

國立交通大學

理學院網路學習學程

碩士論文

遊戲情境中之生理回饋與心流經驗

The Biofeedback and Flow Experience in Game Play



研究生：楊凱文

指導教授：孫春在 教授

中華民國九十七年六月

遊戲情境中之生理回饋與心流經驗

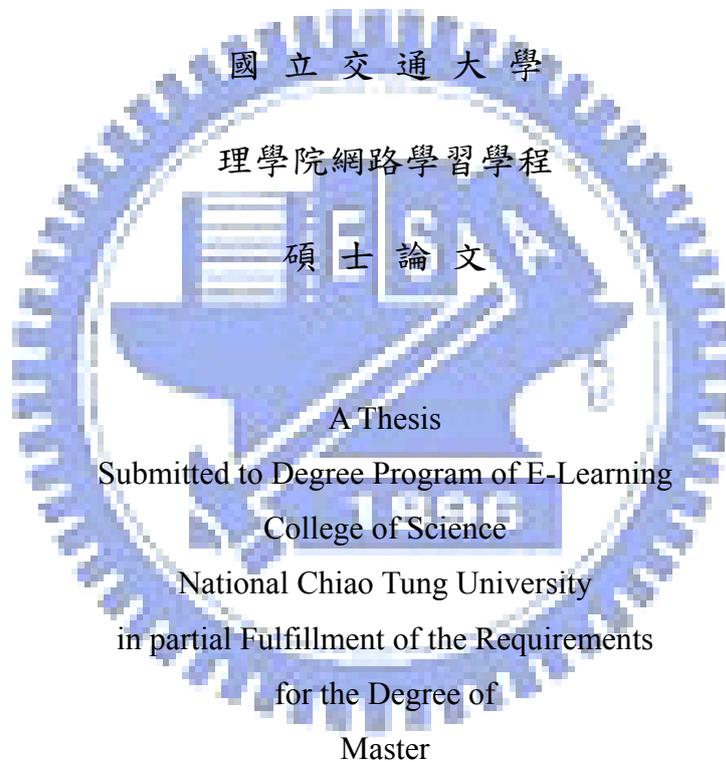
The Biofeedback and Flow Experience in Game Play

研究生：楊凱文

Student : Kai-Wen Yang

指導教授：孫春在

Advisor : Chuen-tsai Sun



in

Degree Program of E-Learning

June 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年六月

遊戲情境中之生理回饋與心流經驗

學生：楊凱文

指導教授：孫春在 博士

國立交通大學理學院網路學習學程碩士班

中文摘要

本研究旨在探討生理回饋於遊戲情境歷程中，玩家心流狀態的關係。本研究採單一受試者實驗研究法，以33位小學六年級學童為研究樣本，進行為期四週的單機電腦遊戲關卡挑戰活動，活動中全程以Webcam紀錄學童臉部表情及眨眼資訊，遊戲預埋資料收集引擎，收集受試者滑鼠點擊資訊。遊戲結束後以心流狀態量表及心流歷程量表測量學童於遊戲情境中的心流表現。

根據實驗結果分析發現：(1) 各生理回饋，皆與心流狀態各構面具高度顯著相關。(2) 於容易關卡中，臉部表情與滑鼠點擊較具有預測心流能力。(3) 於困難關卡中，生理回饋「眨眼」、「臉部表情」、「滑鼠控制」皆具有預測心流能力。(4) 不同生理回饋對心流預測能力不同，其中以滑鼠點擊控制構面最為穩定。困難遊戲中，眨眼專注生理回饋有較好的預測能力；反之，於容易關卡中，臉部表情則有不錯的預測效果。

關鍵字：遊戲情境、生理回饋、心流測量、心流經驗

The Biofeedback and Flow Experience in Game Play

Student : Kai-Wen Young Advisor : Dr.Chuen-Tsai Sun

Degree Program of E-Learning
National Chiao Tung University

Abstract

The purpose of this study is to investigate the *biofeedback* on the relation between the game and players' *flow experience*. A single subject experimental design is adopted for this study involving 33 sixth-grade primary school students are invited to participate in the study. The study was implemented with stand-alone computer games hurdles challenge activities for four weeks. The activity using webcam in the entire process records children's facial expressions and the blink of eyes information. The game embedded data collection engine receives the mouse click information of subjects. After the end of the activity, we perform flow experience questionnaires survey to measure children's *flow* performance in the game play.

According to the experimental results analysis, we discover the followings:(1) the *biofeedback* when students are playing the games has a high correlation with the *flow process state*. (2) during the easy case, facial expressions and mouse clicks have more ability to predict *flow*. (3) during the difficult case, blink of eyes, facial expression and mouse click are predictable capacity of *flow*. (4) different dimension of *biofeedback* on the ability of different flow forecast, mouse click is the most stable dimension of *biofeedback*. During the difficult game, the blink of eyes focused biofeedback a better ability to forecast *flow*, in the easy game, facial expressions are good prediction inversely.

Keywords: playing Situation, biofeedback, flow measuring, flow experience

誌謝

完成論文的同時，意味著研究所的課程將告一段落。如釋重負的感覺背後，還多了一點喜悅與感傷。喜悅的是人生第一本書籍出爐了，望著打印好的封面，莫名的感動油然而生；感傷的是我即將離開交大，這我流連許久的校園以及引領我進入學術殿堂的孫老師與實驗室的學長姐及同學，再見了！大家！

研究期間，許多人給予我關懷及鼓勵，不論是知識上的還是情感方面，都是我的支柱，支持我走下去。首先，非常感謝我的指導教授孫春在老師，孫老師人如其名，跟老師做研究彷彿置身於春天中，非常愉悅。除了學術上的引導，讓我明白何謂研究、如何做研究，引領我一窺學術的堂奧；更在我困惑、氣餒的時候，適時的給予我鼓勵，亦如好友一般。跟著老師做研究，是我的福氣。

感謝口試委員林珊如、王淑玲、陳永富教授給予我論文珍貴的指導，更提點實驗測量方法上可能的謬誤，使我的論文更加完備。感謝實驗室成員的各項協助，尤其是博士班佩嵐、宜敏及朝淵學長姐，無論在實驗方法與設計還是統計數據分析上，均給予我彌足珍貴的意見與指導，尤其是佩嵐學姊不厭其煩的跟我反覆討論指導，如此的耐性令人佩服。實驗室的同學家祐、瑞欣，你們的鞭策與督促讓我如期的完成，研究的路上有你們真好！

感謝同事柏岑、怡嘉。你們的一路相挺，讓我闖進了交大，謝謝你們。最感謝群玉在我煩躁的時候支持我，適時的接收我的怒氣、也忍受我的壞脾氣，這本論文的完成，沒有妳不行。感謝陳爸爸一家人一直給予我鼓勵，讓我在異鄉求學倍感溫馨。最後感謝我的父母家人，你們的支持是我的原動力，我會繼續努力！

目 錄

第一章 緒 論.....	1
1.1 研究背景、動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究問題.....	3
1.4 名詞釋義.....	4
1.5 研究範圍與限制.....	5
第二章 文獻探討.....	6
2.1 遊戲情境 (Game Situation).....	7
2.1.1 遊戲的定義 (The Definition of Game).....	7
2.1.2 遊戲的特徵 (The Characteristic of Game).....	8
2.1.3 電玩遊戲 (Computer Game).....	10
2.1.4 電玩遊戲的分類 (Classification of Computer Game).....	11
2.2 心流經驗 (Flow).....	14
2.2.1 心流的定義 (Definition of Flow).....	14
2.2.2 心流的要素 (Flow Factor).....	14
2.2.2 心流與電腦遊戲 (Flow and Computer Game).....	15
2.2.3 心流的頻道模式 (Channel of Flow).....	16
2.2.4 心流的測量 (Measurement of Flow).....	18
2.2.5 使用生理回饋測量心流.....	19
2.3 本研究之注意事項.....	24
第三章 研究方法.....	25
3.1 研究架構.....	25
3.2 研究假設.....	26
3.3 研究對象.....	26
3.4 研究工具.....	27
3.4.1 遊戲情境—機械反斗城.....	27
3.4.2 心流歷程問卷.....	29
3.4.3 心流狀態問卷.....	30
3.5 生理回饋量測方法.....	31
3.5.1 專注構面—眨眼生理回饋量測方法.....	31
3.5.2 樂趣構面—臉部表情生理回饋量測方法.....	38
3.5.3 控制構面—滑鼠點擊生理回饋量測方法.....	38
3.6 實驗流程.....	40
第四章 資料分析.....	42
4.1 問卷信度分析.....	42
4.1.1 心流狀態量表信度分析.....	42

4.2 遊戲基本統計分析.....	44
4.3 各項因素構面基本統計分析.....	46
4.3.1 生理回饋各項構面基本統計分析.....	46
4.3.2 關卡難易對生理回饋影響（驗證假說一）.....	47
4.3.3 關卡難易對心流歷程問卷的影響（驗證假說二）.....	48
4.3.4 關卡難易對心流狀態問卷的影響（驗證假說二）.....	48
4.3.5 性別對生理回饋與問卷的影響（驗證假說三）.....	50
4.4 生理回饋與問卷的關係.....	51
4.4.1 容易關卡下生理回饋與問卷的關係.....	52
4.4.2 困難關卡下生理回饋與問卷的關係.....	53
4.4.3 生理回饋與心流狀態量表各構面的關係（驗證假說四）.....	55
4.4.4 生理回饋與心流歷程量表的關係（驗證假說五）.....	56
4.5 生理回饋的預測能力（驗證假說六）.....	57
第五章 結論與建議.....	61
5.1 結論.....	61
5.2 建議.....	62
參考文獻.....	63
附錄.....	69



表目錄

表 2 心流「專注」構面生理回饋.....	21
表 3 心流「樂趣」構面生理回饋.....	22
表 4 心流「控制」構面生理回饋.....	23
表 5 心流狀態量表因素命名.....	31
表 6 容易關卡下心流狀態量表信度分析結果.....	43
表 7 困難關卡下心流狀態量表信度分析結果.....	44
表 8 不同關卡難易程度在生理回饋和挑戰與技能上差異摘要表.....	46
表 9 不同關卡難易程度在心流狀態量表差異摘要表.....	49
表 10 容易關卡下，性別對於生理回饋與問卷量表之差異摘要表.....	50
表 11 困難關卡下，性別對於生理回饋與問卷量表之差異摘要表.....	51
表 12 容易關卡生理回饋（眨眼）與問卷（專注）相關分析摘要表.....	52
表 13 容易關卡生理回饋（臉部表情）與問卷（樂趣）相關分析摘要表.....	52
表 14 容易關卡生理回饋（滑鼠控制）與問卷（控制）相關分析摘要表.....	53
表 15 困難關卡生理回饋（眨眼）與問卷（專注）相關分析摘要表.....	54
表 16 困難關卡生理回饋（臉部表情）與問卷（樂趣）相關分析摘要表.....	54
表 17 困難關卡生理回饋（滑鼠控制）與問卷（控制）相關分析摘要表.....	55
表 18 容易關卡生理回饋與心流歷程量表（挑戰與技能）相關分析摘要表.....	56
表 19 困難關卡生理回饋與心流歷程量表（挑戰與技能）相關分析摘要表.....	56
表 20 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表相關分析摘要表.....	57
表 21 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表線性回歸分析摘要表.....	58
表 22 困難關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表相關分析摘要表.....	59
表 23 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表線性回歸分析摘要表.....	59

圖目錄

圖 1 文獻探討架構圖.....	6
圖 2 心流三頻道模式.....	17
圖 3 心流四頻道模式.....	17
圖 4 研究架構圖.....	25
圖 5 容易等級-嚇小偷關卡.....	27
圖 6 困難等級-拯救搞塔小狗.....	28
圖 7 心流歷程問卷.....	29
圖 8 心流狀態問卷.....	30
圖 9 眨眼時間紀錄檔.....	32
圖 10 眨眼生理回饋時間分布圖.....	32
圖 11 眨眼-時間週期 傅立葉轉換圖.....	33
圖 12 眨眼資料 Excel 表單.....	34
圖 13 篩選後的 Excel 眨眼資料.....	35
圖 14 眨眼時間間距.....	36
圖 15 機械反斗城工具堆疊圖.....	39
圖 16 機械反斗城工具點擊變換方向圖.....	39
圖 17 實驗流程圖.....	41
圖 18 困難關卡過關人數長條圖.....	45
圖 19 容易關卡過關人數長條圖.....	45

第一章 緒論

1.1 研究背景、動機

遊戲是人類文明的極緻表現，除了基本的謀生技能學習之外，遊戲也是人類生活的必需。隨著文明的發展，遊戲也逐漸發展出不同的面貌，脫離了追、跑、跳等類動物嬉玩的行為，進入了更高等邏輯思考。亦如棋藝般，人們替遊戲制定了許多規則，以增加挑戰性、可玩性及趣味性。隨著電腦科技的進步，遊戲的發展進入了另一種層次：藉由電腦帶來強大的運算，除了原有邏輯性思考層面外，亦在虛擬化的世界中建構起多樣的聲光效果，這種互動造就了感官新體驗，也使得電腦遊戲迅速的在遊戲的領域裡面佔有極重要的部份。

從事教學工作，與家長的懇談中常常聽見的一句話：「這孩子只要打起電玩來，比什麼都認真。」所透出的訊息是：電腦遊戲一真的引人入勝！的確！電腦遊戲的影響力恐怕不亞於老師、家長。觀察孩子與電腦遊戲的互動中，那種專心一致的神情，徹底融入的精神狀態，學校鮮少有這類的活動可以高度且長時間的吸引孩子的注意力。

高度專注、渾然忘我，世人常用「失神」二字稱之。Csikszentmihalyi (1975) 提出心流理論 (Flow Theory)，認為當人們進行某些活動時，集中注意力、完全的投入情境當中，並且過濾掉所有不相關的知覺，並且於活動中獲得操控的滿足感，即進入一種心理狀態，這種特定的心理狀態稱之為心流經驗 (Flow Experience)。誠如學生在電玩遊戲中高度專注的表現與快樂滿足的表情正是心流經驗 (Flow Experience) 的體現。故學生在遊戲情境中產生心流狀態與否，怎樣的遊戲情境下發生心流是本研究欲探討的議題之一。

Moneta & Csikszentmihalyi (1996) 進一步闡述心流狀態，認為心流 (Flow)

產生和挑戰 (Challenge) 與技能 (Skill) 這兩項因素有密切的關係。當自身所處環境的挑戰和自身所具備的技能相互平衡協調的時候，便是心流發生的狀態。綜觀玩家在電腦遊戲中的歷程表現，其採取的策略也因人而異，不同的遊戲策略使得玩家在遊戲情境中有不同的遊戲感受回饋，然而是否產生心流經驗，在遊戲的歷程當中受許多因素影響。故如何量測玩家在遊戲歷程中的心流經驗、觀測心流是本研究亟欲著墨之處。

心流是人們經歷某事件時當下一種心理狀態，量測上有一定的困難度與不準度。對於心流經驗的研究，大多以問卷量表的形式測定。黃瓊慧 (2000) 指出問卷量表主要評估受測者當時身處環境的感受，簡單且方便。但是，若受測者無法確實評估自身當下的狀態，則容易使問卷量測結果產生偏差。張裕隆 (2003)、Kaiser, Wehrle, & Edwards (1994)、Macaulay (2004)、Reekum, Johnstone, Banse, Etter, Wehrle & Scherer (2004) 均指出人們的心理感受狀態會直接反映在生理回饋，不需經由受測者的自我評估就能自動表現於行為上。

而生理回饋 (biofeedback) 的自動外顯效果恰好彌補問卷量測的缺點，也有即時反應的優點。如前所述，量測心流為本研究愈深入探究之處。故綜合上述動機，本研究嘗試以生理回饋機制測定輔以問卷，可在不打斷受試者心流狀態下直接收集受試者的心理狀態，量測遊戲玩家在遊戲歷程中的心流狀態，藉此討論玩家生理回饋與心流經驗間的關係。

1.2 研究目的

本研究主要探討玩家在單機版探索解題式的遊戲情境中，其心流狀態、生理回饋、心流問卷量表結果間的關係。實驗過程中，受測試學生必須經歷遊戲、心流歷程量表及心流狀態量表三階段歷程。實驗環境中，每部電腦螢幕上方皆架設

Webcam 錄影器材，記錄受試者臉部表情及眨眼次數頻率。電玩遊戲預埋資料收集引擎，受試者遊戲的歷程、滑鼠點擊都將於遊戲過程中一一被收集，完成遊戲後即刻填答問卷。綜合受試者問卷資料與遊戲中所收的各項資訊，配合錄影做交叉比對，以了解其心流狀態與生理回饋間的關係。就以上所說，本研究的研究目的如下：

