

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

案例式遊戲規則設計應用在
基礎布林邏輯學習之研究



Learning Basic Boolean Logic through Case-Based Learning
in Game Rule Design

研究生：黃冠穎

指導教授：曾憲雄 博士

中華民國九十八年六月

案例式遊戲規則設計應用在基礎布林邏輯學習之研究
Learning Basic Boolean Logic through Case-Based Learning
in Game Rule Design

研究生：黃冠穎

Student : Kuan-Ying Huang

指導教授：曾憲雄 博士

Advisor : Dr. Shain-Shyong Tseng

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文



in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Degree Program of E-Learning

June 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年六月

案例式遊戲規則設計應用在基礎布林邏輯學習之研究

學生：黃冠穎

指導教授：曾憲雄 博士

國立交通大學理學院網路學習學程碩士班

摘要

「布林邏輯」課題是計算機概論課程中重要的一部份，在程式設計領域也是重要的觀念，當然也是從事資訊相關行業的人員必備的基本能力。對於程式設計師來說，程式包括了資料結構和演算法，而其中的流程控制、狀態判斷等都會應用到布林邏輯的觀念。生活中的許多決策判斷問題，也都有邏輯的學問在其中，可見邏輯深深地影響著每個人的生活。然而學習邏輯確實有其困難的地方，傳統邏輯技術中繁瑣的推論步驟是較為抽象的觀念與學科，對於多數初學者而言，學起來較為無趣且艱澀。經由我們的觀察，布林邏輯的觀念常應用在遊戲規則的設計，為了提高學生學習動機與效果，本篇論文以經典遊戲小精靈（Pacman）為例，提出遊戲案例式規則設計教學活動輔助學生學習布林邏輯。為了能讓學生進一步理解布林邏輯之應用，所以提出「遊戲規則邏輯改寫樹狀圖」，以數位遊戲規則的邏輯變化學習，讓學生瞭解遊戲規則邏輯改變後的新案例，對遊戲的類型、公平性、困難度等所會造成的影響變化。經由實驗後觀察發現，案例式遊戲規則設計的教學活動相較於傳統的講授式教學方法，除了可以提高學生對布林邏輯的理解程度，而且還可以提高學生對布林邏輯的學習滿意度。

關鍵字：案例式教學、遊戲式學習、布林邏輯、認知發展理論、遊戲規則邏輯改寫樹狀圖。

Learning Basic Boolean Logic through Case-Based Learning
in Game Rule Design

Student : Kuan-Ying Huang

Advisors: Dr. Shian-Shyong Tseng

Degree Program of E-Learning
Degree Program of Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The Boolean Logic is an important topic in the course of Computer Science and Programming Design. The Boolean Logic can be used in many Computer applications such as control flow and state transition. There are also many problems about decision making in our daily life based on the concept of Boolean Logic. However, for most of beginners, Boolean Logic learning is usually too abstract to understand the physical meaning. With our observation, the concepts of Boolean Logic are usually applied in game rule design. Thus, our idea is to use the classic game rule of Pacman as the learning case for Boolean Logic learning. Based on the traditional Pacman, several new versions of game rules are organized as the game rewritten evolving tree. Therefore, the case-based learning activity was proposed based on the game rewritten evolving tree to demonstrate how does the Boolean Logic of game rules affect the game playing, fairness and difficulty. To evaluate the learning effects or proposed approach, the experiments has been conducted in one class of junior high school students. The experimental results showed that students had high satisfaction and learning achievement compared to traditional learning approach.

Keywords : case-based learning 、 game-based learning 、 Boolean Logic 、 cognitive development 、 game rewritten evolving tree

誌謝

很榮幸可以考上理學院碩士專班，成為交大的一份子，讓我重拾學生時期的回憶，並親身體驗到學術研究的生活，縱使這兩年來周旋於學業與工作之間、奔波於新竹與台北之間，但是直到這本論文完成，我深感一切努力總算有了具體的成果，此時除了心滿意足，還有訴不盡的感謝。

首先感謝我的指導教授曾憲雄博士，因為有教授的諄諄教誨與耳提面命，讓我在知識工程實驗室學到了很多學問，還要感謝其他兩位口試委員：劉湘川博士與黃志方博士，不僅在百忙之中閱讀本篇論文，並且在口試時提出許多需要改進的地方，並且提供許多精闢的觀點與未來可能的研究方向；而最要感謝的就是本實驗室最帥氣親切的本哥—翁瑞峰學長，因為有他不厭其煩的指導，才能讓這篇碩士論文得以順利誕生，當然還要感謝實驗室所有的學長姐、同學們的建議與鼓勵，大家對於這篇論文的誕生都賦予我很大的助力。

再者要感謝我的家人不斷的敦促鼓勵，包括我的父母、兄姐、郭家人等，因為有了大家源源不絕的親情做為後盾，我才得以長時間待在新竹進行我的論文撰寫工作而無後顧之憂，其他還要感謝臺北市民族國中的長官、同事在教學、行政工作上的協助與支持，才能讓我持續保有進修研究的動力。

感謝這一路陪我走過來的所有教授、同學、朋友，各位的大力協助我會銘記在心，面對未來，我將因為這兩年豐碩的收穫而打下厚實的基礎，讓我可以站得更高、看得更遠，期望可以更勇敢的面對未來的各種挑戰。最後，感謝上天，賜予我在交大的這兩年時光。

黃冠穎 謹誌

2009年7月

目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	v
圖目錄.....	vi
第一章 緒論	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的與研究問題.....	3
第三節 研究貢獻.....	3
第二章 文獻探討	5
第一節 案例式學習.....	5
第二節 遊戲式學習.....	6
第三節 布林邏輯教學.....	7
第四節 認知發展理論.....	8
第三章 遊戲案例式教學課程設計	9
第一節 遊戲規則設計課程架構.....	9
第二節 活動設計.....	12
第四章 案例式教學活動之導入	19
第一節 研究對象與流程.....	19
第二節 實驗工具說明.....	22
第五章 實驗與討論	25
第一節 實驗設計.....	25
第二節 實驗結果.....	27
第六章 結論與建議	28
參考文獻	29
附件一 小精靈遊戲規則設計	31
附件二 小精靈遊戲規則設計隨堂問卷	33
附件三 各班學習單答題情況表	34
附件四 各班問卷調查結果表	36

表目錄

表 1	布林邏輯教學架構.....	19
表 2	相關教學能力指標.....	20
表 3	實驗對象與日期.....	25
表 4	布林邏輯學習成效答對率整理表.....	25
表 5	各班的平均答對率比較表.....	26
表 6	布林邏輯運算評量項目與學習單題目對照表.....	26
表 7	各班滿意度調查結果表.....	27



圖目錄

圖 1	布林邏輯表示法圖	7
圖 2	Windows小算盤	8
圖 3	《小精靈》遊戲畫面	10
圖 4	遊戲規則邏輯改寫樹狀圖	11
圖 5	課程教學流程	12
圖 6	Scratch上的Pacman遊戲畫面	13
圖 7	布林運算子的性質	14
圖 8	小精靈「角色」與「事件」與「行動」清單圖	15
圖 9	以代號與布林運算式表示小精靈遊戲規則	16
圖 10	教學活動對照組流程圖	21
圖 11	教學活動實驗組流程圖	21
圖 12	實驗用學習單	22



第一章 緒論

第一節 研究動機

「布林邏輯」課題是計算機概論課程中重要的一部份，在程式設計領域也是重要的觀念，當然也是從事資訊相關行業的人員必備的基本能力。一般初學者總是先從「程式語言」學起，包括耳熟能詳的 C、C++、VB 等語言，而在學習這些程式語言時，往往就花費很多時間和心力學習某種程式語言的語法，也就是該程式語言本身的用法規則，但其實程式語法上的錯誤，往往在編譯程式時就可以幫助程式設計師修正，而真正讓程式執行錯誤的是語意上的錯誤，也就是誤解了程式語言當中的含意，進而錯用了程式語言，以致產生了錯誤的結果[14]。對於程式設計師來說，程式包括了資料結構和演算法，而其中的流程控制、狀態判斷等都會應用到布林邏輯的觀念，也就是說「布林邏輯」是程式設計很重要的基礎。

玩遊戲是人類日常生活當中的基本活動之一，例如：下棋、運動、打牌、打麻將、兒時遊戲等等，這些都可以算是實體世界經常玩的遊戲，而如今高科技正帶領著人類進入虛擬世界玩遊戲，透過網際網路還能夠跨地域與全世界各角落的人們一起玩遊戲，而且有全面取代實體世界的遊戲之態勢[21]。而各類遊戲都有邏輯的學問在裡面，只是大家身在其中而不自知；以德州撲克牌（Texas Poker）遊戲的規則設計為例，就會考量出現機率較低的牌組比出現機率較高的牌組的順位較大的邏輯，例如：葫蘆（Full House）的順位會比順子高，又比同花順低，以確保遊戲在各種情況下能保持其公平性，又為什麼比同花順得分低呢？再以電視遊樂器經典遊戲「超級瑪莉兄弟」（Super MARIO Bros.）[15]，大家耳熟能詳的遊戲規則，其背後也是有符合擊敗較困難的敵人得分比擊敗較容易的敵人得分高的邏輯，這些公定或傳承下來的規則之所以會讓大家遵守或是為人所津津樂道，原因就在於這些規則符合邏輯的思維，一旦規則、邏輯變了，遊戲的公平性、

趣味性也都會跟著改變，而為了得到好的成績表現，玩家的遊戲策略都會隨之改變。生活中的其他判斷決策問題，也都有邏輯推論（logical inference）在其中，可見邏輯確實影響著每個人的生活[18]。

