

國立交通大學
工業工程與管理學系

博士論文

動作型電腦遊戲設計因素探討

Exploring Design Factors for Action Computer Games



研究生：李豐良

指導教授：許尚華 教授

中華民國九十五年一月

動作型電腦遊戲設計因素探討

Exploring Design Factors for Action Computer Games

研究生：李豐良

Student : Feng Liang Lee

指導教授：許尚華教授

Advisor : Shang Hwa Hsu, Ph.D.

國立交通大學

工業工程與管理學系

博士論文



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Doctor of Philosophy

January 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年一月

動作型電腦遊戲設計因素探討

研究生：李豐良

指導教授：許尚華 教授

國立交通大學 工業工程與管理學系 博士班

摘要

本研究探討動作型電腦遊戲的設計因素。研究分成兩個部分來進行：(一)以遊戲者為對象，探討在購買過程(buying process)時，吸引遊戲者購買之電腦遊戲設計特徵。(二)以遊戲開發設計者為對象，提出在設計過程(design process)時，電腦遊戲之最佳化設計整合方法。

在購買過程，吸引遊戲者之遊戲設計特徵研究部份，首先由 16 位經常購買電腦遊戲的玩家，對照不同版本的 PacMan (小精靈) 動作型電腦遊戲後，確認出 39 個吸引購買玩家的設計特徵。接著由 45 位受試者 (27 位高中男生與 18 位高中女生) 根據此確認的 39 個設計特徵來評估 28 種版本的 PacMan 電腦遊戲。然後經 Qnet2000 類神經網路軟體計算確認此 39 個設計特徵的相對重要性。結果顯示前十項最重要的設計特徵對「感覺好玩」的累積貢獻程度超過 50%。而在購買過程對玩家有重要性的化身(avatar)特徵，過去在以遊戲過程(play process)為對象的研究中並未提及。此化身特徵顯示個人化展示遊戲的重要性。同時，透過因素分析方法，將此 39 個設計特徵總共歸類為「新奇性與具威力性」、「吸引的呈現」、「互動性」、「挑戰感」、「控制感」與「獎勵」六個設計因素，這六個設計因素可以解釋 54% 的總變異量。在這六個因素中，「吸引的呈現」在過去的其他研究中也未被強調。對於不能直接接觸到遊戲的購買玩家，「吸引的呈現」這個因素在展示的環境中變得非常重要。

在設計過程，電腦遊戲最佳化設計整合方法研究部份，因為電腦遊戲的設計特徵非常多，而且每一設計特徵皆有不同表現水準的要求，也相對的形成不同的設計成本。所以在短時間產品必須上市的市場環境中，電腦遊戲的開發設計者可能無法將所有的設計特徵皆以最佳之表現水準納入遊戲設計中。因此如何權衡決定每一設計特徵之表現水準，就變得非常重要，但少有研究提到。本研究提出一個方法以解決此權衡決定的問題。本方法包括利用類神經網路與基因演算法以選擇設計方案。其中，類神經網路乃是用來建立評估設計方案之「感覺好玩」程度的機制；而基因演算法則用來發展出確認最佳化的設計方案。根據本方法所得到近於最佳化的設計選擇方案中，要求達到最佳表現水準的設計特徵包括「對手厲害」、「音效要反應事件的發生」、「音效要時常變化」、「開頭幾關容易過關」及「後幾關不容易得高分」等五個設計特徵。本研究所發展出來的方法可在遊戲風行的

時機，設計團隊就能夠即時決定出電腦遊戲近於最佳化的設計選擇方案，並將資源與心力配置於不同的電玩設計特徵上。

關鍵詞：電腦遊戲、購買過程、最佳化、類神經網路、基因演算法



Exploring Design Factors for Action Computer Games

Student: Feng Liang Lee

Advisor : Shang Hwa Hsu, Ph.D.

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

ABSTRACT

This study attempts to explore the design factors for action computer games. There are two issues in this study: (1) identifying design features for action games that would appeal to game players during *buying process*, rather than *play process*. (2) presenting an approach to solve the trade-off decision problem *efficiently* for *game design*.

The first issue aims to identify design features for action games that would appeal to game players during buying process. Sixteen frequent-buyers of computer games identified 39 design features that appeal to players during buying process by contrasting different versions of Pacman games. Twenty-eight versions of Pacman were then evaluated in terms of the identified design features by 45 participants (27 male and 18 female college students). Qnet2000 neural network software was used to determine the relative importance of these design features. The results indicated that the top 10 most important design features could account for more than 50% of “perceived fun” among these 39 design features. The feature of *avatar* is important to game players during buying process, yet not revealed in previous play process oriented studies. Moreover, six design factors underlying the 39 features were identified through factor analysis. These factors included “novelty and powerfulness”, “appealing presentation”, “interactivity”, “challenging”, “sense of control”, and “rewarding” and could account for 54% of total variance. Among these six factors, *appealing presentation* has not been emphasized by play process oriented research. Implications of the findings were discussed.

The second issue aims to present an integrated approach to solve the trade-off decision problem efficiently for game design. In a time-to-market environment, designers may not be able to incorporate all the design features with the best performance in a computer game. For each feature, there are several levels of

implementation, which is corresponded to different levels of benefit as well as cost. Therefore, a trade-off decision for determining appropriate levels of implementation is very important, yet has been rarely studied in literature. This issue presents an approach to solve this trade-off selection problem. This approach applies the neural network technique and develops a genetic algorithm to optimize the design of computer games. By this study, a near-optimal design alternative can be identified in a timely fashion. In this study, five design features included “opponent is competitive”, “sound effect varies with events”, “sound effect is varying”, “beginning levels are easy” and “final levels are difficult” and could be required up to the best implementation level. Then, computer game designers can properly allocate design resources in different design features of a game.

Keywords: computer game, buying process, optimization, ANN, GA



致 謝

感謝指導教授 許尚華教授在我就學期間的悉心教導與鼓勵，感謝博士學位考試委員會召集人 巫木誠教授在我論文構思、研究與撰寫期間的關心與指導，俾使本論文得以順利完成。

在論文完成、通過口試、確定可以畢業的同時，心中浮現出許多該感謝的人。在論文審查期間，應用藝術研究所 莊明振教授、清華大學 黃雪玲教授與成功大學 李再長教授的啟迪、指導與斧正，謹在此致上最高的敬意與謝意。另外，學弟溫明輝、李俊佳的切磋與指正，誠摯地感謝您們的惕勵！我的實驗樣本—遠東技術學院資管系五專部的同學們，感謝他們的專心與盡力來完成實驗。同時亦非常感謝遠東技術學院 王元仁校長願意薦送我以在職身份至交通大學進修攻讀博士學位，也感謝遠東技術學院資管系的同仁們分擔了我原有的工作負荷。

求學期間，感謝母親體諒無法承歡膝下的歉疚。特別感謝太太的鼓勵與支持，辛苦照顧一對在我修讀博士學位期間才來到人世間，既窩心可愛，但又頑皮搗蛋的兒女，讓我得以無後顧之憂地完成學位。最後，謹以本論文呈獻給我最摯愛的家人以及最尊敬的 許尚華與巫木誠兩位老師，願他們與我共享這份喜悅、成果與榮耀。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
致謝	v
目錄	vi
表目錄.....	ix
圖目錄	x
第一章、緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的	3
1.3 研究架構	4
第二章、文獻探討	6
2.1 電腦遊戲的發展、演進與分類	6
2.2 電腦遊戲設計因素的研究.....	9
2.2.1 使用者經驗之電玩設計研究.....	9
2.2.2 設計者經驗與啟發式之電玩設計研究.....	12
2.3 最佳化設計的研究.....	14

2.3.1 類神經網路.....	15
2.3.2 基因演算法.....	17
2.3.3 類神經網路與基因演算法之整合應用.....	21
2.4 文獻回顧結語.....	22
第三章、從「購買過程」的角度探討電玩的設計特徵.....	23
3.1 實驗情境.....	23
3.2 確認吸引玩家的電玩設計特徵.....	24
3.3 決定各設計特徵的相對重要性.....	26
3.4 設計特徵的歸類.....	29
3.5 實證結果.....	30
3.5.1 相對重要的設計特徵.....	30
3.5.2 設計因素的類別.....	34
3.5.3 綜合討論.....	38
第四章、電腦遊戲的最佳化設計.....	41
4.1 設計方案的解空間分析.....	42
4.2 設計方案的評估.....	42
4.3 最佳化設計的問題描述.....	43
4.4 搜尋最佳化設計方案.....	44

4.5 研究問題實證運算.....	46
4.6 實證結果.....	47
4.7 綜合討論.....	50
第五章、結論與建議.....	53
5.1 結論.....	53
5.2 具體貢獻.....	55
5.3 研究的限制.....	56
5.4 後續研究與建議.....	57
參考文獻.....	59
附錄一：PacMan（小精靈）原型電玩畫面.....	69
附錄二：28 個 PacMan 實驗題材與遊戲發行公司.....	70
附錄三：「購買過程」吸引玩家的動作型電腦遊戲設計特徵.....	71
附錄四：設計特徵之相對貢獻度與累積貢獻度.....	74



表 目 錄

表 3.1 相對貢獻度排名前 10 之設計特徵.....	31
表 3.2 因素分析所得之設計因素.....	35
表 4.1 每一設計特徵表現水準之變動設計時間.....	48
表 4.2 重覆 100 次計算所得出之近於最佳化方案.....	50



圖 目 錄

圖 1.1 研究架構圖.....	4
圖 2.1 類神經網路的架構.....	16
圖 2.2 基因演算法之演化流程圖.....	19



第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

電腦遊戲產業是一個很重要的產業。近年來電腦遊戲（以下簡稱電玩）市場急速的成長，根據美國娛樂軟體聯盟（Entertainment Software Association, ESA）的統計，在美國 2004 年娛樂遊戲市場營收比 2003 年成長了 4%，營收高達 73 億美元，總共銷售超過兩億四千八百萬套的遊戲軟體，也就是說，平均每一個家庭幾近擁有兩套遊戲軟體（Entertainment Software Association, 2005）；而在台灣，根據資策會資訊市場情報中心的調查，臺灣 2004 年遊戲市場營收達新台幣 89.7 億元，且預估 2005 年將成長 6.6%，可達 95.67 億元，同時並樂觀估算在 2006 年可再成長 10.7%，達到 105.91 億元的收益（林干勝與黃韻竹, 2005）。

但是並非每一個電玩產品都可獲得利潤。美國於 2001 年有超過 3000 個不同的電玩發行，大約只有 100 個左右獲得利潤，而只有前 50 名的電玩才能夠賺取大量的收益（Bethke, 2003）。如何設計「好玩」與「易於銷售」的電玩，已成為學術界和產業界一個重要的議題。

過去設計電玩軟體的文獻，乃研究玩家在**遊戲過程**(play process)的各種行為反應，所以在其進行實驗時，實驗對象皆需實際操作該套電玩軟體。然而新的電玩產品越來越多，市場上新的電玩產品可能數以千計。玩家在購買電玩時，可能無法有足夠的時間來學習操作該電玩。電玩軟體的購買決策，可能將以觀看展示 (game demonstration) 為主。因此如何設計一電玩，讓玩家在**購買過程**(buying process)觀看其展示時感覺好玩，對促銷電玩產品實在非常重要。

過去的研究主要是發展電玩軟體的設計準則，以讓玩家在「**遊戲過程**」中覺得好玩，這些「以**遊戲過程**為導向」的設計準則一般都會以檢核表 (check list)的方式來落實，但是對於這些設計準則的相對重要性，過去的文獻卻很少探討。然而，為了有效促銷電玩，瞭解電玩設計準則在「**購買過程**」吸引玩家的相對重要性，實在非常重要。因為這些資訊可以幫助開發設計者，特別重視某些設計準則，使電玩產品不但「好玩」而且「易於銷售」。

另外電玩設計生產力的提昇對公司而言很重要。因為對於電玩產業而言，遊戲產品的生命週期非常短，所以儘早快速上市是產品成功的關鍵因素；而且許多遊戲開發公司在開發電玩時採取的是風險分擔

的產品政策，也就是同一時間內會開發數個電玩，所以在資源的分配上可能就受到限制。過去電玩設計的研究所提出的許多設計準則與特徵，可**有效(effective)**的增進電玩的開發，但是在有限的時間與預算下，如何在各設計特徵的表現水準間做取捨，**有效率(efficient)**的成功開發出電玩，亦是非常重要的議題，但過去的研究不常見。所以，電玩設計開發的最佳化設計 (optimal design)，將是本研究的另一個探討主題。

1.2 研究目的



根據上述分析，本研究的目的有二：

第一個目的是探討在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵，期以提升顧客購買遊戲的意願。亦即確認哪些電玩軟體的設計特徵可促使顧客購買電玩，並評估這些設計特徵的相對重要性，與造成這些相對重要性的可能原因。吾人同時將這些設計特徵，歸類出「購買過程」中吸引玩家的設計因素，用以瞭解並分析造成影響「購買過程」的可能原因。

第二個目的是對電玩軟體各設計特徵的表現水準做取捨，以達成最佳化設計。本研究透過類神經網路與基因演算法的技術，有效率的適當選擇每一個設計特徵的表現水準，使設計資源能夠適切的配置於各個不同的設計特徵上。

