

從語法訓練到設計思考：結合程式設計與機電整合的 AI-STEAM 教育新思維

歐陽芳泉

國立臺北商業大學數位多媒體設計系

E-mail: ouyang@ntub.edu.tw

一、當 AI 會寫程式之後，程式課還剩下什麼？

近兩年，生成式 AI 已能快速產生完整程式碼。一些學生私下對我提出一個直接的問題：「既然 AI 會寫程式，我們還需要學寫程式嗎？」這個問題不僅是學生的疑惑，相信也是許多教授程式設計的教師開始反思的課題。如果程式課的目標只是訓練學生熟悉語法、記憶指令，或提升打字速度，那麼在 AI 能即時生成程式的情境下，其價值確實會受到挑戰。然而，若將程式教育視為一種「思考訓練」，其意義反而在 AI 時代更加清晰。

在我所任教的數位多媒體設計系，多數學生並非資訊背景出身。他們擅長影像創作與互動設計，但對程式語法常抱持焦慮與距離感。生成式 AI 的出現，確實降低了程式技術門檻。透過 AI 的輔助，即便原本不擅長寫程式的學生，也能完成基本的程式作業。然而，當 AI 可以協助產出程式結果時，我們便不能再只從「程式寫出來沒有」來評估學習成果。真正需要關注的，應該是學生在創作過程中的思考歷程。這個歷程包括：學生是否能將創意轉化為可被程式處理的問題；是否能拆解需求、規劃流程；是否能設計清楚的互動邏輯；以及是否能善用 AI 作為工具，而不是依賴它代替思考。

因此，在 AI 時代，程式教育的核心應從「語法訓練」轉向「設計思考」。程式的教學價值，不再只是學會與電腦溝通，而是一種建構邏輯、設計系統與實現創意的思維框架。

二、讓程式從畫面走到真實世界：以 Mango X2 平台為例

在教學現場我觀察到學生並不是學不會語法，許多時候他們只是不知道學習程式語言的意義而沒有投入更多的時間學習；當然，這跟我們教學者如何教程式課有直接的關聯，也是我嘗試如何改善程式教學成效的一項研究議題。許多的研究指出，當學生感到學習目標的效用價值，也會增加他們的學習投入程度；因此，近年來我也開始嘗試運用新的教學工具與方法，希望能讓學生了解學習程式背後真正的意義與價值。結合教育機器人動手做、高互動性、實體即時回饋的特性，讓學生在學程式的過程中更加有趣也更能獲得學習的成就感。

Mango X2 是一塊基於 Raspberry Pi Pico 為核心的開發板，由我們計畫團隊所研發、製造、量產與推廣。在研發初期，我們主要將它用於 AI 教育機器人的實作教學，例如智慧輪型車的設計與控制，作為推動 STEAM 動手做教育的實踐平台。由於教育機器人的實作涉及程式設計、電子數位控制與機構設計等跨領域知識，使學生在整合過程中同時理解感測、控制與致動之間的關係。在推動機器人專題的過程中，我逐漸意識到，這樣的機電整合架構，其實不只適合進階專題課程，也非常適合回到「基礎程式設計」課程中作為核心教學平台。於是，在近期的教學與研究中，我們進一步將 Mango X2 重新設計為適用於程式課的軟硬體整合架構。在技術層面上，包含多工排程機制、電腦端 Python 與 Raspberry Pi Pico 上 MicroPython 的底層通訊設計，以及高層次、易於調用的感測與致動 API 介面，使學生能以熟悉的 Python 語法，快速開發結合桌面應用程式與聲光回饋效果的互動多媒體專題，如圖 1 所示。

當程式只是在螢幕上輸出數字時，學生往往難以真正理解條件判斷與迴圈結構的價值。語法可以記憶，但若缺乏情境與即時回饋，學習動機便難以持續。因此，我在基礎程式設計課程中，正式將 Mango X2 納入教學核心，讓程式從「畫面邏輯」延伸至「實體控制」。透過 Mango X2，學生不只是操作變數與流程，而是實際控制：板載 WS2812B LED 燈條的顏色與節奏、蜂鳴器的聲音提示、OLED 螢幕的資訊顯示、按鈕或感測器的輸入判斷。在圖 1 所示的示例中，學生設計桌面 Python 圖形介面遊戲，並將遊戲判定結果即時傳送至 Mango X2，由開發板負責聲光回饋控制。當玩家在電腦端作出操作，硬體端立即產生對應反應，形成完整的互動回饋機制。這樣的設計實際呈現了一個完整的機電整合流程：畫面事件 → 條件判斷 → 控制訊號 → 硬體回饋。