然而邏輯並不是只有專家才懂，其實在生活中許多事情的條件設定是否合理或嚴謹，其實背後都有其邏輯的觀念，因此不表示邏輯只能藉由數學才能學會，其實透過一些紙牌遊戲、桌上遊戲、甚至是設定家電用品等規則的設計，都可以輔助邏輯的思考與體會。本論文希望藉由遊戲規則設計來輔助學生更容易學會邏輯思考，這也正是本篇論文想要研究的方向。

而遊戲的規則有時也會因應不同的需求或狀況作調整，例如：參與者的個數、角色功能的變化、時間的延長或縮減、計分方式的調整，諸如此類的改變都會深深影響著整個遊戲的公平性、耐玩性和趣味性，所以即便想要修改遊戲規則，也需要讓遊戲規則經過正確的邏輯思考後再做修改；也就是說好的遊戲規則才能讓遊戲公平、耐玩、又有趣味，而好的遊戲規則就需要建立在好的邏輯基礎之上，也正是遊戲「好不好玩」的關鍵。

學習邏輯確實有其困難的地方，傳統邏輯技術中繁瑣的推論步驟，對於多數初學者而言，學起來索然無趣且艱澀，確實令人深感邏輯是較為抽象的觀念與學科。由於研究者目前任教於國民中學電腦科，教學對象都是皮亞傑認知發展理論中兒童認知發展的第四個階段，也就是形式運思期[19]，因此期望透過這次研究中所設計的互動式遊戲教材幫助這個階段的學生瞭解抽象的邏輯觀念，進而奠定日後學生學習程式語言或從事程式設計相關工作的基礎。

近年來由於電腦數位遊戲、網路線上遊戲日益蓬勃發展，大部份學生對於遊戲學習都很有興趣，而遊戲程式設計是一個問題解決的歷程，往往會遇到邏輯上的錯誤問題，而不是單純的只有語法錯誤的問題。因此希望藉由此教學活動讓學生學習布林邏輯，也就是遊戲規則設計的基礎，並以數位遊戲規則的邏輯變化學習，讓學生瞭解遊戲規則設計所隱含的邏輯觀念，以及遊戲規則邏輯改變後對遊

戲的類型、公平性、困難度等所會造成的影響。藉此讓學生思考如何讓數位遊戲更有趣、更耐玩，提供他們一個學了布林邏輯之後可以應用的方向，並希望可以讓整個教學活動更活潑有趣，這同時也是本篇論文的研究動機。

第二節 研究目的與研究問題

本研究目的在發展案例式遊戲規則設計教學活動導入一般初學者學習布林邏輯之觀念與應用，探討初學者在經過「經典遊戲小精靈 (Pacman) 遊戲規則設計」教學活動後，對於布林邏輯概念的學習動機與學習成效，是否有明顯的提昇。

一般人雖然都知道遊戲中，例如：小精靈 (Pacman)，都會應用到布林邏輯的觀念，但是對學生而言，確實較難以理解，對布林邏輯的主題也多半不感興趣，因此本文的研究議題是：

- (一) 如何將抽象的布林邏輯觀念，透過具體的應用案例提昇學生的理解程度？
- (二) 藉由案例式遊戲規則設計教學課程，能否提昇學生學習布林邏輯的意願？



第三節 研究貢獻

為了解決以上議題，本篇論文提出遊戲案例式教學活動，將遊戲規則設計對應到布林邏輯觀念上，一般來說，一個遊戲的組成，有分為以下三個方向可以進行觀察與探討，分別是：

1. 參與者：也就是參與遊戲的行為主體，有些是單人獨玩、雙人對戰或合作，也有可能是多人共同參與遊戲，一般的參與者都是人，也有可能是電腦。
2. 角色：也就是在遊戲中某個功能的執行者，就如同撲克牌中的 A 到 K 等 13 種點數，再搭配 4 種花色，這些都是撲克牌中的角色；籃球比賽中的前鋒、中鋒、後衛、裁判，也都是籃球比賽中的角色。
3. 遊戲規則：這是遊戲中最重要的一部分，也就是對於上述的參與者以及角

色在遊戲中的種種規定，玩家才會有共同遵循的標準，找出對自己最有利的策略，以獲得最好的成績表現；例如：瑪利歐吃完香菇長大後才能打破磚塊，吃金花發射火球後才能打刺蝟等，這些都規定著每個角色合法的行動方式，也影響著參與者的策略以及結果的輸贏。

若以布林邏輯運算式的角度來分析，則遊戲中的參與者或角色即是運算元 (operand)，經由與運算子 (operator) 的組合，就可以將遊戲規則以布林邏輯運算式呈現，因此藉由經典遊戲小精靈 (Pacman) 遊戲，將規則做不同程度的改寫，讓初學者瞭解遊戲規則設計所隱含的布林邏輯概念，並以 Scratch 實做出來，並體會對遊戲的趣味性、公平性、困難度等性質所產生之影響；在實證部分，導入國中電腦科布林邏輯學習活動中，並檢視學生在經歷這套教學活動後的學習成效與滿意度[3]。也就是說透過案例設計以描述、擴充、設計經典遊戲的「規則」來說明布林邏輯的觀念與運算性質，藉此提昇學生未來學習程式設計或遊戲設計的動機與邏輯觀念基礎。



第二章 文獻探討

本章旨在探討本篇論文所使用到的理論基礎，以案例式教學、遊戲式學習、布林邏輯概念、以及遊戲設計邏輯發展歷程模式等四個部分為主題，依序分述如下。

第一節 案例式學習

案例教學法常與蘇格拉底教學法放在一起談。此兩方法是美國哈佛大學於西元 1870 年左右，其法學院的院長 Langdell 與當時哈佛大學校長 Eliot 推動之新法律教授方法[22]。其在教材上使用案例讀本(casebook)，案例讀本乃是編書者將在某一法律領域中，法院所作的重要判決集結成冊，並附以評論。老師在授課前，會要指定學生閱讀部分，學生須事先預習。在上課時，老師會點學生起來回答有關指定閱讀部分的問題，學生亦可以自行舉手要求回答。在這樣老師問學生答的過程中，老師可能會問實際上指定閱讀之案例的相關事實、法官判決、理由等，若學生答錯，老師也不會直接給正確答案，而是轉問其他學生，有些學生也會搶著回答。此外，老師也可能要學生評論此案例法官判決是否合理。老師在要求學生評論此案例時，也不會立即給出自己對此案例的評論，而是要求其他同學針對前一個同學的評論作回應。在此教學法中，偏重於描述其中使用案例讀本，以案例為教學中心(而非直接講解法條或法律原則)的話，往往就使用案例教學法這個名稱；而若偏重此教學法在課堂上的互動方式，往往就冠以蘇格拉底教學法[7]。

案例式推論 (Case-Based Reasoning) 是一種人工智慧上的問題解決方式，其解決方式就像人類一樣，是利用過去的案例和經驗去找出一個合適的解答來解決目前所遇到的問題。案例式推論能夠充分的利用過去的每一個案例和經驗中所包含的問題之情況和解決的方式，來解決問題，所以說案例式推論是重視過去的

每一個案例和經驗的獨特性，因此可以藉由不斷的加入案例和經驗來達到跟人類相似的學習行為，確保以後解決問題能越來越準確。

而案例式學習 (Case-Based Learning) 則是融合上述兩種方法，由教師根據教學目標與過去的經驗，選擇合適的教材做為案例，並以案例為教學中心，進行教學活動，而達到教學目標[17]。

第二節 遊戲式學習

遊戲式學習 (Game-Based Learning)，最主要的目的就是「寓教於樂」，在遊戲中結合了教育的意義，增進學生學習的興趣，讓學生在遊戲的環境中學習，並且能夠快樂地吸收應學的知識[3]。關於學習與遊戲 Groos[3]認為遊戲的練習就具有學者的含意，並且是有系統的學習，因此學生可經由遊戲中的操作得到學習經驗。James Paul Gee[2]也認為遊戲不是只有娛樂性，在學校教學應用上，同樣可以賦予教育上的意義。此外李偉旭[12]提到遊戲教學軟體可以達到主動學習、提高學習興趣、個別化學習和體驗知識、減輕學習的壓力、創造性思考和學習、補救教學等目的。周仿敏[13]指出遊戲式電腦輔助教學軟體以教學內容為基礎，使學生遵循預定的規則，賞罰的特定目標能夠使學生不斷往目標邁進，因此可以提高學習的動機。在國內，許多研究的對象都是國小學童，應用於國中教學的人較少。在國外的相關研究方面，Mable B. Kinzie 等兩位學者的研究指出，「玩」在教學上扮演相當重要的角色，而「遊戲」也是相當重要的教學工具[6]。Hewijin Christine Jiau[5]等三位學者指出，遊戲式學習可以提供學生有助益的建議並且提昇學習成效。Maic Masuch 等兩位學者指出，遊戲設計教學的目標是讓學生了解遊戲是如何被建構的，包含的元素之間是如何運作的，也就是遊戲的角色與規則的對應關係。Jungwoo Ryo[10] 等三位學者，提出以電腦遊戲來輔助教導學生物件導向程式設計概念，發現可以讓學生保持高度的學習動機並且有較好的學習成效。研究者目前在國中任教電腦科，因此希望以國中生為對象，

