

國立臺南大學

數位學習科技學系

碩士論文

運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統
Employing a Dual-Modal Emotion Recognition
Mechanism to Design an Affective Tutoring System

指導教授：林豪鏘教授

研究生：簡銘寬

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：運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統

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：簡銘寬

親筆簽名：簡銘寬

中華民國 100 年 9 月 8 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：運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統

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：簡銘寬

親筆簽名：

簡銘寬

中華民國 100 年 9 月 8 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 簡銘寬 所提之論文

運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統

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 謝智強 簽章

委員 林信宏

林豪鵬

指導教授 林豪鵬 簽章

系所主任 張智凱 簽章

中華民國 100 年 8 月 2 日

運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統

Employing a Dual-Modal Emotion Recognition Mechanism
to Design an Affective Tutoring System

by

Ming-KuanChien

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: Hao-Chiang Lin

中華民國一百年七月

運用雙模情緒辨識機制設計情感式家教系統

學生：簡銘寬

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

近來情感運算已成為人工智慧中一塊令人矚目的新領域，人們藉由各式各樣的情感運算方法除了賦予電腦更具人性化，也加強了電腦與人們之間更真實的互動。在本篇論文中，我們將情感運算運用進智慧型家教系統當中，其中最主要的目的在於藉由觀察使用者在學習時的情緒表達，給予適當的回饋，並且討論情感運算在人機互動的過程當中所扮演的角色以及貢獻。運用情感運算除了使智慧型家教系統在保有高彈性的互動學習環境以外，還能加深其人性化互動的層次。

本論文使用臉部表情辨識與文字語意情緒之雙模機制作為情感運算的主軸，臉部表情辨識以主動形狀模型為基礎配合表情辨識演算法來了解使用者的基本情緒，而文字情緒則是使用本體論作為語意情緒推論的理論基礎，用來了解學習者的學習狀態。使用者的學習狀態經過語意情緒辨識取得使用者的學習情緒，透過課程代理人參考辨識結果選擇出適當的教學課程配合教學策略回饋給使用者。另外一部分，臉部表情辨識可讓互動代理人了解使用者的基本情緒，然後給予使用者聲音以及動畫的回饋。

本研究的評估流程使用：(1)原型評估：系統使用性量表(SUS)問卷與專家啟發式評估之評估方法；(2)三角評估：觀察、問卷、和訪談之質量並施的評估方法。藉由以上評估方法探討：(1)在家教系統中加入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是否能吸引使用者；(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。經過評估發現，使用者對系統的使用性相當良好，滿意度高；而且系統能夠吸引使用者，且能提高使用者的學習動機。

關鍵字：情感運算、情感式家教系統、智慧型家教系統、雙模情緒辨識機制

Employing a Dual-Modal Emotion Recognition to Design an Affective Tutoring System

Student: Ming-Kuan Chien

Advisor: Hao-Chiang Lin

Department of Information and Learning Technology
National University of Tainan

ABSTRACT

Emotional expression in Artificial Intelligence has gained lots of attention in recent years, people applied its affective computing not only in enhancing and realizing the interaction between computers and human, it also makes computer more humane. In this study, emotional expressions were applied into intelligent tutoring system, where learners' emotional expression in learning process was observed in order to give an appropriate feedback. Besides, the role of affective computing and its contribution in understanding human emotional expressions showed during human-computer interaction were discussed. Emotional intelligent not only gives high flexibility to the interaction of tutoring system, it also to deepen its level of human interaction.

This study uses dual-mode operation: facial expression recognition, and text semantics as the main elements in affective computing to understand users emotional. While text semantics relates users semantic emotional reasoning through text emotion and emotional recognition to understand learner's learning status, and the results would contribute to course management agents in order to choose the most appropriate teaching strategies and feedback to the users. Another part of the facial expression recognition allows interactive user agents in understanding the basic emotions of the representatives' agents and later on provides users a complete sound and animation feedback.

The evaluation process applied in this study are: (1) prototype evaluation: system usability scale (SUS) questionnaire and expert heuristic evaluation of assessment methods; (2) triangle assessment: observation, questionnaires, and interviews of the quality and facilities of the assessment methods. Through the assessment mentioned above, this research also discuss in: (1) whether affective computing function well when added into the home tutoring system; (2) users satisfaction in affective tutoring system; (3) would affective tutoring system attract users; (4) would affective tutoring system improve user learning motivation in digital art courses. As a conclusion, the users responded positively towards the system, satisfaction is high; and the system not only could actually attract users, it can also improve users' motivation in learning.

誌謝

兩年來的碩士生活即將告一個段落，回首這兩年的點點滴滴實在令人懷念，當初從一個半吊子的大學生，蒙林豪鏘(鏘鏘)老師的不棄，讓我有學習的機會，接受我這個不才的學生進入他的門下，這兩年來，鏘鏘老師總是以鼓勵的方式讓我去學習、讓我去成長，從來沒想過大學以後，還有這樣的老師對學生投入這樣多的心力與心血，能從專業的角度給予我相當中肯的建議，也能像朋友一樣，輕鬆的相處，相信整個 DDLAB 的夥伴們都能感受到鏘鏘大家長帶給大家那種像家人般的氛圍。

對於 DDLAB 與碩班的同學們總是有一份愧疚的心，無私又熱情的學長姐們、像媽媽一樣細心又有責任感的眉期、天龍國的宣佑、有趣的偉偉、總是一起”奮戰”到天明的昨日學長、魔獸團團長小月亮、總是令我很感動的家俊學長、還有一群很熱情的同學、一起打籃球的夥伴們、可愛的學弟妹們，雖然碩二開始與大家相處的時間非常非常的少，但是每當回到學校，卻沒有一絲毫的疏離感，大家的關懷與歡笑，我會一直一直放在心裡面的，真的很捨不得你們。

最後，要感謝父母的支持，對於常常在外頭東奔西跑的我，總是給于無限的支持，總是鼓勵我去完成我的夢想，雖然難不免會擔心我的身體，但我想這就是身為父母對於孩子無限的牽掛與關懷吧！以上，再一次感謝這一群讓我成長的老師、學長姐、同學、朋友，由衷的感謝你們！

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	i
目錄.....	ii
圖目錄.....	iv
表目錄.....	v
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	3
第二章文獻探討.....	5
2-1 情緒辨識相關研究	5
2-2 自然語言處理 (Natural Language Processing; NLP).....	6
2-3 主動形狀模型	7
2-4 智慧型家教系統與情感式家教系統	8
2-5 數位藝術課程	9
2-6 小結	10
第三章研究方法.....	11
3-1 系統架構與流程	11
3-2 語意推論引擎(OMCSNetKai).....	12
3-2-1 本體論(Ontology)	13
3-2-2 自然語言處理	14
3-2-3 語意推論準確度與投票機制	17
3-3 情緒辨識基於主動形狀模型(Detected Emotion based on Active Shape Model ;DEASM).....	20
3-3-1 主動形狀模型 (Active Shape Model ;ASM).....	21
3-3-2 臉部特徵點擷取流程	23
3-3-3 臉部情緒辨識查表演算法	25
3-3-4 脸部情緒辨識結果	27
3-4 智慧型家教系統	29
3-4-1 智慧型家教系統架構與模組	29
3-4-2 課程架構	30
3-4-3 課程代理人模組	30

3-4-4 互動代理人模組	32
3-5 系統設計與評估流程	33
3-5-1 原型設計	34
3-5-2 系統原型評估-啟發式評估.....	34
3-5-3 系統原型評估-使用性評估.....	36
3-5-4 系統最終評估-三角交叉驗證法.....	37
3-5-5 問卷調查法	37
3-5-6 使用者互動滿意度量表.....	38
3-5-7 學習動機量表.....	38
3-5-8 訪談-焦點團體法.....	38
3-5-9 訪談-口語資料分析.....	39
第四章評估結果與分析.....	40
4-1 原型評估-系統使用性評估結果分析.....	40
4-1-1 系統使用性量表-信度分析.....	40
4-1-2 系統使用性量表-描述性統計.....	41
4-2 原型評估-專家評鑑分析.....	43
4-3 最終系統之三角測量評估分析.....	45
4-3-1 使用者互動滿意度評量(QUIS)分析.....	45
4-3-2 使用者動機量表(MSLQ)分析.....	47
4-3-3 參與觀察與焦點團體訪談結果.....	49
第五章結論與未來展望.....	54
5-1 結論	54
5-2 未來展望	55
中文參考文獻.....	57
英文參考文獻.....	58
附錄一-SUS 使用性量表.....	62
附錄二-QUIS 評量統計結果.....	63
附錄三-MSLQ 評量統計結果.....	65

圖目錄

圖 1-1 論文架構	4
圖 2.1 雙模態情緒辨識架構圖 (引用自吳鑑峰 (2002))	6
圖 2-2 主動形狀模型建構流程圖	8
圖 3-1 系統架構圖	12
圖 3-2 Ontology-based & NLP 處理流程圖	13
圖 3-3 Ontology	14
圖 3-4 語意推論流程圖	20
圖 3-5 訓練樣本標定點示意圖	21
圖 3-6 訓練樣本資料	22
圖 3-7 臉部特徵點標定順序	22
圖 3-8 主動外觀模型建立與脸部特徵點擷取流程圖	23
圖 3-9 人臉五官特徵點標號	25
圖 3-10 脸部情緒特徵點距離	26
圖 3-11 課程代理人運作模式	29
圖 3-12 Barry Kort, Rob Reilly, Rosalind W. Picard, 2001	31
圖 3-13 教學策略判斷流程	32
圖 3-14 動畫玩偶	33
圖 3-15 系統設計與評估流程	34
圖 3-16 三角測量評估	37
圖 4-1 系統使用性量表直方圖	41
圖 4-2 玩偶回饋與使用者相對情緒的改變	49

表目錄

表 3-1 語意學習狀態準確度	17
表 3-2 Di 值變化與情緒對應表	27
表 3-3 JAFFE 資料庫測試詳細資訊	28
表 3-4 臉部情緒辨識準確率	28
表 3-5 課程架構表	30
表 3-6 使用性探索法則	36
表 4-1 系統使用性量表 SUS 分數換算統計結果	41
表 4-2 系統使用性量表 SUS 之描述性統計	42
表 4-3 參與評鑑專家之專長項目	43
表 4-4 專家評鑑之主軸編碼及說明	43
表 4-5 使用者互動滿意度構面信度分析	46
表 4-6 QUIS 問卷敘述性統計	47
表 4-7 使用者動機量表構面信度分析	48
表 4-8 MSLQ 構面信度分析	49
表 4-9 使用者訪談之主軸編碼及說明	50

第一章緒論

本章分為四個小節，第一小節主要敘述人與科技之間的密切性，以及電腦所扮演的重要性。第二節闡述近來情感運算的發展與情感式家教系統概況。第三節是探討情感式家教系統對使用者帶來的影響。第四小節為描述本研究的研究流程與論文架構。

1-1 研究背景

當電腦科技日新月異，電腦已經成為我們日常生活中不可或缺的工具，除了幫我們完成各式各樣的工作以外，也增加許多人與人或人與電腦的互動性。當科技愈來愈趨向人性化的同時，電腦不再是冷冰冰的機器，而是另外一種生命的呈現，現今越來越多研究，嘗試著讓電腦能夠像人類一般能夠感知別人的情緒，甚至表達出自己的情緒，而這些研究都在探討如何藉由情感運算的應用，讓電腦能更貼近人類的想法，甚至能給予人類建設性的回應。

所謂的「情感運算」(Affective Computing)，係透過各種感應器 (Sensor)，取得由情緒、情感所引起的表情與生理變化信號，針對這些訊號進行識別，以理解人的感情，並依此做出適當的回應(李蔡彥, 2004; Manovich, 2001)。這是一個新興的學術領域：研究如何感知情緒、建立適當的情緒模型，接下來將情緒適切地以各種方式表達，甚至在網路上傳遞 (MIT Media Lab, 2008)。情感運算同時關心「感情」與「情緒」兩個構面，因此也必須感測「生理」與「心理」兩種資訊來源。因此，情感運算又稱為情感運算、情緒感測、情意運算、情意計算、情緒運算、情感計算、感情計算等 (張華憫, 2008) (TechArt, 2005)。

由於情感運算的崛起，許多學者開始關心是否能夠藉由情感運算來輔助使用者學習他們所需要的課程，透過使用者與電腦的互動，讓電腦這個虛擬家教能夠

得到使用者的情感，並適應使用者的情感，給予適當的回饋 (Sarrafzadeh, et al., 2003; Sarrafzadeh, et al., 2004; Vicente, 2003)藉此來提升使用者的學習興趣和學習動機。在此發展過程中，目前面臨的挑戰為：(1)正確判斷使用者的情緒；和 (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，例如：臉部表情分析及手勢分析、嗓音分析等。第二個問題目前較少人關注以及研究。然而，隨著情緒辨識的障礙逐步克服，如何適性回應使用者情緒，也變得日益明顯和重要，在本研究中不僅嘗試提高正確判斷使用者的情緒外，獲得學習狀態與情感資訊後也加入基本的回饋機制，包括聲音與動畫玩偶的回饋。

1-2 研究動機

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：如果我們想讓電腦更有智慧且更自然的與我們互動，我們必須賦予電腦認識、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，情感運算的結果就變成是一個非常重要的參數，我們相信這樣的系統，能夠提升學習者的學習興趣與學習動機。

目前的智慧型家教系統 (Intelligent Tutoring System; ITS)大多強調能給予使用者高彈性的互動學習環境，也可以參考學習者的知識背景給予適當的教材與教學策略，像是當使用者的學習成績不盡理想時能夠適時的降低學習的困難度。不過卻很少有研究關心到使用者的學習狀態，例如：當使用者的學習能力下降時，或許是因為情緒受到了波動，造成學習的動機變弱了，而不是本身的學習能力有問題。所以，我們希望藉由情感運算的參與，即時觀察使用者的情緒與學習狀態，再根據情緒與學習狀態的波動給予使用者適當的課程內容與回饋。

