

解謎式數位遊戲結合認知師徒制教學模式對刑事警察在職訓練成效之影響

Effects of a Puzzle-Based Cognitive Apprenticeship Approach on Police Digital Forensics Training

曾詩倩¹, 朱蕙君^{1*}, 徐綵薇¹

¹ 東吳大學資訊管理學系

*carolhcchu@gmail.com

【摘要】 本研究旨在探討結合解謎式數位遊戲與認知師徒制教學模式於警用數位鑑識工具訓練之學習成效。隨著科技犯罪日益增加，警察需具備數位證據蒐集與分析能力，然而現行訓練多以影片與簡報為主，缺乏情境化學習與即時回饋，難以促進高階思維能力之發展。本研究設計一套以 RPG 解謎式遊戲為基礎之學習系統，整合認知師徒制六階段(示範、指導、鷹架、表達、反思與探索)，提供情境任務與即時引導。採準實驗設計，以 60 名刑事警察為對象，分為實驗組與控制組。研究結果顯示，實驗組在學習成就、批判思考與自我效能上顯著優於控制組，且認知負荷顯著降低。滯後序列分析進一步發現，實驗組呈現認知引導與錯誤修正之學習循環。本研究顯示該教學模式能有效提升複雜技能學習成效，並具備實務應用潛力。

【關鍵字】 解謎式數位遊戲；認知師徒制；數位鑑識；學習成效；認知負荷

Abstract: This study investigated the effects of a puzzle-based digital game integrated with cognitive apprenticeship on police digital forensics training. A quasi-experimental design was conducted with 60 in-service police officers. The experimental group learned through the proposed approach, while the control group used a conventional video-based method. Results showed that the experimental group significantly outperformed the control group in learning achievement, critical thinking, and self-efficacy, while experiencing lower cognitive load. Lag sequential analysis further revealed cognitive guidance and error correction learning loops. The findings indicate that the proposed approach effectively supports complex skill learning.

Keywords: Puzzle-Based Digital Game Learning, Cognitive Apprenticeship, Digital Forensics, In-service Training, Lag Sequential Analysis

1. 前言

隨著資訊科技快速發展，科技犯罪日益複雜，警察在執行勤務時需具備數位證據蒐集與分析能力。然而，目前警察在職訓練多以影片與簡報為主，學習方式偏向被動接收，缺乏情境化操作與即時回饋，使學習者難以有效內化工具操作，亦不利於高階思維能力之發展。

在理論上，認知師徒制強調透過示範、指導、鷹架、表達、反思與探索等歷程，使專家內隱思維得以顯性化，並促進學習者在情境中建構知識(Brown et al., 1989)。另一方面，數位遊戲式學習能透過情境模擬與即時回饋提升學習動機與投入(Prensky, 2001; Squire, 2005)。其中，解謎式數位遊戲強調問題解決與策略思考，有助於促進高階認知能力(Huang et al., 2010)。此外，教學代理人透過即時引導與提示，可降低學習過程中的認知負荷(Schroeder & Adesope, 2014)。

然而，目前將解謎式數位遊戲結合認知師徒制應用於警用數位鑑識訓練之研究仍相對有限，特別是在刑事警察在職訓練情境中尚缺乏實證探討。

因此，本研究提出一套「解謎式數位遊戲結合認知師徒制教學模式」，並透過準實驗設計探討該教學模式對學習成效、批判思考、自我效能與認知負荷之影響，以補足相關研究之不足，並提供實務教學之參考依據。

2. 文獻回顧

認知師徒制(Cognitive Apprenticeship)由 Brown 等人(1989)提出，強調透過示範(modeling)、指導(coaching)、鷹架(scaffolding)、表達(articulation)、反思(reflection)與探索(exploration)等歷程，使專家之內隱思維得以顯性化，並協助學習者在情境中建構知識。相較於傳統講述式教學，該模式更能促進複雜技能之理解與應用(Brown et al., 1989)。

數位遊戲式學習(Game-based Learning)透過目標導向、挑戰設計與即時回饋等機制，能提升學習動機與投入(Prensky, 2001)。Squire(2005)指出，數位遊戲可創造具體情境，使學習者透過互動進行知識建構，並促進學習遷移。此外，解謎式數位遊戲強調問題解決與策略運用，有助於培養高階認知能力(Huang et al., 2010)。

在複雜學習情境中，學習者易產生較高之認知負荷，影響學習成效。教學代理人(Pedagogical Agents)可透過即時提示與引導協助學習者聚焦關鍵資訊，並降低外在認知負荷(Schroeder & Adesope, 2014)。適當的教學支援亦能提升學習參與與理解。

綜上所述，認知師徒制可促進知識建構，數位遊戲可提供情境化學習，而教學代理人則有助於降低認知負荷。然而，目前將三者整合應用於警用數位鑑識訓練之研究仍相對有限。因此，本研究提出解謎式數位遊戲結合認知師徒制教學模式，並進一步探討其對學習成效、批判思考、自我效能與認知負荷之影響。

3. 研究方法

本研究以 60 名刑事警察為研究對象，採準實驗設計，依隨機分派方式分為實驗組與控制組，各 30 人。所有參與者均在相同訓練環境下進行學習，以確保實驗條件之一致性。

實驗組採用「解謎式數位遊戲結合認知師徒制教學模式」。本研究以 RPG 遊戲形式設計情境任務，並整合警用數位鑑識工具 CIB-Triage III，將工具操作流程轉化為解謎關卡。學習過程中，透過教學代理人進行逐步示範與引導，並依學習者回應提供即時回饋，使學習者在操作與修正的過程中建構知識。整體學習流程依據認知師徒制六階段(示範、指導、鷹架、表達、反思與探索)進行設計，如圖 1 所示。