1.3 研究架構

本研究之研究架構圖如圖 1.1 所示。

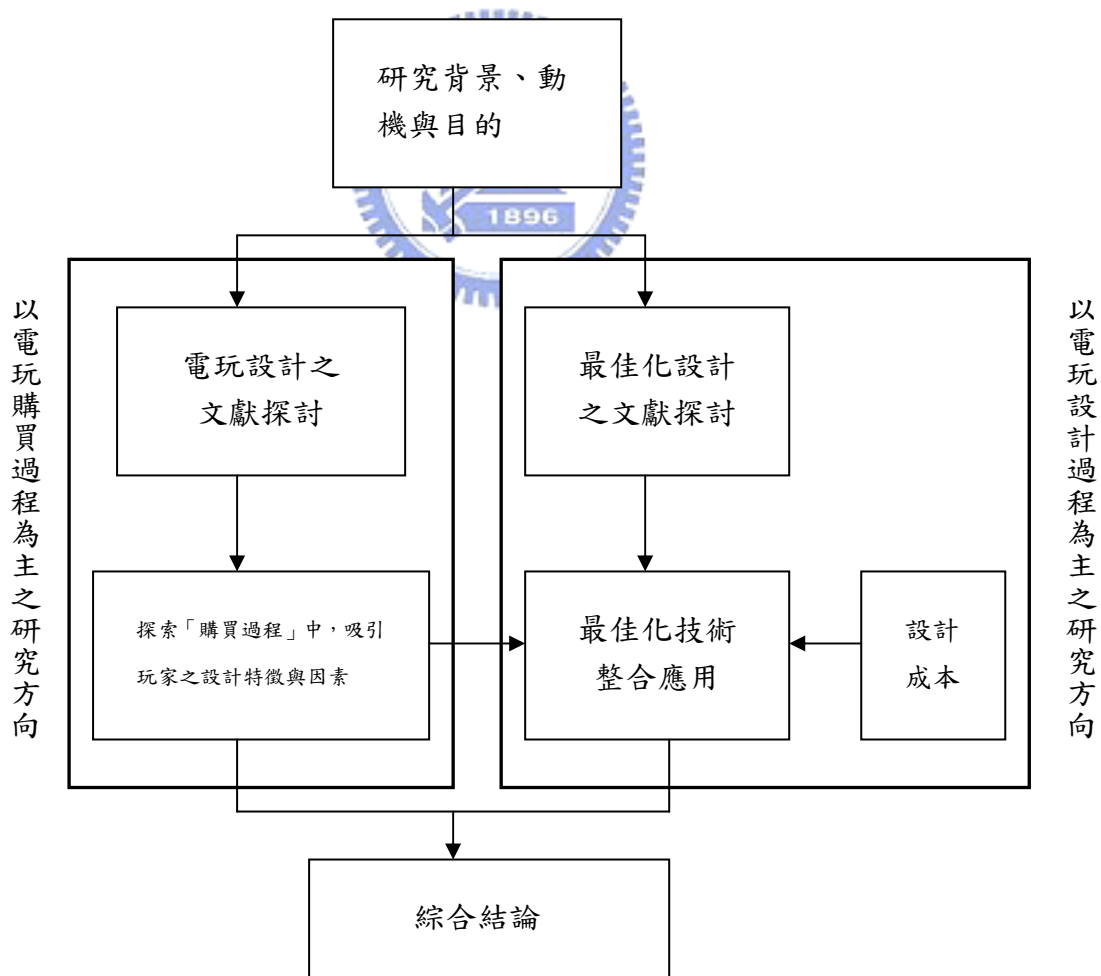


圖 1.1 研究架構圖


按此研究架構，本研究共分為五個章節。第一章描述本研究的背景、動機與目的。第二章為電玩設計因素與最佳化設計之相關研究文獻探討。第三章則從「購買過程」的角度探討吸引玩家之電玩設計特徵，並以 PacMan 動作型電玩為例，進行實證研究。第四章則提出一個結合類神經網路與基因演算法之電玩設計方案之最佳化設計的方法，並以第三章之研究結果結合各設計特徵表現水準之變動設計時間，進行實證研究與分析。第五章則為本研究之綜合結論、討論與未來研究方向的延伸構想。



第二章、文獻探討

根據第一章所述本文之研究問題背景及研究目的，以下將探討與本研究相關之文獻。在本章的文獻探討中，將分為三部分進行。第一部份探討的主題為電玩的發展演進與分類。第二部分的主題為有關電玩設計因素的研究。第三部分的主題則為最佳化設計的研究。希冀從以上各主題的探討下，藉以明確定位吾人之研究貢獻。

2.1 電腦遊戲的發展、演進與分類



遊戲是一種訂有特定規則，經過人造競爭與衝突過程，具有可量化目標或成果之互動系統(Salen & Zimmerman, 2004)。當遊戲在數位化或電腦平台上運作時，可稱之為電腦遊戲（簡稱電玩）。電玩的平台具有立即而精確的互動、大量資訊操弄與儲存的能力、自動而複雜的運作系統與網路聯絡的能力等四項特質，使得電玩能夠比其他的遊戲平台更容易進行複雜、快速且吸引玩家的遊戲過程(Salen & Zimmerman, 2004)。

電玩遊戲平台因為科技的變化而快速的成長，遊戲的色彩與真實

度、玩法與技巧、隨著玩家的需求也越來越高。從早期的電子遊戲機、電視遊樂器到現在的個人電腦主機與網際網路線上平台，電玩已經成為家庭的娛樂消費產品，而且隨著電玩大量的在個人電腦與網際網路線上平台上發展，個人電腦已經是電玩非常重要的遊戲平台(Bushnell, 1996; Crosby, 2000; Rockwell, 2002; Walker, 2003)。

同時電玩隨著玩家的各種需求而演進，所以電玩的玩法與種類也非常繁多。通常分類電玩的方式與準則是根據電玩的玩法、過程與目的為主(Crawford, 1982; Ju & Wanger, 1997; Rouse, 2001; Rollings & Adams, 2003)，約略可區分為以下幾類：

1. 動作遊戲(arcade & action game)：最單純也是最早發展的電玩，同時也佔有最大的電玩市場(Interactive Digital Software Association, 2002; 2003a; Entertainment Software Association, 2004)。玩家主要以動作導向為主，首重手眼的協調來進行遊戲，講究節奏、反應與操作能力。
2. 冒險遊戲(adventure game)：玩家必須經歷創造的幻想空間與互動故事，不斷的思考以獲得解決問題的方法。強調人物的刻劃、合理的劇情與豐富的機關結構。
3. 角色扮演遊戲(role playing game, RPG)：具有提昇電玩體驗所設

計的大量玩家人物與大量的故事情節，著重兩者結合所衍生的遊戲發展曲線。而且強調足量的歷練（就是所謂的練功）、探索與任務的進行，使玩家能夠移情於所操控的角色。

4. 策略遊戲(strategy game)：本類電玩偏重於思考與計劃性，電腦恰可提供複雜規則管理的能力。內容偏重於征服、探索與貿易，而時間是電玩進行中壓力的來源。玩家的各項謀略、戰術與戰略將影響電玩進行的整體成效。
5. 模擬遊戲(simulation game, SIM)：屬於較長時間進行的電玩，著重在過程而非結果，在玩家無法接觸實際硬體或環境下，體驗真實或刺激感。對於 3D 的環境模擬更能提升玩家的樂趣。
6. 運動類遊戲(sports game)：主要表現某一種類型的運動，在與真實運動類似的環境下，和電腦或朋友進行競賽，對於手眼協調亦有相當程度的要求，重視真實的感覺。
7. 益智類遊戲(puzzles game)：著重玩家的思考與邏輯判斷，運用思路來完成電玩設定的目的。這一類電玩通常不會讓玩家一直操控鍵盤與滑鼠，進行的步驟通常需要經過思考後，在時限內做出正確的判斷與回應。
8. 教育類遊戲(educational game)：為了教育玩家而設計的電玩，通常具有特定的訓練意義存在。而為了區分教育電玩特殊的目

的，以上所描述的七類電玩亦可稱為娛樂性電玩，而教育類電玩就相對的稱為嚴肅性電玩。許多教育學者會根據其特定的學習教育目標而開發出這類的電玩(Savolainen, 1997; Schaefer & Warren, 2004; Kiili, 2005)。

2.2 電腦遊戲設計因素的研究

過去電玩的設計研究主要著重在是否能夠於「遊戲過程」中，滿足玩家的喜好與要求，其研究方向包含電腦技術發展的精進以及內容與人機介面的改進為主(Bushnell, 1996)。在技術發展層面的探討上，過去的一些研究大都著重在電腦技術的開發(White, 1996; Cressy, 1997; Kanev & Sugiyama, 1998; Fach, 1999; Wolfson & Case, 2000; Eberly, 2001; Ekman & Lankoski, 2004; Lin, Huan, Chan, Yeh & Chiu, 2004)與軟體程式演算法的改進及撰寫(Gradecki, 1996; Stevens & Trujillo, 1996; Parberry, 2001)。而在內容與人機介面的改進研究方面，則包含針對使用者經驗之探討與以設計者個人經驗與啟發式的討論為主，本文以下針對此二重點，分別探討其相關的研究與成果。

2.2.1 使用者經驗之電玩設計研究

在電玩設計研究中，有關遊戲過程在整體使用者需求的研究亦不多，特別是使用者經驗的實證研究。這些研究在早期主要以教育性電玩為主。如 Malone & Lepper 於教育性電視遊戲的系列研究中 (Malone, 1980, 1981a, 1981b, 1984; Malone & Lepper, 1987) 發現，一個遊戲如果具備四個內在激勵因子 (intrinsic motivating factor)，可能會讓使用者覺得好玩，這四個內在激勵因子包含挑戰性 (challenge)、好奇心 (curiosity)、幻想性 (fantasy) 與控制性 (control)。如何讓一個遊戲具備有此四個激勵因子，Malone & Lepper 在其一系列的研究中，也提出許多電玩的啟發式設計準則。例如一個電玩要具備有挑戰性，要具有以下幾個設計重點：連續與合適的困難等級、清楚的目標但具不確定的結果、有績效回饋及競賽感覺等。遊戲具有好奇心則要適當提供不同的資訊複雜度，以引起玩者在感官或認知上的好奇，驅使玩者繼續探索遊戲情節，這一個部分可利用聲光效應，逐步引導玩者進行遊戲，以滿足玩者的期待。而讓電玩具有幻想性的設計重點，則訴諸於情緒與認知上的感覺，讓玩者可以映射遊戲世界的活動與景緻到個人內心世界中，以獲得心理滿足與回饋。而控制性則可讓玩者具有選擇性，例如可選擇遊戲難易度、選擇角色的威力等都是。Malone & Lepper (1987) 的研究在電玩設計領域中屬於先驅性的研究，雖然以幼稚園學童的教育電玩為實驗的題材，但提出的內在激勵理論與設計準

則對於娛樂性的電玩也具有相當程度上的啟示。

Amory 等人(1999)則是利用四種不同類型的電玩（策略型、射擊型、模擬型與冒險型）進行使用者問卷調查，試圖找出何種類型的遊戲及其相關的設計元素，何者將可適切用來設計教育性電玩；結果顯示邏輯、記憶、視覺化及具問題解決的方向為教育性電玩較重視的遊戲設計元素，而且以冒險型的電玩會對玩者具有最佳的學習程序效應。

但是 Fabricatore 等人(2002)認為以上的研究之實驗題材與使用族群與現今以娛樂為導向之電玩軟體與遊戲者族群之狀況差異過大，因此他們認為有重新檢視電玩設計原則的必要。他們以動作型電玩為實驗題材，實驗對象則是電玩專家，利用紮根理論(Grounded Theory)，收集專家意見，整合出電玩的相關設計準則。而 Barry & Gabriel (Barry & Gabriel, 2004; Gabriel & Barry, 2005)亦以賽車型電玩為實驗題材，一般玩者為實驗對象，用可量化的電玩記錄數據（例如：平均回合時間、加速或煞車時間、遊戲進行等待時間、玩者個人設定等）為對象，配合多層級分析法(Analytical Hierarchy Process, AHP)建構玩者對於遊戲的需求架構，提供相關設計建議。而 Barendregt & Bekker (2004)則嚐試先提出部份電玩設計可能遭遇的問題，再進行以冒險電玩為實

驗題材，小朋友為實驗對象之語意分析與攝影觀察，並進行使用者測試分析，以提出解決問題的設計原則。

Malone & Lepper (1987)、Amory 等人 (1999)、Fabricatore 等人 (2002)、Barendregt & Bekker (2004)與 Barry & Gabriel (Barry & Gabriel, 2004; Gabriel & Barry, 2005)的研究，是以離線遊戲 (off-line game)為實驗題材。離線遊戲是指在單一電腦上玩的電玩。Choi & Kim (2004)則以線上遊戲 (on-line game)為實驗題材。所謂線上遊戲是指透過網際網路來玩的電玩。他們發現線上遊戲若在設計上具有良好的人機互動與社群互動機制存在，就會讓線上遊戲的玩者對遊戲產生遊戲忠誠度；他們同時亦提出相關的設計原則提供電玩設計發展者參考，以加強人機互動與社群互動的設計，期待能增加線上遊戲者的忠誠度。

2.2.2 設計者經驗與啟發式之電玩設計研究

對於大部分電玩設計的研究而言，研究者是以收集電玩開發者 (game developer)、遊戲玩家(experienced player)的實務經驗與意見，來瞭解電玩能夠讓玩者在遊戲過程覺得「好玩」及願意繼續玩的要件。亦即藉由訪談、個人經驗陳述等方法，來找出電玩的設計原則與方向 (Crawford, 1992; Geiger, 1998; Kim et al., 1999; Lewinski, 1999;

