

國立臺南大學

數位學習科技學系

碩士論文

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估

-以數位藝術課程為例

The Design and Evaluation of Using  
Affective Computing Techniques with Intelligent Tutoring System  
- An Example on Digital Arts Course

指導教授：林豪鏘 教授

研究生：林敬偉

中華民國一百年七月

# 國立臺南大學

## 博碩士論文紙本及數位電子檔著作權授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之學位論文，為本人於國立臺南大學 數位學習科技學 系所，99 學年度第 二 學期取得博、碩士學位之論文。

論文題目：

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估—以數位藝術課程為例

指導教授：林豪鏘

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權國立臺南大學，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，回饋社會與學術研究之目的，國立臺南大學圖書館得以紙本與數位格式收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍內，讀者得進行閱覽或列印。

本論文為本人向經濟部智慧局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：\_\_\_\_\_，請將論文延至\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日再公開。

授權人：林敬偉

親筆簽名：林敬偉

中華民國 100 年 7 月 27 日

# 國立臺南大學

## 博碩士論文數位電子檔著作權校外授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之學位論文，為本人於國立臺南大學 數位學習科技學 系所，99 學年度第 二 學期取得博、碩士學位之論文。

論文題目：

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估—以數位藝術課程為例  
指導教授：林豪鏘

本人茲將本著作，以非專屬、無償授權校外使用；基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟或數位化等各種方法收錄、重製與利用；於著作權法合理使用範圍內，讀者得進行線上檢索、閱覽、下載或列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校外網際網路

即日起公開

延後\_\_年後公開，至多不可超過5年(註)。

授權人：林敬偉

親筆簽名：林敬偉

中華民國 100 年 1 月 27 日

註：

依據教育部 97 年 7 月 23 日台高通字第 0970140061 號函規定：

提交博、碩士論文時，以公開利用為原則，若校外延後公開則需訂定合理期限(以不超過5年)。

# 國家圖書館博碩士論文電子檔案上網授權書

ID:GT00M09855008

本授權書所授權之論文為授權人在國立臺南大學 理工 學院 數位學習科技學 系所 99 學年度第 2 學期取得碩士學位之論文。

論文題目：

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估—以數位藝術課程為例

指導教授：林豪鏘

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一

（申請專案號：\_\_\_\_\_），請於 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日後再將上列論文公開或上載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日後在將上列論文公開或上載網路。

※ 讀者基於非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人：林敬偉

親筆簽名：林敬偉

民國 100 年 7 月 27 日

國立臺南大學碩(博)士學位論文考試  
審定書

數位學習科技學系 研究所

研究生 林敬偉 所提之論文

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估  
-以數位藝術課程為例

經本委員會審查，符合碩士學位論文標準。

學位考試委員會

召集人 張世熙 簽章

委員 蘇俊銘

林豪辯

指導教授 林豪辯 簽章

系所主任 林豪辯代 簽章

中華民國 100 年 7 月 27 日

運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估  
-以數位藝術課程為例

The Design and Evaluation of Using  
Affective Computing Techniques with Intelligent Tutoring System  
- An Example on Digital Arts Course

by

Jin-Wei Lin

國立臺南大學

數位學習科技學系

碩士論文

A Thesis  
submitted in partial fulfillment of the requirements  
for the Master of science degree  
in Information and Learning Technology  
in the College of Science and Engineering of  
National University of Tainan

July 2011

Advisor: Professor Hao-Chiang Koong Lin

中華民國一百年七月

# 運用情感運算技術結合智慧型家教系統之設計與評估

## -以數位藝術課程為例

學生：林敬偉

指導教授：林豪鏘

國立臺南大學數位學習科技學系碩士班

### 摘要

情感式家教系統係將情感辨識之因素加入智慧型家教系統。情感辨識則指辨識學生在學習過程時所產生的情感狀態，給予適時的回饋，以提升學生的學習興趣。本研究分為三階段發展時期：(1)進行情緒辨識系統與教學策略之規劃與設計；(2)設計數位藝術課程內容模組、情緒回饋之互動代理人玩偶模組以及系統之人機介面；(3)對於系統進行整合與評估，並進行兩階段式評估分析。藉由人性化的互動設計，希望能增進學習者的學習動機，進而提高其學習績效。

本研究的系統評估流程採用：(1)原型評估：系統使用性量表(SUS)問卷與專家的啟發式評估之評估方法；(2)三角評估：觀察、問卷和訪談之質量兼施的評估方法。藉由以上評估方法探討：(1)對於家教系統加入了情感運算功能的使用性是否良好；(2)使用者對於情感式家教系統的滿意度如何；(3)情感式家教系統的互動能否吸引使用者；(4)情感式家教系統能否提高使用者對於數位藝術課程的學習動機；(5)情感式家教系統對於不同領域的使用者，是否有不一樣的自我知覺學習績效提升。經評估結果發現，使用者對於系統之使用性相當良好，滿意度相當高；並且系統能吸引使用者，能提高使用者的學習動機，甚是能提高自我知覺的學習績效。

**關鍵字：**情感運算、情感式教學系統、智慧型家教系統、數位藝術、互動設計。

# The Design and Evaluation of Using Affective Computing Techniques with Intelligent Tutoring System - An Example on Digital Arts Course

Student: Jin-Wei Lin

Advisor: Hao-Chiang Koong Lin

Department of Information and Learning Technology  
National University of Tainan

## ABSTRACT

Affective tutoring system (ATS) is uses the factor of affective recognition with intelligent tutoring system (ITS). The aim of this study is to improve learning interests by recognizing the emotion states of students during learning and giving adequate feedback. This study consists of three research stages: (1) Design both the emotion recognition system and the tutoring strategy module. (2) Design the digital arts learning content module, the emotion feedback mechanism via the HCI design of interactive agent dolls.(3) Integrate and evaluate the whole system by two-stage evaluation. We hope that the learners' motivations and interests could be enhanced via affective interaction design, and hence their learning performance could be improved.

The system evaluation processes of this study adopts: (1) Prototype evaluation: The method of evaluation combines a system usability scale (SUS) questionnaire and heuristic evaluation by experts. (2) Triangulation evaluation: This method of evaluation uses both qualitative and quantitative research that includes observation, questionnaires and interview. By the above method, the following points are investigated: (1) Is the usability of ATS good or bad. (2) How about the satisfaction of ATS users. (3) Whether the interactivity of ATS is attractive to users. (4) Whether ATS increased the motivation of learning in digital art or not. (5) Whether ATS has different impact on self-consciousness learning achievement for users from different domains. According the result of evaluation, we can find the usability of system was rated high by users with high satisfaction ratings. Furthermore, ATS is not only attractive to users, but also increases learning motivation and self-consciousness learning achievement.

**Key words:** Affective Computing, Affective Tutoring System, Intelligent Tutoring

Systems, Digital Art, Interaction Design



## 誌謝

兩年的碩班日子說快不快，說慢不慢，除了認識的原班人馬以外，還認識了不少新的奮鬥夥伴。首先要感謝的是亦師亦友的好老師——林豪鏘教授，除了課業上的幫助以外，還不缺少私下的特殊交流，感謝老師讓我成為了一名數位藝術家，讓我有機會到各處展覽順便遊玩，謝謝老師在我難過的時候給我很大的安慰，雖然辜負老師的好意沒有達成某些目標，但是最終也是有找到好的歸宿，小弟真是沒齒難忘。接著感謝 DDLAB 的學長姐們——同看妹亂晃的好夥伴旻儕、受益良多但是也要一起私下交流的藝術課老師政弘、愛喇低賽超正的快速控球後衛 Fays 一成、酷酷韓國通的玥君、像大樹一樣照料我們的電影通密米純蓓、要一起打球打電動最敬愛的師父偉哲、腦袋始終破個洞很愛踩腳最後拉一桿的小朋友聖翔、日夜顛倒的超人外掛達人周山高能肉鬆嵩能、自由軟體高手瑞廷、超強神童亦恆、神話吵哥；好同學們——好哥們天龍人仙油哥宣佑、六年來的好同學真的很感謝妳像媽一樣照顧我們將來你一定是個賢慧的好老婆眉期、別人的囡仔阿寬銘寬；可愛學弟妹們——阿莎力屏東人兼任小徒弟宗毅、超有型像韋禮安的阿魯萬哥宗遠、同學六年嘴砲六年最可愛小熊熊禹璵、熱愛美食神經超大條的另一位小徒妹祖菁，因為你們讓 DDLAB 這個大家庭多采多姿，造就了許多故事與傳奇，充滿歡樂。再來感謝其他 LAB 的夥伴們——感謝讓 LAB 熱絡開朝元老學長陳胖文、謝艾拉、開導我的四大金釵凱雯、小埔里、宛臻、633、像兄弟一般的學長們家家、家俊、小月亮等人，感謝同班六年的好哥們饅頭世宏、好麻吉阿德錢德等人，感謝你們讓我的碩班生活不會很孤單充滿回憶，還有感謝大學部的學弟妹們，有你們在使我還能保持著最後的一絲絲青春，謝謝你們容忍我這個老人這麼久，以上，小弟在此衷心感謝、珍重再見、期待再相逢。

此外要感謝林竑賢先生以及孫于婷女士，謝謝你們容忍兒子離鄉背井到外地讀書，並且還時常不回家，偶爾還要忤逆你們，謝謝你們支持我繼續升學，並且時常給予我幫助，使我能如期順利的畢業，將來必定加倍回報。

林敬偉 謹致  
國立臺南大學數位學習科技學系  
數位藝術與互動設計實驗室  
民國 100 年七月

# 目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的與研究問題.....	3
1.4 論文架構.....	4
第二章 文獻探討.....	5
2.1 情緒運算相關研究.....	5
2.1.1 情緒分類.....	5
2.1.2 情緒辨識方法.....	6
2.2 家教系統.....	10
2.2.1 智慧型家教系統(ITS).....	10
2.2.2 情感式家教系統(ATS).....	12
2.2.3 代理人(Agent).....	13
2.2.4 代理理論 (Agency theory).....	14
2.3 教學策略.....	14
2.3.1 圖優效果(Picture Superiority Effect).....	14
2.3.2 提示回饋.....	15
2.4 情緒與學習.....	17
2.5 數位藝術.....	20
第三章 研究設計.....	21
3.1 研究流程.....	21
3.2 系統架構.....	21
3.3 情緒辨識模組.....	22
3.3.1 資料前處理.....	23
3.3.2 交互訊息處理建立情緒字典.....	25
3.3.3 語言結構訊息.....	27

3.3.4 語意線索情緒投票演算法 (Semantic Clues Emotion Voting Algorithm; SeCeVa).....	29
3.3.5 支持向量機 (Support Vector Machines; SVM) .....	32
3.3.6 合併辨識情緒結果.....	33
3.4 家教模組.....	35
3.4.1 教學策略.....	35
3.4.2 互動代理人玩偶之情緒回饋.....	36
3.5 數位藝術課程模組.....	37
3.6 介面模組.....	38
3.7 情境模擬：使用者腳本.....	40
3.8 設計與評估流程.....	42
3.8.1 原型設計及原型評估.....	43
3.8.2 專家評估.....	43
3.8.3 三角測量評估.....	44
3.9 研究工具.....	49
3.9.1 系統使用性量表(SUS).....	49
3.9.2 使用者互動滿意度量表(QUIS).....	50
3.9.3 鄭氏學習績效量表.....	50
第四章 實驗結果.....	52
4.1 系統開發環境.....	52
4.2 情緒辨識結果.....	52
4.3 使用性評估實驗設計.....	55
4.4 評估結果.....	56
4.4.1 原型評估之使用性量表(SUS).....	56
4.4.2 專家評估分析.....	59
4.4.3 修正後系統之三角測量評估分析.....	61
4.4.4 小結.....	71
第五章 結論與未來展望.....	72
5.1 結論.....	72
5.2 未來展望.....	73
中文參考文獻.....	75
英文參考文獻.....	76

# 圖目錄

圖 2-1 Russell's Circumplex Model (Russell, 1980).....	5
圖 2-3 情緒與概念間的關係流程(吳建良, 2007).....	8
圖 2-4 情緒階層空間模型 (Quan & Ren, 2010).....	8
圖 2-5 ITS 的四大要素(Stankov et al., 2000).....	11
圖 2-6 增加專家模組的 ITS 的五大關鍵元素(Stern et al., 2004).....	11
圖 2-7 Chakraborty et al (2010)改編 ITS 四大模組後的 ITS 系統架構.....	12
圖 2-8 情緒提示回饋(曾勤閔 & 許有真, 2010).....	17
圖 2-9 以學習為中心的認知情感狀態映射到 Russell (2003) 的核心情感框架 (Baker et al., 2009).....	18
圖 2-10 學習相關階段的情緒(Kort et al., 2001).....	19
圖 3-1 研究流程圖.....	21
圖 3-2 情感式家教系統架構圖.....	22
圖 3-3 將 35 種情緒標籤在 Thayer's 2-D emotion model 的分佈.....	24
圖 3-4 斷詞器處理畫面.....	25
圖 3-5 情緒字典處理畫面.....	27
圖 3-6 數位藝術課程流程圖.....	35
圖 3-7 代理人玩偶回饋總覽.....	36
圖 3-8 文字情感辨識與代理人玩偶回饋之對應圖.....	37
圖 3-9 ATS 情感式家教實際系統畫面.....	38
圖 3-10 ATS 課後小測驗畫面.....	39
圖 3-11 ATS 輸入情感對話框畫面.....	39
圖 3-12 ATS 最終測驗畫面.....	40
圖 3-13 使用者腳本.....	42
圖 3-14 設計與評估流程.....	42

圖 4-1 實驗流程 .....	56
圖 4-2 系統使用性量表直方圖 .....	57
圖 4-3 使用者使用情形 .....	66
圖 4-4 使用者討論的情形 .....	66
圖 4-5 受測者操作本系統後主觀感受之主軸編碼關係圖 .....	70

## 表目錄

表 3-1 Plurk 表情符號對照表.....	23
表 3.2 SeCeVa 演算法.....	31
表 3.3 特徵轉換表.....	33
表 3-4 代理人玩偶之回饋形式.....	37
表 3-5 啟發式評估所採用之評估準則 (亦稱啟發式訣竅; Heuristics).....	44
表 3-6 研究方法整理.....	48
表 4-1 語料格式說明.....	52
表 4-2 語料實驗資料 (單位: 句).....	52
表 4-3 交互訊息處理辭典之關鍵字數.....	53
表 4-4 辨識準確度最高的關鍵字數.....	53
表 4-5 不同關鍵字之準確度.....	54
表 4-6 合併辨識結果及辨識方法之準確度.....	54
表 4-7 各辨識方法之比較.....	55
表 4-8 SUS 系統使用性量表 SUS 分數換算統計結果.....	57
表 4-9 系統使用性量表各項數據結果.....	58
表 4-10 參與評估專家之專長項目.....	59
表 4-11 專家評艦之主軸編碼及說明.....	59
表 4-12 兩實驗組與兩份問卷 T 檢定分析結果.....	62
表 4-13 QUIS 問卷敘述性統計.....	63
表 4-14 鄭氏量表敘述性統計.....	64
表 4-15 使用者使用系統平均時間(秒).....	67
表 4-16 使用者輸入正確率.....	67
表 4-17 使用者訪談之主軸編碼及說明.....	68

# 第一章 緒論

本章分為四小節，1.1 節主要敘述人與電腦之間的密切性，以及情感式家教系統在教學上所要面臨的挑戰，1.2 節闡述近年來家教系統對於教學的目標及概況，1.3 節點出了本研究會遇到的問題以及期望達成的目標，1.4 節對於研究的研究流程以及本論文架構加以描述。

## 1.1 研究背景

### 情感運算

近年來科技發展快速，人與科技之前關係相當密切，科技所發展偏向以人類為考量。Picard 在 1995 年提出情感運算 (Affective Computing) 一詞，建議利用電腦辨識人類的情緒，並從理論和實際應用在學習、人機互動、娛樂、健康及人工智慧。日常生活當中大多數人類幾乎離開不了電腦，為了讓電腦更人性化，縮短人與電腦的距離，我們希望能與電腦溝通，而人與人之間溝通方式就是語言，因此為了能讓電腦與人溝通，甚至給予一些回應，便是現今許多研究的目標。

### 智慧型家教系統(ITS ; Intelligent Tutoring Systems)

智慧型家教系統是基於學習與人工智慧技術的電腦教學系統，旨在提供個別化的教學( Anderson et al., 1995; Koedinger & Corbett, 2006; VanLehn, 2006; Mitrovic et al., 2008 )。智慧教師將重點放在解決學生的問題，並且根據學生的表現，提供必要的指導。學生可以要求提示或是對於不正確的答案提供錯誤訊息並找到解決問題的步驟。藉由智慧教師的輔助，讓學生也能得到像真人教師的其中一個功能，就是邊做邊學( Koedinger & Corbett, 2006)。如何讓電腦像真人教師輔助學習，判別學習者的學習情況，給予適時的回饋，提高學習者的學習動機，正是本研究努力的一個方向。

## 情感式家教系統(ATS; Affective Tutoring Systems)

Kort et al. (2001) 年提出了一個新的模式，將影響學習情緒概念化，然後建立一個以電腦為基礎的模式，希望辨認學習者的情緒狀態，給予適當的回饋，讓學習者在最佳的狀態下學習。而將智慧型家教系統加入情感運算的方法，稱為情感式家教系統 ( Affective Tutoring Systems, ATS )，讓虛擬家教能夠辨識學習者在學習時的情緒，並適應學習者的情緒狀態，給予適當的回饋，並且能夠激發學習者的學習動機，讓學習沒有壓力。在此發展過程中，目前面臨的挑戰為：

- (1)如何正確判斷學生的情緒。
- (2)得到資訊後如何適性回應。

第一個問題有越來越多人投入研究，以各種形式進行分析。第二個問題目前較少人關注以及研究。本研究同時處理上述兩項問題，嘗試以使用者輸入的情緒文字進行情感運算，得知使用者的情感狀態，利用代理人玩偶給予適當的回饋。隨著情緒辨識的障礙逐步克服、如何適應學生情緒，也變得日益明顯和重要。

## 1.2 研究動機

由於目前所能見到的家教系統大多著重在使用者上課狀態，至於在分析使用者情緒部分的倒是比較少見。其中，利用文字方式來表達情緒較為自然，生活中許多的話語都包含情緒，寫作的文章也幾乎用文字組成，某些詞語除了可以瞭解當時情緒情境資訊之外，詞語對於某種情緒的代表性也是非常重要的一環。通常一段話整體內容如果是在闡述某種情緒，相對的此種情境下包含這類情緒字眼會較多，所以可以用這些資訊來判斷此語句最重要的幾個關鍵字，來代表此語句主要的情緒。

Sarrafzadeh et al. (2008)利用Easy with Eve系統辨識出使用者學習時的情緒，並且利用情感代理人”Eve”給予使用者適當的表情回饋。Mao et al. (2009) 的研究指出情感代理人家教”Alice”能夠適應使用者的狀態並正確的指導。此兩個研究



利用了情感運算辨識了使用者在學習的情感狀態，並且系統藉由情感代理人代理真人教師給予學習的回饋以及表情的互動，提高使用者的學習興趣。但常見的家教系統僅只用於教授一般學科，例如：數學、物理、語言等，鮮少用於教學藝術類型的學科，甚或是近幾年新興的數位藝術課程。

因此，本研究希望藉由情感助教的辨識使用者的情感狀態以及分析上課情況，給予適當的回饋，並且藉由代理人玩偶的互動呈現，希望能引發使用者對於情感式家教系統教授數位藝術課程的學習興趣。使用系統後，利用問卷、訪談等質量並重的方式，瞭解使用者對情感式家教系統的滿意度或是對於課程學習動機、學習興趣的相關看法。

### 1.3 研究目的與研究問題

本研究主要建置一個藉由辨識學習者的情緒、更加人性化的互動機制，旨於給予學習者更具彈性的學習過程，以提升學習者足夠的學習興趣，更藉此而提升學習者的學習動機。本研究依據功能性分為兩大主軸：(一)學習者之情緒辨識；(二)具有彈性教學策略之智慧型家教系統：(1)教學策略：這部分以學習者情緒分析結果為輸入，藉由課程代理人 (Curriculum Agent) 選擇最適合學習者的教學策略 (暗示、提示、多重選擇等等)。(2) 根據學習者的情緒給予情緒回饋。(3) 課程資料庫：以數位藝術教材為教學課程的內容。

根據上述之研究目的，本研究主要在探討以下問題：

- (1) 對於家教系統加入了情感運算功能的使用性是否良好？
- (2) 使用者對於情感式家教系統的滿意度如何？
- (3) 情感式家教系統的互動能否吸引使用者？
- (4) 情感式家教系統能否提高使用者對於數位藝術課程的學習動機？
- (5) 情感式家教系統對於不同領域的使用者，是否有不一樣的自我知覺學習績效提升？

## 1.4 論文架構

在本篇論文的架構中共有五個章節，第一章主要是介紹研究背景、研究動機與研究目的，並確定研究主題；第二章為文獻探討，介紹與本論文相關的研究，主要針對情緒辨識與家教系統以及情緒回饋到數位藝術課程進行探討；第三章是介紹實驗的架構與流程，情感式家教系統所使用到的情緒辨識方法、教學策略、回饋的互動代理人玩偶、數位藝術課程的內容以及系統設計與評估流程；第四章是實驗結果的分析，首先分析利用系統使用性量表( System Usability Scale, SUS )的敘述式統計，以及專家評估的啟發式評估。教學之後，三角測量評估，運用使用者互動滿意度評量表( Questionnaire for user interaction satisfaction, QUIS )與鄭氏量表(鄭傑仁, 2008)，俾以量化之敘述式統計，並且搭配質性分析對於使用者的觀察以及使用者的訪談，經由三角測量評估，列出使用者的相關評估；第五章是結論與未來展望，對於整體流程與實驗結果提出總結。