在本研究中擷取遊戲式學習的精神，期望能增進學生學習的動機。

第三節 布林邏輯教學

布林 (George Boole, 1815~1864) 是英國數學家及邏輯家，主要是研究微分學及機率論。西元 1847 年出版「邏輯的數學分析」，開始發展一套數學邏輯來處理『真』或『假』的邏輯功能，西元 1854 年又出版「思想律的研究」的邏輯著作，成為日後「布林邏輯」(Boolean Logic) 的依據。而由於布林邏輯具有代數結構，包括：封閉性、結合律、中性元素、反元素、分配律、交換律等，因此也將它視為一種代數，稱為「布林代數」(Boolean Algebra) [20]。

目前布林邏輯主要應用在數學、數位電路設計、程式設計等學科上，主要的表示方式有真值表 (Truth table)、邏輯閘 (Logic gate)、集合論 (Venn diagram) 等，範例如下圖 1：

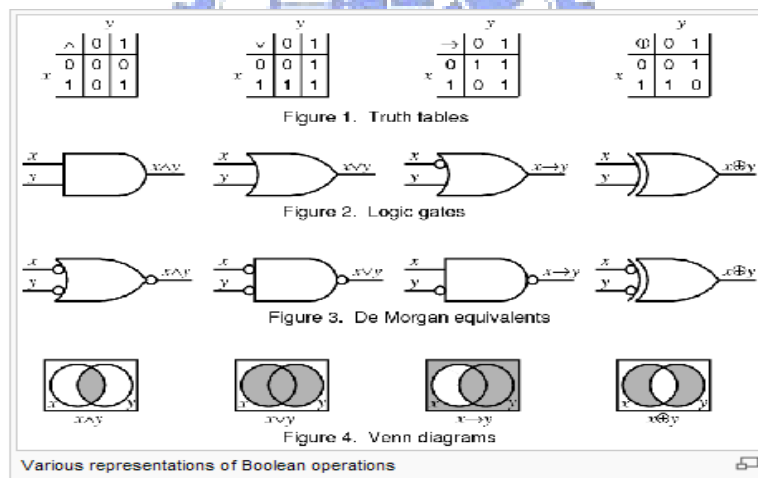


圖 1 布林邏輯表示法圖例[22]

真值表分別以 1、0 代表事件的真、假，並以表格呈現各種布林運算子的性質；邏輯閘則是以不同圖示符號表示不同的布林運算子，並以 1 代表有通電、以 0 代表無通電；而集合論中就是以兩集合的交集代表「而且」(AND)、聯集代表「或者」(OR)、差集代表「非」(NOT) 等[21]，這些表示布林邏輯的表示法雖然都是學術上常用的表示方式，但與一般初學者的生活體驗，仍有認知程度上的落差，而且一旦遇到複雜的布林邏輯觀念，就更難以理解。

其他相關的應用工具有如 Windows 小算盤等，提供了輔助計算布林運算式的功能，如圖 2 所示：



圖 2 Windows 小算盤

Windows 作業系統中，在附屬應用程式中可以選用小算盤的進階版，有提供布林運算子的功能，包括 And、Or、Not、Xor 等，可以輔助計算布林運算式的結果，但仍無法有效應用在布林邏輯的教學上，因此在這篇論文中，提出採用經典遊戲規則設計輔助學生瞭解布林邏輯的觀念。

第四節 認知發展理論

根據瑞士心理學家皮亞傑 (Jean Piaget) 認知發展理論，兒童的認知發展分成四個階段，分別是：

一、感覺動作期 (出生至 2 歲)：其認知能力，只是表現於簡單的外顯動作與具體環境事務的交互作用，可以說是動作導向的認知結構。

二、運思前期 (2 歲到 7 歲)

運思前期 (2-4 歲)：以事物的相似性來區分物體種類。

直覺思考期 (4-7 歲)：以直覺來解決問題，尚未發展出守恆的概念。

三、具體運思期(約 7-11, 12 歲)：具有保留、種類和序列的能力，且有數的概念。思考過程限於他觀察得到的真正物體。

四、形式運思期 (約 13-15 歲)：可以處理假設的情境，且其思考歷程不限於立即的與具體的事物，新制能力的操作漸漸由具體的事物拓展到形式的命題之假設、涵蘊、推理等邏輯思考作用[19]。

第三章 遊戲案例式教學課程設計

本章主旨乃提出一套布林邏輯教學課程，藉由經典小精靈遊戲規則的改寫，讓國中學生瞭解遊戲規則設計所隱含的邏輯內涵，以及對遊戲的趣味性、公平性、困難度等性質所產生之影響，也就是透過遊戲範例設計以描述、擴充、設計經典遊戲的規則來產生一個新的「案例」，用以說明布林邏輯的觀念與運算性質，讓學生瞭解遊戲規則所包含的邏輯觀念，以及邏輯觀念對遊戲規則的影響有哪些。藉此提昇學生未來學習程式設計或遊戲設計的動機與邏輯觀念基礎。

第一節 遊戲規則設計課程架構

教師在教布林邏輯的觀念之前，可以依據遊戲的特性，與學生的知識背景，採用適當的遊戲做為教材，透過遊戲規則改寫發展出數個不同的遊戲案例，讓學生學會布林邏輯變化與遊戲規則改變的對應關係，進而瞭解對遊戲產生的影響。

本篇論文制定的遊戲案例組成元素為：

1. 遊戲範例：在本文的實驗教學活動中是以小精靈 Pacman 遊戲為遊戲範例，每一次教學活動採用一個遊戲範例。
2. 遊戲規則：在此將遊戲規則分為三類，分別是得分規則、限制規則、以及過關規則。
3. 遊戲規則與布林邏輯的對應：探討遊戲規則與邏輯觀念的改變對於遊戲規則的影響有哪些變化。

以這三個元素的組成可以針對不同的遊戲範例變化出不同的案例，讓學生藉由相同的遊戲範例，但不同的規則邏輯變化而產生的不同案例，瞭解遊戲規則的改寫與布林邏輯的變化，對遊戲產生的影響有什麼，包括公平性、困難度、趣味性等，這些也都是一個遊戲好不好玩的關鍵。

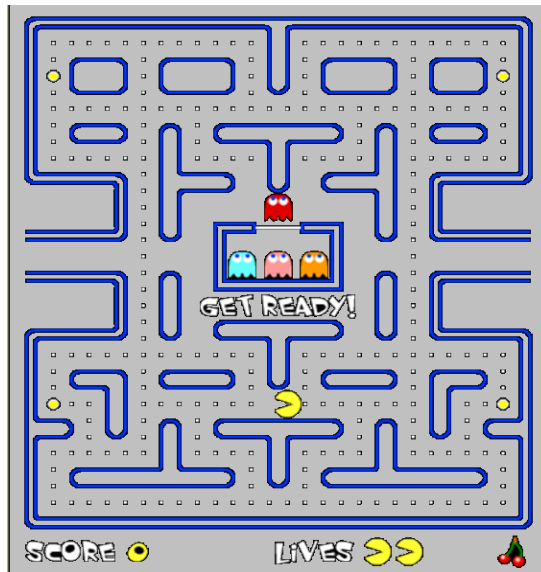


圖 3 《小精靈》遊戲畫面

上圖 3 是經典《小精靈》遊戲畫面，此一系列最早是在 1980 年以 Pacman 吃黃點的形式和大家見面。遊戲規則是：玩家化身是一個又貪心又圓又黃的角色，稱為 Pacman。Pacman 要在迷宮裡四處移動，吃掉所有的 pill（小藥片）才能過關。迷宮左右兩邊有傳送通道，Pacman 可以從迷宮左邊離開，然後在迷宮右邊出現，反之亦然。有四隻 Ghost（鬼）會追 Pacman，每隻 Ghost 都有不同的顏色。如果有 Ghost 抓到了 Pacman，Pacman 就會少一條命。如果 Pacman 吃到四個角落的 Super_pill（大力丸），Ghost 就會暫時變成藍色，這段時間內 Pacman 可以吃掉 Ghost，獲得額外的分數。每當獲得一定的分數之後，迷宮內就會出現加分的水果。Pacman 將迷宮中的 pill 都吃完後，這一關就結束，進入速度加快的下一關[9]。

依據上述在本篇論文中的遊戲規則三種分類，分別透過布林邏輯運算式舉例說明如下：

- (一) 得分規則：小精靈 吃到小藥片 或者 吃到水果 → 得分
- (二) 限制規則：小精靈 被 Ghost 抓到 → 少一條命
- (三) 過關規則：小精靈 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 過關