- 一、 探討玩家，其心流經驗中，心流條件、心流歷程、心流狀態與生理回饋（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）間的關連性。
- 二、 探究玩家，其心流經驗中，不同難易遊戲關卡對心流歷程、心流狀態與生理回饋（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）的影響。
- 三、 不同性別遊戲玩家，其生理回饋（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）、心流歷程、心流狀態的差異。
- 四、 各種生理回饋（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）對於心流經驗的預測力。

1.3 研究問題

根據本研究目的，可歸納研究問題如下：

- 一、不同難易關卡是否對於生理回饋、心流歷程與心流狀態（問卷量測）有不同的影響？
- 二、性別是否是生理回饋、心流歷程與心流狀態的影響因子？
- 三、玩家在遊戲情境中，其心流狀態（問卷量表）與其所顯現生理回饋是否具有關聯性？
- 四、何種生理回饋對於心流歷程與狀態（問卷結果）最具有預測力？

1.4 名詞釋義

茲將本研究各項重要的變項名詞其概念性定義與操作性定義敘述如下：

一、心流經驗 (Flow experience)

Csikszentmihalyi (1975) 提出心流理論 (Flow)，指出當個體專心一致投入某個活動當中，會伴隨產生時間及空間感的扭曲，自我意識降低，對於專注目標有熱誠及清楚地回應，對於環境有控制感，活動無關的知覺與資訊會徹底消失不被覺察，此種特殊的心理狀態稱為心流經驗。

二、心流產生要素 (Flow condition)

Csikszentmihalyi (1988) 「心流經驗僅發生在當挑戰與技巧能互相平衡而且在某個層次上。」

Ghani, Supnick and Rooney (1991) 心流的兩個重要特徵：1. 完全地專注於活動且愉悅來自活動本身且對於環境有控制感。2. 心流經驗發生的先決條件是環境挑戰與個人技巧的平衡。

本研究定義「心流產生要素」為遊戲歷程中學生所認知遊戲的挑戰難度與自己的技能程度，以Pearce etc. (2004) 所使用的「活動期間的挑戰—技能探測」來測量學生在遊戲歷程中的心流經驗。

三、心流空間 (Flow space)

以Csikszentmihalyi (1988) 理論為基礎，在平面座標中建構以技能S (skill) 為X軸，挑戰C (challenge) 為Y軸的心流空間。通過原點斜率為45度角的直線，為技能與挑戰平衡的點，為心流產生的狀態。

四、心流狀態 (Flow State)

心流空間中，技能與挑戰等截距的點，即落在過原點斜率45度直線上，這些

點為心流點。Privette (1983) 將心流細分為微心流 (Microflow) 如嚼香糖；深心流 (Macroflow) 如激烈的運動比賽等，故截距短的心流點為微心流狀態；截距長的心流點為深心流狀態。

五、生理回饋 (Biofeedback)

張裕隆 (2003) 指出，人類生理及行為指標常被用來衡量人們從事活動時所產生的緊張、興奮等心理狀態。本研究嘗試以受測者滑鼠按鍵點擊頻率 (mouse button press rate)、臉部表情 (Facial Expression) 以及眨眼頻率 (eye blinking) 為其生理回饋，用以標定受測者當下心流狀態。

1.5 研究範圍與限制

本研究的遊戲情境界定於人機互動；並選用單機探索式電腦遊戲「機械反斗城」之問題解決環境 (Problem Solving Environment) 做為遊戲情境。因此本研究結果的解釋，只限於單機探索式電腦遊戲，不宜擴大推論到其他款遊戲或者是線上遊戲。

本研究的實驗對象為台北縣汐止市一所社區型國民小學，國小六年級 33 位學童，由於施測樣本數的不足，其結果未必可推論至其他縣市不同類型之學校。

第二章 文獻探討

本研究嘗試以生理回饋探討玩家在遊戲情境中的心流經驗，故本章節將就以下四個部份，進行文獻的探究。第一部份探討「遊戲情境」，此部份為本研究之活動場域。第二部份探討「心流經驗」與遊戲的關係。第三部份將探究現階段「心流經驗」的各種測量方法及其利弊。第四部份將討論「心流經驗」與生理回饋間的關係，此部份測量方法是本研究創新的部份。下圖示，圖 1 為本研究文獻探討的架構圖。

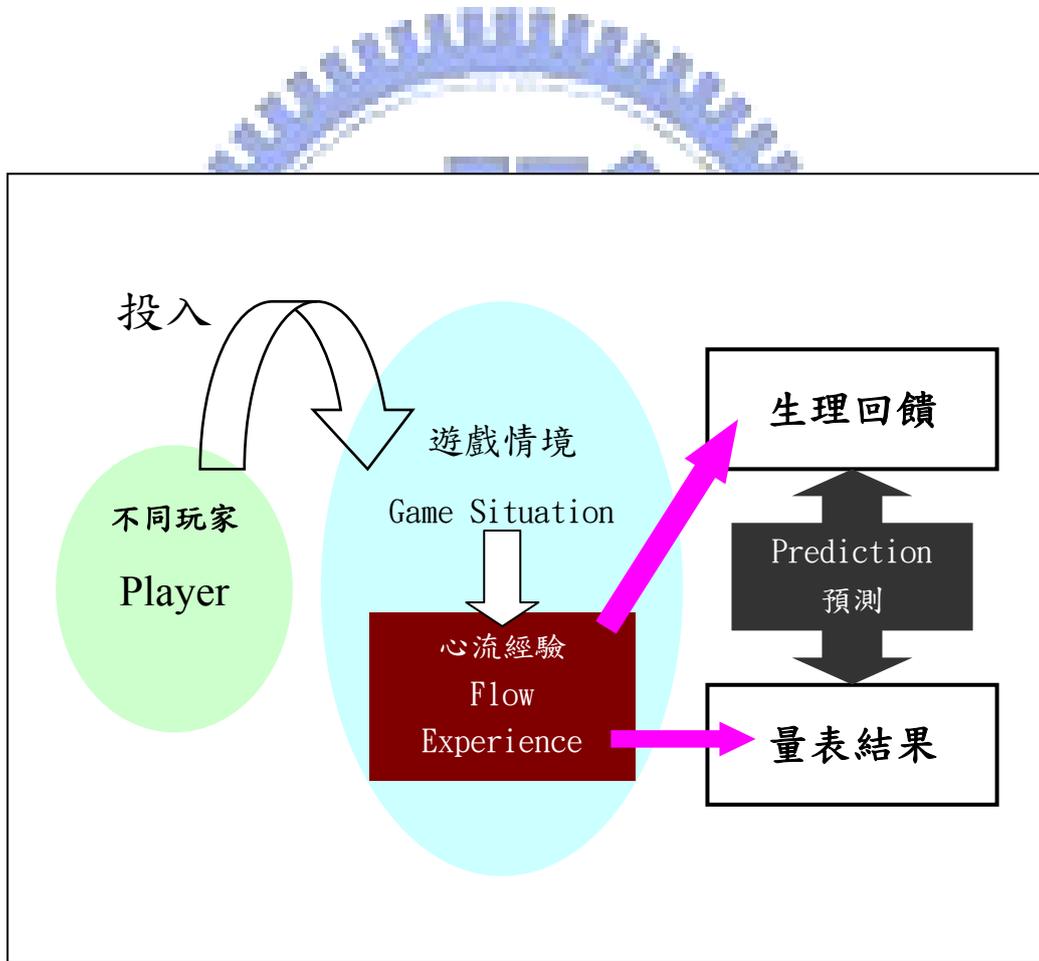


圖 1 文獻探討架構圖

2.1 遊戲情境 (Game Situation)

Huizinga (1938) 指出遊戲提供了一個可模擬真實世界的虛擬系統，本質上，包含了非真實性與角色扮演兩種特質。在特有的空間及時間裡，玩家在遊戲特有的規則中，互動交流產生趣味性，因而使玩家提高自願性進而繼續投入其中，得到滿足，掉入遊戲魔力圈 (Magic Circle) 中而無法自拔。這種魔力源自於遊戲本身與玩家互動所產生的回饋，遊戲並無提供額外的利益給玩家，乃是玩家投身遊戲中產生的愉悅感受以為報酬，而遊戲與玩家的互動也驅使認知行為的產生。本小節將就遊戲的各種面向，探討羅列如下。

2.1.1 遊戲的定義 (The Definition of Game)

何謂遊戲，各家說法不一。其中著名荷蘭學者 Huizinga (1938) 在其書 *Homo Ludens* 中提到：「遊戲一個正式的特質是：他是一個輕鬆自由的活動，非正式的。但是進行遊戲的時候，卻可以完全的吸引玩家。遊戲活動中沒有物質及利益的獲得。遊戲藉由道具模擬現實世界而進一步增進玩家的社會群性。」

Huizinga 更進一步指出，遊戲是人類心智與肢體的活動過程，在人類文明發展過程中，遊戲始終是重要的基本活動之一。

Caillois (1961) 對遊戲下了廣泛的定義：遊戲乃是一種自願性且富樂趣的活動，有別於真實世界，遊戲沒有特定的目的，並且也沒有產出外在價值，遊戲有特定運作規則。

Rieber (1996) 則認為玩家從遊戲中，學習了有用的東西，如此便滿足了玩家的心理或社會需求。

Salen & Zimmerman (2004) 遊戲是一種訂有特定規則，經過競爭與衝突過程，具有可量化的目標或成果之互動系統。

綜合上述，可以發現從事遊戲活動是自發行為，遊戲規則促使玩家在遊戲中做出行為改變而獲得成就感，而促成玩家繼續投身遊戲中。

2.1.2 遊戲的特徵 (The Characteristic of Game)

遊戲因具有自願性以及富含趣味，驅使人們參與，這是內在動機所驅動，進而促進了玩家的認知行為發展。

Ruben, Fein, & Vandenberg (1983) 指出遊戲包含下列特徵：

1. 遊戲不是探索行為。
2. 玩家重視遊戲的過程，而不是為了遊戲目的。
3. 遊戲是內在的動機所引發，非外在的需求。
4. 遊戲具有假裝與非真實的成分。
5. 遊戲沒有外加的規則，遊戲本身有其運作規範。

Rieber (1996) 則對遊戲特徵做了如下註解：

1. 進步 (Progress)：玩家想從遊戲中進步進而獲得成就感，就是遊戲的動力來源。例如小孩子打陀螺，希望自己陀螺轉的又快又久一般。
2. 權利 (Power)：遊戲處於競爭狀態，玩家為了贏，需追求更大的權利，

如騎馬打仗，多數孩子希望當指揮者。

- 3.幻想 (Fantasy)：遊戲有模擬的成分，也有異於真實的成分，使得玩家在虛擬與真實世界中切換，思緒呈現幻想狀態。著名遊戲大富翁，便是幻想遊戲的代表，玩家藉由虛擬寶物（幻想）進行真實世界行為（交易）。
- 4.自我 (Self)：玩家在遊戲中的歷程可視為追求自我實現的過程，並在過程中，建立自我價值。大富翁遊戲希望訓練玩家成為投資專家，玩家在遊戲過程中，滿足當富翁的欲望。

Salen and Zimmerman (2004) 則提出遊戲應具備如下特質：

- 1.自由參與 (Free)：如果遊戲強迫玩家，將喪失遊戲的吸引力以及趣味性。
- 2.分離 (Separate)：遊戲有其特定時間及空間場域，與真實世界不同。
- 3.不確定性 (Uncertain)：玩家在遊戲中的歷程是不確定的。
- 4.無收益的 (Unproductive)：遊戲歷程中，不產出物品或財富。
- 5.規則 (Governed by rules)：遊戲有自成的規則，規範玩家行為，藉此維持遊戲的秩序。
- 6.假裝 (Make-believe)：遊戲中的虛擬成分，有別於真實世界，玩家必須信任這種虛擬，假裝才可進行遊戲。

綜觀以上學者對遊戲的定義以及特徵描述，和前一節結論可得知遊戲乃是一種玩家自願參與，有明確的空間及時間場域，且具有一定的規則，並藉由虛擬的情境與外界產生互動，玩家在遊戲中藉由控制環境產生快樂以及成就感的活動。針對各學者指出的遊戲特徵，整理如表 1：

表 1 遊戲特徵之文獻整理

學者	Ruben et al.	Rieber	Salen and Zimmerman
過程 (Process)	✓		
進步 (Progress)		✓	
自由參與 (Free)			✓
目標規則 (Goal/Rule)	✓		✓
幻想 (Fantasy)		✓	
權力 (Power)		✓	
無產出收益 (Unproductive)			✓
虛擬或模擬 (Separate/Simulation)	✓		✓
無特定性 (Uncertain)			✓
自我 (Self)		✓	
動機 (Motivation)	✓		

2.1.3 電玩遊戲 (Computer Game)

繼十八世紀工業革命後，二十世紀最偉大的發明莫過於電腦科技。電腦於近三十年間蓬勃發展，挾其強大的運算能力，在各領域幫助科學進步。電腦遊戲或者是「電玩」搭上這班列車，以電腦快速運算能力為基礎，在其上架構出炫爛的

聲光效果。

Salen and Zimmerman (2004) 指出當遊戲在電腦平台上運作時，稱之為電腦遊戲或電玩。電腦遊戲具有立即而精確的互動、大量資訊操弄與儲存的能力、自動而複雜的運算系統與網路能力等四項特質，使得電腦遊戲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。

如以上所述，吸引玩家的注意力，快速的進入遊戲歷程為本研究重點。玩家快速的進入遊戲歷程中的某個狀態，將可大幅降低外界干擾資訊進入本實驗，影響資料的正確性。故本研究選定電玩遊戲為研究的實驗工具，具有如下優點：

1. 電腦遊戲易於錄影及分析。
2. 電腦遊戲易修改至符合實驗所需的情境
3. 在情境上，玩家容易快速進入電玩遊戲所設定的虛擬空間，產生較高層次思考。
4. 電玩遊戲的聲光效果易使玩家沉浸其中，而不致感到實驗枯燥厭煩。



2.1.4 電玩遊戲的分類 (Classification of Computer Game)

遊戲依功能取向的不同，有著不同的分類結果。Alessi and Trollip (1985) 依教學目的將電腦遊戲分類，依次為：棋奕類、動作冒險類、紙牌或賭博類、戰爭類、角色扮演類以及手腦並用類遊戲。

楊鎮豪 (1998) 將遊戲依次區分為：動作類、冒險類、模擬類、運動類、策略類、戰爭類、角色扮演、益智類及其他，共九大類。

工研院電通所在其「電視、電腦遊戲產品專題研究」(1995)中提到，電玩遊戲分為動作類、冒險類、模擬類、運動類、角色扮演、戰爭類以及策略類七種類別。

華人世界知名電玩社群網站「巴哈姆特」將遊戲區分為十類，共計有：動作類、射擊類、運動類、競速類、冒險類、策略模擬、益智類、線上遊戲、角色扮演以及其他。

線上百科全書「Wikipedia」將電腦遊戲分類為：動作遊戲、格鬥遊戲、冒險遊戲、角色扮演、模擬遊戲、戰略遊戲、射擊遊戲、賽車遊戲、益智遊戲、音樂遊戲以及桌面遊戲共十一大類。

綜合上述，本研將遊戲分類整理如下說明：

- 1.動作類 (Action Game)：這類遊戲一般有關卡的设计，有時伴隨射擊動作，不過此類遊戲通常強調動作控制多於射擊，如瑪利兄弟 (Super Mario) 系列遊戲。
- 2.冒險類 (Adventure Game)：此類遊戲重點在於下指令，解謎過關。如「猴島小英雄」便是其一代表作。
- 3.角色扮演 (Role Playing Game, RPG)：遊戲進行時，玩家必須擇一角色，該角色於遊戲中有不同屬性設定。隨著遊戲的進行，該角色隨著玩家在遊戲中的操控，屬性也隨之不同。如仙劍奇俠傳。近年來流行的大型多人線上角色扮演遊戲 (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games, MMORPG) 更是此類型遊戲的極緻，如魔獸世界 (World of Warcraft, WoW)。
- 4.射擊類 (Shooting Game)：玩家需閃躲敵人攻擊，免於被摧毀，另一方面

也需要發射武器摧毀敵人。如戰慄時空。

5.運動類 (Sport Game): 玩家即是運動員, 藉由指令或遊戲控制介面操作達成目標, 有如親臨比賽一般。

6.策略類 (Strategy Game): 玩家必須妥善運用分配有限資源, 達到最大效益以求勝利。

7.模擬類 (Simulation Game): 模擬真實世界當中的環境與事件, 提供玩者一個近似於現實生活當中可能發生的情境的遊戲, 如飛行模擬 (Flight Simulator)。