## 第二章 文獻探討

### 2.1 情緒運算相關研究

#### 2.1.1 情緒分類

在進行情緒辨識之前，首要的任務就是要確定甚麼是情緒以及情緒的類別要怎麼界定。如圖 2-1 所示，Russell (1980)建置了情緒二維模型圖。

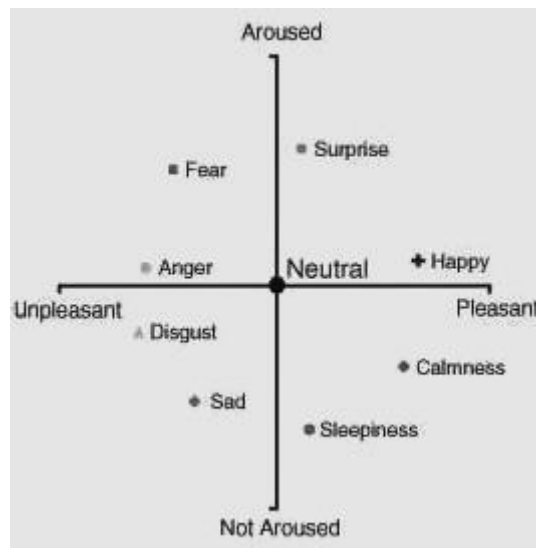


圖 2-1 Russell's Circumplex Model (Russell, 1980)

Thayer (1989) 提出一個基本的二維空間情緒模型，由壓力 (stress) 以及能量 (energy) 兩個維度來組成把情緒區分成四類，改進了 Russell 的分類方法，壓力是指情緒的正向 (positive)/ 負向 (negative) 的程度，能量則是指充滿活力 (energetic)/ 寂靜 (silent) 的程度，如圖 2-2 所示。本研究採用 Thayer 的二維空間情緒模型作為我們情緒分類的依據。

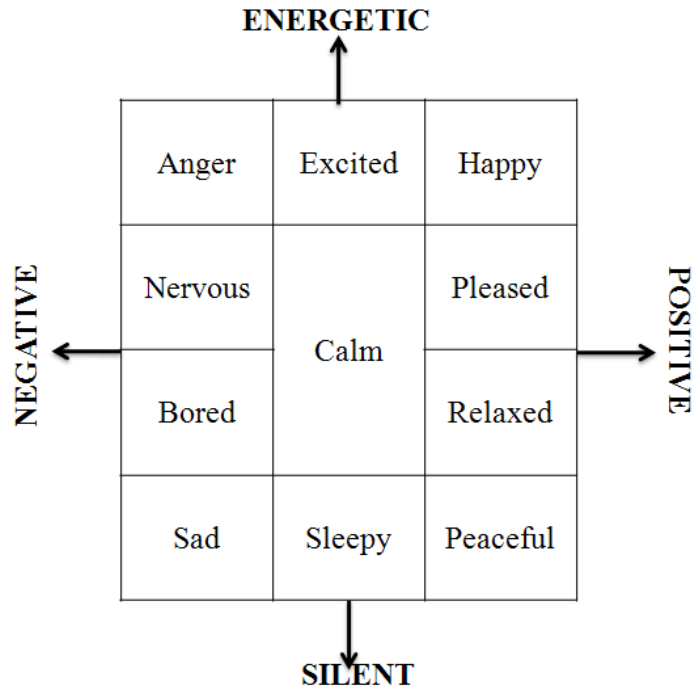


圖 2-2 Thayer's 2D emotion model (Thayer, 1989)

### 2.1.2 情緒辨識方法

目前國內外已經有相當多學者投入情緒辨識的研究，且技術幾乎是不盡相同，許多學者所提出各種表情情緒的辨識方法通常都有相當高的辨識率。Ammar et al. (2010) 曾提到：最新的科學研究結果證明，情緒在決策過程中、感知、學習等方面發揮非常重要的作用；而情感運算科學的指標性人物 Picard (1997) 也曾說過：如果想讓電腦更有智慧且更自然的與我們互動，必須賦予電腦認識、瞭解、甚至表達情緒的能力。由此可知，瞭解學習者的情緒對於我們所提出的情感式家教系統來說是一個非常重要的參數，相信這樣的系統能夠提升學習者的學習興趣與學習能力。

Yang (2007) 使用 Bayesian 分析兩種情緒的準確率有 78.30%，使用 SVM 辨識的準確率有 78.67%，使用 Conditional Random Field (CRF) 的辨識率為 82.27%。另外在分析四種情緒的情況下使用 Bayesian 的準確率有 51.30%，使用 SVM 辨識的準確率有 53.92%，使用 CRF 的辨識率為 56%。Huana (2009) 使用包含 8 種

基本情緒的情緒辭典，針對文字做分析，對應到 3D emotion space model 進行分類，在辨識兩種情緒的情況下準確度達 91%。因此，藉著分類器的輔助來辨識情緒，其辨識率還算是可以接受的。

林宇中 (2003) 提出的基於語意內容分析之情緒分類系統，首先歸納出引發情緒的基本因素。其中，動作描述部分稱為「動作語意詞」，而附屬於動作語意詞而形成完整語意的部分則稱為「附屬語意詞」。林宇中 (2003) 發現大部分動作語意詞，領域相依性程度較小，而其它的附屬語意詞，如壓力，不同的領域，同屬壓力的事項差異性就較大，即領域相依性程度較大。利用兩種不同語意詞的特性，截取領域相依性程度小的動作語意詞，並從語料自動訓練出而其它領域相依性程度大的附屬語意詞。

吳建良 (2007) 提出「情緒情境資訊網路」是透過距離強度、交互訊息、關聯度與合併辨識結果所加值的，情緒節點與字詞節點在不同指標計算下，有不同的強弱關係，利用K-means選出含有特定情緒的文句，再建立出情緒情境資訊網路，如圖2-3所示，藉由觀察「情緒及概念之關聯模組」的結果，挑選出與特定主體概念相關的文句，使得情境內容會更為縮減為符合該主體的相關概念。此模組的目的在觀察哪種概念對於特定情緒之影響。

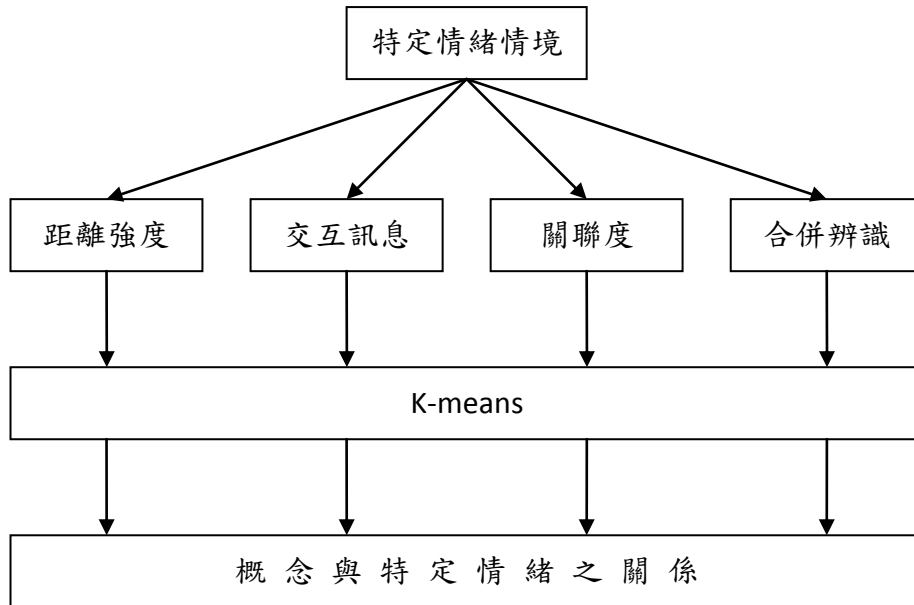


圖 2-3 情緒與概念間的關係流程(吳建良，2007)

Quan & Ren (2010) 提出一個情緒空間模型，如圖 2-4 所示，從一般結構的文件做分層，在文件中的情緒表式成一個向量 $\vec{d}$ ， $\vec{d}$ 是由每個段落的情緒向量所決定的， $\vec{p}$ 是由每個句子的情緒向量所決定的，而 $\vec{s}$ 則決定於表示情緒中多種文學措詞，像是情緒的關鍵字/詞組，程度詞，否定詞，連接詞等等。針對情緒階層空間模型進一步做探討與分析，目的在於找出更多可以反映出情緒的文學措詞。

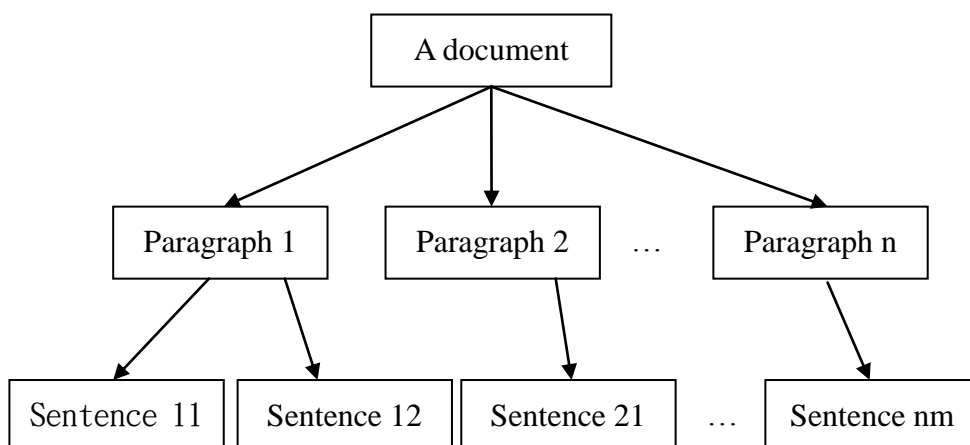


圖 2-4 情緒階層空間模型 (Quan & Ren, 2010)

為了衡量每個註解者與專家之間的一致性，研究者利用 kappa 統計量 (Carletta,1996) 來測量前後者的信度，公式如 2-1 所示：

$$k = \frac{P(A)-P(E)}{1-P(E)} \quad (2-1)$$

其中，P (A) 表示前後測量結果一致的比例，P (E) 則表示前後者測量結果預期相同的機率。利用分析資料八種情緒分別文件、段落以及句子中出現某種情緒時常伴隨何種情緒，並將相似度高的情緒做結合，並計算目前的情緒狀態根據機率來推論下一個可能轉換的情緒狀態。

近年來，由於語音及臉部的情緒辨識，情緒必須符合某項特徵，如臉部的驚訝嘴巴要張開，語音生氣時要大聲，在辨識上會有些限制，況且用最自然的輸入文字方式較為簡便，不需使用視訊攝影機或麥克風等相關電腦周邊，只需使用電腦即可。

故本研究的情感運算方面針對文字方面做分析。有關於語言上的情緒辨識主要分為 (1) 以語意分析為基礎，根據應用在不同領域的特性之下，產生不一樣由人工所加以定義的情緒規則，利用推論的方法找到情緒；(2) 將單一辨識模組的語音為主，並以關鍵字為輔助，藉此提升辨識的效能；(3) 以統計方法分析大量的語料，利用機器學習語言產生其規則與詞庫。

而針對文字研究部份，可歸納出幾個重點：(1) 以大規模本文作為分析的研究逐漸受到重視，利用機器學習或統計方式等方法形成一套規則。(2) 不論是以語意為基礎或者是以統計為基礎，都重視一些語法結構的判斷。(3) 利用許多方法合併的方式，可增強辨識的準確度。(4) 藉由詞性的選取，有助於文字辨識的提升。本論文將根據上述因素，納入情感式家教系統的情感運算之參考。

## 2.2 家教系統

### 2.2.1 智慧型家教系統(ITS)

所謂的ITS (Intelligent Tutoring Systems)，也就是智慧型家教系統，指的是一個藉由電腦分析提供個性化的指導或直接回饋給學生的系統(Sarrafzadeh, 2002)。比起傳統教學，智慧型家教系統提供更多的優勢，它提供有用且非批判量身訂做的回饋 (Anderson, Corbett, Koedinger, & Pelletier, 1995; Johnson et al., 2003; Self, 1990)。

智慧型家教系統大多由幾個模組所構成：介面模組，專家模組，學生模組、家教模組 (Koedinger & Corbett, 2006)。它是一種基於電腦的教育系統，像真人的家教提供個性化指令。一個ITS的智慧係基於學生的知識 (學生模組)、關於教學的知識 (家教模組)、關於特定領域的知識 (專家模組)。一個ITS決定教什麼以及怎麼教都建立在學生個人特色上，就像真人家教一樣。然而，由於ITS已被證明是像有經驗的真人家教管理學生的情緒狀態，以激勵學生，在過程中，提高他的學習，學生情感狀態表現也需要在ITS的基本結構，以提供學生更合適的指令。

除了學生的學習結果和知識之外，家教擁有學生情感狀態的有關訊息，它可以提供更好的反饋。學生模組必須擴充其中包括關於情感狀態的知識，家教才能獲得辨識學生的情感狀態和應對學生的能力。此外，情感模組需增加對這些情感狀態的推理能力，以便作出適當的答覆從教學和情感的觀點 (Pérez et al., 2004)。

ITS 包含四大要素，如圖 2-5 所示，其中包含了學生模組、教學模組、領域知識模組及使用者介面模組(Stankov et al. 2000)，組成方式較為薄弱。第一個是領域知識，這是學術界和相關訊息的儲存。第二是教師模組，這是給予學習者的教學模式。假如，學習者想要修改以前的學習內容或是系統對學習者提出了新的問題，這個要素將儲存該訊息幫助以後學生的決策。第三個因素是學生模組，這



是部分存儲的基本知識和基本資訊的學習者。該最後一個元素是介面模組，這部分扮演使用者與系統的介紹和互動易用性。

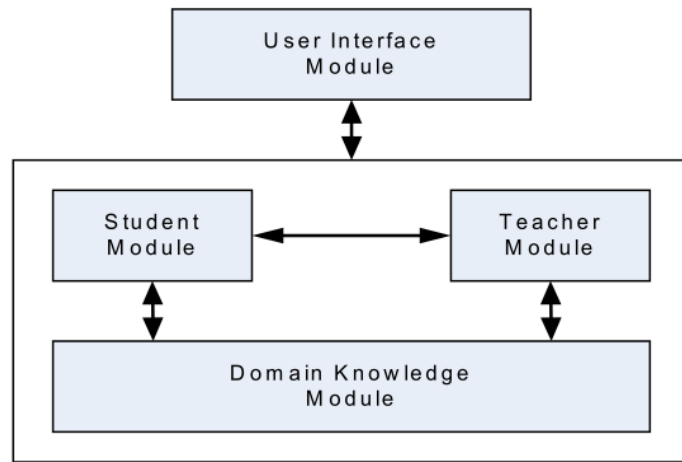


圖 2-5 ITS 的四大要素(Stankov et al., 2000)

根據 Stern et al. (2004)的研究，我們可以看到，在他們的系統有五個關鍵元素，即學生模組、領域知識、教學模組、介面模組和專家模組。顯然地，他們的系統增加了專家模式的機制，如圖 2-6 所示。

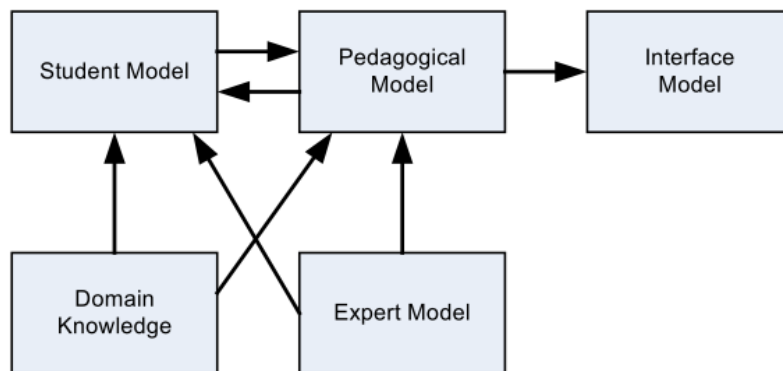


圖 2-6 增加專家模組的 ITS 的五大關鍵元素(Stern et al., 2004)

Chakraborty et al (2010) 設計了改編ITS經典四大模組，將領域模組分為兩個部份，其一為知識庫系統的領域組織模組，另一個則是儲存學習內容的注釋與測驗內容的數據庫。學生模組則是儲存學生的表現狀態以及學生的學習喜好紀錄，提供適應學習者的決策。教師模組則是由教學代理人給予適當的教學策略執行課

程的教學。介面模組則是藉由圖形化介面(GUI)與學習者進行溝通。其ITS如圖2-7所示。

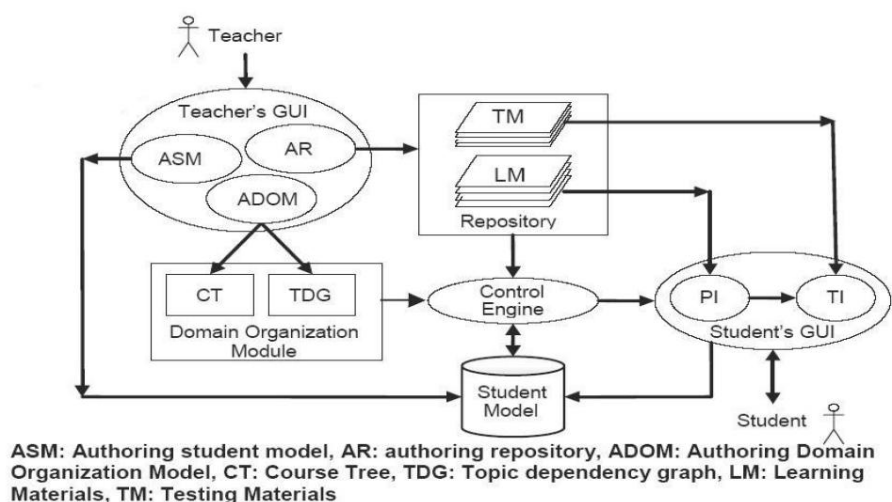


圖 2-7 Chakraborty et al (2010)改編 ITS 四大模組後的 ITS 系統架構

結合了以上幾位學者所提出來家教系統所需的模組，本研究結合若干模組作為本研究系統中使用的模組，詳細會在第三章中介紹到。

## 2.2.2 情感式家教系統(ATS)

情緒在人類智慧、理性的決策制定、社交互動、感知、記憶、學習與創造力等等扮演很重要的角色 (Picard,1997)。ATS (Affective Tutoring Systems) 情感式家教系統係指偵測學生的學習狀態及情感狀態，給予適時的情緒回饋，導正學生的學習情緒狀態 (Mao & Li, 2010)。

雖然ATS只是近幾年才開始發展的，但是第一個能夠適應以及察覺情緒，則必須追溯於Picard的研究，其提出了一個影響學習時情緒的概念化模組，建立一個能辨識學習者情感狀態，並給予適時回饋，使得學習者能夠增進學習 (Kort et al., 2001)。ATS是由ITS發展演變而成，希望能夠類似真人般，有效地適應學生情感狀態的方式 ( Sarrafzadeh et. al., 2003; Sarrafzadeh et. al., 2004; Vicente, 2003)。

由於情感運算技術的嘗試，使電腦能夠識別人類的情感，ATS被認為是一個更加個性化版本的培訓規格。

在Memphis大學的家教研究小組(Tutoring Research Group, TRG)將他們的ITS中的AutoTutor加入了情感成分。其中AutoTutor是一種以自然語言為基礎的家教，此系統已成功測試了約1000個以電腦或物理知識背景的學生，在表面知識以及更深入的學習皆有明顯的學習成果 (Graesser et al, 2004)。在一個旁觀者的測試中，AutoTutor表現相當良好，使用者無法分辨AutoTutor及真人家教的反應 (D’Mello et al, 2005)。

### 2.2.3 代理人(Agent)

Sarrafzadeh et al. (2008) 在其Easy with Eve教學系統裡，針對小學數學的領域。透過逼真的動畫代理人Eve，透過臉部表情的分析，能夠檢測出學生情感，並顯示他自己的情感。Eve得到學生情感後給予適當的教學，使用由人類家教的觀測研究生成的資料。此系統在兩所小學在測試並得到證明，情感輔導系統不只是可達到的，並且是一個表現智慧的教學系統 (Sarrafzadeh et al., 2008)。

結合了臉部表情、語音和文字辨識情感狀態的方法為基礎的情感代理人家教”Alice”，藉由分析以上三種辨識方法的情緒狀態，而且有能力適應使用者狀態明智地選擇指導 (Mao, et al., 2009)。此外，Mao等人在2010年進行了一項研究，調查影響學生在使用ATS滿意度的關鍵因素。在其研究結果裡，顯著影響學習者滿意度的因素ATS包括：學生的態度情感運算、家教的表現力、情感識別的準確度、可辨識情感的數量、教學行動和系統易用性等 (Mao & Li, 2010; Lin et al., 2011)。

Wang et al. (2009) 設計一個藉由移情代理人的數位學習環境，透過代理人的語言與非語言的表達說服學生持續學習以及達到所追求的學習目標。

## 2.2.4 代理理論 (Agency theory)

代理理論起源於1960年代與1970年代初期，經濟學家以風險分攤的觀念探討人與人之間以及個人與組織之間的關係。從此之後，這種觀念被後續學者應用於人與人之間的代理關係，因而發展出代理理論(Jensen & Meckling, 1976)。

Jensen et al (1976)定義代理關係 (agency relationship) 是指主理人(principal) 委派工作給代理人，並授予代理人某些權力，而彼此的關係以契約的形式存在稱之為代理關係。Eisenhardt (1989)將代理關係定義為主理人(Principals) 委派工作給代理人(Agents)，代理人必須完成主理人所交付的工作；而主理人與代理人之間的關係稱為代理關係。代理理論在過去研究是用來探討如何使用誘因和控制機制激勵員工(Bhattacharjee, 1998; Eisenhardt, 1989)。