下圖 4 是本論文將遊戲規則改寫所發展出來的遊戲規則邏輯改寫樹狀圖。

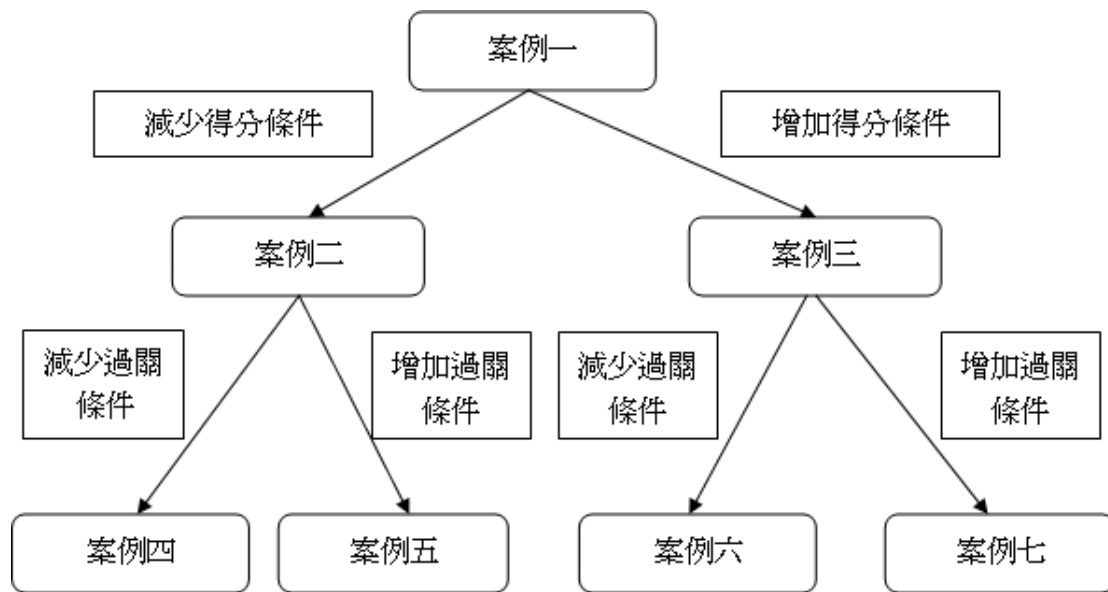


圖 4 遊戲規則邏輯改寫樹狀圖

圖 4 中的案例一為遊戲的原始類型，經過增減得分條件可以改寫為案例二與案例三，可以使用布林邏輯運算子中的「而且」、「非」來增加或減少遊戲得分的條件，以案例二為例，當我們減少了得分條件，將會降低遊戲的困難度，反之，當我們增加了得分條件，將會提高遊戲的困難度，因為「而且」的條件判斷必須全部為真，才能夠在遊戲中得分，所以案例三的困難度將會高於案例二。

而由案例二變化為案例四與案例五，是根據減少或增加過關條件，可以使用「或者」、「非」來描述此遊戲規則的修改，以案例五為例，當「或者」的判斷條件變多時，只要其中一項條件為真，遊戲就可以過關，遊戲的困難度也就隨之降低了，反之，案例四中的條件減少時，布林運算式中「或者」的判斷條件變少，要其中一項條件為真的機會就會變低，過關機會也就會變低，遊戲難度也隨之提高了[1]。

為完整達成上述的課程架構，本章提出一個三階段的課程教學流程，如圖 5 所示：

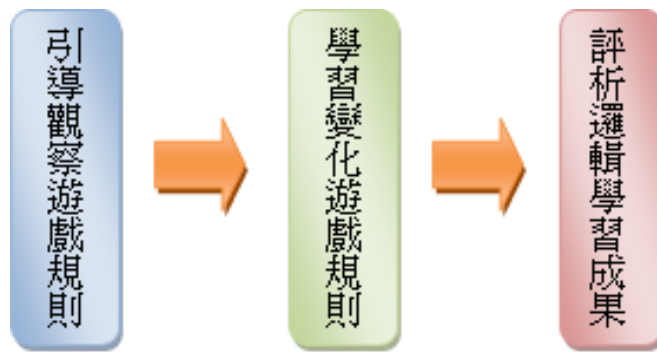


圖 5 課程教學流程

第一階段為「引導觀察遊戲規則」階段：由教師引導學生觀察遊戲規則，學生才能瞭解教材遊戲的原始遊戲規則，而不致於忘情於遊戲的娛樂性之中。第二階段為「學習變化遊戲規則」階段：由教師製發學習單帶領學生學習變化遊戲規則，內容如附件一，讓學生發揮想像力與創造力，提出自己變化遊戲規則的想法，並試著以布林邏輯運算式寫出自己的想法，並且感受遊戲規則改變後對遊戲產生了哪些影響，包括：趣味性、公平性、耐玩性、困難度等。第三階段為「評析邏輯學習成果」階段：教師製作問卷（如附件二）給學生填寫，藉此觀察學生是否能夠瞭解布林邏輯與遊戲規則變化之間關係的概念，並記錄學生的學習滿意度。

第二節 活動設計

依照本章前一節所提出的三階段課程教學流程（如圖 5），說明每一階段的教學活動：

一、引導觀察遊戲規則階段：

我們以 Scratch 上的經典小精靈（Pacman）遊戲做為教學案例，讓學生先行試玩，並且提示學生留意此遊戲的規則以及記錄學生玩此遊戲的策略或秘訣。遊戲畫面如圖 6 所示：



圖 6 Scratch 上的 Pacman 遊戲畫面

遊戲中的主角一共有五個，分別是 Pacman(黃色)、BLINKY(紅色)、INKY(藍色)、PINKY(粉紅色)、CLYDE(橘色)，學生在電腦上操作小精靈，並記錄下所觀察到的遊戲規則，例如：

- Pacman 要吃掉所有的 pill (小藥片) 才能過關。
- 如果有 Ghost 抓到了 Pacman，Pacman 就會少一條命。
- 如果 Pacman 吃到四個角落的 Super_pill (大力丸)，Ghost 就會暫時變成藍色，這段時間內 Pacman 可以吃掉 Ghost，獲得額外的分數。

二、學習變化遊戲規則階段：

這個階段首先要向學生介紹布林邏輯運算子 AND (而且)、OR (或者)、NOT (非)，並以真值表說明這三種運算子的性質，如下頁圖 7 之說明。

OR (或者)			AND (而且)		NOT (非)		
a	b	$a \vee b$	a	b	$a \wedge b$	a	$\sim a$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0		
1	1	1	1	1	1		

以0,1代表事件(條件)的真假。

圖 7 布林運算子的性質

布林運算子中，最為常用的有三個，分別是 AND（而且）、OR（或者）、NOT（非），並且以 1 代表該事件（條件）為真，以 0 代表該事件（條件）為假。AND（而且）的運算性質是：必須所有的事件都為真（1），運算結果才會為真（1）；OR（或者）的運算性質是：只要有一個事件都為真（1），運算結果就會為真（1）；NOT（非）的運算性質是：事件真假的相反，也就是說當輸入的事件為「真」，經過 NOT 後的運算就變為「假」，反之亦然，當輸入的事件為「假」，經過 NOT 後的運算就變為「真」。

然後引導學生練習用布林邏輯運算式寫出小精靈遊戲規則，例如：

1. 小精靈 吃到 *pill* 或者 吃到水果 → 得分
2. 小精靈 吃到大力丸 而且 遇到鬼 → 得分
3. 小精靈 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 遊戲過關

然後再引導學生練習以布林邏輯運算式改寫小精靈遊戲規則，讓學生發揮想像力與創造力，提出自己對變化遊戲規則的想法與創意。例如：

1. 小精靈 吃到小藥片 或者 吃到水果 → 得分
改寫成：鬼(BLINKY 或者 CLYDE 或者 PINKY 或者 INKY) 吃到小藥片 → 得分
2. 小精靈 吃到大力丸 而且 遇到鬼 → 加分
改寫成：鬼 吃到大力丸 而且 遇到小精靈 → 減一條命
3. 小精靈 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 過關

改寫成：鬼 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 遊戲結束

為方便學生改寫遊戲規則，教師可以在課前整理好「事件 Event」與「行動 Action」代號，如圖 8 之說明，讓學生可以直接使用代號表示「事件」與「行動」，並以布林運算式呈現遊戲規則修改後的結果。

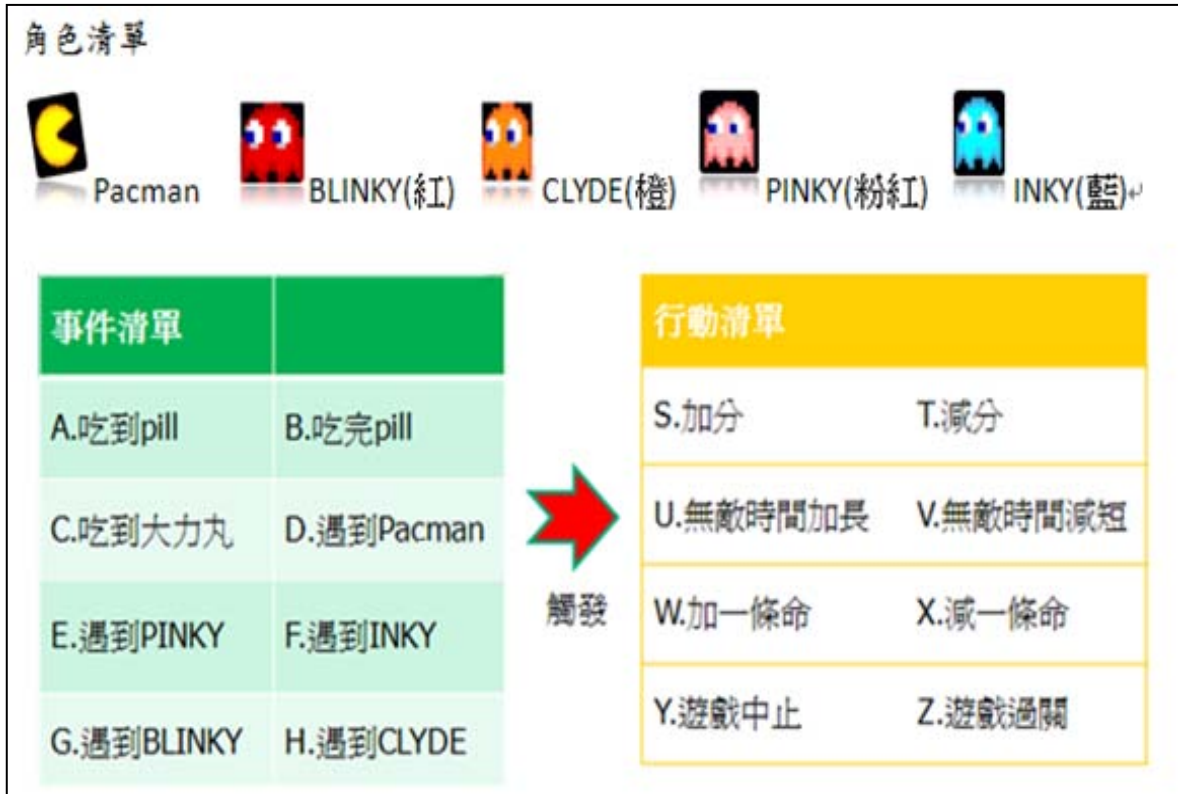


圖 8 小精靈「角色」與「事件」與「行動」清單圖

在上圖中的兩個表格清單，我們定義了在小精靈遊戲中所有會發生的「事件」(Event) 與「行動」(Action) 代號，分別各有 8 項，使用者可以依照實際的遊戲規則或欲改寫的遊戲規則，挑選適合的事件代號為條件，或者挑選兩個以上的代號做布林邏輯運算為條件判斷，然後觸發指向對應的行動，在此定義本篇論文中所使用的布林運算式寫法：

