科學教育學刊
2023, 第三十一卷第四期, 335-356
DOI:10.6173/CJSE.202312_31(4).0002

Contemporary Journal of Science Education
2023, 31(4), 335-356

# 線上遊戲輔助程式學習之文獻回顧

陳喬蓉[1]　許雯絞[1、*]　許玉敏[2]　蕭鈺穎[1]

[1]國立臺中科技大學　資訊管理系

[2]國立金門大學　華語文學系

**摘要**

許多國家已將學習程式設定為國家教育的重要政策之一，為了提高學習效果，在教學中導入遊戲式學習的案例有不斷增加的趨勢。遊戲式學習(game-based learning)以吸引人和有趣的方式，讓學習者主動建構學習的知識，被證明在學習上有正面的效果。科技技術的進步，加速數位化學習環境的建置，更有利於實現在線上遊戲式學習程式的目標。近年來已有許多相關的研究成果，值得有系統的回顧文獻，以總結重要的研究結果，作為後續研究的參考。本研究檢索了2014年1月到2023年2月間，在Web of Science (WoS)資料庫所收錄的期刊論文，側重於透過線上平臺進行遊戲式的程式學習，共篩選出60篇文章，並從六個構面進行分析：一、透過遊戲式學習的程式語言；二、線上遊戲式學習平臺的來源；三、線上遊戲式學習平臺與課程的整合；四、遊戲化元素的類型；五、實證研究資料收集方法；六、研究成效的評估指標。研究結果發現，Java是最常被用來研究透過遊戲式學習的語言，線上遊戲式學習平臺以作者團隊自行開發者居多，大部分的研究都在正式課程中進行實驗，遊戲化元素以獎勵型最為常見，又以點數使用頻率最高。問卷仍是實證研究最多被使用的資料收集方法，97.6%的評估指標調查結果顯示線上遊戲式平臺是輔助學習程式有效的工具。

**關鍵詞：**文獻回顧、程式設計、輔助學習、線上遊戲

## 壹、前言

學習程式設計除了可以增加程式語言的技能外，還可以學習數學問題解決、批判性思維、社交技能、自我管理和學術技能(Popat & Starkey, 2019)。近年來各行各業需求的人才逐漸重視跨領域整合的能力，STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)教育成為國家發展不容忽視的重要項目。為了引導學生跨領域學習，運算思維與程式設計能力成為必備的基礎，因此，近年來許多國家紛紛將程式設計的課程設定為國家教育的重要政策，提倡從中、小學開始學習程式語言。

學習程式設計強調「記憶」、「邏輯」

*通訊作者：許雯絞，chiaohsu@nutc.edu.tw；ORCID：0000-0001-9226-588X
投稿：2023/6/15，修訂：2023/10/4，接受：2023/10/12；線上出版：2024/1/29

與「練習」(Umapathy et al., 2020)，除了必須記憶程式設計的概念和相關的語法，學習推演執行邏輯外，還需要不斷地練習分析問題和撰寫程式碼，才能有效提高程式設計的能力，因此程式設計是一門難學的學科(Qian & Lehman, 2017)，有不少學生在學習程式設計時，遭遇到困難而感到挫折，甚至放棄學習。如何協助學生跨越學習的門檻，一直是教師們努力尋求的目標。

古文說「業精於勤，荒於嬉」，這句話用來勉勵學習者應該勤於學習，使學問更加精進，勿耽溺於遊樂而怠惰學習。但這句話同時也透露出人們「喜於嬉」的本性，因而有將遊戲與學習相結合的構想，若能從遊戲中學習，將有助於提升學習的效果。事實上，在許多創新教學的研究中，常見將遊戲融入課程中，希望營造吸引人的學習環境，促進學習的參與度和持續學習的動力(Charlier et al., 2012)。在學習中使用遊戲常見的類型有兩種，遊戲化(gamification)學習是指將遊戲元素、機制、和思維應用到學習活動中(Furtado et al., 2021; Kalogiannakis et al., 2021)，而遊戲式學習(game-based learning)則是將遊戲作為學習過程的一部分，在設計的學習框架和活動中，使用遊戲去提升學習經驗(Al-Azawi et al., 2016)，例如利用遊戲來強化知識和技能，或用以測試學習的成果。遊戲式學習重視設定學習的目標、學習過程的表現和學習成果，而遊戲化側重於利用遊戲元素(如關卡、排名、徽章等)為基礎的獎助機制，刺激學習的動力。因此在許多研究中，也常見在遊戲式學習中加入遊戲化的元素和機制。

遊戲式學習可以是實體或線上的活動，本研究更關注在線上所進行的遊戲活動，因為教師不容易在課堂上或課後提供個人化的經常性和直接的指導，提供一個更自動化地輔助教學工具(例如線上學習系統)是解決問題的方法之一(Grey & Gordon, 2023)。線上教學最常見的是透過電腦版的網頁(Lin et al., 2023; Paiva et al., 2022)，早期是搭配簡單的問答或小遊戲進行教學，之後融入更多互動性的機制。隨著行動裝置的興起，為了讓遊戲在學習時更具有便利性，有研究將遊戲互動設計在手機應用程式上(Marín et al., 2018)。另外，利用開放共享的平臺，例如Kahoot!、Moodle、Scratch等(Alebaikan et al., 2022; Jusas et al., 2022)進行教學，可以節省開發系統的時間。此外，近年來元宇宙(metaverse)的相關技術更加成熟後，有些研究也會搭配擴增實境(Augmented Reality, AR)或虛擬實境(Virtual Reality, VR)的設備來輔助程式教學(Segura et al., 2020)。

近年來由於科技技術的進步，得以實現更多數位化的學習環境，因此數位遊戲式學習有不斷增加的趨勢(Majuri et al., 2018)。雖然各項研究所探討的面向不同，如學習動機、學習興趣、學習成績等等，大多數的結論都呈現正面的效果。然而教學最大的目標還是在於提高學生的學習成績，可惜這項指標研究的結果相對是較不穩定的，例如有些研究的結果是在數位化學習平臺中導入遊戲化元素，對學生的成績提升不一定有正向的效果(Domínguez et al., 2013; Kalogiannakis et al., 2021)。因此本研究希望透過有系統的回顧文獻瞭解遊戲輔助程式學習對於學習者的影響及成效。

學生學習程式語言時所遭遇的困難，包括學生無法活用程式語法，理解程式邏輯以解決問題(Elshiekh & Butgerit, 2017)，當學生遭遇學習困境而產生挫敗感時，很容易喪失學習的興趣與動力，需要一個方法來激勵他們，而利用遊戲來輔助學習不失為一個有

效的解決方案。過去已有不少研究將遊戲融入程式語言的學習中，並證明其有效緩解學習中經常出現的各種問題，包括缺乏動機、缺乏興趣、不易掌握程式概念、乏味的學習過程等等(Grey & Gordon, 2023; Kumar & Khurana, 2012; Maryono et al., 2022; Paiva et al., 2022)。

雖然在使用遊戲輔助程式設計教學並不是新的議題，但近幾年的科技發展快速，不論在軟體或硬體上都有長足的進步，再加上同時考慮「線上」、「遊戲」和「程式語言」三個要素的文獻回顧文很少，因此有需要進一步的資訊來說明和證實這個領域的研究現況。針對特定領域或議題進行系統性的文獻回顧(Systematic Literature Review, SLR)，可以提供研究人員預先瞭解所需要的專業知識，作為規劃研究的基礎，同時避免重複研究和重蹈覆轍的參考依據(Furtado et al., 2021)。因此本研究的目的是對相關文獻進行系統性的回顧，以瞭解在學習程式語言時，遊戲式的學習機制如何在線上系統呈現並整合教學，以及對於參與者的效益與影響。

本研究將探討的重點聚焦在導入「遊戲」機制於「線上」平臺進行「程式語言」學習的相關研究，並回顧2014年1月至2023年2月近十年內發表的期刊論文。本研究設定以下六個探討構面，以便對文獻進行編碼，並透過統計數據，從各個構面對目前研究概況和實踐經驗進行分析與探討。

一、透過遊戲式學習的程式語言。

二、線上遊戲式學習平臺的來源。

三、線上遊戲式學習平臺與課程的整合。

四、遊戲化元素的類型。

五、實證研究資料收集方法。

六、研究成效的評估指標。

本研究在Web of Science (WoS)資料庫中檢索了2014年1月至2023年2月間，發表於期刊的論文共60篇，這些論文都進行了上述六個構面的編碼，並呈現調查所獲得的結果，進行分析與討論。