因此本研究希望將真人教師所設計的教學課程以及回饋方式委派給虛擬的代理人教師，並且以代理人玩偶的回饋方式，跟使用者有所互動。

## 2.3 教學策略

### 2.3.1 圖優效果(Picture Superiority Effect)

除了再認作業之外，Paivio & Csapo (1973) 提出自由回憶作業也具有圖形表現優於文字，稱之為「圖優效果 ( Picture Superiority Effect )」。Shepard 在 1967 年的研究中，發現參與者對圖片的再認率高過句子；Standing 在 1973 年發現圖片較文字更容易激發及保留其相關的特性。Carr 等人在 1982 年更提出圖形所產生的關連促發大於文字，此一論點主述圖形會快速地激發其語意表徵，而文字則必須先激發其名稱才能激發其語意表徵。

圖型保留了外在環境刺激中的空間特性，一般人直覺上都會認為圖形比文字能更直接、不需要學習，就可以代表外界的事物。圖像刺激的這些特性被廣泛的認知且運用。童書中大量使用圖形，個人電腦的作業系統也由文字命令(command)發展成為圖形介面(graphic user interface)，以達成易學易用的目標，漫畫、繪本、廣告看板、動畫、電玩都不須透過文字，就可以向讀者或觀眾傳遞訊息，甚至人臉也可視為一種廣義的圖像。圖像認知加工歷程的知識，對當前的〔影像世代〕而言，更具有不可忽視的理論與應用價值。

語言文字本身是一套人造的抽象符號系統，是 2D 的刺激，具有大致不變動的視覺形態；圖像卻是環境中的實物刺激，具有 3D 特性，也因此會隨觀看角度的不同而展現不同的面貌；圖像也可能是用以代表實物的圖形，同一物體可以有很多不同的表現方式，其中所蘊含的訊息也因而產生質與量的差異。

因此本研究的課程設計冀望以圖片、影片及超連結搭配文字，提供學習者較多的吸引力，並且加深印象，讓學習者容易學習。

## 2.3.2 提示回饋

### 間接提示與直接提示回饋

Chi et al. (2001) 建議讓學生比在傳統模式教室有更多建設性機會的家教教程。研究人員已經調查了一些智慧型家教系統 (ITS) 對於技能領域的教學過程，反饋和指導的動作 (提示、暗示、鼓勵等)，諸如代數，幾何，物理和電腦程式。但很少人將 ITS 的教學使用在教藝術領域的課程，甚至是數位藝術的領域，這將是我們對於研究的一大突破。

Ferreira et al. (2009) 的研究，他們將 ITS 應答的方式分為直接應答策略(GAS; Giving-Answer Strategies) 及提示應答策略(PAS; Prompting-Answer Strategies)，其中 GAS 指的是教師對於學生的錯誤直接給予回饋應答的方式，包含重複學生的

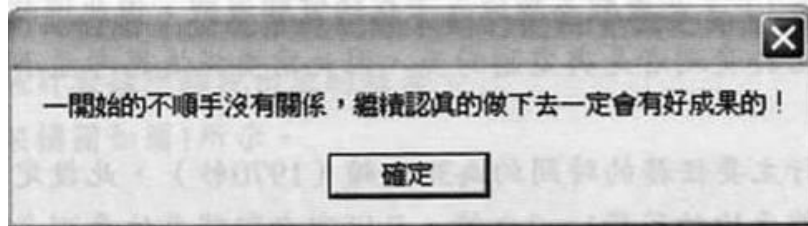
錯誤、改寫學生部分或全部的答案、明確更正學生的答案以及給予答案。PAS 即是教師對學生的錯誤利用提示的應答方式給予回饋，包括詢問學生回饋的正確性、澄清學生的錯誤以及教師鼓勵學生做出正確的回饋。Ferreira et al. (2009) 將使用者分為三類，分別為初學者、一般使用者及進階使用者，根據不同程度的學習者，給予不同的應答策略。

## 情緒提示回饋

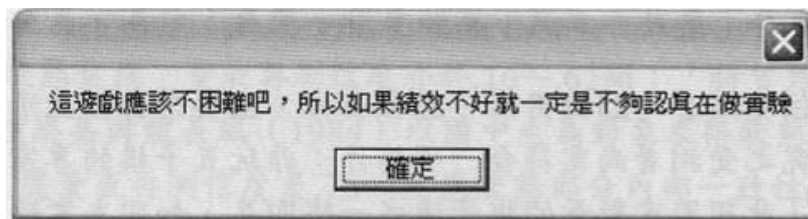
系統導入情緒因素是否能影響使用者的工作績效，也成為一種系統設計問題，曾勤閔與許有真 (2010) 在使用者工作進行中給予提示系統，該研究導入情緒因素，如圖 2-8。主要在探討導入情緒的提示系統對使用者績效的影響，並利用問卷來討論導入情緒是否會影響工作績效。其結果顯示正面情緒可有效幫助使用者並能提升其工作績效。



(a) 無情緒的提示回饋



(b) 正面情緒的提示回饋



(c) 負面情緒的提示回饋

圖 2-8 情緒提示回饋(曾勤閔 & 許有真，2010)

此外，也有其它研究顯示導入情緒在學習中，能引起學習動機。情緒在人類的學習中扮演著重要的角色 (Vesterinen, 2001)。在動機上，情緒已被確認為是一個相當重要的因素，而在學習時，動機是非常重要的 (Mao & Li, 2010)。

## 2.4 情緒與學習

### 基本情緒

許多情感在心理學研究的重點，Ekman (1971) 假設恐懼(Fear)、憤怒(Anger)、喜悅(Happiness)、悲傷(Sadness)、厭惡(Disgust)和驚訝(Surprise)這六種基本情緒

在日常生活裡是無所不在。然而在學習過程中，越來越多研究人員質疑這些基本情緒相關性 (D'Mello et al., 2007; Graesser et al., 2007; Kort et al., 2001)。

Graesser et al. (2009)的研究，多次嘗試偵測學習環境中的情感中，發現在學習課程中，學生的行為跟學習是有一些相關性的。

Baker et al. (2009) 指出發生的認知情感狀態和學習環境是有互動的，於是 Baker 等人將一些研究人員假設影響認知和深入學習的替代基本情緒，我們專注於一個情感認知狀態的集合，這些包括無聊、混亂、愉悅、專注、挫折、驚訝映射到 Russell (2003) 的核心情感框架，如圖 2-9 所示。

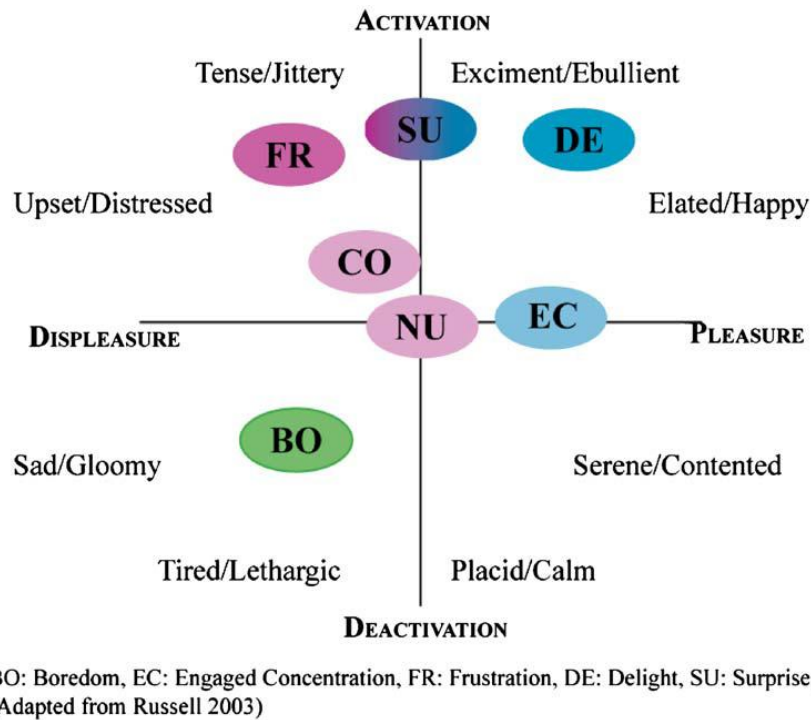


圖 2-9 以學習為中心的認知情感狀態映射到 Russell (2003) 的核心情感框架 (Baker et al., 2009)

無聊、混亂、好奇、流暢、有興趣、喜悅、挫折和驚訝這八種情感狀態對於學習經驗具有很強的相關性和影響力，這些狀態在智慧型家教系統以及真人導師教學中相當常見。(Craig et al., 2004; D'Mello et al., 2008; Bursell et al., 2004; Graesser et al., 2006)



Kort et al. (2001) 提出一個四象限學習螺旋模型運用在學習會發生的情感狀態，學習的狀態會從第一象限開始，然後轉為第二象限，遇到挫敗會轉為第三象限，當困惑受到解決之後轉為第四象限，學習到新的東西時，又會回到第一象限，如螺旋狀般的方式。如圖 2-10，其中 X 軸為情感狀態軸，Y 軸為學習軸，在意義上類似於 Russell (2003)。

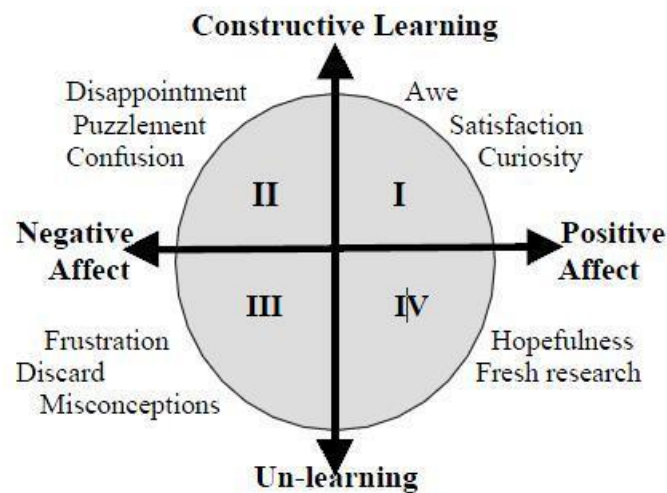


圖 2-10 學習相關階段的情緒(Kort et al., 2001)

D'Mello et al. (2005)透過 AutoTutor，發現學生的情感狀態多為挫折、困惑和苦悶。Gee (2004) 提出，在一定程度的受挫其實可以提高對於電腦遊戲的享受度 (enjoyability)。Pour et al (2010)的研究表示 AutoTutor 的回饋是可以影響使用者的情感狀態的。

由上述幾位學者所提出之學習情感狀態，大多以情感的正負向以及其活躍程度分類為二維象限，在 2.1.1 節提到的 Thayer (1989)所提出的二維情緒模型圖，較為容易理解，並且正反向關係以及相關的強烈程度，較容易數據化作為情感運算之依據，因此本研究的情感運算主要探討 Thayer 的二維情緒模型圖。

## 2.5 數位藝術

數位藝術是新興的藝術領域，由科技藝術發展而來，結合電腦、網路和多媒體，表現出多樣的面貌（廖翎吟，2003）。近年來藝術家透過科技促成許多數位藝術作品，並且提出數位藝術定義。林珮淳、范銀霞（2004）說明：「具備藝術性的作品必須能夠引起觀賞者內心的回應，除了作品裏直接表達的感情之外，更應該給予深層的思索。」而藝術課程的內容安排，以藝術教育的所包含課程：藝術史、藝術鑑賞、藝術創作、藝術批評為主軸（廖翎吟，2003），教師應多嘗試以資訊科技融入藝術課程教學，設法克服連線問題，提升藝術與人文學習領域的教學成效，改善教師教學品質，發揮教育的正面功能。（呂佳華，2009）。

藝術教育一向是我國教育政策推展的重要領域，在教育部藝術與人文學習領域課程綱要中提到「現今的藝術教育已逐漸脫離技術本位及精緻藝術所主導的教學模式與限制，而邁入以更自主、開放、彈性的全方位人文素養為內容的藝術學習。」。由此可見善用資訊結合數位藝術課程，來跳脫傳統教學的槽臼，配合科技時代的潮流，使學生的學習能與藝術教育作有效的接軌。

本研究的數位藝術課程內容是依照葉謹睿（2005）所著作的數位藝術導論來做設計的，其中將課程內所介紹文字內容，再加入影片及相關超連結，希望以多元的課程內容讓使用者產生對學習數位藝術課程提起相當的興趣。

## 第三章 研究設計

### 3.1 研究流程

本研究的研究流程為發現研究的問題、資料蒐集、系統設計並進行系統評估，最後再進行研究的相關分析及論述，研究流程如圖 3-1 所示：

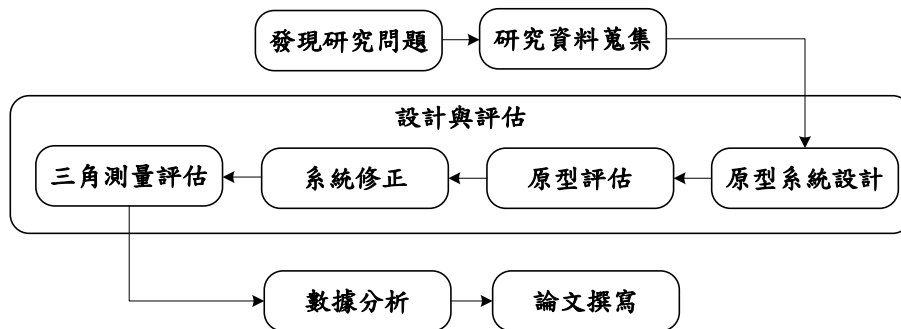


圖 3-1 研究流程圖

### 3.2 系統架構

如圖 3-2 所示，本研究將系統分為以下幾個模組：

- (1) 情緒辨識模組(Emotion Recognition Module)
- (2) 家教模組(Tutor Module)
- (3) 數位藝術課程模組(Digital Art Course Database Module)
- (4) 介面模組(Interface Module)

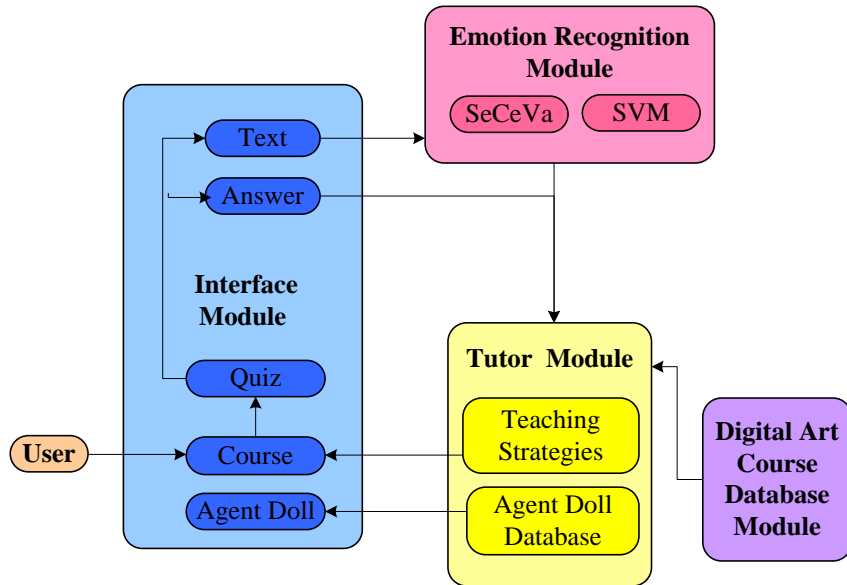


圖 3-2 情感式家教系統架構圖

### 3.3 情緒辨識模組

在情感辨識模組裡，情緒辨識方法的處理步驟為：

- (1) 資料前處理
- (2) 運用交互訊息處理建立情緒字典
- (3) 處理語意結構訊息
- (4) 辨識方法
  - [1] 語意線索情緒投票演算法  
(SeCeVa; Semantic Clues Emotion Voting Algorithm)
  - [2] 支持向量機 (SVM; Support Vector Machines)
- (5) 合併辨識情緒結果

其中，情感歸類使用到兩種方法為：支持向量機 (SVM; Support Vector Machines) 以及語意線索情緒投票演算法 (SeCeVa; Semantic Clues Emotion Voting Algorithm)。步驟 (5) 正是將此兩種方法的結果進行合併。

### 3.3.1 資料前處理

關於情感運算方面，本研究針對 Plurk 這個新興起的微網誌作為我們的資料蒐集，得到語料 (包含句子以及該詞句所帶有的情緒標籤)，進行分析，把 Plurk 官方提供的 35 種情緒標籤整理如表 3-1 所示。

表 3-1 Plurk 表情符號對照表

ID	Emotion	Code	N/P	ID	Emotion	Code	N/P	ID	Emotion	Code	N/P	ID	Emotion	Code	N/P
1		(brokenheart)	N	11		(LOL)	P	21		(haha)	P	31		(doh)	N
2		(unsure)	N	12		:-P	P	22		(rofl)	P	32		(nottalking)	N
3		(girlkiss)	P	13		:-&	N	23		(idiot)	N	33		(:-))	P
4		:-o	N	14		(sick)	N	24		:-D	P	34		(K)	P
5		:-( (woot)	N	15		(lonely)	N	25		(angry)	N	35		(yahoo)	P
6		(woot)	P	16		(blush)	P	26		(griltongue)	P	36			
7		(annoyed)	N	17		(tongue)	P	27		(panic)	N	37			
8		(lmao)	P	18		(goodluck)	P	28		(:	N	38			
9		(:-)	P	19		(tears)	N	29		(hassle)	N	39			
10		X-(	N	20		(cry)	N	30		(eyeroll)	N	40			

本研究依照 Thayer's model 把情緒標籤透過情緒的正負向以及能量(energy)這兩個特徵映射到二維圖上。情緒的正負向為橫軸，把情緒依據『正面(positive)』以及『負面 (negative)』加以分類，而能量為縱軸，把情緒依據『充滿活力的 (energetic)』以及『寂靜的 (silent)』標示出能量的程度。根據 Yang et al. (2007) 的研究將 Yahoo! Kimo Blog 的 36 類情緒依照 Thayer's model 分成 4 類的方式，本研究則是透過統計 30 位使用者與 5 位專家的意見，把 Plurk 35 種情緒標籤加以歸類成 4 類，根據統計將結果呈現如圖 3-3 所示。

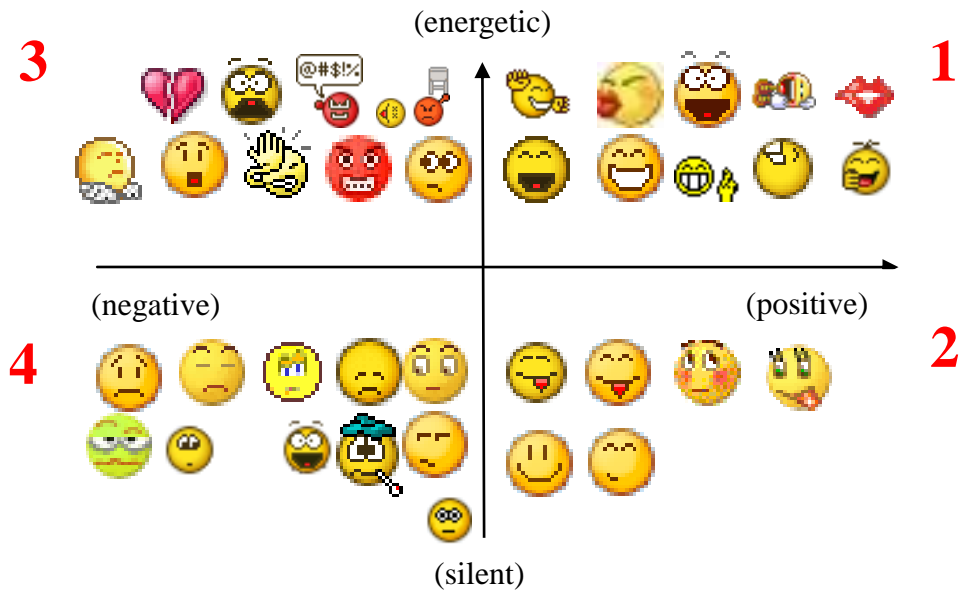


圖 3-3 將 35 種情緒標籤在 Thayer's 2-D emotion model 的分佈

## 斷詞

日常生活中使用的文句以及在網路上的留言，常常會帶有很多與情緒無關的詞語出現，因此我們需要針對蒐集到的語句進行詞語的擷取，過濾掉不具情緒辨識相關性詞性以及停用字（如：『的』、『了』、『吼』以及『喔』...等等）。因此我們在 Plurk 上蒐集到帶有情緒標籤的語料之後，使用最完整最知名的『中央研究院現代漢語平衡語料庫』（Sinica Corpus, <http://www.sinica.edu.tw/ftms-bin/kiwi.sh>）針對句子詞語的部分加以分析，截取出幾種整個句子中最具有情緒詞性的詞彙。圖 3-4 為斷詞器處理畫面。



圖 3-4 斷詞器處理畫面

### 3.3.2 交互訊息處理建立情緒字典

#### 交互訊息 (MI; Mutual Information)

本研究採用 Manning & Schütze (1999) 所發展的交互訊息 (Mutual Information; MI) 作為評斷情緒的重要依據之一，其定義為：「測量 P(x) 與 P(y) 兩個隨機變數的 MI(x,y) 關聯力 (collocation strength)」，如公式 (3-1) 所示。當 MI 越高代表這些字詞的關聯力越強，反之，值越弱，一同出現的關連機率越低，也可以說是兩變數之間各自獨立出現。

$$\begin{aligned}
 MI(x, y) &= P(x, y) \log \frac{P(x, y)}{P(x)P(y)} \\
 &= P(x, y) \log \frac{\frac{\text{Count}(x, y)}{N}}{\frac{\text{Count}(x)}{N} \times \frac{\text{Count}(y)}{N}}
 \end{aligned}
 \tag{3-1}$$

#### 情感交互訊息(EMI; Emotional Mutual Information)

本研究根據 Yang et al. (2007) 發展的情緒辭典 (Emotion Lexicon) 將 MI 的兩個變數代入情緒與詞之間去計算關聯力，進一步將停字詞 (Stop word) (如「的」、