8.益智類 (Puzzle Game): 玩家須從遊戲線索中, 找出解答, 如天才寶寶大進擊。

9.其他: 未列於上述的遊戲。

本研究以「機械反斗城」為研究環境, 參考上述, 該款遊戲具有益智類 (須從線索找出答案)、冒險類 (需解謎過關) 以及策略類 (工具有限, 需資源分配) 等特質, 並且此款遊戲唯一單機遊戲, 無大型線上遊戲須架設遊戲伺服器之繁雜設定, 適合本研究的需求。

2.2 心流經驗 (Flow)

Csikszentmihalyi 於 1975 年提出的心流理論 (flow)，嘗試解釋當個體全神貫注投入某一活動時，身體感官以及心理認知所產生的現象。

2.2.1 心流的定義 (Definition of Flow)

Csikszentmihalyi 指出當個體全心全意、全神貫注、集中注意力於某一活動時，會完全沉陷於活動裡面，此時，與活動無關的資訊或者知覺將會徹底的從個體的認知中消失，常見伴隨心流經驗發生的同時，個體有空間扭曲以及時間飛逝之感。

2.2.2 心流的要素 (Flow Factor)

Csikszentmihalyi (1990) 提出產生心流必須具備九項要素，茲詳細說明如下：

1. 挑戰與技巧的平衡 (challenge-skill balance)：個體經歷心流經驗，必須所從事的活動，其挑戰與個體的技能平衡，當活動的挑戰遠大於個體的技能時，個體因為困難的活動難以應付，將產生焦慮不安 (anxiety)；反之，當活動的挑戰遠小於個體的技能，個體將覺得活動索然無趣 (boredom)。
2. 意識與行為合一 (merging of awareness and action)：當個體全神貫注投入活動時，因專注於活動中，與活動無關的資訊將不被覺察，此時個體意識與行為緊密結合，能不假思索、明確果斷、流暢的執行活動。

- 3.明確的目標 (definite goal)：當心流發生時，個體心無旁騖專注於活動中，明確的知道下一步活動的步驟，也知道該步驟為何而做。
- 4.立即的回饋 (immediate feedback)：心流發生時，個體的意識與活動緊密結合，故活動中任何的變化將清晰傳達給個體，產生立即回饋，個體也因為活動的回饋修正而使得自己再次與活動緊密結合，持續的沉浸於其中。
- 5.全神貫注 (concentration)：心流產生時，個體必須集中注意力於活動上，此時有著意識窄化的感覺，與活動無關的資訊將被濾除。
- 6.控制感 (control)：發生心流時，個體清楚掌握活動的回饋，進而採取應變措施而對活動產生控制的感覺，此時個體所採取的行動是精準明確而流暢的。
- 7.自我意識消失 (loss of self-consciousness)：因專注活動，故意識無法覺察與活動無關的資訊，使得自我意識覺察功能降低，如同消失一般。
- 8.時間及空間感扭曲 (space and time distortion)：因為覺察功能的降低，與活動本身無關的資訊將無法進入個體的認知活動中，可能產生時光飛逝以及身處何處之感。
- 9.活動即目標之經驗 (autotelic experience)：心流強調在於個體在活動歷程中所獲得的快樂，而非活動後的報酬。也就是說活動中就達成目標了。

2.2.2 心流與電腦遊戲 (Flow and Computer Game)

Trevino, Webster, & Ryan (1993) 指出透過遊戲活動更容易使個體進入心流的狀態，因為電腦遊戲的人機互動，玩家在遊戲的過程中因操控

及玩樂而產生了正向情感，這樣的回饋使得玩家集中注意力專注於電腦遊戲中而產生心流狀態。因此認為電腦遊戲更能引發使用者進入心流狀態中。歸納上述（Webster et al., 1993）認為電腦遊戲中心流經驗具有下列四個特徵：

- 1.玩家在遊戲中，因人機互動感受到控制感。
- 2.玩家意識到自己的互動在遊戲的人機互動上。
- 3.遊戲過程中，人機互動能激起玩家的好奇心。
- 4.玩家認為人機互動是有趣的。

2.2.3 心流的頻道模式（Channel of Flow）

心流理論中，衡量個體是否產生心流，最常用到的便是技能與挑戰是否平衡。Csikszentmihalyi（1975）指出當個體面對活動挑戰與自身技能兩者達到平衡時，便產生心流。

一、三頻道心流模式

Csikszentmihalyi 的心流理論中，技能與挑戰的平衡維繫著心流狀態。以技能與挑戰這兩個向度，Csikszentmihalyi 提出沈浸理論的三頻道模式。見圖 2 所示，將遊戲任務的挑戰程度定為 Y 軸，玩家技能層次定為 X 軸。當個體的技能層次高於任務的挑戰程度時，個體會覺得無聊(boredom)；而當挑戰程度高於技能層次時，個體則會感到焦慮(anxiety)；唯有挑戰與技能相互平衡時，個體才會進入沈浸狀態(flow)。

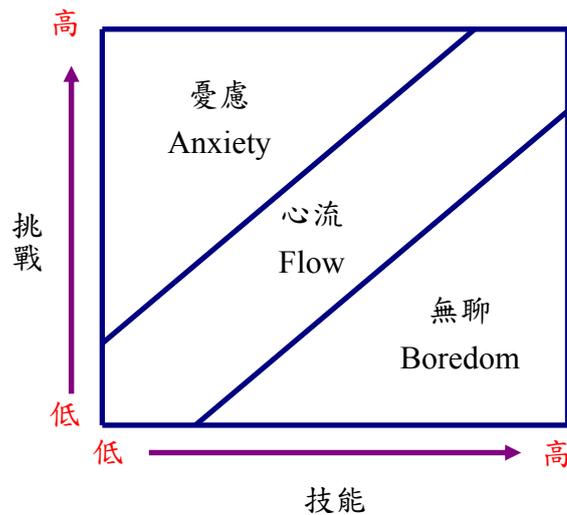


圖 2 心流三頻道模式 (資料來源：Csikszentmihalyi, 1990)

二、四頻道心流模式

Csikszentmihalyi 發表心流理論後使用經驗抽樣法進行心流的研究，當其回收問卷後發現，受試者在技能與挑戰達到平衡狀態下，並沒有覺得快樂，此點與理論相違背。Massimini and Carli (1988) 指出，技能與挑戰只有到達一定程度以上且互相平衡的時候，才會產生心流經驗。如果技能與挑戰雖然平衡，但程度卻低下，並不會產生心流經驗，個體只有冷漠的感覺 (apathy)。見下圖 3 所示：

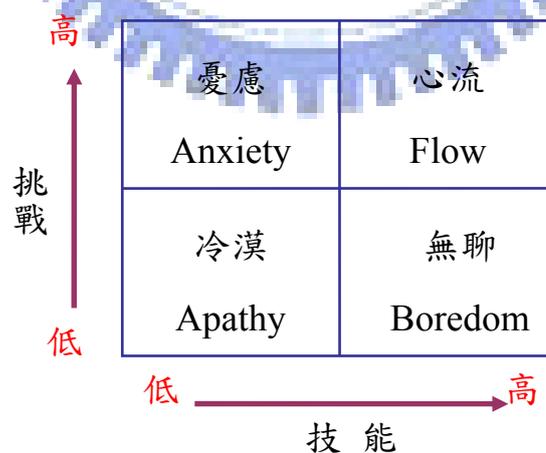


圖 3 心流四頻道模式 (資料來源：Massimini & Carli, 1988)

2.2.4 心流的測量 (Measurement of Flow)

Novak and Hoffman (1997) 將心流的測量，歸類為三種方法：自我陳述問卷法、參與活動調查法以及經驗抽樣法。茲詳述如下：

1. 自我陳述問卷法：提供受測者問卷，受測者回想自己曾有過的親身經驗並輔以文字說明其經歷感受，根據問卷評估受試者是否經歷心流經驗。
2. 參與活動調查法：此法是請受測者參與活動，之後再請受測者填答問卷。Webster, et al. (1993) 建議應於活動結束時立即施測，以求最貼近的效果。Novak & Hoffman (1997) 則認為於活動進行期間施測較具有信度。
3. 經驗抽樣法 (Experience Sampling Method, ESM)：此法乃為了測得受測者日常生活中的心流狀態。方法為在一定的時間裡，請受測者配戴呼叫器，隨機接受呼叫，當受測者被呼叫的同時，馬上填寫正在進行的活動與挑戰及技能量表。

綜合以上，自我陳述問卷法以及參與活動調查法皆屬於事後回想類型的調查法，受測者有可能扭曲或者完美回答問卷答案等問題。經驗抽樣法 (ESM) 則可避免受測者回想，減少誤差是其最大優點。然而，此法並非全然無誤：

第一、經驗抽樣法須受試者配戴呼叫器，此項硬體設施大大限制受試者活動範圍。

第二、經驗抽樣法常打斷受試者正常作息，頻繁的呼叫可能使受試者產生不耐煩、生氣、焦慮等情事。可能填答問卷時，產生誤差影響實驗的準確性。

第三、如果受測者無法正確評估當下感覺以及正確描述當下的情境與所從事

的活動，則結果一樣會產生偏差 (Clarke and Haworth, 1994)。

黃瓊慧 (2000) 建議除心流量表衡量外，還須注意受測者所引發的外顯行為，進一步找出其對應關係，以釐清心流狀態發生之頻率和強度問題。故本研究雖採用參與活動調查法，在每道遊戲任務關卡完成後，便立即施以問卷量表收集資料，另外本研究還嘗試利用生理回饋測量玩家在遊戲歷程中的心流狀態，詳述如下一小節。

2.2.5 使用生理回饋測量心流

人類許多情感會不自覺的顯露於外在生理回饋中，比如心情高興時，嘴角會不自覺上揚，面露笑容。遭遇困難時，眉毛會不自覺皺在一起，顯露緊張情緒。現今犯罪偵防中的測謊，便是利用人類心理的表現會外顯於生理回饋的一種應用。張裕隆 (2003) 指出，人體生理指標常被用來衡量人們從事活動時所產生的緊張、興奮、及疲勞等狀態。

此外，精神醫學中所研究的「生理回饋技術」(Biofeedback Technique)，正是運用這樣的生理監控工具來偵測與擴大外在的生理資訊，藉由生理及行為反應指標呈現內在心理狀態的方法。

回顧前述心流理論，心流產生的要素：個體必須全神貫注，專心於活動中，此時與活動無關的資訊將被屏除，產生心流同時，伴隨著對週遭資訊覺察能力的降低。另外，由於專注於活動的回饋，玩家於受測電腦遊戲環境中產生控制感進而獲得成就的喜悅。綜合上述，心流產生的當下，個體應有注意力集中，視覺窄化，以及某些動作不自覺的情形產生。又於電腦遊戲情境中獲得成就感，玩家應會顯露喜悅之情。

近期的心流相關研究中，對於心流的回饋，通常以「專注」、「樂趣」以及「技能與控制」三種構面較被多數學者採用 (Trevino and Webster, 1992)。近期，國內學者邱文志、林宜炫與楊汶娟 (2006) 亦使用多種生理回饋技術與儀器，多面向的測量心流。考慮實驗環境以及不打斷受試者的心流經驗，本研究決定採用 Trevino and Webster (1992) 提出的三種構面進行心流測量，而各構面對應於心流狀態的生理回饋量測茲分述如下：

一、「專注」生理回饋的心流測量

張春興 (1989) 指出「注意」乃是個體對於周遭的刺激，只選擇某一部分加以反應，並且從中獲得知覺的心理活動。注意力的集中稱之為專注

(concentration)，專注則是對現存的某一個刺激進行注意，其他刺激排除忽略。在心流理論中，心流產生的要素之一便是「專注」。Yamada (1998) 研究指出專注力外顯於生理回饋上，最常被測量的便是眨眼 (eyeblinking)。

心理學以及精神醫學於近十年來對於眨眼 (eyeblinking) 的研究大量增加 (Skotte et al., 2006)，導因於眨眼的研究屬於非侵入性研究 (Karson et al., 1990)，現象明顯易於量測。另一原因乃是因為眨眼生理回饋應用廣泛，常用於疲勞以及腦部相關疾病預測，如帕金森氏症。已知幾種外在因子會影響自發眨眼的頻率，如：溫度、相對溼度、照明、眼疾以及電視影像裝置(電腦螢幕)等(Wolkoff et al., 2003)。

然而心理因素同樣的影響眨眼頻率，舉凡：心理壓力、認知覺察等。專注力亦影響眨眼的頻率。許尹融 (2008) 研究指出當專注力低落的時候，眨眼的頻率會增加。一般來說，個體於一般不需專注力活動中，其眨眼的頻率約略是每分鐘 12-15 次 (Barbato et al., 2000)。交談或思考時，眨眼頻率會高於休息不做任

何事情狀態 (Skotte et al., 2006)；但是專注活動時的時候眨眼次數變少，約略每分鐘下降至 2 至 4 次。下表乃是筆者整理近期關於眨眼頻率應用的幾篇研究，如表 2 所示：

表 2 心流「專注」構面生理回饋

構面	指標	作者	研究論點	本研究預期行為
專 注	眨 眼	Yamada (1998)	使用眨眼頻率為衡量指標，測量受試者於電玩遊戲中注意力的集中程度，其研究結論，當專注於有趣的事物時，眨眼頻率將受抑制。	玩家心流於遊戲中時，眨眼頻率將大幅降低。
		Skotte et al. (2006)	以眼電圖 (electrooculography) 測量受試者在高互動性與被動的電腦環境底下，眨眼頻率的差異。結果顯示，高互動的電腦環境眨眼次數約略只有被動性電腦環境 10-20%，約每分鐘 2-4 次。	本研究將以此為基準衡量心流與否之標準。
		Barbato et al. (2000)	同樣利用眼電圖測量受試者一天中眨眼頻率變化，白天中眨眼頻率無顯著變化，約每分鐘 12-15 次左右。	本研究受試者在無專注活動時，其眨眼頻率應與之一致。

綜合前述，依照 Csikszentmihalyi (1990) 的心流理論，受試者於遊戲情境中產生心流的要素之一便是專心致力於活動中。是故，產生心流的同時應伴隨著注意力集中的情形。而眨眼生理回饋，依上述研究所示應有眨眼頻率下降的情形，也就是玩家於遊戲情境中，發生心流時，其眨眼頻率應大幅低於未發生心流的玩家。故本研究以眨眼頻率下降的情況衡量受試者在遊戲情境中的專心程度。

二、「樂趣」生理回饋的心流測量

Davis & Carini (2004) 指出電玩遊戲是富有樂趣的，人們如果不玩電玩遊戲是因為不懂電玩。根據 Kaiser (1994) 的研究指出，電腦玩家在與電腦互動的過程中會不自覺自動的將情緒顯露於表情當中。比如緊張時抿嘴，困惑的時候皺眉，快樂的時候嘴角上揚或是哈哈大笑等。心裡認知外顯於臉部表情，故本研究透過 Webcam 錄影，遊戲全程記錄受試者的臉部表情，事後回朔分析，將可推知玩家於受測時的情緒狀態。是故，完整紀錄受試者於遊戲歷程中各種情緒表情次數應可推估其遊戲歷程中感受樂趣的狀態。近期臉部表情與樂趣的相關研究，詳見表 3 所示：

表 3 心流「樂趣」構面生理回饋

構面	指標	作者	研究論點	本研究預期行為
樂趣	臉部表情	Kaiser (1994)	實驗方式乃採攝影方式，將受測者臉部表情錄製下來，當受測者於互動過程中覺得有趣時，臉部不自覺顯露微笑；當有負面情感時，臉上表情亦顯露皺眉、不悅的表情。	玩家在遊戲中產生心流時，臉上將有笑容，嘴角有上揚動作。

心流理論中闡明，產生心流的要素之一便是樂趣。故，綜合上述，本研究預期玩家於遊戲歷程中，發生心流時其臉部表情笑容產生的次數應明顯多於未發生心流的玩家。

三、「控制」生理回饋的心流測量

李峻德 (2005) 指出電玩遊戲具有虛擬實體性，所謂虛擬實體指的是遊戲玩家在遊戲中以替身 (token) 或虛擬人物的方式與遊戲世界產生互動。而遊戲是

否有樂趣可玩性，其中的一個指標便是參與者的控制感。Csikszentmihalyi (1990) 提出產生心流經驗的重要因素之一便是對所處的環境有高度的控制感受。