## 貳、文獻探討

有效學習的現代理論表明，當學習是主動的、體驗式的、情境式的、基於問題的並提供即時反饋時，學習是最有效的(Boyle et al., 2011)，而遊戲似乎可提供具有這些特徵的活動。遊戲式學習將遊戲元素應用於教學過程中，提供學生互動、參與和娛樂的學習體驗，以促進學生的參與度、動機和學習成效，進一步達到學習的目的。遊戲可以是實體的活動，也可以使用電腦、平板電腦、手機或其他科技工具在虛擬環境中進行，關鍵在於提供具有挑戰性、引人入勝和有意義的學習體驗，使學生能夠在遊戲中學習、實踐和應用知識、技能和概念。

遊戲輔助教學已經廣泛應用於各個教育領域，但如何設計出有效的遊戲機制仍然是教學者需要不斷探索和嘗試的工作。Wang等(2022)透過Delphi method (Giannarou & Zervas, 2014)，整合14位企業教育訓練專家的教學遊戲化經驗，以及專家應用遊戲化原則及機制之實務經驗，整理了六項教學遊戲化的設計原則。一、教學目標結合。因為缺乏教學目標的遊戲容易使學生迷失，且在遊戲後沒有達到預期學習的效果將更顯得空虛。因此設計者應確認課程目標是否融入遊戲中，才能讓遊戲化與教學相輔相成，達到提升學習成效的目標(Armstrong & Landers, 2018)。二、即時回饋。激勵玩家繼續參與的一項重要的元素即是即時的回饋(Nacke & Deterding, 2017)，即時的回饋可以是過程中得到的報

酬或獎勵，也可以是知識的學習與成就感。本研究認為，學習錯誤的即時導正亦是重要的回饋項目之一。三、團隊競爭。競爭也是專家認同的遊戲化重要關鍵要素，透過團隊的競爭和比賽，可以維持學生對課程的參與及投入度。若能帶來彼此良性的競爭，則可形成一股正向、自主循環的氛圍。四、清楚公平的遊戲規則。「遊戲規則」指引玩家遊戲進行的方式，簡單清楚的規則會降低入門的門檻，更能吸引初學者的使用意願。五、挑戰目標難度漸增。規劃由淺至深的學習才能讓玩家有良好的學習體驗，若能搭配學習的進度設定不同難易度的任務，可以讓玩者在遊戲的過程中，感受能力的提升，增加繼續參與的意願。六、無失敗風險的體驗式活動。傳統的講述教學之後的測驗，多為一次性的體驗，學生無法多次嘗試而感受較大的壓力。而遊戲中的失敗可視為一種機會，不成功時可再多次嘗試(Kiryakova et al., 2014)，可以大幅度降低學生落入考試失敗的挫折中。在沒有風險的環境之下學習，學生較能保持良好的心態，而願意持續學習。

每項遊戲式教學活動採用的遊戲化的元素眾多，包括獎勵型、競賽型、任務型等等，其中PBLs：點數(Points)、徽章(Badges)、排行榜(Leaderboards)、等級／關卡(Levels) (Koivisto & Hamari, 2019; Majuri et al., 2018)是經常被使用的元素。「點數」是指玩家完成某項任務後得到的一個數值，努力的成果可以透過數值逐漸提高而得的滿足。「徽章」是一種榮譽的象徵，玩家以徽章為里程碑，階段性的努力以邁向成功。「排行榜」提供競爭的目標，以超越他人激發前進的動力。「等級或關卡」刺激玩家挑戰的動機，透過挑戰成功肯定自我。

有關遊戲在教學上帶來的成效，常見的評估變數有：學習成績、學習動機、參與意願、社會互動等等。不同的遊戲設計實驗於不同的學科或對象，成效也會有所差異，雖然大多數的結論都是肯定遊戲融入教學的效果，但也並非所有的研究都達到預期的提升結果，因而引發其在教育潛力的討論和疑慮(Berkling & Thomas, 2013; Zainuddin, 2018)。遊戲的獎勵元素是影響學生學習體驗意願的主要因素(Sailer et al., 2017; Werbach, 2014)。然而，像點數和排行榜這類外在動機的提升，是否有效觸發內在動機(內心的需要、追求自我、獲得生命的意義等等)，則引起較多的討論。儘管許多的研究顯示遊戲式學習同時提升了外在和內在的動機(Yapıcı & Karakoyun, 2017; Zamora-Polo et al., 2019)，但也有研究發現，使用徽章增加了學生外在的動機，但對內在動機影響很小或沒有影響(Erdoğdu & Karataş, 2016)。不過，由於遊戲本身具有熱情、享受、趣味的特性，因此大多數的學者仍是肯定遊戲對學生的學習能夠產生正向的動力。

在學習中納入遊戲的機制對於學習成績的影響，研究結果相對差異是比較大的。Kalogiannakis等(2021)回顧了24篇實證研究論文，其中調查學生學習結果的13篇論文中，有11篇得到顯著的提升結果，另有2篇結果不顯著。又例如，Domínguez等(2013)結合大學課程與數位學習平臺進行文書軟體學習的實驗中發現，導入遊戲元素的學習平臺並未對學生的成績有所提升。Hanus與Fox (2015)的遊戲學習機制的實驗課程也得到學生較低的評價，以及學習動機存有差異的學生在期末成績的表現出現兩極化的結果，因而得到遊戲本身若有門檻效應可能不適合全盤導入課程的結論。本研究則認為，呼應Wang等(2022)提出的遊戲化的設計原則，可能與遊

戲的設計是否與教學目標緊密結合的程度有關。另外，增加學習動機、參與度，以及社會互動，對學習成績也存在相關性，學生表現越積極性以及參與度越高，就越有可能取得更顯著的學習成果(Groening & Binnewies, 2019; Yildirim, 2017)。

遊戲式學習是這幾年的熱門趨勢，將遊戲應用在輔助學生學習程式語言，也同樣引起不少研究人員的興趣。Paiva等(2022)就結合自動評估和遊戲的系統，提供即時回饋學生練習撰寫程式碼的評估結果，以及設計一些挑戰活動，結合獎勵和排行榜，實驗結果有助於學生克服學習上的障礙。學習程式設計的難點在於理解高度抽象的程式概念，善用工具和圖形表示可以幫助理解(Schez-Sobrino et al., 2020)，因此視覺化程式設計受到許多兒童和初學者的喜愛。da Silva等(2015)回顧了29篇有關論文，目的在瞭解遊戲在程式設計課程中使用的成效，結果顯示除了1篇研究沒有得到顯著的效果外，其餘28篇論文都表示遊戲的使用對於程式設計的教學是有效的。遊戲應用在程式教學的研究持續在增加，加上遠距教學在前幾年因疫情關係而被大幅度採用，因此系統地文獻回顧此領域的研究，可以詳細且具體地瞭解近期的研究結果。

## 參、研究方法

為了有系統地回顧有關遊戲機制應用於程式設計學習平臺的發展現狀和趨勢，本研究採用SLR的方法(Tranfield et al., 2003)，首先設定明確的研究問題，並定位文獻檢索來源和範圍，設定特定標準來確定文章是否將包含在文獻綜述中，包含被引用或排除的條件。接著針對研究問題設定要探討的構面和共同的指標，再將文獻依指標編碼。將編碼後的數據利用統計分析的技巧，進行彙總和分析，得到關於該研究的一些發展現況和結論，並為未來的工作提供建議。本研究範圍、目標文獻收錄的過程與指標編碼的原則說明如下。

### 一、研究範圍

本研究探討的目標在於線上遊戲輔助程式學習的現況，由於數位化的遊戲式學習(digital game-based learning)從2001年後才被普遍地討論(Yurdaarmagan et al., 2015)，2011年後因相關技術的發展，為線上學習提供了先進的工具，也降低了建置數位學習課程的門檻，使得線上學習更為普及。由於遊戲的發展會隨著軟、硬體的進步而推陳出新，故納入年代太遠的文獻較不適合作為現況分析的資料。本研究欲探討近十年內透過遊戲在線上學習程式的發展現況，因此以2014年1月至2023年2月期間發表的期刊論文為主。

為了瞭解如何應用線上遊戲支持學習程式的研究現況，納入分析的文獻必須以學習某種程式語言為教學的目的，並在教學策略中加入遊戲活動，且此遊戲是在線上平臺進行，也就是排除採用實體遊戲的文獻。其中包含採用遊戲機制進行教學活動，或在遊戲式學習中納入了遊戲化的元素，只要在線上執行遊戲以輔助程式學習的文獻，均在本研究所收錄的範圍內。

目前程式語言大致可分為「代碼程式語言」(Code Programming Language, CPL)和「視覺化程式語言」(Visual Programming Language, VPL)。CPL是以文本的方式撰寫或編輯指令，由多行指令組成程式，如C、Java或Python。VPL則使用圖形元素，例如圖標和流程圖，來表示程式的指令，常見以積木式的結構呈現，透過拖放圖形元素組成