「很」等），則刪除之後再進行轉換成具有情緒詞的 MI (本研究內稱為 Emotional MI；EMI)，如公式 (3-2) 所示。

$$\begin{aligned} \text{EMI}(e, e\_w) &= P(e, e\_w) \log \frac{P(e, e\_w)}{P(e)P(e\_w)} \\ &= P(e, e\_w) \log \frac{\frac{\text{Count}(e, e\_w)}{N}}{\frac{\text{Count}(e)}{N} \times \frac{\text{Count}(e\_w)}{N}} \end{aligned} \quad (3-2)$$

### 詞組式情感交互訊息(PEMI; Phrase-based EMI)

以一般的 MI 純粹計算兩個變數之間的關聯力，其變數通常為單一值變數與另一個單一值變數的計算，不過在中文文法的特性，通常寫作或日常對話之中，根據詞與詞搭配的不同，產生的意義也相對不一樣，間接影響在情緒之間的表達。意思是「打籃球」會變為詞組，「打了籃球」則否，其它詞則以 EMI 為準則。本研究之 PEMI 公式如 (3-3) 所式：

$$\begin{aligned} \text{PEMI}(e, p\_b) &= P(e, p\_b) \log \frac{P(e, p\_b)}{P(e)P(p\_b)} \\ &= P(e, p\_b) \log \frac{\frac{\text{Count}(e, p\_b)}{N}}{\frac{\text{Count}(e)}{N} \times \frac{\text{Count}(p\_b)}{N}} \end{aligned} \quad (3-3)$$

### 建立情緒字典

建立情緒字典必須先能分辨句子中的詞才能進行下一步的處理，因此採用收錄漢詞最完整的中央研究院漢語平衡語料庫 (Sinica Corpus) 第 3.1 版(中央研究院詞庫小組, 1993)，為一個包含五百萬目詞的帶標記平衡語料庫。本語料庫中每個文句都依詞斷開，並標示詞類標記。語料的蒐集也盡量做到平衡分配在不同的主題和語法上，系統具有新詞辨識能力並附加詞類標記的選擇性功能。舉例：「今



天天氣很好」，經由系統標記詞性後為：『今天 (Nd) 天氣 (Na) 很 (Dfa) 好 (VH) 』。標記後則進行 PEMI 值的轉換，轉換流程的演算法如下：

- Step1：將所有語句  $x_i$  ( $i=1\sim n$ ) 輸入進行分詞動作。
- Step2：過濾掉不必要的非體詞與非述詞的字詞，剩下的保留。
- Step3：具有 V-N 條件做組合。
- Step4：轉換成每個字詞與情緒之間的 PEMI 值。

產生的資料分成三類，關鍵字 (Keyword)、情緒編號和 PEMI，每個關鍵字搭配不同的情緒編號產生的 PEMI 都不相同，換句話說，每一個關鍵字可能對應到多種情緒，例如：「籃球」這詞對情緒 1、2、3 和 4 都可能有不同的 PEMI。將這些轉換完的資料儲存在辭典內，往後當需要做情緒判斷時，就可以從這裡找到需要的資訊。情緒字典的處理畫面如圖 3-5 所示。



圖 3-5 情緒字典處理畫面

### 3.3.3 語言結構訊息

文字處理上面，純以量化分析語句是不足的，所以本研究加入語言結構訊息去對文字方面做拆解，更能加強量化分析上的準確度。在分析了語料庫後，本研究目前處理下列四種語意結構：

- (1) 詞語量化詞性：具有代表情緒的詞性的關鍵字，通常以名詞、動詞、形容詞、副詞為主。本論文經由斷詞器將一段語句過濾掉不必要的詞性，再做量化的分析。
- (2) 否定語意：第一個是肯定語意的定義。由於否定語意句有轉換情緒之用途，其結構較為簡單，方便定義。在本論文的方法中，經由語句分析獲得含有否定語意資訊後，將之後的整段詞語所代表的情緒取相反狀態。考慮單一句型「我不快樂」，在得知快樂屬於正向情緒後，偵測「不」則變更為負向情緒。由於本研究採用成大開發的斷詞器作斷詞處理，將原始資料經由評估符合斷詞的詞語與人工篩選有用的詞語一併加入引用。
- (3) 轉折語意：第二個是轉折語意的定義。轉折語意具有否定前面所代表的情緒，通常代有轉折語意的那一句話，往往是表達整段句子的重點，因此對於此類型將以擷取此句當作指標，考慮一複合句型「我很累，但是我很快樂。」，雖然前一句的分析結果可能屬於負向情緒，但經過轉折語意的判斷之後，整體代表為正向情緒。
- (4) 對等連接語意：第三個是對等連接語意的定義。對等連接詞又可分為兩種，接句子或者詞，本研究針對此兩種對等語意進行不同方法之分析，並借由對等連接語意去判斷左右兩邊詞語的情緒，有兩個優點：一、對於一方無法判情緒時可以以另一方情緒結果當成整體情緒，二、當雙方都有可判斷情緒，可以當作一個檢查機制去比較所表達的情緒是否相同。

為了方便瞭解，本研究將四種語意結構使用演算法表示如下：

```

若 S 為經過前處理及自動斷詞後的輸入句
if(S 為單一句)
for(S 的每個字串)
    if(S 偵測到轉折語意)
        刪除之前的字串
    else
        if(S 有連接語意)
            對個別句子進行分析
            使用選取法則判斷情緒
            進行否定語意分析
        else
            使用選取法則判斷情緒
            if(S 有否定語意)
                計算否定語意數量
                if(否定語意數量為單數)
                    轉換情緒
                else if(否定語意數量為複數)
                    不轉換
            if(單一句具有兩種以上後選情緒)
                進行投票選擇最高情緒
                票數一樣則選擇結構簡單為主
            輸出結果
        else
            輸出結果

```

### 3.3.4 語意線索情緒投票演算法

#### (Semantic Clues Emotion Voting Algorithm; SeCeVa)

王偉哲 (2010) 的研究修訂 Yang et al. (2007) 在該研究所提出的第三種方法 (本論文稱為 Method\_3) 進行決定情緒，假設一個由  $n$  個詞組成的句子  $S$ ，每個詞  $w$  含有  $m$  種情緒  $e$  類別，我們定義為「 $S \rightarrow \{\hat{e}w_1, \dots, \hat{e}w_n\}$ ， $\hat{e} \in \{e_1 \dots e_m\}$ 」，其中  $\hat{e}$  為情緒總類數， $\hat{e}w_n$  為第  $n$  個詞經由轉換後，詞與不同情緒的搭配。對每

個情緒詞而言，可以從辭典中找到包含許多不同情緒搭配之 MI，其 Method\_3 演算法如下：

Step1：偵測句子中的每個詞並考慮所有  $\hat{w}_i$ 。

Step2：對於每個  $\hat{w}_i$  中挑選出 MI 最高者為代表情緒編號，也就是說，每一個關鍵字最後只會擷取最高 MI 的情緒。

Step3：對於每個代表編號進行投票的動作，如果票數不一樣，以最高票數的情緒編號為整體情緒，結束整個演算法；如果票數相同則進行 Step4。

Step4：從票數相同的情緒編號中，挑選 MI 最高的情緒編號為最後情緒。

王偉哲 (2010) 加入否定、轉折與連接三種語意結構訊息後，將 Method\_3 改良為 SeCeVa (Semantic Clues Emotion Voting Algorithm, 語意線索情緒投票演算法)，其演算法如表 3.2 所示：

表 3.2 SeCeVa 演算法

```

1. 若 S 為經過前置處理及自動斷詞後的輸入句
2. for (每一個句子)
3.     for (個別分析經由斷詞後的每個詞)
4.         if (詞屬於轉折語意) {
5.             將前面所有記錄的資料清空
6.         }
7.         else if (詞不屬於連接語意) {
8.             if (詞屬於辭典裡的關鍵字) {
9.                 紀錄關鍵字以及所對應的情緒編號與 PEMI
10.            }
11.            if (詞屬於否定語意) {
12.                紀錄否定語意次數，單數轉換情緒，負數則否
13.            }
14.        }
15.        else if (詞屬於連接語意) {
16.            紀錄結構複雜度
17.            偵測目前記錄的關鍵字情緒編號之票數並計算
18.            if (情緒編號票數相同) {
19.                擷取票數相同中有最高 PEMI 之情緒編號
20.            }
21.            if (否定語意次數為單) {
22.                轉換情緒
23.            else
24.                不轉換
25.            }
26.        }
27.    將記錄後的資料擷取出來
28.    以上述相同之方法判斷情緒
29.    if (有連接語意) {
30.        以結構較簡單為最後情緒編號
31.    }

```

### 3.3.5 支持向量機 (Support Vector Machines; SVM)

支持向量機 (Support Vector Machines, 簡稱 SVM) 是一種相似於類神經網路, 其主要為分類 (Classification) 的演算法, 由 Vapnik et al. (1979) 根據統計學習理論提出的一種新的機器學習方法。SVM 具有下列幾項優點: 一、SVM 具有完整的理論架構以及發展成熟的工具。二、操作簡單方便, 實作的效果良好。三、在解決小樣本、非線性及高維模式識別問題中表現出許多特有的優勢。

#### 特徵向量轉換

在特徵向量轉換上, 本研究以選擇 Fan et al. (2005) 開發的 LibSVM, 將多個 SVM 結合在一起, 使得能一次辨識兩種以上的類別, 其功能與操作更為簡單。將研究結果轉換成 LibSVM 的格式, 假設一語句 S 經由斷詞後產生詞  $W_i$ ,  $i = 1 \sim n$ , 我們會對個別的  $W_i$  進行分析的作業分別去偵測是否含有關鍵字及其對應的情緒編號與關聯力, 另外偵測是否有語意結構訊息出現在句子裡, 個別給於每個特徵值一到多個特徵數量, 其目的在於給予每個特徵值存取的空間, 避免分類錯誤, 舉例一個句子「今天過的很輕鬆, 但是我不喜歡下禮拜的考試。」經由分詞後會變成「今天 (Nd) 過 (VCL) 的 (DE) 很 (Dfa) 輕鬆 (VH), 但是 (Cbb) 我 (Nh) 不 (D) 喜歡 (VK) 下 (VC) 禮拜 (Na) 的 (DE) 考試 (Na)」。會先從頭偵測每個詞是否有關鍵字, 但其實之前就已事先擷取特定的詞性, 所以像「今天」、「的」與「很」之類的非關鍵詞性不會被偵測到, 接著在偵測語意資訊時, 會先發現「但是」屬於轉折語意, 其會將前面的資訊全消除, 後來偵測到「不」屬否定語意, 因為在出現在轉折語意之後, 固保留, 將後面偵測到關鍵字資訊一併轉換成特徵向量, 如表 3.3 所示。

表 3.3 特徵轉換表

項目	特徵數量	說明
情緒編號	4	擷取句子編號出現所佔的比重。
否定	1	偵測是否出現否定詞，出現給1，其餘給0。
轉折	0	刪除前面的資訊，並將後面的資訊保留下來。
對等	0	選擇結構簡單的為轉換目標。
關聯力	4	給於每個情緒編號最高之MI。

### 3.3.6 合併辨識情緒結果

在使用的的方法上，王偉哲 (2010)的研究分為兩種辨識方法，一為從句子轉換成特徵值向量後並加入 SVM 去進行訓練，產生一套辨識規則，二為經由 Yang et al. (2007) 提出的 Method\_3，加入基本語意結構訊息，改良成王偉哲 (2010) 提出的 SeCeVa，利用個別方法去進行辨識產生情緒。基於兩種不同方法下，其整體結果不一定完全符合，而所得到的個別情緒準確度也都不一樣，因此利用 Thao (2005) 提出最小錯誤法與最大準確度法，針對分析後個別分類的優勢進行合併，以決定出最終之情緒。

#### 最小錯誤法：

Step1：如果  $E_{SVM} = E_{SeCeVa}$ ，以兩者相同的情緒為主，其中 E 代表預測之情緒。

Step2：如果  $E_{SVM} \neq E_{SeCeVa}$ ，會執行下列事情：

$$(1) \text{ 計算 } P_{E_{SVM}}(E_{SeCeVa}) = \frac{n(E_{SeCeVa})}{n_{total}(A_{SVM})}$$

// $n(E_{SeCeVa})$ 表示在訓練的資料中，分類在標籤  $A_{SVM}$  與  $E_{SVM}$  一樣結果，但是  $E_{SeCeVa}$  卻分類錯誤。

// $n_{total}(A_{SVM})$ 表示在訓練的資料中分類在  $A_{SVM}$  的數量。

$$(2) \text{ 計算 } P_{E_{SeCeVa}}(E_{SVM}) = \frac{n(E_{SVM})}{n_{total}(A_{SeCeVa})},$$

// $n(E_{SVM})$ 表示在訓練的資料中，分類在標籤  $A_{SeCeVa}$  與  $E_{SeCeVa}$  一樣結果，但是  $E_{SVM}$  卻分類錯誤。

// $n_{total}(A_{SeCeVa})$ 表示在訓練的資料中分類在  $A_{SeCeVa}$  的數量。

Step3：找到  $\min(P) = \min(P_{E_{SVM}}, P_{E_{SeCeVa}})$ 。

Step4：選擇  $\min(P)$  為的分類。

以最小錯誤法來說，當兩個方法對於某個語句辨識之情緒相同時，其最終情緒就以預測為主，如果不一樣，會依據計算方式選取錯誤率較低的一方。計算方式舉例如下：在 A 分類的總數下，比較 SVM 與 SeCeVa 對於 A 分類的預測，在一邊正確一邊錯誤的情況下才予以計算，錯誤的一方會增加錯誤率。

### 最大準確度法：

Step1：如同最小錯誤法以相同的情緒為主。

Step2：如果  $E_{SVM} \neq E_{SeCeVa}$ ，會執行下列事情：

$$(1) \text{ 計算 } P_{E_{SVM}}(E_{SVM}) = \frac{n(E_{SVM})}{n_{total}(A_{SVM})},$$

// $n(E_{SVM})$ 表示在訓練的資料中，分類在標籤 $A_{SVM}$ 與 $E_{SVM}$ 一樣結果，且 $E_{SVM}$ 分類正確。

// $n_{total}(A_{SVM})$ 表示在訓練的資料中分類在 $A_{SVM}$ 的數量。

$$(2) \text{ 計算 } P_{E_{SeCeVa}}(E_{SeCeVa}) = \frac{n(E_{SeCeVa})}{n_{total}(A_{SeCeVa})},$$

// $n(E_{SeCeVa})$ 表示在訓練的資料中，分類在標籤 $A_{SeCeVa}$ 與 $E_{SeCeVa}$ 一樣結果，且 $E_{SeCeVa}$ 分類正確。

// $n_{total}(A_{SeCeVa})$ 表示在訓練的資料中分類在 $A_{SeCeVa}$ 的數量。

Step3：找到  $\max(P) = \max(P_{E_{SVM}}, P_{E_{SeCeVa}})$ 。

Step4：選擇為  $\max(P)$  的分類。

以最大準確度法來說，當兩個方法對於某個語句辨識之情緒相同時，其最終情緒就以預測為主，如果不一樣，會依據準確度選擇較高的一方。計算方式舉例如下：在 A 分類的總數下，比較 SVM 與 SeCeVa 對於 A 分類的預測，在一邊正確一邊錯誤的情況下才予以計算，錯誤的一方會增加錯誤率。

最小錯誤法在於計算個別出錯的機率並選擇機率最小者，反之，最大準確度法則是選擇準確度最高的，利用這兩種方法，讓我們之後可以根據結果，當分類結果不同時選擇的標準。



由於王偉哲 (2010)的研究裡提出的方法，對於文字的辨識率良好，因此本研究的情感運算模組採用王偉哲 (2010)的方法，詳細的分析及辨識率會在第四章介紹到。

## 3.4 家教模組

### 3.4.1 教學策略

本研究則是將使用者分類為初學者、一般使用者及進階使用者這三種類型，一開始先將使用者都分類在初學者這個分類，在教學當中會一直提問使用者課程是否太難再給予調整課程的難易程度，其中系統的問題會先採用提示應答策略(PAS; Prompting-Answer Strategies)，假使使用者一直答錯，才會使用直接應答策略(GAS; Giving-Answer Strategies) 的方式應答。圖 3-6 為方法的流程圖。

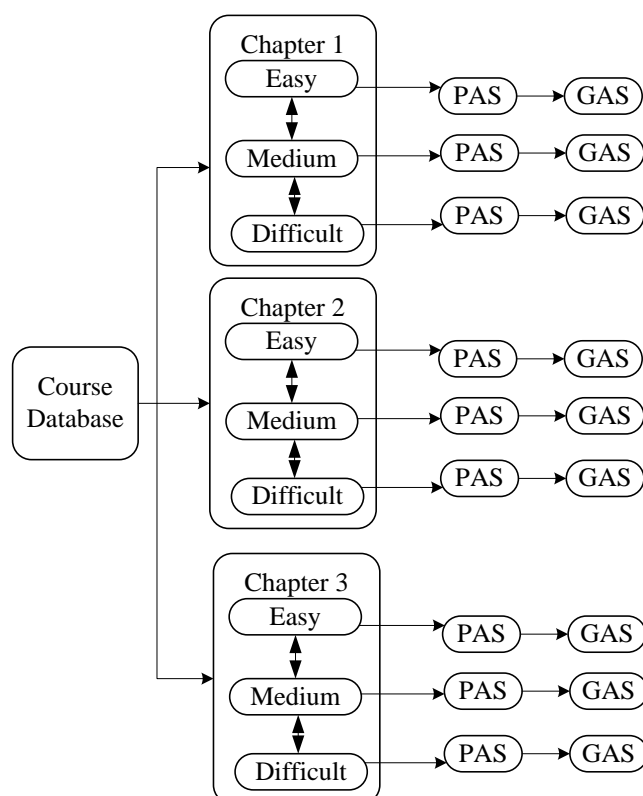


圖 3-6 數位藝術課程流程圖

### 3.4.2 互動代理人玩偶之情緒回饋



本研究的 ATS 系統在教學當中，藉由系統中互動指令及輸入文字的情感運算，經過家教的演算及判別，給予適當的代理人玩偶的情緒回饋，其中代理人玩偶的情緒給予正面的回饋，希望藉由代理人玩偶的表情變化，提升使用者對於本系統的興趣，代理人玩偶如圖 3-7 所示。



圖 3-7 代理人玩偶回饋總覽

Norman (2007) 也提到系統沒有資訊回饋，使用者很難產生一個概念模式。適當的提供回饋，能讓一個系統用起來愉快且成功，否則會讓使用者感到困擾和挫折。Ekman & Friesen (1971) 提出人類的六種基本情緒：憤怒、恐懼、厭惡、驚訝、喜悅、悲傷。因此本研究將代理人玩偶設計配合這六種情緒，並且加入正常無表情共七種。當使用者答對或輸入的情感文字為正向情緒時，代理人玩偶會回饋教喜悅的情緒；使用者答錯或輸入的情感文字為負向情緒時，則會回饋較負面的情緒。表 3-4 為代理人玩偶回饋形式之整理，圖 3-8 為使用者輸入情緒文字辨識之回饋分類。

表 3-4 代理人玩偶之回饋形式

狀態	代理人玩偶回饋形式
使用者答對	
使用者答錯	

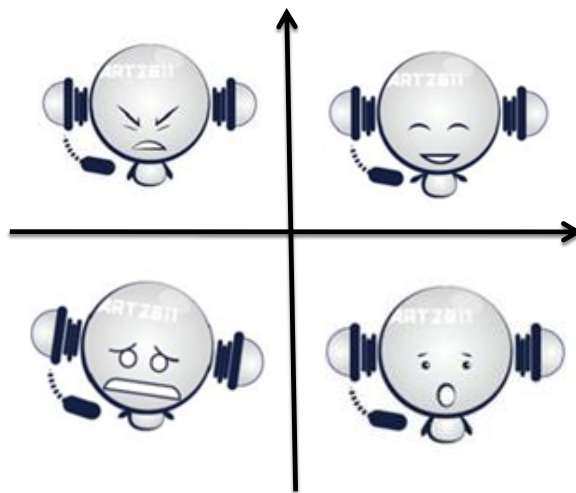


圖 3-8 文字情感辨識與代理人玩偶回饋之對應圖

### 3.5 數位藝術課程模組

ATS 系統一開始藉由專家將數位藝術課程分為三種難度，一開始先給予使用者最簡單的教材，利用課堂中間的小問題、課後詢問課程難度，以及使用者輸入對於教學的感覺進行情感運算分析決策使用者對於課程是否覺得很難，經由以上三種使用者回饋進行簡單的演算分析，假如覺得很難就給予降低一個等級的課程難度；反之，則增加課程難度一個等級。

最簡單的第一階層的難度是由專家將課程內的重點利用顏色標記，並在課程的作品範例裡加入作品的相關的網路影片連結以及網站超連結，希望以多元的方式解釋作品，讓使用者很簡單的瞭解各作家的相關作品。

中間的第二階層的難度則是一樣由專家將課程內的重點利用顏色標記，但是在課程的作品範例裡，並無加上相關的網路連結。

最困難的第三階層的難度我們將數位藝術教材呈現出來，希望讓使用者能夠自動自發找出重點的學習方式。

### 3.6 介面模組

如下圖 3-9 所示，我們將系統介面分為四個模組，其中左邊為主要數位藝術課程呈現的內容，右上角為課程選取的方塊，右方接著是互動代理人的玩偶，會因為使用者答題時的正確與否，以及右下框情感文字輸入框經由情感運算出來的情緒，給予不同代理人玩偶的回饋。

