



應用提示與詳解策略於數位遊戲式學習系統之研究 – 以高等教育作業系統課程為例

賴建宏

摘要

研究目的

過去的研究指出，遊戲式學習能讓學生透過玩遊戲的方式提高學習動機及改善學習成就，藉此達成學習目標。因此不少教師嘗試將課程內容加入遊戲元素，提高學生對於課程內容的興趣。然而遊戲式學習雖然對於學習有正面之影響，但仍出現學生玩遊戲過程受限於知識不足而無法繼續遊戲，因此本研究提出以「提示」與「詳解」兩種方式加強學生的知識程度，探討哪種學習策略對於學生的學習成就、學習動機及認知負荷有正面之效果，並且進一步分析不同知識程度學生所適合的學習策略。

研究設計／方法／取徑

本研究開發一款遊戲式學習系統，於系統內加入提示與詳解等兩種輔助功能，並將研究對象依照功能隨機分成兩組進行實驗，兩組研究對象皆可於實驗過程使用系統練習課程內容，系統則會依研究對象所屬的組別給予提示或是詳解。實驗前後皆會進行小考與問卷前後測，以作為分析系統對於學生之影響依據，同時學習成就與

賴建宏，中原大學資訊工程學系助理教授

電子郵件：soulwind@cycu.org.tw

投稿日期：2021 年 3 月 30 日；修正日期：2021 年 7 月 20 日；接受日期：2022 年 9 月 30 日

認知負荷的前後測結果亦作為找出不同知識程度學生較適合的學習輔助功能。

研究發現或結論

從實驗結果可知若於遊戲式學習系統加入提示或詳解，皆能使學生的學習成就有顯著性之提升效果，而進一步對於不同知識程度學生分析適用度可發現，低知識程度的學生較適合使用詳解；中等知識程度的學生不論使用提示或詳解，都能有相同的提升效果；高知識程度的學生則對於提示或詳解無顯著之影響。

研究原創性／價值

過去的遊戲式學習研究都專注於學生使用後的成果量測，卻鮮少去探討過程中學生可能發生的問題，例如本研究所探討的遊戲過程因為知識不足而無法持續學習，因此本研究提出在遊戲式學習過程適時使用提示或詳解，不但可以幫助學生於學習成就上有明顯之改善效果，且能使學生的認知負荷有顯著之下降。

教育政策建議或實務意涵

一般的教學者通常會以測驗成績作為學習成功與否的論斷，但學習過程並非僅是結果論，許多時候若能適時在學習過程給予協助，對於學習者而言，即是一種助力，甚至引導思考的方向。因此本研究之建議在教學過程除了以成績作為學習成就成功或失敗之依據，過程亦是探討的方向。

關鍵詞：知識程度、提示、詳解、認知負荷、學習成就



APPLYING STRATEGIES OF HINTS AND DETAILED ANSWERS IN DIGITAL GAME- BASED LEARNING TO HIGHER EDUCATION OPERATING SYSTEMS

Lai, Chien-Hung

ABSTRACT

Purpose

From past research, it has been identified that game-based learning enables students to achieve education goals by improving their motivation and learning achievement. Therefore, many teachers try to add course content to the game elements to improve students' interest in the subject. However, although game-based learning has a positive impact on learning, there are still students who are limited by the lack of knowledge to continue the game. Therefore, this research proposes to enhance students' knowledge level in two ways: "hint" and "detailed explanation." Additionally, it explores which learning strategies have a positive effect on students' learning achievement, learning motivation and cognitive load.

Design/methodology/approach

This research develops a game-based learning system by adding two functions, hints and detailed answers, into the system, and randomly divides the research objects into two groups. Research objects can use the system practice course content during the experiment, and the system will give hints or detailed answers. Quizzes and questionnaires will be conducted before and after the experiment and the results will be analyzed.

Findings/results

The results indicate that if the game-based learning system is added with hints or detailed answers, the students' learning achievements can be significantly improved, and further, the applicability of students with different knowledge levels can be analyzed. The students with low knowledge level can benefit from detailed answers. Students with moderate level of knowledge can achieve the same improvement effect using either hints or detailed answers; hints or detailed answers do not have significant influence on students with high knowledge level.

Originality/value

In the past, game-based learning research focused on measuring the learning achievement of a student, but seldom discussed the learning process. In this study, we discussed the learning process in which insufficient knowledge creates learning difficulties. Therefore, this research proposes the application of hints or detailed answers in the game-based learning process. Based on the above experiment's results, it shows that the use of hints or detailed answers in the game process can not only help students to have significant improvement in learning achievement, but additionally, it can significantly reduce the cognitive load of students.

Implications for policy/practice

Teachers usually use test results as judgment of success in learning, but the learning process is not simply result-oriented. In many cases, if you can aid students in the learning process at the right time, it is helpful, and even guides the direction of thinking. Therefore, in this research, in addition to using grades as the basis for learning success or failure, the teaching process is also the direction of exploration.

Keywords: cognitive load, detailed answers, hints, learning achievements, knowledge level

壹、緒論

一、研究動機

過去十年裡，有許多關於如何使用數位遊戲輔助學習的討論，而遊戲於各個年齡層的人群中也日益普及，教育研究者也認為在學習情況下使用遊戲可以吸引學生參與學習活動；他們相信學習結合遊戲能夠發揮互動性和挑戰性，使學生以正面的態度進行學習（何盈潔、楊凱翔，2022）。

利用遊戲達到學習之效果，並將授課內容以遊戲方式呈現即是遊戲式學習，主要目的包含改善學習動機（Hwang, Hsu, Lai, & Hsueh, 2017）或是提升學習成效（Yang, Lin, & Chen, 2018）。例如透過合作學習的方式，讓學生可於遊戲之中提升學習動機，進而改善學習成效，像是 Jong、Lai、Hsia、Lin 與 Lu（2013）設計對戰學習遊戲，學生能夠在遊戲裡互相討論幫助，達到學習課程內容的效果；此種合作學習的對戰遊戲既可以提升學生學習動機，且可獲得成就感；又如 Vasalou、Khaled、Holmes 與 Gooch（2017）利用兒童識字遊戲協助有讀寫障礙的孩童練習識字、拼寫字詞及流暢度。Law 與 Chen（2016）則使用數位遊戲式學習的方式輔助老師教授科學知識，進而提升了學生的學習能力。

然而雖然不少研究證明了遊戲式學習的優勢，但仍有部分學生會出現遊戲過程中因先備知識不足，導致認知負荷增加，而無法順利在遊戲中進行學習（黃欣怡、蔡舒婷、何湘涵、何振珮、王齡誼、陳怡珊，2021）。有鑑於過去不少研究提出問題提示能夠引導學習者專注於問題上，協助釐清思路，並且可以反映出學生的學習過程（翁兆言、翁楊絲茜、詹雅晴、張晶貽，2017）。而問題提示也已經被證明能有效地應用在各個領域及學習情境以建構學生的完整思維，以促使學生得以針對學習內容進行更全面的思考與推理，同時引導學生解決問題（張慧琳、王金國，2019）。例如 Huang、Chen、Wu 與 Chen（2015）利用網頁式學習結合問題提示，分析對於國中生知識擷取與認知負荷之影響，結果顯示具有問題提示的組別能有較佳的知識擷取，同時認知負荷較低。López-Pernas、Gordillo、Barra 與 Quemada（2019）則將提示作為密室逃脫的輔助策略，當學生在密室逃脫過程中，由於需要透過解答程式設計的題目才能獲得過關的鑰匙，若無

法順利解答，則學生可以利用提示功能幫助解答。因此基於上述學生面對問題給予提示之模式，已經被證實能有效幫助學生學習及思考，同時也能探勘及評估學生之學習歷程，亦能幫助學生整合知識及概念（Huang et al., 2015）。

現今臺灣的教育體制在檢測學生的學習成果時，雖然為了不再將學習成果的重點著重於紙筆測驗，取而代之的是多元評量的檢視方式，然而在學習歷程推動仍有其困難的情況下，紙筆測驗的學習成果仍是最主要的指標（藍偉瑩，2019）。但測驗雖然能知道學生目前的理解程度，對於測驗過後的補救措施卻有著大不同之影響。其中提供詳解即是最常被用來檢討測驗結果的方式，學生透過觀看習題本、講義或教科書之解答，抑或是教師提供之標準答案，達到自我檢視的效果（盧宏益，2021）。也因為此風氣的盛行，參考書及教科書的正確答案或詳解成了每位學生測驗後補救的模式（劉小篔，2020）。但面對此種測驗後的學習補救方式，學生能否真正透過詳解提升學習成效，仍是值得深思的議題，甚至使用詳解幫助學習是否是一種適合的學習方式，抑或是此種方式其實僅適合特定類型的學生，至今鮮少有文獻探討此方向。

從前述研究即可知道，不論是在學習過程或測驗過程以提示之方式給予學生協助（翁兆言、翁揚絲茜、詹雅晴、張晶貽，2017）（張慧琳、王金國，2019），抑或是提供詳解讓學生得以進行測驗後的概念補救（劉小篔，2020），都證明了對於學生是有正面的影響效果，然而從部分研究亦可發現，不是所有的學生皆適用於提示及詳解，甚至對於知識程度不同的學生而言，提示與詳解的選擇需端看學生所具備的先備知識量，先前的研究亦指出知識程度不同的學生，由於學習成效相異亦會有不同的思考方式（Sun, Xie, & Anderman, 2018），因此找出提示與詳解何種對於學生的幫助較大，甚至更進一步找出最適合的模式，以貼近學生的需求，乃是本研究欲探討的目的。

