

導入互動式同儕互評促進運算思維發展的程式設計合作學習策略與平台開發

Development of a Collaborative Programming Learning Platform with Interactive Peer

Assessment for Promoting Computational Thinking

吳季穎¹，李偉²，曾秋蓉^{1,3*}，黃國禎^{4,5}

¹ 中華大學資訊工程學系

² 溫州大學教師教育學院

³ 臺灣清華大學推廣教育中心

⁴ 臺灣臺中教育大學教育資訊與測驗統計研究所

⁵ 臺灣科技大學數位學習與教育研究所

*judycrt@mx.nthu.edu.tw

【摘要】 程式設計是培養運算思維的重要途徑，而合作學習有助於提升其學習成效。然而，教學現場常面臨小組互動不足與缺乏深層反思的問題。有鑑於此，本研究將互動式同儕互評融入程式設計合作學習，開發一套學習平台以強化組間觀摩、評價與回饋機制。為初步驗證系統成效，本研究以國小六年級學生為對象進行小規模教學實驗，結果顯示互動式同儕互評組在多數向度優於其他兩組。未來將擴大實驗規模，進行量化與質性分析，以提供實證論據。

【關鍵字】 程式設計；合作學習；互動式同儕互評；運算思維

Abstract: Programming serves as a crucial pathway for cultivating computational thinking. While cooperative learning enhances programming effectiveness, challenges such as insufficient interaction and lack of deep reflection persist. This study integrates Interactive Peer Assessment into collaborative programming and develops the "Collaborative Programming Learning Platform Incorporating Interactive Peer Assessment" to strengthen inter-group observation, evaluation, and feedback mechanisms. A preliminary small-scale test was conducted with sixth-grade students, and the results showed a favorable trend for the Interactive Peer Assessment group across most dimensions. Future research will conduct formal teaching experiments with quantitative and qualitative analyses to provide empirical evidence for this instructional strategy.

Keywords: Programming, Collaborative Learning, Interactive Peer Assessment, Computational Thinking

1. 簡介

運算思維是 21 世紀學習者必備的關鍵能力之一。隨著各國將程式設計納入 K-12 教育體系，程式設計已成為培養運算思維的重要途徑 (Wing, 2006)。學生透過分析問題、設計演算法並執行方案的過程，能發展分解、抽象化與邏輯推理等運算思維能力。然而，程式設計的高複雜性常令學生產生挫折感，如何在合作學習中有效提升學生的運算思維，仍是重要挑戰。

合作學習被視為提升程式設計學習成效的重要方法 (Garcia, 2021)。然而，僅提供合作學習形式並不足以保證良好成效——小組互動不足與缺乏深層反思常導致學習成效不彰。若無有效的反思與回饋機制，互動容易流於形式化。

為解決上述問題，本研究將互動式同儕互評導入程式設計合作學習。不同於傳統的單向同儕互評，互動式同儕互評讓評價者與被評價者之間進行雙向互動，促進深層反思與運算思維的發展。本研究基於此開發「導入互動式同儕互評之程式設計合作學習平台」，以強化小組間的觀摩、評價與回饋機制，並透過初步的小規模測試驗證其成效。

2. 文獻探討

2.1 運算思維

運算思維是指運用電腦科學的基本概念來解決問題、設計系統並理解人類行為的思維過程 (Wing, 2006)。其核心包含分解、模式辨識、抽象化與演算法設計等能力 (Shute et al., 2017)。在程式設計學習中，運算思維尤為重要，學生需要持續分析問題需求、設計演算法並檢視程式碼的正確性。在合作學習情境中，小組成員透過討論與協作，能從多元觀點分析問題、共同擬定解決策略 (Järvelä et al., 2016)，而同儕互評等策略更能引導學生觀察他人的解題方式並反思，提升其運算思維能力。

2.2 程式設計教學

程式設計被視為發展運算思維的重要手段 (Wing, 2006)。透過程式設計，學生能學習分解問題、設計演算法並以邏輯順序執行解決方案，培養邏輯推理與系統化思考能力 (Shute et al., 2017)。然而，學習程式設計對初學者充滿挑戰。學生需克服語法與語意困難，且程式設計具有層次化特性，未掌握基礎的學生難以進一步學習。為減輕認知負荷並激發學習熱情，研究建議採用合作學習方式，透過團隊互助提升學習成效 (Garcia, 2021)。