定義 1：遊戲規則布林運算式

所有在本篇論文中的探討的遊戲規則描述型式為： $S \rightarrow F$

其中 S 是用來表示滿足規則條件的陳述式，正規化語法如下所示；F 代表滿足條件後的行動結果。

$$S \rightarrow A | SA$$
$$A \rightarrow (A \wedge A) | (A \vee A) | \sim \langle \text{event} \rangle | \langle \text{event} \rangle$$

當中的|符號是表示「或者」，使用者將正規化語法右方中的元素擇一提出後，組合成布林運算式，當做遊戲規則的判別條件，並將反應行動寫在 \rightarrow 符號之後，在數學上，習慣使用 \vee 表示「或者」， \wedge 表示「而且」， \sim 表示「非」，另外可以使用小括號（）來改變邏輯運算的優先順序。

範例 1：這個布林邏輯運算式就可以表示當小精靈吃到大力丸，而且遇到四隻鬼中的其中一隻，就可以得到加分，其邏輯運算式寫法如下：

$$C \wedge (E \vee F \vee G \vee H) \rightarrow S$$

三、評析邏輯學習成果階段：

在這個階段提示學生以代號或文字敘述的布林運算式改寫出小精靈的遊戲規則，如圖 9 之範例，並記錄下學生的學習成果。

Figure 9 displays four examples of game rules for Pac-Man, each presented in a box with a text description and a corresponding propositional logic expression. The boxes are arranged in a 2x2 grid. The top-left box has a dark blue background and contains the text '小精靈 遇到BLINKY 或者 遇到CLYDE, 則小精靈少一條命;' followed by the logic expression $G \vee H \rightarrow X$. The top-right box has a light blue background and contains the text '小精靈 吃到大力丸 而且 遇到BLINKY, 則小精靈 加分;' followed by a blank logic expression $_ _ _ \rightarrow _ _ _$. The bottom-left box has a light blue background and contains the text '小精靈 吃到pill 或者 吃到大力丸, 則小精靈 加分;' followed by a blank logic expression $_ _ _ \rightarrow _ _ _$. The bottom-right box has a light blue background and contains the text '小精靈 吃到大力丸 而且 (遇到INKY 或者 遇到PINKY), 則小精靈 加分;' followed by a blank logic expression $_ _ _ \rightarrow _ _ _$.

圖 9 以代號與布林運算式表示小精靈遊戲規則

然後由教師引導學生改寫小精靈的遊戲規則，並且探討遊戲規則變化後所產生的影響有哪些，可以從小精靈的某一條邏輯、規則做變化，觀察改寫後的新遊

戲，也就是一個新的「案例」，讓整個遊戲的公平性、困難度、或耐玩性產生了哪些變化與影響。以下舉了四個範例、說明邏輯變化的範例逐一做說明。

範例 2：遊戲限制規則的改變

以布林運算式「或者」邏輯運算式的改寫，做遊戲限制的改變，變化後可以增加遊戲的變化，降低困難度。

小精靈 吃到大力丸 → 無敵

變化成 小精靈 吃到大力丸 或者 吃到水果 → 無敵

變化成 小精靈 吃到大力丸 或者 吃到水果 或者 吃滿 50 點 → 無敵

範例 3：遊戲得分規則的改變

以布林運算式「而且」邏輯運算式的改寫，並且另外使用括號（）來改變布林邏輯運算的優先順序，以達成遊戲得分規則的改變，變化後會增加得分的條件，提高遊戲的困難度。

小精靈 吃到大力丸 而且 吃到鬼 → 得分

變化成 小精靈（吃到大力丸 而且 吃到水果）而且 吃到鬼 → 得分

變化成 小精靈（吃到大力丸 而且 吃到水果）而且 吃到 2 隻鬼 → 得分

範例 4：遊戲限制規則的改變

以布林運算式「而且」邏輯運算式的改寫，達成遊戲得分規則的改變，變化後會增加遊戲變化，降低遊戲困難度。

小精靈 吃到大力丸 → 無敵

變化成 小精靈 吃到大力丸 而且 再吃一顆大力丸 → 加速

變化成 小精靈 吃到大力丸 而且 吃到水果 → 中毒

範例 5：遊戲過關規則的改變

以布林運算式「而且」、「或者」邏輯運算式的改寫，並且另外使用括號（）來改變布林邏輯運算的優先順序，以達成遊戲過關規則的改變，變化後會讓過關門檻降低，降低遊戲困難度。

小精靈 吃完小藥丸 → 過關

變化成 小精靈（吃到大力丸 或者 吃到水果）而且 吃到 2 隻鬼 → 過關

總括來說，本章節的教學活動設計就是以小精靈遊戲規則的邏輯變化學習，讓學生瞭解遊戲規則設計所隱含的邏輯觀念，以及遊戲規則邏輯改變後對遊戲的類型、公平性、困難度等所會造成的影響。藉此讓學生思考如何讓小精靈更有趣、更耐玩。經過上述三個階段的教學活動後，再評析邏輯學習成果，探討學生的學習成效，並且以問卷調查方式，探討學生的學習滿意度。



第四章 案例式教學活動之導入

本章是描述的課程架構與活動設計流程而設計學習單內容與問卷調查，來實施案例式遊戲規則設計應用在基礎布林邏輯學習之導入。

第一節 研究對象與流程

本論文的實驗教學課程主題為「經典遊戲小精靈 (Pacman) 遊戲規則設計」，希望藉由美國麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 所開發的 Scratch 上的 Pacman 遊戲為教學平台，讓國中以上的學生可以藉由此遊戲規則改寫，瞭解布林邏輯式改寫 Pacman 的遊戲規則對於原始遊戲而言，有哪些方面的影響。課程的架構說明如下表 1 所示：

表 1 布林邏輯教學架構

項目	內容
教學目標	布林邏輯
教材選擇	Pacman 遊戲規則
教學平台	MIT Scratch
教學對象	國中三年級學生
教學方法	遊戲式學習

布林邏輯是現代邏輯學很重要的基礎，因此適合做為初學者的入門課程；而 MIT 的 Scratch 提供了師生圖形化與高階語言的介面與程式環境，可達「所見即所得」的便利性。

依據皮亞傑 (Jean Piaget) 認知發展理論，國中學生適逢第四個時期，也就是形式運思期 (約 13-15 歲)：可以處理假設的情境，且其思考歷程不限於立即的與具體的事物，新制能力的操作漸漸由具體的事物拓展到形式的命題之假設、涵蘊、推理等邏輯思考作用，因此提出布林邏輯做為學習目標，國中年齡以

上的學生為布林邏輯的施教對象，而選擇小精靈的遊戲規則為教材是由於小精靈是大家耳熟能詳的經典遊戲，學生可以節省時間摸索原始的遊戲規則，提早進入學習改寫遊戲規則的教學階段；而根據第二章第二節探討文獻的心得，在本研究中採取遊戲式學習做為教學方法，期望能增進學生的學習動機。

本論文的課程規劃主要是提供一個教學活動，期望國中三年級學生可以藉由小精靈遊戲規則改寫，產生一個新的小精靈「案例」，瞭解布林邏輯式改寫小精靈的遊戲規則對於原始遊戲而言，有哪些方面的影響，包括：趣味性、公平性、耐玩性、困難度等。

其他相關的教學能力指標，整理於下表 2 中做說明。

表 2 相關教學能力指標

項目	內容說明
九年一貫 自然與生活科技領域	2-4-3 認識程式語言、了解其功能與應用，有開放規格、自由軟體的概念。
	4-3-4 能針對問題提出可行的解決方法。
Dr. Howard Gardner 多元智慧	邏輯－數學智慧 (logical-mathematical intelligence) 指運用數字和推理的能力，它涉及了對抽象關係的使用與瞭解，其核心成份包括了覺察邏輯或數字之樣式 (pattern) 的能力，以及進行廣泛的推理，或巧妙地處理抽象分析的能力。