而所謂控制，乃是玩家在遊戲中依據遊戲情境互動而產生的應變行為，進而使玩家在遊戲中憑藉著自由意識，自在的操弄各項資源不受阻礙。本研究所設定的實驗環境為單機版的電腦遊戲，全程使用滑鼠點擊拖拉操控遊戲。由此觀之，玩家於遊戲中，必須面對的遊戲互動便是因應關卡中所設定的難題，正確的堆疊各種工具組合，產生正確的解題策略而破關。而工具的組合牽涉遊戲玩家滑鼠的點擊拖拉控制。故滑鼠的點擊流暢程度與遊戲的操控感覺息息相關。當玩家於遊戲情境中，產生心流經驗時，對於遊戲環境有高度的操控感，行事果決迅速，滑鼠的點擊控制也應該非常的流暢。Macaulay (2004) 研究中發現，當受試者身處於高度電腦互動環境中時，受試者的滑鼠操控感大增，其滑鼠點擊的速度將增快。綜合上述，本研究預測玩家於「機械反斗城」中產生心流經驗時，對於遊戲情境中工具的拖拉點擊擺放所耗費時間應大幅短於沒有產生心流經驗的玩家。

表 4 心流「控制」構面生理回饋

構面	指標	作者	研究論點	本研究預期行為
控制	滑鼠點擊	Macaulay (2004)	在不同的電腦互動狀態下，受試者的滑鼠點擊速度也不同。當高度注意力集中時，受試者會不自覺加快滑鼠點擊速度。	玩家於遊戲情境中產生心流時，對遊戲具有高度控制感。是故，其工具擺放定位時間應大大縮短。

綜合上述研究所示，遊戲情境中產生心流時，玩家對於環境有強烈操控感。

是故，本研究預測當玩家於遊戲情境中產生心流時，因伴隨強烈操控感而使滑鼠的拖拉點擊速度加快，其拖拉時間明顯短於未產生心流的玩家。

2.3 本研究之注意事項

綜合以上各面向文獻之探討，欲在遊戲情境中，以生理回饋預測玩家心流經驗，須從兩方面著手：

- 一、以電腦遊戲為實驗環境，欲測量其心流經驗，需考量受試者於環境中易於顯露的生理回饋進行量測，如果欲測量的生理回饋屬於需要對受試者進行接觸性或者侵入性的接觸，如：腦波量測、眼動儀頭盔等等，可能造成受試者不舒服的感覺，進而影響其心流狀態，故此點需特別注意小心。
- 二、生理回饋的量測需注意受試者的生理狀態，生理回饋與受試者的生理狀態密不可分，如果受試者於實驗當下生理狀況不佳，如：感冒生病或是想睡覺等皆會大大影響實驗的準確性，故實驗前須再三確認受試者生理狀態，而是後如發現受試者的生理回饋迥異於其他人，也應剔除該實驗樣本，以免造成實驗誤差。

第三章 研究方法

本研究的主要目的為了解在遊戲情境中，以生理回饋討論玩家的心流經驗。本章就本研究的研究架構、研究假設、研究對象、研究工具、生理回饋量測方法與實驗流程，共分六小節加以說明。

3.1 研究架構

本研究依據心流理論相關文獻資料，嘗試以生理回饋，討論玩家於遊戲歷程中的心流歷程量表分數、心流狀態量表分數間的關係。其研究架構圖，如圖 4 所示：

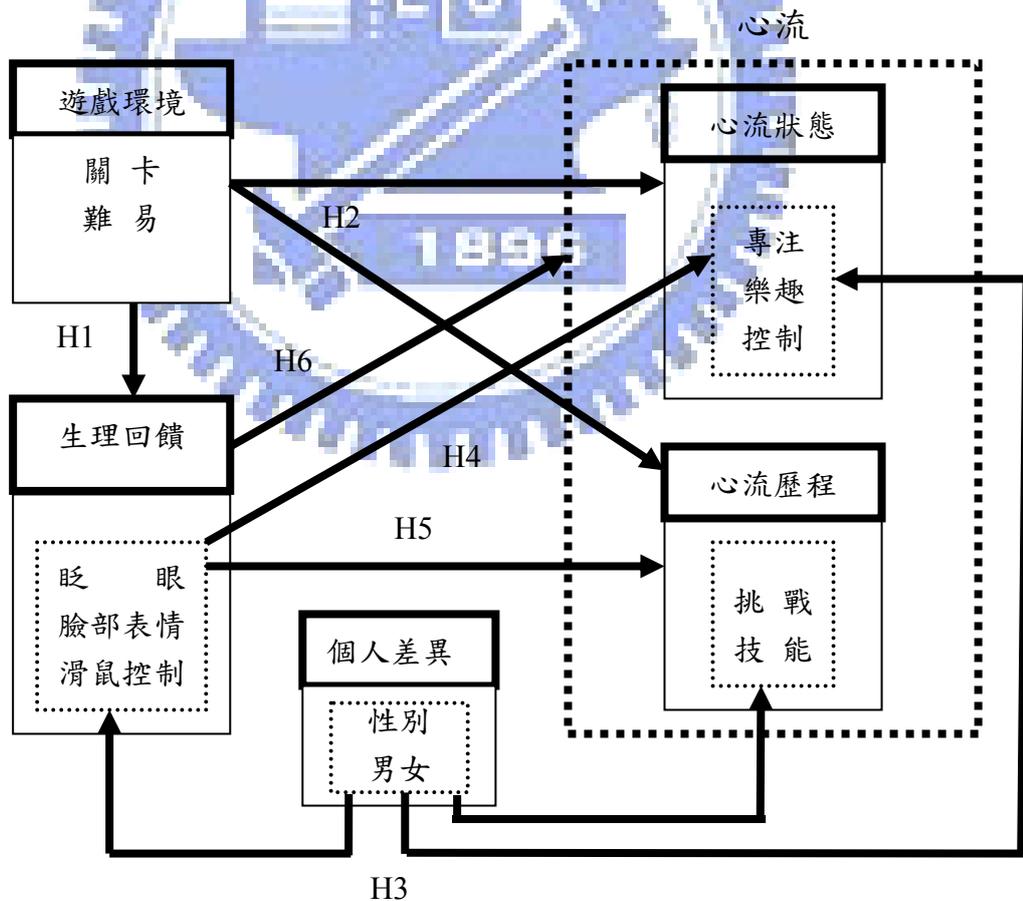


圖 4 研究架構圖

3.2 研究假設

本研究依據圖 3-1-1 所示之研究架構圖，提出研究假設如下：

假設一：玩家各項生理回饋（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）受外在環境（遊戲關卡的難易）影響而有不同表現。

假設二：心流歷程量表（挑戰與技能）與心流狀態量表（專注構面、樂趣構面、控制構面與整體量表結果）因實驗環境（難易關卡）不同而有所差異。

假設三：生理表徵（眨眼、臉部表情、滑鼠控制）與心流歷程量表（挑戰與技能）和心流狀態量表（專注構面、樂趣構面、控制構面與整體量表結果）不因為性別（男、女）而有所差異。

假設四：各構面生理回饋與心流狀態問卷各構面分項有顯著相關。

假設五：生理回饋顯著相對於心流歷程（挑戰與技能）。

假設六：不同構面生理回饋對心流的預測能力不同。

3.3 研究對象

本研究的實驗對象為筆者從事教職服務之台北縣汐止某國民小學六年級學童，其母群體共 10 個班 340 位學童，挑選出自願受試者共 33 位進行實驗。其中男生有 15 位，女生有 18 位，樣本皆無特殊學生，並且實驗前沒有玩過或看過本研究的遊戲情境，故適合當本研究之實驗對象。

3.4 研究工具

3.4.1 遊戲情境－機械反斗城

本研究的遊戲情境是以國立台灣科技大學孫春望教授在國科會 87 年度「兒童資訊月軟體設計展示：「機械反斗城」計畫(編號 NSC-87-2515-S-011-001-CH)為實驗平台。為求於遊戲過程中能收集有效之生理回饋，筆者著手改寫遊戲程式碼，受試者於遊戲中，所點擊工具之時間、次數以及停留時間等皆被收集。另於受試者螢幕正上方架設 Webcam，遊戲過程中全程攝影分別錄製受試者臉部表情及遊戲過程，以利日後分析研究。

此外，實驗流程的控制皆使用「按鍵精靈」這套軟體做各項軟體的啟動及流程自動化管控，受試者於實驗中可流暢的進行遊戲及問卷填答，以減少因流程不順暢所帶來的情緒波動，進而影響實驗觀測。

實驗遊戲共兩道關卡，等級分別為「容易」等級的嚇小偷關卡，見圖 5 所示：

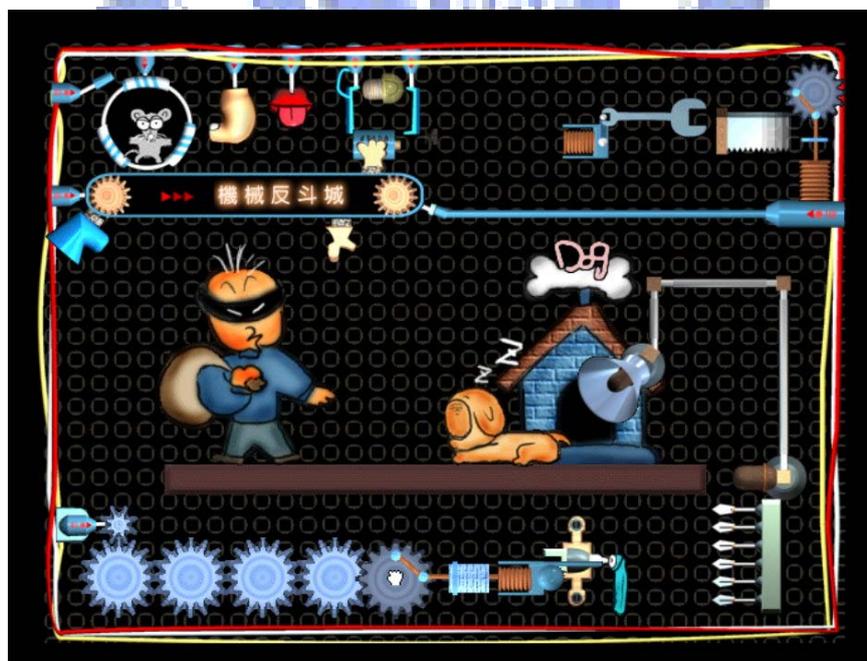


圖 5 容易等級－嚇小偷關卡

受試者只要運用大齒輪以及噴槍，將噴槍正確擺放進打氣孔內吹氣，將氣球撐破觸動警鈴，喚醒看門狗便可將小偷嚇跑完成任務。由於只牽涉大齒輪與噴槍工具的堆疊，破關策略認知上屬於直覺式策略，控制上屬於簡單易上手的模式，此外，遊戲結束後，對受試學童進行訪談，皆認為此關遊戲簡單直覺易懂。故此關卡遊戲本研究定義為容易等級。



圖 6 困難等級—拯救高塔小狗

此道關卡除了必須正確堆疊大小齒輪工具之外，並且還要正確選用扳手工具。另外遊戲埋藏一個陷阱點，扳手工具必須順時針轉動開關才可以放出水塔的水澆熄烈火，拯救高塔小狗。如果組合出的大小齒輪工具只能使扳手工具逆時針旋轉的話並不能放出水塔的水。所以玩家堆疊齒輪工具時，除了必須仔細對準開關的黃點外，還必須考慮順逆時針的轉動。另外事後訪談結果，學童皆認為此關遊戲很難，許多學童不曉得還有順利時針旋轉這道陷阱，而卡關無法順利通過。故這道關卡本研究定義為困難等級關卡。

3.4.2 心流歷程問卷

本研究所使用之心流歷程問卷乃參考曹文立(2006)(引自 Pearce etc., 2005)使用的「活動期間的挑戰—技能探測」量表來測量學童在遊戲情境中的心流歷程,「心流歷程量表」共 2 題,採用李克特氏五點尺度,各題分別由「非常低」到「非常高」,量表是「挑戰」及「技能」各 1 題。量表採用網頁的形式,於每關遊戲結束後由程式自動引導施測。其作答頁面如下圖 7 所示:

網頁表單產生器 - Html To Asp Maker - Microsoft Internet Explorer

地址: http://163.20.113.23/game/HTA_Maker.asp

心流1

資料新增

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

7 這些問題情境活動使我厭煩

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

8 當時在做這些問題情境活動時,我知道自己有分心

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

9 這些問題情境活動激發我的好奇心

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

10 我知道該怎麼做才能解決問題

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

11 我需要很努力才能夠集中精神做這些問題情境活動

非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合

心流歷程量表

小朋友,底下這兩題問題是為了了解剛剛你玩的這關遊戲的難度還有你的技巧程度,這純粹是個人感受!請用最真實的感覺作答,只有兩題,很簡單的!

12 你覺得嚇小偷關卡的挑戰程度如何?

非常低 稍低 適中 稍高 非常高

13 你的技能適合解決嚇小偷關卡嗎?

非常低 稍低 適中 稍高 非常高

確認儲存 列印本頁

圖 7 心流歷程問卷

3.4.3 心流狀態問卷

本研究之心流狀態問卷採用曹文力（2006）（引自 Pearce etc., 2005）在研究中所使用的「活動之後的問卷調查」來測量學童在遊戲情境後的心流狀態。「心流狀態量表」同樣採用網頁形式，如圖 8 所示，於遊戲結束後作答。量表共計 11 題，採用李克特氏五點尺度，各題分別由「非常不符合」到「非常符合」，整個量表區分出「專注」、「樂趣」及「控制」等三個構面，其中各構面所代表題號如表 5 所示。心流狀態量表的總分為三個構面的總分相加，得分愈高，表示其心流狀態程度愈高。

心流狀態量表

小朋友你好;

這份量表主要的目的是想了解你剛剛玩遊戲時的感受，因為每個人的感覺都不一樣，並沒有好壞之分，所以也就沒標準答案了！

請你依照自己的想法作答，這不是考試，不會影響你的成績，請放心作答

座號:

性別: 男 女

班級:

題目

- 問題情境活動進行中我感到得心應手(能掌控一切)
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 我全神貫注(很專心)在這些問題情境活動中
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 我覺得這些問題情境活動令人愉快(我樂在其中)
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 做這些問題情境活動的時候,我想到其他的事情
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 我覺得這些問題情境活動有趣
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 問題情境活動進行中我有挫折感
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 這些問題情境活動使我厭煩
 非常不符合 大部分不符合 一半符合一半不符合 大部分符合 非常符合
- 當時在做這些問題情境活動時,我知道自己已有分心

圖 8 心流狀態問卷

表 5 心流狀態量表因素命名（引自曹文力，2006）

共同因素	題目
一、樂趣	FS09 這些問題情境活動激發我的好奇心。
	FS03 我覺得這些問題情境活動令人愉快(我樂在其中)。
	FS05 我覺得這些問題情境活動有趣。
	FS07 這些問題情境活動使我厭煩。
二、專注	FS08 當時在做這些問題情境活動時，我知道自己有分心。
	FS04 做這些問題情境活動的時候，我想到其他的事情。
	FS11 我需要很努力才能夠集中精神做這些問題情境活動。
	FS02 我全神貫注(很專心)在這些問題情境活動中。
三、控制	FS06 問題情境活動進行中我有挫折感
	FS01 問題情境活動進行中我感到得心應手(能掌控一切)。
	FS10 我知道該怎麼做才能解決問題。

3.5 生理回饋量測方法

3.5.1 專注構面—眨眼生理回饋量測方法

Doughty (2001) 依據近期眨眼的相關研究，不約而同的針對自發性眨眼頻率 (spontaneous eyeblink rate, SEBR) 作為其眨眼生理回饋的衡量指標。然而，在不同的情境下，眨眼的頻率也大大不同。一般來說，人們處在需要專注的環境：如閱讀、凝視、互動式的電玩遊戲等，其眨眼的頻率遠低於不需要專注的環境，如閒聊等等。

依照實驗錄影，進行眨眼與時間的結果分析，受試者於電玩遊戲情境中，眨眼的頻率受兩種因素影響：專心程度與疲勞度。專心程度高眨眼頻率下降；疲勞程度高眨眼頻率上升。將眨眼的時刻與遊戲進行時間同步紀錄，可得一紀錄檔，如圖 9 所示：