程式，而不需要撰寫程式指令。CPL和VPL各有其優勢和適用的情境，一般而言，CPL允許程式設計者更大的控制和靈活性，但也更複雜和學習門檻較高。VPL則相對較容易學習，具有趣味性和實驗性(Scaico et al., 2013)，但在功能上則較有局限性。由於部分文獻會將學習VPL本身視為一種遊戲式的學習，但若未在研究中加入一般所稱的遊戲，則不符合本研究的目的，因此會被排除在探討的範圍外。

## 二、文獻樣本來源與篩選過程

本研究探討的文獻來源為WoS資料庫所收錄的論文，首先設定檢索的基本關鍵詞有“Programming”、“gam*”、“teach*”、“learn*”，其中關鍵詞加「*」代表0 ~ 多個字元，例如“gam*” 可比對到“game”、“gamified”、“gamification”等關鍵詞。由於近幾年AR和VR也被運用於教育場域，為了探索是否有文獻以AR或VR遊戲作為輔助程式學習的工具，因此增加“AR”和“VR”兩個關鍵詞。上述數個關鍵詞若組成單一布林邏輯敘述句，無法聚焦檢索到接近本研究要探討的目標文獻，因此改為交叉組成多個查詢條件，再以人工的方式進行過濾。檢索的時間在2023年2月下旬，以十年左右的文獻為範圍，故限縮條件為2014年1月至2023年2月間發表於期刊的論文。

排除文獻回顧文和非英文撰寫的論文，查詢結果刪除重複後，總共收集到696篇論文。接著進入論文篩選和審查的過程，篩選和審查階段將未使用線上平臺或系統、未納入遊戲機制，以及非研究學習程式語言的論文排除。篩選階段主要是閱讀論文標題及摘要的內容，快速過濾不符合本研究主題的論文，此階段共排除613篇文章。審查階段是透過詳讀論文內容，再次去除不符合的論文，共排除23篇。最後納入探討的論文為60篇。圖1表達了論文收集和評估的過程。

## 三、編碼方案

本研究從不同的構面建立了編碼方案，以便有系統地審視2014年1月至2023年2月近十年間的60篇期刊論文。圖2彙整了大多數回顧文獻中所採用的基本研究流程，研究前先設定研究範圍，包括學生要學習的程式語言(例如：Java、C等等)和研究對象。實施時決定採用的線上平臺，平臺和課程之間如何相互搭配，以及過程中將融入哪些遊戲化元素以激勵學習。實施的結果和成效需要經過驗證，包括調查的方法，以及評估指標的選擇。由於收錄的60篇文獻中，有高達73.3%(44篇)的研究對象為大學生，少數其他背景的學習者(8篇為中、小學生，4篇為社會人士，4篇為不限年齡)，因此未將研究對象納入編碼方案中。除了研究對象之外，依據圖2，本研究設定了六個編碼構面，分別為：透過遊戲式學習的程式語言、線上遊戲式學習平臺的來源、線上遊戲式學習平臺與課程的整合、遊戲化元素的類型、實證研究資料收集方法、研究成效的評估指標。各構面與編碼原則分述如下。

### (一)透過遊戲式學習的程式語言

本構面意指各論文的研究對象所學習的程式語言。本研究在程式語言的編碼先區分為三大類，分別為「CPL」、「VPL」和「未說明」。CPL出現次數超過3次以上者則獨立編碼，包含Java、Python、C、C#和JavaScript，其餘出現次數少者，合併於其他項。VPL中，最大項的是Scratch，因此將它獨立編碼，其他若是屬於讓學生選擇具有方

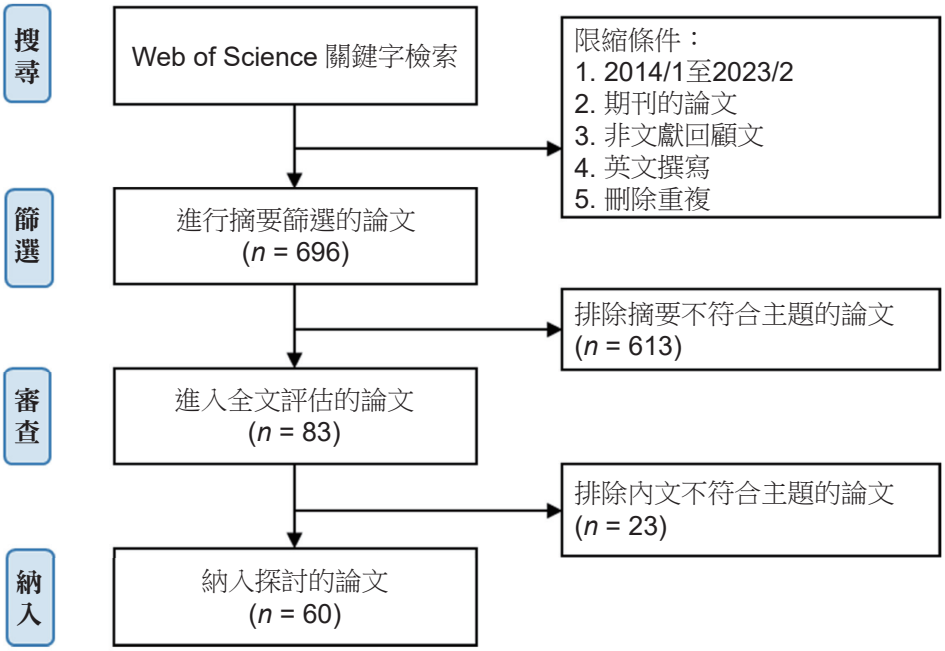


圖1：論文收集與評估流程圖

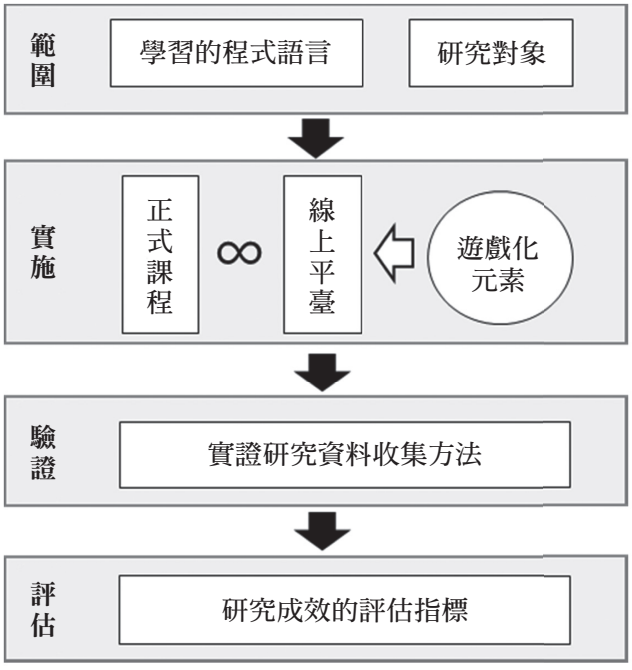


圖2：線上遊戲輔助程式學習相關研究的基本流程

向性和重複性的邏輯方塊，以控制遊戲中的虛擬角色(Kazimoglu, 2020; Segura et al., 2020)者，則以「邏輯方塊」編碼。其餘出現次數少者，合併於其他項。如研究範圍所述，若論文中僅強調透過VPL可以遊戲式的學習程式語言，未加入其他遊戲活動，則不在本研究收錄的文獻中。除了上述兩大類外，有些論文並未說明學習的程式語言，因此增加「未說明」一項。

### (二)線上遊戲式學習平臺的來源

線上遊戲式學習平臺的來源是指學習的過程中，遊戲的機制或活動所實現的線上平臺。有些研究採用兩個平臺協助教學，其一是課程或教材的平臺，其二才是遊戲進行的平臺。本研究在詳讀文獻的內文時，將作者宣稱該研究的遊戲元素所實施的平臺稱之。平臺的來源分兩大類，「自行開發」的平臺和「開放共享」的平臺。自行開發的平臺是指作者所屬團隊開發的平臺，且未開放給他人使用，亦未上架到App Store或Play商店，也未被多篇研究引用的教學平臺。反之，開放共享的平臺指可以透過申請使用的平臺，如Code Gym、Scratch、Kahoot!等，或有上架到App Store或Play商店，或有開放給大眾使用，亦或有被多篇研究引用者。另外若論文中未詳細說明，或者無法從文中辨識所採用的遊戲平臺的論文，則歸類在「未說明」。

### (三)線上遊戲式學習平臺與課程的整合

由於在不同的時機導入遊戲式的學習，可能會有不同的效果，因此本構面主要是為了區分此遊戲式學習平臺實施的時機，是整合在課堂上的教學活動，或是扮演課後輔助的功能。編碼分為三種，其一是實施於「課堂中」，不論是在實體課程中搭配線上遊戲式學習平臺，或是全程使用線上平臺的研究，都歸類於此。其二是於「課堂外」實施，例如將作業設計在線上平臺，或是讓學生於課後使用線上平臺，作為輔助教學或複習的工具，這一類的研究都屬於此項。另外，有些研究是採取招募實驗對象的方式進行研究，並未搭配正式課程，則歸類為「其他」。