教學活動對照組流程如圖 10 所示，對照組 A 班採用較傳統的遊戲式學習，教師先讓學生試玩並觀察小精靈遊戲的規則，以遊戲提高學生學習動機與意願，

然後講解布林邏輯運算式的性質，最後評析學生對這個教學活動的滿意度與成效。

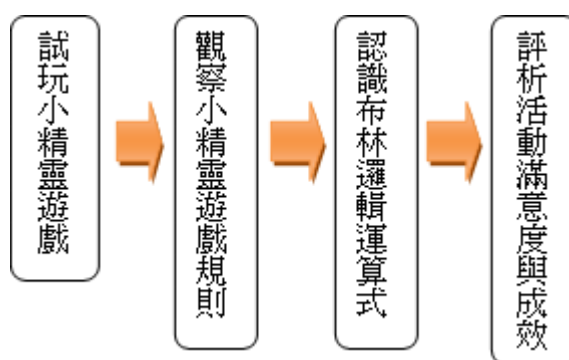


圖 10 教學活動對照組流程圖

而教學活動實驗組流程如圖 11 所示，將本文第三章所提出關於布林邏輯遊戲規則改寫的教學流程三階段，再分成 6 個教學步驟，其中：「試玩小精靈遊戲」、「觀察小精靈遊戲規則」步驟屬於「引導觀察遊戲規則」階段；「認識布林邏輯運算式」、「認識遊戲事件與行動」、「嘗試改寫遊戲規則」步驟屬於「學習變化遊戲規則」階段；「評析活動滿意度與成效」步驟屬於「評析邏輯學習成果」階段。

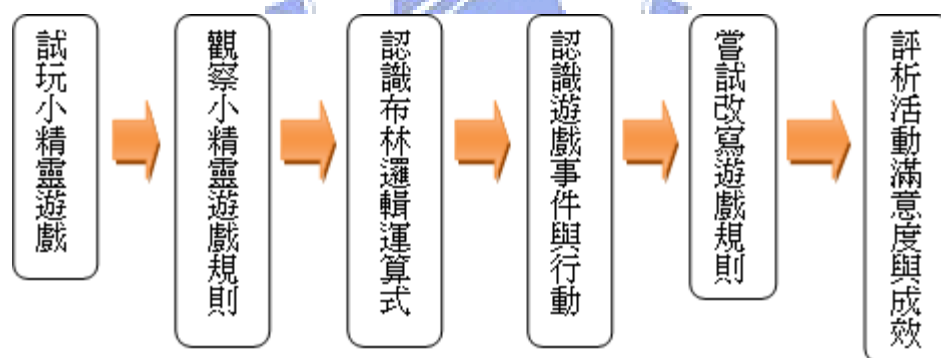


圖 11 教學活動實驗組流程圖

由上圖所示，實驗組 B 班一樣是由教師先讓學生試玩小精靈遊戲，並且讓學生觀察小精靈的原始規則後，講解布林邏輯運算式的性質，以及小精靈遊戲中的「事件」與「行動」，然後提示學生應用布林邏輯運算式的性質，嘗試改寫小精靈的遊戲規則，並且說出在進行每一個規則改寫後，對遊戲產生了哪些影響，最後一樣對於這個教學活動評析學習的滿意度與成效。

第二節 實驗工具說明

本次研究為了瞭解學生的學習成效，設計有一張學習單與小精靈改寫的範例程式，在學習單上的第二頁設計有 8 題練習題，我們分別將它編上 T1~T8 的編號，如圖 12 所示，T1~T3 題是根據學習單上方的小精靈「事件」與「行動」代號表（如圖 8），將小精靈的遊戲規則，以布林運算式表示。

【改造小精靈遊戲規則】

※請試著寫出小精靈遊戲中可能會發生的事件以及遊戲中可能產生的行動。

Pacman	BLINKY(紅)	CLYDE(橙)	PINKY(粉紅)	INKY(藍)
--------	-----------	----------	-----------	---------

事件	
A. 吃到pill	B. 吃完pill
C. 吃到大力丸	D. 遇到Pacman
E. 遇到PINKY	F. 遇到INKY
G. 遇到BLINKY	H. 遇到CLYDE

行動	
S. 加分	T. 減分
U. 無敵時間加長	V. 無敵時間減短
W. 加一條命	X. 減一條命
Y. 加快速度	Z. 遊戲結束

※讓我們利用上面表格中的事件與行動，試著改寫小精靈的遊戲規則：

小精靈 遇到 BLINKY 或者 遇到 CLYDE，
則小精靈少一條命：
GvH → X

小精靈 吃到大力丸 而且 遇到 BLINKY，
則小精靈 加分： T1

小精靈 吃到pill 或者 吃到大力丸，
則小精靈 加分： T2

小精靈 吃到大力丸 而且 (遇到INKY 或者 遇到PINKY)，
則小精靈 加分： T3

※現在，我們若想把小精靈遊戲改寫成爲類星版本，也就是 Pacman 和 Ghost 這樣的得分賽，則需要改寫的遊戲規則有哪些？請參考範例程式寫下你的想法。

規則一：Ghost 吃到 pill 或者 吃到大力丸 則 加分。 T4

規則二：Ghost 吃到大力丸 而且 遇到小精靈 則 少一條命。 T5

規則三：Ghost 吃到大力丸 而且 (小精靈 遇到 PINKY 或者 遇到 INKY) 則 加分。 T6

規則四：Pacman 三次機會用完 或者 Ghost 吃完 pill 則 遊戲結束。 T7

規則五：其他： T8

圖 12 實驗用學習單

而 T4~T8 題則是由學生先試玩改版後的小精靈遊戲，如圖？，觀察改寫後的小精靈遊戲規則有哪些，採用圖 8 中的小精靈「事件」與「行動」清單代號表，將觀察到的遊戲改寫規則以布林運算式表示。所以在教學流程的最後，由教師在課前先把小精靈遊戲改寫成爲 3 個新案例的版本，如圖 13 所示。

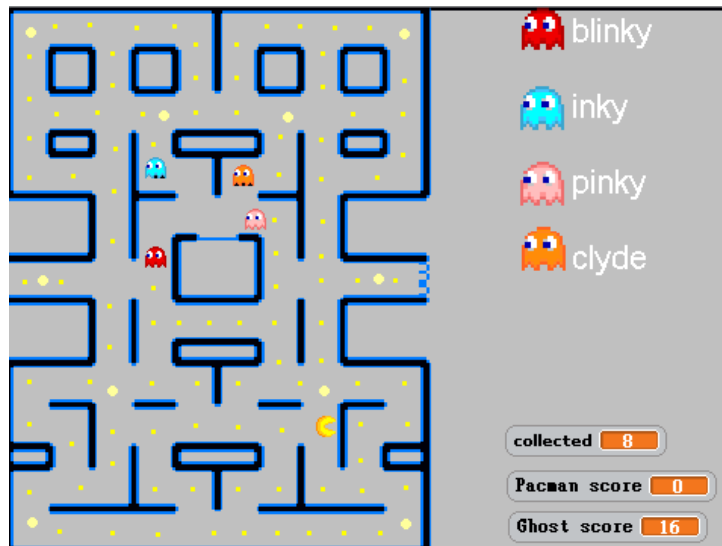


圖 13 小精靈改版後的遊戲案例畫面

讓學生試玩並且觀察後記錄下變化的遊戲規則有哪些？並且感受遊戲規則改變後對遊戲產生了哪些影響，包括：趣味性、公平性、耐玩性、困難度等。其中的遊戲規則改寫後說明舉例如下：

範例 6：遊戲得分規則改寫

以布林運算式「或者」邏輯運算式的改寫，並且另外使用括號（）來改變布林邏輯運算的優先順序，以達成遊戲得分規則的改變，變化後吃小藥片的主角變多，玩家對電腦角色的公平性產生變化，困難度也因此增加。

小精靈 吃到小藥片 → 得分

改寫成 鬼(BLINKY 或者 CLYDE 或者 PINKY 或者 INKY) 吃到小藥片 → 得分

範例 7：遊戲限制規則改寫

以布林運算式「或者」邏輯運算式的改寫，並且另外使用括號（）來改變布林邏輯運算的優先順序，以達成遊戲限制規則的改變，變化後吃大力丸的主角變多，鬼變得比較多機會在無力狀態，小精靈獵殺鬼的困難度就降低了。

小精靈 吃到大力丸 → 無敵

改寫成 鬼(BLINKY 或者 CLYDE 或者 PINKY 或者 INKY) 吃到大力丸 → 無力

範例 8：遊戲過關規則改寫

以布林運算式「而且」邏輯運算式的改寫，以達成遊戲過關規則的改變，變化後由於吃小藥丸的角色變多，會加速遊戲結束時間。

小精靈 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 過關

改寫成 鬼 吃完小藥片 而且 吃完大力丸 → 過關

另外為了瞭解學生的學習滿意度，設計有一張問卷（如附件 2 所示），在學生填寫完學習單後作答，總計有四題，分別是：

Q1：我覺得這次的課程活動很好玩、很有趣。

Q2：我覺得這次的課程很容易瞭解。

Q3：我覺得使用布林邏輯很容易用來改寫小精靈遊戲規則。

Q4：這次完成了幾個遊戲規則改寫？

並且採用 Likert Scale 五點量表，五個項目與統計時的得分依序分別是：非常同意—5 分、同意—4 分、普通—3 分、不同意—2 分、非常不同意—1 分。第 4 題為學生自行記錄學習的成果，可與上一章節的 T4 到 T8 題做對照比較。計分方式為答對一題計 1 分、答對二題計 2 分、答對三題計 3 分，最高為 4 分。所有實驗結果將在下一章中做說明。

第五章 實驗與討論

本章是依據回收之學生學習單（如附件一）與隨堂問卷（如附件二）內容，來分析學生經過布林邏輯教學課程後的學習成效與學習滿意度為何。

第一節 實驗設計

表 3 是本次研究課程的各班實驗人數與實驗日期，施測的對象是臺北市立民族國民中學九年級（國三）的學生，其中 A 班是對照組，B 班是實驗組，該校採常態編班，使用電腦課時間進行實驗，每班時間是 45 分鐘[11]。