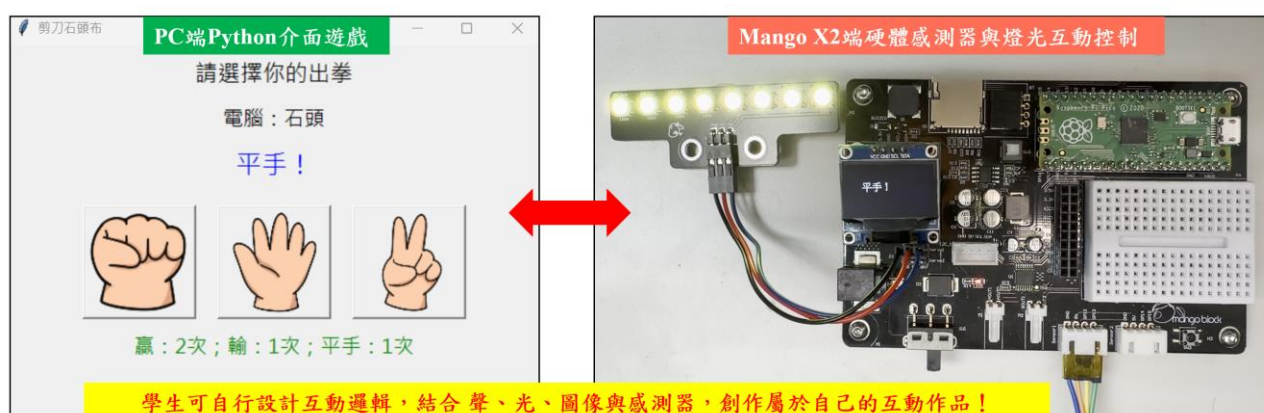


圖 1 程式控制與硬體回饋整合示意 (Mango X2 與遊戲互動畫面)

當一段 if 判斷式觸發燈光變色，當迴圈控制燈條產生節奏閃爍，抽象的語法概念便轉化為可觀察的實體行為。學生開始理解，條件判斷不是為了應付考試，而是用來控制系統運作的規則；迴圈不是為了印出數字，而是用來產生節奏與規律。在這樣的教學設計下，Mango X2 不再只是教育機器人的控制核心，而成為連結虛擬程式邏輯與實體互動回饋的學習平台。學生在設計「互動聲光遊戲專題」的過程中，同時經歷感測、判斷、控制與回饋的完整機電整合歷程，也更具體地理解程式作為系統大腦的角色。

三、讓 AI 作為學生的陪伴者而非外包者

面對生成式 AI，我並未禁止學生使用，反而建立專屬的 Custom ChatGPT 作為課程助教，並鼓勵學生善用各類 AI 工具。但在課程一開始，我就清楚說明一個原則：AI 可以協助你、陪伴你，卻不能代替你思考。我也用更白話的方式告訴學生：如果你只是把作業外包給 AI，自己既沒有動腦，也沒有動手，那麼這學期其實什麼都學不到。你可以請 AI 幫你打字、幫你生成程式碼，甚至協助除錯，但真正的思考過程：問題如何拆解、流程如何設計、邏輯是否合理，必須由自己完成，學習才會真正發生。

因此，在課程評量設計上，我並不以「程式碼是否完整」作為唯一標準，而是更重視學生的創意發想、系統完成度與專題整體表現，同時納入同儕互評機制。學生若只依賴 AI 生成程式，卻無法清楚說明設計邏輯，或作品缺乏整體性與創意深度，自然無法在評量中取得優勢。這樣的設計，也讓學生理解：AI 是工具，但學習的主體仍然是自己。

在大一上學期的基礎程式設計課程後期，我導入 Mango X2 作為實作平台，要求學生期末必須運用 Python 結合開發板完成一個創意互動小遊戲。從表面看來，這對於非資訊背景的大一新生而言，是一項跨領域且具創意挑戰的高難度任務。然而，透過調整教學方法，我引導學生以運算思維拆解問題，並教導他們如何有效使用 AI 作為學習工具。最終呈現的專題成果，遠超出預期。例如，本學期獲得期末競賽第一名的音樂節奏遊戲組別，兩位學生皆為首次接觸 Python，卻完成了包含打擊判定演算法、Combo 計算、血量管理、貝茲曲線滑鍵生成、JSON 譜面讀取與節奏排程機制，以及暫停與倒數恢復時間校準設計的完整系統。從其學習單內容可清楚看見，他們能將專題拆解為核心運算、使用者介面、音符物件與資源管理等模組，並具體說明時間差與距離判定的演算法邏輯。這些能力的展現，已超越一般初學者僅停留在語法層面的學習。