### (四)遊戲化元素的類型

遊戲化的元素是指遊戲設計中，用來增加參與者的參與度、動機、成就感和樂趣的組成元素。由於遊戲化元素的種類繁多，本研究依其特性分為六大類和其他，說明如下。

1. 獎勵型

指參與者完成某項指定的目標，例如完成一道題目，或分數達到一定的門檻，就會給予參與者的遊戲元素，例如點數、徽章、虛擬物品、獎勵和頭像等。

2. 競賽型

指參與者之間有產生競爭或排名的遊戲元素。研究中若遊戲的方式是使用競賽或排行榜，則屬於競賽型的元素。競賽可以是團隊之間或個人之間的對抗。

3. 任務型

指遊戲中有設定目標和任務，使參與者有明確的追求方向的，屬於任務型的元素。例如：關卡(有過關的目標)、進度條(隨著完成度進行變更)、拼圖(有取得所有碎片的目標)等等。

4. 反饋型

提供即時和有明確意義的反饋機制，例如遊戲時出現錯誤則即時給予提示或糾正，或在論壇中即時線上討論，都屬於此類型。

5.故事型

在遊戲中若有使用敘事的方法，以故事情節讓參與者在融入情境的狀況下學習程式，則歸類在此項目中。

6.團隊型

凡是涉及到以組隊的方式進行遊戲，則歸類在此項目中。

7.其他

若出現次數不多的遊戲元素，或論文中沒有明確提及的，都歸類在其他項中。例如，動畫、遊戲板等。

### (五)實證研究資料收集方法

本構面是指研究者為了驗證理論假設或從經驗的事實中歸納出總結或規律，而收集參與者的觀察資料所採用的方法。本研究歸納文獻中用來收集研究成效的調查方法，包括「問卷」、「測驗」、「回饋單」、「訪談」和「其他」。「問卷」和「測驗」是很常見的調查方法，經常在進行控制實驗的研究方法中，將參與者分為實驗組和對照組，用來收集並比較加入遊戲的程式學習方法和傳統教學方法之間的差異。雖然測驗也可以採問卷的方式進行，本研究區分兩者為：「問卷」主要收集參與者的看法、滿意度、學習體驗等方面的主觀感受，「測驗」則主要用來確認參與者的知識或技能而進行的評估方式，包括：測試(test)、小考(quiz)、或考試(exam)。「訪談」是質化研究採行的資料收集方法之一，透過與參與者雙方口頭交談的方式，瞭解參與者的想法和建議，一般可以獲得更具體和更深入的資訊，由於可以反覆詢問和確認，也可以觀察到受訪者的行為，因此資料的完整度、可信度和正確性較高，缺點是較其他方法花費的時間和人力成本高。其他出現次數較少(例如情緒識別、學習筆記等)或未收集參與者資料的，都歸類在「其他」項。

### (六)研究成效的評估指標

研究方法需要經過評估才能驗證是否達到設計時的目的。用來評估研究成效的指標很多，大多數研究都選擇採用多項指標評估實驗的結果。本研究統計60篇文獻所採用的評估指標，將次數超過5次以上的獨立編碼，包括：學習成績、學習動機、參與度、感知易用性、激勵學習、課程滿意度、學習注意力、感知有用性、學習程式的信心，和學習享受程度。其他使用次數較低的則合併為「其他」，例如：計算思維、學習效率、學習態度、輟學率、花費時間感受等等。

## 肆、結果與討論

本研究團隊將納入探討的60篇論文經過詳讀後，由兩位編碼人員進行論文的編碼。為了確保他們對編碼方案的理解是一致的，首先由兩個編碼員獨立編碼，再比對結果，對於不一致的部分進行充分的討論並達成共識，對於無法達成共識的編碼，則由第三位研究人員加入討論與判斷，完成編碼過程。60篇論文轉換為六個構面的編碼後，其結果與討論分述如下。

### 一、透過遊戲式學習的程式語言

本小節分析在線上實施遊戲式學習程式的語言，依其類別統計結果如圖3。其中「CPL」共有42篇論文、「VPL」合計16篇論文，以及「其他」有9篇論文。統計結果雖然「CPL」的研究論文數量遠高於「VPL」的論文數，但這並不代表「CPL」的研究相

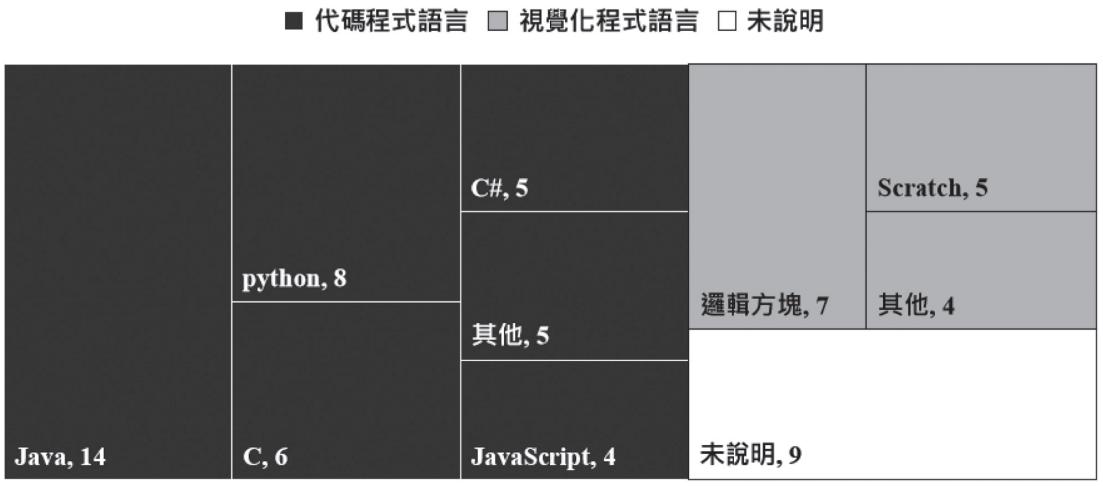


圖3：學習的程式語言之類型與名稱之論文篇數統計

註：一篇論文實驗的語言可能牽涉一種以上，故總數多於60篇。

對較少。主要原因有二，其一是文獻樣本檢索時加入了遊戲的關鍵字，而「VPL」的學習本質就帶有遊戲的成分，因此相關的研究未特別去標註遊戲式的學習。其二，若「VPL」的研究未額外加入遊戲活動，也會被排除在外，因此被收錄的論文數較少。

在「CPL」中，Java是最多研究使用的語言，其次為Python、C、C#和JavaScript，這與TIOBE歷年排名在前10的程式語言相呼應(TIOBE排名前10的程式語言的分數變化趨勢可參見https://www.tiobe.com/tiobe-index/)。Java的排名雖在近幾年有下降的趨勢，但長期以來都是使用率非常高的語言，也是很多資訊類科系的學生學習的第一個程式語言。Java具備的優勢，如跨平臺、支援物件導向設計、優秀的記憶體管理機制、豐富的開發套件等等，使它不容易被其他語言取代。再加上金融科技化(financial technology)的興起，Java是金融業的伺服器端最常用的語言，因此預測未來仍然是一個強勢的語言。基於上述的原因，Java是各科系開設程式課程常見的語言，因此也容易被選擇作為實驗的範例。Python最近幾年發展非常的快速，與資料科學的興起有關，由於Python提供大量的機器學習程式庫，對於機器學習和人工智慧提供了強大的工具，因此不論在學界還是業界，普及程度快速地攀升。其他的語言，如C、C#、JavaScript等，在本研究納入分析的論文雖然數量不多，但都是常見的程式語言。

「VPL」經常被用來教導中、小學的學生或非資訊專業背景的學習者，因為它們提供了有吸引力的介面，不需要學習程式語法(Choi et al., 2015)，因此很多為教育目的而開發的教育程式語言(educational programming languages)大多都是VPL，例如Scratch、App Inventor、Squeak Etoys和LEGO Mindstorms NXT-G。在本研究分析的論文中，Scratch是「VPL」中數量最多的。Scratch一開始設定的使用對象是8 ~ 16歲的兒童，標榜的精神是「想像、創造、分享」(imagine, program, share)，特色是利用拼拼圖和堆積木的方式訓練程式邏輯。其他屬於邏輯方塊的語言如：EasyLogic3D、Thunkable、Blockly等。本研

究在編碼的過程中，對於「VPL」的判斷經常陷入難題，由於許多論文將學習VPL本身即定義為遊戲式的學習，與本研究所探討的目的不同，本研究所定義的「遊戲式學習」是在學習程式的過程中，外加遊戲活動或納入遊戲化的元素，因此最終將純粹介紹VPL的論文排除，這也是納入的文獻較少的原因之一。