有鑑於上述之現況，加上考量學習者在學習某一項事物時，認知系統會對於眼前學習事物產生相對應之負荷（Goh & Scerri, 2016），這些認知負荷有可能是學習者在學習過程獲得許多無用的短期記憶而增長（Mayer, Lee, & Peebles, 2014）。然而學生認知負荷若處於過低或者過高，皆可能導致學生停止學習，因此訓練條件須依據學生的負荷不同做調整，才能有

效地改善學習狀況（鄭淑真、黃建豪，2018）。

二、研究目的

建立在上述研究背景下，本研究選擇以作業系統作為實驗課程。作業系統不但屬於大專院校資訊科系的必修專業科目，更是許多資工研究所的考試科目，作業系統課程內容主要是介紹現代作業系統之基本概念，包含處理元與處理器管理、記憶體管理、檔案管理與設備管理，不少學校甚至會要求學生於此課程內必須實作與作業系統相關之專題，因此實屬重要課程。然而作業系統的內容運用了數學、科學與工程知識於其中，學習較不容易，學生亦較容易學習動機低落，造成學習成效不佳（Jong et al., 2013）。與之同時由於作業系統的難易度與學生所具備之先備知識皆都會影響學生的認知負荷，因此在教學內容與教學活動的設計則格外重要，若能透過適量的認知負荷才得以讓學生學習更加順利（顏春煌，2020）。

因此本研究透過遊戲方式進行作業系統的學習，讓學生在學習課程內容時不至於枯燥乏味，其次現今在教學與學習的工具裡，選擇題題型已被廣泛使用，其優點在於可以量測學生所具備的知識，以將學習成就透過分數量化。對學生而言，選擇題的作答方式從觀察題目到查看選項，會更有助於清楚題目所敘述的方向，且學生在作答完成後可以即時獲得反饋以自我評估結果（Zhang & VanLehn, 2019），因此本研究以選擇題題型作為學習之方式，並於遊戲過程適時提供提示（以下稱為提示組）或詳解（以下稱為詳解組），讓學生在作答過程（提示）或回顧作答（詳解）時可以透過系統提供的功能刺激思考。同時本研究利用 SPRT++ 檢測機制量測學生遊戲後的學習成果，不但教師可利用檢測結果得知學習情況，學生亦可了解學習是否有成功。具體而言，本研究之目的如下：

（一）比較二者策略在學生學習成就、學習動機及認知負荷之影響

過去研究證明遊戲式學習可以提升學習動機，改善學習成效（Jong et al., 2013）（Lai, Lin, Jong, & Hsia, 2014）（Chang, Liang, Chou, & Lin, 2017）（Lai, Jong, Hsia, & Lin, 2020），但未說明遊戲式學習是否能改善學生的認知負荷，尤其針對大專校院專業科目，更是較少文獻以此作為實驗課程，因此本研究將遊戲式學習建立於作業系統之專業學科，並加入提

示與詳解之功能，讓學生於學習過程得以有所輔助，並預期此學習策略對於學生有正面之成效。

（二）分析不同知識程度的學生所適合之學習方式

基於不同知識程度學生在學習進度會有所差異，高知識程度學生往往能在短時間吸收課程內容，而低知識程度學生卻需要較長的時間，甚至是需要教師從旁協助，才得以完成課程目標，因此本研究將學生依照知識程度分群分析，以針對不同知識程度學生所適合之方式。

貳、文獻探討

一、提示與詳解

學生的學習歷程裡，由於大部分的時間得自我進行學習，教師多數時候僅能從測驗分數判斷學生的學習情況，然而確切的情形如知識程度、學習風格與學習動機等卻是難以掌握，也因此若要在教學策略上給予適性化的協助，以便讓學生能有系統地學習，以培養解決問題之能力，相對地顯得困難，更遑論是搭配電腦教學設計幫助學生達成學習目標（Moreno, 2006）。因此適時從旁給予協助即是教學者可考量之學習策略，從過去研究裡可知，問題提示能夠引導學習者專注於問題上，協助釐清思路，並且可以反映出學生的學習過程（Law & Chen, 2016）。而問題提示也已經被證明能有效地用在各種領域及情境以建構學生高階思維，並能夠幫助學生更詳細的思考及培養推理問題的解決能力，更能監控和評估學生自我的學習過程（Huang et al., 2015）。如有研究利用密室逃脫的實境遊戲，培養學習者學習程式設計，遊戲過程之中若學習者碰到程式問題即可利用提示的方式協助學生解答（López-Pernas, Gordillo, Barra, & Quemada, 2019）。Law 與 Chen（2016）則是透過電腦遊戲搭配選擇題型式的提示，並輔以答案與詳解說明，以幫助學生學習科學知識。Shadiev 與 Yang（2020）則是提出智慧家教的概念，認為電腦化的教師系統可以提供學生適性化的教學。意即學生在作答過程之中，若遇到有錯誤的題目，則適時給予相對應的提示，讓學生有方向可以修補錯誤的概念（Xu et al., 2019）。Pol、

Harskamp、Suhre 與 Goedhart (2009) 透過線上物理答題系統，在答題過程中給予學生提示，並於結束後給予範例答案，以探討學生如何使用提示及詳解以解決問題，結果顯示提示加上詳解的組別會顯著優於僅有詳解的組別。

從上述可知，先前研究大多採用需要運算的計算題目，並結合「答題中給予提示、答題後給予詳解」的方法 (Law & Chen, 2016)，探討學生在面對問題時如何使用提示和標準答案。而有別於先前研究，本研究除了將系統建立於遊戲式學習環境，並分開提示與詳解兩種學習策略，僅從只給予提示及只給予詳解兩種策略比較，觀察對於學生的學習成效及學習狀態之影響。

二、數位遊戲式學習

基於遊戲富有豐富的色彩畫面與音樂效果，因此過去十年裡，有許多關於如何使用數位遊戲輔助學習之研究 (Vasalou et al., 2017)，不論是針對各個年齡層，抑或是針對不同領域的學習者，遊戲式學習皆是透過遊戲讓學生於娛樂之中融入學習。不少教育研究者亦指出遊戲式學習所塑造的氛圍能吸引學習者參與，同時遊戲式學習的進行方式能讓學習者沉浸其中，利用遊戲的視覺與聽覺效果，搭配遊戲特有的功能，讓學生願意在遊戲中嘗試分析並解決問題，亦能於遊戲後將該階段所學應用於學習上 (何盈潔、楊凱翔，2022)。

許多研究即顯示數位遊戲式學習能夠有效提升學習者的學習成效，如 Lai、Jong、Hsia 與 Lin (2021) 使用的線上聯想式推理作答遊戲，不但能有效改善學生的學習成就，亦對學生的長期學習記憶保持上有正面之影響。Vasalou 等人 (2017) 使用的兒童識字遊戲，更是能協助有讀寫障礙的孩童練習識字、拼寫字詞及流暢度。Sung 與 Hwang (2018) 則使用合作知識建構數位遊戲補助學生學習，結果亦提升學習成效。此外基於合作學習已被證實是一種能夠提升學生學習動機與成效的學習方式，因此在 Ho 等人 (2017) 的卡牌遊戲裡，學生能夠在遊戲過程互相討論幫助，達到學習課程內容的效果；而此種分組合作的卡牌遊戲亦可提升學生的學習動機，進而改善學習成就。

基於遊戲式學習環境不論是進行方式與規則，抑或是故事劇情皆能有

效吸引學生參與，因此本研究設計一遊戲式學習環境，讓學生能透過遊戲學習相關知識，且透過不斷重複練習之方式，強化學生之課程知識，進而對學習成就有正面的效果。

三、Sequential Probability Ratio Test (SPRT)

Sequential Probability Ratio Test (SPRT) 為檢測學生的精熟度，廣泛應用於各種教學領域中 (Luo, Lai, Lee, Jong, & Hsia, 2013) (Lai, Lee, Jong, & Hsia, 2014)，例如在音樂課程中利用 SPRT 檢測學生的聽覺技能，有效的改善檢驗題目的數量。在資訊領域的課程中亦有研究透過 SPRT 精熟度測驗，準確地評估學生的成績水平並達到減少測驗題目的數量。企業部門透過 SPRT 快速且有效的檢定求職者的英文能力。Wald (1947) 根據貝氏定理演算法發展出 SPRT 決策模型，其公式如下：

$$PR = \frac{Pom \times Pm^r (1 - Pm)^w}{Pon \times Pn^r (1 - Pn)^w}$$

其中 PR 為對此概念熟悉的比例，Pom 為對此概念熟悉的可能性，Pon 為對此概念不熟悉的可能性，Pm 為對此概念熟悉而答對題目的可能性，Pn 為對此概念不熟而並答對題目的可能性，r 為答對的題目數量，w 為答錯的題目數量，此公式根據三個規則來判斷學習狀況如下：

- 當 PR 值大於等於 $(1-\beta)/\alpha$ ，表示對此概念熟悉。
- 當 PR 值小於等於 $\beta/(1-\alpha)$ ，表示對此概念不熟悉。
- 當 PR 值介於 $(1-\beta)/\alpha$ 和 $\beta/(1-\alpha)$ 之間，則繼續測驗，若測驗結束時還無法符合上述兩項規則，表示對此概念部分熟悉。