圖 9 眨眼時間紀錄檔

如果以眨眼對時間做圖，可得一類似電子脈衝訊號圖，見圖 10 所示：

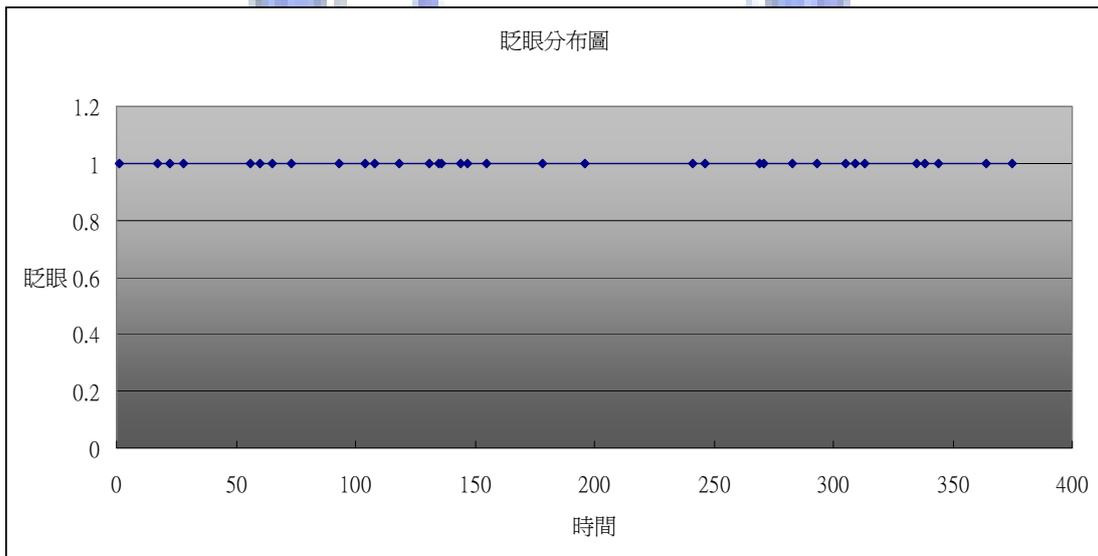


圖 10 眨眼生理回饋時間分布圖

上述的紀錄檔，本研究所關心的是如何將各個受試者專注程度區分出來。上述的資料圖形，工程上常使用傅立葉轉換（Fourier Transform）針對高低頻率做變換，將 Time Domain 資料轉換成 Frequency Domain 的資料。故將上述資料以工程軟體 Matlab 進行傅立葉轉換，得出一轉換後圖形，如下圖 11 所示：

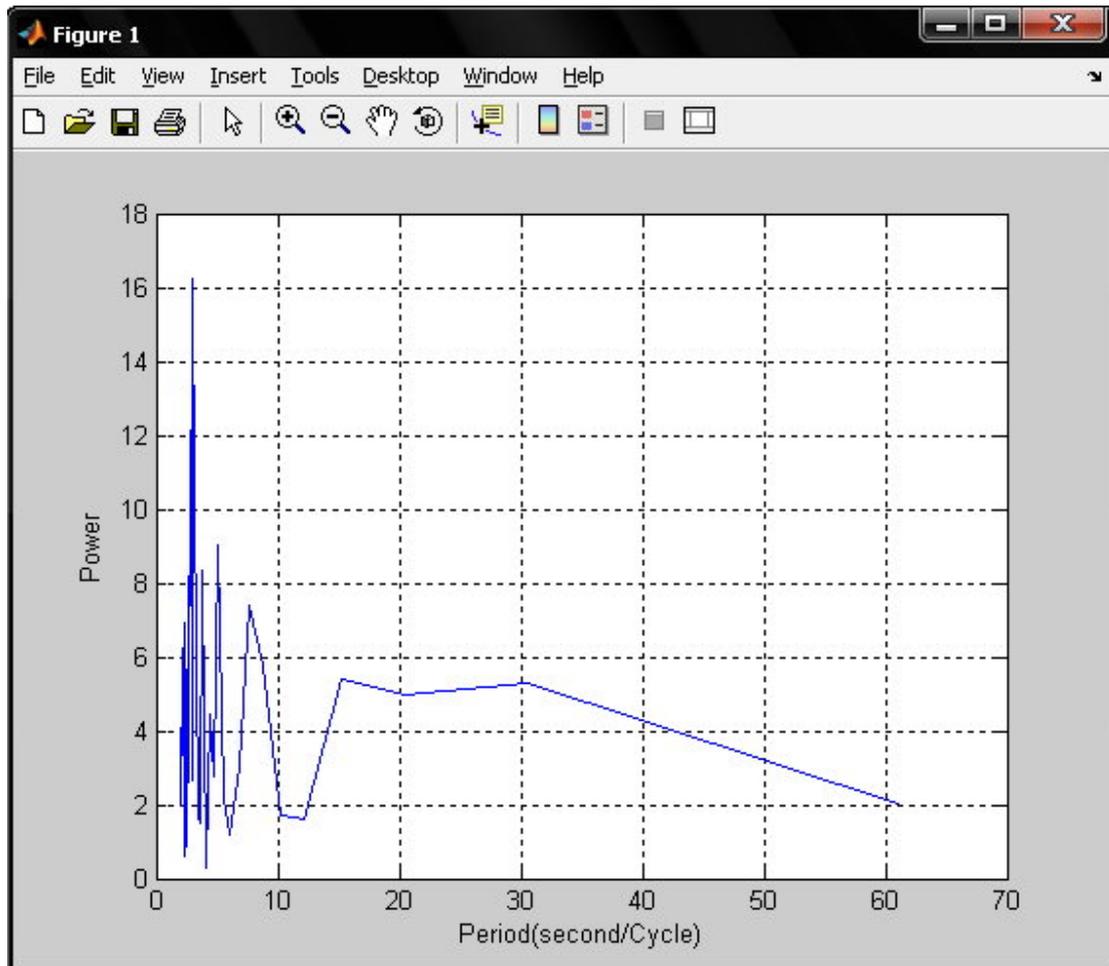


圖 11 眨眼-時間週期 傅立葉轉換圖

根據 Matlab 運算後結果得出眨眼周期為 3.05 秒，與圖 9 的資料對照，存在不少誤差，圖 9 資料絕大部分眨眼間隔時間大於 3.05 秒。仔細探究原因，發現當受試者因為長時間專注於螢幕，而產生疲勞乾澀，此時眨眼次數會快速增加以濕潤角膜。此時的眨眼並非不專心所致，而是一種自然的生理反射動作。而傅立葉轉換會將此處資料一併加以計算，進而造成誤差甚大情況，故須另外方法測量。

Skotte et al. (2006) 指出，在高度互動式的電玩情境中，玩家因為專注，促使眨眼的頻率下降至每分鐘 2 至 4 次。此時在專注的情況下，反推受試者平均每次眨眼的間隔時間應在 15 秒至 30 秒間，然而，玩家於遊戲情境中，並非時時專注，而是專注與非專注的生理回饋交替呈現的情況，見圖 10。依此情況，必須將資料檔數據中時間資料（如圖 12 所示）專注部分時間與非專注部分時間加以區分，運用 Excel 中篩選功能將眨眼數據篩選出來（如圖 13 所示）。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	時刻(秒)	眨眼(1表眨眼)									
2	1	1									
3	2	0									
4	3	0									
5	4	0									
6	5	0									
7	6	0									
8	7	0									
9	8	0									
10	9	0									
11	10	0									
12	11	0									
13	12	0									
14	13	0									
15	14	0									
16	15	0									
17	16	0									
18	17	1									
19	18	0									
20	19	0									
21	20	0									
22	21	0									
23	22	1									
24	23	0									
25	24	0									
26	25	0									

圖 12 眨眼資料 Excel 表單

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
17	17	1								
22	22	1								
28	28	1								
56	56	1								
60	60	1								
65	65	1								
73	73	1								
93	93	1								
104	104	1								
108	108	1								
118	118	1								
131	131	1								
135	135	1								
136	136	1								
144	144	1								
147	147	1								
155	155	1								
178	178	1								
196	196	1								
241	241	1								
246	246	1								
269	269	1								
271	271	1								
283	283	1								
293	293	1								
305	305	1								
309	309	1								
313	313	1								
335	335	1								
338	338	1								
344	344	1								
364	364	1								
375	375	1								

圖 13 篩選後的 Excel 眨眼資料

經由 Excel 對原始資料篩選後，得出眨眼時刻與眨眼訊號的資料後再經 Excel 運算，將每次眨眼的時間間距求出（見圖 14）。每次眨眼的時間便呈現資料檔上。

D2		fx =A3-A2						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	眨眼時刻	訊號		眨眼間距				
2	1	1		16				
3	17	1		5				
4	22	1		6				
5	28	1		28				
6	56	1		4				
7	60	1		5				
8	65	1		8				
9	73	1		20				
10	93	1		11				
11	104	1		4				
12	108	1		10				
13	118	1		13				
14	131	1		4				
15	135	1		1				
16	136	1		8				
17	144	1		3				
18	147	1		8				
19	155	1		23				
20	178	1		18				
21	196	1		45				
22	241	1		5				
23	246	1		23				
24	269	1		2				
25	271	1		12				
26	283	1		10				
27	293	1		12				
28	305	1		4				
29	309	1		4				
30	313	1		22				
31	335	1		3				
32	338	1		6				
33	344	1		20				
34	364	1		11				
35	375	1						
36								

圖 14 眨眼時間間距

有了時間間距的資料後，便要著手區分出專注的時間與非專注時間。根據 Skotte et al. (2006) 的研究顯示，在高互動的電腦環境下眨眼次數約介於每分鐘 2-4 次，本研究環境為單機版探索式電腦遊戲，玩家須時時注意畫面中的工具堆疊進而調整自己的過關策略，可謂高互動遊戲。依此理論，玩家進入了高互動電腦環境，眨眼頻率應該也介於此範圍。反推眨眼時間間隔應介於 15-30 秒，低於 15 秒跳脫了專注的程度。本研究嘗試以 30 秒、20 秒、15 秒為基準，眨眼間距大於基準秒數者定義為專注時間；反之，眨眼間距少於基準秒數者，定義為非專注時間。以此方式便可區隔出資料中專注的眨眼時間與非專注眨眼時間，如此，便可將因為疲勞而產生密集眨眼的情況剔除，改善誤差情形。受試者於遊戲情境中，其專注的程度應與專注時間成正比。故專注時間與其總遊戲時間的比值，可定義為玩家在遊戲情境中的專注程度。所以專注程度—眨眼生理回饋的量測方式，可轉換如下：

$$\text{※玩家專注程度} = \frac{\text{玩家專注時間}}{\text{總遊戲時間}}$$

於是經由上述公式，便可將玩家眨眼資料轉換為介於 0 與 1 之間的數值資料，越接近 1 表示玩家於遊戲情境中越專注，反之則越不專注。

經過分析，以 15 秒的時間基準，對於玩家生理回饋（眨眼）與問卷（專注構面）的相關程度最高，故本研究以 15 秒鐘為眨眼間距的測量基準。

3.5.2 樂趣構面－臉部表情生理回饋量測方法

Kaiser (1994) 指出，在遊戲過程中玩家會不自覺的將情緒顯露於表情上，例如高興就大笑，沮喪就皺眉、托腮等。筆者於實驗時在螢幕上方架設 Webcam，事後回溯受試者歷程觀察其臉部表情給予評分，如果受試者面露微笑或是喜悅的表情時，每顯露一次給予分數+1，如果成功過關後所展現的笑容則給予雙倍分數+2；如果展現的是沮喪、皺眉、托腮不耐煩等表情，則給予扣分-1。每位受試者於遊戲中基準的表情分數為 10 分，依據上述給分表準給予評分，遊戲中越有樂趣則分數越高；反之則分數越低。評分公式如下表所示：

※玩家樂趣程度 = $10 + (\text{笑容次數}) \times 1 + (\text{過關笑容}) \times 2 - (\text{負面情緒次數}) \times 1$

3.5.3 控制構面－滑鼠點擊生理回饋量測方法

依 Csikszentmihalyi (1990) 提出的心流經驗九大要素，產生心流的要素便是對於身處的環境有強烈的控制感，玩家於遊戲情境中是否有操控感，端賴玩家對於操作介面的熟悉程度與遊戲過程中的流暢度。本研究實驗遊戲的操控介面為滑鼠，而玩家為國小六年級的學生，已接受資訊教育為期四年的時間，所以對於滑鼠的控制非常熟悉。至於遊戲的流暢度，本研究的實驗環境為一單機版探索解題式遊戲－機械反斗城。觀察機械反斗城的遊戲畫面可以推知，遊戲的流暢與否與其各項工具的堆疊息息相關，尤其是各式的齒輪工具必須緊密的接觸，才可順利運轉產生功能。而受試者在遊戲中，工具堆疊順暢與否和玩家在遊戲中的操控感息息相關。機械反斗城的遊戲畫面如圖 15 所示：

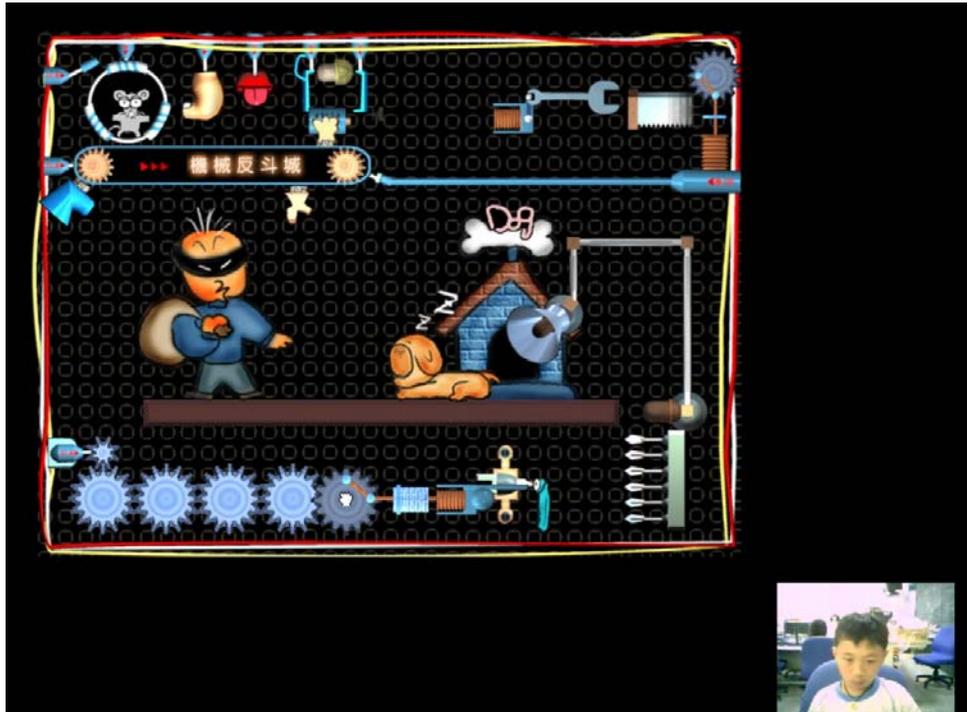


圖 15 機械反斗城工具堆疊圖

本實驗中，玩家如果運用工具自如，也就是流暢的遊戲，必須知道工具如何擺放以及對於各種工具組合有著高度的熟悉。由預試的錄影畫面得知，當受試者流暢的操控遊戲時，從工具區選取工具至主場景中擺放定位的時間將大幅縮短。遊戲中，滑鼠的點擊分為兩種模式，一是點擊變換工具方向模式，如圖 16 所示：

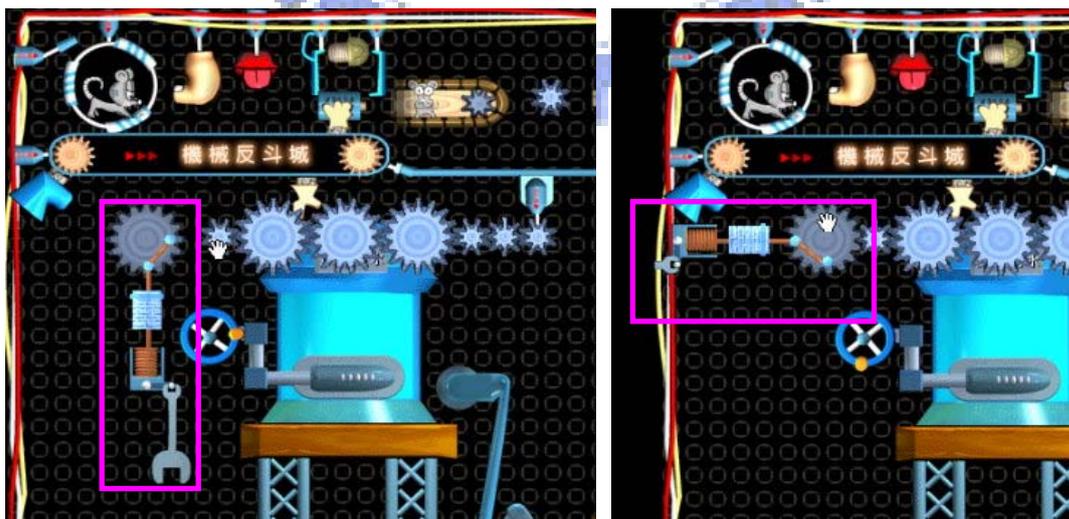


圖 16 機械反斗城工具點擊變換方向圖

這種模式只需滑鼠一個 click 動作，也就是滑鼠快速的按下與彈起便可完成轉換，這種模式與遊戲的流暢度無關，因為其間的只有涉及工具方向轉換而已，與遊戲的進行過關與否關聯不大。