總結而言，圖3的統計結果顯示線上遊戲輔助程式學習的研究較偏向選擇「CPL」，主要是學習過程相對枯燥且學習門檻較高，學生在學習上遭遇挫敗的比例也較高，因此學者希望能夠藉由遊戲本身的趣味和激勵元素，解決學習上的問題。

## 二、線上遊戲式學習平臺的來源

由圖4的統計數據可以看到，60篇研究中有32篇自行開發學習平臺，有24篇使用開放共享的平臺，另外有4篇未說明使用何種平臺。在自行開發平臺的文獻中，研究者對如何通過遊戲來學習程式進行了良好的評估和規劃，並介紹了遊戲的機制和進行的方式，以及如何透過遊戲完成程式學習。優點是可以設計符合研究目的所需的平臺，缺點是這些平臺大多僅限於該研究團隊使用，推廣性和重用性低。採用開放共享平臺進行遊戲式學習，其平臺的特性主要又分為兩類，一類是像Moodle和Kahoot!，本身並不是專為程式學習而設計，只是研究者將遊戲設計在這類平臺上進行，遊戲方式比較偏向簡單的題目或任務。另外是使用為程式設計而開發的平臺，例如Coding Dojo (da Silva Garcia et al., 2022)和Codecademy (Ortiz-Rojas et al., 2019)等，這類平臺強調線上互動式的學習，大多提供課程、即時程式撰寫回饋、或個人化的學習計畫、測驗與練習。優點是平臺與學習緊密結合，缺點則是遊戲的程度較低，應用的彈性較低。

普遍而言，教師通常需要花費不少時間來準備教材，若有現成可用的平臺，理應優先被選擇，但大部分的研究會自行開發學習平臺，主要的原因有二，其一是開放共享的平臺受限於既有的框架和功能，不一定能夠符合研究的目的所需。其二是使用開放共享的平臺，許多資料只有系統管理者才能窺見，要收集參與者的使用紀錄相對不易。因此在導入遊戲輔

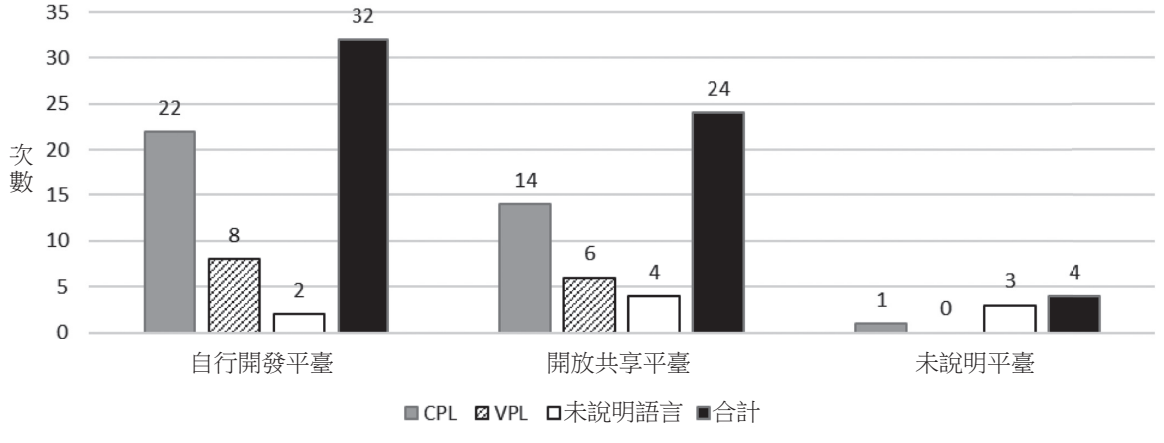


圖4：線上遊戲式學習平臺來源長條圖

註：CPL：代碼程式語言(Code Programming Language)；VPL：視覺化程式語言(Visual Programming Language)。

助學習的研究中，如何取得一個適當的平臺是研究初期面臨的挑戰之一。

## 三、線上遊戲式學習平臺與課程的整合

本小節分析遊戲式的線上學習活動主要在課堂教學中使用，還是在課堂外進行，或是其他非正規課程(例如採用招募實驗對象的研究)。從圖5可以看到大多數的研究是以正式課程為實驗場域，其中以在課堂中進行者為多，共有40篇，在課堂外進行的有14篇，其他則有12篇。各項相加的總數大於60，原因是其中有6篇研究所採用的線上平臺包含課堂中和課堂外均有使用。不過即使主要描述在課堂中如何進行遊戲式學習的研究，也不排除學生會在課後使用平臺，因為通常該平臺也會包含教材在內。本研究主要的判斷是，遊戲的機制和進行是在課堂中由教師引導，還是設計在平臺上由學生於課外自由進行。

由於學習程式設計需要有教師解說觀念和大量的練習撰寫程式碼，加上真實開發環境與遊戲環境亦大不相同，因此遊戲尚無法完全替代傳統的教學方法，尤其是「CPL」的學習。但如果精心設計遊戲的學習氛圍，則可以增強學生的學習，這也是為什麼大多數的研究都關注在課堂中融入遊戲式學習的原因之一。

若再交叉分析課程搭配的遊戲平臺來源，有50%的自行開發平臺被應用於「課堂中」，應用在「課堂外」只有19%，有31%被用在「其他」的研究中。此結果可能的原因包括學者希望解決授課上的問題，因而自行開發平臺以輔助教學，或平臺的操作需要較多教師在旁指導。另外，比較特別的是，有近三分之一的自行開發平臺應用在「其他」(多為招募實驗對象的研究)，有可能是受限於沒有對應的課程可供實驗，或為縮短研究時程的考量所致。開放共享平臺則有高達67%被應用於「課堂中」，且性質多屬於將遊戲設計於非程式學習平臺中(如Moodle和Kahoot!)，大多是用於課堂上進行翻轉教學或吸引學生注意力。應用在「課堂外」有26%，多屬於使用現有的程式學習平臺，提供學生課後的補充學習環境。應用於「其他」則相對較少，僅有7%。另外「未說明的平臺」的4篇研究，均應用在課堂上。

## 四、遊戲化元素的類型

遊戲化的本質，就是在不那麼有趣的事件當中，加入有趣的遊戲化元素。遊戲化

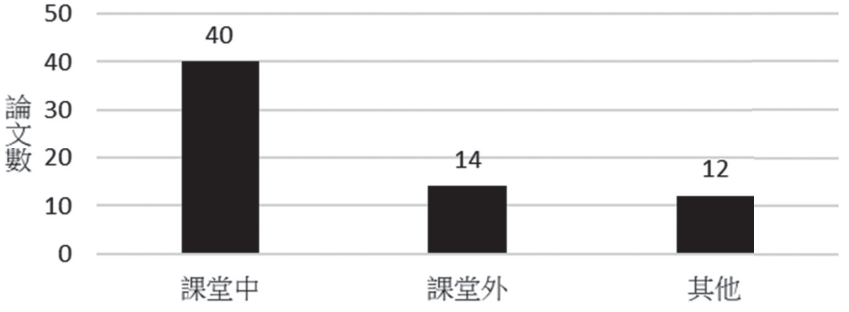


圖5：線上遊戲平臺搭配課程與否的論文篇數長條圖

註：一篇論文實驗時可能包含多種情況，故總數多於60篇。

的元素眾多，因此本研究將其歸納為六個類型，再統計各類型使用的頻率，如圖6所示。獎勵型是最多被採用的元素(70次)，遠高於其次的競賽型(34次)和任務型(29次)，接著是即時型(19次)、故事型(14次)和團隊型(8次)。若以個別元素進行比較，文獻中經常將點數、徽章、排行榜、等級／關卡合稱為PBLs，認為這是最常被使用的遊戲化元素，本研究統計後的結果也驗證了這個現象，點數排名第一(33次)，徽章和排行榜並列第二(24次)，接著是即時回饋(16次)和關卡(15次)。