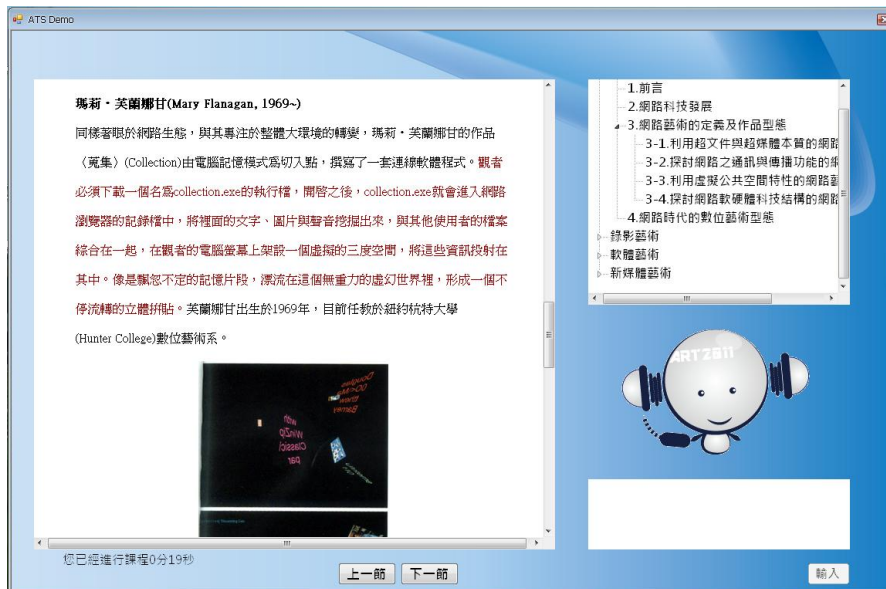


圖 3-9 ATS 情感式家教實際系統畫面

在每個章節結束之後，系統會給予章節之後的小測驗，如圖 3-10，測試使用者是否專心於課程，並且在小測驗之後會詢問課程是否很難，再請使用者輸入情感文字於文字輸入框，圖 3-11 可看到文字輸入框的情形，屆時情感式家教系統會經由決策，給予適當代理人玩偶的回饋，藉此提高使用者對於本系統教學的學習興趣。

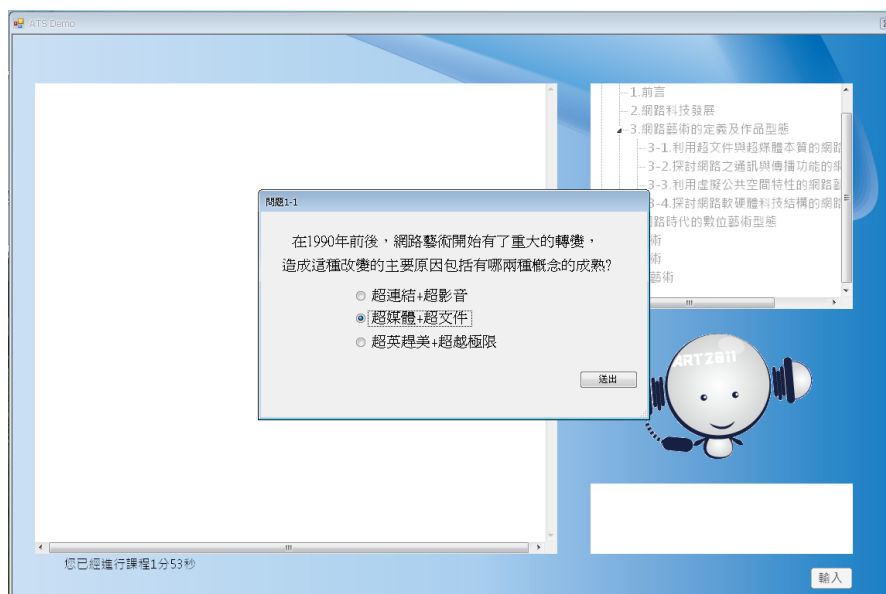


圖 3-10 ATS 課後小測驗畫面



圖 3-11 ATS 輸入情感對話框畫面

經過閱讀所有章節之後，系統會出現開始最終測驗並且結束程式的按鈕，進行最終測驗之後，系統將會計算出使用者的得分，並且給予正確的解答之後結束程式。圖 3-12 可以看到最終測試畫面。

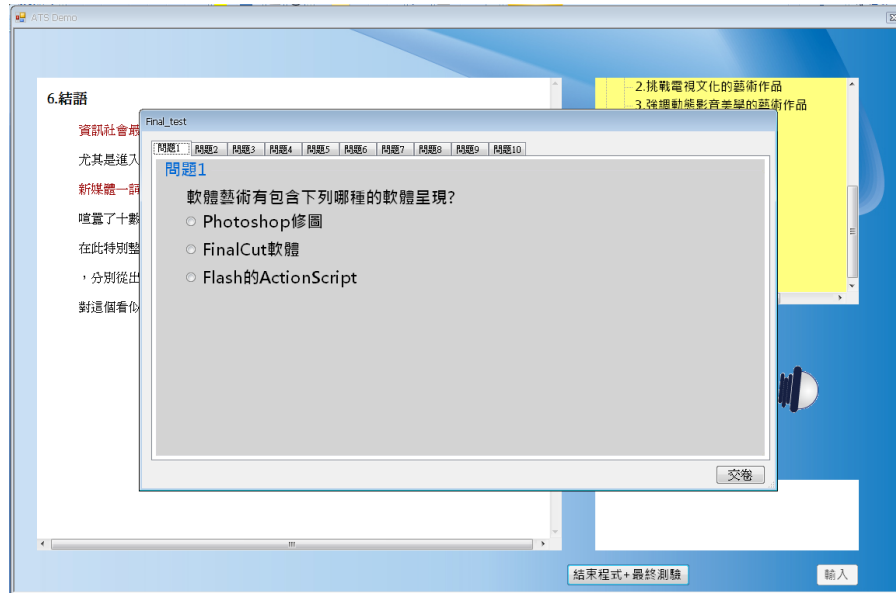


圖 3-12 ATS 最終測驗畫面

### 3.7 情境模擬：使用者腳本

在完整最終系統前，本研究列出情境模擬，以教導使用者使用 ATS，甚至面臨到 ATS 給予的任務能夠有好的回應，讓使用者跟 ATS 有良好的互動關係。

假如有一天，使用者想藉由 ATS 系統學習數位藝術課程，首先他先開啟系統程式，在系統的右上方有個樹狀選項可以選取使用者想要的課程，課程將會出現在系統的左方，並且開始計時進行學習的時間，時間將會顯示在左下角。藉由系統按鈕接續下一節，在最後一個章節會提示按下系統下方的”開始測驗”按鈕，接著系統會給予課後的小測驗。

依照選項選擇答案，當使用者答錯一題時，系統會給予小提示，提醒正確答案；當使用者連續答錯兩題以上，系統則會直接告知答案。結束課後問題之後，系統會詢問課程是否很難。

使用者點選是或否之後，系統會再詢問對於本系統教學的感覺，使用者接下來將自己的感覺輸入至右下角的對話框，輸入完成後按下右下角的輸入鍵，系統將會進行情感運算，代理人家教抉擇給予代理人玩偶的回饋，並且顯示本單元所進行教學的時間。藉由課後問題的答題表現、詢問的課程難易度以及對於上課感覺的情感運算，將這三者經由家教的演算，適時增加或降低課程的難易程度。

所有單元結束之後，使用者可以選擇繼續點選右上角的課程，或者是按下方的進行最終測驗並且結束程式按鈕。若是選擇繼續課程則會繼續剛剛過程；如果是選擇進行最終測驗並且結束程式按鈕，則會進行最終的測驗，計算出分數並給予解答，然後將使用者的學習單元及學習時間記錄在一個記事本的檔案裡，並且結束程式。

系統情境模擬的使用者腳本顯示在圖 3-13 當中，其中黃色區塊為使用者選擇點選的區塊；藍色為系統的提問；紫色為系統的回饋。

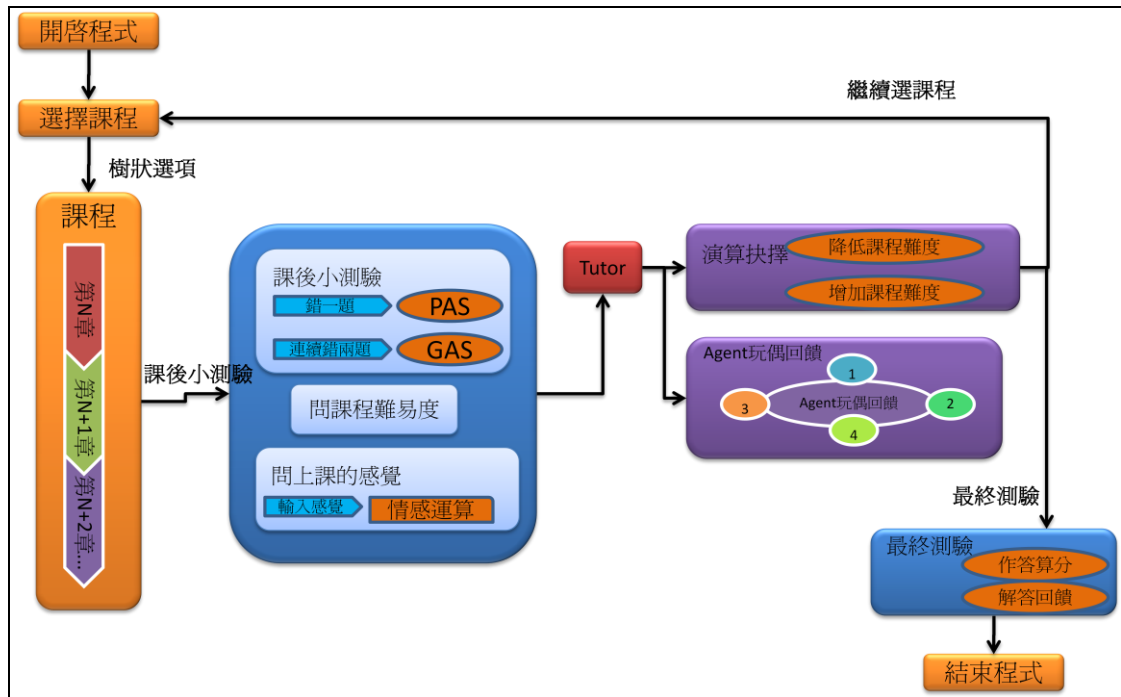


圖 3-13 使用者脚本

### 3.8 設計與評估流程

本研究之設計與評估流程如下，其中包括：(1) 概念模型 (2) 原型設計 (3) 專家評估的啟發式評估 (4) 結合辨識學習情緒及回饋的情感式家教系統 (5) 最終系統評估：進行三角測量評估。設計和評估流程如圖3-14所示。

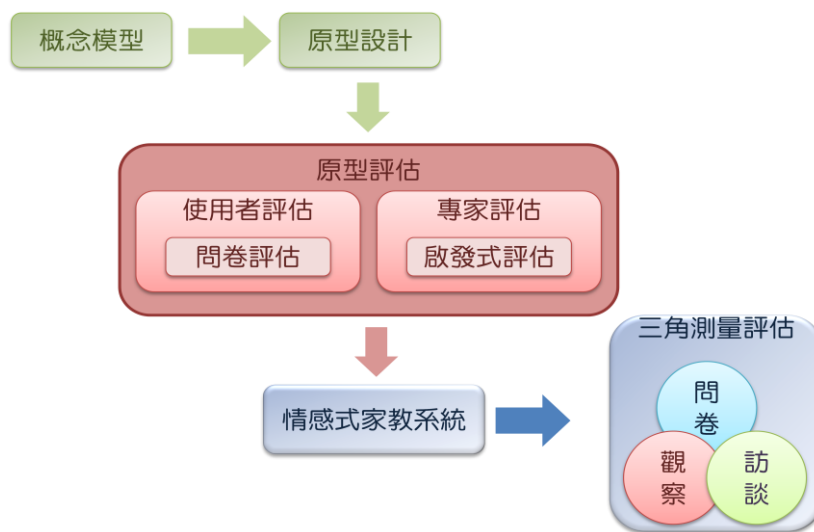


圖 3-14 設計與評估流程



### 3.8.1 原型設計及原型評估

本研究擬進行開發建置可辨識學習者情緒，結合人性化的互動過程提供使用者更具學習彈性的「情感式家教系統」。系統製作原型以技術發展與應用為核心，透過文字為主要情緒輸入，設計視覺化介面互動代理人作為進行情感運算後的結果輸出來與使用者進行溝通。研究辨識使用者在學習時，為達到有效增進學習者的學習動機與興趣，更透過專家評估進行系統評估修正，作為情感式家教系統研究評估重要部分。

在原型設計之後，先給予 20 位受測者使用原型，先進行原型評估，問卷的評估方面，其中一部份是評估系統的可用性。我們使用了著名的問卷系統可用性量表 (System Usability Scale, SUS) 來評估系統的可用性。

### 3.8.2 專家評估

本研究採用啟發式評估方法，進行專家評估。啟發式評估的最大優點，係進行評估時並不需要使用者在場，亦不需特殊設備，因此可讓研究資源發揮最大效益。Nielsen (1994) 提出，只要 5 位評估人員，就可找出 75% 以上的使用性問題。我們預計邀請五位左右的具有下列專長的專家，與設計團隊共同進行本計畫之原型與系統之專家評估：學習科技、互動設計、數位藝術、視覺設計、系統開發等。

#### 啟發式評估

啟發式評估 (Heuristic Evaluation) 是一種非正式的使用性檢視方法，由 Nielsen(1994) 依照一組已知的使用性探索法則 (Usability Heuristics)，評估使用者介面的組成要素是否遵循這些原則而進行設計。而這種啟發法，是由領域專家所提出的。基本上每位評估花 1-2 個小時進行系統檢視，至少執行兩次的檢視。

- (1) 第一次檢視：專家感受整個互動介面操控的大致流程及對此產品的認識。
- (2) 第二次檢視：評估人員確認存於整個產品情境中的特定介面組成要件、使用性問

題。其中進行評估時所採用之評估準則（亦稱啟發式訣竅; Heuristics），將在下表 3-5 列出：

表 3-5 啟發式評估所採用之評估準則（亦稱啟發式訣竅; Heuristics）

項目	內容
系統狀況的可視性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 系統是否持續告知使用者正在進行的情況？</li> <li>● 對於使用者的操作是否能在合理的時間內做出回應？</li> </ul>
系統和真實世界相互結合	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 所使用的字彙、片語和觀念是否對使用者而言是熟悉的？</li> </ul>
使用者控制和自主性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 是否有任何方式可讓使用者輕易地離開他們誤入的地方？</li> </ul>
一致性和標準化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 是否執行類似動作的方式是一致的？</li> </ul>
預防錯誤	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 系統是否容易出錯</li> <li>● 假如是的話，問題出在何處？又為什麼會如此？</li> </ul>
辨識重於回憶	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物件、操作和選項是否一直看得見？</li> </ul>
具美學和極簡的設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 是否提供了某些不必要和不相關的資料？</li> </ul>
求助說明和文件	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 求助資訊是否可輕易的找到和遵循？</li> </ul>

根據系統使用性量表的分數評估與分析，並且檢視使用者所給的建議及意見搭配專家啟發式評估的建議，進行原型系統的修改，完成情感式家教系統的最終系統。

### 3.8.3 三角測量評估

本研究採用三角交叉驗證法(Triangulation)做為研究方法，便是同時蒐集量和質資料，且兩者並行並重，共同用來解釋研究結果。利用質與量同時模式 (QUAN+QUAL Model)，能對感興趣的現象提供較容易的瞭解 (Creswell, 2008; Creswell & Clark, 2007; Gay, et al., 2009)。這樣的設計可以以佔優勢的資料蒐集形式，彌補另一種較弱勢的資料蒐集形式。量化的分數提供的優勢，可用來彌補質性的弱勢；質性的深度觀察優勢，又可用來彌補量化的不足。

本研究讓使用者進行測試，並在使用者測試後進行三角交叉驗證：觀察、問卷和訪談，蒐集來的量與質性資料，將兩者比較並詮釋，以瞭解兩組資料的互相呼應還是相互矛盾，如圖 3-15。

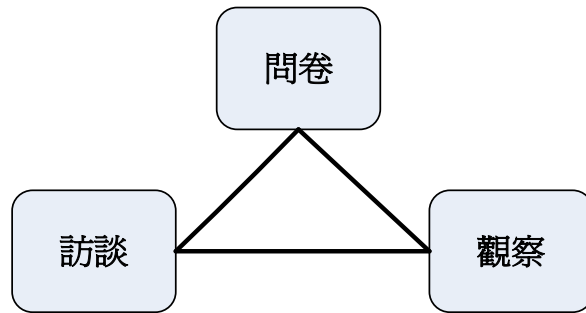


圖 3-15 本研究的三角交叉驗證方式

## 使用者測試

使用性測試是一種實驗法的運用型式，可用來測試所開發完成的產品是否很有用的讓預定使用族群順利完成他們的工作(Dumas & Redish, 1999)。在使用者測試時，典型使用者完成測試的時間通常清楚的被定義，典型工作被測量，並將錯誤的次數與型式記錄下來。使用者測試是一種系統化的方法以評估使用者績效，藉以提供與提升使用性設計 (Preece et al., 2001; Sharp et al., 2007)。實驗通常利用統計檢定的方式來驗證，而使用者測使除了應用平均值與標準差外，鮮少使用其他統計。利用較多的參與者、更嚴謹的情況控制和更深入的資料分析，其中統計的分析是基本不或缺的。

### 一、問卷

問卷調查法在使用性評估上的優點，是能從使用者觀點獲得有用且可靠的回應，同時調查所得的資料也易於管理，所得結果也較具中立性 (吳立雅、張文山、姜郁美，2005)。然而，問卷調查有一些缺點，諸如易受限於設計的問題，而忽略隱藏性問題，且使用者可能對問題不瞭解或是任意作答，使調查失去真實性。

因此，本研究在實驗中進行觀察，並在填寫問卷後進行訪談，以彌補上述之缺點。

## 二、觀察

在系統實行中，將用照片來記錄學習者與系統之間的互動，並分析他們的行為。在觀察中，我們可能發現，使用者對於情感家教的存在感到好奇。因為使用者的好奇，可增加學習者的學習興趣，或是增進正面的學習態度，但相反地，學習者的好奇心也可能分散專注，可能造成對教學設計成效有些微誤差，但不至影響成果。接著在紀錄中觀察與分析使用者與情感家教之間的互動，分析介面設計與調整教學內容目的的完成度，並可能針對其結果做內部的改善動作。

### 參與觀察法

本研究所採用的觀察法為參與觀察法。所謂的參與觀察法所指的是研究者的事先控制的情況下，對於研究的現象、事件以及行為，進行有系統的觀察紀錄(王文科、王智弘，2009)。參與觀察法強調以研究者為觀察中心，以攝影機、記錄表格或筆記輔助，蒐集所觀察現象、事件等相關資料。研究者在進行參與觀察時必須融入該研究場域中實地觀察，因此必須在一定的研究範圍及特定時空下，許多時候除了直接參與觀察外，也會以訪談或檔案資料輔助收集方式 (Jorgensen, 1999)。研究者在觀察類型中所扮演角色，可區分為下列四種角色：

- (1) 完全參與者 (complete participant)：完全參與觀察者的任何事件中，並與之自然地交互作用；參與活動時都扮演著裝作角色 (role-pretense)。
- (2) 完全觀察者 (complete observer)：被觀察者不易覺察正在接受觀察，隔絕完全觀察者與被觀察者的交互作用。
- (3) 參與者的觀察 (participant-as-observer)：研究者完全參與接受研究的團體，而其研究對象也知道其真正身份。

(4) 觀察者的參與 (observer-as-participant)：觀察者只參加觀察需要的範圍。

在本研究中研究者皆為觀察者的參與進行資料蒐集，並以照相、訪談等資料輔助共同分析比較。

本研究在使用者使用系統之後會將使用者所選的課程、學習的時間、以及情感運算輸入框內所輸入的字串這三樣數據紀錄在一個記事本檔案裡，藉此觀察使用者所使用的時間可以瞭解使用者的回饋情形，並且藉由使用者互動滿意度量表和鄭氏量表此兩種問卷來評估使用者的感受度。

### **三、訪談**

本研究在實驗結束後進行焦點團體訪談，本研究在實驗結束後進行焦點團體訪談，訪談過程中全程錄音，訪談後將錄音內容整理轉成逐字稿，經詳細閱讀後，將逐字稿中重要的關鍵點進行編碼登錄。大部分訪談的內容與對於提升學習興趣、學習誘因、學習動機以及學習效果有關，所以朝這方向去發展主軸編碼，整理使用者的意見及看法，瞭解本研究開發的系統會滿足哪些的研究問題。

#### **半結構式訪談**

半結構式訪談結合了結構式與非結構式的特色，也同時應用封閉式和開放式不同類型的問題。所以為了尋求一致性，訪談人員須有一份指導用的基本手稿。如此，即使是不同的受訪者，也可以針對相同的主題做出回答。訪談開始時，訪談人員應從預先準備的問題著手，並且刺探受訪者能更詳細的說出相關的答案，直至無法在說出更新的資訊時 (Prece et al., 2001; Sharp et al., 2007)。本研究在使用者使用系統並且填完問卷之後，進行 10-15 分鐘的半結構式訪談。

#### **焦點團體法**

焦點團體法是一種藉由團體討論的質性研究方法，典型受訪者人數在 6-12

位，焦點團體的優點在於短時間內，可以收集到大量的語言和非語言資料 (Merton et al., 1990; Morgan, 1996; 周雅容, 1997; 游政達, 2003; 胡幼慧, 2005)。焦點訪談呈現高效率，因為此方法是容易理解的，且調查結果往往也都令任信服 (Marshall & Rossman, 1999)。藉由受訪者共同討論及探索，從彼此討論與互動中分享並且表達彼此的看法及意見 (胡幼慧, 1996)，而並非來自於個人的意見或觀點的陳述 (潘淑滿, 2003)。本研究在實驗後，會對使用者進行焦點團體訪談，一次訪談找 8~12 位使用者，探討使用性的問題，藉由此方法多方面瞭解使用者使用系統之後的看法。

訪談的時間預計為 5 至 12 分鐘，以錄音和文件的形式紀錄。然後使用紮根理論 (Grounded Theory) (Strauss, A., & Corbin, J., 1990) 中有條理的綜合有用的資訊。預計訪談的重點如下：使用者的系統使用性、對於系統的學習興趣、學習誘因及學習動機。

本研究讓使用者進行使用性測試，其所使用的研究方法整理如下表 3-5。

表 3-6 研究方法整理

使用性測試之評估技巧	使用者測試	觀察	問卷	訪談
方法	實驗法	參與觀察法	問卷調查法	焦點團體法
目的	讓使用者親身使用本研究設計的系統並且記錄使用者的學時間及回饋的字串	觀察記錄使用者的行為	請使用者填寫主觀感受問卷	訪問使用者使用情感式家教系統後的看法