其二是工具拉動擺放模式，舉凡各項工具的擺放均與此模式有關。玩家必須於工具區中挑選工具，於該工具圖示上方按下滑鼠左鍵不放開，拉動工具至玩家所選定的位置後才可以放開滑鼠左鍵，完成拖拉的動作。然而玩家的控制感，依據事後訪談受試者的結果，對於工具的擺放順暢與否影響著遊戲的流暢感。經由影片的觀察得知，進行遊戲流暢感較高的玩家，其拉動工具所需的時間均較流暢感低的玩家為少。也就是說遊戲歷程流暢的玩家，其擺放工具的動作是果斷迅速的。

綜合上述，遊戲中只要測量工具拉動的時間，則該時間的平均值可以為玩家進行遊戲流暢與否的衡量標準。故筆者著手改寫遊戲程式碼，以工具拉動的時間除以拉動工具的次數為平均工具拉動時間，並於遊戲過後紀錄於文字檔中，以便日後分析。滑鼠生理回饋量測公式定義如下：

$$\text{※工具平均拉動時間} = \text{工具拉動時間總和} \div \text{拉動工具總次數}$$

量測的時間，計算至小數點下 4 位數。

3.6 實驗流程

本實驗研究活動時間為期四週，實驗流程如圖 17 所示，茲說明如下：

- 1.第一週：(實驗前)進行遊戲練習關卡練習訓練，此訓練關卡無遊戲情境，只有遊戲工具，讓學生練習工具組合以及變換方向等練習。時間十五分鐘。

2. 第二至第三週：(實驗中) 受試者開始進行二道關卡 (難與易) 的問題解決遊戲情境實驗，每次施測二十分鐘。為避免受測者長時間緊盯螢幕造成眼睛乾澀形成實驗不準度，遊戲設定十分鐘後自動跳離，每道關卡後馬上施測心流歷程量表，接著再施以心流狀態量表 (所需時間十分鐘)。一天以一次實驗為限。
3. 第四週：觀察錄影資料並訪談受試者做為質性研究參考。

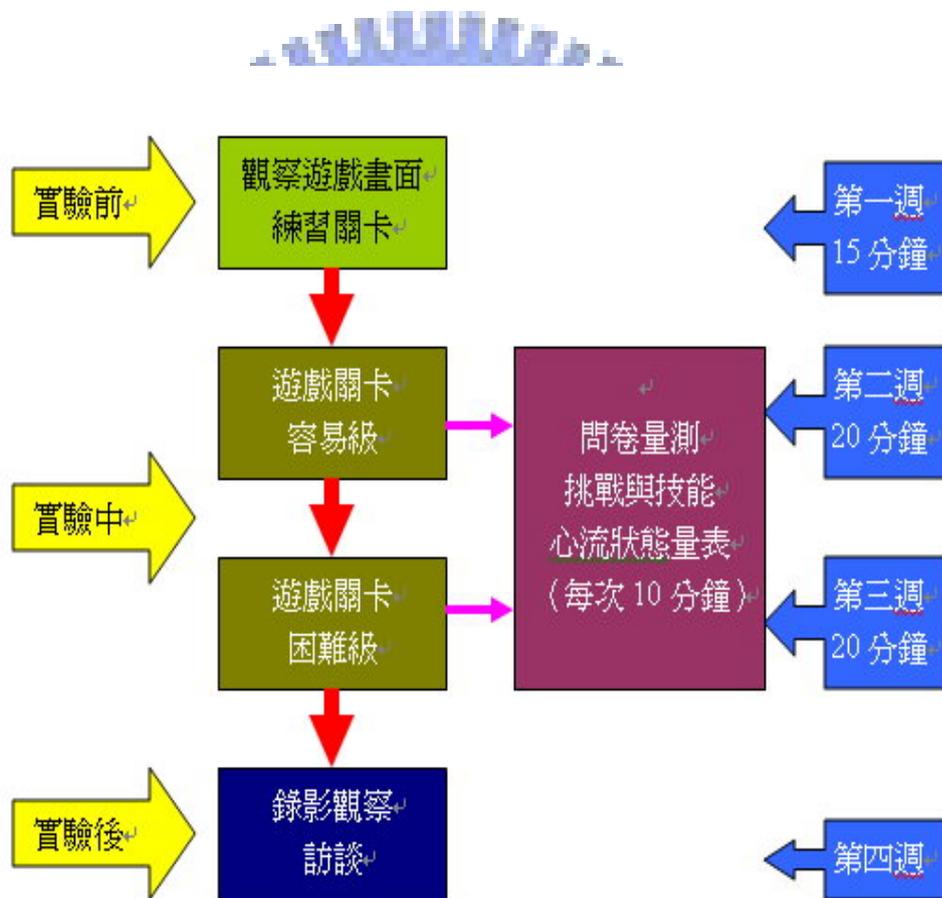


圖 17 實驗流程圖

第四章 資料分析

本研究採實驗法單一受試者方式設計，在「機械反斗城」的遊戲情境中，玩家將經歷「容易」與「困難」兩道關卡的考驗。實驗歷程中，將收集玩家「眨眼」、「臉部表情」與「滑鼠點擊控制」等三項生理回饋，分別對應心流狀態量表三分項「專注」、「樂趣」與「控制」構面。另外生理回饋資料也將和心流歷程量表中「挑戰」與「技能」資料做資料分析。本章節將就研究結果分為小節討論，分別為問卷信度分析、遊戲基本統計分析、各項因素構面基本統計分析、生理回饋與問卷的關係、生理回饋預測能力等五小節。

4.1 問卷信度分析

本小節將就心流狀態量表「專注」、「樂趣」與「控制」三分量表分別進行信度分析，以求各分項量表一致性作為後續分析依據。

4.1.1 心流狀態量表信度分析

傅粹馨(2002)指出研究過程中，如使用前人所開發之量表，還是需重新考驗其信度，因為受試者對象會因為時間或外在干擾因素對量表內涵產生不同的知覺與感受。是故，本研究重新進行心流狀態量表各分量表信度檢驗，將各分量表不一致之題目剔除，其結果羅列如下：

一、容易關卡下心流狀態量表分量表信度分析

表 6 容易關卡下心流狀態量表信度分析結果

構面	題號	平均數	標準差	修正項目總相關	項目刪除時的 α 值	分量表 α 值
專注	題 2	3.33	.990	.532	.311	.547
	題 4	3.27	1.069	.546	.280	
	題 8	3.39	1.116	.609	.202	
	題 11	2.33	1.109	-.154	.827	
樂趣	題 3	3.18	1.044	.759	.793	.857
	題 5	3.21	1.083	.659	.837	
	題 7	2.97	1.045	.759	.594	
	題 9	3.36	.895	.638	.457	
控制	題 1	3.79	.781	.737	.553	.825
	題 6	3.70	.585	.687	.489	
	題 10	3.88	.820	.667	.447	

由表 6 可知，在容易遊戲關卡下，只有專注構面未達信度 Cronbach's Alpha 值 0.7 的水準 (0.547)，其於「樂趣」與「控制」兩構面均大於信度 0.7 的水準，且兩個構面各題刪除後的 Cronbach's Alpha 值未超越原有 Alpha 值，故不宜刪除題目。但細究專注構面各題發現「題 11」為造成該構面未達信度 Cronbach's Alpha 值 0.7 水準之關鍵題，由表 6 分析得知，剔除該題後「專注」構面信度 Cronbach's Alpha 值將達 0.827 之可信賴水準，與其他構面之信度水準相去不遠。探究該題，其題目為：

※我需要很努力才能夠集中精神做這些問題情境活動

根據事後訪談的結果，學生普遍對於此道問題存有疑惑。存疑的地方在於學童對於語意的誤解，對於「需要很努力才能夠」之反向問法產生錯誤認知所致。故宜刪除之。

二、困難關卡下心流狀態量表分量表信度分析

表 7 困難關卡下心流狀態量表信度分析結果

構面	題號	平均數	標準差	修正項目總相關	項目刪除時的 α 值	分量表 α 值
專注	題 2	2.97	1.311	.435	.325	.519
	題 4	2.85	1.253	.709	.043	
	題 8	2.91	1.331	.553	.196	
	題 11	2.61	1.223	-.241	.823	
樂趣	題 3	3.42	.936	.600	.800	.822
	題 5	3.36	1.194	.618	.795	
	題 7	3.27	1.206	.706	.750	
	題 9	3.58	.936	.699	.760	
控制	題 1	2.67	.924	.581	.780	.790
	題 6	3.12	1.166	.702	.636	
	題 10	2.97	1.334	.656	.706	

由表 7 可知，在困難關卡的遊戲情境下，心流狀態量表各構面所遭遇情況與容易遊戲關卡類似，專注構面因為「題 11」之語意錯誤認知，造成該構面信度 Cronbach's Alpha 值未達 0.7 水準，其餘兩個構面皆達到 0.7 水準。「題 11」刪除後，信度 Cronbach's Alpha 值躍升為 0.823 以超越 0.7 的水準，故綜合上述，心流狀態量表宜將「題 11」刪除再進行資料分析。

4.2 遊戲基本統計分析

本研究將遊戲區分為「容易」與「困難」兩道關卡，剔除不合格樣本後，供有男生 15 位、女生 18 位、共 33 位受試者參與實驗。每位受試者必須依序接受「容易」與「困難」兩關卡遊戲。下圖 15 與圖 16 為困難關卡與容易關卡過關人數長條圖，見下圖所示：

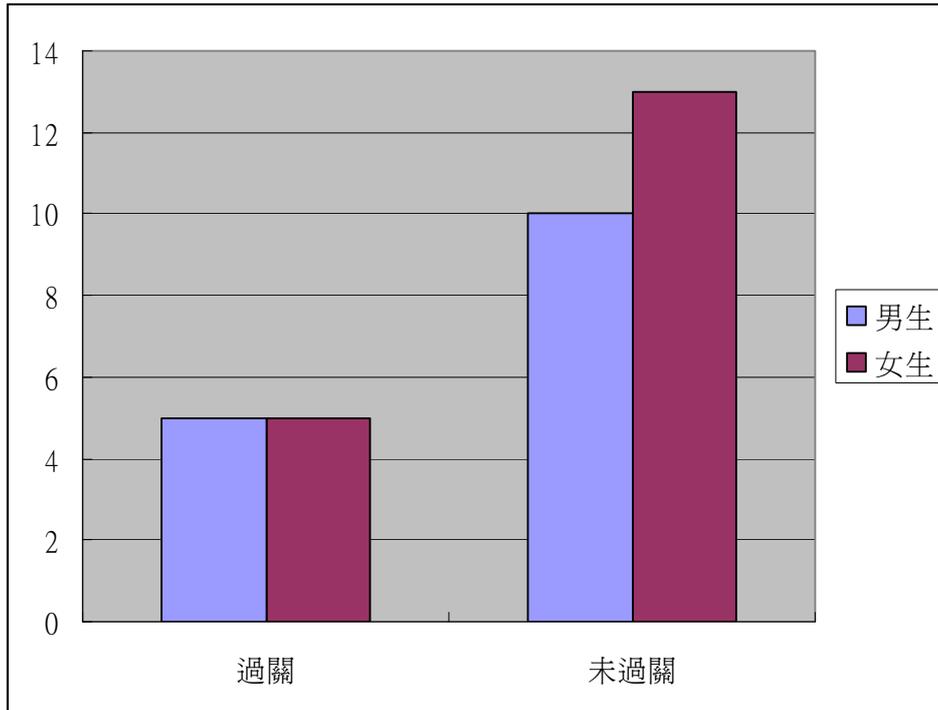


圖 18 困難關卡過關人數長條圖

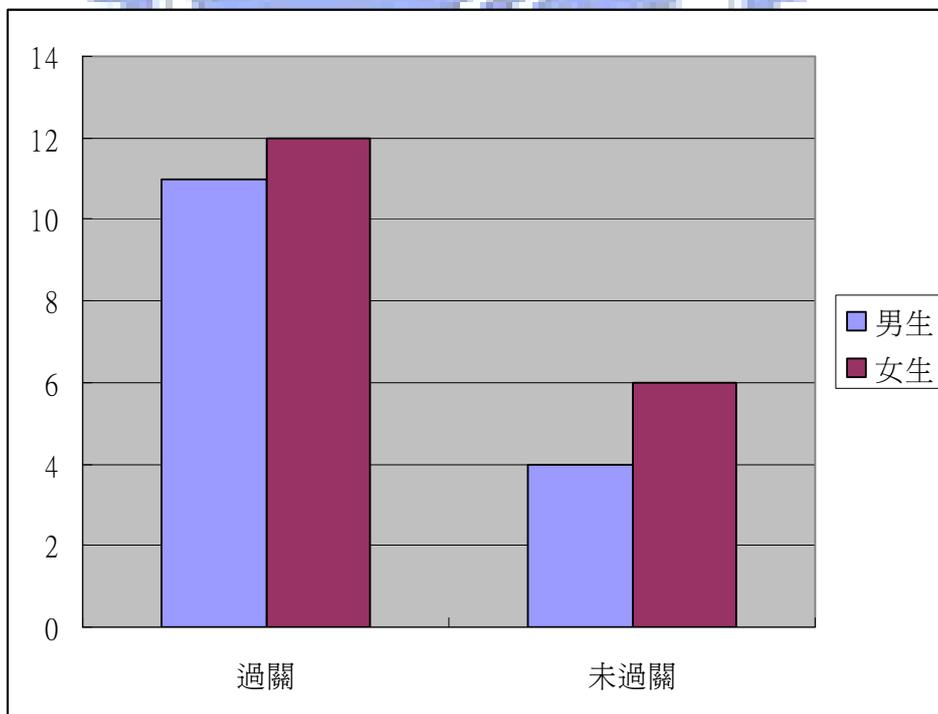


圖 19 容易關卡過關人數長條圖

由上圖 18 可得知，困難等級關卡男生及女生皆只有 5 人過關，23 人未過關。可

見困難等級關卡的難度對於受試者來說是個大障礙。再由圖 19 可獲知容易等級關卡男女生過關人數皆大幅增加，男生為 11 人、女生為 12 人。故本研究對於關卡難易的判定屬於正確。

4.3 各項因素構面基本統計分析

本小節將就各項生理回饋包含「專注時間」、「面部表情分數」、「滑鼠拉動點擊時間」、「滑鼠拉動點擊次數」和心流歷程量表「技能與挑戰」做各項描述性統計分析，並分別利用「性別」與「關卡難易度」為自變項進行平均數差異考驗。

4.3.1 生理回饋各項構面基本統計分析

本研究分別以「容易」與「困難」兩道關卡，觀察玩家於遊戲情境中各項生理回饋與問卷量表結果間的關聯性。生理回饋是否於不同難易關卡中有不同的表現？將以相依樣本 t 考驗—重複量數方法進行檢驗。

表 8 不同關卡難易程度在生理回饋和挑戰與技能上差異摘要表

	眨眼 (專注)		臉部表情 (樂趣)		滑鼠點擊 (控制)		挑戰與技能			
	M	SD	M	SD	M	SD	挑戰		技能	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
易	0.700	0.239	9.697	2.555	1.045	0.149	3.12	1.341	2.97	0.95
難	0.661	0.226	8.757	3.259	1.388	0.317	4.15	1.064	2.52	0.90
T 檢定	-1.021		-2.159*		7.031***		4.6***		-2.604*	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (雙尾)