Bates, 2001; Rouse, 2001; Laramee, 2002; Gershenfeld et al., 2003; Meigs, 2003; Pagulayan et al., 2003; Pedersen, 2003; Rollings & Adams, 2003; Freeman, 2004; Howland, 2004; Rollings & Morris, 2004; Salen & Zimmeman, 2004) ，以下提出部份的研究結果與看法。

Crawford (1982)認為電玩要讓玩者願意繼續玩的幾個重要動機包括：幻想性與探索性、突破社會的約束力、自我肯定、社交的需求、練習個人的技術與他人的認同等動機，將驅使玩者不需要外在的獎勵，就願意主動玩電玩，電玩的設計要設法觸發這些動機的產生，以吸引玩者。



Rouse (2001)在個人經驗中也認為玩者想玩電玩的動機包括：挑戰性、互動的經驗、成就感與自我滿足感、情緒的經驗與幻想性等多項動機與其他不同的期待。

Pagulayan 等人 (2003)根據其實際設計電玩的經驗，認為好玩 (Fun) 、易於使用 (Ease of Use) 、具挑戰性 (Challenge)與遊戲的進行速度 (Pace)等四項要素是電玩設計時共同重要的屬性，必須特別注意並置於共同設計準則中，然後再根據不同的電玩類別添加不同的設計原則與準則。

Kim 等人(1999)則利用腦力激盪法與 AHP 法進行「好玩的電玩」組成架構分析，藉著與電玩設計發展者及玩者的訪談，確認此一架構。作者定義好玩的電玩包含「感知的好玩」(perceptive fun)與「認知的好玩」(cognitive fun)，而感知的好玩又結合了生動性 (vividness) 與想像性 (imaginativeness) 兩項設計因子，認知的好玩則結合了挑戰性與滿足感兩項設計因子。作者也發現整個架構中的各項設計因子與準則，會因為不同的角色 (電玩設計發展者與玩者) 及不同的電玩種類，產生不同的相對重要性。



2.3 最佳化設計的研究

解決最佳化設計問題的技術非常多，目前經常運用的就是整合類神經網路與基因演算法的技術 (Chen & Huang, 2003; Marcelin, 2004)。對於許多現實的問題，常無法利用線性關係來明確描述，但可利用類神經網路技術來建構問題非線性的對應關係模式 (Vellido et al., 1999)；而基因演算法則可在龐大的、非線性的解空間中，快速找到合適的解 (Goldberg, 1989; Gen & Cheng, 1997)。因此要進行最佳化設計時，可以利用類神經網路先行建構問題的非線性關係，再利用基因演算法快速求得最佳化解。以下先針對類神經網路與基因演算法

的基本原理與相關應用提出探討，最後再討論此二種技術的整合應用研究方向。

2.3.1 類神經網路

類神經網路是一模擬人類處理資訊之機制的演算法(Rumelhart, Hinton & Williams, 1986; Hecht-Nielsen, 1989; Bishop & Mitchell, 1991; Harvey, 1994; Demuth & Beale, 1996; Jordan & Bishop, 1996; Schalkoff, 1997; Wu & McLarty, 2000)。要建構適當合用的類神經網路包含兩個階段：網路訓練(network training)與網路驗證(network verification)。如圖 2.1 所示，以三層架構的類神經網路為例，此三層架構包含：輸入層、隱藏層與輸出層。在各層間連接各節點的直線代表在網路訓練過程時要決定的權重(weighting)。在運用建立網路架構的取樣資料組中，部分資料組用來訓練類神經網路，而其他的資料組則用來驗證此一網路的有效性。一個良好訓練(well-trained)的類神經網路可確認其輸出與輸入對映關係的有效性。也就是輸入向量 X 與其對映輸出 T ，將與類神經網路推估的輸出 Y 只有可接受的誤差程度，也就是說， $\frac{|Y-T|}{Y} \leq \varepsilon$ ，其中 ε 為非常小的值。

所以基本的類神經網路訓練概念如下所述。若 X 代表輸入向

量， T 代表目標輸出向量， Y 代表經由類神經網路所推估出來的輸出向量。 X 與 Y 兩者之間的關係可利用以下公式來建立，其中 X_i 代表 X 的第 i 個元素， Y_j 代表 Y 中的第 j 個元素。

$$net_j = \sum_i W_{ij} \cdot X_i - \theta_j$$

$$Y_j = f(net_j) = 1/(1 + \exp^{-net_j}) \quad (2-1)$$

而訓練過程就是在決定 W_{ij} 與 θ_j 的值，使得 Y 值能夠在可忍受的誤差內接近 T 值，詳細的計算過程可參考相關文獻 (Rumelhart et al., 1986; Hecht-Nielsen, 1989)。

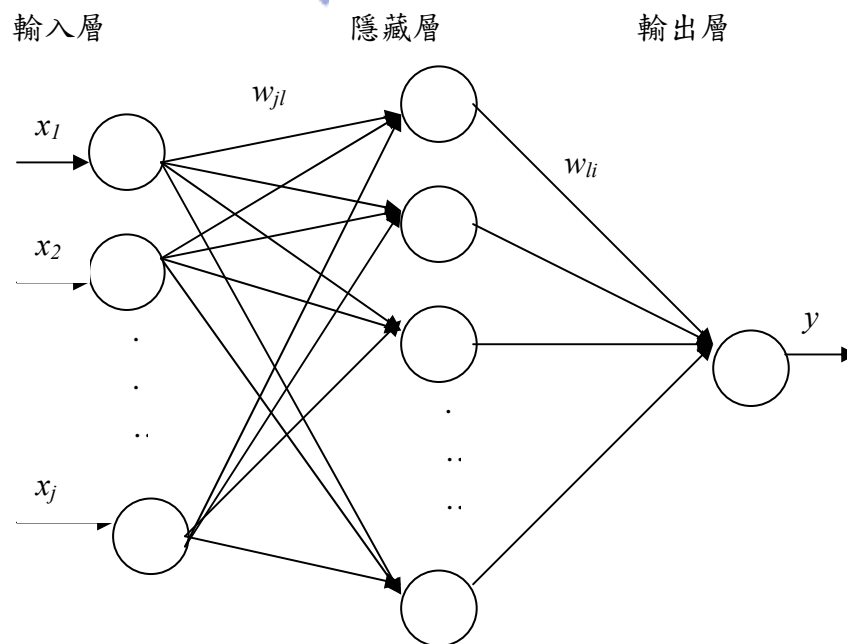


圖 2.1 類神經網路的架構

在類神經網路的學習訓練過程中，吾人可藉由輸入訓練資料，運算調整網路鍵結值權重，以期望經過訓練後的網路能夠有良好的一般化能力(generalization)。訓練良好的類神經網路可對於未曾見過的輸出入資料也可以作出正確的判斷。對於許多現實存在的問題，因為常無法利用線性關係來明確描述輸出入之間的關係，吾人即可利用訓練良好的類神經網路來建構這類非線性問題的對應關係模式，產生正確的輸出與輸入之間的映射。

應用類神經網路來描述非線性問題的對應關係模式的研究非常多，也非常廣泛，包括各式各樣的工程與管理上的應用與實務皆可看到類神經網路模式的存在(Wong, Bodnovich & Selvi,1997; Wong, Lai & Lam, 2000; Nouali & Blache, 2004)，對於現在而言，類神經網路已經是非常成熟的應用技術。

2.3.2 基因演算法

相對於許多確定型(deterministic)的數學最佳化方法，基因演算法屬於隨機型最佳化準則，其基本理論乃基於自然選擇過程的一種最佳化搜尋機制(Holland, 1975; Michalewicz, 1992)。基因演算法在於仿效生物界中物競天擇，優勝劣敗的自然進化法則，以選擇族群中具有較

好特性的上一母代，並且隨機的相互交換彼此的基因資訊，以期待能夠產生出較上一母代更優秀的子代，如此重覆進行此過程，以產生適應性最好的最佳族群物種。

基因演算法的三個主要運算子為：複製(reproduction)、交配(crossover)與突變(mutation)。所謂複製就是根據每一物種的適應程度來決定下一代是否被淘汰或是複製保留的過程。適應程度高的物種在下一代將被大量複製，而適應程度低的物種在下一代則被淘汰，其中之適應程度的判定將由適應函數來規劃。複製的過程有轉盤式(roulette wheel selection)、競爭式(tournament selection)等型式。所謂交配就是隨機選取交配池中的兩個母代物種，彼此交換位元資訊，組成另外兩個新的物種，因為藉著累積上代的優秀位元資訊，期望能夠產生更優秀的子代。交配的過程有單點交配、兩點交配、字罩交配等多種運算模式。所謂突變就是隨機選取一物種，並且隨機的選取突變點改變物種的位元資訊，突變的過程亦有單點突變、字串突變、字罩突變等多種過程(Michalewicz, 1992; Thede, 2004)。

應用基因演算法解決問題的基本精神在於對問題所要搜尋的參數解空間，將所要搜尋的參數編碼成一字串，隨機的重覆產生初始字串，然後依據求解的條件來設計適應函數(fitness function)，適應函數

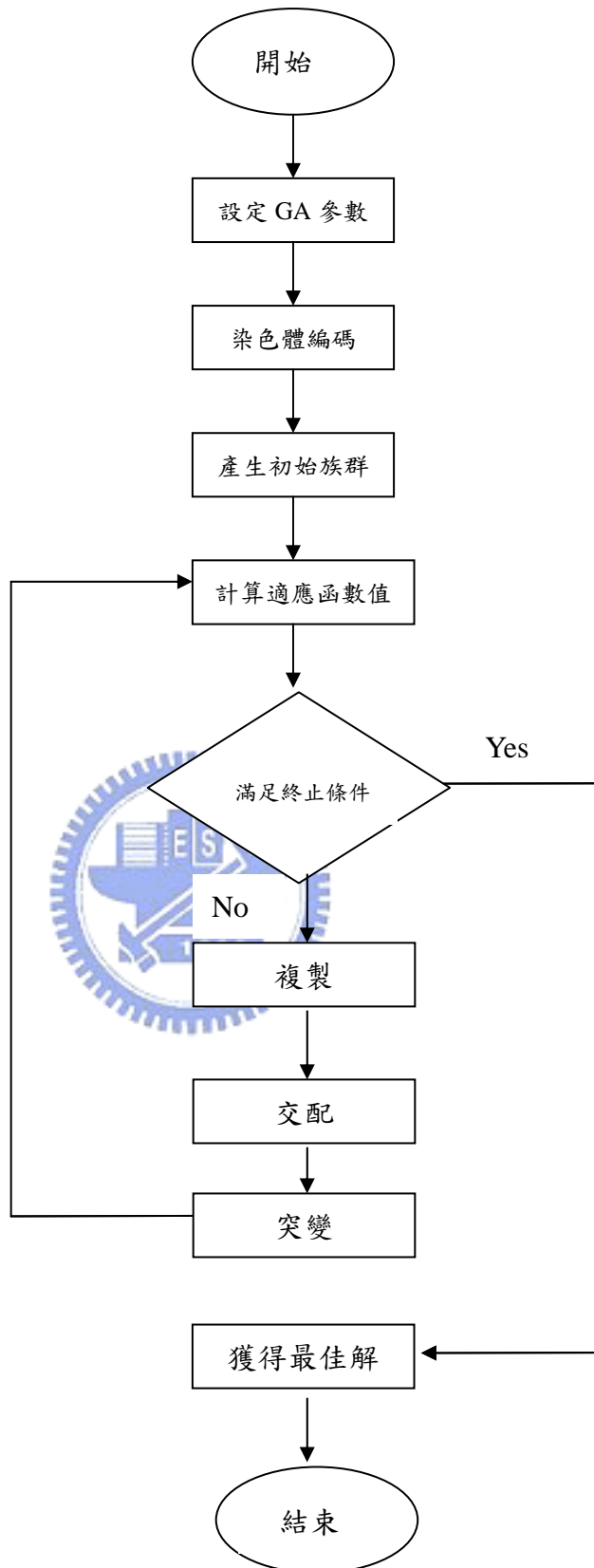


圖 2.2 基因演算法之演化流程圖

數值高的解將被挑選至交配池(mating pool)中，此即複製過程，再依交配及突變過程的運算即完成一代的基因演算法則；如此重覆下去以產生適應性最高的解，即為吾人欲得之近於最佳化的解，基因演算法之演化流程圖如圖 2.2 所示。

而基因演算法和過去的搜尋方式有所不同，其主要特性包括以下幾點 (Goldberg & Deb, 1989; Alfoneca, 1991; Michalewicz, 1992; Forrest, 1996; Thede, 2004)：

1. 基因演算法是利用參數空間之編碼來做運算，而非參數本身，所以可跳脫搜尋空間分析上的限制。
2. 基因演算法同時搜尋空間上的多個點，因此可較快獲得整體最佳解(global optimal)，同時亦可避免落入區域最佳解(local optimal)的狀況，這是基因演算法極大的優點。
3. 基因演算法只使用適應函數的資訊，而不需要其它輔助的資訊（例如是否可微分等資訊），因此可以使用各種型態的適應函數。
4. 基因演算法使用機率規則以引導搜尋方向，較能符合各種不同類型的最佳化問題。

由以上可知，具有龐大而複雜之解答空間的最佳化問題，利用基

因演算法是一個良好的解決方案。所以應用這種演算法來搜尋龐大而複雜之解答空間的研究也不少，如工程問題的確認與歸類（例如：焊道瑕疵確認(Liao, 2003)）與管理規劃的決策與歸類（例如：非線性分類決策(Kim & Shin, 2000)、成本最低化(Mannino & Koushik, 2000)、模具規劃(Wu, Hsiung & Hsu, 2005)、破產預估模式(Shin & Lee, 2002)）等各種實用問題，皆是應用基因演算法的研究實例。