不過，人類在情緒的表達上是相當複雜的，像是透過各種表情的傳達、眼神的傳遞、各式各樣的肢體語言、生理現象、甚至利用文字的表達來顯現當下的情

感狀態。因此，單純的使用單一方法來取得的情感或狀態都是不完整的，所以我們利用臉部表情辨識加上文字語意情緒推論雙模機制，試圖去了解使用者更多的情緒與學習狀態資訊。

1-3 研究目的與研究問題

與一般智慧型家教系統不同的是，本論文將情感運算運用在智慧型家教系統中，將使用者的學習狀態與當下情緒作為彈性教學課程的參考指標，這使得教學系統更具人性化、更了解使用者的學習狀態。在情感辨識機制的選擇上，由於侵入性情感辨識機制多使用頭戴式感測帽或者藉由在身體上安置各種生理資訊感測器(Sensor)獲取情感資訊，然而這些都會影響到使用者的學習，因此，我們選擇非侵入性的情感辨識機制，藉由臉部表情辨識與文字語意情緒辨識的雙模辨識機制，藉此了解使用者的情感資訊，也使得本系統擁有更高的移植性。情感式家教系統的特色在於將學生在學習的過程中所產生的各種情緒，納入智慧型家教系統的考量當中，藉由辨識學習狀態給予適時的回饋，以提升學生的學習興趣與動機。

根據上述之研究目的，本研究主要在探討以下問題：

- (1) 在家教系統中加入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是否能吸引使用者？
- (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？

1-4 論文架構

本論文總共有五章，在第一章說明研究的背景、動機與目的；第二章為文獻的探討，介紹國內外與本論文有相關的研究，主要分為三個方向進行探討：情感辨識、文字情緒辨識與智慧型家教系統。第三章是本篇論文的研究方法，透過即

時的臉部情感運算與 OMCSNet 語意情感推論，雙模互補的的情感辨識機制獲取使用者當下的狀態，並針對使用者的學習狀態，由課程代理人挑選出最佳的教學策略與學習內容。而第四章是評估系統，藉由原型評估與最終系統評估檢測使用者對於本系統的滿意度並檢視其學習動機。第五章則是結論與未來展望，為本論文整個流程和評估結果提出總結



圖 1-1 論文架構

第二章文獻探討

2-1 情緒辨識相關研究

早期的情緒辨識主要以臉部及語音的單一辨識為主流，語音辨識多半偵測聲音中頻率的高低與能量(Energy)，再利用統計或機器學習等方法，產生一套規則來辨識情緒。而臉部表情辨識在多年來，許多專家學者均有許多相關研究，其中以 Ekman et al. (1978)提出的辨識系統 FACS (Facial Action Coding System)最為知名，這套系統根據臉部的肌肉分布，對人臉總共定義了數十種基本動作單元 (Action Units; AUs) 臉部辨識則為先接取人臉輪廓的部分，進一步偵測臉、眉毛、嘴巴、鼻子等位置，將這些位置以點當成分布的範圍，形成一種特徵的呈現，方法主要是根據特徵點的移動，計算每個點的位移向量，辨識的部分有將收集到的資訊加入到支持向量機(SVM)、類神經網路(Neural Network)、隱藏式馬可夫模型(HMM)等基礎不同的辨識器訓練以辨識喜怒哀樂等表情或心理學家定義的規則當推論。

目前情緒辨識以雙模辨識甚至是多模辨識為主流，取代以往單一辨識的語音及臉部資訊的處理上，雙模多半為結合語音與臉部的架構，如圖 2.1 所示，在吳鑑峰(2002)所發展的雙模辨識系統，將語音及臉部的特徵值經由主成份分析找出最具代表性的特徵後，利用 Continuous Density Support Vector Machine(CDSVM)分別對語音及臉部的特徵值做作訓練，得到各種情緒的準確率。最後再計算語音與臉部影像分類後的準確率的幾何平均，得到總辨識率。Wang&Guan(2005)將語音及臉部的特徵值利用馬氏距離(Mahalanobis distance)選取代表性的特徵值出來。而辨識方法上則訂定規則，以大於 50%為辨識的情緒的基準。如果包含兩種以上則根據共幾種表情在分類，以找出最大機率。如果沒有一個大於 50%，則使用全

部分類器去辨識。最終兩個研究都說明了雙模辨識結合後，準確度也比單一模組的語音和人臉影像來的高。而少部分的雙模辨識基於結合語音與文字的研究，不過純以關鍵字為輔，對於文字的發展仍處於薄弱的階段。

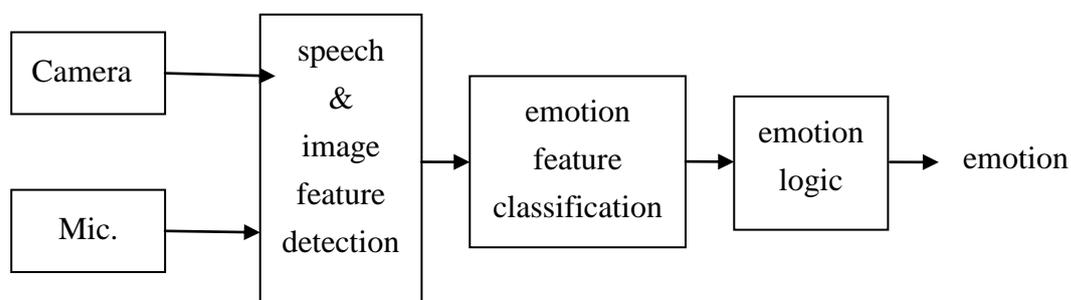


圖 2.1 雙模態情緒辨識架構圖(引用自吳鑑峰(2002))

而多模辨識除了臉部及語音結合之外，結合一些方法來偵測辨識準確性，如 Silva&Ng(2000)利用貝氏網路做為情緒辨識的架構，在語音與臉部做結合，以嘴型當作變數，偵測是否有說話，最後在判斷語音及臉部的準確度，以防止聲音噪音太大或臉部沒有追蹤到。有些研究更加上肢體語言上的資訊等特徵值來增加辨識效能，如 Castellano et al.(2007)將偵測生理反應改為手勢，利用 EyesWeb 平台偵測身體與手的移動，最後用貝氏分類法(Bayesian classifier)訓練臉部、語音、身體移動與手勢的特徵值，去測試八種情緒分類的準確率，經由結合後的辨識效果比單一辨識高大約 10%左右。

2-2 自然語言處理(Natural Language Processing; NLP)

所謂的自然語言處理(Natural Language Processing ; NLP)是屬於電腦科學(Computer science)及語言學(Linguistics)領域的範疇，牽涉到人的自然語言與電腦之間的互動重要性，探討如何處理及運用自然語言，主要分為兩個部分：(1)自然生成系統(Natural Language Generation System ; NLGS)，是從電腦資料庫內把計算後的數據轉化成自然語言並傳達資訊，讓人類瞭解數據所表的意義，或者可

以說是一種讓人懂得電腦的意思。(2) 自然語言理解系統(Natural Language Understanding System; NLUS), 是把自然語言的計算程序轉換成更易處理的形式, 需經由一些標準化的處理, 如剖析樹(Parse Tree)或者是一階邏輯(First Order Logic)架構, 讓電腦可以更簡單處理人類的語言。許多的問題也需要同時利用這兩個自然語言處理系統, 舉例來說, 像中文翻譯機就必須先讓電腦瞭解使用者輸入語言的意思, 再翻譯成正確的中文意思讓使用者知道。

2-3 主動形狀模型

主動形狀模型(Active Shape Model; ASM)是由 T.F. Cootes 等人在 1992 年提出, 它的前身是主動輪廓模型(Active Contour Model; ACM)。ASM 主要的方法概念是藉由訓練同類型的物件影像, 建立出主動形狀模型, 接著透過不斷的疊代收斂慢慢縮小模型與目標物件的形狀差異, 最終使得形狀模型能夠藉著參數的調配與目標物件形狀匹配吻合。

為了進行形狀搜尋演算法, 我們必須使用主動形狀模型, 而建立主動形狀模型前, 需要一組訓練影像樣本作為建構形狀模型的材料, 透過這組以人工標記方式產生的訓練影像樣本找出最理想的收斂形狀。一般來說, 標準的主動形狀模型建立流程如下圖 2-2。

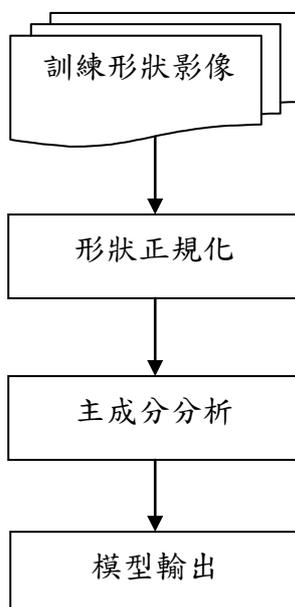


圖 2-2 主動形狀模型建構流程圖

使用統計的方法建構形狀模型之前，必須先要將所有訓練形狀影像作正規化，以去除多餘的成像變因，保留下物件自身形變所產生的變形資料。

主成分分析(Principle Component Analysis; PCA)是一種將高維度的資料經由最小平方誤差與正交線性變換，轉換到較低維度座標系統的方法。使用主成分分析方法，可以讓我們使用低維度的參數表達高維度的資料以外，也能保有大部分資料的主要特徵。因此主成分分析法最主要的目的在於以最少的變數代表原始資料最大的成分，這也大大的降低了計算的複雜度。

2-4 智慧型家教系統與情感式家教系統

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。ITS將模擬人類教師執行不同的教學任務，依照不同學生的特點及狀態，給予學生不同的教學方法。ITS出現於20世紀的70年代後期，但是在90年代更為普及。智慧型家教系統由四個模組所構成：介面模組，專家模組，學生模組、家教模組(Koedinger and Corbett,2006)。

近幾年來，已經有越來越多教學系統將焦點擺在如何在教學環境中產生情緒，包括情緒的表達、同理心 (Lester et al., 1999)以及學習者的情感辨識(Conati et al., 2002)，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)。而情感式家教系統(Affective Tutoring Systems; ATS)正是因應這樣的需求而產生的，目的是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 and Li, 2010)。ATS 是以 ITS 為基礎所發展，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)。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 (Picard, 1997)。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 (Picard et al.,2001)。由於情感運算技術的嘗試，使計算機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。Gerald (2004)指出，負面的情緒會削弱學習的狀態，而正面的情緒會對學習成就有所幫助。而 Ammar et al., (2010)建立透過臉部表情加強 ATS 和學生之間情感交流的教學系統。這項研究證明，情感運算有助於監測使用者在學習過程的行為 (Ammar et al., 2010)。

Chi 等人 (2001)建議讓學生接觸比在傳統模式教室有更多建設性機會的 Tutor 課程對於學習會更有幫助。智慧型家教系統指的是藉由電腦分析提供個性化的指導或直接回饋給學生的教學系統。

情感式家教系統則是以 ITS 為基礎，結合了情感運算發展而來，如果想提升電腦與人互動的層次，那麼如果電腦能夠了解人類的感受的話，就能夠給予人類適當的反應回饋。所以 1985 年 Marvin Minsky 教授提出「要讓電腦具有情感能力」。ATS 的發展目的是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)。

2-5 數位藝術課程

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。

2-6 小結

具有情緒感知且能針對學生學習狀態作出回應的情感式家教系統逐漸成為學習系統內重要的元素之一, 藉由操作這樣的情感式家教系統, 使用者也可以得到適當的回饋, 而不再只是面對一台冷冰冰的機器。一般的教學系統多是單向的知識傳授, 即使目前提供的課程並不適合目前使用者的學習狀態, 這樣的系統更不會去了解使用者的情緒, 這往往忽略了「使用者」才是學習環境中的主角。所以本研究的目標在於藉由情感運算的幫助, 除了能提供適合使用者的課程外, 更能提高學習動機, 提升學習的意願。以往的 ITS 很少加入情感運算的元素、突破之處在於我們使用了臉部情緒辨識加上語意學習狀態辨識

第三章研究方法

3-1 系統架構與流程

本研究之系統主要分成兩大主軸：

第一主軸：

課程與互動機制：

1. 結合數位藝術課程的課程模組：包含教學策略子模組(Teaching Strategy)、課程代理人子模組(Curriculum Agent)與課程資料庫(Course Database)。語意學習狀態推論的結果會傳給課程代理人，由課程代理人選擇適當的教學策略再從課程資料庫挑選合適的教材讓使用者學習。
2. 系統互動模組：包含聲音回饋子模組(Voice Feedback)、互動代理人子模組(Interaction Agent)、動畫代理人回饋子模組(Animated Agent Feedback)。臉部情緒辨識的結果會傳給互動代理人，由互動代理人選擇適當的聲音與動畫回饋給使用者。

第二主軸：

臉部情緒辨識與學習狀態辨識機制

1. 以主動形狀模型為基礎的臉部情緒辨識：這部分由本系統發展的工具 DEASM (Detected Emotion based on Active Shape Model)達成我們的目的，DEASM 是以 njustyw (2010)發展的工具 Active Shape Model Library (ASMLibrary 5.0) SDK 為基礎，搭配 Ammar (2010)提出的演算法結合而成。DEASM 由 webcam 取得即時影像資訊後，對每一個 frame 作主動形狀模型的匹配，再取得演算法所需的特徵點座標，最後透過臉部情緒辨識演算法辨識使用者情緒。此部分將作為系統回饋回饋代理人的參考資料。
2. 以本體論為基礎的語意學習狀態辨識：使用 OMCSNet 作為語意推論的資料庫，透過對每一個概念節點的推論，推論出使用者學習狀態值，過程中結合

半自動化的投票機制取得最終的學習狀態。此部分將作為系統課程代理人選擇課程的參考指標。在這部分我們使用結合了 Massachusetts Institute of Technology (MIT)Media Lab 開發的 OMCSNet (Open Mind Common Sense corpus, a semantic Network, 2003)為基礎搭配投票機制所發展出的語意學習狀態辨識工具 OMCSNetKai 來完成我們的工作。本系統的架構圖如圖 3-1 所示：