其中 α 為不熟悉此概念被診斷為熟悉的可能性， β 為熟悉此概念被診斷為不熟悉的可能性。

使用 SPRT 時必須注意兩個部分，其一為題目必須為隨機取樣的，因為測驗時必須讓學生所做的題目涵蓋整個概念，而隨機取樣的方式，能讓學生所做的測驗題目樣本代表整個測驗的所有題目，以推論學生的學習狀態。其二為獨立性，獨立性表示學生回答問題時，正確率不會因為作答的先後順序改變而有所影響。此外，SPRT 由於有兩個切割點，所以沒有模糊地帶，只有精熟和不精熟。

基於以上理論基礎，Lai 等人（2014）將 SPRT 檢定方法搭配信心指標提出一新的檢定方法 SPRT+，目的為縮短學生測驗時間的同時，亦能有效地掌握學生的學習狀態，表 1 即為該研究依據信心指標分出之三個等級的收斂條件，而本研究修改其高度信心之收斂條件作為檢測方式，如表 2 所示，並命名為 SPRT++，其中 T 為連續答對題數，F 為連續答錯題數；在此標準下，學生答對最快收斂條件為 4 次，答錯最快收斂條件也是 4 次。

表 1
 信心指標三個等級之收斂條件（Lai et al., 2014）

	低度信心	中度信心	高度信心
對此概念熟悉的可能性（Pom）	0.16	0.5	0.84
對此概念不熟悉的可能性（Pon）	0.84	0.5	0.16
對此概念熟悉而答對題目的可能性（Pm）	0.46	0.7	0.93
對此概念不熟悉而答對題目的可能性（Pn）	0.25	0.5	0.75
收斂條件（T/F）	（8/4）	（9/6）	（6/4）

表 2
 本研究採用之 SPRT++ 收斂條件

對此概念熟悉的可能性（Pom）	0.84
對此概念不熟悉的可能性（Pon）	0.16
對此概念熟悉而答對題目的可能性（Pm）	0.9
對此概念不熟悉而答對題目的可能性（Pn）	0.6
成功 / 失敗的收斂條件（T/F）	（4/4）

四、認知負荷

當學習者從外界接收的訊息超過其腦中記憶區或短期記憶區所能負載之容量時，即會產生認知負荷（Sweller et al., 2011）。對於目前大專校

院學生而言，當面臨專業科目時往往是感到枯燥乏味，且因為課程難度而導致認知負荷提高（Goh & Scerri, 2016），因此有研究利用遊戲式數位學習的特性以降低認知負荷，如張基成與林冠佑（2016）的研究即以遊戲式數位學習有效降低大專學生於通識課程的認知負荷。田麗珠、邱垂昌與廖錦文（2018）則結合多媒體與概念圖教材進行教學，結果顯示能降低學生在學習過程中的認知負荷，並提高學習成就。因此如何有效根據認知負荷調整，本研究根據先前研究從教學層面將認知負荷分成三種類型著手（Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998），以遊戲的方式學習課程以改善學生認知負荷，且設計提示功能避免發生提供給學生許多與學習內容相關之意見，卻無法有效幫助他們解決問題（Van Merriënboer & Sweller, 2005）。

（一）內在認知負荷（Intrinsic Cognitive Load）

內在認知負荷取決於學習者的先備知識與教材使用元素相互作用的總量，因此在本研究裡，各個章節的練習皆是為同一章節概念，無跨章節出題之情況，藉此降低內在認知負荷。

（二）外在認知負荷（Extraneous Cognitive Load）

外在認知負荷主要是受到教材的內容與設計方式的影響，如果教材沒有考量學習者的認知架構，學習者可能會花費更多資源去了解，導致外在認知負荷增加。因此本研究在實驗流程皆事先與授課教師搭配進度，讓學生在利用系統練習時，對於課程內容已有先備知識基礎。

（三）增生認知負荷（Germane Cognitive Load）

增生認知負荷與外在認知負荷相似，透過教材的設計引導學習者專注學習，是一種可以幫助學習者產生正面的影響。在本研究即是利用提示與詳解兩種策略協助學生在利用系統練習時，能引導學生思考之方向。

參、數位遊戲學習系統

一、系統介紹

本研究開發一款「OS 升官之路」的網頁遊戲，並將「作業系統」的課程內容加入至遊戲之中。利用升官挑戰的遊戲模式，結合課程每一章節之選擇題，讓學生在遊戲之中可以檢測對課程內容之熟悉度。圖 1 為系統主選單畫面，分別為可進行題目練習的「尚書房」、可進行概念能力檢定的「科舉挑戰」、可觀看積分排名的「戰績排行」及複習課程內容講義的「周遊列國」。以下即針對四個功能分別說明：



圖 1 主選單畫面

(一) 尚書房

共分成七道關卡，依序為作業系統第一章至第四章及綜合章節之練習關卡，學生可以在尚書房內練習課程題目。當章節累積答題滿 20 題，即開放該章節之科舉挑戰關卡。在尚書房中答對題目可以累加積分，達一定積分便可以升官品並獲得新的頭貼。此外學生可利用「重溫舊夢」功能回顧自己在尚書房的作答紀錄。

由於本研究為了探討遊戲中給予提示及給予詳解對於學生之影響，因

此將遊戲內容依照實驗規劃分成兩種模式，分別為「提示組」模式及「詳解組」模式，兩組差別僅在「尚書房」的功能不同，「提示組」可於「尚書房」練習題目過程利用「提示」複習課程內容，如圖 2 所示；「詳解組」則是在使用「尚書房」內的「重溫舊夢」回顧題目時可利用詳解知道每一題的解釋，如圖 3 所示。「提示組」僅能看到先前練習題目時的提示，無法看到題目詳解。

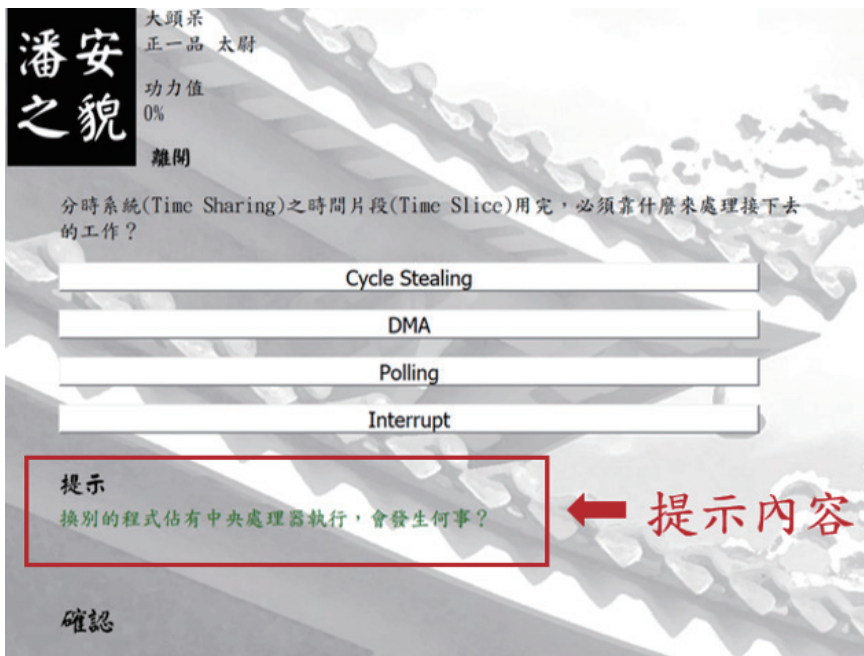


圖 2 提示組於「尚書房」的練習



圖 3 詳解組於「重溫舊夢」的題目回顧

(二) 科學挑戰

科學挑戰與尚書房相同亦分成七道關卡，學生可選擇關卡進行挑戰，而為了清楚學生們在各個章節的學習狀況，在關卡的題目檢測會使用 Sequential Probability Ratio Test (SPRT) 的方式檢驗學生對於課程概念的精熟度 (Lai et al., 2020)。由於大量且長時間的測驗容易造成學生學習疲乏，導致無法了解學生們的學習情形 (Lai et al., 2014)，因此為了達成縮短測驗時間及減少測驗題數之目的，科學挑戰功能參考 Lai 等人 (2014) 提出的 SPRT+ 檢定方式，選擇高度信心的機率模型，並考量高度信心並非學生的自我評估，故在對概念不熟悉而答對的可能性 (P_n)，由 0.75 降為 0.6，稱為 SPRT++。每一次的關卡挑戰，系統會隨機出十題考題，其中一題為趣味題。連續答對四題為挑戰成功，連續答錯四題為挑戰失敗，另外若九題中有七題答對也算挑戰成功。同一章節若累計挑戰成功三次便可升一個官品並獲得新的頭貼。

(三) 戰績排行

系統會依據學生的官品和積分進行排名，學生可透過戰績排行功能看到目前所有人累積的分數及挑戰成功的關卡。

(四) 周遊列國

在此功能裡，系統會提供教師授課的投影片講義，學生可以複習回顧。

二、系統之遊戲性

本遊戲的設計理念是以 Jong 等人 (2013) 提出的遊戲元素與課程元素結合之架構為基礎，並依照研究目的設計，其中遊戲元素為 Mechanics，課程元素有 Cognitive processes 與 Type of knowledge，以下為本研究所開發之遊戲與課程元素各項結合方式定義與說明：