2.3.3 類神經網路與基因演算法之整合應用

整合類神經網路與基因演算法的技術已經成功且廣泛運用於一些最佳化的問題上，如眾多工程設計上的應用（例如：齒輪組設計(Marcelin, 2004)、射出成型製程(Mok, Kwong & Lau, 2001; Shi, Lou, Lu & Zhang, 2003; Qiu & Li, 2004)、放電加工製程(Su, Kao & Tarng, 2004)等）與管理規劃的應用（例如：生管排程(Li, Wu & Pang, 2005)、CIM 網路績效管理(Lee, Lee, Lee, Choi, & Lee, 2001)、電子商務訂單選擇(Yuan & Chen, 2001; Kuo & Chen, 2004)、電子文件代理系統(Matia & Sanz-Bobi, 2005)、股價指數推估(Kim & Han, 2000)、匯率推估(Shin & Han, 2000; Versace, Bhatt, Hinds & Shiffer, 2004)、信用評等與判別(Chen & Huang, 2003)、成本推估(Kim & Han, 2003)等）都是，可知此兩種方法的結合應用是非常適合求取最佳化設計的方式。

2.4 文獻回顧結語

綜合以上之探討，過去對於電玩的設計主要針對玩家在遊戲過程 (play process) 的行為反應做探討，讓玩家覺得遊戲好玩或願意繼續玩，在以上之情境下所發展出電玩設計的準則。而對於電玩設計過程 (design process) 最佳化的問題，目前在整合類神經網路與基因演算法的實用領域中，則尚未被深入探討過。

綜觀上述，吾人將從以下定位進行研究。

1. 從「購買過程」的角度來發掘並探討吸引玩家之電玩設計特徵與因素。
2. 嘗試整合類神經網路與基因演算法於電玩設計應用中，有效率的求得最佳化的電玩設計選擇方案。

第三章、從「購買過程」的角度探討電玩的設計特徵

本章探討從「購買過程」的角度，吸引玩家之動作型電玩設計特徵與設計因素。本章的研究方法與進行過程包括三個階段。第一階段是確認在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵。第二階段是決定各設計特徵的相對重要性。第三階段則是將所找出的設計特徵進行歸類。以下分別敘述本章的實驗情境，以及每一階段的進行步驟與實驗對象。



3.1 實驗情境

在此三階段的相關實驗，電玩是由一專業遊戲玩家操作展示，所有扮演購買電玩的「購買者」成員只能觀看，不能實際操作電玩，用以確保在「購買過程」無法試玩的情境下探討電玩的設計特徵與設計因素。

本研究是以動作電玩做為實驗題材。採用動作電玩的主要原因是，動作電玩的市場佔有率很高，根據 ESA 2001-2003 年的銷售統計，動作電玩是賣得最好的三類電玩之一(Interactive Digital Software

Association, 2002; 2003a; Entertainment Software Association, 2004)。此三類電玩中，使用者最常玩的也是動作電玩(Interactive Digital Software Association, 2003b)。

在動作電玩中，本研究以 PacMan 電玩(附錄一)做為實驗題材。PacMan 遊戲是一頗為成功的電玩軟體，該電玩自從 Namco 公司發展出來後，許多變異型 PacMan 軟體相繼推出(Crawford, 1982; Rollings & Adams, 2003)，這些變異型 PacMan 軟體基本功能類似，但隱含各種不同的設計特徵，因此很適合用以分析設計特徵對購買者的重要性。本研究相關調查共使用 28 種不同類型的 PacMan 電玩(附錄二)，包括 Namco 公司原創的基本型，以及 27 種變異型 PacMan 電玩。這些電玩軟體皆可在微軟 XP 系統上執行。

3.2 確認吸引玩家的電玩設計特徵

本研究第一階段的目標是以實驗方法確認在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵。以下分別描述其實驗對象與進行過程。

1. 實驗對象：

本階段研究所採取的實驗對象是 16 位電玩玩家，且是電玩的經常購買者(frequent buyers)，其中男女各 8 人。根據 International Data Corp.的調查，若玩家每月平均購買 1.4 套以上的新電玩，則可稱為經常購買者(Rahmat, 2001)。本研究是以此標準為經常購買者的選定準則。

2. 進行過程：

本研究確認在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵，其進程序可分為兩個步驟。



步驟一：要求購買者依照感覺好玩的程度，將 28 個電玩分成三群。

- (1) 購買者觀看由一專業遊戲玩家操作展示此 28 個電玩。
- (2) 購買者依感覺好玩的程度分三個尺度（3 分：好玩；2 分：普通；1 分：不好玩）分別評分此 28 個電玩。
- (3) 將 16 個購買者的評價分數平均後，以四捨五入法(round-up)，將此 28 個電玩區分為「好玩」、「普通」、「不好玩」三群。

步驟二：確認造成感覺電玩好玩的設計特徵。

- (1) 在「好玩」與「不好玩」的兩群中，各隨機選取一個電玩，配成一對。
- (2) 就每一對電玩，讓所有的購買者重新進行觀看比較，並確認造成感覺電玩好玩的設計特徵。
- (3) 重覆進行本配對電玩的觀看過程後，直到找不到設計特徵為止。

本研究將「好玩」與「不好玩」的電玩成對比較的原因，是為了讓購買者便於描述一電玩「感覺好玩」的理由，以免漏列重要的設計特徵。本階段完成後，本研究取得 39 個在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵（附錄三）。

3.3 決定各設計特徵的相對重要性

本研究第二階段乃針對上述的 39 項電玩設計特徵，決定這些設計特徵的相對重要性。本階段的實驗題材為相同的 28 個電玩，而實驗對象是由 45 位高中三年級學生志願參加實驗扮演購買者，其中包含 18 位女生與 27 位男生。其實驗過程如下所述。

步驟一：評估各個電玩好玩的程度。要求各購買者根據感覺好玩的程度依李克特式五點量表分別評分。

步驟二：評估各個電玩在設計特徵的完成程度。要求各購買者依照各設計特徵，依李克特式五點量表分別評估各電腦遊戲在各設計特徵的「表現水準」(implementation level)。

步驟三：發掘設計特徵與感覺好玩程度之間的關係。

- (1) 因為本研究輸入變數高達 39 個，但是實驗數據卻只有 28 組，不適合以統計迴歸方法分析 (Gefen, Straub & Boudreau, 2000)。同時這些輸入變數可能會有交互影響，變數之間亦可能產生組合效應，故吾人利用倒傳遞類神經網路 (Hecht-Nielsen, 1989) 以發掘這些設計特徵與感覺好玩程度之間的非線性關係。本技術亦適合於擁有太多變數而存在相對少量的資料之下的分析(28 個電玩)。類神經網路是一電腦演算法 (Demuth & Beale, 1996; Jordan & Bishop, 1996)，其主要觀念，首先是用部分數據建立輸入與輸出變數的非線性關係，然後用其他數據來驗證此非線性關係是否允當。若驗證數據的「原


始輸出值」與由類神經網路「推估的輸出值」，兩者差異的均方根值很小，則可推論此非線性關係可合理表達輸出變數與輸入變數的關係。本研究在 28 組實驗數據中，以 21 組來建立非線性關係，並用另外 7 組來驗證此關係。

(2) 研究中每一電玩可用 40 個變數來表示，其中 39 個屬性是設計特徵，代表輸入變數，另外 1 個屬性是代表電玩「感覺好玩」的程度，是輸出變數。

(3) 本研究利用商用類神經網路套裝軟體 Qnet2000 (Vesta Services Inc., 2004) 來運算各設計特徵相對於感覺好玩的相對重要性。此方法的基本概念是利用改變每一個輸入因子的數值，然後觀察其造成輸出因子的變異，如果造成的變異大，表示此輸入因子相對重要性較大。茲將此方法在本研究的應用說明如下：如上所述，建構非線性關係有 21 組數據，每一組數據有 39 個輸入因子(設計特徵)，一個輸出因子(感覺好玩程度)。針對每一組數據的每一輸入因子，吾人將其輸入值分別改變為最大值(5 分)、中間值(3 分)、最小值(1 分)三個「表現水準」，然後利用所構建的非線性關係求出其三個輸出值。因為

有 21 組數據，因此每一個輸入因子，共有 63 個輸出值，將此 63 個輸出值與其原始輸出值的差異，以兩者之和方根值 (root sum squares) 表達，方根值越大表示該輸入因子對輸出因子的影響力越大。假設 R_i 代表第 i 個因子的和方根值，則第 i 個因子的相對重要性(或稱貢獻度)可表達如下：
$$C_i = \frac{R_i}{R_1 + \dots + R_{39}}$$

3.4 設計特徵的歸類



本研究第三階段是根據第一階段所確認出的 39 個設計特徵，以歸類出不同的設計因素。經第二階段實驗程序後，將實驗所得到之購買者對電玩的評量結果，總共蒐集資料數為 1260 筆 (28 個電腦遊戲乘以 45 個購買者)，利用 SPSS 軟體進行因素分析 (factor analysis)。本研究利用主軸因子萃取法 (principal axis factors method)，並以最大變異轉軸 (Varimax Rotation) 為轉軸旋轉方法，以歸類出不同的設計因素。

3.5 實證結果

3.5.1 相對重要的設計特徵

本章利用 PacMan 動作型電玩為題材，總共取得 39 個在「購買過程」中，吸引玩家的電玩設計特徵。對於各設計特徵對「感覺好玩」的相對重要性，吾人將摘取累積貢獻度達 50% 的前 10 個設計特徵(表 3.1) 予以探討。

最重要的好玩特徵是「遊戲情節具戲劇化」。「戲劇化的情節」就是遊戲情節是豐富的、多變的與充滿意外的，使得電玩的購買者將沈浸於展示情節中。這樣的發現和過去的研究一致。遊戲設計家 Crawford 在接受 Rouse 的訪談中提到戲劇化的故事與內容可讓玩者更融入 (involvement) 於遊戲中 (Rouse, 2001)，而 Rollings 與 Morris(2004)也認為遊戲故事戲劇化的效應(dramatic effect)可增進電玩的娛樂價值。

第二重要的好玩特徵是「角色的風格很像我本人」，是指本好玩特徵將讓購買者融入遊戲中，感覺自己就是主角的化身。因為電玩主角的行為可以掌控遊戲進行的進度與變化，若讓購買者能夠幻想自己

表 3.1 相對貢獻度排名前 10 之設計特徵

設計特徵	相對貢獻度 (%)	累積貢獻度 (%)
遊戲情節具戲劇化(Scenario is dramatic)	8.23	8.23
角色的風格很像我本人(Character's style is similar to mine)	6.78	15.01
對手厲害(Opponent is competitive)	6.42	21.43
遊戲角色動作逼真(Character looks like a real person)	5.31	26.74
遊戲的武器配件厲害(Weapons are powerful)	5.14	31.88
開頭幾關容易過關(Beginning levels are easy)	4.63	36.51
可讓兩個以上的遊戲者輪流玩(More than one player can participate)	4.38	40.89
後幾關不容易得高分(Final levels are difficult)	3.69	44.58
音效要時常變化(Sound effect is varying)	3.22	47.80
音效要反應事件的發生(Sound effect varies with events)	3.06	50.86

本研究訓練良好之類神經網路資訊: BPN (39-10-1) (倒傳遞類神經網路: 輸入層 39 個節點, 隱藏層 10 個節點, 輸出層 1 個節點), RMS: 0.018674, Correlation: 0.99461。

就是電玩裏面風格相似的主角化身, 將能夠在虛擬遊戲世界中生存奮鬥, 探索遊戲的情節, 就可能會感覺到遊戲好玩。過去在以遊戲過程


為對象的研究中並未提及這一點。

第三重要的好玩特徵為「對手厲害」，意思就是說購買者感覺需要花費許多的精力與動作技巧才能擊敗電玩中的敵人。這個發現和過去許多研究一致，認為在電玩中讓遊戲者感覺到具挑戰性的設計特徵是重點之一 (Malone & Lepper, 1987; Carroll & Thomas, 1988; Rouse, 2001; Pagulayan et al., 2003)。

「遊戲角色動作逼真」是第四重要的好玩特徵。本特徵反映出購買者期待電玩中的世界應該儘量接近真實的世界。吾人的研究中發現實驗中的受試者比較喜歡較新版本的 PacMan 電玩，因為這些電玩的角色比較接近真實感。這樣的發現亦和過去的研究認為電玩重要的特性之一就是高程度的真實感 (Rouse, 2001; Rollings & Adams; 2003; Wood et al., 2004)。

「遊戲的武器配件厲害」是第五重要的好玩特徵，意思就是遊戲者與其對手皆配備有具威力且厲害的武器。本特徵想要讓購買者感覺電玩中有競爭的感覺。本發現和設計專家的意見一致，指出在動作型電玩中，武器是非常重要的設計元素 (Bates, 2001)。

第六重要的好玩特徵是「開頭幾關容易過關」，而第八重要的好玩特徵是「後幾關不容易得高分」；也就是電玩在剛開始進行時，要讓購買者感覺到很容易就進入遊戲的狀況，然後漸漸提高電玩中的難度，使購買者漸漸感覺到不是很容易就可以征服遊戲，越到後面的關卡要花費越多的心力才能過關得分。這個發現和過去許多研究一致，提到電玩要容易開始進行但難以精通遊戲 (easy to start but hard to master) (Neal, 1990; Dennis, 2002; Rollings & Adams, 2003; Salen & Zimmeman, 2004)。