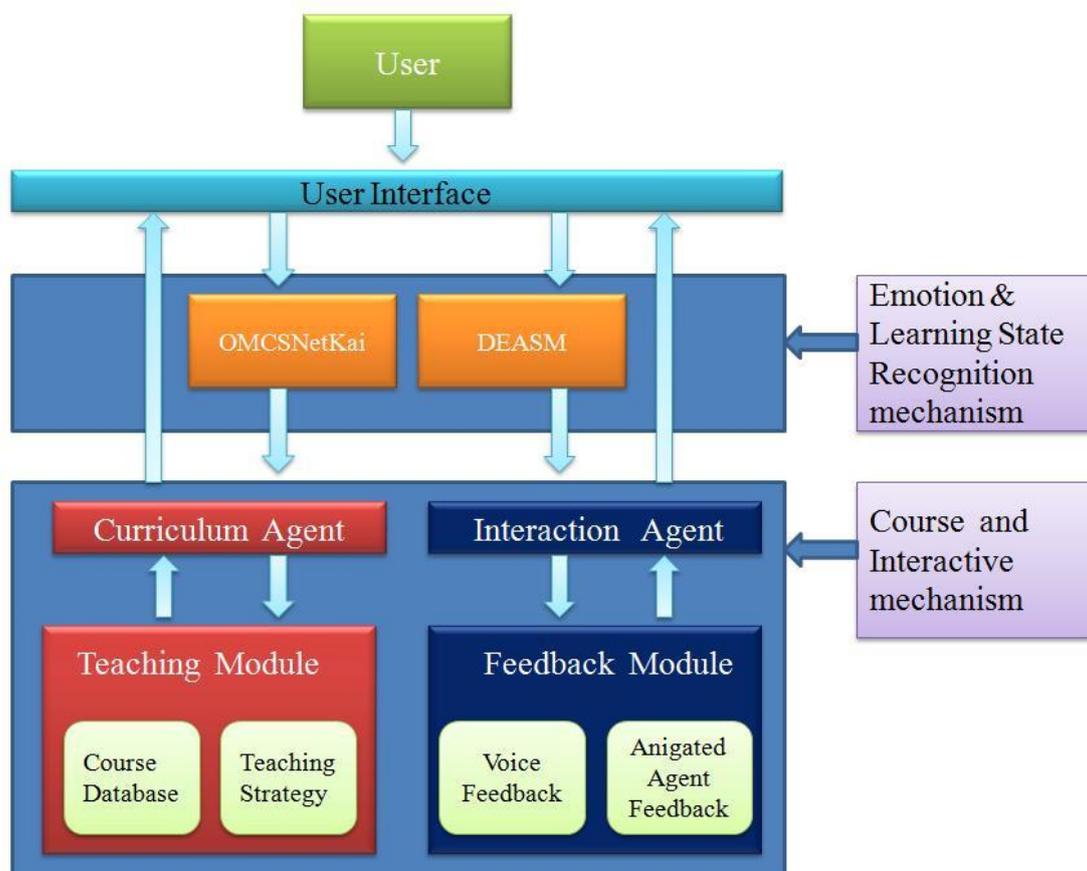


圖 3-1 系統架構圖

3-2 語意推論引擎(OMCSNetKai)

此語意學習狀態推論引擎是以本體論與自然語言處理為基礎的推論模式，預計採用的本體論為 OMCSNet。有鑑於目前 AI 之推論與分析的主流皆採用 computational intelligence 之技術、例如 Markov chain, Support Vector Machine, Neural Network 等方式、經由先行訓練再來針對 test case 進行推論。本論文所採用的推論方式是較已接近傳統的邏輯推論方式進行、此推論方法是較為傳統的方

法、但是也更加接近人類思考模式的方式。OMCSNet 的本身定義了 link 約十種。各自代表不同 concept 之間關聯的關係、但是本論文中不採用 link 種類分類。相反的、我們將每個 link 視為皆是一樣重要的。

此模組初期純粹藉由關鍵字所提供的學習狀態強度為不加以任何修改之加總。學習狀態的強度是藉由不同 concept 之間、在 Ontology graph 當中的距離(定義為一個 node traverse 到另外一個 node 所需之距離、即途中經過的最短 link 量視為「兩 concept 之間的關聯強度」、如果將其中的一個 concept 設定為學習狀態的 Disappointment、Puzzlement、Confusion、Frustration、Anxiety、Awesome、Satisfaction、Curiosity、Hopefulness、Calm 等學習狀態的話、就可以取得「某個 concept 相對於不同學習狀態 node 之距離」、那麼即可視為「某個 concept 對於不同學習狀態的關聯強度」。如果純粹就以一個句子當中全部的關鍵字、進行推論、那麼加總以後、即可視為本句子所產生的學習狀態內容。

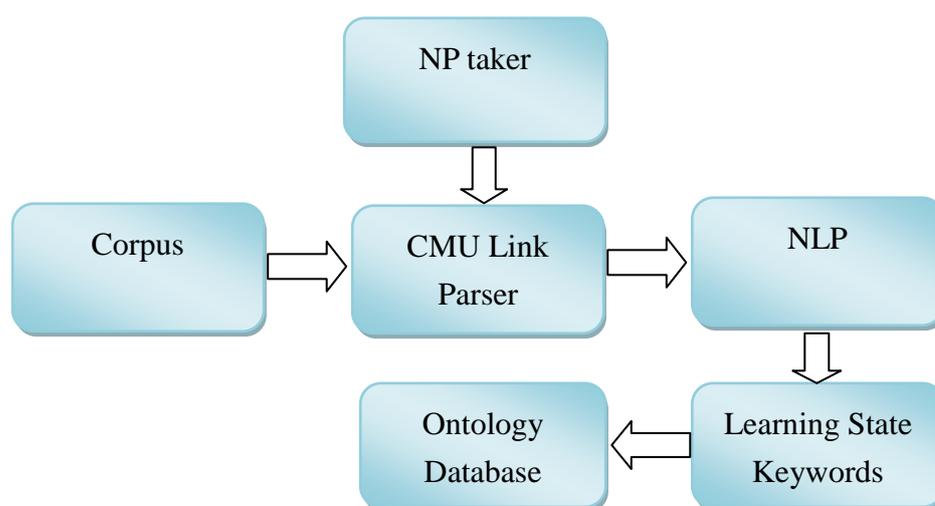


圖 3-2 Ontology-based & NLP 處理流程圖

3-2-1 本體論(Ontology)

本體論 (Ontology) 中的每一個節點(Node)就是一個個的概念，越接近樹根就是越一般化的概念(general concept)，越接近葉子的節點，就是越特定的概念(specific concept)，而節點與節點之間的連結就是關係的連結(relation)，在層與層之間的關係就是一種繼承的關係。在繼承的屬性上，常見的有is-a和has-a關係，

透過這兩種關係，我們可以將從最一般的概念，排列到最特定的概念，形成一顆樹的結構。有了這樣的樹狀結構就形成了本體論。在本研究中，Emotion可以是最一般化的概念，如圖3-3：要考試了，所以「小明現在的情緒很差」，很自然的我們會聯想到小明現在的情緒可能是「Fear」的，因為「Fear」所以小明想要「Avoid」考試。

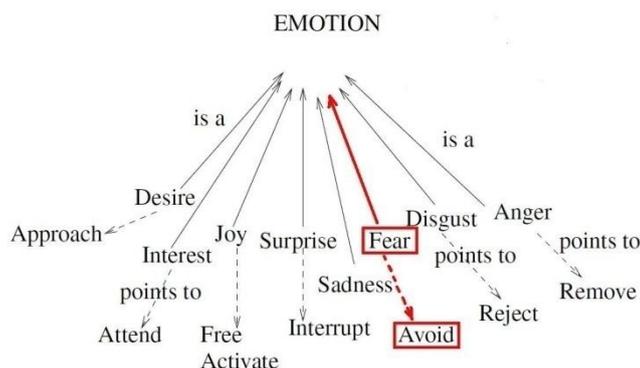


圖 3-3 Ontology

對於人類來說，小明感覺到恐懼所以想要逃避考試這樣的推論是很自然的事情，然而對電腦卻不然，所以建立一份龐大且詳盡的 Ontology 資料庫是必要的，而本研究所採用的是 2004 年 MIT media lab 所製作的 OMCSNet，擁有 28 萬餘個 Concept、以 C++實做、具有合理的推論反應時間。

3-2-2 自然語言處理

有時候會將一些有用但是比較抽象的資訊用文字或語音表達出來。一句話當中常常會有不同的文眼，即句子最重要的部份，以下列句子為例：「我常常覺得大概這件事情沒有那麼困難」，句子當中其實最可能與情緒關聯的關鍵字是「困難」，頂多在加上「覺得」，很多的關鍵字尤其在轉換成英文後就會有非常多的虛字，造成無謂的推論步驟。

經由一定的實驗，我們可以發現對於 Emotion Informatic 較為重要的詞性主要為動詞、形容詞、副詞。為了要提昇系統的效率與準確率，我們引入 Carnegie

Mellon University 的 link parser(現正由 Abiword 開發團隊維護)，此 parser 由於提供句子間隸屬的階層關係，讓我們得以對輸入的句子更加清楚關鍵的單字通常位於何處，並藉此工具來標出不同關鍵字的詞性，選出會對情緒影響的詞彙再進行推論。例如以下句子：I saw a saw saw a saw. 會輸出為[S [NP I NP] [VP saw [SBAR [S [NP a saw NP] [VP saw [NP a saw NP] VP] S] SBAR] VP] S]

請注意到最外層的 S 代表 sentence，包含兩個成員，其一為 NP 的 I，其二為 saw 開頭的 VP，包含以下的受詞子句等等。由於一個句子最主要的表達含意通常皆位於最外層的主要句子，因此我們可以適度的加重外層句子關鍵字所提供的 emotion informatic 之比重，將可以提供更正確的情緒資訊。假設輸入為句子內容、由 argv 陣列傳入此演算法、由 1 起始、具有 n 個 token：

Algorithm:

```
For each token from argv[1] to argv[n]  
On [*: push *into symbolStack, push an empty string into tokenStack.  
On [*]:push symbolStack.top() into "digestedSymbol,"push tokenStack.top()  
Into "digestedToken."  
On *:Append currentString in tokenStack.top()
```

然此演算法有明顯的問題，就是不具備「複數 token」處理的能力，例如 My senior classmates 或者是更複雜的名詞子句型態如 Who killed my parents 的情況。因此需要引入名詞 token 處理的修正：

Algorithm: Nptaker

Input:argv 的 char 陣列, i 為 NP 偵測的起始 index. depthCounter 代表目前的子句 stack 深度，一旦為 0 的話、代表經過的 token 回到同一個階層(即同帶入之 token 的同一個階層)。請注意下述所輸入的是已經經由 LINK parser 所處理完成之 tokens、包含[,]代表某階層之始末，故名詞可為有複雜子句的巢狀結構。

```
For( ; depthCounter != 0 ; i++){  
//此迴圈在 depthCounter 歸零時( 回到與 argv[i] 同子句 )時結束  
currentString = Gargv[i];  
if( currentString doesn't has neither '[' or ']' )
```

```

    {
        returningNP += currentString;
    }
    else if( currentString[0] == '[' ) //if the token start with '['
        depthCounter++;
    else
        depthCounter--;
}

```

另外，更詳盡的句型結構所帶給我們的好處還包含處理「多重否定」的能力，舉例而言：「我不相信他沒有殺害那個女性」，簡言之可以講為「我相信他有殺害那個女性」，這樣的情況可以透過針對動詞緊鄰的否定詞進行處理，以「由內而外」的方式進行否定句拆解，以上句為例：可以拆成「我相信」「『他沒有殺害那個女性』的否定」，再往內修改成為「我相信」「他殺害那個女性」，如此一來就可以避免複數否定使得情緒反轉的情況得以修正。

處理完句子結構後，包括句子間的階層式隸屬關係、複數 token 的處理以及多重否定句子結構後，接下來將處理學習情緒訊息的部分。

Algorithm:

sumEI 為「目前總計的 emotion informatic」，共十項、如 sumEI[0]代表 Awesome、sumEI[1]代表 Satisfied 等等。currentEI 為「目前子句所提供的 Emotion Informatic」

```

While( currentSS = SubSentence.pop() ) //如果還有子句尚未處理
{
    Eicap = MAX( sumEI[i] ) //選擇十項中最大值
    If( currentSS.negated )
        for each sumEI[i]:
            {
                sumEI[i] = CEIL( Eicap ) - sumEI[i];
                sumEI[i] += currentEI[i];
            }
}

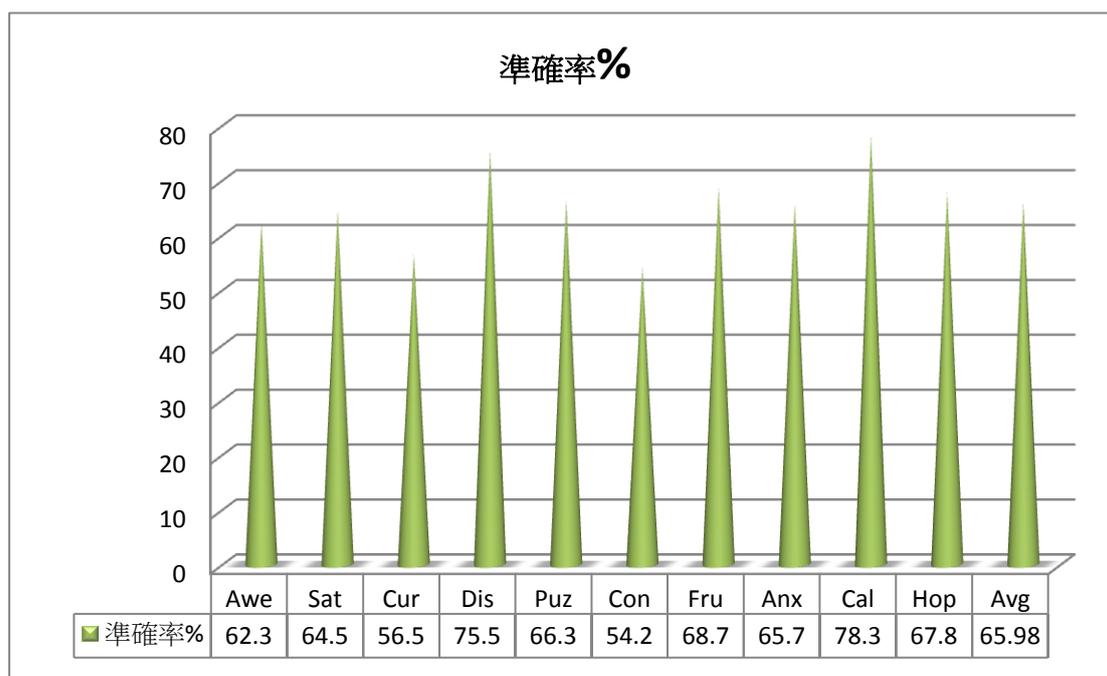
```