(一) Mechanics (遊戲元素) 結合 Cognitive processes (課程元素)，其中課程元素為認知過程，可細分成以下六個面向：

1. Remember：指在遊戲中重複相同的任務並且給予獎勵，透過不斷的重複內容使學生記住知識，如本研究讓學生可以透過「尚書房」與「科舉挑戰」功能反覆練習題目，在不斷詢問重複練習的情況下，使學生加強概念記憶。
2. Understand：指透過學生在遊戲中發掘知識與老師提供清楚回饋，使學生了解課程概念。在本研究裡學生可以利用系統的「提示」或「詳解」功能了解課程內容。
3. Apply：指在遊戲中階段學習完成後，讓學生應用該階段的知識於實務上。而本研究學生所學的知識於實務上可以了解作業系統的原理，使學生能夠完成程式作業。
4. Analyze：指在遊戲中讓學生嘗試分析與解決問題，如本研究學生看到題目時須分析解決題目。
5. Evaluate：指在遊戲中讓學生找出遊戲的缺點或是課程中需要加強的地方，如本研究裡學生可以辨識题目的難度及找出遊戲需要加強之處。
6. Create：指在遊戲中學生可以設計新的遊戲方式。如本研究中學生可以依照自己的學習情況選擇不同的方式進行遊戲，例如透過反覆在「尚書房」練習以強化對题目的理解，再至「科舉挑戰」進行測驗。

(二) Mechanics (遊戲元素) 結合 Type of knowledge (課程元素)，可細分以下四個面向：

1. Factual：指遊戲中的內容必須顯而易見的，如本研究於遊戲中題目、提示與詳解是清楚可見，學生能夠輕易快速找到。
2. Conceptual：指透過遊戲的機制，一個具體的概念必須明確的呈現，如於本研究裡每個章節練習都包含許多概念，相同概念的題目會排列一起，學生可以清楚知道所選題目為哪種概念。
3. Procedural：指透過遊戲的機制，必須強制學生學習相關知識，如於本研究裡學生必須要選擇題目與回答問題，因此是能夠強制學生學習相關知識。
4. Meta-cognitive：指遊戲應該提供長期且具策略的模式。如本研究於實驗週期內學生可進行多次遊戲，以獲得較高排名與挑戰成功次數。

遊戲式學習主要是透過遊戲貫穿學習的過程，將課程內容透過遊戲方式呈現，最主要的目的在於觸發學習者的動機，而非主要教授課程的重心。本研究所開發之學習系統結合遊戲元素與課程元素，讓學生藉由遊戲方式刺激在原先習得的知識中再次思考，並在不同策略（提示與詳解）的引導下，讓學習過程得以更加順利，以期提升學習動機，進而改善學習成效，同時在遊戲的環境中，有別於面對一般測驗的所帶來的壓力，學生亦能有效降低認知負荷。

肆、研究方法

一、研究對象

實驗對象為臺灣北部某私立大學資工系大三修習作業系統的學生，兩個班級修課人數共 118 人，男生有 90 人，女生有 28 人，平均年齡為 21 歲，其中年紀最小為 20 歲，年紀最大為 23 歲。分組方式採隨機分成詳解組為 59 人（男生 44 人，女生 15 人，年紀最大 23 歲，年紀最小 20 歲，平均 21 歲），提示組亦為 59 人（男生 46 人，女生 13 人，年紀最大 22 歲，年紀最小 20 歲，平均 21 歲）。兩組皆進行相同的遊戲式學習系統，兩組差

別在於「提示組」可於練習題目過程利用「提示」複習課程內容。「詳解組」則是在回顧題目時可利用詳解知道每一題的解釋。提示與詳解的使用皆不會影響學生分數，亦無使用次數限制。

二、研究工具

(一) 研究流程與分析策略

實驗教材為作業系統課程的第一章至第四章，包含「作業系統簡介」、「電腦系統結構」、「作業系統結構」、「處理元」等內容。每個章節皆有選擇題題目（單選題），第一章 80 題，第二章 62 題，第三章 37 題，第四章 81 題，共 260 題。每題皆配有相應之提示及詳解，提示與詳解事先都經過專家審查與修正。教師於課堂講解課程，並於實驗進行時，每周讓學生至電腦教室操作系統約 1 小時，課餘之時學生皆可自行操作系統遊戲。

基於研究目的為了解學生之各項學習表現差異，因此在分析學習成就方面，本研究以 Pearson 相關性分析系統挑戰成功次數可作為學習成就依據之一，同時實驗前後亦會進行測驗作為學習成就另一依據，測驗內容由授課教師出題，前後測驗題目皆不相同，測驗範圍會與系統實驗教材章節相同。基於事先告知學生測驗而有其準備，因此學習成就測驗均是臨時測驗，讓學生能以當下的學習狀態作答。除了學習成就以外，另採用學習動機與認知負荷問卷前後量測結果，並以成對樣本 T 檢定個別分析提示組與詳解組在此三項的學習表現前後是否有顯著性。接著再以 ANCOVA 檢定分析此三項的學習表現之升降情況，以觀察學習方法的不同是否有所影響。

而為了找出不同知識程度學生所適合的學習策略方式，因此本研究進一步利用 K-means 分群，將學生依照知識程度分成高中低，接著再以 ANCOVA 與成對樣本 T 檢定分析各個知識程度學生的進步性，以兩種分析結果相互歸納比對，找出不同知識程度學生所適合的學習方式。

(二) 學習動機問卷

學習動機問卷採用 Hwang、Yang 與 Wang (2013) 提出的問卷，共 7 題，皆為 6 等第題目，並為了符合本實驗內容，問卷內容有微調整，其

Cronbach's alpha 分別為 0.923，大於 0.7 標準，具有良好的信度，題目如下：

1. 我認為學習作業系統是有趣的和有價值的。
2. 在學習作業系統課程上，我會想要學習更多、了解更多。
3. 學習與作業系統相關的知識是值得的。
4. 對我而言，把作業系統學好很重要。
5. 了解作業系統的知識與電腦系統的運作有何關聯是件重要的事。
6. 我會積極地搜尋並學習更多與作業系統相關的資訊。
7. 作業系統所教的東西對每個資工人都很重要。

（三）認知負荷問卷

認知負荷問卷亦是採用 Hwang 等人（2013）所使用的認知負荷問卷，共 8 題，皆為 6 等第題目，同時也為了符合本實驗內容，問卷內容亦稍作調整，其心智負荷及心智努力之 Cronbach's alpha 分別為 0.86 及 0.85，亦都大於 0.7 標準，具有良好的信度，題目如下：

1. 作業系統這門課的內容對我來說是困難的。
2. 我必須花很多精力去學習作業系統這門課程。
3. 學習作業系統這門課程對我而言有點麻煩。
4. 我對作業系統這門課的學習有挫折感。
5. 我缺乏足夠的時間來學習作業系統這門課。
6. 在上作業系統的過程中，教學或學習內容的呈現方式使我必須耗費大量的腦力。
7. 我需要花大量的精力才能完成作業系統這門課所給的學習任務或達到這門課的學習目標。
8. 作業系統這門課的教學方式很難跟上、也不易理解。

（四）系統使用問卷

本研究為了更加確定所開發之遊戲能對學生有正面之影響，因此設計系統使用心得問卷，以了解學生使用系統的看法，作為實驗結果及未來方向之考量，問卷題目共有 16 題，第 1 題至第 12 題為 5 等第題目，第 14 題為 10 等第問題，第 13 題、第 15 題及第 16 題為問答題：

1. 我喜歡使用「OS 升官之路」遊戲系統來學習。

2. 「OS 升官之路」遊戲的操作方式讓我感到滿意。
3. 透過「OS 升官之路」遊戲系統讓我覺得作業系統課程不再那麼沉悶。
4. 整體而言，我喜歡「OS 升官之路」遊戲系統。
5. 我覺得「OS 升官之路」遊戲系統是一個好的輔助學習工具。
6. 「OS 升官之路」遊戲能提高我主動思考的能力。
7. 「OS 升官之路」遊戲能幫助我思考。
8. 我覺得「OS 升官之路」遊戲很有趣。
9. 「OS 升官之路」遊戲能幫助我加深對題目的印象。
10. 「OS 升官之路」遊戲能幫助我提升對於課程內容的理解。
11. 我喜歡在練習過程中提供的提示 / 詳解。
12. 你認為練習中給予的提示 / 詳解是否對學習有幫助？
13. 承上題，為什麼？
14. 如果滿分 10 分你給「OS 升官之路」遊戲系統打幾分？
15. 承上題，為什麼？
16. 請寫出你使用「OS 升官之路」遊戲系統後的心得及建議：

三、實驗流程

實驗流程如圖 4 所示，前測階段會先進行前測，包含測驗與問卷量測，接著於實驗階段依照提示組與詳解組使用系統學習，學生每周會有兩小時授課教師的面授課程，以及一小時於電腦教室操作遊戲，其餘時間皆可自行進行遊戲，實驗時間為期四週。為了鼓勵學生於課餘之時能多加使用系統，因此每週亦規定遊戲進度，同時告知學生排行榜與挑戰成功次數會列入該學科評分依據之一。實驗結束後，進行後測測驗及問卷量測。