第七重要的好玩特徵是「可讓兩個以上的遊戲者輪流玩」，也就是說購買者在觀看展示遊戲時，可以看到電玩可提供讓多人登入系統，輪流玩遊戲；可能是可感覺到參與的遊戲者可以有互相競爭比賽的機會。單人動作電玩雖不能同時讓多人上線遊戲，但是若能輪流玩遊戲，就可能感覺到還是有對手可以互相較量遊戲時的成果，比較容易產生樂趣 (Salen & Zimmeman, 2004)。

第九重要的好玩特徵是「音效要時常變化」，就是電玩中的音效不能讓購買者感到一成不變，而第十重要的好玩特徵為「音效要反應事件的發生」也就是在遊戲的中途若有突發性的事件發生時，要讓購買者感到有適時的音效來突顯事件的發生，以上兩個特徵都是在討論

電玩中音效的問題。購買者在觀看展示遊戲時，將注意力集中於螢幕視覺效應上，音效的呈現有加成的效應使購買者產生真實臨場的感覺，浸淫在電玩之中。過去的研究中，Wood 等人 (2004)認為音效是電玩設計中主要的介面與基本組成架構之一，而 Marks (2001)也認為音效是電玩中的整合元素，好的音效可以產生震撼，吸引玩者。所以購買者在觀看展示遊戲時，也可能會被展示遊戲所發送出來的音效所吸引。

3.5.2 設計因素的類別



利用因素分析之後，39 個設計特徵共可分成下列 6 類：「新奇性與具威力性(novelty and powerfulness)」、「吸引人的呈現(appealing presentation)」、「互動性(interactivity)」、「挑戰感(challenging)」、「控制感(sense of control)」與「獎勵(rewarding)」(表 3.2)，這六個設計因素可以解釋 54%的總變異量。

第一類「新奇性與具威力性」之設計因素包含設計特徵有 14 個，這 14 個特徵可用下列三個角度來描述：新奇的情節(novel scenario)、生動活潑的視覺呈現(vivid visual presentation)與能力增進工具(capability-enhancer)。新奇的情節必須難以預料、多變與具戲劇化以

表 3.2 因素分析所得之設計因素

Design Features	Factor 1 (Novelty and powerfulness)	Factor 2 (Appealing presentation)	Factor 3 (Interactivity)	Factor 4 (Challenging)	Factor 5 (Sense of control)	Factor 6 (Rewarding)
DF5	.770					
DF4	.751					
DF10	.739					
DF11	.722					
DF8	.671					
DF2	.657					
DF15	.647					
DF16	.632					
DF7	.609					
DF3	.601					
DF1	.567					
DF9	.553					
DF12	.477					
DF6	.466					
DF18		.768				
DF21		.764				
DF17		.752				
DF20		.734				
DF19		.725				
DF23		.698				
DF22		.638				
DF38			.842			
DF39			.696			
DF32			.626			
DF26			.558			
DF33			.544			
DF14				.720		
DF13				.681		
DF29				.448		
DF31				.381		
DF30				.346		
DF28				.302		

表 3.2 (續)

DF24					.686	
DF27					.638	
DF25					.585	
DF34					.428	
DF36						.791
DF37						.540
DF35						.422
% Variance explained	30.851	8.958	5.213	4.025	2.837	2.243

Factor Extraction Method: Principal Axis Factors; Factor Rotation Method: Varimax Rotation

Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy=0.919

Bartlett's test of sphericity: $p=0.000$, $\chi^2=30586.161$



增進遊戲購買者的好奇心。生動活潑的視覺呈現必須有富變化的顏色、看起來像真實的以及時常變化，同時在場景轉換時要呈現平順的感覺。能力增進工具則必須提供遊戲者與其對手具威力的武器。

第二類「吸引人的呈現」之設計因素包含設計特徵有 7 個，這 7 個特徵指的就是聲訊與視訊的呈現必須和場景有一致的感覺，讓人的情緒可以在電玩中適當的被引導出來。音樂和音效的旋律、節奏與音量也必須能夠和情節事件與場景匹配。

第三類「互動性」之設計因素包含設計特徵有 5 個，這 5 個特徵

涵蓋下列四個部分：有用的資訊(helpful information)、適應的輸入設定(adaptable input setting)、漸進的難度(progressive difficulty)與遊戲連續性(play continuity)。有用的資訊提供明確的指示與即時更新的資訊。適應的輸入設定允許遊戲者可以根據個人偏好設定輸入設備。漸進的難度指的就是遊戲的難度在每一回合結束後，進入下一回合後就會更困難。遊戲連續性允許遊戲者在結束遊戲時可以從已經完成的關卡重新開始進行遊戲。

第四類「挑戰感」之設計因素包含設計特徵有 6 個，這 6 個特徵包含以下三個概念：實力匹配的對手(compatible opponent)、快的遊戲速度(fast pace)與足夠的遊戲努力(effortful play)。實力匹配的對手指的是和遊戲者和對戰的對手能力相當。快的遊戲速度要求電玩或對手對於遊戲者的攻擊或防禦能夠反應快速。足夠的遊戲努力指的是若要操控戰勝電玩必須要高度的努力投入遊戲中。

第五類「控制感」之設計因素包含設計特徵有 4 個，這 4 個特徵可形成三個設計的概念：隨心所欲的選擇(free choice)、新技能的獲取(new skill acquisition)與遊戲者定義的競爭度(player-defined competitiveness)。隨心所欲的選擇指的就是遊戲者可以任意選擇關卡的難度。而且新技能可以在每一關卡經過粹練，使得遊戲者的能力可

以增加。遊戲者可以藉著設定對手與夥伴的種類與人數以自行定義電玩競爭的程度。

第六類「獎勵」之設計因素包含設計特徵有 3 個，這 3 個特徵可以藉著三種方法來施行：成就的累積(cumulative achievement)、虛擬獎勵(virtual token)與成就的認可(recognition of achievement)。成就的累積指的就是遊戲者所得到的分數可以累積。虛擬獎勵的獲得乃根據遊戲者的進行績效。而成就的認可就是把最傑出的幾個遊戲者的名字與登錄分數顯示於排名榜上。



3.5.3 綜合討論

本章在確認在「購買過程」中，吸引玩家之動作型電玩之設計特徵與設計因素。吾人提出一套實驗方法確認出動作型電玩之 39 個好玩特徵。在這 39 個好玩特徵中，發現電玩中化身 (avatar)對於購買者而言是一個相當重要的特徵，在過去以著重在遊戲過程為導向的相關研究中並未提及。可能的解釋為：對於購買者來說，因為他們未能實際參與操作遊戲，想要吸引他們就要讓購買者覺得遊戲中的主角好像他一樣。

而 39 個設計特徵被歸類成 6 個設計因素。這六個因素包括「新奇性與具威力性 (novelty and powerfulness)」、「吸引人的呈現 (appealing presentation)」、「互動性 (interactivity)」、「挑戰感 (challenging)」、「控制感 (sense of control)」與「獎勵 (rewarding)」。在這六個因素中，「吸引人的呈現 (appealing presentation)」在過去的其他研究中也未被強調。對於不能直接接觸到電玩的購買者，「吸引人的呈現」這個因素在展示的環境中變得非常重要。

研究結果符合現實，對於電玩遊戲者因為能夠實際玩遊戲，所以決定是否好玩的因素可能著重在玩遊戲的運動能力上；而對於電玩購買者而言，因為只能觀看展示而不能實際花時間去玩，所以影響喜好的重要因素可能是與展示電玩中角色的心理接近性和展示電玩中呈現的視覺與聽覺美感。

此部份的研究對於規劃電玩設計有幾個研究發現。第一：對於電玩的「購買過程」與「遊戲過程」確實存在有不一樣的設計要件，所以規劃電玩展示時必須從購買者的角度來思考設計方向。第二：在研究中得到的相對重要的好玩設計特徵，在考慮規劃電玩展示時可提供電玩規劃者做為眾多設計特徵權衡比較的要點。第三：電玩展出的規劃可考量融入購買者喜好，突顯化身設計特徵，以成為個人化電玩展

示，吸引電玩購買者的目光，進而購買該產品。



第四章、電腦遊戲的最佳化設計

本章針對電玩各設計特徵的表現水準做取捨，以達成最佳化設計。在有限的時間與預算限制下設計電玩，基本上是一個選擇問題 (selection problem)，也就是在龐大的解答空間內挑選出一個設計方案。以上一章之研究結果為例，一個動作型電玩發掘出 39 個設計特徵。所以其基本的雛型電玩將具有 39 個基本的設計特徵，具有基本的固定雛型開發成本，而每一個設計特徵依照完成程度可以區分為六個「表現水準」；欲達成的目標愈高，其變動設計成本花費也愈高，所以總設計成本也隨之相對提高。整個設計的解答空間包含 6^{39} 個設計方案，若要利用窮舉法以求得其最佳解，幾乎是不可能的工作。

本章擬提出一個在龐大解答空間中有效確認出一個最佳化設計方案之整合方法。本方法包括利用類神經網路 (artificial neural network, ANN) 與基因演算法 (genetic algorithm, GA) 以選擇設計方案。其中，類神經網路乃是用來建立評估設計方案之「感覺好玩」程度的機制；而基因演算法則用來有效率的找出確認近於最佳化的設計方案。

4.1 設計方案的解空間分析

上一章實驗的結果發掘出在「購買過程」中，吸引玩家覺得好玩的動作型電玩將包含 39 個設計特徵。而在進行電玩設計程序之前，一個電玩基本上就是一個設計方案。本研究以向量 $\bar{x}_i = [x_{ij}]$, $1 \leq j \leq 39$ 來建構第 i 個設計方案，其中 $x_{ij} \in [0, 5]$ 代表在設計方案中第 j 個設計特徵的表現水準。而第 i 個設計方案之整體感覺好玩的程度，則以 y_i 表示，其中 $y_i \in [1, 5]$ 。

根據這樣所建構的模式，在最佳化設計中有興趣的解答空間可以用 $S = \{ \bar{x} \mid \bar{x} = [x_j], x_j \in [0, 5], x_j \in Z^+, 1 \leq j \leq 39 \}$ 來表示，亦可稱為設計空間 (Design Space, S)。而「感覺好玩」空間亦可表示為 $Y = \{ y \mid y \in R, 1 \leq y \leq 5 \}$ ，簡稱為好玩空間 (Fun Space, Y)。

4.2 設計方案的評估

為了尋求最佳化之設計方案，吾人必須建立設計空間與好玩空間兩者之間的對映函數 (mapping function)。這樣的對映函數是利用類神經網路建構而成的。本研究所建構的類神經網路，包含三層架構：

輸入層、隱藏層與輸出層。在輸入層的每一節點代表每一設計特徵之表現水準。而輸出層只有一個節點，代表整體感覺好玩的程度。也就是在設計空間 S 中之每一設計方案 \bar{x} ，類神經網路將可計算出其整體感覺好玩的程度。而一個良好訓練的類神經網路將可適切的推估設計方案之感覺好玩的程度。

建構出良好訓練之類神經網路後，吾人可迅速得出在設計空間 S 中之任一設計方案之感覺好玩的程度。這樣的對映關係，可用來 $y = G(\bar{x})$ 表達。



4.3 最佳化設計的問題描述

本章所探討的問題，要在眾多電玩設計方案中，挑選一個最佳化的設計方案，可以列式如下：

$$\text{Minimize} \quad T_v(\bar{x}) = \sum_{j=1}^N f(x_j)$$

Subject to:

$$\bar{x} \in S \quad (4-1)$$

$$y = G(\bar{x}) \quad (4-2)$$

$$y \geq PF_{\min} \quad (4-3)$$

列式中之目標函數表示出總變動設計時間 (T_v) 必須最小化，其中 $f(x_j)$ 代表為達到第 j 個設計特徵之特定的表現水準 x_j 所多花費的變動設計時間。限制式(4-1)表示吾人必須從設計空間 S 中選取設計方案。限制式(4-2)代表設計空間 S 與好玩空間 F 之類神經網路對應函數。限制式(4-3)表示所選取之設計方案的感覺好玩程度必須滿足使用者訂定的最小需求 PF_{\min} 。

在以上的列式中，設計空間 S 包含 m^N 組設計方案，其中 N 代表設計特徵之總數目，而 m 表示完成程度的表現水準數。由此可知，當有數十個設計特徵 ($N = 39$) 與一些表現水準 ($m = 6$) 時，其設計空間很容易就變得非常龐大 ($6^{39} \approx 2.23 \times 10^{30}$)；此時幾乎無法應用窮舉搜尋的方法來求解。所以，本章發展出利用基因演算法，以便在如此龐大的解答空間中，有效率的找到一組近於最佳化的解答。

4.4 搜尋最佳化設計方案

本節敘述吾人發展之基因演算法以求解上節之問題列式。對於所提出之基因演算法，其各項設定與參數如下所述，進行流程如圖 2.2。

染色體 (Chromosome representation)：每一組解 (每一組設計選擇方案)利用向量 \bar{x} (稱之為染色體)來建構，由 N 個設計特徵 (稱之為基因)所組成。每一個設計特徵有 m 種表現水準。

初始族群 (Initial population)：初始族群 $P(0)$ 隨機產生 M 組染色體所建構。當產生每一組染色體時，每一基因 x_j 的值為整數，由 $[0, 5]$ 的區間中隨機產生。