3-2-3 語意推論準確度與投票機制

此節的內容在於敘述語意推論引擎的推論準確率，以及將使用者的意見納入推論的一部分，形成半自動化的投票機制。

在推論準確率的部分，我們手動從網際網路文章內容中，挑選出含有學習狀態的語句作為分析的樣本，每種學習狀態各 100 句，共十種學習狀態，合計 1000 句。分析結果如下表 3-1。Awe 代表 awesome，Sat 代表 satisfaction，Cur 代表 curiosity，Dis 代表 disappointment，Puz 代表 puzzlement，Con 代表 confusion，Fru 代表 frustration，Anx 代表 anxiety，Cal 代表 Calm，Hop 代表 Hopfulness。

表 3-1 語意學習狀態準確度



雖然語意推論引擎能夠幫助我們搜尋到更多語意中更深層的意義，然而很明顯的，這樣的推論還不夠全面性，於是我們使用 WordNet 作更廣泛的搜尋、作更深層的推論。WordNet 由 Princeton University 的認識科學實驗室 George Armitage Miller 教授指導下建立和維護。WordNet 的特性就像是一本字典，與一般字典一個一個闡述單字意義不同的是，WordNet 將每一個具有相同意義的字條組稱為一個 synset(同義詞集合)。在 WordNet 中，名詞、動詞、形容詞、和副詞

各自被組織成一個同義詞的網路，每個同義詞集合都代表一個基本的語意概念，利用這個特性，將十種學習狀態：很棒的(awesome)、滿意(satisfaction)、好奇(curiosity)、失望(disappointment)、困惑(puzzlement)、混淆(confusion)、挫折(frustration)、焦慮(anxiety)、平靜(calm)、樂觀(hopefulness)透過 WordNet 將意義相近的詞組搜尋出來，比如說：awesome 可搜尋到相關的詞組為 amazing、awe-inspiring、awful、awing 等等，接下來再用 OMCSNetKai 推論引擎找尋輸入語句與各同義詞之間的關係程度。

除了考慮語意推論中語意的全面性以外，還有一點是值得我們思考的就是推論的真實性，所謂的真實性即是透過語意推論引擎針對語句的推論結果有多少程度是符合使用者的學習狀態，舉例來說，假設 awesome 推論出的值為 2.32 且 awesome 學習狀態推論準確率有 62.3%，而 frustration 推論出的值為 2.23，且 frustration 狀態推論準確率有 68.7%，所以可以得知，awesome 的真實性只有 $2.32 * 0.623 = 1.44536$ ，而 frustration 的真實性有 $2.23 * 0.687 = 1.53201$ ，雖然一開始的結果是 awesome 的值比較高，然而受其推論準確率影響，其真實性反而比 frustration 來的低，由此可知語意推論引擎的值不能完全代表當前使用者的學習狀態程度，必須還要將推論的準確度的考量加進來。

真實性的考量元素除了推論準確率以外，使用者的自我狀態選擇亦納入真實性的另外一個考量中，於是我們引入了一個投票方法的概念，再介紹投票方法前我們先為整個推論的程序做個小結，參考圖 3-4；在 OMCSNetKai 推論引擎中，使用者輸入的語句經過自然語言處理後形成了一個一個的概念 (concept)，如公式(3-1)：

$$S = \bigcup_{i=0}^n C_i \quad (3-1)$$

S 代表使用者輸入的語句， C_i 代表一個一個的概念 (concept)。每一個概念透過 WordNet 的同義字查詢後形成概念詞組 SE_i ，代表一個集合 (set)，以 C_1 概念為例參考公式(3-2)及圖 3-4：

$$SE_1 = C_1 + \bigcup_{i=0}^n SYN_i \quad (3-2)$$

其中 SE_1 代表以 C_1 為主的概念詞， SYN_i 代表由 WordNet 關聯出的同義字 (Synonym)，同義詞組接下來將 SE_i 中每一組中的每一個概念使用 OMCSNetKai 對每一種學習狀態集合內的元素作關聯程度的推論，值得注意的是，投票方法從這步驟開始參與學習狀態決策的流程中。假設 A 概念屬於推論結構中的第一層概念，而 B 概念屬於推論結構中第二層概念，且 B 概念是 A 概念推論的子節點，則 B 概念貢獻的關聯程度值 α 即是 B 概念貢獻的票數。

而使用者本身在投票方法中將有一票的貢獻度，使用者可以自行決定是否參與投票，如果決定參與，將會提升被選擇學習狀態原始值一倍的程度。延伸上面所述的例子，awesome 推論的值為 2.32，準確率 62.3%，frustration 推論值為 2.23，準確率有 68.7%，而使用者決定投 frustration 一票，則 awesome 最後的值仍維持 $2.32 * 0.623 = 1.44536$ ，而 frustration 的最終值為 $2.23 * (1 + 0.687) = 3.76201$ 。

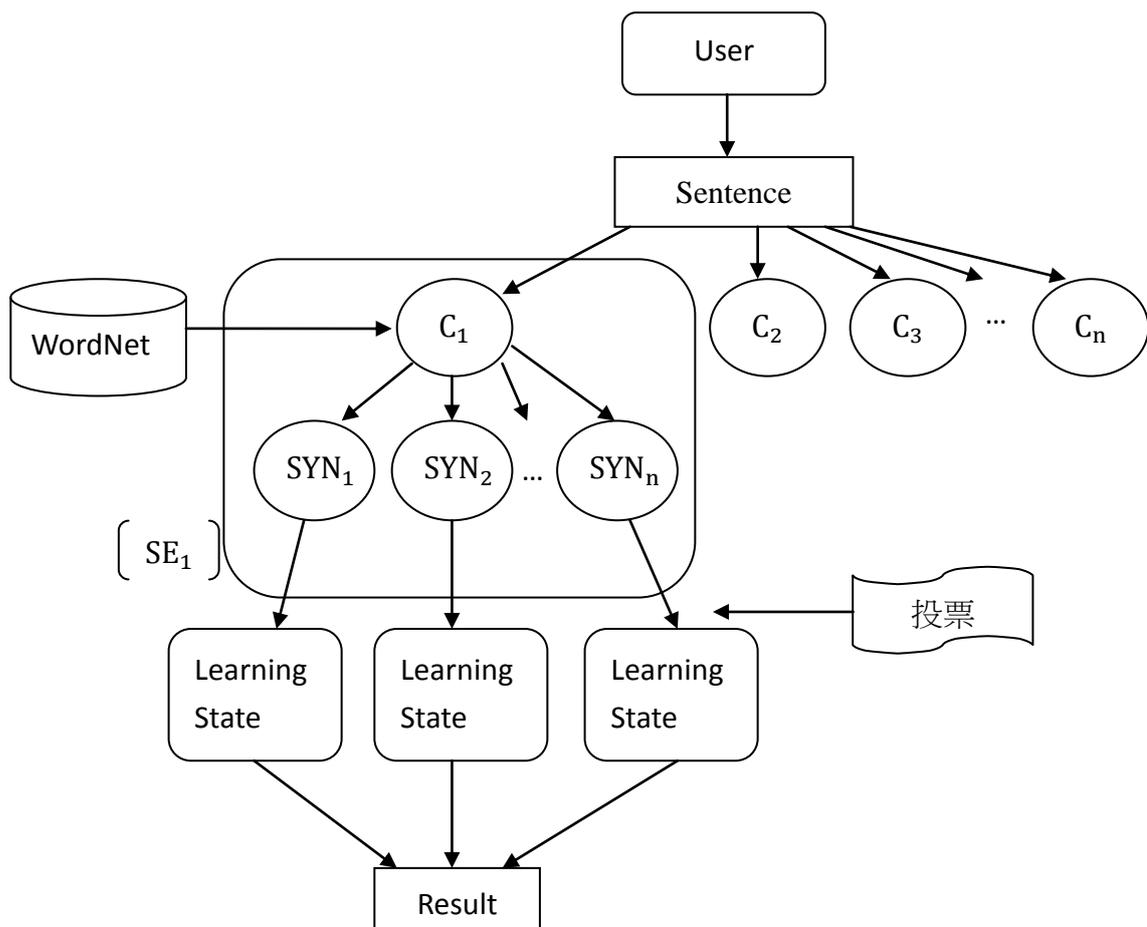


圖 3-4 語意推論流程圖

3-3 情緒辨識基於主動形狀模型(Detected Emotion based on Active Shape Model;DEASM)

由於每個人的五官特徵點位置如：眼睛、眉毛、鼻子、嘴巴的形狀和大小皆不相同，只用固定的模型來檢測每一張人臉的圖像，可想而知匹配的效果一定不理想，而 Cootes 等人提出的主動形狀模型 (Active Shape Model; ASM) 方法則能滿足我們的需求。在臉部情緒辨識模組我們充分利用標定點之間的關係和由 Mohamed Ben Ammar 等人提出的情緒查表演算法相結合，發展出基於主動形狀模型的情緒辨識機制(Detected Emotion based on Active Shape Model; DEASM)，我們使用這套機制對使用者作即時的学习情緒觀察。

3-3-1 主動形狀模型 (Active Shape Model ;ASM)

主動形狀模型 (ASM)是一種基於模型特徵匹配的方法。通常主動形狀模型是以一組標定點集合來表示我們想要偵測的物體形狀，比 Kass 等人所提出的 Snake 方法，主動輪廓模型 (Active Contour Model; ACM)擁有更高的彈性，這個形狀是從目標對象中濾除掉位置、放大縮小、旋轉的影響以後仍保存下來的幾何訊息，是一種描述物體形狀的點分佈模型 (Point Distribution Model; PDM)，而點分佈模型是由訓練資料集裡面訓練出來的成果，他包含了訓練集的平均形狀和形狀變化的參數。圖 3-5 顯示出訓練集中其中一張圖像，上面標示了 68 個標定點。

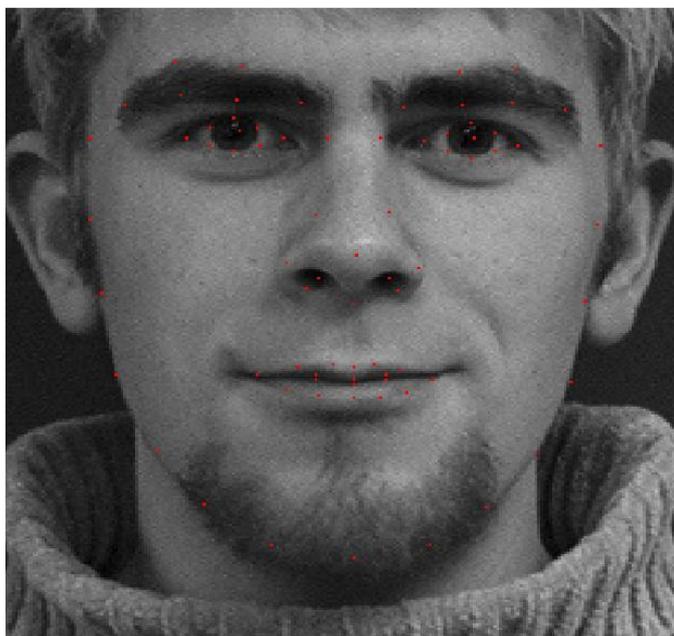


圖 3-5 訓練樣本標定點示意圖

以下是建立一個主動形狀模型的基本流程：

第一步驟：

訓練資料集：本篇論文使用 IMM Face Database，由 Danmark 科技大學 Michael M. Nordstrom 等人發展，IMM Face Database 擁有四十個不同的人臉面孔，有男性也有女性，每個人擁有六張不同角度與表情變化的圖片檔 (jpg) 總共 240 張人臉資料。

選擇標定點：臉部標定點資料則使用 Tim Cootes 發展的臉部特徵點標定套件 am_tools，am_toos 為 IMM Face Database 每一張人臉圖片作 68 個特徵點標定，包括臉輪廓、眼睛、眉毛、鼻子、嘴巴，人臉五官的標定順序如圖 3-7，最後將每一張人臉的標註點資訊儲存為 pts 檔案(圖 3-6)，pts 檔案內容依照標定點順序之數值輸入。

```

107_0764.pts - WordPad
檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 插入(I) 格式(O) 說明(H)

version: 1
n_points: 68
{
249.599 153.934 246.122 205.482 249.53 255.293 255.88 310.967
274.546 353.816 296.05 386.909 325.603 410.212 373.341 423.403
421.079 417.749 453.742 395.765 476.355 363.102 493.315 327.926
505.016 275.566 515.482 222.694 519.696 180.315 505.877 157.074
476.355 127.552 442.436 120.643 420.214 129.002 441.18 141.999
472.586 146.396 272.84 140.115 303.619 112.477 354.075 110.684
374.698 131.319 338.739 125.493 306.131 129.436 300.812 153.8
324.975 140.743 355.754 157.702 324.975 165.24 324.975 151.421
482.636 174.034 460.024 155.818 430.501 167.124 455.627 180.315
456.883 166.496 373.67 159.452 363.011 206.475 349.193 241.916
352.788 259.676 388.587 265.522 421.17 262.591 426.946 244.884
416.333 206.54 412.189 160.575 369.806 251.861 409.349 253.842
324.524 317.989 351.357 308.454 370.201 304.686 385.276 307.826
396.582 306.57 415.426 310.967 430.975 323.931 417.808 335.877
399.791 344.17 382.522 344.826 359.237 341.592 342.62 330.207
355.76 321.15 384.132 326.125 404.766 325.389 405.094 320.9
384.347 319.55 355.961 317.865 384.186 323.087 394.303 235.871
}

如需說明，請按 F1