儘管獎勵對學生的影響仍有許多的爭論(Cameron et al., 2001; Deci et al., 2001)，但獎勵仍然在教育中繼續地被應用來加強動機、學習成效，以及學習行為(Filsecker & Hickey, 2014)的元素。在遊戲中的獎勵元素，點數是較容易換算為評量分數的，採用的研究也較多，其他如徽章和虛擬物品，可以增加遊戲的有趣度，也容易達到刺激學生學習的目的。競賽型的元素是透過競爭心理使人努力向上的激勵方法，在遊戲中，透過排行榜呈現學生之間的差距是最常見的方式。在許多課程教學中，排行榜的有效性和負面效果是學者們關心的議題，例如排行榜可以激勵排名在前的學生，對於排名在後的學生反而有負面的影響，以及有可能灌輸學生錯誤的觀念，忽略了合作的重要性。不過在遊戲中，可以採用只列出排名前幾名的方式降低負面的效果，因此也是使用率很高的遊戲元素。任務型的元素為學習者設定了明確的目標，學生可以為了完成目標而努力，教師也可以透過學生完成的任務瞭解學習的進度和成效，是一種輔助性高的元素。在設計任務時，通常任務的難度會逐次提高，這一點符合Skinner (1985)的行為主義理論在教學上的應用，透過將學習目標分解為多個小任務，學生經由操作性條件反射學習，並逐步強化，最終達到目標的學習。即時回饋是所有元素中第四個常被使用的元素，也是Wang等(2022)整理的六項教學遊戲化的設計原則中的第二項。即時回饋包含學生的疑問獲得即時的解答，以及學生的錯誤獲得即時的糾正，這對學習過程中知識的累積至關重要，因此在設計遊戲時也得到重視。在程式設計的遊戲中，即時回饋可以結合自動評估的功能，為學生練習撰寫的程式碼提供即時的檢查，或者使用論壇的方式，透過討論學習他人的經驗，這些方法都可以幫助學生克服障礙，達到良好的學習效果。另外，故事型引導

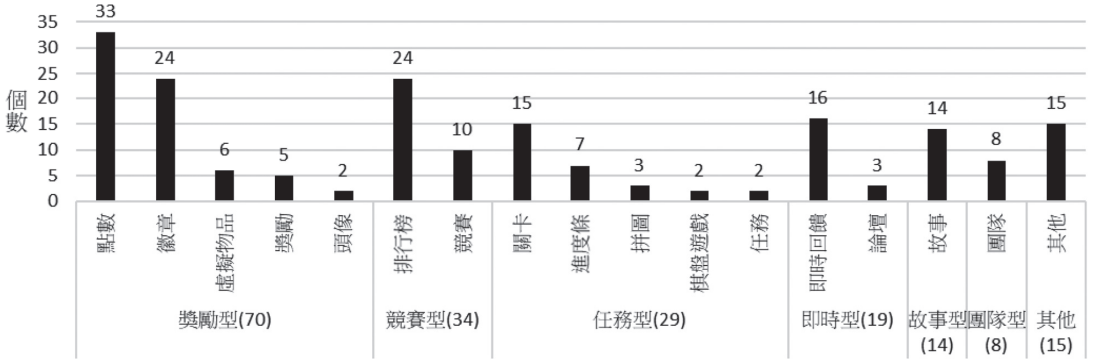


圖6：遊戲化元素使用數長條圖

註：一篇論文實驗時可能包含採用多個遊戲化元素，故總數多於60篇。

學生身歷其境，容易引起學生的興趣。反而團隊型在程式設計的遊戲中未被普遍採用，原因可能是希望學生能夠全面性的學習程式技能，而團隊合作容易因為分工只強化部分技術，非設計者想達到的目的，故而採用度較低。

本小節統計的結果，可以從量化數字中得知各種遊戲化元素被選擇使用的次數，如文獻探討中提及，PBLs被認為是最常被使用的遊戲化元素，本研究雖然探討的文獻範圍不同，其統計結果亦與其他文獻的結論相去不遠，因為這幾項元素容易被規劃在課程遊戲中，且容易被移植或重用(Paiva et al., 2022)。另外，獎勵型的元素遠高於競賽型和任務型，推測原因是獎勵型的元素具有持續增量的指標特性，亦即獎勵會不斷的累積，因此學生被鼓勵的感受度較高。相較之下，競賽型的元素具有此消彼長的特性，任務型的元素則有失敗的風險，因此這兩種類型的元素在應用上相對較少。

## 五、實證研究資料收集方法

針對實證研究資料收集方法進行統計，結果如圖7，60篇論文中有45篇採用了問卷調查的方式收集資料，問卷的內容涵蓋學習過程中的態度和感受，以及對系統的使用經驗，以及課程滿意度等。大部分都使用李克特5點或7點量表(Likert scale)。問卷調查是最常用的資料收集方法，以取得學習者的主觀感受為主，由於可以大規模地取得標準化的回饋資料，方便後續量化分析，容易達到匿名和保密的目的，成本相對較低，且容易複製以比較研究結果，因此受到許多研究的青睞。第二個常用的方法是測驗，透過測試、小考、或考試取得學生的學習成效，統計結果也有超過一半(33篇)的研究採用。由於學習成績可直接反映學生是否理解課程內容，因此是相當重要的參考依據。但若實驗有搭配正規課程，則測驗成績較容易取得且涵蓋課程範圍較全面，可信度較高。若屬於招募實驗對象的研究，由於學習者使用系統的時間較短，使用測驗的結果來評估成效恐有疑慮，因此相較於問卷，測驗的被使用率較低。採用訪談的論文有6篇，主要因為訪談資料收集速度較慢，事後還需要將非結構性的內容統整或轉換為結構性的內容，才能運用統計進行分析，人力和時間成本較高，因此較少被採用。另外在其他項中，還有利用腦波偵測、學習筆記、作業、系統使用紀錄等不同的調查方法，雖然在方便性上較無

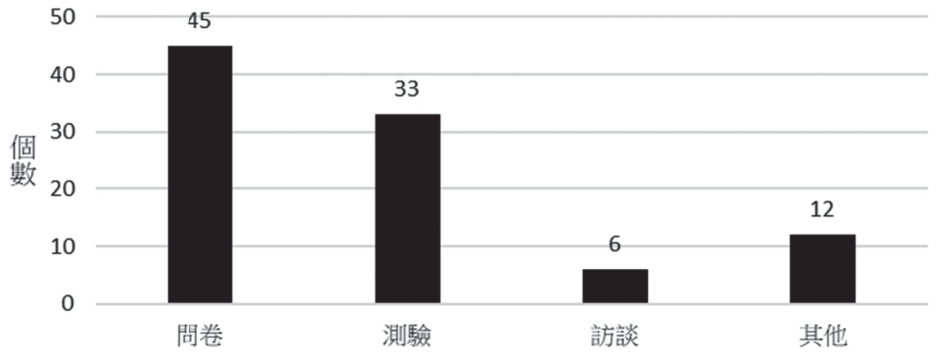


圖7：實證研究資料收集方法使用數長條圖

註：一篇論文實驗時可能包含採用多種資料收集方法，故總數多於60篇。

優勢而少被使用，但因為能提供更詳細的資訊，可以得到令人感興趣的結果。例如Lin等(2023)使用腦電圖設備來測量學習者在遊戲過程中的精神狀態(放鬆或集中)以評估其參與度，再於實驗後以問卷調查實驗過程中的心流體驗，雖然實驗結果顯示腦電波活動與心流狀態並不完全對應，但提供了不同層次的學習資訊，豐富了研究的討論度。

## 六、研究成效的評估指標

實證研究資料收集，不論是問卷、測驗，還是訪談，都會依據對應的評估指標來設計，本小節統計研究成效評估指標在文獻中使用次數，如圖8。其中前三項最多研究納入評估的是「學習成績」、「學習動機」和「參與度」，分別有28篇、21篇和19篇。「學習成績」是最直觀的學習成效，對學生而言，也是修習課程最重要的成果，因此多數研究會以成績作為評量研究成效的指標。da Silva等(2015)回顧遊戲在程式設計教學中的運用，得到「學習動機」是最多研究使用的指標，本研究的研究範圍(收錄期間、主題)與之不同，因而成果略有差異，但仍證明「學習動機」仍被研究者視為重要的指標。「參與度」名列第三，主要由於研究的主題包括使用線上平臺進行遊戲，因此參與度對於活動進行的成敗十分關鍵。

其他常見的指標依序為：感知易用性(14篇)、激勵學習(12篇)、課程滿意度(11篇)、學習注意力(9篇)、感知有用性(9篇)、學習程式的信心(6篇)、學習享受程度(6篇)，以及其他(31篇)。其中感知易用性和感知有用性，主要評估系統設計的良莠，在其他探討學習成效的論文較不多見，由於本研究以線上遊戲為主題之一，因此也有不少研究採用。合計評估指標總共被使用166次，其中只有4次的實驗呈現負向的影響，分別出現在參與度(Rojas-López et al., 2019)、學習情緒(Theodoropoulos & Lepouras, 2022)、時間花費的感受(Paiva et al., 2022)和系統畫面的滿意度(Grey & Gordon, 2023)。有高達97.6%的研究結果說明遊戲的使用對於程式設計的教學是有效或是滿意的，此結果也與2015年da Silva等學者回顧文獻的結果(97%)相當。雖然在文獻探討中提及，並非所有的遊戲化的機制對於成績都能達到提升的效果，不過本研究的