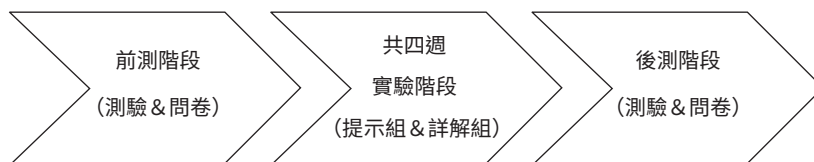


圖 4 實驗流程

伍、實驗結果與討論

一、SPRT++ 檢定與學習成就之相關性分析

本研究開發的「OS 升官之路」遊戲記錄學生在「科舉挑戰」中挑戰成功的次數，亦代表著學生使用 SPRT++ 檢定成功的次數。因此本研究將提示組及詳解組的 SPRT++ 通過次數與測驗後測做 Pearson 相關性分析，探討是否 SPRT++ 通過的次數多，學習成就也相對較高。本研究扣除未完整參與實驗或缺席前後測的學生，剩下提示組有 57 人，詳解組為 55 人，共 112 人。表 3 為提示組與詳解組學生的後測成績與 SPRT++ 檢定成功次數之相關性分析數據，其中提示組與詳解組的學生 Pearson 相關性數值分別為 0.571 與 0.518，皆為中度相關，代表 SPRT++ 檢定成功次數愈高，在學習成就上愈有可能有較好的表現。由此可研判提示組或詳解組於 SPRT++ 檢定成功次數與後測成績有正相關，使用 SPRT++ 檢定檢測「科舉挑戰」挑戰成功次數能作為判斷學習成就表現的依據。由於「OS 升官之路」遊戲是採用先練習再檢定的方式，如同學習是經由長時間練習或經驗累積，再透過標準化測驗測量其成果（蔡文榮、陳雅屏，2016），因此可再次說明本研究開發之「科舉挑戰」功能是可做為學習成就的表現。

表 3

提示組與詳解組學生後測成績與 SPRT++ 檢定之相關性分析

組別	項目	Pearson 相關	顯著性（雙尾）	N
提示組	後測 /SPRT++	0.571**	0.000	57
詳解組		0.518**	0.000	55

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

二、學習成就、學習動機及認知負荷前後測之比較

為了探討學生使用提示和詳解功能在學習成就、學習動機及認知負荷上的差異，因此首先對提示組及詳解組的學生於前述三個面向的前後測差距（後測分數減前測分數）分別進行成對樣本 T 檢定，如表 4 所示。

表 4

提示組與詳解組於學習成就、學習動機與認知負荷前後測之成對樣本 T 檢定

組別	檢測項目	成對差異數				T	df	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	95% 差異數的信賴區間				
				下限	上限			
提示組	學習成就	13.74	17.27	9.15	18.32	6.00	56	0.000***
	學習動機	-0.21	3.96	-1.26	0.84	-0.40	56	0.690
	認知負荷	-8.35	8.47	-10.60	-6.10	-7.44	56	0.000***
詳解組	學習成就	13.29	17.92	8.45	18.14	5.50	54	0.000***
	學習動機	0.02	4.43	-1.18	1.22	0.03	54	0.976
	認知負荷	-8.04	8.40	-10.31	-5.77	-7.10	54	0.000***

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

由表 4 可知，提示組的學生測驗成績前後測有顯著差異 ($p = 0.000$)，平均分數由 55.70 分 (前測) 提升至 69.43 分 (後測)；認知負荷亦有顯著差異 ($p = 0.000$)，平均分數從 31.47 分 (前測) 降低至 23.12 分 (後測)，學習動機前後測上則沒有顯著差異。而詳解組的學生測驗成績前後測亦有顯著差異 ($p = 0.000$)，平均分數由 58.27 (前測) 提升至 71.56 (後測)；認知負荷亦是有顯著差異 ($p = 0.000$)，平均分數從 30.16 (前測) 降低至 22.12 (後測)，學習動機則沒有顯著差異。因此綜觀兩組學生之學習情況，可以得到在遊戲學習過程中不論使用提示或是詳解，均能使學生的學習成就得到改善、認知負荷下降，但對學習動機無顯著之影響。

本研究進一步利用 ANCOVA 分析提示組與詳解組於學習成就、學習動機及認知負荷之升降情況，觀察學習方法的不同是否能有效影響各個面向，檢定結果如表 5 所示，顯示提示組與詳解組在測驗的進步性、學習動機的提升與認知負荷的下降幅度皆無顯著之差異，亦代表著本研究開發之遊戲不論是使用提示或是詳解，均能對學生的學習成就有正面之提升效果，不影響學習動機及降低學生學習時的認知負荷。從先前研究可知，提示的設計除了吸引學生的注意力，更重要的是透過提示內容引導學生解決所遭遇的問題 (Huang, Chen, Wu, & Chen, 2015)，而在本研究所設計之提示並非是直接給予答案，而是由一般性的問題去產生聯想，例如在圖 2 的提示即是讓學生在作答時能聯想到作業系統內的程式只要想要占有 CPU 執行都須透過發出 interrupt 請求才能執行，藉此去思考分時系統的程式在用完時間片段，即使想處理接下來的工作，亦是透過 interrupt 才行。

其次在於詳解設計，為了避免學生純粹利用系統反覆觀看題目，嘗試將題目與答案記憶，變相成為死記答案的模式（Huang, Kerdphol, & Inthong, 2018），因此詳解設計並未僅有針對題目內容給予解釋，更是會將相關主題一併讓學生理解，達成觀念完整之目的，如圖 3 的題目答案雖然為 Hard Real Time，但在詳解內容卻一併將 Soft Real Time 的內容呈現給學生，讓學生不會僅有記憶部分主題，而是可以利用詳解對該主題有更完整的概念。

表 5

提示組與詳解組於學習成就、學習動機與認知負荷 ANCOVA 前後測比較

檢測項目	組別	個數	平均	標準差	<i>F</i>	顯著性
學習成就	提示組	57	69.44	18.96	0.080	0.778
	詳解組	55	71.56	16.07		
學習動機	提示組	57	32.53	4.71	0.059	0.809
	詳解組	55	32.62	4.38		
認知負荷	提示組	57	23.12	8.29	0.086	0.770
	詳解組	55	22.13	7.84		

三、不同知識程度學生對於提示及詳解之學習適用性分析

本研究使用 K-means 分群將全程參與實驗的學生依照知識程度分為高、中、低三組，探討不同知識程度學生在提示或詳解二種策略下於學習成就是否有差異。本研究依據學生的前測成績進行分群，高分群之臨界分數為 74.25，中分群之臨界分數為 51.33，低分群之臨界分數為 27.50。其中提示組高知識程度的學生共 17 人，中知識程度的學生共 34 人，低知識程度的學生共 6 人。詳解組於高知識程度學生有 23 人，中知識程度的學生 26 人，低知識程度的學生 6 人。

（一）不同知識程度學生之進步性比較

為了探討提示組和詳解組之各知識程度的學生適合何種學習方式（提

示或詳解），本研究利用 ANCOVA 檢定分別比較高、中、低知識程度的學生於學習成就進步性是否有顯著的影響（表 6）。

表 6

提示及詳解組之 ANCOVA 檢定結果

	來源	第 III 類平方和	df	平均值平方	F	顯著性
高知識程度	修正的模型	582.497 ^a	2	291.248	1.106	0.342
	截距	4557.485	1	4557.485	17.302	0.000
	前測	283.079	1	283.079	1.075	0.307
	前後測	367.963	1	367.963	1.397	0.245
	錯誤	9745.903	37	263.403		
	總計	264412.000	40			
	校正後總數	10328.400	39			
中知識程度	修正的模型	529.712 ^a	2	264.856	1.213	0.305
	截距	2104.435	1	2104.435	9.635	0.003
	前測	438.294	1	438.294	2.007	0.162
	前後測	53.753	1	53.753	0.246	0.622
	錯誤	12449.138	57	218.406		
	總計	290827.000	60			
	校正後總數	12978.850	59			
低知識程度	修正的模型	1690.500 ^a	2	845.250	5.735	0.025
	截距	196.767	1	196.767	1.335	0.278
	前測	1170.417	1	1170.417	7.942	0.020
	前後測	700.417	1	700.417	4.752	0.057
	錯誤	1326.417	9	147.380		
	總計	35361.000	12			
	校正後總數	3016.917	11			

由表 6 可知，兩組的高知識程度學生雖然在測驗後平均分數皆有增加，提示組前測為 75.29 分，後測為 82.88 分，平均進步 7.59 分；詳解組前測為 73.47 分，後測為 77.34 分，平均進步 3.87 分，但在檢定結果無明顯之差異（ $p = 0.245$ ）。同樣的情況對於中知識程度學生亦是如此，提示組的學生的前測平均為 50.73 分，後測為 66.97 分，進步 16.24 分；詳解組的學生的前測平均為 52.11 分，後測為 69.46 分，進步 17.35 分，顯示兩組在後測平均分數雖然皆有提升，但於檢定結果無顯著之差異（ $p = 0.622$ ）。最後於低知識程度的學生仍是相同結果，提示組學生的前測平均為 28.33 分，後測為 45.33 分，進步 17 分；詳解組學生的前測平均為 26.66 分，後

測為 58.50 分，進步 31.84 分，雖然後測平均分數都有不少提升，但從檢定結果可知兩組測驗進步性無顯著差異 ($p = 0.057$)。總結不同知識程度學生在檢定結果於 95% 的信心水準下，進步性皆沒有達到顯著差異，但在 90% 的信心水準下，低知識程度的詳解組與提示組即有明顯之差異 ($p = 0.057$)，顯示低知識程度的學生比較適合使用詳解學習。此結果亦驗證了先前研究表明對於低知識程度的學生應該採取不同的策略給予輔助，才能有效改善其學習成果 (羅寶鳳，2015)。