適應函數 (Fitness function)：參考文獻之建議 (Chen & Huang, 2003; Marcelin, 2004)，本研究之適應函數 $F(\bar{x})$ 定義如下。針對最小化的問題，評估函數 $T_v(\bar{x})$ 必須給予懲罰項 (penalty term)，使得 $T_v(\bar{x})$ 越大時， \bar{x} 的適應函數值越小。具有小的適應函數值之染色體在進化時較難繼續留存，將會被族群中剔除。另外針對限制式(4-3)，亦需要加入適當的懲罰項，使得運算過程能夠符合限制要求。

$$F(\bar{x}) = - \left[T_v(\bar{x}) + Z \cdot \left(\frac{PF_{\min}}{y} - 1 \right) \right]$$

$$Z = \begin{cases} 0, & \text{if } PF_{\min} \leq y; \\ \text{a large positive number,} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4-4)$$

交配 (Crossover)：交配運算子的設計用來產生 $M \times P_{cr}$ 組新染色體，其中 P_{cr} 為交配機率。其產生新染色體的過程如下所述：從 $P(t)$

中隨機取樣 $M \times P_{cr}$ 組染色體，並配成 $(M \times P_{cr})/2$ 對。配成對的染色體互相交換原來染色體的某一部份以產生新的染色體。

突變 (Mutation)：突變運算子的設計用來從 $P(t)$ 中產生 $M \times P_{mu}$ 組新染色體，其中 P_{mu} 為突變機率。運算子在 $P(t)$ 中隨機選取染色體，並隨機取代其中的一個基因值，以產生新染色體。突變的過程重覆進行到有 $M \times P_{mu}$ 組新染色體產生為止。

族群進化 (Evolution of population)：將族群 $P(t)$ 之所有染色體重新在資料集合 W 中產生，從 W 中將選取 M 組染色體以形成下一代族群 $P(t+1)$ 。其複製進化的過程如下 (Goldberg & Deb, 1991)：從 W 中隨機取樣 $n \geq 2$ 組染色體，並評估其適應函數值。選取其適應函數值最大的染色體將其置放於下一代族群 $P(t+1)$ 。重覆進行以上步驟直到下一代族群 $P(t+1)$ 產生為止。

終止條件 (Termination condition)：當進化的數目 $t > T$ 時或特定的染色體在族群中保持最佳組超過 Q 代時，進化停止。

4.5 研究問題實證運算

本章之設計方案以上一章所發掘出的 39 個設計特徵 (附錄二)

為基礎。利用C++程式語言來建構本章之電腦演算程式。在本章的問題中，將確認在至少滿足使用者好玩需求 $PF_{\min} = 4.5$ 的狀況下，求得最小化總變動設計時間 $T_v(\bar{x})$ 之設計方案。每一設計特徵表現水準之變動設計時間如表 4.1 所示，例如：設計特徵 1 (DF1) 若保持基本的雛型設計狀態，則具有第零級的表現水準；若要具有第一級表現水準需要多花費 10 單位的設計時間，具有第二級表現水準需要多花費 30 單位的設計時間，具有第三級表現水準則需要多花費 50 單位的設計時間，要具有更高級的表現水準則多花費的變動設計時間越多；其他設計特徵的情況，其詳細數據如表 4.1 所示類推。



4.6 實證結果

本章將利用前一章之 28 組樣本電玩所建構的設計特徵向量，利用其中 21 組數據進行類神經網路的訓練，再利用剩餘的 7 組數據以驗證類神經網路的有效性。本研究訓練所得之類神經網路之輸出誤差小於 0.2%，可謂建立起設計方案與覺得好玩程度之有效的類神經網路對映函數。

接著利用建議之基因演算法在設計空間 S 中，確認出近於最佳化

表 4.1 每一設計特徵表現水準之變動設計時間

表現水準	0	1	2	3	4	5
DF1	0	10	30	50	70	90
DF2	0	10	20	40	80	160
DF3	0	10	30	90	190	330
DF4	0	10	20	40	80	160
DF5	0	10	20	30	40	50
DF6	0	5	6	10	12	15
DF7	0	5	7	8	9	10
DF8	0	5	10	15	18	20
DF9	0	5	7	10	12	20
DF10	0	10	20	30	40	50
DF11	0	10	30	60	90	120
DF12	0	10	20	40	80	160
DF13	0	10	12	20	22	24
DF14	0	10	20	40	80	160
DF15	0	10	20	30	40	50
DF16	0	10	20	40	80	120
DF17	0	10	20	40	80	100
DF18	0	10	20	40	60	80
DF19	0	5	7	19	20	25
DF20	0	5	7	8	9	10
DF21	0	5	7	10	15	20
DF22	0	10	20	30	40	50
DF23	0	5	7	10	12	14
DF24	0	5	8	10	12	20
DF25	0	5	6	10	12	15
DF26	0	10	20	40	60	80
DF27	0	10	20	30	40	50
DF28	0	10	12	15	18	20
DF29	0	5	8	10	15	20
DF30	0	5	8	10	12	15
DF31	0	10	12	15	18	20
DF32	0	10	12	15	18	20
DF33	0	10	20	30	40	50
DF34	0	5	15	25	35	45
DF35	0	5	10	15	20	25
DF36	0	5	10	15	20	25
DF37	0	10	20	40	60	80
DF38	0	5	10	15	20	25
DF39	0	10	20	30	40	50

之設計方案。本研究所建議之基因演算法各項參數如下： $M = 100$, $P_{cr} = 0.80$, $P_{mu} = 0.05$, $T = 99,999$, $Q = 1,000$ 。吾人總共重複執行基因演算法C++程式共 100 遍；在程式執行的這 100 遍中所獲得的結果，其平均之總變動設計時間為 574.86 單位時間，標準差為 19.354 單位時間。相對小的標準差意會著只要進行少量的重覆計算就可以確認求得近於最佳化的基因演算法之解。而在此 100 遍重複執行的結果中，其中得到之近於最佳化之設計方案如表 4.2 所示，總變動設計時間 $T_v(\bar{x}) = 542$ 單位時間，使用者感覺好玩程度 $y = 4.6492$ ，設計特徵 1(DF1)與設計特徵 2(DF2)維持基本雛型設計（即第零級表現水準），而設計特徵 3(DF3)應具第三級表現水準，設計特徵 4(DF4)應具第一級表現水準，其餘設計特徵 5 至設計特徵 39 之各表現水準如表 4.2 所示之數據，不加綴述。其中要求達到最佳表現水準的設計特徵包括「對手厲害」、「音效要反應事件的發生」、「音效要時常變化」、「開頭幾關容易過關」及「後幾關不容易得高分」等五個特徵；要達到第四級表現水準的則有「遊戲角色動作逼真」、「角色的風格很像我本人」、「遊戲的武器配件厲害」及「可讓兩個以上的遊戲者輪流玩」等四個設計特徵；要達到第三級表現水準則有「遊戲情節具戲劇化」。而電玩總設計時間則為總變動設計時間加上基本電玩雛型開發時間。在運算效率上，本研究利用 1.8 GHz CPU 的個人電腦來執行C++程式，每一次程式執

行的計算時間約 5 分鐘。

表 4.2 重覆 100 次計算所得出之近於最佳化方案

總變動設計時間		$T(\bar{x}) = 542$ 單位時間		
使用者感覺好玩程度		$y = 4.6492$		
每一設計特徵之表現水準				
$x_1=0$	$x_2=0$	$x_3=3$	$x_4=1$	$x_5=0$
$x_6=2$	$x_7=1$	$x_8=1$	$x_9=1$	$x_{10}=0$
$x_{11}=4$	$x_{12}=4$	$x_{13}=5$	$x_{14}=0$	$x_{15}=1$
$x_{16}=4$	$x_{17}=0$	$x_{18}=0$	$x_{19}=1$	$x_{20}=5$
$x_{21}=2$	$x_{22}=0$	$x_{23}=5$	$x_{24}=1$	$x_{25}=2$
$x_{26}=0$	$x_{27}=0$	$x_{28}=5$	$x_{29}=5$	$x_{30}=1$
$x_{31}=0$	$x_{32}=0$	$x_{33}=0$	$x_{34}=4$	$x_{35}=1$
$x_{36}=1$	$x_{37}=0$	$x_{38}=0$	$x_{39}=0$	

4.7 綜合討論

本部份的研究主要是提出一個解決電玩設計時，用以權衡取捨眾多設計特徵表現水準的方法。在電玩設計的過程中，權衡各設計特徵

是一件非常重要但也是非常複雜的工作。一個電玩包含非常多的設計特徵，而且每一設計特徵又有不同程度的表現水準。所以一個電玩設計方案的全部組合數就會變得非常龐大。但是又因為有及時上市的時間壓力，所以對於電玩設計者來說，可用的時間將受到相對的限制。所以發展一個能夠有效率的確認電玩設計方案的方法，對於電玩設計而言就變得很重要。

本部份的研究利用類神經網路結合基因演算法以求得電玩之近於最適化的設計。這樣的方法可分為兩部份；首先考慮各設計特徵可能會有交互影響，設計特徵之間亦可能產生組合效應，故建構類神經網路以發掘這些設計特徵與感覺好玩程度之間的非線性關係，本部份利用前一章實驗所得到的昂貴資料可藉以評估出一個電玩設計方案的整體感覺好玩程度。接著所建議之基因演算法可從龐大設計方案解答空間中，有效率的確認出近於最佳化之設計方案。而所決定的設計方案將可使電玩設計者適切的將資源與心力配置在不同的設計特徵上。

將近於最佳化的結果和表 3.1 之相對貢獻度排名於前的設計特徵做比較，發覺排名前 10 的設計特徵之表現水準皆大於第三級以上，

確實對於感覺好玩的程度有相當的影響力，但是並非排名於前的設計特徵就必然要達到最佳的表現水準，例如「遊戲情節具戲劇化」雖然相對貢獻度最大，但是其表現水準的要求只要達到第三級即可，而排名二、四、五的三個設計特徵之表現水準也只被要求達到第四級的水準即可，主要在於「遊戲情節具戲劇化」這個設計特徵之相對貢獻度雖然最大，但是要達到最佳水準之變動設計時間也相對要投入非常多，所以在變動設計時間大幅增加的狀況下，所產生的邊際效益並不好，而排名於後的幾個設計特徵，因為其變動設計時間相對的少很多，當這些設計特徵達到最佳水準時，其變動設計時間相對增加不大的情況下，反而會產生效果非常好的邊際效益。



所以這樣的方法可以提供電玩設計者在眾多的電玩設計方案中，即時而有效率的決定出適合的設計方案，以應付快速的市場變化及時間壓力，即時的搶佔電玩市場的先機。

第五章、結論與建議

5.1 結論

本研究分別以電玩玩家在「購買過程」的情境與電玩設計者規劃有效率的設計方案之角度來探討動作型電玩設計的問題。

研究的第一部份主要在確認「購買過程」中，吸引電玩玩家之動作型電玩之設計特徵與設計因素。本研究提出一套實驗方法確認出動作型電玩之 39 個好玩特徵。在這 39 個好玩特徵中，發現遊戲中化身 (avatar) 對於遊戲購買者而言可能是一個相當重要的特徵，但在過去以「遊戲過程」為導向的相關研究中並未提及。可能的解釋為：對於購買者來說，因為他們未能實際參與操作遊戲，想要吸引他們就要讓購買者覺得遊戲中的主角好像他一樣。

而所發掘出的 39 個設計特徵被歸類成 6 個設計因素。這六個因素包括「新奇性與具威力性」、「吸引人的呈現」、「互動性」、「挑戰感」、「控制感」與「獎勵」。在這六個因素中，「吸引人的呈現」在過去的其

他研究中也未被強調。對於不能直接接觸到遊戲的購買者，「吸引的呈現」這個因素在展示的環境中變得非常重要。

研究結果顯示：對於電玩購買者而言，因為只能觀看展示而不能實際花時間去玩，所以影響喜好的重要因素可能是與展示電玩中角色的心理接近性和展示電玩中呈現的視覺與聽覺美感有關。所以在規劃電玩設計時要注意以下幾點。第一：對於購買過程中，玩家觀看電玩展示與實際操作電玩確實存在有不一樣的設計方向，所以若規劃電玩展示時必須從購買者的角度來思考設計方向。第二：在研究中得到的相對重要的好玩設計特徵，在規劃電玩展示時可提供電玩規劃者做為眾多設計特徵中，權衡比較的重點。第三：電玩展示的規劃可考量融入購買者喜好，突顯化身設計特徵，以成為個人化之電玩展示，吸引電玩購買者。

研究的第二部份主要是提出一個用以解決電玩設計權衡決策的方法。事實上，在電玩設計的整個過程中，權衡各設計特徵是一件非常重要但也是非常複雜的工作。因為一個電玩將包含非常多的設計特徵，而且每一設計特徵又有不同程度的表現水準，所以一個電玩設計方案的全部組合數就會變得非常龐大。但是因為電玩有及時上市的時

間壓力，所以對於電玩設計者來說，其可用的時間將受到相對的限制。所以發展一個能夠有效率以確認電玩設計方案的方法，對於電玩設計而言就變得很重要。

第二部份的研究利用類神經網路結合基因演算法以求得電玩設計之最佳化的設計。本方法可分為兩個部份；首先建構類神經網路，利用第一部份實驗所得到的昂貴資料，可藉完整訓練良好的類神經網路以評估出一個電玩設計方案的整體感覺好玩程度。接著利用本研究建議之基因演算法可從龐大設計方案解答空間中，有效率的確認出近於最佳化之設計方案。而所決定的設計方案將可使電玩設計者適切的將資源與心力配置在不同的設計特徵上。