```

圖 3-6 訓練樣本資料

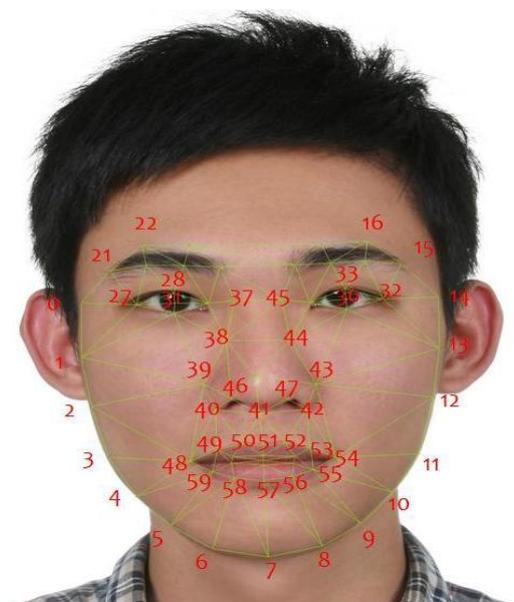


圖 3-7 臉部特徵點標定順序

線性轉換：由於每張圖片的標定點位置不相同，運用廣義對齊演算法可將每一張的標定點對齊到同一個座標框架之下。

第二步驟：

從訓練資料集中建立模型，假設訓練樣本資料集合表示為 M ，即是我們使用的 IMM Face Database 集合，每一張標定點圖為 X_i ，每一個 X_i 都有 68 個標定點 X_1, X_2, \dots, X_{240} ，則此訓練樣本集合可被描述成

$$X = \bar{X} + P_t b_t \quad (3-3)$$

\bar{X} 為對齊後形狀向量的平均形狀， P_t 是主成分特徵向量構成的變換矩陣， b_t 是主分量參數，控制前 t 個模式的係數。

第三步驟：

通過一個灰度匹配的搜索過程尋找圖像中的目標形狀。在搜索的過程當中不斷通過迭代且同時調整形變參數，使模型漸漸吻合欲偵測目標之實際形狀，達到精確的定位。

3-3-2 臉部特徵點擷取流程

本節介紹主動形狀模型的訓練工具與人臉資料庫，以及主要流程，流程如圖 3-8：

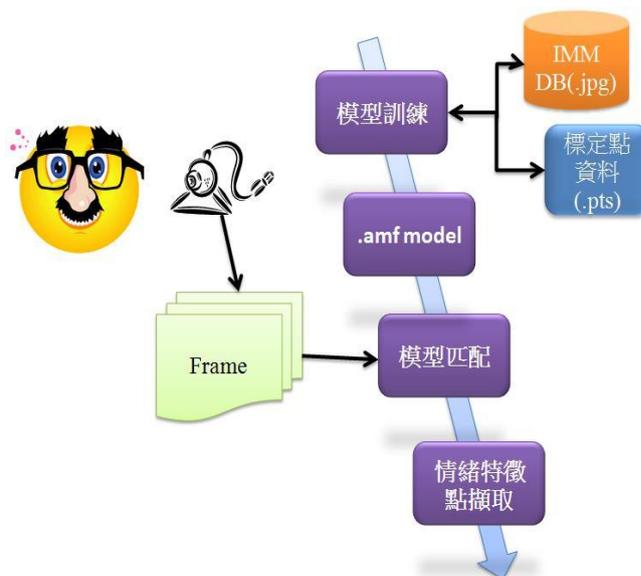


圖 3-8 主動外觀模型建立與臉部特徵點擷取流程圖

首先我們必須先訓練一個主動形狀模型，訓練模型的過程中需要大量的臉部資料與臉部標定點資料兩種資訊，經過模型的訓練後會得到一個主動形狀模型，由於我們需要觀察使用者的即時情感狀態，考慮到使用者的學習感受，所以我們不採用侵入性的生理資訊採集方法，而使用方便取得且不干擾使用者使用系統的 webcam 收集使用者的動態表情變化。當系統經由 webcam 獲取使用者一連串的視訊串流後，針對每一張 frame 進行主動形狀模型的匹配，當匹配成功後，便將各特徵點資訊儲存

臉部特徵點匹配與擷取演算法如下，首先開啟 webcam 讀取 frame 後進行模型匹配，當匹配成功後，將所需臉部各部位特徵點資訊存進 Feature 陣列。

Algorithm :

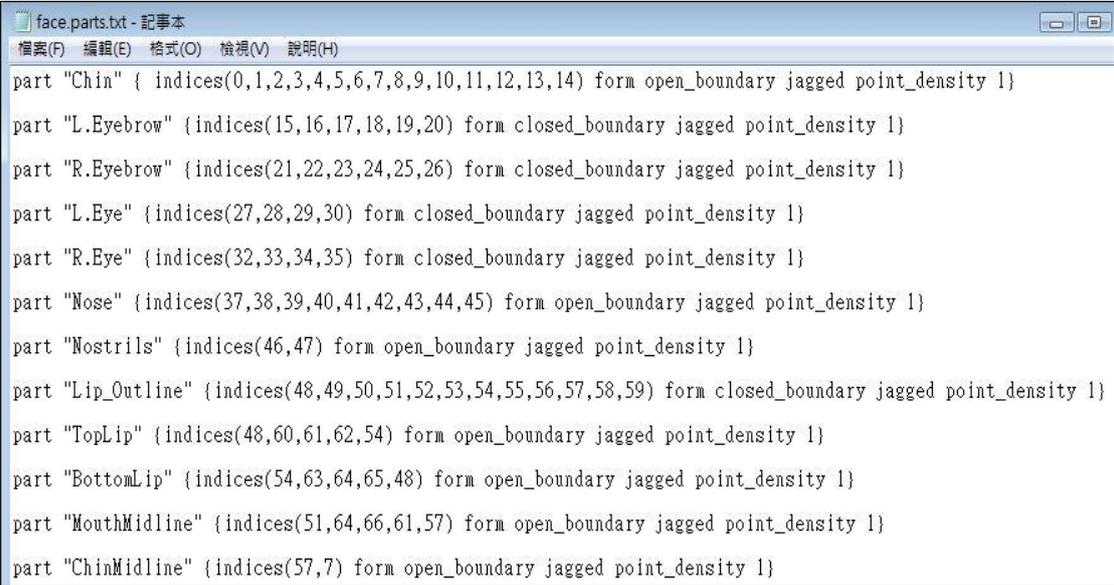
```
Start webcam
While(1)
{
    Image = read_from_camera; // 從 webcam 讀進 frames
    Detect face; //使用 Viola_jones_haarlike detector 偵測臉部
    Initial ize shape from detected box; //shape 初始化

    Do image alignment; //模型與 frame 匹配
    Show image;

    For(int k = 0; k < shape.Npoints(); k++) //如果 k 值 =28,30,16,32,48,54,51,57
        //      20,36,儲存情緒特徵標定點
    {
        If(k == 28, 30, 16, 32, 48, 54, 51, 57, 20, 36)
            Feature[ ][x]=shape[k].x;
            Feature[ ][y]=shape[k].y;
    }
}
```

人臉五官特徵點標號如圖 3-9，分別為下巴 (Chin)、左眉毛 (L.Eyebrow)、右眉毛 (R.Eyebrow)、左眼 (L.Eye)、右眼 (R.Eye)、鼻子 (Nose)、鼻孔 (Nostrils)、

嘴唇外緣 (Lip_Outline)、上嘴唇 (TopLip)、下嘴唇 (BottomLip)、嘴唇中線 (MouthMidline)。



```
face.parts.txt - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
part "Chin" { indices(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14) form open_boundary jagged point_density 1}
part "L.Eyebrow" { indices(15,16,17,18,19,20) form closed_boundary jagged point_density 1}
part "R.Eyebrow" { indices(21,22,23,24,25,26) form closed_boundary jagged point_density 1}
part "L.Eye" { indices(27,28,29,30) form closed_boundary jagged point_density 1}
part "R.Eye" { indices(32,33,34,35) form closed_boundary jagged point_density 1}
part "Nose" { indices(37,38,39,40,41,42,43,44,45) form open_boundary jagged point_density 1}
part "Nostrils" { indices(46,47) form open_boundary jagged point_density 1}
part "Lip_Outline" { indices(48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59) form closed_boundary jagged point_density 1}
part "TopLip" { indices(48,60,61,62,54) form open_boundary jagged point_density 1}
part "BottomLip" { indices(54,63,64,65,48) form open_boundary jagged point_density 1}
part "MouthMidline" { indices(51,64,66,61,57) form open_boundary jagged point_density 1}
part "ChinMidline" { indices(57,7) form open_boundary jagged point_density 1}
```

圖 3-9 人臉五官特徵點標號

3-3-3 臉部情緒辨識查表演算法

當擷取到所需要的特徵標定點的以後，我們使用 Mohamed Ben Ammar 等人提出的六個臉部情緒特徵點距離定義 (Di)與人類六種基本情緒和六個臉部情緒特徵點距離的關係定義所發展出臉部情緒辨識查表演算法來找出符合特徵標定點變化的各種情緒，如下圖 3-10。首先，他們提出六種情緒特徵標定點距離的定義如下：D1 定義為上眼瞼和下眼瞼的距離，D2 定義為眼角至眉毛末梢點的距離，D3 定義為兩邊嘴角的距離，D4 定義為上嘴唇上緣中心點至下嘴唇下緣中心點距離，D5 定義為眉毛中心點至眼球虹膜中心點距離，而 D6 則定義為眼角至嘴角的距離。

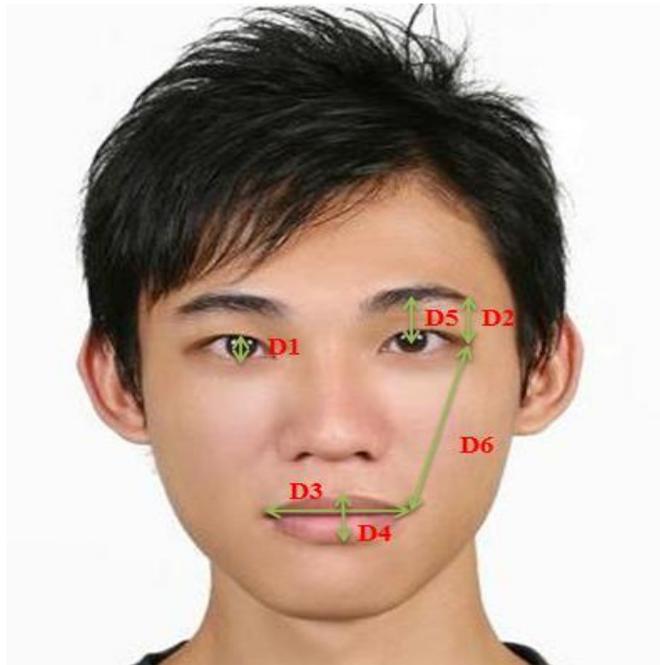


圖 3-10 臉部情緒特徵點距離

接下來，針對人類六種基本情緒，和六個臉部情緒特徵點距離（ D_i ）變化相對應組合的定義如下：

- 快樂：{ D_4 變化值增加 }，{ D_3 變化值下降 & D_6 變化值下降 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }。
- 悲傷：{ D_2 變化值增加 & D_5 變化值下降 }，{ D_1 變化值下降 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }。
- 生氣：{ D_2 變化值下降 }，{ D_1 變化值增加 }，{ D_4 變化值上升或下降 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }。
- 恐懼：{ D_2 變化值增加 & D_5 變化值增加 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }。
- 厭惡：{ D_3 變化值增加 & D_4 變化值增加 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }
- 驚訝：{ D_1 變化值增加 }，{ D_2 變化值增加 }，{ D_4 變化值增加 }，{ 其餘 D_i 值沒有變化 }

以上各基本情緒對應的 D_i 值變化組合可參考下表 3-2，“↑”代表變化值增加，“↓”代表變化值下降，“=”代表沒有變化。

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Joy	=	=	↑	↑	=	↓

Sadness	↓	↑	=	=	↓	=
Anger	↑	↓	=	↑ or ↓	=	=
Fear	?	↑	=	=	↑	=
Disgust	=	=	↑	↑	=	=
Surprise	↑	↑	=	↑	=	=

表 3-2Di 值變化與情緒對應表

Algorithm :

綜合以上定義，發展出臉部情緒辨識查表演算法如下：

```

儲存無表情特徵點資料 non_feature[10][2] ;
計算無表情 D1~D6 值 ;
儲存每一張 frame 的特徵點資料 feature[10][2] ;
計算當前 frame 的 D1~D6 值 ;
if( D3 ↑ )
{
    if( D6 ↓ ) → Happy ;
    else → Disgust ;
}
else if( D1 ↑ )
{
    if( D2 ↑ ) → Surprise ;
    else → Anger ;
}
else if( D3 ↓ & D4 ↓ )
{
    if( D5 ↑ ) → Fear ;
    else → Sadness ;
}