(二) 不同知識程度學生之前後測成對樣本 T 檢定

本研究進一步再依不同知識程度學生，以前後測成績作成對樣本 T 檢定，以找出對於不同知識程度的學生，哪種學習方式有顯著的正面效果。表 7 即為知識程度高中低分別針對提示組及詳解組的學習成就及認知負荷之成對樣本 T 檢定資料。

表 7

不同知識程度學生之學習成就及認知負荷成對樣本 T 檢定結果

知識程度	組別	檢定項目	成對差異數				T	df	顯著性 (雙尾)
			平均數	標準差	95% 差異數的信賴區間				
					下限	上限			
高	提示組	學習成就	7.59	18.99	-2.18	17.35	1.65	16	0.119
		認知負荷	-4.64	7.94	-8.73	-0.56	-2.41	16	0.028*
	詳解組	學習成就	3.87	19.19	-4.43	12.17	0.97	22	0.344
		認知負荷	-8.52	8.52	-12.20	-4.84	-4.80	22	0.000*
中	提示組	學習成就	16.24	16.43	10.50	21.97	5.76	33	0.000***
		認知負荷	-9.82	8.49	-12.79	-6.86	-6.75	33	0.000***
	詳解組	學習成就	17.35	13.30	11.98	22.72	6.65	25	0.000***
		認知負荷	-7.15	8.93	-10.76	-3.55	-4.08	25	0.000***
低	提示組	學習成就	17.00	14.87	1.39	32.61	2.80	5	0.038*
		認知負荷	-10.50	7.71	-18.59	-2.41	-3.33	5	0.021*
	詳解組	學習成就	31.83	7.63	23.83	39.84	10.22	5	0.000***
		認知負荷	-10.00	5.80	-16.08	-3.92	-4.23	5	0.008**

*** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < 0.05$ 。

由表 7 檢定結果可知，高知識程度的學生不論是提示組或是詳解組，於學習成就均沒有顯著差異（提示組 $p = 0.119$ ，詳解組 $p = 0.344$ ），但在認知負荷皆有顯著下降（提示組 $p = 0.028$ ，詳解組 $p = 0.000$ ）；中知識程度的學生則在測驗與認知負荷都有顯著提升（提示組 $p = 0.000$ ，詳解組 $p = 0.000$ ）與下降（提示組 $p = 0.000$ ，詳解組 $p = 0.000$ ），代表中知識程度的學生使用提示的方法或是詳解學習都可達到良好的成效；同樣的檢定結果對於低知識程度的學生亦是如此，在學習成就與認知負荷均有顯著上升（提示組 $p = 0.038$ ，詳解組 $p = 0.000$ ）與下降（提示組 $p = 0.021$ ，詳解組 $p = 0.008$ ），顯示著低知識程度的學生不論使用問題提示或詳解均可得到正面的效果，但更適合使用詳解（參照表 8）。從實驗結果均可發現，對於低知識程度的學生由於可能缺乏有效的學習方法，加上先備知識薄弱，

導致在學習成效不佳（趙曉美，2015），但若是能輔以提供適當的學習策略（羅寶鳳，2015），如本研究所設計之提示與詳解功能，則對於學習成就就能有良好的表現。

四、提示組與詳解組之系統使用心得問卷比較

為了知道學生使用「OS 升官之路」遊戲的看法，我們將系統使用心得問卷進行分析。表 8 為問卷中的非開放式問題統計資料。

表 8
系統使用心得問卷之非開放式問題統計資料

題號	題目	平均分數	
		提示組	詳解組
1	我喜歡使用「OS 升官之路」遊戲系統來學習。	4.19	4.25
2	「OS 升官之路」遊戲的操作方式讓我感到滿意。	4.26	4.01
3	透過「OS 升官之路」遊戲系統讓我覺得作業系統課程不再那麼沉悶。	4.29	4.29
4	整體而言，我喜歡「OS 升官之路」遊戲系統。	4.33	4.30
5	我覺得「OS 升官之路」遊戲系統是一個好的輔助學習工具。	4.40	4.32
6	「OS 升官之路」遊戲能提高我主動思考的能力。	4.17	4.09
7	「OS 升官之路」遊戲能幫助我思考。	4.22	4.14
8	我覺得「OS 升官之路」遊戲很有趣。	4.10	4.16
9	「OS 升官之路」遊戲能幫助我加深對題目的印象。	4.45	4.45
10	「OS 升官之路」遊戲能幫助我提升對於課程內容的理解。	4.35	4.38
11	我喜歡在練習過程中提供的提示 / 詳解。	4.00	4.14
12	你認為練習中給予的提示 / 詳解是否對學習有幫助？	4.08	4.29
14	如果滿分 10 分你給「OS 升官之路」遊戲系統打幾分？	8.07	8.05

兩組的學生在前 12 題問題上的平均分數皆大於 4 分，表示學生對系統各個面向均表示滿意，提示組與詳解組在各題的滿意度 ANOVA 檢定均

沒有出現顯著差異。第 14 題是讓學生為遊戲進行評分，提示組與詳解組的平均分數皆大於 8 分，表示學生都認為「OS 升官之路」遊戲是款不錯的線上學習遊戲。

在系統使用心得問卷中的第 13 題則是承接第 12 題的問題，詢問學生「為什麼認為練習中給予的提示 / 詳解對學習有（沒有）幫助？」，表 9 列出兩組各 8 名學生的回饋內容，提示組編碼以 Hint 的開頭 H 為主，詳解組則以 Detail Answer 的 D 為主。提示組的學生認為提示可以幫助他們進一步思考及理解題目（表 9 的 H1、H2、H4、H7），不過也有少數同學表示遊戲中的提示無法給予他們完好的幫助（表 9 的 H3、H5、H6）；而詳解組的學生認為遊戲中的詳解能夠直接釐清問題，也不需要花費過多時間尋找答案，詳解成為了方便學習的捷徑（表 9 的 D1、D2、D3、D4、D5、D6）。

表 9
系統使用心得問卷第 13 題問題回饋內容

提示組	回饋	詳解組	回饋
H1	遇到不清楚的題目，可以看一下提示，想一下答題的方向。	D1	我認為寫題目是一種找到自己盲點的方式，而詳解可以最直接的解決當下的疑問。
H2	可幫助了解題目的知識點。	D2	這樣才知道錯哪，有時候會突然找不到答案。
H3	有些看不出來。	D3	為了下次要答對會認真去看。
H4	可以加深對題目的印象。	D4	玩遊戲比較會集中精神，更了解題目，所以也比較清楚哪些觀念錯誤。
H5	有些提示等於沒有提示。	D5	針對錯誤的題目可立即了解。
H6	提示不完全，想答對就要思考。	D6	不用再花時間去找講義。
H7	提示方向偏向理解而不是死背。	D7	因為大部分時間都忘記看。
H8	通常不會去看。	D8	我沒有看詳解：)

第 15 題為承接第 14 題「如果滿分 10 分你給『OS 升官之路』遊戲打幾分？」詢問學生原因。由表 10 的兩組學生回饋可見，提示組及詳解組的學生都認為此款遊戲能夠幫助他們學習作業系統（表 10 的 H1、H2、H3、D1、D2、D3、D4、D8），戰績排行的排名方式也能夠增加競爭的趣味性（表 10 的 H6、D6），學習和遊戲的結合讓大部分學生都很喜歡（表 10 的 H7、H8、D5、D7）。另外，提示組有少部分的學生表示在題目回顧部分有詳解會更好（表 10 的 H4）。

表 10
系統使用心得問卷第 15 題問題回饋內容

提示組	回饋	詳解組	回饋
H1	能加深我對課程的印象。	D1	讓我們主動了解課程。
H2	能幫助我們複習，檢驗是否皆了解。	D2	對電腦的系統運作更了解。
H3	有提示而不會只是在背答案。	D3	它讓我更容易知道自己哪裡的觀念錯了。
H4	我希望能在我答錯時知道為什麼，我希望在回顧的地方有詳解。	D4	可以迅速檢視自己學習的成果，發現自己學習的盲點，並更加深課程內容的了解。
H5	可以多加一點功能。	D5	遊戲很有趣，但介面不喜歡。
H6	以排名的方式讓我有動力想超越其他人。	D6	好玩，刺激互相競爭，在戰績排名佔高位。
H7	很輕鬆又能學習。	D7	邊學邊玩是很好的學習方式。
H8	讓學習不沉悶。	D8	輔助學習很有效。

第 16 題是請學生寫下使用「OS 升官之路」遊戲後的心得與建議。表 11 為兩組各 8 名學生的回饋內容，不少學生認為此款遊戲能讓學習作業系統不那麼沉悶（表 11 的 H2、H4、H8、D2），也能藉此方式準備考試（表 11 的 D3），希望未來也有這樣的遊戲系統來加強學習（表 10 的 H1、H3、D1），並給予系統建議改進的地方（表 11 的 H5、H6、H7、D4、D5、D6、D7、D8）。