表 3 實驗對象與日期

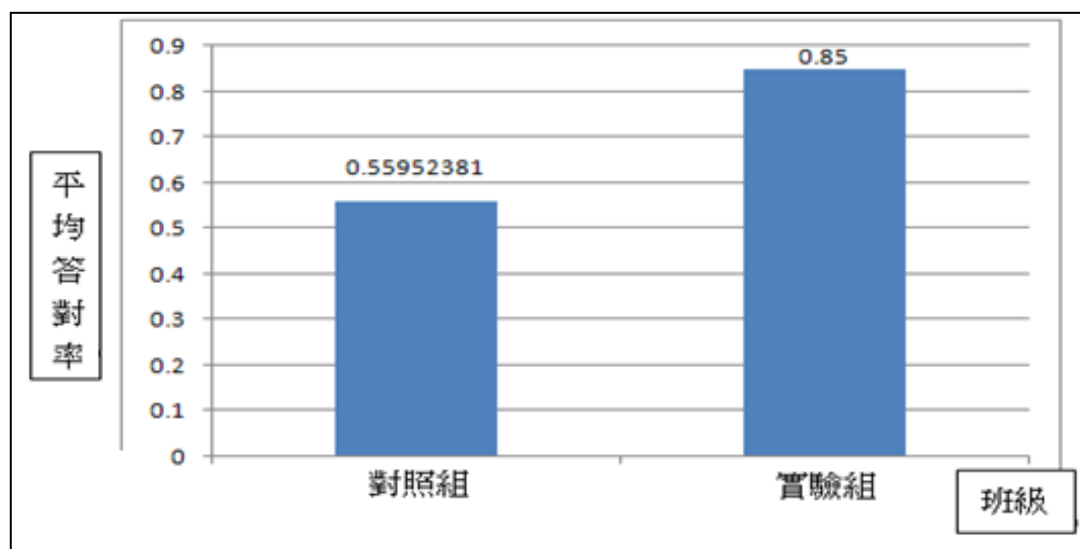
分組類別	班級	人數	實驗日期
對照組	A	21	2009.5.19
實驗組	B	20	2009.5.22

現在我們將上一章中的實驗結果批閱後，以計分方式：答對一題，計 1 分，答錯一題，計 0 分。則全班的平均得分就會是答對率。各班答題情況，詳如附件三所示，另將各班各題的平均答對率整理成表 4，並將各班的平均答對率比較結果整理成表 5，如下表。

表 4 布林邏輯學習成效答對率整理表

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A 班	0.76	0.81	0.71	0.52	0.57	0.52	0.48	0.1
B 班	0.85	1.00	0.85	1.00	1.00	0.95	0.95	0.2
總平均 答對率	0.8	0.9	0.8	0.775	0.8	0.75	0.725	0.15

表 5 各班的平均答對率比較表



由表 4 的結果可以發現，除了 T8 題因為是開放性的填答題，所以答對率偏低，約不到 2 成學生可以答對，而 T1-T7 題的答對率都有 5 成以上，即一半以上，而且由表 12 可知 B 班的平均答對率都高於 A 班，可謂實驗組 (B 班) 學習成效明顯優於對照組 (A 班)。此外，我們將布林邏輯運算子的項目，對照學習單上的題目，整理如下表 6。

表 6 布林邏輯運算評量項目與學習單題目對照表

布林邏輯運算評量項目	學習單相對應題目	各項目之平均答對率
而且 (AND)	T1、T3、T5、T6	0.7875
或者 (OR)	T2、T3、T4、T6、T7	0.79
其他	T8	0.15

由上表可知，由於邏輯運算子「而且」和「或者」在平均答對率上並沒有太大的差異，所以兩者在教學上應該不容易產生混淆，因此綜合上述實驗結果的觀察，我們可以發現，經由教師先讓學生試玩小精靈遊戲，並且讓學生觀察小精靈的原始規則後，講解布林邏輯運算式的性質，以及講解小精靈遊戲中的「事件」與「行動」有哪些可以應用，然後再提示學生應用布林邏輯運算式的性質，嘗試改寫小精靈的遊戲規則，也就是應用本篇論文所提出的教學流程，在學習布林邏輯觀念上會有比較好的學習成效。

第二節 實驗結果

本次隨堂問卷總計有四題（如附件二），第 1 題到第 3 題為本課程滿意度相關問題，採用 Likert Scale 五點量表，五個項目與統計時的得分依序分別是：非常同意—5 分、同意—4 分、普通—3 分、不同意—2 分、非常不同意—1 分。

第 4 題為學生自行記錄學習的成果，可與上一章節的 T4 到 T8 題做對照比較。計分方式為答對一題計為 1 分、二題計為 2 分、三題計為 3 分，最高為 4 分。各班問卷調查的統計結果整理於附件四。另外將各班平均差異與全部兩個班級的總平均整理於表 7。

表 7 各班滿意度調查結果表

	我覺得這次的 課程活動很好 玩、很有趣。 (滿分=5)	我覺得這次 課程很容易 瞭解。 (滿分=5)	我覺得使用布林邏 輯很容易用來改寫 小精靈遊戲規則。 (滿分=5)	我這次完成了 幾個遊戲規則 改寫? (滿分=4)
A 班	2.95	3.67	3.29	3.1
B 班	3.5	3.8	3.75	2.55
總平均	3.22	3.73	3.51	2.83

從上表中可以看出這次課程的趣味性滿意度比較結果為：B 班 > A 班；課程瞭解程度的比較結果為：B 班 > A 班；對於用布林邏輯式改寫小精靈遊戲規則的瞭解程度比較結果為：B 班 > A 班；學生自評的完成度比較結果為：A 班 > B 班；若將各個滿意度平均得分加總後，可以發現整體的滿意度比較結果為：B 班 > A 班，所以實驗結果可以顯示實驗組（B 班）學習滿意度明顯高於對照組（A 班）。

第六章 結論與建議

本研究目的在發展案例式遊戲規則設計教學活動導入一般初學者學習布林邏輯之觀念與應用，探討初學者在經過「經典遊戲小精靈 (Pacman) 遊戲規則設計」教學活動後，對於布林邏輯概念的學習動機與學習成效，是否有明顯的提昇。因此提出遊戲案例式教學活動，藉由經典遊戲小精靈遊戲，將規則做不同程度的改寫，讓初學者瞭解遊戲規則設計所隱含的布林邏輯概念，並以 Scratch 實做出來，並體會對遊戲的趣味性、公平性、困難度等性質所產生之影響所在。

在實證部分，導入國中電腦科布林邏輯學習活動中，將施測班級分為對照組與實驗組，使用電腦課時間進行實驗，檢視學生在經歷這套教學活動後的學習成效與滿意度。經由遊戲案例式規則設計的教學活動，可以提高學生對布林邏輯的理解程度，即使邏輯對於大多數的初學者而言是較為抽象的觀念與知識，但是經過遊戲案例式規則的改寫，並配合適當的教學平台即時呈現新遊戲案例的具體結果，確實是可以有較好的學習成效。

在實驗過程中的觀察發現，在教學活動進行中，由老師掌握教學進度，並以明確的教學步驟、階段進行，會使得教學活動較順利進行，避免學生沉浸於遊戲之中卻忽略體會布林邏輯在其中的意涵；而教師選用遊戲教材時，應採用經典遊戲規則，可以減少學生摸索原始遊戲規則的時間，幫助提昇學習意願。從本篇論文的研究也觀察到，為了讓學生更容易完成遊戲規則的改寫，進而達到更高層次的遊戲邏輯之應用與變化，在此建議未來的相關實驗教學平台，可以將遊戲範例建置成為更方便使用的介面來提供學生使用與改寫，以減少操作上的瓶頸，並加強邏輯變化的深度。而選用的遊戲案例，也應有程度上的差異，讓理解程度背景不同的學生，都有適合的遊戲案例可以用來學習邏輯，或是將遊戲案例結合生活上的常識，以培養學生解決問題的能力[4]，這些都可做為未來研究方向的參考。

參考文獻

- [1] Dondi, C., Moretti, M., " A methodological proposal for learning games selection and quality assessment" , British Journal of Educational Technology, 2007.
- [2] Gee, P. J., " Learning by Design: Games as Learning Machines" , In Interactive Educational Multimedia, Volume 8, 2004.
- [3] Groos, K. " The Play of Man" , Appleton Century, 1914.
- [4] Ho, P. C. , Chung, S. M. , and Tsai, M. H. , " A Case Study of Game Design for E-Learning, Lecture Notes on Computer Science" , 2006.
- [5] Jiau, H. C. , Chen, C. J. , and Ssu, K. F. , " Enhancing Self-Motivation in Learning Programming Using Game-Based Simulation and Metrics" , 2008.
- [6] Kinzie, M. B. and Dolly, R. D. J. , " Gender differences in game activity preferences of middle school children: implications for educational game design" , Education Tech Research Dev, 2008.
- [7] Landman, H. J. , " The case method of studying law" , 1930.
- [8] Masuch, M. and Rueger, M. , " Challenges in Collaborative Game Design Developing Learning Environments for Creating Games" , IEEE computer society, 2008.
- [9] Rollings, A. and Morris, D. 原著，大師談遊戲架構與設計理論，
上奇科技。
- [10] Ryoo, J. , Fonseca, F. , and Janzen, D. S. , " Teaching Object-Oriented Software Engineering through Problem-Based Learning in the Context of Game Design" , IEEE computer society, 2008.