2.3 合作學習

合作學習是一種透過小組討論與協作來建構知識的教學策略，學習者能透過交流減輕認知負荷並提升學習成效。然而，若成員互動流於表面化，可能導致社會性懈怠 (Järvelä et al., 2016)。同儕互評策略被視為有效鷹架，能引導學生觀摩他人作品並提供評語，促進反思與運算思維的發展，改善合作學習中互動不足的問題。

2.4 同儕互評

同儕互評是指學生根據評量尺規向同儕提供評分與評語的學習方法 (Topping, 2010)，其理論基礎源於社會學習理論 (Bandura & Walters, 1977)。研究發現，同儕互評能促進學生的反思與運算思維發展。然而，傳統同儕互評多採單向評價，缺乏進一步對話的機會 (Planas Lladó et al., 2013)。互動式同儕互評讓評價者與被評價者進行雙向互動，形成反思與對話循環，促進更深層的學習成效提升 (Lin et al., 2021)。本研究據此開發專屬平台，促進學生運算思維發展。

3. 導入互動式同儕互評之程式設計合作學習策略與平台開發

3.1 導入互動式同儕互評之程式設計合作學習策略

本研究提出「導入互動式同儕互評之程式設計合作學習策略」，如圖 1 所示。該策略包含以下步驟：首先，各小組進行合作討論、設計演算法並撰寫程式碼以完成任務。完成作品後，進入互動式組間同儕互評階段：系統以隨機配對方式指定評價對象，並搭配評量尺規作為鷹架引導學生評分，例如 A 組對 B 組的作品給予評價；B 組查看 A 組所給予的評分與評語後，再給予 A 組回饋。透過此雙向評價機制，每位學生既是評價者也是回饋者，促進組間的觀摩與深層反思。

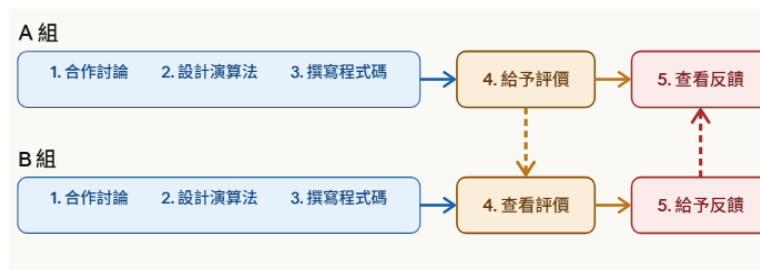


圖 1 導入互動式同儕互評之程式設計合作學習策略

3.2 導入互動式同儕互評之程式設計合作學習平台開發

本研究開發「導入互動式同儕互評之程式設計合作學習平台」，系統架構如圖 2 所示，包括多個功能模組，例如身份驗證模組、學習任務布置模組、合作學習模組與互動式同儕互評模組等。教師登入系統後，可創建課程、分組學生、發布學習任務，並編輯互動式同儕互評題目。學生登入後，系統將引導其完成學習任務。首先進行小組目標設定，接著進行合作規劃與程式撰寫。完成作品後，系統引導學生進入互動式同儕互評階段，包含同儕評價機制、視覺化回饋機制與評價回饋機制。最後，系統引導學生進行學習反思。教師可透過教師評價模組給予評分及回饋。

在合作學習模組中，系統提供合作討論、流程圖規劃與程式碼撰寫等機制。小組成員透過討論問題與解決方案，合作繪製流程圖並編寫程式碼。完成作品後，系統以隨機配對方式指定評價對象，評價組依據教師預設之評量尺規進行評分與評語撰寫，被評價組可針對評語給予回饋，形成雙向互動的評價循環。此外，系統提供視覺化回饋機制，協助教師即時掌握各組學習狀況。