表 11
系統使用心得問卷第 16 題問題回饋內容

提示組	回饋	詳解組	回饋
H1	還想繼續使用來學習更多，多開放，多問題可以作。	D1	希望開放時間可以久一點或常駐。
H2	我覺得運用這種方式看題目比起一般教學平台更為有趣而不生硬，希望能持續開下去。	D2	這種練習方式很有趣，希望往後還有機會使用。
H3	已經很好了，可以再把題目的詳解連結做出來應該不錯。	D3	我覺得可以藉由這個遊戲來練習題目還滿好的，準備考試上也頗有幫助。
H4	覺得不錯，至少可以不會看書看的沉悶。	D4	我想如果在科舉有時間倒數會更讓人去研讀課程內容。
H5	建議則不需改進，以一個學習的工具來說，功能越單純越好。	D5	詳解部分有點混亂，希望可以把它各章節分開。
H6	如果在題目歷史上有查詢的功能會更好。	D6	很好，詳解可以整理得更好搜尋。
H7	題庫再多一點。	D7	題目變化多一點。
H8	很棒！比以前的學習方式新奇。	D8	大頭貼可以多一點。

從學生填寫的問卷回饋中可以得知，多數提示組的學生認為遊戲中的提示能夠鼓勵他們多思考問題及幫助回憶上課重點。但亦有部分學生表示提示對他們的幫助不大，與解說完整的詳解相比仍不足。而詳解組的學生則認為遊戲中的詳解可以立即替他們解答，也可以節省找尋答案的時間，不過也有一些學生表示沒有看詳解，表示有可能詳解並未能帶給部分學生幫助，研判原因為詳解內容若不夠明確，對於知識程度不高的學生亦是難以理解。

陸、結論與未來方向

一、結論

一直以來，電腦遊戲在教學上的應用始終受到專家學者與教師們的青睞（Vasalou et al., 2017），將學生們對遊戲的高度動機與課程內容做結合，即是所謂的遊戲式學習。相較於傳統教育讓學生被動的接收知識，遊戲式學習透過讓學生主動參與遊戲活動，不但能加強並維持學生的學習動機（Hwang et al., 2017），並且因為遊戲的趣味性降低認知負荷（張基成、林冠佑，2016），使得學生願意花時間於學習之上（何盈潔、楊凱翔，2022）。然而不少遊戲式學習建立在學生須具備先備知識才得以在遊戲中獲勝，使得學生若知識不足即無法取得勝利（Jong et al., 2013）。而有鑑於學生學習過程之中，當面對問題時適時給予提示，能有效幫助學生解決問題，協助學習與思考（Bynu et al., 2014）。此外學生面臨考試時，習慣藉由觀看答案、詳解或是查閱講義及教科書，以此釐清不懂的問題（劉小箕，2020）。但是大部分的學生是否真的能夠在詳解的輔助下提升學習成效，即是需探討的議題。因此本研究結合詳解與提示兩種學習策略於遊戲式學習系統內，並實測於大專校院專業課程一作業系統上，以期找出在遊戲式學習環境中，哪一種策略適合學生學習作業系統課程，並進一步依照學生知識程度去分析較適合的學習策略。

本研究所開發的「OS 升官之路」遊戲式學習系統，該系統提供測驗「提示」及「詳解」二種輔助學習工具，並以修習資訊工程專業課程作業系統學生為實驗對象，分成了「提示組」及「詳解組」，實驗時間為期四週，並比較兩組學生在學習成就、學習動機及認知負荷各面向之差異。

實驗結果顯示，不論是使用「提示」或「詳解」皆對學生的學習成就與認知負荷有明顯的幫助，此項結果呼應了先前研究指出學生學習過程若能適時給予提示輔助，將有助於學生學習更加順利（Bynu et al., 2014），尤其本研究以資訊工程學系的專業科目一作業系統作為實驗課程，「提示」或「詳解」的輔助更顯重要；其次考量專業科目的學習有可能會造成學生學習過程的認知負荷提高，因此本研究將系統以遊戲式的介面進行包裝，讓學生使用「OS 升官之路」遊戲可以有效地降低認知負荷，實驗結果亦

證明了系統能使學生在壓力改善的情境下學習，使學習成就得到正面之提升。再者從提示組及詳解組學生於學習成就、學習動機與認知負荷的改善幅度來看，兩組在各個面向均沒有顯著之差異，不僅說明了全體學生均適合使用「提示」或「詳解」學習，亦表示只要在學生的學習過程之中給予思考的方向（提示）或是解題的脈絡（詳解），對於學生皆能有正面的效果。

有鑑於兩種學習方式皆適用於學生，因此本研究進一步以 K-means 將學生分為知識程度高、中、低三群，以期找出不同知識程度學生於「提示」及「詳解」的適用性。分析結果可以發現，知識程度低的學生比較適合使用「詳解」進行學習，研判原因是概念知識建構不完整的學生因為受限於對課程內容的不熟悉或是不了解，因此即使利用「提示」方法試圖讓學生找出解題的思考方向，仍然是幫助有限，反而是利用「詳解」的明確解題方法，讓學生清楚知道並記憶該如何針對此類題目進行解題。而知識程度中、高的學生由於對於課程內容的建構完整性較佳，因此不論是使用「提示」或「詳解」皆可有效發揮幫助的作用，說明了只要對於學習內容擁有良好的基礎，即使碰到困難亦能透過「提示」或「詳解」的輔助，達到提醒之效果，也能再次加深對於學習內容的記憶。而不論是哪種知識程度的學生，本研究之遊戲均能對學習成就有提升之效果，尤其對於知識程度中等及低的學生更是有顯著之影響。

在系統使用心得問卷方面，五等第量表每個題目的平均分數均超過 4 分，表示所有學生均滿意此系統，且提示組及詳解組大部分的學生皆認為「OS 升官之路」遊戲能夠幫助他們於課程上的學習，說明了雖然系統內的設計是以選擇題式的答題，但在加入遊戲的元素之後，讓學生在學習的過程之中，也能擁有遊玩遊戲的體驗，如挑戰機制與排行榜等。

二、研究限制

茲就本研究的研究限制說明如下：

（一）系統題庫數量

本研究所設計之題目共有 260 題，並且於實驗課程的四個章節均有一定數量的題目，若章節題目過少，容易會導致學生於該章節學習不完全，

因此在設計題目時須特別注意題目之數量。

（二）時程控制

實驗過程為期四週，學生必須同時接受授課教師的面授課程，課餘之餘亦要使用系統，但由於系統仍須具備對課程內容的先備知識，因此在課程授課的進度與實驗進行進度需互相配合，才能讓學生在課堂學習以外的時間，能有足夠知識利用系統進行學習。

（三）刺激學生使用系統

由於實驗過程僅有每周一次讓學生至電腦教室使用系統，其餘時間皆是讓學生自主使用系統，因此若沒有規劃刺激之因素（如本研究以遊戲挑戰成功會作為學科評分依據，並規定遊戲進度），容易讓學生在未有壓力情況下，而無法蒐集有效之數據，甚至會有過於懸殊或是資料不足之情況發生。

三、未來方向

鮮少有文獻探討不同知識程度學生對教學策略的適用性，而本研究實驗結果針對知識程度中、低學生提出適用性結論，但由於知識程度高的學生進步空間有限，從統計的角度來看，並無顯著差異。因此如何設計好的教學策略，使得知識程度高、中、低學生均能適用，是一個值得探討的問題。從知識程度高的學生之角度來看，詳解只是協助釐清該題之答案，並建構該題的概念，但是無法完整建立相關概念之結構，提示則因為給予的訊息有限，因此在未給完整概念答案的情況下，僅能引導學生從已學習的概念中，透過提示找到自己的認知，所以若是學生的認知結構不足，提示對學生的幫助則有限。

先前的研究比較結合提示之詳解組在學習表現上明顯優於詳解組（Pol et al., 2009），因此說明了多了提示的學生可佔有學習上之優勢。而本研究基於公平之原則，直接比較提示及詳解兩組之差異性，結果顯示不論是提示或詳解，對知識程度高的學生幫助都是有限。因此為了顧及所有知識程度學生，達到學習適性化的目標，未來研究可針對知識程度高的學生給予結合提示之詳解，並探究是否會有顯著進步。另外，為了促使學生在利用遊戲學習的同時能建立相關概念的知識結構，因此在詳解內除了提供該