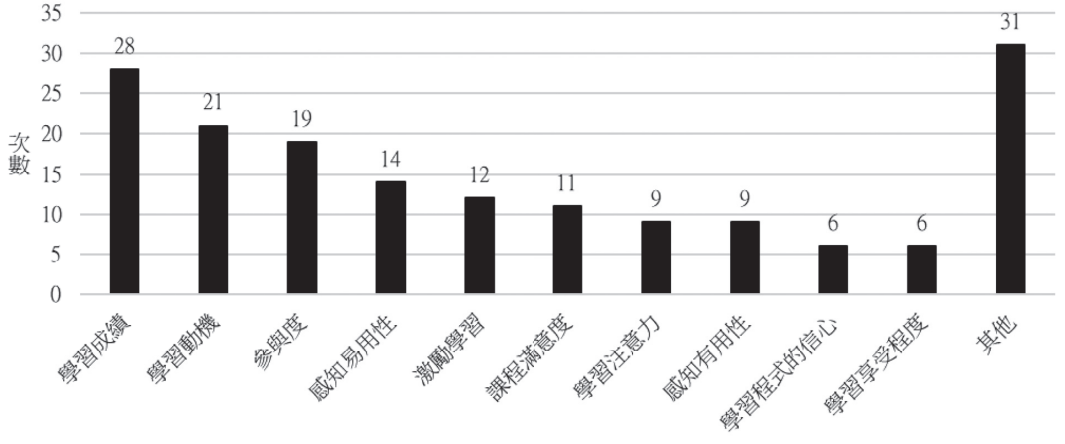


圖8：研究成效評估指標使用次數長條圖

註：一篇論文實驗時可能包含採用多個評估指標，故總數多於60篇。

結果顯示100%的文獻都宣稱其實驗在「學習成績」上都有所提升，或者可以推論，相較於其他學科，程式設計課程很適合以線上遊戲來輔助學習。

## 伍、結論

本研究回顧了2014年1月到2023年2月間60篇探討線上遊戲式學習程式的文獻，經過六個構面的指標編碼，再進行分析與探討，得到以下的結果：

一、60篇論文中有42篇為「CPL」，遠高於16篇的「VPL」。

二、半數以上的研究(32篇)會自行開發遊戲式的學習平臺，有24篇研究採用公開的平臺。

三、八成以上的研究場域為正式課程融入遊戲式教學平臺，其中有40篇在課堂活動中使用，有14篇在課堂外讓學生使用平臺。

四、遊戲化元素以獎勵型居多，PBLs (點數、徽章、排行榜、等級／關卡)和即時回饋，是使用率最高的五大元素。

五、問卷調查是實證研究最常用的資料收集方法，本次回顧的60篇論文中有45篇採用了問卷法收集資料。

六、研究成效的評估指標採用率最高的前三項為「學習成績」、「學習動機」和「參與度」。對於線上遊戲式學習程式的成效，有97.6%的研究結果是正向的。

本研究從六個構面進行統計分析後，獲得以下的結論與啟示：

一、本研究透過WoS檢索近十年的文獻，經篩選後符合研究目標的文獻僅有60篇，從文獻數量來看並不多，可見在此領域仍有很大的研究空間，值得學者投入研究並貢獻更多的實驗成果。

二、「VPL」相對於「CPL」是較新的語言，但在近十年的文獻中，「CPL」仍然有很高的比例被選擇作為實驗的目標，推論可能原因是學習「CPL」仍是學生經常面臨的難題。而研究成果都顯示透過線上遊戲的輔助，有助於提升學生的「學習成績」。此結果對於教授程式課程的教師是值得參考的資訊。

三、實證研究資料收集的方法，近十年的統計結果仍以傳統的「問卷」為最多。然而數位化學習環境的優點之一即是易於記錄學習歷程的資訊，相對於問卷大多僅取得前、後測兩次的數值，其他資料收集方式，例如：腦波(Lin et al., 2023)或遊戲點擊率和系統使用時間(Rodrigues et al., 2022)，可以提供更具代表性的資訊，但目前採納的研究尚少，未來是可以發展的研究主題。

四、幾乎所有學習成效指標在不同的研究實驗中都顯示正向的結果，但對於實驗呈現負向的影響的指標仍然值得重視，例如學生需要花費更多的時間學習使用平臺(Paiva et al., 2022)、部分學習動機較弱的學生參與度較低(Rojas-López et al., 2019)，以及使用遊戲平臺學習容易引起學生的焦慮感(Theodoropoulos & Lepouras, 2022)等等，如何在學習計畫中降低負面效果，是後續課程規劃需要考慮的因素。

五、在收錄的文獻中，透過AR或VR的遊戲來學習程式技能的文獻共有8篇，最早出現的文獻是2019年的VR-OCKS (Segura

et al., 2020)，雖然AR或VR遊戲並不是本研究探討的重點，但隨著穿戴式裝置的普及，這是一個新的研究趨勢，未來可能有更多利用穿戴式裝置來進行遊戲式學習的應用，值得關注其後續的發展。

由於本研究只有在一個資料庫上進行檢索，因此有可能遺漏重要的研究。本文的回顧結果，綜述了程式語言的學習過程中，輔以線上遊戲式學習平臺相關研究的實施方法與成效，除了可以瞭解學術發展的現況，亦可作為未來研究者初探本領域的參考，希望對未來開發遊戲式學習教材方面能有所啟發。

## 誌謝

感謝國家科學及技術委員會經費補助(MOST 111-2410-H-025-015-)，使本研究得以順利完成。

## 參考文獻

Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, *7*(4), 131-136. https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659

Alebaikan, R., Alajlan, H., Almassaad, A., Alshamri, N., & Bain, Y. (2022). Experiences of middle school programming in an online learning environment. *Behavioral Sciences*, *12*(11), Article 466. https://doi.org/10.3390/bs12110466

Armstrong, M. B., & Landers, R. N. (2018). Gamification of employee training and development. *International Journal of Training and Development*, *22*(2), 162-169. https://doi.org/10.1111/ijtd.12124

Berkling, K., & Thomas, C. (2013). Gamification of a software engineering course and a detailed analysis of the factors that lead to it's failure. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 525-530). Institute of Electrical and Electronics Engineers. https://doi.org/10.1109/ICL.2013.6644642

Boyle, E., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, *2*(2), 69-74. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2010.12.002

Cameron, J., Banko, K. M., & Pierce, W. D. (2001). Pervasive negative effects of rewards on intrinsic motivation: The myth continues. *The Behavior Analyst*, *24*(1), 1-44. https://doi.org/10.1007/bf03392017

Charlier, N., Ott, M., Remmele, B., & Whitton, N. (2012). Not just for children: Game-based learning for older adults. In P. Felicia (Ed.), *Proceedings of the 6th European Conference on*

*Games Based Learning* (pp. 102-108). Academic Publishing.

Choi, J., An, S., & Lee, Y. (2015). Computing education in Korea—Current issues and endeavors. *ACM Transactions on Computing Education*, *15*(2), 1-22. https://doi.org/10.1145/2716311

da Silva, T. R., Medeiros, T. J., & da Silva Aranha, E. H. (2015, April). *The use of games on the teaching of programming: A systematic review*. 18 Workshop em Engenharia de Software Experimental (ESELAW 2015), Lima, Peru.

da Silva Garcia, F. W., Oliveira, S. R. B., & da Costa Carvalho, E. (2022). Application of a teaching plan for algorithm subjects using active methodologies: An experimental report. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *17*(7), 175-207. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i07.28733

Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. *Review of Educational Research*, *71*(1), 1-27. https://doi.org/10.3102/00346543071001001

Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, *63*, 380-392. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020

Elshiekh, R., & Butgerit, L. (2017). Using gamification to teach students programming concepts. *Open Access Library Journal*, *4*, Article e3803. https://doi.org/10.4236/oalib.1103803

Erdoğdu, F., & Karataş, F. O. (2016, December). *Examining the effects of gamification on different variables in science education*. 2016 Hoca Ahmet Yesevi Yılı Anısına Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi, Antalya, Turkey.

Filsecker, M., & Hickey, D. T. (2014). A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students' motivation, engagement and learning in an educational game. *Computers & Education*, *75*, 136-148. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.02.008

Furtado, L. S., de Souza, R. F., dos Reis Lima, J. L., & Oliveira, S. R. B. (2021). Teaching method for software measurement process based on gamification or serious games: A systematic review of the literature. *International Journal of Computer Games Technology*, *2021*, Article 8873997. https://doi.org/10.1155/2021/8873997

Giannarou, L., & Zervas, E. (2014). Using Delphi technique to build consensus in practice. *International Journal of Business Science & Applied Management*, *9*(2), 65-82.