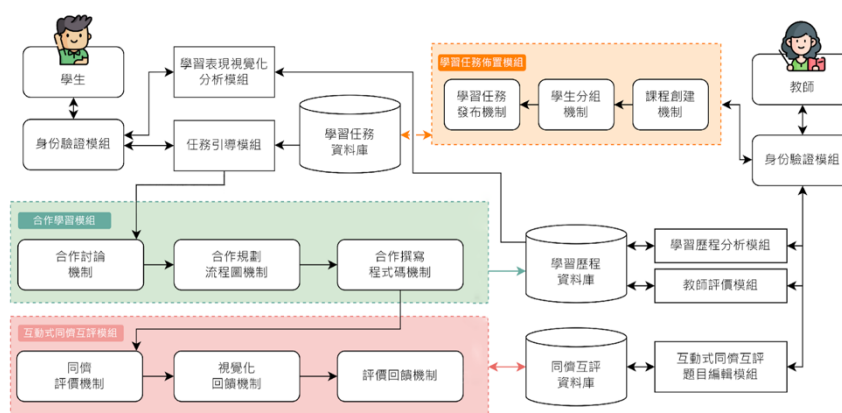


圖 2 系統架構圖

4. 教學實驗

為驗證本系統在教學場域的應用成效，本研究進行了初步的小規模測試。以臺灣新竹市某國小六年級學生為對象，採準實驗設計分為三組：互動式同儕互評組（IP 組，35 人）、一般同儕互評組（P 組，30 人）與控制組（C 組，23 人），進行為期 11 週的教學實驗，並以程式設計測驗與前後測問卷作為研究工具，其中前後測問卷包括運算思維傾向、問題解決傾向、批判思考傾向、後設認知覺察傾向、合作傾向、群體自我效能以及群體後設認知(細分為認知的知識、計畫、評估與監控等向度)。

三組學生均使用本平台進程式設計合作學習，其中 IP 組採用互動式同儕互評策略，學生完成作品後，針對隨機分派的兩個小組給予評分與評語，被評組可針對該評分及評語給予回饋；P 組採用一般同儕互評策略，學生完成作品後僅單向給予隨機分派的兩個小組評分與評語，被評組無法針對該評分及評語給予回饋；C 組僅進行一般合作學習而無同儕互評機制，於完成作品後直接由教師評分。

5. 實驗結果

本研究以前測分數為共變項，排除三組學生起始能力差異後，觀察各向度調整後平均數的趨勢。在排除前測差異後，調整後平均數呈現 IP 組 > P 組 > C 組趨勢的向度包括：學習成就、運算思維傾向、群體自我效能與監控。此外，互動式同儕互評組及同儕互評組在問題解決傾向、批判思考傾向、後設認知覺察傾向、合作傾向、計畫、評估以及群體後設認知平均等 7 個向度的調整後平均數均高於控制組，顯示導入同儕互評策略的兩組在多數面向均優於僅採用一般合作學習的控制組。上述結果雖為初步觀察，但一致性的趨勢方向支持互動式同儕互評策略有助於提升學習成效，此結果與 Lin 等人(2021)的研究結果相呼應，原因可能在於雙向回饋機制提供了更深層的社會共享調節(Järvelä et al., 2016)。

6. 結論與未來研究方向

本研究開發了「導入互動式同儕互評之程式設計合作學習平台」，將互動式同儕互評機制融入程式設計合作學習流程中，使學生透過組間的雙向評價與回饋進行深層反思。初步的小規模教學實驗結果顯示，互動式同儕互評組在學習成就與運算思維傾向等向度呈現優於其他兩組的趨勢，初步支持該策略具有促進運算思維發展的潛力。未來將擴大實驗規模至不同學科領域，進行正式的教學實驗，透過量化與質性分析驗證成效並探討其跨領域適用性，以提出更完整的實證論證。

致謝

本研究承國家科學及技術委員會經費補助（計畫編號：NSTC 113-2410-H-216-001-MY2）及盧昱達先生協助系統開發。謹此致謝。

參考文獻

1. Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory* (Vol. 1). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
2. Garcia, M. B. (2021). Cooperative learning in computer programming: A quasi-experimental evaluation of Jigsaw teaching strategy with novice programmers. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4839–4856. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10502-6>
3. Järvelä, S., Kirschner, P. A., Hadwin, A., Järvenoja, H., Malmberg, J., Miller, M., & Laru, J. (2016). Socially shared regulation of learning in CSCL: Understanding and prompting individual- and group-level shared regulatory activities. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 11(3), 263–280. <https://doi.org/10.1007/s11412-016-9238-2>
4. Lin, H.-C., Hwang, G.-J., Chang, S.-C., & Hsu, Y.-D. (2021). Facilitating critical thinking in decision making-based professional training: An online interactive peer-review approach in a flipped learning context. *Computers & Education*, 173, 104266. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104266>
5. Planas Lladó, A., Soley, L. F., Fraguell Sansbelló, R. M., Pujolras, G. A., Planella, J. P., Roura-Pascual, N., Suñol Martínez, J. J., & Moreno, L. M. (2013). Student perceptions of peer assessment: An interdisciplinary study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(5), 592–610. <https://doi.org/10.1080/02602938.2013.860077>
6. Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
7. Topping, K. J. (2010). Methodological quandaries in studying process and outcomes in peer assessment. *Learning and Instruction*, 20(4), 339–343. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.08.003>
8. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>