```

3-3-4 臉部情緒辨識結果

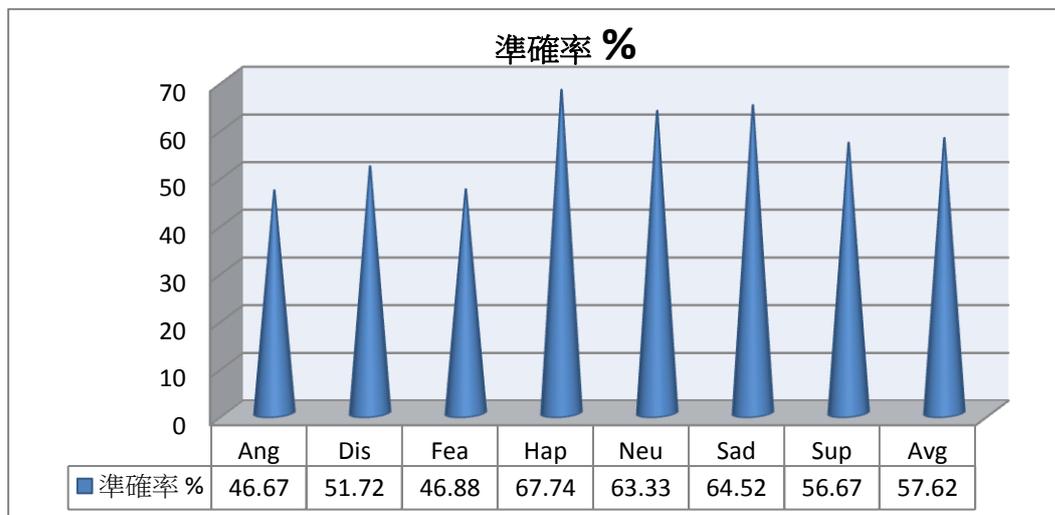
本系統使用 Japanese Female Facial Expression (JAFFE) 資料庫做為臉部表情辨識準確率測試，資料庫內容為日本女性的表情，是目前少數以華人臉孔且以情緒分類之資料庫，其中共七種表情，由十位日本女性為收集的對象，每一張大小為 256 x 256，總共有 213 張靜態影像。表 3-3 說明資料庫中測試詳細資訊。

表 3-3 JAFFE 資料庫測試詳細資訊

JAFFE 資料庫							
受測者代碼	無表情 (符合/ 張數)	生氣 (符合/ 張數)	噁心 (符合/ 張數)	恐懼 (符合/ 張數)	快樂 (符合/ 張數)	難過 (符合/ 張數)	驚訝 (符合/ 張數)
KA	2/3	1/3	1/3	2/4	3/4	2/3	2/3
KL	2/3	2/3	2/4	2/3	2/3	2/3	2/3
KM	2/3	2/3	1/2	2/3	3/4	3/4	2/3
KR	3/3	1/3	2/3	1/3	2/2	2/2	1/3
MK	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3
NA	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	1/3
NM	1/3	1/3	1/2	1/3	2/3	2/3	2/3
TM	2/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/3	2/3
UY	2/3	1/3	1/3	1/3	2/3	2/3	1/3
YM	1/3	2/3	2/3	2/4	2/3	2/3	2/3
合計	213 張影像						

表 3-4 顯示出以 JAFFE 資料庫為臉部情緒辨識測試準確率結果。

表 3-4 臉部情緒辨識準確率



3-4 智慧型家教系統

本論文在智慧型家教系統的基礎上，發展出能夠辨識使用者情緒並給予適當情緒回饋的情感式家教系統 (ATS)。情感式家教系統是指偵測使用者的學習狀態及情感狀態，給予適時的情緒回饋，藉此導正使用者的學習情緒狀態(Mao and Li, 2010)。已經有許多研究人員探討過智慧型家教系統 (ITS)應用在各技能領域的教學上，諸如代數、幾何、數學、物理和電腦程式。但是在如今研究中卻甚少將ITS 的教學使用在藝術領域的課程，甚至是數位藝術的領域。以下是關於本系統情感式家教系統使用數位藝術課程教學的簡介。

3-4-1 智慧型家教系統架構與模組

本系統後端智慧型家教系統即是本系統的第二大主軸課程與互動機制，分為課程代理人與互動代理人兩大回饋模組。課程代理人模組的部分又分為課程資料庫、課程代理人、教學策略。課程代理人運作模式示意圖如圖 3-11。

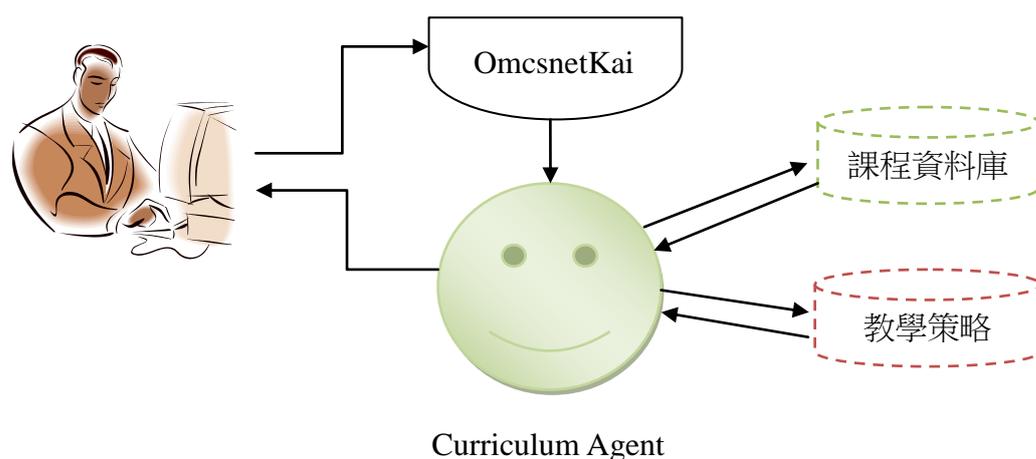


圖 3-11 課程代理人運作模式

3-4-2 課程架構

本系統課程資料庫內容設計以 The History & Development of Digital Art (葉謹睿, 2007) 為主軸，並且邀請課程設計專家設計依照內容編排課程內容，依難易度分成三等級：簡易等級 (Level1)、普通等級 (Level2)、困難等級 (Level3)。課程資料庫之課程架構如表 3-5。

	Level 1	Level 2	Level 3
Chapter 1	1~7 小節	1~7 小節	1~7 小節
Chapter 2	1~4 小節	1~4 小節	1~4 小節
Chapter 3	1~7 小節	1~7 小節	1~7 小節
Chapter4	1~6 小節	1~6 小節	1~6 小節

表 3-5 課程架構表

3-4-3 課程代理人模組

課程代理人模組分成兩塊子模組，分別為課程資料庫與教學策略。當 OMCSNetKai 推論引擎推論出使用者的學習狀態後，課程代理人根據狀態參數選擇適當的課程內容，課程預設以普通等級 (Level2) 作為學習的起始點。本系統採用由 Kort et al. (2001) 提出的學習框架，如圖 3-12

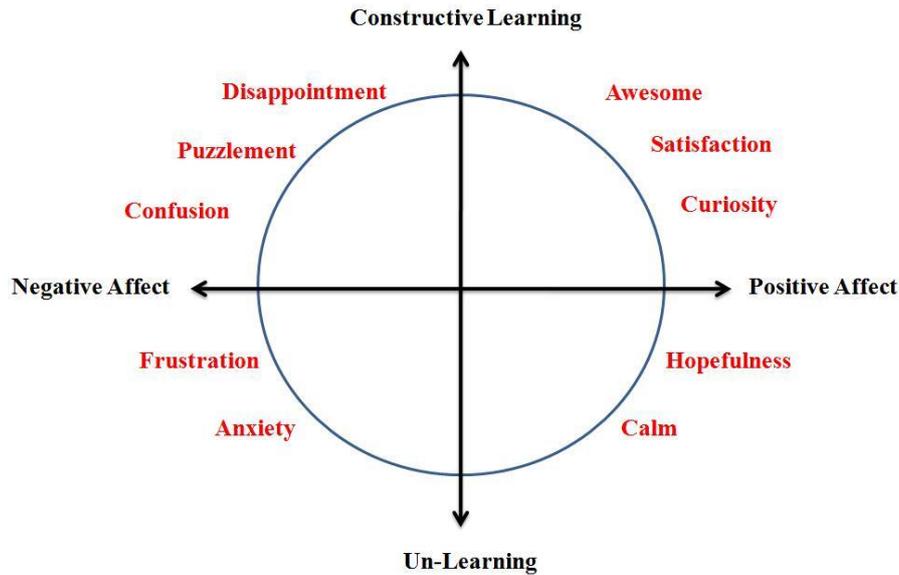


圖 3-12 Barry Kort, Rob Reilly, Rosalind W. Picard, 2001

這個學習狀態框架的 x 軸代表的是情感狀態軸 (Emotion Axis)，依正負能量強弱，正向軸值越高，代表的是正向能量越高，而越趨向負向軸，越左邊代表負向能量越高。而 y 軸代表的是學習軸 (Learning Axis)，正向值 (Constructive Learning) 越高代表學習意願越高，相對的，負向值 (Un-Learning) 越高代表學習意願越低。

Kort 認為一般學習者會經過以下的學習歷程，一開始，學習者的學習狀態有可能從第一象限，正向且積極學習的狀態開始，這代表學習者對課程主題是相當好奇的；或者學習者的狀態是從第二象限開始，這代表課程內容令學習者產生了困惑，不過這反而激發了學習者的學習動機，學習者會嘗試著去解決這樣的困惑，一次又一次的去思考去解決混淆的問題。不過，當使用者經過不斷的嘗試與思考後卻無法突破困難，學習者會不斷降低學習的意願，於是學習狀態會轉移至第三象限，此時的學習狀態會是負向且受到阻礙的。在這個過程中，學習者會進入一個沉澱的情境中，這當中學習者會去了解，什麼樣的解決方式是有希望的，什麼樣解決辦法是會遇到阻礙的，在整理完所有的思路後，學習者會歸納出一個新的方向，那麼學習者的狀態會轉移到第四象限，趨向平靜且充滿希望的，在這個過程中，學習者會找到新的方向、新的想法，那麼學習者會往上一層象限移動，

有可能是第一象限。

根據此學習框架，課程代理人會去觀察目前使用者處於什麼樣的學習狀態下，比如說：學習者目前處於課程普通等級 (Level2)，當學習者對目前的課程感到困難時，課程代理人會依教學策略降低課程的難易度，反之，當學習者的學習狀態是正向的話，課程代理人則選擇較高難度的課程回饋給學習者。

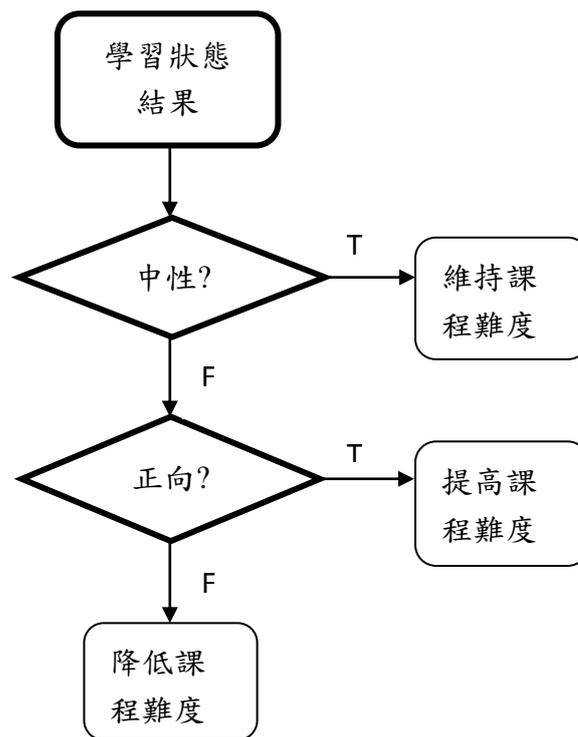


圖 3-13 教學策略判斷流程

3-4-4 互動代理人模組

互動代理人模組分為兩個子模組，分別為聲音回饋部分與動畫玩偶回饋部分。聲音與動畫玩偶針對六種基本情緒各有不同的反應與回饋，如果使用者表達出悲傷(Sadness)的表情，互動代理人會給予安撫，動畫玩偶會表達出關懷的表情，並且詢問使用者：「你還好嗎？」之類關懷的語句。六種基本情緒加上中性(Neutral)共七種動畫玩偶回饋，如下圖 3-14。

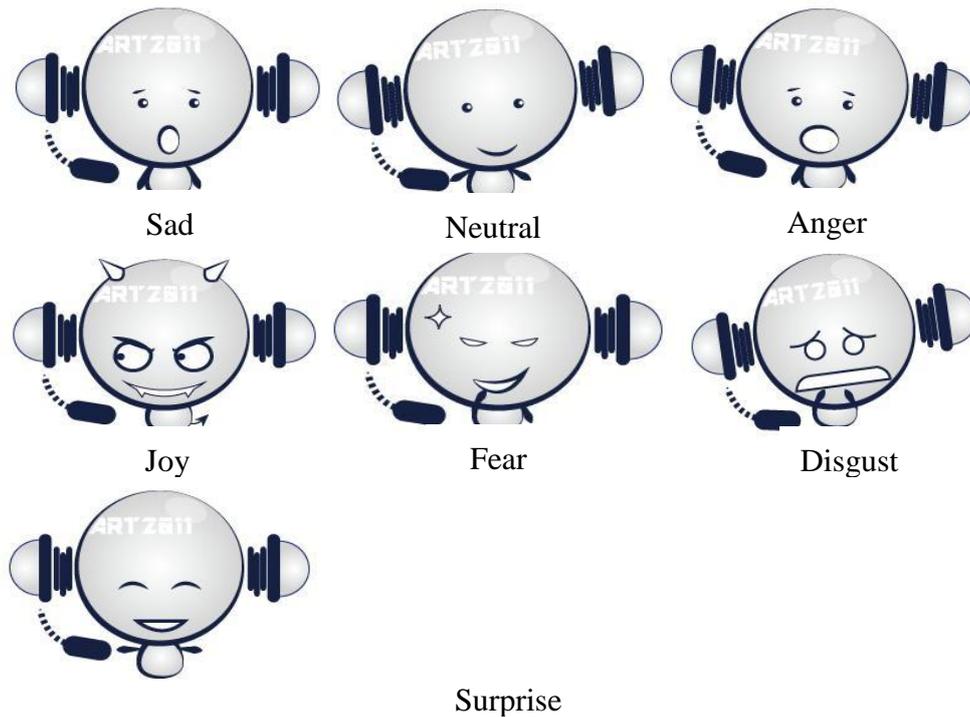


圖 3-14 動畫玩偶

3-5 系統設計與評估流程

本研究嘗試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，因此研究設計與評估流程如下，其中包括：(1) 概念模型 (2) 原型設計 (3) 專家評鑑的啟發式評估 (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，包括問卷、觀察、訪談。設計和評估流程如圖 3-15 所示。