這樣的整合性方法將可以提供電玩設計者在眾多的電玩設計方案中，即時而有效率的決定出適合的設計方案，以應付快速的市場變化及時間壓力，搶佔電玩市場的先機。

5.2 具體貢獻

本研究的具體貢獻如下所述：


1. 過去有關電玩設計的探討以電玩玩家在「遊戲過程」的研究為主，本研究以玩家之「購買過程」為研究主軸。
2. 本研究發展出吸引電玩購買者之設計特徵之實驗方法，可確認出電玩之設計特徵，吾人再利用因素分析法將這些設計特徵予與歸類，同時利用 Qnet2000 類神經網路軟體發掘出相對重要的設計特徵，提供電玩設計者做為規劃的參考。
3. 研究結果顯示電玩展示設計的重要因素可能是展示電玩中之角色和購買者的心理接近性與展示電玩中呈現的視覺與聽覺美感。
4. 對於電玩設計者的需求而言，本研究發展出一個整合類神經網路與基因演算法之最佳化之方法，以快速有效率的確認出近於最佳化之電玩設計方案。

5.3 研究的限制

本研究以動作型電玩中之 PacMan 為研究主題，其所探討的設計

特徵可能對於其他類型的電玩並非具有同樣的相對重要性；而所研究的對象為購買電玩的高中生，其行為屬性亦可能和其他年齡層的電玩購買者有所差異，但皆可依主題持續研究探討。而對於電玩設計者所評估的變動設計時間亦可能會因不同的情境產生其他的變化，所以必須依設計狀況隨時調整之。

5.4 後續研究與建議



本研究的第一個主題以電玩之購買過程為對象來思考如何設計電玩，其中研究的電玩購買者為購買後將實際操作使用的玩家，但是有許多的電玩購買者可能只發生購買行為而非實際的電玩操作者，例如父母親購買給小孩子的電玩之購買過程就屬於這一類的購買行為。此時因為購買者並非玩家，可能有其他不同的考量，因此會導致產生不同的電玩設計特徵與其相對重要性，在此情境下，要如何有效的吸引這些購買者，將是後續研究的另一個方向，而吾人正規劃進行研究中。同時本研究以動作型電玩中之 PacMan 為研究主題，對於其他種類的動作型電玩，甚至其他類型的電玩，都可能有不同的相對重要之設計特徵會影響這些電玩的設計思考方向，皆可成為未來後續研

究的目標。

而本研究的第二個主題以電玩設計者的角度來選擇適切的設計方案，雖然結合類神經網路與基因演算法已成功應用在動作型電玩展示設計上，但是其他型式的數位內容應用仍有待進一步的探討。這些數位內容應用包括不同型式類別的電玩、多媒體、動畫電影、數位學習與行動裝置的人機介面設計都是值得未來繼續努力的方向。



參考文獻

林千勝與黃韻竹(2005), 2005-2006 臺灣電腦遊戲市場前瞻, 資策會資訊市場情報中心, 台北。

Alfoneca, M. (1991), Genetic algorithm, *ACM SIGAPL APL Quoto Quad*, 21(4), 1-6.

Amory, A., Naicker, K., Vincent, J. & Adams, C. (1999), The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements, *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311-321.

Barendregt, W. & Bekker, M. M. (2004), Towards a framework for design guidelines for young children's computer games. *Lecture Notes in Computer Science*, 3166, 365-376.

Bates, B. (2001), *Game design: The art & business of creating games*, Rocklin, CA: Prima Tech.

Bethke, E. (2003), *Game development and production*, Plano, Texas: Wordware.

Bishop, J.M. & Mitchell, R.J. (1991), Neural networks- an introduction, *Neural Network for Systems: Principles and Applications*, *IEE Colloquium* on 25 Jan 1991, 1/1-1/3.

Bushnell,N.(1996), Relationships between fun and computer business, *Communications of the ACM*, 39, 8, 31-37.

Chen, M. C. & Huang, S. H. (2003), Credit scoring and rejected instances reassigning through evolutionary computation techniques, *Expert Systems with Applications*, 24(4), 433-441.

Choi, D. & Kim, J. (2004), Why people continue to play online games: In search of critical design factors to increase customer loyalty to online

content, *CyberPsychology & Behavior*, 7(1), 11-24.

Crawford, C. (1982), *The art of computer game design*, Berkeley, Osborne, CA: McGraw-Hill.

Cressy, C. J. (1997), Towards the design and implementation of computer-modeled opponents for use in entertainment and educational software: some initial considerations, *Computers in Human Behavior*, 13(2), 181-203.

Crosby, O. (2000), Working so others can play: jobs in video game development, *Occupational Outlook Quarterly*, 44, 2, 2-13.

Demuth, H. B. & Beale, M. (1996), *Neural network design*, Boston: PWS.

Dennis, J. (2002), When good design goes bad, In: Laramee, F. D. (Ed), *Game design perspectives*, Hingham, Massachusetts: Charles River Media, Inc.

Eberly, D. H. (2001), *3D game engine design: A practical approach to real-time computer graphics*, San Francisco: Morgan Kaufmann.

Ekman, I. & Lankoski, P. (2004), Integrating a game with a story—lessons from interactive television concept design, *Computers & Graphics*, 28(2), 167-177.

Entertainment Software Association (2004), *Computer and video game software sales break \$7 billion in 2003*, Available at http://www.theesa.com/1_26_2004.html.

Entertainment Software Association (2005), *Top 10 industry facts*, Available at http://www.theesa.com/facts/top_10_facts.php.

Fabricatore, C., Nussbaum, M. & Rosas, R. (2002), Playability in action videogames: a qualitative design model, *Human-Computer interaction*, 17, 311-368.

Fach, P. W. (1999), Interaction Games: Using Familiar Concepts in User-Interface Design, *Journal of Visual Languages & Computing*, 10(5), 509-521.

Forrest, S. (1996), Genetic algorithm, *ACM Computing Surveys*, 28(1), 77-80.

Freeman, D. (2004), *Creating emotion in games*, Indianapolis, Indiana: New Rider Publishing, Inc.

Gefen, D., Straub, D. & Boudreau, M. (2000), Structural equation modeling and regression: Guidelines for research practice, *Communications of the Association for Information Systems*, 4(7), 1-77.

Geiger, B. J. (1998), Psychological research methods for game design, *Game Developer*, 5(5), 49-53.

Gen, M. & Cheng, R. (1997), *Genetic algorithms and engineering design*, NY: Wiley.

Gershenfeld, A., Loparoo, M. & Barajas, C. (2003), *Game plan: The insider's guide to breaking in and succeeding in the computer and video game business*, NY: St. Martin's Griffin, Inc.

Goldberg, D. E. (1989), *Genetic algorithm in search, optimization and machine learning*, Boston: Addison-Wesley,.

Goldberg, D. E. & Deb, K. (1991), A comparative analysis of selection schemes used in genetic algorithms, In G. J. E. Rawlins (Ed), *Foundations of Genetic Algorithms*, San Mateo, California: Morgan Kaufmann Publishers.

Gradecki, J. (1996), *Netwarriors in C++ : programming multiplayer games for Windows*, New York: Wiley.

Hecht-Nielsen, R. (1989), Theory of the backpropagation neural network, Neural Network 1989, *IJCNN*, 1, I-593 – I-605.

Howland, G. (2004), *Game design: The essence of computer games*, Available at <http://www.lupinegames.com/articles/essgames.htm>.

Interactive Digital Software Association (2002), *Essential facts about the video and computer game industry*, Available at <http://www.theesa.com/IDEABooklet.pdf>.

Interactive Digital Software Association (2003a), *Essential facts about the video and computer game industry-2003*, Available at <http://www.theesa.com/EF2003.pdf>.

Interactive Digital Software Association (2003b), *Games are positive addition to children's lives, parents say – date from the IDEA's 2003 consumer survey*, Available at http://www.theesa.com/5_14_2_2003.html.

Ip, B. & Jacobs, G. (2004), Quantifying game design, *Design Studies*, 25(6), 607-624.

Jacobs, G. & Ip, B. (2005), Establishing user requirements: incorporating gamer preferences into interactive games design, *Design Studies*, 26(3), 243-255.

Jordan, M. I. & Bishop, C. M. (1996), Neural networks, *ACM Computing Surveys*, 28(1), 73-75.

Ju, E. & Wanger, C. (1997), Personal computer adventure games: Their structure, principles, and applicability for training, *The DATA BASE for advances in Information Systems*, 28(2), 78-92.

Kanev, K. & Sugiyama, T. (1998), Design and simulation of interactive 3D computer games, *Computers & Graphics*, 22(2-3), 281-300.

Kiili, K. (2005), Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model, *Internet and Higher Education*, 8, 13-24.

Kim, J., Choi, D. & Kim, H. (1999), Toward the construction of fun games: relative importance of design factors between developers versus users, *Personal Technologies*, 3, 1-13.

Kim, K. J. & Han, I. (2000), Genetic algorithms approach to feature discretization in artificial neural networks for the prediction of stock price index, *Expert Systems with Applications*, 19(2), 125-132.

Kim, K. J. & Han, I. (2003), Application of a hybrid genetic algorithm and neural network approach in activity-based costing, *Expert Systems with Applications*, 24(1), 73-77.

Kim, S. H. & Shin, S. W. (2000), Identifying the impact of decision variables for nonlinear classification tasks, *Expert Systems with Applications*, 18(3), 201-214.

Kuo, R. J. & Chen, J. A. (2004), A decision support system for order selection in electronic commerce based on fuzzy neural network supported by real-coded genetic algorithm, *Expert Systems with Applications*, 26(2), 141-154.

Laramee, F. D. (2002), *Game design perspectives*, Hingham, Massachusetts: Charles River Media, Inc.

Lee, S., Lee, H. S., Lee, K. C., Choi, J. W. & Lee, M. H. (2001), Performance management of communication networks for computer integrated manufacturing, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 18(10), 764-770.

Lewinski, J. S. (1999), *Developer's guide to computer game design*, Plano, Texas: Wordware.

Li, S., Wu, Z. & Pang, X. (2004), Job shop scheduling in real-time cases, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(7/8), 870-875.

Liao, T. W. (2003), Classification of welding flaw types with fuzzy expert systems, *Expert Systems with Applications*, 25(1), 101-111.

Lin, C.S., Huan, C. C., Chan, C. N., Yeh, M. S. & Chiu, C. C. (2004), Design of a computer game using an eye-tracking device for eye's

activity rehabilitation, *Optics and Lasers in Engineering*, 42(1), 91-108.

Malone, T. W. (1980), What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games, *Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the first SIGPC Symposium on small system*, 162-169.

Malone, T. W. (1981a), What makes computer games fun? *Byte*, 6(12), 258-277.

Malone, T. W. (1981b), Toward a theory of intrinsically motivated instruction, *Cognitive Science*, 5, 333-369.

Malone, T. W. (1984), Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games, In J.C. Thomas & M.L. Schneider (Eds.), *Human factors in computer systems*, Norwood, NJ: Ablex.

Malone, T. W. & Lepper, M. R. (1987), Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning, In R.E. Snow & M.J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction, III: Conative and affective process analysis*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate, Inc.

Mannino, M. V. & Koushik, M. V. (2000), The cost-minimizing inverse classification problem: a genetic algorithm approach, *Decision Support Systems*, 29, 283-300.

Marcelin, J. L. (2004), A metamodel using neural networks and genetic algorithms for an integrated optimal design of mechanisms, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 24(9-10), 708-714.

Marks, A. (2001), *The complete guide to game audio: For composers, musicians, sound designers, and game developers*, Lawrence, Kansas: CMP Books.

Matia, A. L. A. & Sanz-Bobi, M. A. (2005), CLELIA: a multi-agent system for publishing printed and electronic media, *Expert Systems with Applications*, 28(4), 725-734.

Meigs, T. (2003), *Ultimate game design: Building game world*, Emeryville, California: McGraw-Hill.

Michalewicz, Z. (1992), *Genetic algorithms + data structures = evolution programs*, London: Springer-Verlag.

Mok, S. L., Kwong, C. K. & Lau, W. S. (2001), A hybrid neural network and genetic algorithm approach to the determination of initial process parameters for injection moulding, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 18(6), 404-409.

Neal, L. (1990), Implications of computer games for system design, In D. Diaper, D. Gilmore, G. Cockton & B. Shackel (Eds), *Human –Computer Interaction, INTERACT'90*, Amsterdam, North-Holland.

Nouali, O. & Blache, P. (2004), A semantic vector space and features-based approach for automatic information filtering, *Expert Systems with Applications*, 26(2), 171-179.

Pagulayan, R. J., Keeker, K., Wixon, D., Romero, R. L. & Fuller, T. (2003), User-centered design in games, In J.A. Jacko & A.E. Sears (Eds.), *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies and emerging applications*, Hillsale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate, Inc.

Parberry, I. (2001), *Introduction to computer game programming with DirectX 8.0*, Plano, Texas: Wordware Publishing Inc.

Pedersen, R. E. (2003), *Game design foundations*, Plano, Texas: Wordware Publishing Inc.

Qiu, H. B. & Li, C. X. (2004), Conceptual design support system in a collaborative environment for injection moulding, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 24(1-2), 9-15.

Rahmat, O. (2001), *Trends today, insights for tomorrow: IDC's 2001 videogame survey*, Israel, IDC.

Rockwell, G. (2002), Gore galore: literary theory and computer games, *Computers and the Humanities*, 36, 345-358.

Rollings, A. & Adams, E. (2003), *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*, Indianapolis, Indiana: New Rider Publishing, Inc.

Rollings, A. & Morris, D. (2004), *Game architecture and design: A new edition*, Indianapolis, Indiana: New Rider Publishing, Inc.

Rouse, R. III. (2001), *Game design theory and practice*, Plano, Texas: Wordware.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. & Williams, R. J. (1986), Learning Internal Representation by Error Propagation, *Parallel Distributed Processing*, 1, 318-362.