題答案的概念外，並詳細說明其他三個選項錯誤之原因及選項之間的關係，以期能夠建構或強化學生知識架構。

參考文獻

- 田麗珠、邱垂昌、廖錦文（2018）。結合多媒體與概念圖教材設計對認知學習效果之研究：以認知負荷為中介變項。《數位學習科技期刊》，**10**，95-126。
- [Tien, L. C., Chiou, C. C., & Liao, C. W. (2018). Effect of digital materials with combining multimedia and concept maps on cognitive learning: A mediating effect of cognitive load. *International Journal on Digital Learning Technology*, *10*, 95-126.]
- 何盈潔、楊凱翔（2022）結合機器學習技術之數位遊戲式學習模式對國小學生數學學習之影響。《數位學習科技期刊》，**14**，79-101。
- [Ho, Y. C., & Yang, K. H. (2022). Effects of a machine learning-based digital game-based learning approach on elementary school students' mathematics learning performances. *International Journal on Digital Learning Technology*, *14*, 79-101.]
- 翁兆言、翁楊絲茜、詹雅晴、張晶貽（2017）。探究互動科技結合提問式閱讀策略對學習成效與興趣之影響—以中學生國語文學習為例。《國立臺灣科技大學人文社會學報》，**13**，117-137。
- [Weng, A., Weng, C., Jhan, Y. C., & Chang, C. Y. (2017). A study exploring the effect of interactive technology with inquiry reading strategy on students' learning achievements and interests- Middle school students Chinese learning as an example. *Journal of Liberal Arts and Social Sciences*, *13*, 117-137.]
- 張慧琳、王金國（2019）。UbD 逆向設計結合六層次閱讀認知能力提問教學對國中一年級學生閱讀理解學習成效影響之研究。《教育理論與實踐學刊》，**40**，77-105。
- [Chang, H. L., & Wang, C. K. (2019). Action research on the influence of UbD backward design combined with six-level reading cognitive ability questioning instruction on the reading comprehension performance of seven-grade students. *Journal of Educational Theory and Practice*, *40*, 77-105.]
- 張基成、林冠佑（2016）。從傳統數位學習到遊戲式數位學習—學習成效、心流體驗與認知負荷。《科學教育期刊》，**24**，221-248。
- [Chang, C. C., & Lin, K. Y. (2016). From traditional e-learning to digital game-based learning: Learning performance, flow experience and cognitive load. *Chinese Journal of Science Education*, *24*, 221-248.]
- 黃欣怡、蔡舒婷、何湘涵、何振珮、王齡誼、陳怡珊（2021）。教學式桌遊運用於藥師在職教育訓練之建置及前導性研究。《臺灣臨床藥學雜誌》，**29**，10-19。
- [Huang, S. Y., Tsai, S. T., He, H. H., Ho, C. P., Wang, L. Y., & Chen, Y. S. (2021). Educational board game for a pharmacist continuing education program: A pilot study. *Formosa Journal of Clinical Pharmacy*, *29*, 10-19.]

- 鄭淑真、黃建豪（2018）。以腦波訊號探討不同課程之學習專注力與認知負荷之差異。載於 2018「工程、技術與科技教育學術研討會」論文集（頁 80-92），臺北市。
- [Cheng, S. C., & Huang, C. H. (2018). Using brainwave signals to measure the attention and cognitive load on different courses. In *2018 CETE Conference* (pp. 80-92).]
- 趙曉美（2015）。補救教學 vs. 有效教學。臺灣教育評論月刊，4，21-25。
- [Chao, H. M. (2015). Remedial teaching vs. effective teaching. *Taiwan Educational Review Monthly*, 4, 21-25.]
- 劉小箕（2020）。微積分課程創新教學改進—以化工系 107-108 學年度學生為例。通識教育學報，8，87-132。
- [Liu, H. Y. (2020). Innovative teaching improvement of calculus course—Take the 107-108 students of the Department of Chemical Engineering as an example. *Journal of General Education*, 8, 87-132.]
- 蔡文榮、陳雅屏（2016）。互動式電子白板的使用差異對國小生英語學習動機與學習成就之影響。彰化師大教育學報，30，31-58。
- [Tsay, W. R., & Chen, Y. P. (2016). The impact of different usage of interactive whiteboard on learning motivation and achievement of elementary English learning. *Journal of Education National Changhua University of Education*, 30, 31-58.]
- 盧宏益（2021）。數理統計創新教學：資訊科技融入與數位學習網站實作之教學實踐歷程。大學教學實務與研究學刊，4，97-121。
- [Lu, H. Y. (2021). Innovative teaching of mathematical statistics: Integrating technology into instructions. *Journal of Teaching Practice and Research on Higher Education*, 4, 97-121.]
- 藍偉瑩（2019）。學習歷程檔案的理想如何實踐？臺灣教育評論月刊，8，28-30。
- [Lan, W. Y. (2019). How do the ideals of E-Portfolio work? *Taiwan Educational Review Monthly*, 8, 28-30.]
- 顏春煌（2020）。以圖型理論 (graph theory) 為基礎評估學習內容內在認知負荷 (intrinsic cognitive load) 的分析式方法。管理與資訊學報，27，119-142。
- [Yen, C. H. (2020). A graph-based analytical method for assessing the intrinsic cognitive load of learning content. *Journal of Management and Information*, 27, 119-142.]
- 羅寶鳳（2015）。補救教學問題何在。師友月刊，580，0-4。
- [Lo, P. F. (2015). What is the problem with remedial teaching? *The Educator Monthly*, 580, 0-4.]
- Bynu, H., Lee, J., & Cerreto, F. A. (2014). Relative effects of three questioning strategies in ill-structured, small group problem solving. *Instructional Science*, 42(2), 229-250. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9278-1>

- Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2017). Development of an effective educational computer game based on a mission synchronization-based peer-assistance approach. *Interactive Learning Environments, 25*(5), 667-681.
- Gobeil, J., & Phillips, F. (2001). Relating case presentation style and level of student knowledge to fact acquisition and application in accounting case analyses. *Issues in Accounting Education, 16*(2), 205-222.
- Goh, E., & Scerri, M. (2016). "I study accounting because I have to": An exploratory study of hospitality students' attitudes toward accounting education. *Journal of Hospitality & Tourism Education, 28*(2), 85-94.
- Ho, S. J., Hsu, Y. S., Lai, C. H., Chen, F. H., & Yang, M. H. (2022). Applying game-based experiential learning to comprehensive sustainable development-based education. *Sustainability, 14*(3), 1172.
- Huang, K., Chen, C. H., Wu, W. S., & Chen, W. Y. (2015). Interactivity of question prompts and feedback on secondary students' science knowledge acquisition and cognitive load. *Journal of Educational Technology & Society, 18*(4), 159-171.
- Huang, J., Kerdphol, S., & Inthong, W. (2018). Comparing the effectiveness of rote learning and meaningful learning on English vocabulary memorization for 7th grade students at Padoongrasdra School. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University, 13*(1), 295-304.
- 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.
- Hwang, G. J., Hsu, T. C., Lai, C. L., & Hsueh, C. J. (2017). Interaction of problem-based gaming and learning anxiety in language students' English listening performance and progressive behavioral patterns. *Computers & Education, 106*, 26-42.
- Jong, B. S., Lai, C. H., Hsia, Y. T., Lin, T. W., & Lu, C. Y. (2013). Using game-based cooperative learning to improve learning motivation: A study of online game use in an operating systems course. *IEEE Transactions on Education, 56*(2), 183-190.
- Lai, C. H., Lin, Y. C., Jong, B. S., & Hsia, Y. T. (2014). Adding social elements to game-based learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 9*(3), 12-15.
- Lai, C. H., Lee, T. P., Jong, B. S., & Hsia, Y. T. (2014). Using SPRT+ to reduce measure time on student learning efficiency by pre-defined student's confidence indicator. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 9*(3), 55-58.
- Lai, C. H., Jong, B. S., Hsia, Y. T., & Lin, T. W. (2020). Applying concept map to game-base concept assessment. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), 14*(6), 159-170.
- Lai, C. H., Jong, B. S., Hsia, Y. T., & Lin, T. W. (2021). Association questions on knowledge retention. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 33*, 375-390.
- Law, V., & Chen, C. H. (2016). Promoting science learning in game-based learning with question prompts and feedback. *Computers & Education, 103*, 134-143.

- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2019). Analyzing learning effectiveness and students' perceptions of an educational escape room in a programming course in higher education. *IEEE Access*, 7, 184221-184234.
- Luo, I. K., Lai, C. H., Lee, C. Y., Jong, B. S., & Hsia, Y. T. (2013). A study of a measurement strategy combines the self-assessment and the SPRT algorithm. In *2013 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering*. IEEE.
- Mayer, R. E., Lee, H., & Peebles, A. (2014). Multimedia learning in a second language: A cognitive load perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 653-660.
- Moreno, R. (2006). When worked examples don't work: Is cognitive load theory at an impasse? *Learning and Instruction*, 16(2), 170-181.
- Pol, H. J., Harskamp, E. G., Suhre, C. J., & Goedhart, M. J. (2009). How indirect supportive digital help during and after solving physics problems can improve problem-solving abilities. *Computers & Education*, 53(1), 34-50.
- Shadiev, R., & Yang, M., (2020). Review of studies on technology-enhanced language learning and teaching. *Sustainability*, 12 (2), 524.
- Sun, Z., Xie, K., & Anderman, L. H. (2018). The role of self-regulated learning in students' success in flipped undergraduate math courses. *The Internet and Higher Education*, 36, 41-53.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2018). Facilitating effective digital game-based learning behaviors and learning performances of students based on a collaborative knowledge construction strategy. *Interactive Learning Environments*, 26(1), 118-134.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Tsai, P. S., & Tsai, C. C. (2013). College students' experience of online argumentation: Conceptions, approaches and the conditions of using question prompts. *The Internet and Higher Education*, 17, 38-47.
- Van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177.
- Vasalou, A., Khaled, R., Holmes, W., & Gooch, D. (2017). Digital games-based learning for children with dyslexia: A social constructivist perspective on engagement and learning during group game-play. *Computers & Education*, 114, 175-192.
- Wald, A. (1947). *Sequential analysis*. Dover Publications.
- Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., & Irey, R. (2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3119-3137.
- Yang, J. C., Lin, M. Y. D., & Chen, S. Y. (2018). Effects of anxiety levels on learning performance and gaming performance in digital game-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 324-334.

Zhang, L., & VanLehn, K. (2019). Evaluation of auto-generated distractors in multiple choice questions from a semantic network. *Interactive Learning Environments*, 29(6), 1-19.