## 3.9 研究工具

### 3.9.1 系統使用性量表(SUS)

系統使用性量表 (System Usability Scale, SUS) 是 1986 年由 Digital Equipment Co Ltd.公司開發的,用以測量使用者的主觀感受。此量表是一種可靠、低成本、快速且非正式 (Quick and Dirty) 的方法(Brooke, 1996)。此量表共有十個問題,正反向問題相間,通常於使用者操作完系統後,在不討論的情形下填答。

Lutes et al. (2006) 針對十個問題去做分析或是質性研究,每個問題做同意、不確定和不同意三部份的統計百分比後,對統計後的結果進行解釋。本量表經由相關領域有經驗的專家進行了修訂,問卷採用李克特五點量表,從 1 為非常不同意到 5 為非常同意的方式來測量,透過公式將受測者所選擇之尺度,轉化為數據型式之資料,評分方式以一百分為滿分,分數越高代表受測者在主觀上,對於此系統有越高之滿意度 ( Brooke, 1996; Lutes et al., 2006 )。其中這次受測的對象為接觸過家教系統以及數位藝術相關課程之大學生。

以下為系統使用性量表之分數計算方法：

- (1) 將奇數題的原始分數減去 1, 便可得到這題的應得分數。
- (2) 用 5 減去偶數題的原始分數, 便可得到這題的應得分數。
- (3) 接著將各題的應得分數相加, 再乘上 2.5 便可得到總分。

評估的評分是介於 0 至 100 分,分數越高,使用者能越容易與系統進行互動。本研究利用 SUS 問卷來瞭解,本研究原型系統的使用性,並進行分析與探討。

### 3.9.2 使用者互動滿意度量表(QUIS)

使用者互動滿意度量表(QUIS, Questionnaire for user interaction satisfaction)是一種測量工具，旨在測量一個對於系統使用者人機界面的主觀滿意度。這是由美國馬里蘭大學人機互動實驗室(Human-Computer Interaction Lab, HCIL)所提出的。QUIS 包含一個調查問卷，衡量整個系統的滿意度，以及測量特定界面的因素，例如畫面的可視性、術語和系統訊息，學習因素，以及系統功能性。Chin et al. (1988) 證明它是可靠且有效的。

而量表內容如題項、尺度、面相等，皆可依照研究所需做修改(QUIS, 2006)。每題以李克尺度(Likert scale)做七階之尺度評比，給分範圍為 1~7 分，1 分代表非常不滿意，4 分代表普通，7 分代表非常滿意。本研究經由專家修改題項後，在給予使用者填寫。QUIS 使用者互動滿意度量表問卷請參照附錄二。

### 3.9.3 鄭氏學習績效量表

鄭傑仁 (2008) 以科技接受模式、情緒因素、學習因素、代理理論及期望確認理論等五個理論探討電腦遊戲對於學習相關程度，其中包含了認知有用性、認知易用性、認知吸引力、認知娛樂性、學習氣氛、學習動機、激勵、目標衝突、風險趨避、學習績效、確認程度、滿意度及持續使用意圖等13個變項。

此量表由鄭傑仁 (2008)參考自不同學者對於學習相關的構面所結合出來的問卷，我們稱之為鄭氏量表，本研究擷取出其中與學習相關的部份施測，以下列出各構面的問項所採用各學者所用的量表：

- (1) 認知有用性的衡量是採用Davis (1989)量表中認知有用性的縮短學習時間、提高學習效能及改善學習績效等三個問項。



- (2) 認知易用性的衡量是採用Davis (1989)量表。
- (3) 認知吸引力則直接修改自Heijden (2003)量表中認知吸引力的問項。
- (4) 認知娛樂性的問項則是引用Moon & Kim (2001)。
- (5) 學習動機則是引用Duncan & McKeachie (2005)學習動機。
- (6) 誘因之問項修改自Bhattacharjee (2001)量表中誘因的問項。
- (7) Bhattacharjee (1998)提到目標衝突可以用使用意圖的問項來衡量，故本研究問卷目標衝突的問項則引用Cheong & Park (2005)及 Venkatesh & Davis (2000)問卷中的使用意圖。
- (8) 學習績效和確認程度的衡量是從 Premkumar & Bhattacharjee (2008)。
- (9) 滿意度的衡量則引用 Yu et al. (2002)的滿意度量表。
- (10) 持續使用意圖的衡量則是從 Atchariyachanvanich et al. (2006)、Thong et al. (2006)及 Premkumar & Bhattacharjee (2008)的問卷各取一題。

## 第四章 實驗結果

### 4.1 系統開發環境

本研究擬建立教導數位藝術課程內容的情感式教學系統，這項工作開發是基於 C# 語言。關於開發的環境，我們使用了一台 CPU 為 AMD Athlon(tm) II X4 620 2.61 GHz 的 PC，進行系統的開發。

本研究需在有安裝 .NET Framework 2.0 以上且 OS 為 Window XP 以上的電腦進行實驗，且需要連上網路，因為課程內有網路上相關的一些超連結。

### 4.2 情緒辨識結果

#### 一、資料前處理

本研究從 Plurk 蒐集了 19224 個句子，做為分析之語料庫，如表 4-1 所示：

表 4-1 語料格式說明

語料蒐集來源	Plurk
語料	19224 句
表情個數	35 個
情緒分類	4 類

利用 Thayer's 2-D emotion model 分為四類，X 軸表示正負情緒，Y 軸表示強度，並針對四類給於各自編號。將 19224 句語料隨機抽取 75% 做為訓練的資料，在語料剩餘的 25% 共 3806 句語料中對於每個情緒編號各抽取 500 句當作測試資料，其各分類編號之語料數目如表 4-2 所示。分析資料上採用中研院平衡語料庫 3.1 版，根據實驗的需求，將蒐集語料進行斷詞，擷取出需要的資訊，做為資料的前置處理。

表 4-2 語料實驗資料 (單位：句)

情緒編號	訓練語料數	測試語料數	總計
1	3689	500	4189
2	2874	500	3374
3	2830	500	3330
4	5025	500	5525
總計	14418	2000	16418

## 二、交互訊息處理建立情緒字典

利用撲浪為語料庫並以不同的交互訊息處理方式建立不同的情緒字典，表 4-3 就是各種交互訊息方法處理後產生辭典之關鍵字數。

表 4-3 交互訊息處理辭典之關鍵字數

辭典類型 數據	MI	EMI	PEMI
關鍵字數	13811	11765	20393

而在 Yang (2007) 的研究中發現到選取不同關鍵字會影響準確度，故個別針對 MI、EMI 與 PEMI 進行實驗，將各辭典分成四等份而表 4-4 則取其中辨識準確度最高的關鍵字數。

表 4-4 辨識準確度最高的關鍵字數

辭典類型 數據	MI	EMI	PEMI
關鍵字數	13000	11000	<b>20000</b>
準確度	40.3%	53.2%	<b>67.65%</b>

## 三、處理語意結構訊息及辨識方法

根據選取的關鍵字多寡，會影響整體的辨識率，因此需對此做關鍵字選取之測試，根據關鍵字的多寡實驗 SeCeVa 以及 SVM 的準確度，而特徵值的選取以 MI

由強往弱依序排列，選取關鍵字的大小與結果如表4-5所示：

表 4-5 不同關鍵字之準確度

關鍵字數 辨識方法	4000	8000	12000	16000	<b>20000</b>
SVM	45.6%	50.75%	52.25%	<b>54.15%</b>	<b>54.15%</b>
SeCeVa	49.4%	55.65%	59.8%	61.05%	<b>68.15%</b>

由表 4-5 得知 SVM 及 SeCeVa 兩種方法在 20000 個關鍵字時準確度最高，因此 SVM 與 SeCeVa 在辨識上同樣都會採用 20000 個關鍵字。

#### 四、合併辨識結果

本實驗希望藉由合併辨識結果達到提升辨識率的效果，彌補單一辨識方法的不足，主要以最小錯誤法與最大準確度法做結合，分別計算 SeCeVa 與 SVM 對於兩種結合方法的機率，根據結果的優劣選取採用的辨識方法。表 4-6 為合併辨識結果及辨識方法之準確度。

表 4-6 合併辨識結果及辨識方法之準確度

情緒編號 方法	1	2	3	4
最小錯誤法(越小越好)				
SVM	22.2%	18.8%	32%	14%
SeCeVa	8.4%	9.2%	<b>4.6%</b>	10.8%
最大準確法(越大越好)				
SVM	59%	47.6%	38.6%	71.4%
SeCeVa	71.4%	59.6%	66.4%	<b>75.2%</b>

根據表 4-7 表示，SVM、SeCeVa 單獨辨識方法、將 SeCeVa 與 SVM 以最大準確度法以及最小錯誤法為合併辨識結果，可以得知單獨利用 SeCeVa 方法與將兩種辨識方法利用最小錯誤法合併辨識結果之辨識度為最高，因此本研究的情感

辨識模組將使用 SeCeVa 與 SVM 利用最小錯誤法之合併辨識結果方式進行情感辨識。

表 4-7 各辨識方法之比較

方法	平均準確度
SVM	54.15%
SeCeVa	68.15%
最大準確度法	59.65%
最小錯誤法	68.15%

### 4.3 使用性評估實驗設計

本研究進行雙階段實驗設計，實驗流程如圖4-1所示。第一階段（原型評估）的實驗在徵求受測者的同意後，先說明實驗流程，接著使用原型情感式家教系統ATS的進行教學，系統使用完畢可以讓受測者提出問題與建議，並且填寫SUS系統使用性問卷題目。

接著請專家進行系統的檢視並且進行啟發式評估，經由質性分析之後，將專家的意見，加上根據系統使用性問卷SUS的分數評估與分析，進行原型系統的修改與測試，將完成最終的系統。

第二階段（修正後系統評估）的測試與第一階段類似，一樣先徵求受測者的同意後，說明實驗流程，使用最終的情感式家教系統ATS進行教學，並且觀察使用者的使用情況，系統使用完畢後可以讓受測者提出問題與建議，並且填寫使用者互動滿意度評量表QUIS以及鄭氏量表，結合觀察觀察者與訪談受測者，進行三角測量評估，加以分析出受測者對於系統的滿意程度以其相關使用性。



圖 4-1 實驗流程

## 4.4 評估結果

### 4.4.1 原型評估之使用性量表(SUS)

在原型評估階段，本研究邀請 20 位受測者施測。結果顯示，的系統使用性量表(SUS)所求得的信度  $\alpha$  值為 0.911，已經達到一般認定的 0.7 以上，甚至超越十分可信的 0.9。因此本研究中，原型評估的使用性量表十分可信。

由圖 4-2 看出，代表大部分使用者之系統使用性感受度偏高，整體而言屬於左偏低闊峰( 偏態=-0.757, 峰度=-0.593 )，代表在高分群多，大部分使用者的使用感受度偏高。

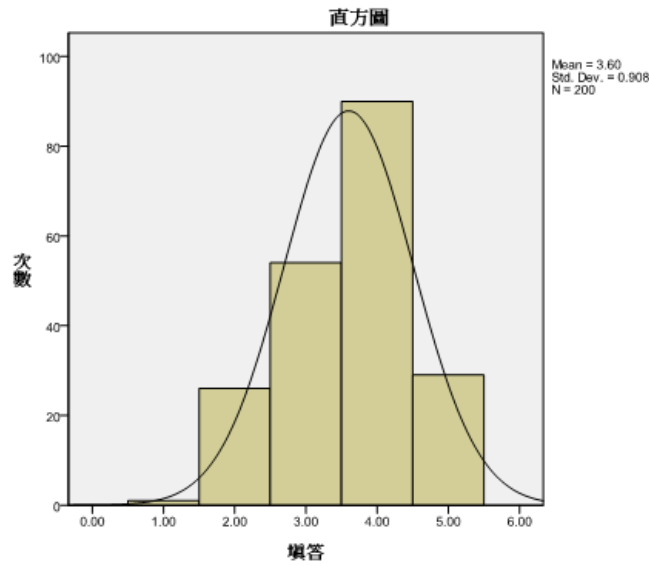


圖 4-2 系統使用性量表直方圖

再透過公式 (1) 奇數題的原始分數減 1 之後為應得分數。(2) 偶數題的原始分數加 1 之後為應得分數。(3) 將各題分數相加後乘以 2.5，即可獲得滿分為 100 分的最終問卷。表 4-8 為分數換算統計結果，受測者對於此系統的平均分數為 65 分，中位數為 70 分，最大值及最小值分別為 87.5 分和 35 分，標準差為 16.52，從高低分數以及偏高的標準差中，推測主要的影響因素可能來自於使用者的相關使用經驗，多數人在過去並沒有使用過家教系統。並且發現平均分數偏低，預估可能是系統的使用流程不夠順暢，功能性不夠良好，導致使用者對於本系統的使用性分數會比較偏低。

表 4-8 SUS 系統使用性量表 SUS 分數換算統計結果

樣本數	平均數	中位數	最小值	最大值	標準差
20	65	70	35	87.5	16.52

研究者根據統計資料取五點量表最高級次高的兩個分數百分比加總，由表 4-9 顯示使用者整體主觀感受度為 65%，整體平均數為 3.60，標準差為 0.661。在 Q1、Q4、Q5、Q9 分配成平均分配，其中 Q5 為常態峰且呈平均分配，其餘

題向為低闊峰；在 Q2、Q3、Q6、Q7、Q8、Q10 題向則呈現左偏表示集中於高數值一方，其中 Q2、Q10 為高峽峰、Q7、Q8 為低闊峰、Q3、Q6 為常態分佈。

依各題向統計資料取最高及次高之兩個分數百分比加總，來進行分析顯示，在 Q1 中，有 45% 的使用者願意經常使用 ATS 系統。而 Q2 中，75% 的使用者認為這個系統使用步驟並不複雜。在 Q3 中，高達 85% 的使用者認為系統是容易使用的。而在 Q4 中，40% 的使用者認為不需要其他人員協助自己就能使用本系統。在 Q5 中，45% 的使用者認為 ATS 系統的設計彼此整合得很好，可以幫助使用者順利完成學習。而在 Q6 中，有 70% 的使用者認為 ATS 系統不會不一致。在 Q7 中，有 70% 的使用者認為大部分的使用者都能很快學會 ATS 系統。Q8 中，有 70% 的人認為本研究的 ATS 系統使用起來並不困難。而在 Q9 中，有 75% 的使用者有信心能正確的使用本系統。在 Q10 中，有 75% 的使用者認為不需要花太多時間，就能學會本系統。結合 SUS 的 65 平均數以及 Q1 到 Q10 的逐題分析，顯示本系統具有不算很好的使用性。

表 4-9 系統使用性量表各項數據結果

	平均數	標準差	偏態	峰度	五點量表各題百分比 (%)				
					1	2	3	4	5
Q1	3.40	0.883	0.082	-0.474	0	15	40	35	10
Q2	3.80	0.834	-0.800	0.721	0	10	15	60	15
Q3	3.50	0.760	-1.195	-0.037	0	0	15	20	65
Q4	3.30	1.031	0.282	-0.945	0	25	35	25	15
Q5	3.25	0.786	0.225	-0.018	5	15	35	40	5
Q6	3.25	0.967	-0.559	0.176	0	15	15	40	30
Q7	3.85	1.040	-0.607	-0.624	0	10	20	40	30
Q8	3.90	0.968	-0.557	-0.455	0	10	20	40	30
Q9	3.95	0.686	0.062	-0.630	0	0	25	55	20
Q10	3.80	0.834	-0.800	0.721	0	10	15	60	15
整體	3.60	0.661	-0.757	-0.593	0.5	11	23.5	41.5	23.5

(註：其中的反向題皆修正為正向填答，問卷詳見附錄一。)



## 4.4.2 專家評估分析

本研究邀請到五位專家為原型系統作原型評估，下表 4-10 為各領域專家之專長領域。在專家檢視系統之後，進行啟發式評估詢問專家的看法及建議，詢問的過程中全程使用錄音，再將錄音的內容整理為逐字稿，經詳細閱讀後，再將其重要關鍵部分進行開放編碼登錄。在編碼的過程中，大部分的評估內容主要和系統的使用者介面、數位藝術課程設計、課後測驗、系統功能性有關，因此遵照這幾個方向進行主軸編碼，將專家評估的內容整理成表 4-11。

表 4-10 參與評估專家之專長項目

專家	專長
A	學習科技
B	互動設計
C	數位藝術
D	視覺設計
E	系統開發

表 4-11 專家評估之主軸編碼及說明

主軸編碼代號	主軸編碼	說明	開放性編碼	
C1	測驗模組	章節之間的小測驗 介面之看法	測驗機制	測驗流程
			測驗介面設計	測驗內容設計
C2	系統介面模組	系統使用者介面 之相關功能	介面字彙	課程選單設計
			物件使用限制	代理人呈現
			物件可視性	情緒輸入機制
C3	課程模組	數位藝術課程 之相關設計	課程難度	課程補充
			章節連貫性	學習流程
			排版設計	
C4	系統流程	系統的使用流程	操作回應時間	使用情況
			流程一致性	誤觸
			系統提示回饋	

利用啟發式評估詢問專家的看法及意見，經由紮根理論之質性分析得到四大

構面如下

C1-測驗介面：在測驗介面上包含測驗機制、測驗介面、測驗流程以及測驗內容設計，在原型程式的課後測驗中，A、B、E 專家都表示：「測驗好像題目好像都一樣，沒有隨機變化。」A、C 專家指出：「該進行隨堂測驗，還是全部課程結束後才進行測驗？」C、D 專家說：「測驗介面好像很陽春。」因此在原型程式的課後測驗部分，應該需要將機制、介面、流程進行修改。

C2-系統介面模組：系統介面模組即是使用者介面，五位專家皆指出：「有些按鍵的說明不清楚，導致誤觸進入了不該進入的地方。」「那個玩偶應該要設計更醒目一點，不然不知道他在做啥。」A、B 專家表示：「課程選單按了就不能再點選了，有些東西看的到點不到。」A、B、E 專家說：「情緒輸入框可以輸入的次數太少了，有點可惜。」並且由 SUS 問卷的 Q4：「我需要一個技術人員的幫助才能使用這個系統」有 25% 人選同意，由此可知，系統應當在系統介面上的設計上在更加清楚一點，提示多一點，限制少一點，讓使用者容易使用。

C3-課程模組：課程模組指的是數位藝術課程的相關設計，五位專家都指出：「課程的補充資料充足，相關的圖片、影片以及超連結相當豐富，補足紙本沒有的部分。」A、C 專家指出：「章節之間應該要更有關聯性，應該由淺入深，並且將課程分細一點。」因此可以發現，課程內容相當豐富，但必須經過消化，使用者會比較容易吸收。

C4-系統流程：系統流程就是系統的使用流程，A、B、E 專家都說：「一不小心就按到進入測驗的地方了，只能做完題目再離開。」五位專家都指出：「會不知道接下來要做啥，因為都沒有提示。」但是五位專家表示：「操作很流程很一致」「系統回應很快。」由此可知，相關的操作流程相當一致，系統回應相當快，但是系統的提示不夠醒目，會讓使用者誤觸，或是不知道該做什麼事，所以應該增加系統的提示回饋或是說明，讓使用者能一目瞭然。

結果使用者原型評估與專家評估，本原型進行下列方向之修正：

- (1) 測驗介面：測驗介面應當使用整頁式之隨機測驗題，而不是逐題出現，並且重複一樣的題目，這樣會讓使用者多錯幾次就知道答案了。
- (2) 系統使用者介面：既然教授數位藝術相關課程，在使用者介面上應當多點藝術感。此外，在代理人玩偶部分，應該增加內容，例如背景、回饋種類等。
- (3) 數位藝術課程內容設計：在課程方面，由於補充之內容較多，應該諸多消化整理成更細之課程，規劃好教學之流程，由淺入深地教學，並且增加課程內的互動。
- (4) 系統使用流程：在系統使用流程部分，要有一套有規律的使用說明，並且要有明顯的使用提示，避免使用者誤觸。

#### 4.4.3 修正後系統之三角測量評估分析

經由系統使用性量表(SUS)的原型評估以及專家評估的啟發式評估後，對於情感式家教系統(ATS)進行修改之後，再給另外的受測者進行最終系統的實驗。本研究邀請 77 位高雄某大學設計相關學系的學生作為設計組，以及 40 位台南某大學工程相關學系的學生作為工程組，冀望利用問卷、觀察以及訪談的三角測量評估方式，對於最終系統進行實驗以及相關性的評估。

##### 一、問卷評估分析

本研究的使用者互動滿意度評量表(QUIS)所求得的信度  $\alpha$  值為 0.946，鄭氏量表所求得的信度  $\alpha$  值為 0.972，皆已經達到一般認定的 0.7 以上，甚至超越十分可信的 0.9。因此本研究中後續評估所使用的兩個量表都非常可信。

進一步利用 T 檢定進行變異數分析，檢定兩實驗組在使用者互動滿意度評量表的互動滿意程度以及鄭氏量表中的學習程度，其分析結果顯示在表 4-12。其

中 QUIS 問卷的顯著性  $0.111 > 0.05$ ，屬於不顯著的情況；鄭氏量表之顯著性為  $0.02 < 0.05$ ，代表此量表在這兩組之間亦具有顯著差異。

表 4-12 兩實驗組與兩份問卷 T 檢定分析結果

	平均差異	顯著性(雙尾)
使用者互動滿意度評量表	-0.245	0.111
鄭氏量表	-0.590	0.02*

平均差異為：設計組-工程組

註：其中 \*表示  $p < 0.05$

### I、使用者互動滿意度評量(QUIS)分析

本研究將使用者互動滿意度問卷分成六個構面，其中包含了整體使用反應、畫面呈現、術語與系統資訊、學習操作系統、系統性能、可用性和使用者介面，每個構面有四至六個問項，此問卷共 32 題。