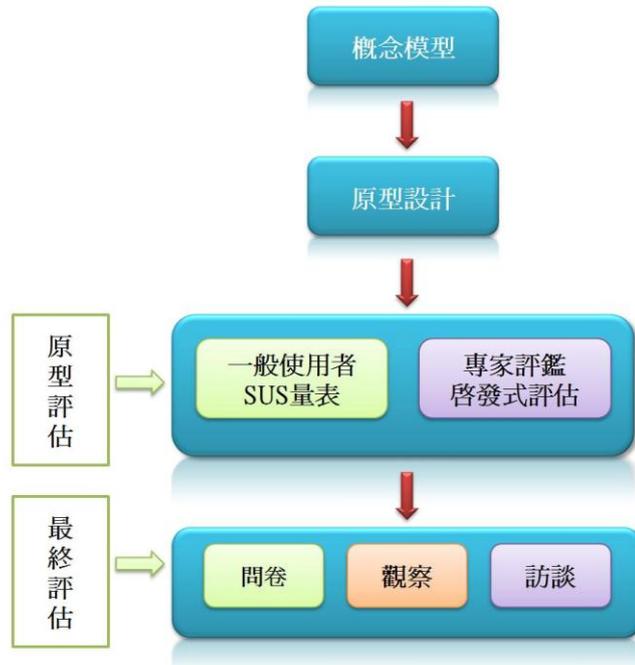


圖 3-15 系統設計與評估流程

3-5-1 原型設計

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，配合其他的辨識技術設計出一套混成式方法，並設計視覺化介面互動 Agent 作為進行情感運算後的結果輸出來與使用者進行溝通。研究結合眾多模式發展，為達到有效增進學習者的學習動機與興趣，更透過專家評鑑進行軟體評估修正，作為情感式家教系統研究評估重要部分。

3-5-2 系統原型評估-啟發式評估

本研究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研究之原型與系統之專家評鑑：學習科技、互動設計、數位藝術、系統開發、視覺設計。而在本系統預計採用之專家評鑑預為：Heuristic Evaluation。

啟發式評估(Heuristic Evaluation)是一種非正式的使用性檢視方法，由 Jakob Nielsen 所發展出來。其依照一組已知的使用性探索法則 (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。而這些 Heuristics，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。Heuristic Evaluation 的最大優點：進行評估時並不需使用者在場，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。

使用性探索法則的內容依循 Nielsen 在 1994 年發展的十個評估主題，每個評估主題擁有一至兩個子問題，其內容如下表 3-6：

表 3-6 使用性探索法則

系統狀況的可視性	Q1:系統是否持續地告知使用者正在進行的情形?
	Q2:對於使用者的操作是否能在合理的時間內做出回應?
系統和真實世界 相互結合	Q3:介面語言是否易懂?
	Q4:所使用的字彙、片語和觀念是否對使用者而言是熟悉的?
使用者控制和自主性	Q5:是否有任何方式可讓使用者輕易地離開他們誤入的地方?
一致性和標準化	Q6:是否執行類似動作的方式是一致的?
協助使用者辨識、診斷和從錯誤中 回覆	Q7:錯誤的訊息是否有幫助?
	Q8:系統是否使用一般的語言描述問題的本質及建議解決之道?
預防錯誤	Q9:系統是否容易出錯?
	Q10:假如是的話，問題出在何處?又為什麼會如此?
辨識重於回憶	Q11:物件、操作和選項是否一直看見?
使用上的彈性和效能	Q12:是否有加速器(如捷徑)提供有經驗的使用者能更快速地完成作業?
具美學和極簡的設計	Q13:是否提供了某些不必要和不相關的資料?
求助說明文件	Q14:求助資訊是否可輕易地找到和遵循?

3-5-3 系統原型評估-使用性評估

本研究採用系統使用性尺度量表 (System Usability Scale, SUS) 做為系統使用性評估之評量方式。SUS 是以評量使用者對於所操作之系統的主觀感受，透過一份十題 Likert Scale 五點量表的問卷，請使用者自行衡量對於使用系統的滿意程度，且問題的排列方式採取正面及反面問題交叉詢問的技巧，讓受試者較能專

注的回答問題。系統使用性尺度量表目前已被廣泛的運用在各種系統使用性研究中。受試者回答完十個問題後，此量表提供一套計算公式，將使用者的主觀感受轉化為客觀的數據資料供分析之用，亦即以 SUS 評量成績來衡量系統介面之使用性，SUS 評量成績的範圍由 0 至 100，分數愈高表示此系統擁有愈高的使用性，使用者會較樂於與之進行互動 (Brooke, 1986; Tullis, 2004; Lutes, 2006; Isman, 2010)。因此從問卷分析中可以反映出受試者的接受度、使用性與滿意度。

3-5-4 系統最終評估-三角交叉驗證法

本研究採用混合法中的三角交叉驗證法 (Triangulation Designs) 做為研究方法。意即量和質的資料權重相等且同時蒐集，併用質和量的資料分析共同解釋研究結果。此一質量同時模式 (QUAN+QUAL Model)，能對感興趣的議題提供較佳瞭解 (Creswell, 2008; Creswell & Clark, 2007; Gay, et al., 2009)。這樣的設計可以結合每一種資料分析的優勢，即量的資料可概括化描述，質的資料可建構場景脈絡。本研究之進行方式為讓使用者進行使用性測試，包含使用者測試、觀察、問卷和訪談。同時分析蒐集來的量與質性資料，將二者所得結果進行比較並做詮釋，如圖 3-16。接下來小節針對每一點分別有更深入的介紹。

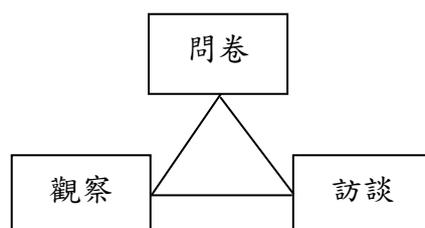


圖 3-16 三角測量評估

3-5-5 問卷調查法

問卷調查法在使用性評估上的優點，在於能從使用者觀點中獲得有用且可靠的回應，同時調查所得的資料也易於管理，所得的結果也比較具中立性(吳立雅、張文山、姜郁美，2005)。可是問卷調查存在著一些缺陷，比如說：易受限於設

計的問題，忽略了隱藏性的問題，且使用者有可能因為對問題不瞭解任意作答，使調查失去真實性。因此本研究在使用者操作的過程中進行觀察，並在填寫問卷後進行訪談，以彌補問卷調查的缺點。

3-5-6 使用者互動滿意度量表

本研究使用之 QUIS (Questionnaire for User Interaction Satisfaction)問卷量測受測者對實驗操作介面之主觀滿意度，問卷分六大面向，分別為整體使用反應 6 題、畫面 4 題、術語和系統資訊 6 題、學習 6 題、系統性能 5 題、可用性和使用者介面 5 題，共 32 題，滿分 288 分，為十等尺度量表形式之問卷，分數越高代表該題項之主觀滿意度越好。

3-5-7 學習動機量表

本研究使用 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire)問卷量測受測者使用完系統後，瞭解使用者對情感式家教系統的學習動機情況。MSLQ 由 Printric 等人在 1991 年發展，問卷分六大面向，分別為內在動機 4 題、外在動機 4 題、工作價值 6 題、控制信念 4 題、自我效能 8 題、學習焦慮 4 題，共 30 題。本問卷採用 Likert Scale 五點量表做詢問，每題由低至高分別是 (1)非常不同意、(2)不同意、(3)普通、(4)同意、(5)非常同意。

3-5-8 訪談-焦點團體法

焦點團體法是一種團體討論的質性研究方法，典型受訪人數在 6~12 位，藉由受訪者共同討論及探索，從彼此討論與互動中分享各種看法及意見(胡幼慧，1996)。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)。資料來源是來自團體成員互動與討論的過程，不是來自個人的意見或觀點的陳述

(潘淑滿, 2003)。本研究在使用者學習完課程後，會對使用者進行焦點團體訪談，藉由此法更深入瞭解使用者使用系統之後的看法。

3-5-9 訪談-口語資料分析

在口語資料分析方面，常見的有回溯法與放聲思考法(Think Aloud)，在課程結束之後重新回顧過程再大聲說出的方式為回溯口語分析法，在進行課程過程中大聲說出的方式稱為放聲思考法 (莊俊賢, 2001)。本研究是在課程任務完成以後，再訪談使用者，屬於前者回溯法。取得口語資料後，分析過程必須相當的嚴謹，因為編碼過程是取決於研究者的主觀判斷，受試者接受測驗時是否誠實作答，都會影響研究結果的信度 (游政達, 2003)。

口語資料分析進行資料編碼時，大多採用紮根理論 (Grounded Theory)。紮根理論是經由系統化的蒐集與分析資料，進而發展成理論(Strauss & Corbin, 1990)。Strauss & Corbin (1998)更補充說明到：理論若能從資料衍生出來，比起單靠經驗或推測就將一系列的概念聚合在一起更接近現實(Reality)。

編碼 (Coding)是一種把資料分解、概念化，再將概念重組的操作過程。簡單來說，紮根法是在一堆雜亂無章的資料中找出脈絡、賦予架構再重新呈現意義，使資料進而轉成理論；而編碼就是把資料重組和意義化的工作 (潘慧玲, 2004)。紮根理論的分析部分是由三種編碼方式所組成：開放性編碼 (Open Coding)、主軸編碼(Axial Coding)和選擇性編碼 (Selective or Focused Coding)。若綜合三種編碼可發現資料編碼在資料間建立來回的向上聚斂或向下擴散，將原始資料轉換成概念、範疇、大範疇和理論的層級中，當完成一個整體大架構時，紮根理論就完成了 (潘慧玲, 2004)。

(1)開放性編碼：將蒐集到的資料分解、檢視、比較、概念化和範疇化的過程。

資料進行概念化，然後將相類似的概念歸類成一個範疇，再賦予此範疇一個適合的名字，以便後續的分析與發展。

- (2)主軸編碼：透過分析現象的條件、脈絡、行動／互動的策略和結果的編碼過程，將各範疇聯繫起來，把資料再一次重新組合，將範疇連結成更大更完整的上位範疇。
- (3)選擇性編碼：將核心範疇有系統的和其他範疇聯繫，驗證其間關係，並把概念化尚未發展完備的範疇補充完整的過程。有六個主要的步驟：發展故事線、聯繫核心範疇和副範疇、藉由範疇的面向連接各個範疇、用資料印證上述範疇間的關係、繼續開發範疇已達更完整的理論雛形、以及將理論紮根。而上述六個步驟在實際分析中，不是直線式，而是採上下來回運用。整個編碼過程就是以歸納和演繹的方式不斷進行「概念化→範疇化→找核心範疇→建立理論架構」。

第四章評估結果與分析

4-1 原型評估-系統使用性評估結果分析

系統使用性評估採用系統使用性量表 (SUS)進行統計分析，驗證問題如下：

問題：本系統之使用性如何？

4-1-1 系統使用性量表-信度分析

本研究的系統使用性量表透過 SPSS 信度分析結果顯示 Cronbach's α 值為 0.792。已經達到一般所認定量表總信度值 0.7 以上；表示此量表之穩定性高且具有內部一致性，所以具有良好信度。

4-1-2 系統使用性量表-描述性統計

研究者將使用者填選完的問卷進行分析，並且將問卷中的反向題修正為正向填答。由表 4-1 及圖 4-1 可知，系統使用性量表整體平均數為 75，標準差為 10.64，整體而言屬於左偏常態峰（偏態=-.492，峰度=.789），此一圖形表示高分群居多，代表大部分使用者之系統使用性感受度偏高。

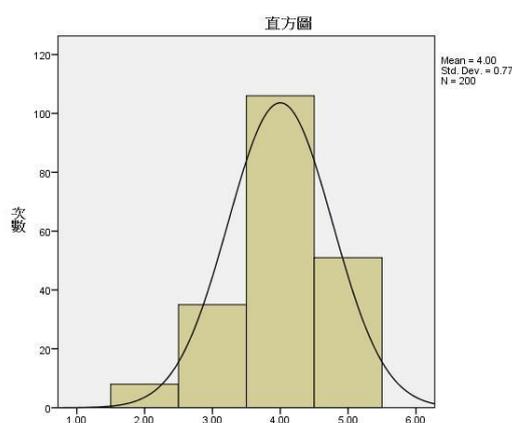


圖 4-1 系統使用性量表直方圖

再透過使用公式 (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。將所有填答經過換算後得到數據如表 4-1，受測者對此系統的平均分數為 75.00 分，中位數為 78.75 分，最大值與最小值分別為 87.50 分與 50.00 分，標準差則為 10.64，顯示出受測學生對此情感式家教系統的使用持滿意觀感。

表 4-1 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	最大值	最小值	標準差
20	75.00	78.75	87.50	50.00	10.64

研究者根據統計資料取五點量表最高及次高的兩個分數百分比加總，由表 4-2 顯示使用者整體主觀感受度為 78.50%。在 Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q7、Q8 分配呈現平均分配，其中 Q3、Q6 為常態峰且平均分配，Q2、Q5、Q8 為高狹峰，Q1、Q4、Q7 為低闊峰；Q9、Q10 題向則呈現左偏表示集中於高數值一