4.3.2 關卡難易對生理回饋影響（驗證假說一）

由表 8 可得知，以遊戲關卡難易對生理回饋進行 t 考驗時，考驗的方法以「眨眼」、「臉部表情」、「滑鼠控制」為依變項，關卡「難易」為自變項進行平均數差異考驗。

在「眨眼」生理回饋上其考驗結果未達顯著 ($t = -1.021, p = .315 > .05$)，表示眨眼這項生理回饋在難易關卡上表現並無顯著的差異。

在「臉部表情」生理回饋上其考驗結果達顯著 ($t = -2.159^*, p = .038 < .05$)，表示臉部表情生理回饋在難易關卡上表現有顯著差異。再從表 8 平均數與標準差的資訊來看，「臉部表情」生理回饋部分，容易關卡 ($M = 9.697$) 的樂趣分數明顯高過困難關卡 ($M = 8.757$)，顯示容易的關卡更能引發樂趣。

在「滑鼠點擊」生理回饋上其考驗結果達顯著 ($t = 7.031^{***}, p = .000 < .001$)，表示滑鼠的拖拉點擊這項生理回饋在難易關卡上的差別是非常明顯的。「滑鼠點擊」生理回饋部分，容易關卡 ($M = 1.045$) 的滑鼠點擊時間明顯快於困難關卡 ($M = 1.388$)，顯示玩家在困難關卡時，操控的反應受到阻礙而慢了下來。

綜合上述，生理回饋「臉部表情」與「滑鼠控制」分別在難易關卡的表現上差異最大，眨眼的部份則未達統計顯著。

4.3.3 關卡難易對心流歷程問卷的影響（驗證假說二）

觀察表 8 挑戰部份，關卡難易對於挑戰上的考驗達顯著差異 ($t = 4.6^{***}$, $p = .000 < .001$)，表示關卡難易對於挑戰的感受上有著絕對的影響，再觀察難易關卡的平均數與標準差，發現困難關卡的平均數約大於容易關卡一個等級左右（困難關卡 $M = 4.15$ ，容易關卡 $M = 3.12$ ）。但困難關卡標準差小於容易關卡（困難關卡 $SD = 1.064$ ，容易關卡 $SD = 1.341$ ），顯示玩家於困難關卡皆有巨大挑戰的感覺。

另一觀察項目—技能部份，以關卡困難度對技能進行平均數考驗達顯著差異 ($t = -2.064^*$, $p = .014 < .05$)。顯示關卡難易程度決定了玩家技能程度。再觀察其平均數與標準差發現兩者的集中程度與一致性（困難關卡 $M = 2.52$ $SD = 0.90$ ，容易關卡 $M = 2.97$ $SD = 0.95$ ），且有偏低的現象（未達 3）。

綜合上述，關卡的難易程度也影響著心流歷程量表的填答。

4.3.4 關卡難易對心流狀態問卷的影響（驗證假說二）

本研究於每道關卡實驗後施測心流狀態問卷量表。心流狀態問卷量表共計三大構面，分別是：專注構面、樂趣構面以及控制構面。每道問卷題目以李克特氏五點量表計分法計分，分別求得各構面的分數以及整份量表總分。因遊戲分「容易」與「困難」兩道關卡，觀察玩家於遊戲情境中心流狀態問卷量表各構面間的關聯性。心流狀態是否於不同難易關卡中而有不同的表現？本研究將以相依樣本t考驗—重複量數方法進行檢驗。

表 9 不同關卡難易程度在心流狀態量表差異摘要表

	專注構面		樂趣構面		控制構面		整體	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
易	3.333	0.912	3.174	0.851	3.808	0.629	10.316	1.566
難	2.899	1.107	3.416	0.876	2.919	0.968	9.234	1.660
T 檢定	-2.113*		1.389		-5.533***		-3.772**	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (雙尾)

由表 9 得知，不同難易的關卡對於心流狀態量表的影響，以難易程度為自變項對於心流狀態量表進行平均數考驗，發現在「專注」、「控制」構面以及整體量表上有著顯著的差異，但「樂趣」構面則未達顯著差異。

在「專注構面」問卷量表上，其考驗結果達顯著差異 ($t = -2.113^*$, $p = .043 < .05$) 再由表 9 平均數與標準差得知，容易關卡 ($M = 3.333$, $SD = 0.912$) 較困難關卡 ($M = 2.899$, $SD = 1.107$) 專注且受試者間較一致，受試者在困難關卡上專注構面的問卷填答則顯示較分散的狀態。

在「控制構面」問卷量表上，其考驗結果達極顯著差異 ($t = -5.533^{***}$, $p = .000 < .001$) 再由表 9 平均數與標準差得知，容易關卡 ($M = 3.808$, $SD = 0.629$) 較困難關卡 ($M = 2.919$, $SD = 0.968$) 更有控制的感受。顯示受試者在容易關卡下較易有控制的感受。

4.3.5 性別對生理回饋與問卷的影響（驗證假說三）

對於性別是否為實驗中的影響因子，使用獨立樣本 t 檢定加以驗證，以性別為自變數，在難易關卡的情況下分別針對生理回饋各構面、技能與挑戰、心流狀態量表各構面與整體進行平均數檢定，其結果如表 10 與表 11 所示：

表 10 容易關卡下，性別對於生理回饋與問卷量表之差異摘要表

生理部份	男生 (N=15)		女生 (N=18)		F 檢定	顯著性	t	p
	M	SD	M	SD				
眨眼	0.718	0.242	0.685	0.217	0.001	0.972	.407	.687
臉部表情	10.466	2.559	9.055	2.436	0.021	0.885	1.619	.116
滑鼠拖拉點擊	1.037	0.150	1.051	0.152	0.03	0.955	-.276	.784
心流歷程								
挑戰	3.20	1.207	3.06	1.474	2.135	0.154	.304	.763
技能	3.13	0.834	2.83	1.043	0.700	0.409	.899	.375
心流狀態								
專注構面	3.489	0.967	3.204	0.871	0.004	0.949	.890	.381
樂趣構面	3.466	0.910	2.930	0.736	0.480	0.494	1.871	.071
控制構面	3.755	0.569	3.851	0.688	0.174	0.680	-.432	.669
整體	10.711	1.734	9.986	1.373	0.751	0.393	1.340	.190

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ (雙尾)

由表 10 得知，在容易的關卡下，性別對於生理回饋、心流歷程量表以及心流狀態量表各構面做獨立樣本 t 檢定皆不顯著。換言之，性別因素對於上述各構面的影響皆是同質而沒有差別的。

表 11 困難關卡下，性別對於生理回饋與問卷量表之差異摘要表

生理部份	男生 (N=15)		女生 (N=18)		F 檢定	顯著性	t	p
	M	SD	M	SD				
眨眼	0.719	0.206	0.612	0.258	1.887	0.179	1.299	.204
臉部表情	9.40	3.224	8.222	3.281	0.009	0.925	1.035	.309
滑鼠拖拉點擊	1.443	0.302	1.342	0.330	0.026	0.873	.909	.370
心流歷程								
挑戰	4.33	1.113	4.00	1.029	0.254	0.618	.893	.379
技能	2.33	0.90	2.67	0.907	0.028	0.868	-1.05	.300
心流狀態								
專注構面	3.222	0.956	2.629	1.176	1.549	0.223	1.565	.128
樂趣構面	3.483	0.798	3.361	0.955	0.411	0.526	.394	.697
控制構面	2.644	1.027	3.148	0.879	1.022	0.320	-1.51	.139
整體	9.35	1.868	9.13	1.515	1.281	0.266	.359	.722
* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ (雙尾)								

由表 11 可知，在困難關卡下，以性別對於生理回饋、心流歷程量表及心流狀態量表各構面做獨立樣本 t 考驗皆不顯著，顯示男女生不管在困難關卡或者是容易關卡，在上述各構面的表現皆無因為性別因素而有所差別。

4.4 生理回饋與問卷的關係

本研究嘗試使用生理回饋預測受試者的心流狀態，生理回饋以眨眼、臉部表情與滑鼠拖拉點擊分別對應心流狀態量表中三個分量表，分別是專注構面、樂趣構面以及控制構面。

4.4.1 容易關卡下生理回饋與問卷的關係

茲以遊戲容易關卡為基準，將生理回饋三大構面與心流狀態量表三分量表以積差相關考驗分析，得到分析資料如下：

表 12 容易關卡生理回饋（眨眼）與問卷（專注）相關分析摘要表

變項	生理回饋（眨眼）	問卷（專注構面）
生理回饋（眨眼）	--	
問卷（專注構面）	.562**	--
M	.70073	3.3339
SD	.226286	.91299
* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）		

由表 12 得知，在容易等級關卡下，生理回饋「眨眼」與心流狀態量表「專注」構面有著顯著中度正相關（ $r = .562^{**}$, $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋眨眼專注程度越高，問卷專注構面分數越高。

表 13 容易關卡生理回饋（臉部表情）與問卷（樂趣）相關分析摘要表

變項	生理回饋（表情）	問卷（樂趣構面）
生理回饋（表情）	--	
問卷（樂趣構面）	.959**	--
M	9.6970	3.1472
SD	2.55545	.85121
* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）		

由表 13 得知，在容易等級關卡下，生理回饋「表情」與心流狀態量表「樂趣」構面有著顯著高度正相關（ $r = .959^{**}$, $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋表情樂趣程

度越高，問卷樂趣構面分數越高。

表 14 容易關卡生理回饋（滑鼠控制）與問卷（控制）相關分析摘要表

變項	生理回饋（滑鼠控制）	問卷（控制構面）
生理回饋（滑鼠控制）	--	
問卷（控制構面）	-.813**	--
M	1.04521	3.8081
SD	0.149768	.62932

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

由表 14 得知，在容易等級關卡下，生理回饋「滑鼠控制」與心流狀態量表「控制」構面有著顯著高度負相關（ $r = -.813^{**}$ ， $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋滑鼠控制時間越短，問卷控制構面分數越高。

綜合上述，在容易等級關卡下，生理指標與問卷對應構面間皆具有顯著相關，細分之下，猶以生理回饋「臉部表情」與問卷「樂趣」構面間相關程度最高，顯示生理回饋「臉部表情」為一有效衡量樂趣指標。又觀察其平均數（ $M = 3.8081$ ），顯示玩家在容易的遊戲關卡中，大部分是感到樂趣的。

4.4.2 困難關卡下生理回饋與問卷的關係

以困難關卡為基準，生理回饋三大構面再次與心流狀態量表三分量表以積差相關分析，所得分析資料如下面各表所示：

表 15 困難關卡生理回饋（眨眼）與問卷（專注）相關分析摘要表

變項	生理回饋（眨眼）	問卷（專注構面）
生理回饋（眨眼）	--	
問卷（專注構面）	.944**	--
M	.66115	2.899
SD	.239032	1.10706

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

由表 15 得知，在困難等級關卡下，生理回饋「眨眼」與心流狀態量表「專注」構面有著顯著高度正相關（ $r = .944^{**}$, $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋眨眼專注程度越高，問卷專注構面分數也越高。

表 16 困難關卡生理回饋（臉部表情）與問卷（樂趣）相關分析摘要表

變項	生理回饋（臉部表情）	問卷（樂趣構面）
生理回饋（臉部表情）	--	
問卷（樂趣構面）	.690**	--
M	8.7576	3.4167
SD	3.25989	.87649

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

由表 16 得知，在困難等級關卡下，生理回饋「臉部表情」與心流狀態量表「樂趣」構面有著顯著中度正相關（ $r = .690^{**}$, $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋臉部表情樂趣程度越高，問卷樂趣構面分數也越高。不過仔細探究，在容易關卡時，生理回饋臉部表情與問卷樂趣構面最具相關性，而生理回饋眨眼與問卷專注構面相關性最弱；改換遊戲關卡後，情況恰好相反。再觀察生理回饋臉部表情的平均數與標準差（ $M = 8.7576$, $SD = 3.25989$ ），平均數已低於基準值 10，且標準差頗大。可見困難遊

戲關卡使得遊戲者挫折大增，臉部表情反應落差頗大。但問卷填寫可能受遊戲歷程影響，歡樂感一直保留著，造成填寫問卷感受的落差而使相關性減弱。

表 17 困難關卡生理回饋（滑鼠控制）與問卷（控制）相關分析摘要表

變項	生理回饋（滑鼠控制）	問卷（控制構面）
生理回饋（滑鼠控制）	--	
問卷（控制構面）	-.827**	--
M	1.38872	2.9192
SD	.317145	.96835

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

由表 17 得知，在困難等級關卡下，生理回饋「滑鼠控制」與心流狀態量表「控制」構面有著顯著高度負相關（ $r = -.827^{**}$ ， $p = .001 < .01$ ），顯示生理回饋滑鼠操控時間越短，問卷控制構面分數越高。

綜合上述分析可以發現，生理回饋滑鼠控制的部份可說是最穩定的指標，不管在容易等級或者是困難等級，其相關係數 r （容易關卡 $r = -.813^{**}$ ，困難關卡 $r = -.827^{**}$ ）皆保持顯著高度負相關水準以上。

4.4.3 生理回饋與心流狀態量表各構面的關係（驗證假說四）

依前述資料，各生理回饋皆顯著相關於心流狀態量表各分量表，驗證假說四：各構面生理回饋顯著相關對應於心流狀態問卷各構面分項。故本研究提出之生理回饋模型符合原先設定。

4.4.4 生理回饋與心流歷程量表的關係（驗證假說五）

將生理回饋三大構面與心流歷程量表（挑戰與技能）做積差相關，分析資料見下方表 18 與表 19：

表 18 容易關卡生理回饋與心流歷程量表（挑戰與技能）相關分析摘要表

變項	生理回饋	挑戰	技能
生理回饋	眨眼（專注）	.146	-.180
	臉部表情（樂趣）	-.536**， $p=.001$.266
	滑鼠控制（控制）	.622**， $p=.001$	-.909**， $p=.001$

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

表 19 困難關卡生理回饋與心流歷程量表（挑戰與技能）相關分析摘要表

變項	生理回饋	挑戰	技能
生理回饋	眨眼（專注）	-.001	-.321
	臉部表情（樂趣）	-.268	.128
	滑鼠控制（控制）	.631**， $p=.001$	-.919**， $p=.001$

* $P < .05$, ** $P < .01$, *** $P < .001$ （雙尾）

由表 18 與表 19 資料得知，心流歷程量表（挑戰與技能）與生理回饋間關聯性不若心流狀態量表好，推究其原因可能與心流歷程量表每個項度只有一道問題有關，無法以準確的語意切中提問的問題。不過「滑鼠控制」生理回饋與心流歷程量表「技能」顯著負相關。不論在困難關卡或是容易關卡皆是如此，也就是滑鼠操控時間越短，玩家所感受到技能部份分數越高；但是心流歷程量表「挑戰」恰好相反，玩家滑鼠操控的時間越長所感受的挑戰越高。

然而值得注意的是當遊戲難度降低，容易關卡等級時，心流歷程量表挑戰部分與

生理回饋臉部表情樂趣部份呈現中度顯著負相關 ($r = -.536^{**}$, $p = .001$)。顯示挑戰的問卷意涵某些成分與樂趣的成分有關，也就是玩家歡樂的感受與否其實相當於挑戰的部份，挑戰高受挫的機會大，臉上的表情不自覺呈現負面情緒；反之亦然。此部份驗證了假說五。

4.5 生理回饋的預測能力（驗證假說六）

上一小節，藉由生理回饋三大面向與心流狀態量表三分量表的積差相關分析可以得知，生理回饋與心流狀態量表間皆具有顯著相關的關係。本研究欲藉由此一分析基礎，希望找出各生理回饋對心流的預測能力。利用回歸方程式，使用強迫進入法建立回歸模式。先行探討容易關卡當中生理回饋各構面與心流狀態之相關，如下表 20 顯示了生理各構面與心流狀態間的相關係數：

表 20 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表相關分析摘要表

變項	心流狀態	眨眼	臉部表情	滑鼠控制
心流狀態	--			
眨眼	.199	--		
臉部表情	.665**	-.098	--	
滑鼠控制	-0.576**	.205	-.299	--
M	10.32	.70	9.70	1.05
SD	1.57	.23	2.55	.150

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

接著，進行迴歸方程式建立模式，以強迫進入法將生理回饋三個構面「眨眼」、「臉部表情」與「滑鼠控制」三構面與心流狀態進行回歸分析。

生理回饋三構面與心流狀態歸分析如下表 21 所示，多元相關係數 R 為 .847，決定係數（解釋變異量） R^2 為 .718，生理回饋可以解釋心流狀態總變異量 71.8%，模式考驗結果指出迴歸效果達顯著水準($F(2,30)=24.599^{**}$ ， $p=.000<.01$)，具有統計上的意義。以生理回饋三構面為預測變項，心流狀態為依變項，預測變項的標準化迴歸係數眨眼 β 值為 0.353 ($t=3.497$ ， $p=.002<.01$)，臉部表情 β 值為 0.556 ($t=5.370$ ， $p=.000<.01$)，滑鼠點擊 β 值為 -0.483 ($t=-4.589$ ， $p=.000<.01$)。因此可知生理回饋三構面「眨眼」、「臉部表情」與「滑鼠點擊」對心流狀態具有正向預測力，其迴歸方程式如下：

$$\text{心流狀態} = 0.353 * \text{眨眼} + 0.556 * \text{臉部表情} + (-0.483) * \text{滑鼠點擊}$$