依整體來看，系統的「整體使用反應」與「使用者介面可用性」這兩個構面的平均分數比較低一些，從這兩個構面裡的問項指出使用者對於系統的喜好程度及回饋是不太滿意的。但是從「系統性能」與「使用者介面可用性」不算低的平均分數為 5.35 及 4.71，所以經此分析得知，本研究的研究問題(1)家教系統加入情感運算功能的使用性是良好的。

並且可以發現系統的「學習操作系統」和「系統性能」偏高的分數，表示系統相當淺顯易懂，容易且方便使用。其中研究者發現，在「整體使用反應」這個構面裡的『令人滿意的』與『令人喜歡』這兩個問項，整體的平均分數分別為 4.83 及 4.75，代表使用者對於這個系統還算滿意或還算喜歡，由此可知本研究的研究問題(2)使用者對於情感式家教系統的滿意度是滿意的。

比較兩組之間發現，以平均數來看，在工程組的互動滿意度皆大於設計組，代表設計組對於情感式家教系統的互動滿意度較工程組來的低。其中，研究者發

現在「術語和系統資訊」這個構面的『系統總是一直通知你做什麼』，設計組的平均分數 5.08 比工程組的 4.36 相對地比較高，表示系統的提示或通知，這代表系統給予的回饋提示對於設計組會覺得比較有用。

從顯著值可以發現只有「整體使用反應」與「畫面呈現」這兩個構面來看，在設計組與工程組之間是有比較大的顯著差異，並且從設計組的滿意分數較低可以發現，設計組對於畫面呈現比較不滿意，才会有這樣的現象。表 4-13 為 QUIS 問卷內各構面之敘述性統計及 T 檢定分析結果。

表 4-13 QUIS 問卷敘述性統計

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)		顯著值 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
整體使用反應	4.65	1.25	5.10	1.32	4.80	1.29	0.022*
畫面呈現	4.87	1.34	5.33	1.30	5.03	1.34	0.001**
術語和系統資訊	5.06	1.17	5.33	1.20	5.15	1.21	0.122
學習操作系統	5.30	1.22	5.42	1.19	5.34	1.21	0.327
系統性能	5.33	1.24	5.38	1.23	5.35	1.24	0.801
使用者介面可用性	4.60	1.33	4.92	1.44	4.71	1.39	0.095
平均	4.97	1.26	5.25	1.28	5.06	1.28	0.111

(顯著值為設計組與工程組之間的比較)

註：\*表示  $p < 0.05$ ，\*\*表示  $p < 0.01$ ，\*\*\*表示  $p < 0.001$

## II、鄭氏量表分析

接著本研究將鄭氏量表分成認知可用性、認知易用性、認知吸引力、認知娛樂性、學習動機、學習誘因、使用意圖、自我認知學習績效、滿意度、持續使用意圖這十個構面，其中每個構面包含四到六個問項，共有 30 題。表 4-14 為鄭氏量表各構面之敘述性統計及 T 檢定分析結果。

表 4-14 鄭氏量表敘述性統計

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)		顯著值 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
認知可用性	4.59	1.36	5.14	1.32	4.77	1.37	0.028*
認知易用性	5.41	1.18	5.78	1.29	5.52	1.23	0.122
認知吸引力	3.79	1.61	5.05	1.28	4.22	1.62	0***
認知娛樂性	4.43	1.57	5.00	1.23	4.62	1.48	0.029*
學習動機	4.89	1.29	5.37	1.16	5.05	1.26	0.018*
學習誘因	4.50	1.28	5.05	1.28	4.69	1.30	0.02*
使用意圖	4.49	1.44	5.07	1.31	4.69	1.42	0.027*
自我知覺 學習績效	4.89	1.38	5.50	1.30	5.10	1.38	0.006**
滿意度	5.04	1.33	5.50	1.36	5.20	1.36	0.032*
持續使用意圖	4.64	1.30	5.20	1.26	4.83	1.31	0.017*
平均	4.67	1.37	5.27	1.28	4.87	1.37	0.02*

(顯著值為設計組與工程組之間的比較)

註：\*表示  $p < 0.05$ ，\*\*表示  $p < 0.01$ ，\*\*\*表示  $p < 0.001$

就整體而言，以「認知易用性」、「學習動機」、「自我知覺學習績效」與「滿意度」這四個構面的平均數相對地比較高，分別為 5.52、5.05、5.10 和 5.20。

其中，「認知易用性」即是使用者覺得這個系統是容易使用的，其中鄭氏問卷中「認知可用性」與「認知易用性」的平均分數分別為 4.77 及 5.52，代表系統是還算可以使用，並且相當容易使用，由此印證本研究的研究問題 (1) 家教系統加入情感運算功能的使用性是良好的。

「學習動機」指的是能引發我對課程的學習動機，從構面裡的『線上的說明有幫助』與『補充資料充足』之平均分數為 5.44 及 5.32，或許是課程中的相關連結，讓使用者提高對課程的學習動機，印證了研究問題(4) 情感式家教系統能提高使用者對於數位藝術課程的學習動機。

「自我知覺學習績效」代表使用系統之後會覺得自己的學習績效會變好，研究者發現構面裡的『能讓學習時間更彈性』之平均分數為 5.62，使用者覺得可以

隨時隨地的使用 ATS 系統進行課程，使用系統之後，會覺得自己的成績會提升。

「滿意度」是使用者對這個系統是感到滿意的，其中構面裡的『我希望所有的課程都能夠結合 ATS』，代表使用者對於 ATS 系統相當滿意，希望運用到除了數位藝術以外的其他科目，這印證了研究問題(2) 使用者對於情感式家教系統的滿意度是相當高的。

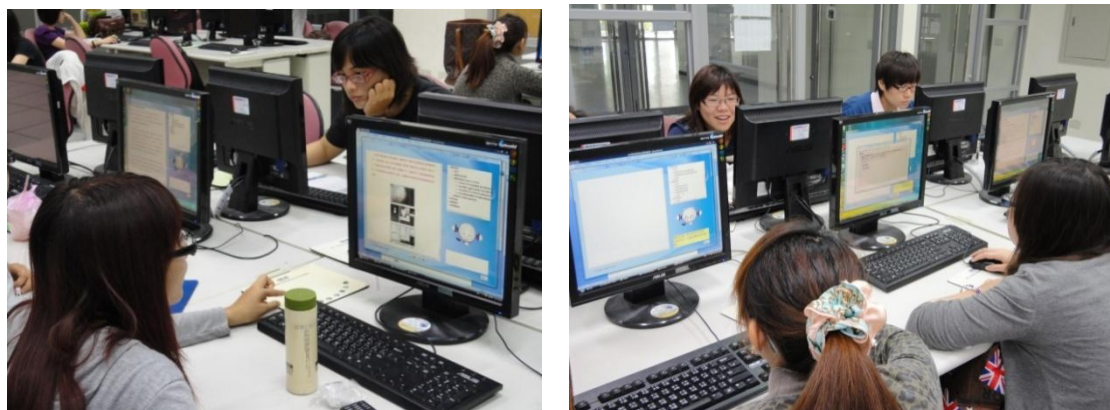
相較兩組之間發現，以平均數來看，在工程組的鄭氏量表分數皆大於設計組，可能是設計組對於家教系統比較陌生，因此學習的感受程度會比較少，因此平均分數比較較低。其中，設計組極為偏低的「認知吸引力」，構面裡的『ATS 畫面設計吸引我』、『ATS 的色彩吸引我』和『ATS 整體而言吸引我』之平均分數分別為 3.83、3.60 及 3.94，代表系統介面或數位藝術課程的設計不夠吸引設計組，但就「認知吸引力」的平均分數 4.22 來看，ATS 系統對使用者還是具有吸引力的，而且「認知易用性」的『我覺得 ATS 的互動是清楚且易懂的』及「認知娛樂性」裡的『使用 ATS 讓我覺得學習很有趣』之平均分數分別為 5.52 及 4.53，印證了研究問題(3) 情感式家教系統的互動還算可以吸引使用者。

從顯著值看來，除了認知易用性這個構面差別不大，大家都覺得系統很容易使用。其中「認知吸引力」和「自我知覺學習績效」的差異最為顯著，應驗了研究假說(5) 情感式家教系統對於不同領域的使用者會有不一樣的自我知覺學習績效提升，而且對於不同領域的使用者，會有不同的吸引力。

## 二、參與觀察分析

研究者於 2011 年 6 月 13 日至 2011 年 6 月 21 日進行參與觀察，其中研究者的角色為「觀察者的參與」。在參與觀察中發現，使用者使用系統時，大部分使用者為安靜且專注的，如圖 4-3 的 (a)，但是經由代理人玩偶的情緒回饋，讓使用者豁然開朗，如圖 4-3 的(b)。可見在家教系統加入情感運算的因素，可以改變

使用者在學習上的相對情緒。



(a)

(b)

圖 4-3 使用者使用情形

雖然當初實驗設定每位學生使用一台電腦進行ATS學習，但是有學生表示：「我們可以討論嗎？」這代表學生會想藉討論，瞭解系統或是課程之內容，這是當初研究者沒有想到的。此外，有學生說：「耶！我一百分！」，顯示學生使用ATS系統進行課程，並在測驗拿到好的分數表示很開心，代表ATS對於提升學習者的學習績效是有幫助的。



圖 4-4 使用者討論的情形

藉由使用者使用系統之後所儲存紀錄檔中的系統使用時間可以發現，大家對



於第一章的學習時間相對於其他章節的學習時間來的高，一方面或許是一開始使用者對系統的學習方式很有陌生，後來抓到學習及課後測驗的訣竅，使得系統使用時間的縮短，另一方面或許是一開始對於系統的回饋方式感到興趣，但是後續都是類似的回饋，讓使用者感覺到乏味，因此開始不認真學習，甚至跳著學習，所以使用時間才會縮短。使用者使用 ATS 系統的平均時間如表 4-15 所示。

表 4-15 使用者使用系統平均時間(秒)

章節	使用時間(秒)
第一章	512.91
第二章	312.45
第三章	273.91
第四章	233.95
平均	333.31

其中系統所儲存的紀錄檔裡，有紀錄了使用者對於進行每個章節的課程之後所輸入的情感文字進行情感辨識，並經由使用者給予情緒編號，再進行情感辨識的正確與否，表 4-16 為使用者輸入文字的辨識正確率，其中平均辨識率有到達 76.1%，由 2.1.2 小節得知 Yang (2007) 利用 Bayesian、SVM 以及 Conditional Random Field (CRF) 分類器辨識兩種情緒的準確率分別為 78.30%、78.67% 以及 82.27%。另外在分析四種情緒的情況下，三種分類器的辨識準確率分別為 51.30%、53.92% 以及 56%，由此可知利用分類器辨識越多種類的情緒會導致辨識率下降，本研究所使用的方法辨識使用者四種類情緒的辨識準確率可達到 76.1%，其準確率算是相當可以接受的。

表 4-16 使用者輸入文字的辨識正確率

情緒編號	1	2	3	4	總和
正確量(句)	79	47	49	97	272
總數(句)	95	70	72	120	357
正確率	83.2%	67.1%	68.1%	80.8%	76.1%

### 三、訪談分析

實驗結束後進行焦點團體訪談，訪談過程中全程錄音，再將錄音之內容整理轉化成逐字稿，經詳細閱讀之後再將逐字稿中重要的關鍵部分進行開放編碼登錄。在編碼的過程中，大部分訪談內容與使用者的系統使用性、對於系統的學習興趣、學習誘因及學習動機有關，因此將遵循這幾些方向進行主軸編碼，將使用者的意見及看法整理成表 4-17。

表 4-17 使用者訪談之主軸編碼及說明

主軸編碼代號	主軸編碼	說明	開放性編碼
C1	系統使用性	使用者對於 ATS 系統之使用感受	使用感受
			介面可視性
			介面易學性
			介面有效性
C2	系統互動性	使用者對於 ATS 系統之互動感受	系統介面設計
			系統回饋
			代理人回饋
			使用者回饋
C3	課程學習動機	使用者對於使用 ATS 系統學習數位藝術課程之動機	課程內容設計
			課程介面設計
			測驗內容設計
C4	使用意圖	引發持續使用 ATS 之意圖	系統期望達成目標
			滿意度
			吸引力

焦點團體訪談結果經由紮根理論之質性分析得到四大構面如下：

C1-系統使用性：在系統的使用性上包含系統的使用感受、介面可視性、介面易學性、介面有效性等因素，受測者 110620-5 及 110621-3 表示：「系統介面很清楚，提示很明顯。」表示系統的可視性及易學性相當的好，對於系統一目了然。受測者 110620-1、110621-1、110621-5 說：「系統反應很快，按下去很快就給我

回應了。」受測者 110620-3、110620-4：「這系統好酷！」由此得知，系統有效性相當的高，且使用者對 ATS 感到有興趣。以上顯示，對於系統有一定的使用性，才能對使用者帶來一定的互動，甚至引發對於系統的興趣。

C2-系統互動性：系統互動性即是使用者對於 ATS 系統之互動感受，其中系統之間互動包含了系統介面設計、系統回饋、代理人回饋以及使用者回饋，其中受測者 110620-3 說：「答對回饋笑臉，答錯回饋生氣，一直出現會很煩且令人緊張。」「你不要再這樣了，答錯就答錯嘛！」代表使用者對於代理人的情緒回饋感到非常困擾，但是確有達到互動性的功效。受測者 110621-4 指出：「應該是 one by one 的行為，甚麼樣的家教行為是可以讓學生不會枯燥的學習。」「“你很棒”這種回饋太簡單了」這顯示了代理人在回饋是不足夠的，應該要設計更人性化一點。以上表示系統與使用者之間有良好的互動，但是互動必須要多一點，甚至有效，才能引發對於課程的學習動機。

C3-課程學習動機：課程學習動機指的是使用者對於使用 ATS 系統學習數位藝術課程之動機，其中包含了課程內容設計、課程介面設計以及測驗內容設計，其中受測者 110620-1、110620-2、110620-6、110621-1、110621-2、110621-3 表示：「課程中的圖片、超連結、影片對於學習有幫助」「字好多，希望把文字轉成影片或動畫。」這表示，使用者對於課程內容的補充資料覺得相當豐富，讓使用者感覺學習是有趣的，但是未經過良好的規劃與整理，應當再細分一點，才能讓使用者不會感到吃力。受測者 110620-3 指出：「希望範例多一點，最好能讓我們實作。」受測者 110620-3、110620-7 說：「題目太簡單了，一看就知道答案。」至於在測驗設計方面，對於使用者來講或許比較簡單，鑑別度可能會不高，此外使用者希望利用實作代替做題目，代表使用者對於數位藝術課程感到興趣，也想自己嘗試。以上幾點表示，數位藝術課程內容設計對於使用者是能提高學習動機的，並且希望系統達成一些目標，能讓自己學習更多一點。

C4-使用意圖：使用意圖是引發持續使用 ATS 之意圖，其中包含系統期望達成目標、滿意度以及吸引力，其中受測者 110621-2 表示：「希望可以挑選喜歡代理人玩偶的版本，不只是表情改變，也可以背景改變，甚至可以升級，增加學習任務，提升學習的興趣。」而受測者 110621-4 說：「希望包裝成有情感運算方面的電子書，而且課程是數位學習，可以運用在行動裝置會更方便。」這顯示了使用者希望系統達成一些像代理人回饋更加多元或系統希望之發展等目標，冀望引發對於使用系統的意圖。受測者 110621-1 表示：「重複性過高會讓人覺得無聊。」「多點互動會讓吸引使用者好奇接下來會發生什麼事。」這代表使用者對於系統的滿意度及吸引力不是很足夠的，希望利用多一點互動來增加對於系統的使用意圖。

此四構面印證了 4.3.3 小節的 QUIS 問卷及鄭氏問卷：

- (1) C1 印證了 QUIS 問卷的構面 1、2、4、5 及鄭氏問卷的構面 1、2 之填答。
- (2) C2 印證了 QUIS 問卷的構面 3、6 及鄭氏問卷的構面 4 之填答。
- (3) C3 印證了鄭氏問卷的構面 5、6、7、8 之填答。
- (4) C4 印證了鄭氏問卷的構面 3、9、10 之填答結果。其相關之關係由圖 4-5 所示。

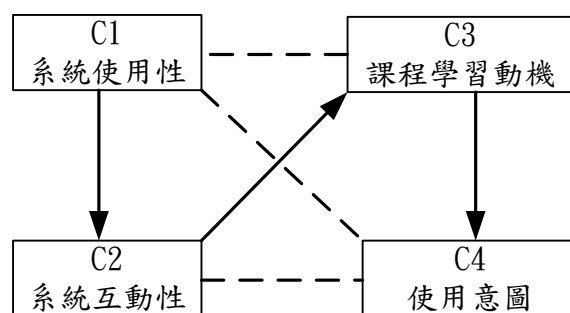


圖 4-5 受測者操作本系統後主觀感受之主軸編碼關係圖

#### 4.3.4 小結

本結將 4.3.3 修正後系統之三角測量評估分析結果進行彙整，得到下列評估分析結果：

- 情感式家教系統是容易使用的，並不複雜。  
(QUIS 之#1、#2、#4、#5；鄭氏問卷之#1、#2；訪談之 C1)
- 情感式家教系統的互動性是良好的。  
(QUIS 之#3、#6；鄭氏問卷之#4；訪談之主軸編碼 C2)
- 使用者對於情感式家教系統是感到滿意的。  
(QUIS 之#1；鄭氏問卷之#9；訪談之主軸編碼 C4)
- 情感式家教系統對於使用者的吸引力是足夠的。  
(鄭氏問卷之構面 3；訪談之主軸編碼 C4)
- 情感式家教系統可以提高使用者對於數位藝術課程的學習動機。  
(觀察、鄭氏問卷之構面 5、6、7、8；訪談之主軸編碼 C3)
- 使用情感式家教系統之後，使用者會覺得自我的學習績效會提升。  
(鄭氏問卷 8)
- 使用者對於繼續使用 ATS 系統的意圖是足夠的。  
(鄭氏問卷之構面 3、9、10；訪談之主軸編碼 C4)

統整以上幾點後，總而言之，情感式家教系統是具有良好使用性、互動性、滿意度、使用效果的。

## 第五章 結論與未來展望

本研究之主要目的為設計開發遵循了一個可靠的設計和評估的流程，加入情感辨識之家教系統學習數位藝術課程。根據研究目的、研究問題及相關的實驗結果彙整後提出若干建議。5.1 節為本研究之研究結果與結論；5.2 節為未來展望。

### 5.1 結論

根據第一章所提出之研究目的與研究問題，從使用者之相關回饋，彙整後回答本研究提出之研究問題如下：

- (1) 情感式家教系統是容易使用的，而且互動非常良好，因此家教系統加入了情感運算功能的使用性相當良好。
- (2) 情感式家教系統在與使用者互動時有達到使用者預期的目標，所以使用者對於情感式家教系統有很好的滿意度。
- (3) 使用者對於情感式家教系統的情感辨識以及代理人玩偶的有趣回饋代表情感式家教系統的互動對於使用者有足夠的吸引力。
- (4) 從使用者對於豐富的數位藝術課程內容和感到興趣，表示情感式家教系統能提高使用者對於數位藝術課程的學習動機。
- (5) 從問卷結果、觀察、訪談內容發現，不同領域的使用者有不一樣的回饋，由此得知，情感式家教系統對於不同領域的使用者，有不一樣的自我知覺學習績效提升。

本研究嘗試遵循了一個設計與評估的流程，建置一個加入情感辨識的家教系統，藉著此系統進行學習數位藝術課程。其中系統結合SVM及SeCeVa兩種辨識方法辨識使用者輸入文字的情感狀態，並且給予適當的課程及代理人玩偶之回饋，冀望讓使用者在學習時，能保持良好的學習情感狀態，增進學習動機，進而提高其學習績效。並且藉由「質量兼施」的評估系統方法，使本研究更清楚瞭解使用

者對於系統之相關感受，所得之回饋可作為系統可行性參考之依據，根據使用者回饋及分析，本研究之情感式家教系統是可行的。

## 5.2 未來展望

本小節根據上一小節之結論彙整出對後續相關研究提出建議與未來展望。

### 一、對於課程設計之建議

本研究之課程設計主要為教授數位藝術內容之課程，在其他的家教系統鮮少以這類的課程內容作為教學，在未來可以繼續選擇不常見學科之科目，例如設計、藝術類等課程。在課後測驗方面，不要僅以考試作為辨別學習績效之差異，冀望也可以利用課後的小作業或是小作品，加深使用者對於課程的印象，而不是為了考試而學習。

### 二、對於系統設計之建議

在系統設計之建議可以分為介面部分、情感辨識部分以及代理人玩偶部分。在介面部分，由於本研究是教授數位藝術學習課程，有使用者或專家希望加入數位藝術之因素，冀望未來系統在設計時，能搭配課程進行更改，讓使用者提高對系統的一定興趣；在情感辨識部分，本研究主要採用文字辨識情緒方式，辨識所要蒐集的資料較為稀少，希望以後能加入其他辨識方法，例如語音或臉部辨識等功能，達到多模辨識的功能；在代理人玩偶部分，希望多加入一些互動的因素，例如：可以讓使用者自行選擇代理人玩偶樣式，根據操作之中所達成的任務，給予代理人玩偶升級或道具、場景變換等效果。

### 三、對於未來研究之建議

本研究採質量並重的研究方法來進行探討，量化之結果可藉由質性之資

料做補充，讓實驗結果更為完整，未來研究可繼續採用這樣的研究方法來進行研究。在樣本數上，本研究受限於人力及時間關係，故僅以臺南市某大學之工程組與高雄市某大學之設計組兩組作為樣本，未來可將情感式家教系統發布至網路空間，讓使用者在網路上使用情感式家教系統進行學習課程，並且藉由網路問卷之統計，相信能有更廣更有價值之資料數據。