Salen, K. & Zimmernan, E. (2004), *Rules of play: Game design fundamentals*, MIT press.

Savolainen, T. (1997), Simulation games in CIM and the learning organization, *Computers in Industry*, 33, 217-221.

Schaefer, S. & Warren, J. (2004), Teaching computer game design and construction, *Computer-Aided Design*, 36, 1501-1510.

Schalkoff, R.J. (1997), *Artificial Neural Networks*, NY: McGraw-Hill.

Shi, F., Lou, Z. L., Lu, J. G. & Zhang, Y. Q. (2003), Optimisation of plastic injection moulding process with soft computing, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(9), 656-661.

Shin, K. S. & Lee, Y. J. (2002), A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling, *Expert Systems with Applications*, 23(3), 321-328.

Shin, T. & Han, I. (2000), Optimal signal multi-resolution by genetic algorithms to support artificial neural networks for exchange-rate

forecasting, *Expert Systems with Applications*, 18(4), 257-269.

Stevens, A. & Trujillo, S. (1996), *Windows 95 games programming*, New York: M&T Books.

Su, J. C., Kao, J. Y. & Tarn, Y. S. (2004), Optimization of the electrical discharge machining process using a GA-based neural network, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 24(1-2), 81-90.

Thede, S. M. (2004), An introduction to genetic algorithm, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 20(1), 115-123.

Wood, R. T. A., Griffiths, M. D., Chappell, D. & Davies, M. N. O. (2004), The structural characteristics of video games: A psycho-structural analysis, *CyberPsychology & Behavior*, 7(1), 1-10.

Vellido, A., Lisboa, P. J. G. & Vaughan, J. (1999), Neural network in business: a survey of applications (1992-1998), *Expert Systems with Applications*, 17(1), 51-70.

Versace, M., Bhatt, R., Hinds, O. & Shiffer, M. (2004), Predicting the exchange traded fund DIA with a combination of genetic algorithms and neural networks, *Expert Systems with Applications*, 27(3), 417-425.

Vesta Services, Inc. (2004), *Qnet 2000 manual*, Available at <http://www.qnetv2k.com/Qnet2000Manual/contents2000.htm>.

Walker, M.H. (2003), *Game that sell!* Plano, Texas: Wordware Publishing Inc.

White, J. (1996), *Designing 3D graphics: How to create real-time 3D models for games and virtual reality*, New York: Wiley Computer Pub.

Wolfson, S. & Case, G. (2000), The effects of sound and colour on responses to a computer game, *Interacting with Computers*, 13, 183-192.

Wong, B.K., Bodnovich, T.A. & Selvi, Y. (1997), Neural network

applications in business: a review and analysis of the literature (1988-95), *Decision Support Systems*, 19, 301-320.

Wong, B.K., Lai, V.S. & Lam, J. (2000), A bibliography of neural network business applications research: 1994-1998, *Computers & Operations Research*, 27, 1045-1076.

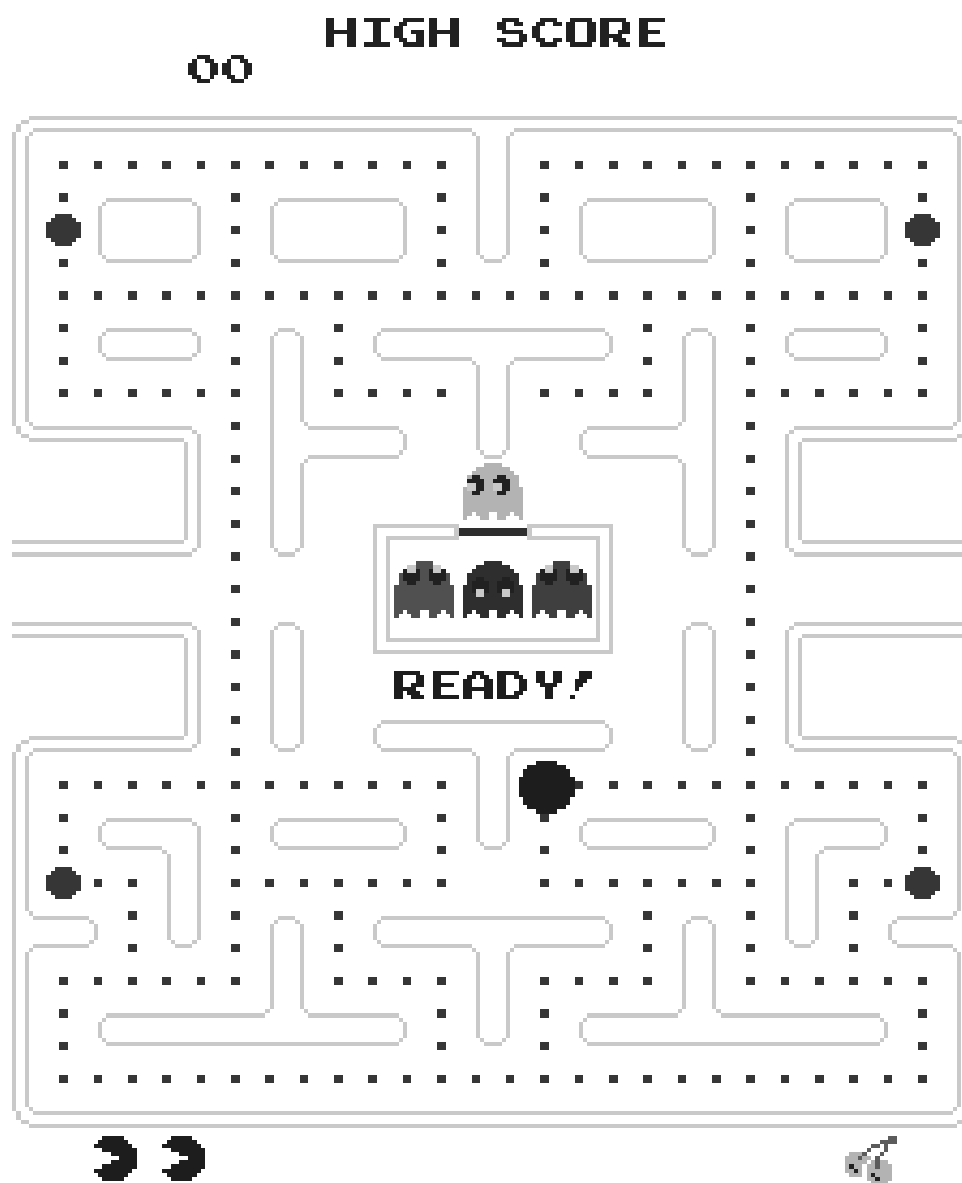
Wu, C. H. & McLarty, J. W. (2000), *Neural Networks and Genome Informatics*, London: Elsevier.

Wu, M. C., Hsiung, Y. & Hsu, H. M. (2005), A tool planning approach considering cycle time constraints and demand uncertainty, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(5), 565-571.

Yuan, S. T. & Chen, S. F. (2001), A learning-enabled infrastructure for electronic contracting agents, *Expert Systems with Applications*, 21(4), 239-256.



附錄一：PacMan（小精靈）原型電玩畫面



附錄二：28 個 PacMan 實驗題材與遊戲發行公司

PacMan 電玩名稱	遊戲發行公司
Mac-Man	Master Key
Alezy	Ablaze Space
Pacman	Paul Neave
Mango Quest	Mango Quest
GJ Pacman	GJ Games
Money Mania	AXYSOFT
Eatman	Relax Games Ltd.
Deep Pac	Deep Digital Space
Pac-Guy	Astral Entertainment
Amazin' SPISPOPD	Hamumu Software
Pac-Guy2, Part3:Pacula's Curse	Astral Entertainment
Pac Bomber	Alawar Entertainment
Pac Mania II	Alawar Entertainment
Capman	Jani Immonen
Pac Mania 2D+	Alawar Entertainment
Gubble	Actual Entertainment
Pac Doom	Alex Abscom
Pac-Guy2	Astral Entertainment
Pacman	Aldo Varqas
Pac World	Johannes Wallroth
Billy The Kid	Hordcore Processing
Skull-Man	Skullbyte
Processor man	Ari Feldman
GJ Pacman Amazement	GJ Games
Win Pac 2	Tyler Dauwalder
Maniac Maze	Xtreme Games LLC
Squark	Soleau Software Inc.
Pac Mania	Alawar Entertainment

附錄三：「購買過程」吸引玩家的動作型電玩設計特徵

設 計 特 徵
DF1: 遊戲情節難以預料 (Scenario is unpredictable)
DF2: 遊戲情節時常變化 (Scenario is varying)
DF3: 遊戲情節具戲劇化 (Scenario is dramatic)
DF4: 場景新穎 (Scene is creative)
DF5: 場景逼真 (Scene is looking-real)
DF6: 場景色彩豐富 (Scene is colorful)
DF7: 場景複雜 (Scene is complex)
DF8: 場景時常變化 (Scene is varying)
DF9: 場景轉換平順 (Scene transmits smoothly)
DF10: 遊戲角色新穎 (Character is creative)
DF11: 遊戲角色動作逼真 (Character looks like a real person)
DF12: 角色的風格很像我本人 (Character's style is similar to mine)
DF13: 對手厲害 (Opponent is competitive)
DF14: 對手難以預料 (Opponent is unpredictable)
DF15: 遊戲的武器配件新穎 (Weapons are creative)
DF16: 遊戲的武器配件厲害 (Weapons are powerful)

附錄三 (續)

DF17: 背景音樂符合場景 (Background music suits the scene)
DF18: 背景音樂時常變化 (Background music is varying)
DF19: 音樂節奏符合情境 (Music tempo suits the plot)
DF20: 音效要反應事件的發生 (Sound effect varies with events)
DF21: 音效要符合事件 (Sound effect suits the event)
DF22: 音效要足夠大聲 (Sound effect is loud enough)
DF23: 音效要時常變化 (Sound effect is varying)
DF24: 關卡難度可自行選擇 (Level difficulty is flexible to choose)
DF25: 每一關可得到新技巧 (New skills are acquired at every level)
DF26: 關卡難度逐漸增加 (Level difficulty increases progressively)
DF27: 可以跳關 (Levels can be skipped)
DF28: 開頭幾關容易過關 (Beginning levels are easy)
DF29: 後幾關不容易得高分 (Final levels are difficult)
DF30: 遊戲速度足夠快 (Pace is fast enough)
DF31: 遊戲速度時常改變 (Pace is varying)
DF32: 輸入裝置容易操控 (Input device is easy to control)
DF33: 可以存檔續關 (Game can be saved for continuity)

附錄三 (續)

DF34: 可讓兩個以上的遊戲者輪流玩 (More than one player can participate)
DF35: 可見高分排行榜 (High score board can be viewed)
DF36: 遊戲得分可以累積 (Game scores can be accumulated)
DF37: 可獲得虛擬獎勵 (Virtual token can be won)
DF38: 遊戲指示明確 (Instruction is clear)
DF39: 即時資訊確實更新 (Real-time information is updated)



附錄四：設計特徵之相對貢獻度與累積貢獻度

設計特徵	相對貢獻度 (%)	累積貢獻度 (%)
DF3: 遊戲情節具戲劇化	8.23	8.23
DF12: 角色的風格很像我本人	6.78	15.01
DF13: 對手厲害	6.42	21.43
DF11: 遊戲角色動作逼真	5.31	26.74
DF16: 遊戲的武器配件厲害	5.14	31.88
DF28: 開頭幾關容易過關	4.63	36.51
DF34: 可讓兩個以上的遊戲者輪 流玩	4.38	40.89
DF29: 後幾關不容易得高分	3.69	44.58
DF23: 音效要時常變化	3.22	47.80
DF20: 音效要反應事件的發生	3.06	50.86
DF25: 每一關可得到新技巧	2.84	53.70
DF10: 遊戲角色新穎	2.72	56.42
DF15: 遊戲的武器配件新穎	2.59	59.01
DF4: 場景新穎	2.55	61.56
DF24: 關卡難度可自行選擇	2.48	64.04

附錄四（續）

DF32: 輸入裝置容易操控	2.35	66.39
DF36: 遊戲得分可以累積	2.29	68.68
DF21: 音效要符合事件	2.20	70.88
DF8: 場景時常變化	2.18	73.06
DF30: 遊戲速度足夠快	2.17	75.23
DF2: 遊戲情節時常變化	2.12	77.35
DF14: 對手難以預料	2.06	79.41
DF7: 場景複雜	2.03	81.44
DF5: 場景逼真	1.95	83.39
DF33: 可以存檔續關	1.74	85.13
DF6: 場景色彩豐富	1.71	86.84
DF35: 可見高分排行榜	1.58	88.42
DF39: 即時資訊確實更新	1.50	89.92
DF31: 遊戲速度時常改變	1.43	91.35
DF9: 場景轉換平順	1.41	92.76
DF19: 音樂節奏符合情境	1.30	94.06
DF27: 可以跳關	1.24	95.30
DF1: 遊戲情節難以預料	0.97	96.27

附錄四 (續)

DF37: 可獲得虛擬獎勵	0.95	97.22
DF26: 關卡難度逐漸增加	0.85	98.07
DF17: 背景音樂符合場景	0.69	98.76
DF38: 遊戲指示明確	0.59	99.35
DF22: 音效要足夠大聲	0.39	99.74
DF18: 背景音樂時常變化	0.26	100.00

本研究訓練良好之類神經網路資訊: BPN (39-10-1) (倒傳遞類神經網路: 輸入層 39 個節點, 隱藏層 10 個節點, 輸出層 1 個節點), RMS: 0.018674, Correlation: 0.99461。