控制組則採傳統認知師徒制學習方式，透過影片與簡報進行學習，學習者依指引操作工具並可自行複習，惟缺乏即時互動與回饋，如圖 1 所示。

圖 1. 實驗組學習流程(左圖)和控制組學習流程(右圖)

本研究實驗流程分為三個階段，如圖 2 所示。首先，所有參與者進行約 30 分鐘之前測與問卷調查，以了解其先備知識與學習狀況。接著進行 2 小時之學習活動，實驗組透過解謎式數位遊戲進行學習，控制組則透過影片與簡報進行學習。為確保實驗內部效度，兩組之學習時間與設備條件皆維持一致。最後，所有參與者進行約 30 分鐘之後測與問卷調查，以評估學習成效。

圖 2. 實驗流程

本研究之研究工具包含學習成就測驗、問卷量表、訪談以及學習行為分析。問卷量表包含學習動機(Wang and Chen, 2010)、自我效能(Pintrich et al., 1991)、批判思考(Chai et al., 2015)與認知負荷(Hwang et al., 2013)等構面，採用李克特 5 點量表測量，各量表之 Cronbach's Alpha 均達良好信度，分別為 0.79; 0.93; 0.71; 0.97, 0.88。此外，本研究透過滯後序列分析(Lag Sequential Analysis)分析學習行為，以探討學習歷程中之行為模式。

4. 實驗結果

兩組之學習成就、學習動機、自我效能、批判思考傾向以及認知負荷之描述性統計顯示，各組皆呈現常態分布。分別使用共變數分析和獨立樣本 t 檢定來進行統計分析。分析結果顯示，除學習動機外，其餘變項皆呈顯著差異，分析結果如表 1、表 2 所示，表 1 呈現各變項之共變數分析結果，表 2 呈現認知負荷相關分析。

表 1. 各項目的共變數分析摘要

變項	Group	N	Mean	SD	Adjusted Mean	Adjusted SD	F	η^2
學習成效	實驗組	27	67.3	17.8	67.13	3.59	8.34**	0.14
	控制組	27	52.3	21.62	52.46	3.59		
學習動機	實驗組	27	4.08	0.72	3.93	0.11	0.41	
	控制組	27	3.67	0.85	3.83	0.11		
自我效能	實驗組	27	3.9	0.83	3.92	0.13	11.48**	0.18
	控制組	27	3.33	0.89	3.31	0.13		
批判思考傾向	實驗組	27	4.21	0.81	4.17	0.12	28.57***	0.36
	控制組	27	3.24	0.73	3.28	0.12		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

表 2. 各項目的 T 檢定分析摘要

變項	Group	N	Mean	SD	t
----	-------	---	------	----	---

認知負荷	實驗組	27	2.64	0.96	-3.3**
	控制組	27	3.48	0.91	
心智負荷	實驗組	27	2.77	1.09	-2.57*
	控制組	27	3.48	0.96	
心智努力	實驗組	27	2.51	0.89	-3.82***
	控制組	27	3.47	0.96	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

此外，安排學習者進行開放性問題質性訪談，訪談的目的為了解本次實驗學習活動的學習者對於學習過程的感受、意見與想法。並進一步本研究採用滯後序列分析(LSA)來分析 21 名受試者的學習行為，實驗組學習循環中共有 19 組行為轉換達顯著水準，其中發現實驗組兩種重要之學習循環。其一為「認知引導循環」，即學習者在與系統或教學代理人互動後，會主動回到學習內容進行複習；其二為「錯誤修正循環」，即學習者在答錯或操作失誤後，會重新檢視相關教材以進行修正。此結果顯示，實驗組之學習歷程具有反思與調整之特性，有助於促進有意義之學習，亦呼應本研究教學設計之引導與回饋機制。

5. 結論

本研究結果顯示，結合解謎式數位遊戲與認知師徒制之教學模式能有效提升刑事警察在職訓練成效，包括學習成就、批判思考與自我效能，並降低學習過程中的認知負荷，顯示其在複雜技能學習中具有良好之教學效果。

在學習機制方面，本研究透過滯後序列分析發現，實驗組呈現「認知引導循環」與「錯誤修正循環」，顯示學習者能在互動過程中進行反思與修正，進而促進知識建構與學習深化。此結果說明，結合情境化任務與即時回饋之教學設計，有助於提升學習歷程之品質。

在實務應用上，本研究所提出之教學模式特別適用於需高度專業技能之訓練情境，例如數位鑑識工具學習，並具有推廣至其他專業領域之潛力。此外，透過教學代理人所提供之即時引導與支援，有助於降低學習門檻並提升學習效率。

未來研究可進一步擴大樣本規模與延長實驗時間，以提升研究結果之穩定性與外部效度；同時，可探討結合人工智慧之自適應學習機制，以提供更具個別化之學習支持，進一步提升學習成效。

參考文獻

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16(3), 389-398.
- Huang, W. H., Huang, W. Y., & Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55(2), 789-797.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.
- Pintrich, P. R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Squire, K., Giovanetto, L., Devane, B., & Durga, S. (2005). Building a self-organizing game-based learning. *TechTrends*, 49(5).
- Schroeder, N. L., & Adesope, O. O. (2014). A systematic review of pedagogical agents' persona, motivation, and cognitive load implications for learners. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(3), 229-251.
- Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.