圖 2 期末專題競賽第一名作品之實際操作情境與機電整合成果（左為學生操作情境，右為遊戲畫面與互動機制截圖）

從圖 2 可以看到，程式不只是畫面上的動畫，而是結合實際操作與互動回饋的完整系統。當遊戲節奏觸發時，硬體裝置同步反應，畫面與控制邏輯彼此對應。這樣的成果，對於首次學習程式的學生而言，已是系統層次的創作。進一步分析學生的學習單與 AI 使用紀錄，可發現他們與 AI 的對話超過二十回合，但對話內容並非停留在「語法怎麼寫」。如圖 3 所示，學生詢問的是如何提升遊戲打擊感，以及如何修正倒數與暫停狀態衝突的邏輯問題。其中一段討論聚焦於倒數 3-2-1 期間按下暫停仍持續計時的問題，AI 協助分析 `is_paused` 與 `is_counting_down` 的狀態判斷順序，引導學生重新整理控制流程。這樣的對話顯示，學生已進入系統狀態管理與邏輯穩定性的層次，而非僅止於產生程式碼。



圖 3 學生從語法提問進入系統設計與狀態管理思考之 AI 對話紀錄

在機電整合的實作情境中，邏輯錯誤會立即透過硬體反應顯現，例如：燈條顏色異常、

音樂與判定不同步，系統無法穩定運作。學生因此必須經歷「執行—觀察—修正—再測試」的反覆循環。AI 在此扮演的是加速嘗試的角色，而非代替思考的工具。真正的學習，發生在學生理解錯誤原因並重構系統邏輯的過程。值得強調的是，這些學生在修課前從未寫過 Python，卻能在 AI 的陪伴下完成一套包含演算法設計、物件結構、多模組整合與硬體回饋控制的完整系統。AI 降低了技術門檻，但真正被放大的，是他們拆解問題、設計架構與修正系統的能力。AI 可以產生程式碼，卻無法替學生理解系統為何會失控；而那個「為什麼」，正是程式教育在 AI 時代最值得堅持的核心價值。

從機電整合與機器人教育的角度來看，這樣的學習歷程更顯得重要。當程式不再只是停留在螢幕，而是連結感測、控制與致動，學生便必須面對真實系統的回饋與限制。AI 可以加速學習，但無法取代工程思維。也正因為有機電整合的實作場域，學生才真正理解：寫程式不是為了交作業，而是為了讓一個系統穩定運作。這樣的理解，我相信正是 AI-STEAM 教育在機器人實作脈絡下最關鍵的價值所在。

四、 前瞻觀點：機電整合與 AI-STEAM 教育的發展方向

在生成式 AI 能快速產生程式碼的時代，單純語法訓練的重要性確實正在下降。但這並不代表程式教育式微，反而更凸顯一種更核心的能力——理解系統如何運作。

當程式結合機電整合與機器人實作時，學生不再只是寫出能執行的程式，而必須理解整個控制流程：感測資料如何被判斷、邏輯如何驅動致動裝置、多模組如何協調，以及系統在不同狀態下如何保持穩定。這些能力無法只靠 AI 生成程式獲得，而必須透過實作與修正歷程逐步建立。

從教學現場來看，機電整合的價值正是在於「回饋」。當燈光異常、聲音不同步或系統失控時，學生必須回頭檢視狀態判斷與邏輯設計。這種從結果反推原因的過程，就是系統思考能力的養成。未來若要深化機電整合與 STEAM 教育，或許可以思考幾個方向：第一，讓學生不只是操作套件，而是設計控制邏輯與系統架構。第二，將 AI 納入教學場域，培養學生與 AI 協作，而非依賴。第三，評量專題歷程與問題解決能力，而不僅是成品完成度。

AI 可以寫程式，但不會替學生建立系統觀。機電整合的實作歷程，正是學生理解系統如何建構、運作與修正的最佳實踐。當程式教育從語法訓練轉向設計思考，AI-STEAM 教育的核心價值也在此逐漸清晰。

五、 延伸學習

1. World Economic Forum (2024). *Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education*.

本報告指出，在生成式 AI 快速進入教育場域後，學習重點應從知識傳遞轉向高階能力培養，包括問題解決、批判思考、創造力與人機協作能力。

https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf

2. 歐陽芳泉 (2024)。當機器人被應用在教學場域，將如何轉變國中小學童的教育模式？。

科技大觀園。文章從 AI 時代教育轉型的角度，探討程式設計與跨域實作在新世代學習中的角色，強調運算思維與系統理解能力的重要性。該文可作為本文理念在科普層面的延伸閱讀，進一步理解 AI × 程式教育 × 實作導向學習之發展趨勢。

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000008/detail?ID=60633593-3e35-4289-884e-9ceb6e17a021>

3. 歐陽芳泉 (2025)。從 Mango X2 實踐看 AI 時代教育機器人：做中創的重要性與反思。

中華民國科學教育學會 ASET e-NEWS。本文從代理式 AI (Agentic AI) 與實體 AI (Physical AI) 的發展趨勢出發，探討 AI 時代下教育應培養的核心能力，並以 Mango X2 教育機器人為例，說明如何透過「做中創 (Learning by Making)」將運算思維落實於跨域專題實作。
https://www.ase.org.tw/inc/v2012/download.asp?sname=ase&fName=2025-1e_News.pdf&fPath=events_docs/12961/2025-1e_News.pdf