荷與實務結構上的局限。

在學生認知方面，「權重」對小學生而言依然是極為抽象的難點；若教師試圖以「神經科學導向」將 AI 直接比喻為人類大腦，反而會因學生缺乏先備知識而增加認知負荷，出現學習干擾；在教學實務與硬體方面，設備連線（如藍牙異常）的不穩定讓學生產生技術挫敗感，更會耗費課時處理問題，嚴重壓縮了實質知識的教學時間。面對 AI 技術與軟體的快速更迭，導致教師難以建立穩固的科技學科教學知識（TPACK），教師缺乏教學的信心，隨教隨學亦需面對備課與技術追趕壓力。

6. 總結

總結而言，「揭開機器學習的黑盒」教學實踐成功證明了，只要運用合適的工具與教學法，高深的人工神經網絡與機器學習原理，亦可以轉化為高小學生能直觀理解的知識。透過 AlphAI 機器人的實體互動、軟體視覺化策略以及「先體驗、後理論」的教學設計，學生不僅突破了學習 AI 的認知瓶頸，更在親手收集數據、訓練與修正模型的過程中，深刻培養了運算思維與科技倫理意識。

儘管在全面推廣的道路上，仍面臨著硬體穩定性與師資培訓的結構性挑戰，但只要持續優化課堂資源配置、建立穩固的教師專業學習社群（PLC），本研究的實證經驗必能為未來 K-12 階段的人工智能素養教育奠定堅實的發展基礎，引導新一代學生成為能夠自信駕馭、並負責任地善用 AI 技術的未來人才。

引用文獻

- 香港教育大學人工智能及數碼能力教育中心（2024）。高小及初中學生的機器學習課程：單元一至單元二（教師版）。香港：香港教育大學。
- Absalon, M., & Deneux, T. (2025). "AlphAI": Teaching AI algorithms to K12 by training learning robots and visualizing how it works. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 39(28), 29096-29103. <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i28.35181>
- Touretzky, D., Martin, F., Seehorn, C., Breazeal, C., & Wesley, T. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 9795-9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- Yang, Y., & Kong, S. C. (2025). Professional development for teachers in AI literacy education: Teaching machine learning to senior primary and junior secondary students. In B. du Boulay, T. Di Mascio, E. Tovar, & C. Meinel (Eds.), *Artificial Intelligence in Education*. Springer.