在未來研究當中，可以加入眼動儀等相關紀錄儀器分析出使用者在使用情感式家教系統時，對於系統之哪個部分較容易吸引使用者的目光，藉此分析使用者在學習的相關行為。



## 中文參考文獻

- Jorgensen, D. L. 著，王昭正、朱瑞淵譯 (1999)。參與觀察法。臺北：弘智文化。
- 中央研究院詞庫小組 (1993)。中文詞類分析技術報告，第95-5號。
- 王文科、王智弘 (2009)。教育研究法(第十三版)。台北：五南圖書出版公司。
- 王偉哲 (2010)。結合交互訊息與語意線索之情緒辨識機制。國立台南大學數位學習科技學系碩士論文。未出版：台南。
- 呂佳華 (2009)。藝術與人文學習領域教育政策與其落實情形之檢證：以雲林縣清新國小的施行現況為例。南華大學美學與視覺藝術學報，1，13-14。
- 林宇中 (2003)。基於語意內容分析之情緒分類系統。國立成功大學資訊工程學系碩士論文，未出版，台南。
- 林珮淳、范銀霞 (2004)。從數位藝術探討互動觀念、媒介與美學。台灣藝術大學藝術學報，2004 年第 74 期，台北，頁 100。
- 陳建雄 (2006)。互動設計—跨越人電腦互動。台北：全華科技。
- 曾勤閔、許有真 (2010)。導入情緒因素之提示系統對使用者績效的影響。資訊管理學報，17 (2)，1-27。
- 楊世瑩 (2006)。SPSS 統計分析實務。台北：旗標出版股份有限公司。
- 葉謹睿 (2005)。數位藝術概論。台北：藝術家出版社。
- 廖翎吟 (2003)。數位藝術應用於藝術與人文領域教學網頁課程設計與評估。數位藝術教育網路期刊，第三卷。
- 潘淑滿 (2003)。質性研究：理論與運用。台北：心理出版社。
- 鄭傑仁 (2008)。高等教育中學生持續使用教育模擬遊戲之探討。高雄第一科大資訊管理系碩士論文。未出版：高雄。

## 英文參考文獻

- Ammar M. B., Neji M., Alimi A. M., & Gouardères G. (2010). The Affective Tutoring System. *Expert Systems with Applications* 37, 3013–3023.
- Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R. & Pelletier, R., (1995). Cognitive tutors: lessons learned. *Journal of the Learning Sciences* 4, 167–207.
- Atcharyachanvanich, K., Okada, H. & Sonehara, N. (2006). What keeps online customers repurchasing through the internet? *ACM SIGecom Exchanges*, 6(2): 47-57.
- Bhattacharjee, A. (1998). Managerial influences on intraorganizational information technology use: A principal-agent model, *Decision Sciences*, 29(1):139-162.
- Bhattacharjee, A. (2001). An empirical analysis of the antecedents of electronic commerce service continuance, *Decision Support Systems*, 32(2): 201-214.
- Brooke, J. (1996). *SUS: A quick and dirty usability scale*. In Jordan, P., Thomas, B., Weerdmeester, B., & McClelland, I. (Eds.), *Usability evaluation in industry*. (189-194). London: Taylor & Francis.
- Burleson, W., Picard, R. (2004). *Affective agents: Sustaining motivation to learn through failure and a state of stuck*. Citeseer
- Carletta, J. (1996). Assessing Agreement on Classification Tasks: The Kappa Statistic. *Computational Linguistics* 22 (2), 249–254.
- Carr, T.H., McCauley, C., Sperber, R. D. & Parmelee, C. M. (1982). Words, pictures and priming: On semantic activation, conscious identification and the automaticity of information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 757-777
- Chakraborty S., Roy D. & Basu A. (2010). Development of Knowledge Based Intelligent Tutoring System *Advanced Knowledge Based Systems: Model,*

- Applications & Research (Eds. Sajja & Akerkar), Vol. 1, pp 74 – 100.
- Cheong, J. H. & Park, M. C. (2005). Mobile internet acceptance in Korea, *Internet Research*, 15(2): 125-140.
- Chi M. T. H., Siler S., Jeong H., Yamauchi T., Hausmann R. G. (2001). Learning from human tutoring, *Cognitive Science* 25 (4) 471–533.
- Chin, J. P., Diehl, V. A. & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *Proceedings of SIGCHI '88*, (pp. 213-218), New York: ACM/SIGCHI.
- Chuang H.-C., Wang C.-Y., Chen G.-D., Liu C.-C. & Liu B.-J. (2010). Design and Evaluate the Affective Interface of the E-learning System. 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2010.
- Craig, S., Graesser, A., Sullins, J., Gholson, B. (2004). Affect and learning: an exploratory look into the role of affect in learning with AutoTutor. *Journal of Educational Media* 29.
- Creswell, J. W. (2008). *Education research: planning conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*(3rd ed.). Upper Saddle River, N. J.: Pearson Education, Inc.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- D’Mello, S. K., Craig, S. D., Gholson, B., Franklin, S., Picard, R. W., & Graesser, A. C. (2005). Integrating affect sensors in an intelligent tutoring system. In *Affective Interactions: The Computer in the Affective Loop Workshop at International conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 7–13). New York: AMC Press.

- D'Mello, S. K., Picard, R. W., & Graesser, A. C. (2007). Toward an affect sensitive autotutor. *IEEE Intelligent Systems*, in press.
- D'Mello, S., Craig, S., Witherspoon, A., Mcdaniel, B., Graesser, A. (2008). Automatic detection of learner's affect from conversational cues. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 18, 45-80
- D'Mello, S.K., Chipman, P., Graesser, A.C., (2007). Posture as a predictor of learner's affective engagement, *Proceedings of the 29th Annual Cognitive Science Society*, pp. 905–910.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, 13(3): 319-339.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8): 982-1003.
- Dumas, J. S., & Redish, J. C. (1999). *A Practical Guide to Usability Testing (Revised Edition)*. Exeter, UK: Intellect.
- Duncan, T. G. & McKeachie, W. J. (2005). The making of the motivated strategies for learning questionnaire, *Educational Psychologist*, 40(2): 117–128.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review, *Academy of Management Review*, 14(1): 57-74.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124-129.
- Ekman, P., Levenson, R., Friesen, W. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science* 221, 1208-1210
- Fan, R. E., Chen, P. H., & Lin, C. J. (2005). Working Set Selection Using Second

Order Information for Training Support Vector Machines. *Journal of Machine Learning Research*, Vol. 6, pp. 1889–1918.

Ferreira A., & Atkinson J. (2009). Designing a feedback component of an intelligent tutoring system for foreign language. *Knowledge-Based Systems* 22 , 496–501.

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2009). *Education research: Competencies for analysis and applications* (9th ed.). Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall.

Gee, J. P., (2004). *Situated Language and Learning: A Critique of Traditional Schooling*. Routledge, Taylor & Francis, London, UK.

Graesser, A. C., D'Mello, S. K., Chipman, P., King, B., McDaniel, B., (2007). Exploring relationships between affect and learning with AutoTutor. In: Luckin, R., Koedinger, K., Greer, J. (Eds.), *Artificial Intelligence in Education: Building Technology Rich Learning Contexts that Work*. IOS Press, Amsterdam, pp. 16–23.

Graesser, A. C., D'Mello, S., Person, N. K., (2009). Metaknowledge in tutoring. In: Hacker, D., Donlosky, J., Graesser, A. C. (Eds.), *Handbook of Metacognition in Education*. Taylor & Francis, Mahwah, NJ.

Graesser, A., McDaniel, B., Chipman, P., Witherspoon, A., D'Mello, S., Gholson, B. (2006). Detection of emotions during learning with AutoTutor. *Proceedings of the 28 th Annual Meetings of the Cognitive Science Society* 285-290

Graesser, A.C., Lu, S., Jackson, G.T., Mitchell, H., Ventura, M., Olney, A., Louwerse, M.M., (2004). AutoTutor: a tutor with dialogue in natural language. *Behavioral Research Methods, Instrumentation, and Computers* 36, 180–193.

Heijden, H. V. D. (2003). Factors influencing the usage of websites : the case of a generic portal in the Netherlands, *Information and Management*, 40: 541-549.

Huana L. & Ren F., (2009). "The study on text emotional orientation based on a

- three-dimensional emotion space model," in *Natural Language Processing and Knowledge Engineering, 2009. NLP-KE 2009. International Conference on*, 2009, pp. 1-6.
- Jensen, M. C. and Meckling, W. H. (1976). The theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure, *Journal of Financial Economics*, 3(1): 305-360.
- Koedinger, K.R., Corbett, A., (2006). Cognitive tutors: technology bringing learning science to the classroom. In: Sawyer, R.K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, New York, pp. 61–77.
- Kort, B., Reilly, R., & Picard, R. (2001). An affective model of interplay between emotions and learning: Reengineering educational pedagogy building a learning companion. In *Proceedings IEEE international conference on advanced learning technology: Issues, achievements and challenges* (pp. 43–48).
- Lin K. H.-C., Tsai I-H., Sun R.-T., (2011). “Ontology-based Affective Tutoring System on Digital Arts”, WACI 2011, SSCI 2011 Workshop on Affective Computational Intelligence (IEEE Symposium Series on Computational Intelligence), Paris, France.
- Litman, D. J. & Forbes-Riley, K. (2006). Recognizing Student Emotions and Attitudes on the Basis of Utterances in Spoken Tutoring Dialogues with both Human and Computer Tutors. *Speech Communication*, in press.
- Manning, C.D., & Schütze, H. (1999). *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. The MIT Press, London England.
- Mao X., & Li Z. (2009). Implementing Emotion-Based User-Aware E-Learning. *Spotlight on Works in Progress, CHI*, Boston, MA, USA.
- Mao X., & Li Z. (2010). Agent based affective tutoring systems: A pilot study.

- Computers & Education 55, 202–208.
- Marshall, C. & G. B. Rossman (1999). *Designing qualitative research*. Thousand Oaks, Calif., Sage Publications.
- Mitrovic, A., McGuigan, N., Martin, B. Suraweera, P., Milik, N., Holland, J., (2008). Authoring constraint-based tutors in ASPIRE: a case study of a capital investment tutor. In: *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecom-munications*, AACE, Chesapeake, VA, pp. 4607–4616.
- Moon, J.-W. & Kim, Y-G. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information and Management*, 38(4): 217-230.
- Nielsen, J. (1994). *Heuristic Evaluation*. In Nielsen, J. & Mark, R. L. (1994). *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York.
- Norman, D. A. (2007). *The Design of Future Things*. New York: Basic Books.
- Paivio, A., & Csapo, K (1973). Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive Psychology*, 5, 176-206.
- Pérez Y. H., Gamboa R. M., & Ibarra O. M. (2004). Modeling Affective Responses in Intelligent Tutoring Systems. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04)*.
- Picard, R. (1997). *Affective computing*. The MIT Press, Cambridge, MA
- Plutchik R., (1991). *The emotions*: Univ Pr of Amer.
- Pour P. A., Hussain M. S., AlZoubi O., D'Mello S. K., Calvo R. A.(2010). The Impact of System Feedback on Learners' Affective and Physiological States. *Intelligent Tutoring Systems (1)* : 264-273
- Preece, Sharp & Rogers (2001). *Interaction design: Beyond human-computer*

*interaction* by, ISBN 0471492787

- Premkumar, G & Bhattacharjee, A. (2008). Explaining information technology usage: A test of competing models, *Omega*, 36: 64-75.
- Quan, C. and Ren, F. (2010). A blog emotion corpus for emotional expression analysis in Chinese, *Computer Speech and Language*, 24(4), pp. 726–749.
- QUIS (2006). <http://lap.umd.edu/quis/>.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Russell, J., (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review* 110, 145–172.
- Sarrafzadeh, A. (2002). Representing domain knowledge structure in Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies in Education. Spain, November 02, 665-9.
- Sarrafzadeh, A., Alexander, A., Dadgostar, F., Fan, C., Bigdeli, A. (2008). How do you know that I don't understand? A look at the future of intelligent tutoring systems. Elsevier Journal- Computers in Human Behavior, 24 (4), 2008, pp. 1342-1363.
- Sharp, H., Rogers, Y. & Preece, J. (2007). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley and Sons.
- Shepard, R. N. (1967). Recognition memory for words, sentences, and pictures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 156-163.
- Shepard, R. N. (1967). Recognition memory for words, sentences, and pictures. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 156-163.
- Slavomir S., Branko Ž. & Ani G. (2003). Ontology as a Foundation for Knowledge Evaluation in Intelligent E-learning Systems. Faculty of Natural Sciences and Mathematics and Education, University of Split, Teslina 12, 21000 Split, Croatia.



- Stankov, S., Glavinic, V., Rosic, M. (2000). On knowledge representation in an intelligent tutoring system. In: The Fourth International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES-2000), 17-19.
- Stern, & Haugsjaa E. (2004). Applications of AI in Education. [Article posted on the World Wide Web] from the World Wide Web:  
<http://www.acm.org/crossroads/xrds3-1/aied.html>
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basic of qualitative research: Grounded theory procedures & techniques. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Thao N., Bass I., Mingkun L., & Sethi I. K., (2005). "Investigation of combining SVM and decision tree for emotion classification," in Multimedia, Seventh IEEE International Symposium on, p. 5 pp.
- Thayer. R. E. (1989). The Biopsychology of Mood and Arousal. Oxford University Press.
- Thong, Y. L., Hong, S. J. & Tam, Y. K. (2006). The effects of post-adoption beliefs on the expectation-confirmation model for information technology continuance. International Journal of Human-Computer Studies, 64: 799-810.
- VanLehn, K., (2006). The behavior of tutoring systems. International Journal of Artificial Intelligence in Education 16 (3), 227–265.
- Vapnik, V. (1979). Estimation of Dependences Based on Empirical Data [in Russian]. Nauka, Moscow. (English translation: Springer Verlag, New York, 1982).
- Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies, Management Science, 46(2): 184-204.
- Vesterinen, E. (2001). Affective Computing. Tik-111.590 Digital media research seminar, Helsinki, Finland.
- Wang, C.-Y., Chang, C.-W. & Chen, G.-D. (2009). Design an empathic virtual human

to encourage and persuade learners in e-learning systems. ACM Multimedia MDTL.

Yang C., Lin K. H.-Y., & Chen H.-H., (2007). "Emotion Classification Using Web Blog Corpora," in Web Intelligence. IEEE/WIC/ACM International Conference, pp. 275-278.

Yang, C., Lin, K. H. Y., & Chen, H.-H. (2007). Building Emotion Lexicon from Weblog Corpora. In Proceedings of 45th Annual Meeting of Association for Computational Linguistics (acl 2007), poster, June 23rd-30th, 2007, Prague, Czech Republic, 133-136.

Yu, F.-Y., Chang, L.-J., Liu, Y.-H. & Chan, T.-W. (2002). Learning preferences towards computerised competitive modes, Journal of Computer Assisted Learning, 18: 341- 350.

## 附錄一-SUS 使用性量表

### 情感式家教系統(ATS)使用性評估量表

#### 問卷填寫說明：

- 一、 本問卷資料僅提供本研究作為改進教學與研究方向的參考。
- 二、 請依照每題所附之答案與程度進行圈選。

#### 第一階段:受測者基本資料

1. 性別：男 女
2. 年齡：18 歲以下 19~22 歲 23~26 歲 26歲 以上
3. 曾經接觸家教系統的次數：一次 兩次 三次 三次以上 沒有接觸過
4. 學歷：高中 大學 碩士 博士以上

#### 第二階段：使用性評估量表

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
	1	2	3	4	5
1. 我覺得我會經常使用這個系統					
2. 我認為這個系統過於複雜					
3. 我覺得這個系統很容易使用					
4. 我認為我需要一個技術人員的幫助才能使用這個系統					
5. 我覺得這個系統裡，各種的功能都整合的非常好					
6. 我認為這個系統有過多的矛盾					
7. 我覺得大部分的人都可以非常地迅速學會使用這個系統					
8. 我覺得這個系統使用起來非常困難					
9. 我覺得我非常有信心能使用這個系統					
10. 我認為我要先學會一些東西才能使用這個系統					
對於這個系統的建議：					

## 附錄二-QUIS 評量及鄭氏量表統計結果

### I、使用者互動滿意度評量(QUIS)

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
1. 整體使用反應						
極好	4.62	1.10	5.28	1.20	4.85	1.17
簡單	4.97	1.36	5.48	1.24	5.15	1.33
令人滿意的	4.75	1.09	5.00	1.52	4.83	1.26
能力足夠	4.77	1.21	5.13	1.29	4.89	1.24
令人喜歡	4.57	1.22	5.10	1.45	4.75	1.32
很有彈性	4.22	1.54	4.58	1.22	4.34	1.44
2. 畫面呈現						
畫面的文字容易閱讀	4.44	1.53	5.05	1.36	4.65	1.49
畫面中強調的部分 有幫助	5.27	1.26	5.58	1.30	5.38	1.28
畫面規劃清楚	4.82	1.30	5.30	1.26	4.98	1.30
畫面順序清楚	4.96	1.25	5.40	1.28	5.11	1.27
3. 術語和系統資訊						
所使用的術語一致	5.06	1.16	5.73	0.96	5.29	1.14
術語總是和任務有關	5.09	1.06	5.60	1.08	5.27	1.09
畫面上說明位置一致	5.27	1.15	5.44	1.10	5.33	1.13
畫面上的訊息清楚	4.87	1.26	5.65	1.10	5.14	1.26
系統總是一直 通知你做什麼	5.08	1.16	4.36	1.60	4.84	1.36
錯誤訊息有幫助	4.97	1.24	5.20	1.34	5.05	1.27
4. 學習操作系統						
學習操作系統容易	5.35	1.32	5.88	1.14	5.53	1.28
用嘗試錯誤的方式 探索功能容易	5.23	1.32	5.40	1.08	5.29	1.24
記得名稱和命令的 使用容易	5.13	1.23	5.33	1.25	5.20	1.23
任務總是可以 用直接的方式進行	5.23	1.16	5.35	1.03	5.27	1.11
線上的說明有幫助	5.47	1.12	5.40	1.32	5.44	1.19
補充參考資料清楚	5.42	1.14	5.15	1.33	5.32	1.21

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
5.系統性能						
系統速度夠快	5.51	1.22	5.58	1.11	5.53	1.18
系統可靠的	5.23	1.16	5.63	1.15	5.37	1.16
系統傾向安靜的	5.56	1.21	5.50	1.20	5.54	1.20
糾正你的錯誤 是容易的	5.45	1.31	5.05	1.15	5.32	1.27
操作總是會根據 你的經驗等級調整	4.92	1.30	5.13	1.52	4.99	1.37
6.使用者介面可用性						
色彩和聲音良好的	4.39	1.49	5.13	1.38	4.64	1.49
系統回饋良好的	4.68	1.25	5.40	1.17	4.92	1.27
對錯誤的回應良好	5.10	1.21	5.35	1.23	5.19	1.22
系統訊息良好的	5.05	1.18	5.25	1.49	5.12	1.29

## II、鄭氏量表

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
1.認知可用性						
使用 ATS 使我 更迅速完成學習	4.73	1.33	5.18	1.36	4.88	1.35
使用 ATS 提高我的學習效能	4.51	1.31	5.18	1.22	4.74	1.32
使用 ATS 能改善我的學習績效	4.52	1.45	5.05	1.38	4.70	1.44
2.認知易用性						
我覺得操作 ATS 是容易的	5.53	1.13	5.78	1.27	5.62	1.18
我覺得 ATS 的互動 是清楚且易懂的	5.43	1.18	5.73	1.45	5.52	1.28
我覺得容易使用 ATS 作課程相關的事	5.26	1.23	5.70	1.16	5.41	1.22
3.認知吸引力						
ATS 畫面設計吸引我	3.83	1.69	5.17	1.41	4.29	1.72
ATS 的色彩吸引我	3.60	1.63	4.93	1.19	4.05	1.62
ATS 整體而言吸引我	3.94	1.52	5.05	1.24	4.32	1.52

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
4.認知娛樂性						
使用 ATS 讓我覺得時間流逝特別快	4.40	1.58	4.68	1.23	4.50	1.47
使用 ATS 讓我覺得學習很有趣	4.22	1.64	5.13	1.26	4.53	1.58
使用 ATS 讓我想去探索更多的資訊	4.66	1.48	5.18	1.20	4.84	1.40
5.學習動機						
會令人好奇的課程，即使它是困難的	5.03	1.34	5.43	1.11	5.16	1.27
使用 ATS 的課程，內容實用值得學習	5.09	1.24	5.50	1.28	5.23	1.26
我有信心可以學會使用 ATS 課程中所教的概念	4.96	1.30	5.53	1.11	5.15	1.26
覺得在使用 ATS 時，自己表現比別人好	4.47	1.28	5.03	1.12	4.66	1.25
線上的說明有幫助	5.47	1.12	5.40	1.32	5.44	1.19
補充參考資料清楚	5.42	1.14	5.15	1.33	5.32	1.21
6.學習誘因						
系統提供學習的誘因	4.61	1.23	5.10	1.34	4.78	1.28
達到目標時系統會獎勵我們	4.49	1.41	5.13	1.34	4.71	1.41
系統通常提供我們足夠的學習誘因	4.43	1.21	4.93	1.31	4.60	1.26
7.使用意圖						
我打算使用 ATS 學習新技能	4.43	1.41	4.98	1.25	4.62	1.38
盡可能多使用 ATS	4.48	1.40	4.85	1.42	4.60	1.41
我會打算使用 ATS	4.56	1.51	5.38	1.27	4.84	1.48
8.自我知覺學習績效						
能幫助我學習新技能	4.66	1.43	5.43	1.20	4.92	1.40
能改善我的成績	4.51	1.37	5.23	1.35	4.75	1.40
能讓學習時間更具彈性	5.51	1.33	5.85	1.35	5.62	1.34

	設計組(77 人)		工程組(40 人)		整體(117 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
9.滿意度						
參與使用 ATS 課程 是一件有趣的事	4.99	1.22	5.43	1.38	5.14	1.29
我喜歡透過 使用 ATS 的方法 學習新技能	4.70	1.45	5.40	1.26	4.94	1.42
我希望所有的課 都能結合 ATS	5.43	1.32	5.68	1.44	5.51	1.36
10.持續使用意圖						
我打算繼續使用 ATS 學習新技能	4.87	1.25	5.38	1.21	5.04	1.26
我打算增加使用 ATS 的機會	4.70	1.27	5.33	1.14	4.91	1.26
學習新技能時， ATS 將成為 我首選的工具	4.35	1.39	4.90	1.43	4.54	1.42