

植物農場: STEAM 遊戲課程與 Q 版套件之研發

蘇俊銘

國立臺南大學 數位學習科技系

E-mail: junming.su@gmail.com

1. 前言

近年來，STEAM 教育與運算思維(Computational Thinking, CT)已成為全球厚植未來人才競爭力的關鍵指標。STEAM 教育強調跨領域整合與解決真實生活問題的能力(Henriksen, 2014; Yakman, 2010)，而運算思維則著重於系統化思考與邏輯演算的培養(Barr et al., 2011; Wing, 2006, 2008)。台灣十二年國民教育資訊科技課綱也強調學童動手實作與跨學科的知識整合運用能力，顯示 STEAM 和 運算思維的學習培養已是全球教育發展的重要趨勢。

然而，針對國小學童進行教學時，如何有效激發並維持其學習動機是一大挑戰。過往研究指出，遊戲式學習(Game-based Learning)能顯著提升學童的注意力與參與度(Hwang & Wu, 2012; Squire, 2005)。同時，結合實體教具的「做中學(Learning by Making)」建構主義理念，能讓抽象的程式邏輯透過實體操作具象化，創造寓教於樂的體驗(Nakamura & Mori, 1999; Papert, 1990, 1993)。不過，若僅依賴教具或遊戲本身的趣味性，缺乏有效的教學策略引導，學童在遇到程式邏輯卡關時極易產生挫折感，進而放棄學習(Smith & Lovitt, 1975)。特別是在數位學習環境中，學童的操作歷程蘊含重要的學習狀態；若能深入運用教育數據分析技術，在學童面臨實作瓶頸時提供適時的診斷回饋，將能有效引導他們進行自我反思，避免因求助無門而失去興趣。

基於上述背景，本研究針對國小高年級學童，開發一套「植物農場」虛實整合 STEAM 學習系統。該系統包含三大核心機制：以 RPG 故事包裝的學習遊戲來激發動機與教導學理；搭配 Q 版植物農場硬體套件讓學童將程式邏輯應用於實體種植；最後透過學習歷程分析技術萃取操作數據，提供即時的診斷輔助。期望透過此整合設計，讓學童在「邊玩邊學」中培養自律學習能力(Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000)，並將學習成果融入真實生活，達成具體的學習成效。

2. 設計開發

基於前述之整合學習機制，本研究針對國小高年級自然科主題，開發名為「植物農場」的軟硬體整合的 STEAM 遊戲課程與 Q 版套件，其學習內容與硬體套件以及使用情境過程如下圖所示。



圖 1: 植物農場之遊戲學習課程、Q 版硬體套件、實作過程、與成果成就

2.1 遊戲學習與情境設計

激發並維持學習動機，系統於數位端採用 2D 角色扮演遊戲形式建構學習情境。遊戲以「建置智慧植物農場」為最終總目標，並將學習內容拆解為階段性的闖關任務。透過與遊戲內的非玩家角色(NPC)互動，學童能在具體的故事脈絡中探索問題；例如從 NPC 遭遇的種植難題，帶出光照或水分控制的知識節點。此種情境式的任務解謎不僅豐富了遊戲體驗，更引導學童思考所學知識在真實生活中的應用情境。

2.2 系統輔助與思維訓練

在運算思維與程式邏輯的學習活動上，系統涵蓋光感小夜燈、土壤溼度指示燈、自動澆水水車、水位告示牌及角色移動等五大核心主題。教學流程採漸進式鷹架引導(Scaffolding)：首先以圖文影音建立基礎學理，輔以互動問答檢視理解程度；接著進入虛擬環境進行模擬操作。程式實作部分全面採用視覺化區塊語言(Scratch)，讓學童能專注於理解序列、條件、迴圈等運算思維邏輯，減少因繁瑣語法而產生的挫折。實作過程中若發生錯誤，系統會提供即時提示，引導學童自我反思並從錯誤中學習，落實「邊玩邊學」的系統輔助理念。

2.3 虛實整合與硬體實作

為落實做中學，本系統搭配專屬設計的「Q 版植物農場」硬體套件。在硬體教學階段，系統會先引導學童於虛擬介面進行電路接線模擬，若接線錯誤會即時阻斷並提示修正；待模擬正確後，再進行實體電子零件的組裝。學童將撰寫好的程式燒錄至微控制器中，即可直接觀察實體套件的運作(如 LED 燈光變化)，並實際種植植物以觀察其長期生長歷程(如圖中 Day 18 之展示)。此種將數位程式碼轉化為實體物理回饋的設計，成功將「學習化成樂趣」，並使「成果融入生活」。

2.4 歷程分析與診斷回饋

貫穿上述數位與實體的學習流程，系統後台會持續記錄學童的操作軌跡與答題狀況。當完成單一主題或整體學習活動後，系統會自動生成形成性與總結性的診斷報告書。這些報告能協助學童具體掌握自身的學習盲點；若硬體運作或學習成果未達預期，系統會引導學童重返特定的學習節點再次複習與修正，形成完整的自律學習循環。

3. 成效驗證

為驗證本系統之實際效益，本研究實施兩階段的實驗評估流程：第一階段邀請 9 位大學生進行系統前導測試與易用性確認，第二階段則以 9 位國小高年級學童進行實際的場域實證。

在學習成效的分析上，作為目標受眾的國小學童展現了顯著的進步；相較之下，大學生群體因已具備較高的背景知識，其測驗成績雖有提升，但未達統計上的顯著差異。在使用者體驗與滿意度方面，兩階段的參與者皆對本系統給予高度肯定，包含：學習動機、程式實作、診斷分析、喜愛度、與有用性等五大構面。綜合上述量化與質性回饋，證實本研究所研發之 STEAM 整合學習應用，能有效引導學習歷程，在提升學習動機與促進學習成效上具有良好且具體的實務效益。

延伸閱讀

- [1] 曾憲雄，蘇俊銘 (2022). 第八章-AI 適性學習模式在動手實作能力培養之現況與未來, In 陳綠蔚、陳力俊 (Eds.). [AI 在教育領域應用 \(專題報告\)](#), 財團法人中技社, Nov., 2022, pp. 121-143. ISBN: 978-626-95628-9-3. <https://www.ctci.org.tw/8838/publication/10798/44377/>
- [2] UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>

參考文獻

- [1] Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23.
- [2] Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15.
- [3] Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 6–10.
- [4] Nakamura, I., & Mori, H. (1999). Play and learning in the digital future. *IEEE Micro*, 19(6), 36–42.
- [5] Papert, S. (1990). *Introduction: Constructionist learning*. MIT Media Laboratory.
- [6] Papert, S. (1993). *The children's machine*. Basic Books.
- [7] Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451–502). Academic Press.
- [8] Smith, D. D., & Lovitt, T. C. (1975). The use of modeling techniques to influence the acquisition of computational arithmetic skills in learning disabled children. In E. Ramp & G. Semb (Eds.), *Behavior analysis: Areas of research and application* (pp. 283–308). Prentice-Hall.

- [9] Squire, K. (2005). *Game-based learning: An x-Learn perspective paper*. Academic ADL Co-Lab, University of Wisconsin-Madison.
- [10] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- [11] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725.
- [12] Yakman, G. (2010). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. Academia.
- [13] Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Academic Press.