- [11] 何筱婷，在角色扮演學習環境中的合作學習行為之分析，
國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習學程，碩士論文，2008。
- [12] 李偉旭，「電腦遊戲學習軟體與內在動機因素—以英語幼教光碟的學習為例」，國立台灣師範大學資訊教育研究所，碩士論文，1999。
- [13] 周仿敏，「國中化學科遊戲式電腦輔助教學之研究」，國立台灣師範大學化學研究所，碩士論文，1986。
- [14] 林明政，「OOP = 個體導向思維模式 + C++，資策會出版」，1994。
- [15] 蛇行三勇士，「電玩模擬器經典遊戲玩翻天」，旗標出版，2004。
- [16] 張仁家、黃廷合、李美蘭、葉芷吟，「創意型服務業—遊戲軟體程式設計師之培育現況與發展」，現代管理與創新學術研討會，2007。
- [17] 曾憲雄、黃國禎，「人工智慧與專家系統理論. 實務. 應用」，旗標出版，2008。
- [18] 葉新雲，「現代邏輯要義」，三民書局，1999。
- [19] 歐陽教，「認知結構與教學的關係」，師大書苑，1987。
- [20] 鄭芷人，「邏輯基礎」，文津出版社，2001。
- [21] Boolean algebra
(logic)，[http://en.wikipedia.org/wiki/Boolean_algebra_\(logic\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Boolean_algebra_(logic))
- [22] 林瑋婷，案例教學
法，http://sllai.social.ntu.edu.tw/sllaidoc/syllabus/2007/soc_thought/Case_method.pdf

附件一 小精靈遊戲規則設計 班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

1. 請先試玩小精靈 (Pacman) 遊戲，留意此遊戲的規則以及你玩此遊戲的策略，並請寫下你玩小精靈的秘訣是什麼？

- 1
- 2
- 3

2. 布林邏輯的運算性質說明如下：

OR (或者)			AND (而且)			NOT (非)	
a	b	$a \vee b$	a	b	$a \wedge b$	a	$\sim a$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0		
1	1	1	1	1	1		

舉例說明：



現在請試著用『而且』、『或者』等用詞，說出小精靈遊戲的其他規則。

- 1
- 2
- 3






3. 請想想看有哪些小精靈的遊戲規則可以修改？

並且用『而且』、『或者』等用詞，寫下改寫小精靈遊戲的其他規則。

- 1
- 2
- 3

【改造小精靈遊戲規則】

※請試著寫出小精靈遊戲中可能會發生的事件以及遊戲中可能產生的行動。

 Pacman
  BLINKY(紅)
  CLYDE(橙)
  PINKY(粉紅)
  INKY(藍)

事件	
A. 吃到pill	B. 吃完pill
C. 吃到大力丸	D. 遇到Pacman
E. 遇到PINKY	F. 遇到INKY
G. 遇到BLINKY	H. 遇到CLYDE

➔

行動	
S. 加分	T. 減分
U. 無敵時間加長	V. 無敵時間減短
W. 加一條命	X. 減一條命
Y. 加快速度	Z. 遊戲結束

※讓我們利用上面表格中的事件與行動，試著改寫小精靈的遊戲規則：

小精靈 遇到 BLINKY 或者 遇到 CLYDE，
則小精靈少一條命；
GvH → X

小精靈 吃到大力丸 而且 遇到 BLINKY，
則小精靈 加分；
_____ → _____

小精靈 吃到pill 或者 吃到大力丸，
則小精靈 加分；
_____ → _____

小精靈 吃到大力丸 而且
(遇到 INKY 或者 遇到 PINKY)，
則小精靈 加分；
_____ → _____

※現在，我們若想把小精靈遊戲改寫成為顛覆版本，也就是 Pacman 和 Ghost 比誰的得分高，則需要改寫的遊戲規則有哪些？請參考範例程式寫下你的想法。

- 規則一：Ghost 吃到 pill 或者 吃到大力丸 則 加分

- 規則二：Ghost 吃到大力丸 而且 遇到小精靈 則 少一條命

- 規則三：Ghost 吃到大力丸 而且 (小精靈 遇到 PINKY 或者 遇到 INKY) 則 加分

- 規則四：Pacman 三次機會用完 或者 Ghost 吃完 pill 則 遊戲結束

- 規則五：其他：_____

附件二 小精靈遊戲規則設計隨堂問卷

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

1. 我覺得這次的課程活動很好玩、很有趣。

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

2. 我覺得這次的課程很容易瞭解。

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

3. 我覺得使用布林邏輯很容易用來改寫小精靈遊戲規則。

非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

4. 這次完成了幾個遊戲規則改寫？

1 個 2 個 3 個 4 個以上 都沒有完成

5. 你會喜歡哪些改寫任務？（可複選）

- 任務一：改成 Pacman 和 Ghost 互相搶食資源。
- 任務二：改成兩隻 Pacman 互相競爭搶資源。
- 任務三：改成 Pacman 追殺 Ghost 的遊戲型式。
- 任務四：改成 Pacman 可以有無限次數的無敵狀態。
- 其他任務：請說明_____

6. 你喜歡上一題任務中哪些遊戲規則的改寫？

-
-
-

7. 你覺得改寫遊戲規則後，會讓小精靈遊戲更加好玩嗎？並請寫下原因。

是，會變得更好玩。因為：_____

不，會變得不好玩。因為：_____

8. 你認為小精靈的哪些規則是「不能」被修改的？並且提出你的理由。

-
-
-



附件三

各班學習單答題情況表

A 班答題整理表

編號	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A01	1	1	0	0	0	0	0	0
A02	0	1	0	0	1	0	0	0
A03	1	1	1	0	0	0	0	0
A04	1	1	1	0	0	0	0	0
A05	1	1	1	1	1	1	1	1
A06	1	1	1	1	1	1	1	0
A07	1	1	1	1	1	1	1	1
A09	1	1	1	1	1	1	0	0
A10	1	1	1	0	1	0	1	0
A15	0	0	0	1	0	0	0	0
A16	0	0	0	0	0	0	0	0
A17	0	0	0	0	0	0	0	0
A21	0	1	0	0	0	1	0	0
A22	1	1	1	1	1	1	1	0
A23	1	1	1	1	1	1	1	0
A24	1	1	1	1	1	1	1	0
A25	1	1	1	1	1	1	1	0
A26	1	1	1	1	1	1	1	0
A29	1	1	1	1	1	1	1	0
A32	1	1	1	0	0	0	0	0
A34	1	0	1	0	0	0	0	0
答對率	0.76	0.81	0.71	0.52	0.57	0.52	0.48	0.1

B 班答題整理表

編號	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
B03	1	1	1	1	1	1	1	0
B04	1	1	1	1	1	1	1	1
B06	1	1	1	1	1	1	1	0
B08	0	1	1	1	1	1	1	1
B10	1	1	0	1	1	1	1	0
B11	0	1	1	1	1	0	1	0
B12	0	1	1	1	1	1	1	0
B13	1	1	0	1	1	1	1	1
B17	1	1	0	1	1	1	1	0
B22	1	1	1	1	1	1	1	0
B23	1	1	1	1	1	1	1	1
B26	1	1	1	1	1	1	1	0
B27	1	1	1	1	1	1	1	0
B28	1	1	1	1	1	1	1	0
B30	1	1	1	1	1	1	1	0
B31	1	1	1	1	1	1	1	0
B35	1	1	1	1	1	1	1	0
B36	1	1	1	1	1	1	1	0
B38	1	1	1	1	1	1	1	0
B39	1	1	1	1	1	1	0	0
答對率	0.85	1	0.85	1	1	0.95	0.95	0.2

附件四 各班問卷調查結果表

編號	Q1：我覺得這次的課程活動很好玩、很有趣。	Q2：我覺得這次的課程很容易瞭解。	Q3：我覺得使用布林邏輯很容易用來改寫小精靈遊戲規則。	Q4：這次完成了幾個遊戲規則改寫？
A01	3	3	3	4
A02	2	5	2	3
A03	2	2	2	3
A04	2	3	4	3
A05	5	5	5	4
A06	4	5	5	4
A07	4	4	3	2
A09	2	3	3	4
A10	3	4	4	4
A15	3	4	4	0
A16	1	3	3	0
A17	3	4	3	1
A21	1	4	3	1
A22	3	3	2	4
A23	3	4	4	4
A24	4	4	4	4
A25	4	4	3	4
A26	4	4	3	4
A29	3	3	4	4
A32	2	2	2	4
A34	4	4	3	4
平均	2.95	3.67	3.29	3.1

編號	Q1：我覺得這次的課程活動很好玩、很有趣。	Q2：我覺得這次的課程很容易瞭解。	Q3：我覺得使用布林邏輯很容易用來改寫小精靈遊戲規則。	Q4：這次完成了幾個遊戲規則改寫？
B03	2	3	3	4
B04	3	3	4	2
B06	4	4	5	3
B08	5	5	5	4
B10	5	5	5	2
B11	2	5	3	2
B12	5	5	5	4
B13	3	5	4	1
B17	4	3	4	1
B22	3	4	5	3
B23	4	3	5	4
B26	3	2	3	3
B27	4	2	2	3
B28	3	2	1	3
B30	5	5	5	4
B31	1	3	3	3
B35	3	5	3	0
B36	3	2	2	0
B38	5	5	5	2
B39	3	5	3	3
平均	3.5	3.8	3.75	2.55