表 21 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表線性迴歸分析摘要表

變項	R	R^2	R^2 改變量	F 改變量	B	β	t 值
眨眼	.847	.718	.718	24.599	2.441	.353	3.497**
臉部表情					.340	.556	5.370**
滑鼠點擊					-5.050	-.483	-4.589**
常數					10.583		7.161**

** $p<.01$ ，* $p<.05$

接著探討在困難關卡當中生理回饋各構面與心流狀態之相關，如下表 22 顯示了生理各構面與心流狀態間的相關係數：

表 22 困難關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表相關分析摘要表

變項	心流狀態	眨眼	臉部表情	滑鼠控制
心流狀態	--			
眨眼	.621**	--		
臉部表情	.598**	.262	--	
滑鼠控制	-0.340*	.340*	-0.190	--
M	9.23	.66	8.76	1.39
SD	1.66	.24	3.26	.32

** p < .01, *p < .05

接著，進行迴歸方程式建立模式，由於生理回饋三個構面與心流狀態間均達顯著相關，因此將所有生理回饋各構面來與心流狀態進行迴歸分析。

生理回饋各構面與心流狀態歸分析如下表 23 所示，多元相關係數 R 為 .900，決定係數（解釋變異量） R^2 為 .809，生理回饋可以解釋心流狀態總變異量 80.9%，模式考驗結果指出迴歸效果達顯著水準 ($F(2,30)=41.077^{**}$, $p=.000<.01$)，具有統計上的意義。以生理回饋各構面為預測變項，心流狀態為依變項，預測變項的標準化迴歸係數眨眼 β 值為 .718 ($t=7.792^{**}$, $p=.000<.01$)，臉部表情 β 值為 .310 ($t=3.511^{**}$, $p=.001<.01$)，滑鼠點擊 β 值為 -0.525 ($t=-5.793^{**}$, $p=.000<.01$)。因此可知生理回饋各構面對心流狀態具有正向預測力，其迴歸方程式如下：

$$\text{心流狀態} = .718 * \text{眨眼} + .310 * \text{臉部表情} + (-0.525) * \text{滑鼠點擊}$$

表 23 容易關卡等級各構面生理回饋對心流狀態量表線性迴歸分析摘要表

變項	R	R^2	R^2 改變量	F 改變量	B	β	t 值
眨眼	.900	.809	.809	41.077	4.99	.718	7.792**
臉部表情					.158	.310	3.511**
滑鼠點擊					-2.748	-0.525	-5.793**
常數					8.370		10.822**

** p < .01, *p < .05

由上述兩回歸分析可知生理回饋能有效預測心流狀態，其中在容易關卡中主要貢獻來自於生理回饋中「臉部表情」與「滑鼠控制」兩個構面；而在困難關卡中，主要貢獻來自於生理回饋中「眨眼」與「滑鼠控制」兩個構面，因此假設六：不同構面的生理回饋對心流的影響程度不同，假說成立。



第五章 結論與建議

本研究目的在於嘗試另一種方式探討玩家在遊戲情境中心流經驗，並且探討哪一種生理回饋預測心流經驗效力最佳。進而發展出可能的模式，在不打斷受試者的心流狀態情況下直接得知受試者的心理感受。本研究所採用的生理回饋包含幾個重要考量因素：非侵入性、容易觀察取得以及儘量不增加額外的實驗設備。在此考量因素下，本研究發展出眨眼時間指標（用於測量專注）、臉部表情指標（用於測量樂趣）以及滑鼠拖拉點擊時間（用於測量控制）。藉此三種生理指標預測受試者的心流狀態。

經由文獻整理、實驗操作以及資料分析等。本章節將就研究的主要發現，實驗限制以及建議等分述如後：

5.1 結論

針對本研究之目的，歸納本研究資料分析結果，獲得以下之結論。

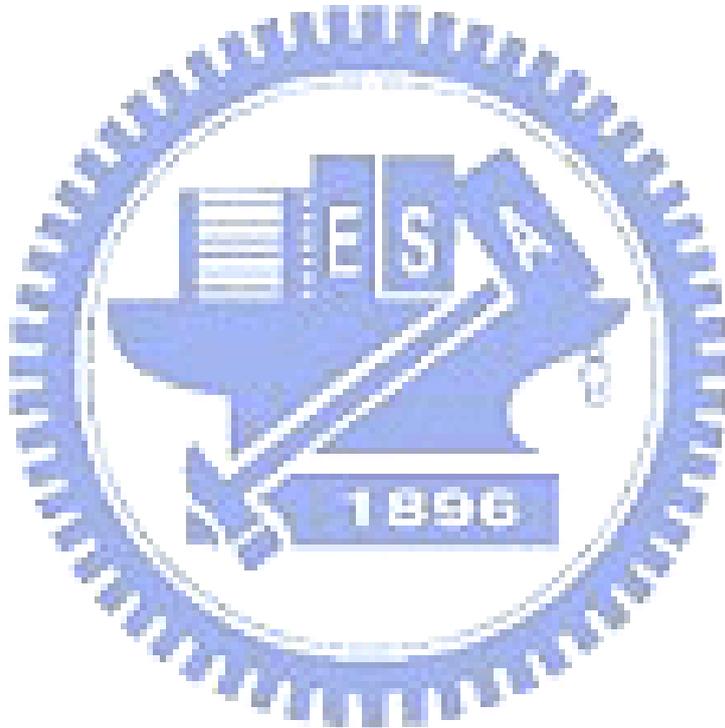
1. 從各種生理回饋來看，以滑鼠點擊控制的預測效果最為穩定，不論於困難或是容易的電玩遊戲情境中，都保有不錯的預測水準。眨眼生理回饋雖然於困難的遊戲關卡中有著非常好的預測水準，然而在容易的遊戲關卡中，容易有失常的預測表現。同樣的情況發生於臉部表情這項生理回饋上，在容易的遊戲關卡中，有著極高的預測力；但於困難關卡中，預測效果卻沒有於容易關卡中這麼的優良。
2. 雖然各項生理指標對心流狀態各分量表有著不錯的相關性，對於心流狀態整體量表回歸結果：在困難關卡當中，生理回饋「眨眼」與「滑鼠控制」兩構面較能有效預測心流狀態；在容易關卡當中，生理回饋「臉部表情」與「滑鼠控制」兩構面預測心流狀態，效果較好。探究其原因，容易關卡較困難關卡更容易讓人覺得歡樂；另一方面，容易的關卡較不易吸引玩家專注其中；但困難關卡中，玩家須

相當專注於遊戲中，而有足夠的眨眼生理回饋可供觀察。

5.2 建議

一、由於本研究為以生理回饋試探心流狀態，結果顯示以生理回饋能有效預測心流狀態，未來可增加樣本，建立精準預測模式。

二、本研究以可觀察之生理回饋來預測心流狀態，未來可另外發展不同生理回饋，如聲音生理回饋，擴大預測能力。



參考文獻

中文部份

王文科、王智弘 (2006)。教育研究法。台北市：五南。

吳明隆 (2006)。SPSS 統計應用學習實務--問卷分析與應用統計。台北：知城。

李峻德 (2005)。從可玩性觀點探討多人線上遊戲之人機互動設計原則研究。國科會專題研究計畫成果報告(報告編號：NSC 93-2520-S-009-007)，未出版。新竹市：國立交通大學傳播研究所。

邱文智、林宜炫、楊汶娟 (2006)。沉浸特徵之整合性衡量與驗證—以電腦益智遊戲為例。TBI 2006 台灣商管與資訊研討會。台北：臺灣資訊系統研究學會。

邱皓政 (2002)。量化研究與統計分析：SPSS 中文視窗資料分析範例解析。台北：五南。

契克森米哈賴 (1996)。快樂，從心開始 (*Flow - the psychology of optimal experience*)。(張定綺譯)。台北：天下文化出版社。

張春興 (1989)。張氏心理學辭典。台北：東華書局。

張裕隆 (2003)。全般照明環境下色溫度變化對心理與生理反應之研究。國立成功大學碩士論文。

張智星 (2004)。The MathWorks MATLAB 程式設計入門篇。台北：鈦思科技。

許尹融 (2008)。即時眼部狀態偵測系統之研究。國立中央大學機械工程研究所碩士論文。

許熾榮、楊景棠 (1995)。電視、電腦遊戲產品專題研究。新竹：工研院。

曹文力 (2006)。在遊戲情境中以沉浸經驗探討玩興對創造力的影響。國立交通大學理學院網路學習學程碩士論文。

黃瓊慧 (2000)。從沉浸(flow)理論探討台灣大專學生網路使用之行為。國立交通大學傳播研究所碩士論文。

蒙以正 (2007)。數位信號處理應用 MATLAB。台北：旗標。

楊鎮豪 (1998)。個人電腦遊戲軟體消費者購買涉入與消費行為之研究。國立交通大學管理科學研究所碩士論文。

傅粹馨 (2002)。信度、Alpha 係數與相關議題之研究。教育學刊，18，163-184。



英文部分

- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1985). *Computer-Based Instruction: Methods and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Barbato, G., Ficca, G., Muscettola, G., Fichela, M., Beatrice, M., & Rinaldi, F. (2000). Diurnal variation in spontaneous eye-blink rate. *Psychiatr Res*, 93(2), 145–151.
- Callois, R. (1961). *Man, Play, and Games*. New York: The Free Press.
- Clarke, S. G., & Haworth, J. T. (1994). 'Flow' experience in the daily lives of sixth form college students. *British Journal of Psychology*, 85(4), 511–523.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Csikszentmihalyi, M., & Csikszentmihalyi, I. S. (1988). *Optimal experience: psychological studies of flow in consciousness*. New York: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Davis, S. B. & Carini, C. (2004): Constructing a Player-Centered Definition of Fun for Video Games Design. *Proceedings of HCI 2004 People and Computers XVIII — Design for Life*, 117-132. London: Springer.
- Doughty, M. J. (2001). Consideration of three types of spontaneous eyeblink activity in normal humans: during reading and video display terminal use, in primary gaze, and while in conversation. *Optometry & Vision Science*, 78(10), 712-725.
- Ghani, A. J., Supnick, R., & Rooney, P. (1991). The experience of flow in computer-mediated and in face-to-face groups. *Proceedings of the twelfth international conference on Information systems*, 229-237. New York: University of

Minnesota.

Huizinga, J. (1938). *Homo Ludens —A Study of the Play Element in Culture*. Boston: The Beacon Press.

Johnson, S. (2006). *Everything bad is good for you: How Today's popular culture is actually making us smarter*. New York: Riverhead Books.

Kaiser, S., Wehrle, T., & Edwards, P. (1994). Multi-Modal Emotion Measurement in an Interactive Computer Game: A Pilot-Study. In Frijda, N. H. (ed.), *Proceedings of the VIIIth Conference of the International Society for Research on Emotions*, 275-279. Storrs, CT: ISRE Publications.

Karson, C.N., Dykman, R., & Paige, S.R. (1990). Blink rates in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 16(2), 345-354.

Macaulay, M. (2004). The speed of mouse-click as a measure of anxiety during human-computer interaction. *Behaviour and Information Technology*. 23(6), 427-433.

Massimini, F., & Carli, M. (1988). The systematic assessment of flow in daily experience. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Optimal experience: psychological studies of flow in consciousness*, 266-287.

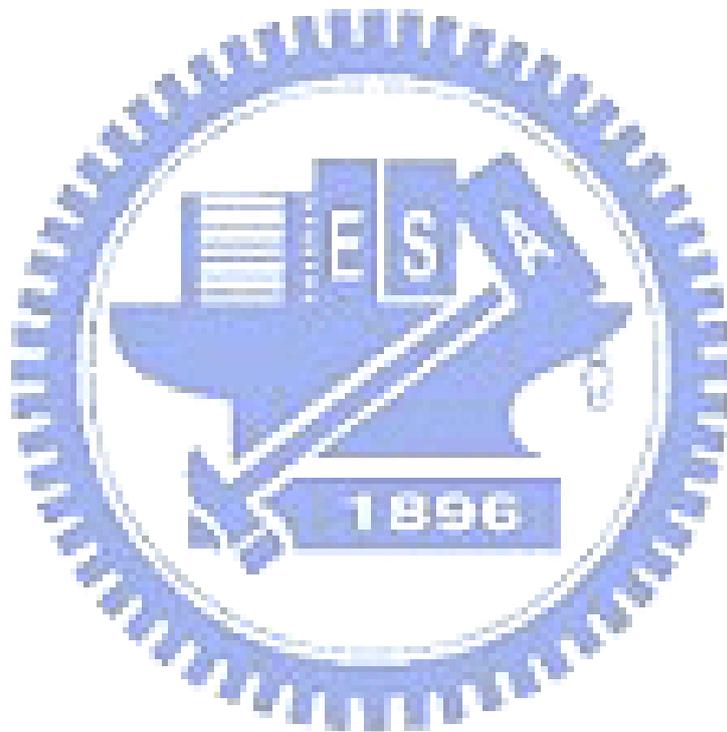
Moneta, G. B., & Csikszentmihalyi, M. (1996). The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience. *Journal of Personality*, 64(2), 275-310.

Novak, P. T. & Hoffman, L. D. (1997). Measuring the flow experience among web users. Interval Research Corporation, Retrieved July 31, 2002, from the World Wide Web: <http://ecommerce.vanderbilt.edu/reseach/topics/flow/index.htm>

Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The Ebb and Flow of Online Learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745-771.

- Privette, G. (1983). Peak experiences, peak performance, and flow: a comparative analysis of positive human experiences. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(6), 1361-1368.
- Reekum, C.M., Johnstone, T., Banse, R., Etter, A., Wehrle T. and Scherer, K.R., (2004). "Psychophysiological responses to appraisal dimensions in a computer game", *Journal of Cognition and Emotion*, Vol. 18(5), 663-688.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology Research & Development*, 44(2), 43-58.
- Rubin, K. H., Fein, G. G., & Vandenberg, B. (1983), *Handbook of Child Psychology*, 693-759. New York: John Wiley & Son.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT press.
- Skotte, J. H., Nojgaard, J. K., Jorgensen, L. V., Christensen, K. B., & Sjogaard, G. (2006). Eye blink frequency during different computer tasks quantified by electrooculography. *European Journal of Applied Physiology*, 99(2), 113-119.
- Trevino, L. K., & Webster, J. (1992). Flow in computer-mediated communication. *Communication Research*, 19(5), 539-573.
- Webster, J., Trevino, L., & Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in Human Behavior*, 9(4), 411-426.
- Wolkoff, P., Skov, P., Franck, C., & Petersen, LN. (2003). Eye irritation and environmental factors in the office environment - hypotheses, causes and a physiological model. *Scand J Work Environ Health*, 29(6), 411-430.
- Yamada, F. (1998). Frontal midline theta rhythm and eyeblinking activity during a VDT

task and a video game: useful tools for psychophysiology in ergonomics. *Journal of Ergonomics*, 41(5), 678-688.



附錄

附錄A MATLAB 傅立葉轉換程式碼

```
load C:\Temp\eyesecond.csv      %讀進資料檔
second = eyesecond(:,1);        %取出資料檔中時刻（秒）放入陣列 second
eyeblink = eyesecond(:,2);      %取出資料檔中眨眼資料放入陣列 eyeblink
plot(second,eyeblink)           %繪出時間與眨眼訊號關係圖
title('Eye Blinking')

Y = fft(eyeblink);              %將眨眼資料做快速傅立葉轉換
N = length(Y);                  %取出轉換個數
Y(1) = [];                       %第一項數值為傅立葉轉換總和，無意義，捨棄不計
power = abs(Y(1:N/2)).^2;        %轉換出振幅值
nyquist = 1/2;                  %定義頻率取樣點
freq = (1:N/2)/(N/2)*nyquist;    %定義頻率取樣點
plot(freq,power), grid on
xlabel('cycles/second')
title('Periodogram')

period = 1./freq;               %轉換頻率為周期
plot(period,power), grid on     %繪出眨眼周期圖
ylabel('Power')
xlabel('Period(second/Cycle)')

[mp,index] = max(power);
period(index)                    %求出最大振幅週期
```