Grey, S., & Gordon, N. A. (2023). Motivating students to learn how to write code using a gamified programming tutor. *Education Sciences*, *13*(3), Article 230. https://doi.org/10.3390/educsci13030230

Groening, C., & Binnewies, C. (2019). "Achievement unlocked!" —The impact of digital achievements as a gamification element on motivation and performance. *Computers in Human*

*Behavior*, *97*, 151-166. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.02.026

Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, *80*, 152-161. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019

Jusas, V., Barisas, D., & Jančiukas, M. (2022). Game elements towards more sustainable learning in object-oriented programming course. *Sustainability*, *14*(4), Article 2325. https://doi.org/10.3390/su14042325

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in science education. A systematic review of the literature. *Education Sciences*, *11*(1), Article 22. https://doi.org/10.3390/educsci11010022

Kazimoglu, C. (2020). Enhancing confidence in using computational thinking skills via playing a serious game: A case study to increase motivation in learning computer programming. *IEEE Access*, *8*, 221831-221851. https://doi.org/10.1109/access.2020.3043278

Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2014, October). *Gamification in education—A international study in Turkey*. 9th International Balkan Education and Science Conference, Edirne, Turkey.

Koivisto, J., & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, *45*, 191-210. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.013

Kumar, B., & Khurana, P. (2012). Gamification in education—Learn computer programming with fun. *International Journal of Computers and Distributed Systems*, *2*(1), 46-53.

Lin, Y.-L., Chien, S.-Y., Su, W.-C., & Hsiao, S. I. (2023). Coding peekaboom: A gaming mechanism for harvesting programming concepts. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 3765-3785. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11337-5

Majuri, J., Koivisto, J., & Hamari, J. (2018). *Gamification of education and learning: A review of empirical literature*. In J. Koivisto & J. Hamari (Eds.), *Proceedings of the 2nd International GamiFIN Conference* (pp. 11-19). CEUR-WS.

Marín, B., Larenas, F., & Giachetti, G. (2018). Learning conceptual modeling design through the Classutopia serious game. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, *28*(11n12), 1679-1699. https://doi.org/10.1142/s0218194018400235

Maryono, D., Budiyono, Sajidan, & Akhyar, M. (2022). Implementation of gamification in programming learning: Literature review. *International Journal of Information and Education Technology*, *12*(12), 1448-1457. https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.12.1771

Nacke, L. E., & Deterding, S. (2017). Editorial: The maturing of gamification research. *Computers in Human Behavior*, *71*, 450-454. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.062

Ortiz-Rojas, M., Chiluiza, K., & Valcke, M. (2019). Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, *27*(4), 777-788. https://doi.org/10.1002/cae.12116

Paiva, J. C., Queirós, R., Leal, J. P., Swacha, J., & Miernik, F. (2022). Managing gamified programming courses with the FGPE platform. *Information*, *13*(2), Article 45. https://doi.org/10.3390/info13020045

Popat, S., & Starkey, L. (2019). Learning to code or coding to learn? A systematic review. *Computers & Education*, *128*, 365-376. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.005

Qian, Y., & Lehman, J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review. *ACM Transactions on Computing Education*, *18*(1), 1-24. https://doi.org/10.1145/3077618

Rodrigues, L., Pereira, F. D., Toda, A. M., Palomino, P. T., Pessoa, M., Carvalho, L. S. G., Fernandes, D., Oliveira, E. H. T., Cristea, A. I., & Isotani, S. (2022). Gamification suffers from the novelty effect but benefits from the familiarization effect: Findings from a longitudinal study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *19*, Article 13. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00314-6

Rojas-López, A., Rincón-Flores, E. G., Mena, J., García-Peñalvo, F. J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2019). Engagement in the course of programming in higher education through the use of gamification. *Universal Access in the Information Society*, *18*(3), 583-597. https://doi.org/10.1007/s10209-019-00680-z

Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033

Scaico, P. D., de Lima, A. A., Azevedo, S., da Silva, J. B. B., Raposo, E. H., Paiva, L. F., Alencar, Y., Mendes, J. P., & Scaico, A. (2013). Ensino de programação no ensino médio: Uma abordagem orientada ao design com a linguagem Scratch. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, *21*(2), 92-103. https://doi.org/10.5753/rbie.2013.21.02.92

Schez-Sobrino, S., Gmez-Portes, C., Vallejo D., Glez-Morcillo, C., & Redondo, M. Á. (2020). An intelligent tutoring system to facilitate the learning of programming through the usage of dynamic graphic visualizations. *Applied Sciences*, *10*(4), Article 1518. https://doi.org/10.3390/app10041518

Segura, R. J., del Pino, F. J., Ogáyar, C. J., & Rueda, A. J. (2020). VR-OCKS: A virtual reality game for learning the basic concepts of programming. *Computer Applications in Engineering Education*, *28*(1), 31-41. https://doi.org/10.1002/cae.22172

Skinner, B. F. (1985). Cognitive science and behaviourism. *British Journal of Psychology*, *76*(3), 291-301. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1985.tb01953.x

Theodoropoulos, A., & Lepouras, G. (2022). Game design, gender and personalities in programming education. *Frontiers of Computer Science*, *4*, Article 824995. https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.824995

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, *14*(3), 207-222. https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

Umapathy, K., Ritzhaupt, A. D., & Xu, Z. (2020). College students' conceptions of learning of and approaches to learning computer science. *Journal of Educational Computing Research*, *58*(3), 662-686. https://doi.org/10.1177/0735633119872659

Wang, Y.-F., Hsu, Y.-F., & Fang, K. (2022). The key elements of gamification in corporate training—The Delphi method. *Entertainment Computing*, *40*, Article 100463. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100463

Werbach, K. (2014). (Re)Defining gamification: A process approach. In A. Spagnolli, L. Chittaro, & L. Gamberini (Eds.), *Persuasive technology—Persuasive, motivating, empowering videogames (PERSUASIVE 2014)* (pp. 266-272). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07127-5_23

Yapıcı, İ., & Karakoyun, F. (2017). Gamification in biology teaching: A sample of Kahoot application. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, *8*(4), 396-414. https://doi.org/10.17569/tojqi.335956

Yildirim, I. (2017). The effects of gamification-based teaching practices on student achievement and students' attitudes toward lessons. *The Internet and Higher Education*, *33*, 86-92. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.02.002

Yurdaarmagan, B., Melek, C. G., Merdenyan, B., Cikrikcili, O., Salman, Y. B., & Cheng, H.-I. (2015). The effects of digital game-based learning on performance and motivation for high school students. *ICIC Express Letters*, *9*(5), 1465-1469.

Zainuddin, Z. (2018). Students' learning performance and perceived motivation in gamified flipped-class instruction. *Computers & Education*, *126*, 75-88. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.003

Zamora-Polo, F., Corrales-Serrano, M., Sánchez-Martín, J., & Espejo-Antúnez, L. (2019). Nonscientific University students training in general science using an active-learning merged pedagogy: Gamification in a flipped classroom. *Education Sciences*, *9*(4), Article 297. https://doi.org/10.3390/educsci9040297

科學教育學刊
2023, 第三十一卷第四期, 335-356
DOI:10.6173/CJSE.202312_31(4).0002

Contemporary Journal of Science Education
2023, 31(4), 335-356

# A Literature Review of Online Game-Assisted Programming Learning

**Chiao-Jung Chen[1], Wen-Chiao Hsu[1,*], Yu-Min Hsu[2] and Yu-Ying Hsiao[1]**

[1]Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology
[2]Department of Chinese Studies, National Quemoy University

## Abstract

Many countries have made learning programming one of the essential policies in national education. The trend of integrating game learning into teaching is becoming increasingly apparent to improve learning efficiency. Game-based learning, which engages learners appealingly and enjoyably, enables them to construct knowledge actively and has been proven by many scholars to affect learning positively. The advancement of technology has accelerated the establishment of digital learning environments, making it even more conducive to learning programming in a gamified manner online. In recent years, many relevant studies have been published, and it is worthwhile to systematically review the literature and summarize essential research findings for future reference. In this study, a review was conducted on journal articles collected from the Web of Science (WoS) database between January 2014 and February 2023. These articles focused on gamified programming learning conducted through online platforms. Sixty papers were selected and analyzed from six perspectives: (1) Programming languages for learning; (2) Sources of online game-based learning platforms; (3) Integration of online game-based learning platforms with courses; (4) Types of gamification elements; (5) Data collection methods; (6) Research effectiveness evaluation indicators. The study results found that Java is the language most commonly used to study learning through gamification. Most of the online game platforms are self-developed by author teams. Most of the research is conducted in formal courses. The most commonly used gamification elements are reward-based, and points are used most frequently. Questionnaires are still the most widely used survey method in empirical research, and 97.6% of the evaluation index survey results show that online game-based platforms are practical tools to assist learning programs.

**Key words:** Literature Review, Programming, Assisted Learning, Online Game

* Corresponding author: Wen-Chiao Hsu, chiaohsu@nutc.edu.tw; ORCID: 0000-0001-9226-588X
Received: 2023/6/15, Revised: 2023/10/4, Accepted: 2023/10/12, Available Online: 2024/1/29