方，其中 Q9 為低闊峰，Q10 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 65.0% 的使用者願意經常使用像情感式家教系統這樣的系統。而 Q2 中 80.0% 的使用者認為這個系統不複雜。在 Q3 中，達 90.0% 的使用者認為這個系統是很容易使用的。而在 Q4 中，有 40% 的使用者認為使用者個系統需要技術人員的幫助才能開始使用這個系統。在 Q5 中，達 90% 的使用者認為系統的功能整合的很好。而在 Q6 中，有 80% 的使用者認為系統中沒有過多的矛盾。在 Q7 中，有 85% 的使用者認為不需花太多時間就可以學會本系統。而在 Q8 中，達 90% 的使用者認為系統的使用上不會困難。Q9 中，85% 的使用者認為有信心能使用這個系統。在 Q10 中，有 80% 的使用者認為使用系統前需要先學會一些先備知識。綜合 SUS 的 75.0 平均數以及 Q1-Q10 的逐題分析，顯示本系統具有良好的使用性。

表 4-2 系統使用性量表 SUS 之描述性統計

	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	3.80	.696	.292	-.734	0	0	35.0	50.0	15.0
Q2	3.85	.489	-.442	1.304	0	0	20.0	75.0	5.0
Q3	4.15	.587	-.004	.178	0	0	10.0	65.0	25.0
Q4	3.30	.923	.214	-.595	0	20.0	40.0	30.0	10.0
Q5	3.95	.394	-.531	4.985	0	0	10.0	85.0	5.0
Q6	4.00	.795	-.699	.807	0	5.0	15.0	55.0	25.0
Q7	4.30	.733	-.553	-.834	0	0	15.0	40.0	45.0
Q8	4.35	.813	-1.42	2.379	0	5.0	5.0	40.0	50.0
Q9	4.40	.754	-.851	-.609	0	0	15.0	30.0	55.0
Q10	3.90	.852	-.930	1.012	0	10.0	10.0	60.0	20.0
整體	4	.703	-.492	.789	0	4.0	17.50	53.0	25.50

(註：其中的反向題修正為正向填答，問卷詳見附錄一。)

4-2 原型評估-專家評鑑分析

本研究邀請到五位專家為原型系統作原型評估，下表 4-3 為各領域專家之專長領域。經由專家檢視系統後進行啟發式評估來詢問專家的看法及建議，而詢問的過程中全程使用錄音，再將錄音的內容整理成逐字稿，經過詳細閱讀以後，挑選內容中重要且關鍵的對答語句進行開放編碼登陸。編碼的過程中，大部分的內容主要和系統的使用者介面、數位藝術課程設計、系統功能性有關，因此遵照這些方向進行主軸編碼，將專家評鑑的內容整理成表 4-4。

表 4-3 參與評鑑專家之專長項目

專家	專長項目
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 4-4 專家評鑑之主軸編碼及說明

主軸編碼代號	主軸編碼	說明	開放性編碼	
C1	代理人回饋	回饋機制設計	代理人回饋	課程難度顯示
			互動方法	使用方法
C2	課程模組	數位藝術 課程設計	內容排版	課程導引
			課程補充	課程內容
C3	系統介面設計	使用者介面 相關功能	排版設計	表情情緒結果
			介面字彙	課程選單設計
C4	系統流程	系統使用流程	使用情況	系統提示
			誤觸機制	操作回應時間

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-代理人回饋：在代理人回饋構面中包含代理人回饋、課程難度顯示、互

動方法以及使用方法，A、B 專家指出：「如果畫面上沒有提示的話，使用者不知道要如何使用文字辨識。」B、E 專家認為：「互動玩偶發出的聲音挺好玩的！」D 專家卻認為：「學習課程時，互動玩偶常常發出的聲音會干擾我學習。」C 專家認為：「如果課程代理人能夠說明目前課程的難度會更棒！」因此在原型回饋機制的部分，除了應該修改聲音的干擾外，回饋的速度也要修正。

C2-課程模組：課程模組指的是數位藝術課程的相關設計，五位學者均提出：「數位藝術課程的課程內容雖然相當豐富，然而文字太多，容易使人感到枯燥，應該可以增加彩色圖片輔助說明。」而 C、B 專家指出：「每個章節之間的關連性不夠緊密，且課程內容可以更細分一些。」由此可發現，雖然課程內容很充實，但是使用者消化內容需要花許多時間。

C3-系統介面設計：系統介面即是使用者介面，B、E 專家說：「按鍵的說明不是很清楚，使用者很難直覺得操作介面。」，五位專家均提出：「沒有課程選單很難瞭解目前我處在課程學習中的哪一階段。」，而且五位專家皆同意 A 專家的說法：「課程瀏覽視窗應該要有上頁與下頁的功能」，B 專家還說：「如果介面能夠加入語音選控功能，加上更精簡化操作介面的話，未來能夠應用在行動載具上，這將會是一個很有趣的學習系統。」A 專家還提出：「使用者介面的功能框說明可以配合語意與表情辨識的說明文字，統一使用一種語言，這會讓系統畫面看起來協調性更高。」由上述我們可以得知，系統應該在操作上增加一些使用或功能的說明，並且統一畫面說明文字語言，這會讓使用者更容易上手。

C4-系統流程：系統流程即是系統的使用流程，A、B、C 專家表示：「介面內容雖然很豐富，不過卻不會因此而雜亂，由於操作元件不多，因此能夠很快熟悉操作方法，但是在整個教學過程中操作的順序流程說明不是太清楚，應該增加一些說明文件或者系統提示。」五位專家均表示：「選擇課程後只能依靠系統給予的課程內容進行學習，然而卻無法再翻前頁複習或者翻後頁預覽，在學習的過程、流程上太單一化。」由此可知雖然操作流程一致但是略顯得單調，使用者能

選擇學習的方式不多，因此除了應該增加系統的流程說明外，在誤選課程上也要有離開選擇錯誤的方法。

綜合使用者原型評估與專家評鑑結果，本系統之原型進行下列方向之修正：

- (1) 代理人回饋：在互動玩偶與使用者互動的頻率上要稍作調整，降低互動的次數，以免干擾使用者學習課程內容。
- (2) 課程模組：在數位藝術課程內容中，應該要簡化文字課程的比例，並增加些圖片或者影片的課程內容，降低使用者學習的消化時間。在課程章節規畫上則可以將相似度高的內容整合在一起，由淺入深低教學。
- (3) 系統介面設計：在介面設計上除了要增加些說明指示外，還要以極簡化的操作方式加上更直觀的介面設計為方向進行改善。
- (4) 系統流程：在系統流程的規劃上要有容錯的能力，以及能夠引導使用者離開誤入誤選的機制。

4-3 最終系統之三角測量評估分析

經過專家評鑑的啟發式評估與系統使用性量表(SUS)的評估之後，本系統針對不完善的地方進行修改，將進行最終系統的實驗。本研究邀請台南某大學理工相關科系的學生 12 位，以及高雄某兩所大學大學部學生共 28 位，合計 40 位，將所有學生依是否接觸過學習系統進行分組，第一組為有經驗組，有 22 位學生，第二組為無經驗組，有 18 位學生。冀望利用問卷、觀察、以及訪談的三角測量評估方式，對最終系統進行實驗以及相關性評估。

4-3-1 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、使用者介面可用性，每個構面有四至六個問項，此問卷共 32 題。

一、構面信度分析

本研究的使用者互動滿意度評量表(QUIS)中六大構面的信度分析結果如表 4-5，六大構面中除了術語與系統資訊構面信度值 0.535 小於 0.7 以外，其餘皆達到一般認定的 0.7 以上。

表 4-5 使用者互動滿意度構面信度分析

整體使用反應	畫面呈現	術語與系統資訊
0.869	0.799	0.535
學習操作系統	系統性能	使用者介面可用性
0.719	0.833	0.757

二、敘述性統計分析

從整體來看，系統的「使用者介面可用性」構面比平均分數低許多，從比總平均分數稍微低的「術語與系統資訊」構面來看，這有可能是因為介面的安排仍不夠人性化，加上介面以英文敘述比較多，以中文為母語的學生無法很直覺的使用。然而從「學習操作系統」與「系統性能」不算低的平均分數 6.17 與 6.40 來看，這仍在使用者接受的範圍內，並不會影響始使用者的學習。所以經此分析得知，本研究的研究問題(1)情感式家教系統的使用性是良好的。

以「整體使用反應」與「畫面呈現」次高與最高分 7.05 和 7.30 來分析，表示雖然系統在介面的可用性上不是最突出，但是畫面的呈現卻彌補了這一個缺陷，這使得使用者對整體的使用反應是加分的效果。以「整體使用反應」7.05 的高分來看可得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。

並且比較兩組之間發現，以平均數來看，有經驗組的互動滿意度上略高於無經驗組，這有可能是因為有經驗組的由於有使用過學習系統，對學習系統比較熟悉，所以比較能接受情感式家教系統的原因，這可以從「學習操作系統」與「術語與系統資訊」兩個構面來看，很明顯無經驗組的平均分數遠遠低於有經驗組，

因為無經驗組對情感式家教系統這類學習系統經驗不足的關係，在操作學習系統上不如有經驗組來的流暢。然而在「整體使用反應」構面中，無經驗組的平均分數 7.11 卻比有經驗組的平均分數 6.89 來的高，這有可能是因為無經驗組的使用者從未接觸過相關的學習系統，在第一次使用上相當有新鮮感，所以能夠引起他們正向的使用反應有關，這可以得知本研究的研究問題(3)情感式家教系統的互動的確是能吸引使用者的。表 4-6 為 QUIS 問卷內各構面之敘述性統計及 T 檢定分析結果

表 4-6 QUIS 問卷敘述性統計

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 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	6.89	1.01	7.11	0.49	7.05	1.03	0.415
畫面呈現	7.19	0.732	7.43	0.77	7.30	0.94	0.324
術語與系統資訊	6.51	0.47	5.97	0.40	6.27	0.91	0.000***
學習操作系統	6.50	0.70	5.76	0.41	6.17	1.106	0.000***
系統性能	6.34	0.50	6.47	0.66	6.40	1.25	0.481
使用者介面可用性	5.88	0.64	5.30	0.58	5.62	1.09	0.005**
平均	6.55	0.68	6.34	0.55	6.47	1.05	0.204

(顯著值為有經驗組與無經驗組之間的比較)

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

4-3-2 使用者動機量表(MSLQ)分析

本研究採用使用者動機量表(MSLQ)問卷主要分成六個構面，分別為內在動機構面四個問項、外在動機構面四個問項、工作價值構面六個問項、控制信念構面四個問項、自我效能構面八個問項、學習焦慮構面四個問項，共有 30 題，其中學習焦慮構面均為反向題，進行統計分析時將會進行反轉。表 4-8 為 MSLQ 量表各構面之敘述性統計及 T 檢定結果分析。

一、構面信度分析

本研究的使用者動機量表(MSLQ)中六大構面的信度分析結果如表 4-7，六個構面所求得的信度 α 值皆達到一般認定的 0.7 以上，因此本問卷具有良好的信

度。

表 4-7 使用者動機量表構面信度分析

內在動機	外在動機	工作價值
0.730	0.714	0.718
控制信念	自我效能	學習焦慮
0.798	0.782	0.794

二、敘述性統計分析

整體上來看「內在動機」、「外在動機」、「學習焦慮」這三個構面的平均分數相對的比較高，分別為 3.86、3.77、4.46，其中以「學習焦慮」平均分數 4.46 最高，「學習焦慮」代表的是使用者在使用時，是否在表現、操作上會有負面的感覺。經過反轉運算後，分數越高代表焦慮感越低，由此可以得知整體上使用情感式家教系統幾乎不會有學習焦慮的情形產生。

而「內在動機」代表的是使用者本身對於情感式家教系統的使用心態，越高代表情感式家教系統的確能夠讓使用者提升內在學習動機。而「外在動機」代表的是使用者對於使用情感式家教系統是有所期待的，包括能夠獲得別人的讚美、可以獲得好的學習效果、甚至能夠在同學面前展現能力，從「內在動機」與「外在動機」的平均分數很接近 4 分來看，這驗證了本研究的研究問題(4)，使用情感式家教系統是能夠提升使用者的學習動機。

在六個構面當中只有工作價值有顯著性差異，有經驗組平均分數為 3.80，無經驗組平均分數為 3.52，這顯示出可能是無經驗組對情感式家教系統比較陌生，因此學習的感受程度比較少，因此平均分數比較低，然而無經驗組在「內在動機」上得到 3.85 的高分，這顯示出雖然無經驗組對情感式家教系統比較陌生，卻有著不錯的學習意願。

表 4-8MSLQ 構面信度分析

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 人)		顯著值 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
內在動機	3.86	0.38	3.85	0.40	3.86	0.62	0.896
外在動機	3.85	0.43	3.67	0.53	3.77	0.70	0.227
工作價值	3.80	0.29	3.52	0.25	3.68	0.60	0.002**
控制信念	3.67	0.29	3.63	0.38	3.65	0.60	0.670
自我效能	3.56	0.23	3.58	0.33	3.57	0.59	0.827
學習焦慮	4.40	0.42	4.54	0.27	4.46	0.58	0.219
平均	3.86	0.34	3.80	0.36	3.83	0.62	0.474

(顯著值為有經驗組與無經驗組之間的比較)

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

4-3-3 參與觀察與焦點團體訪談結果

一、參與觀察分析

研究者於 2011 年 7 月 13 日至 2011 年 7 月 19 日進行參與觀察，其中研究者的角色為「觀察者的參與」。在參與觀察的過程中發現，大部分的使用者在學習的過程中是安靜且專注的，但是經由代理人玩偶的表情與聲音回饋，這讓使用者感到非常有趣，可見在家教系統當中加入情感回饋的因素，是可以改變使用者在學習過程中的相對情緒，圖 4-2。

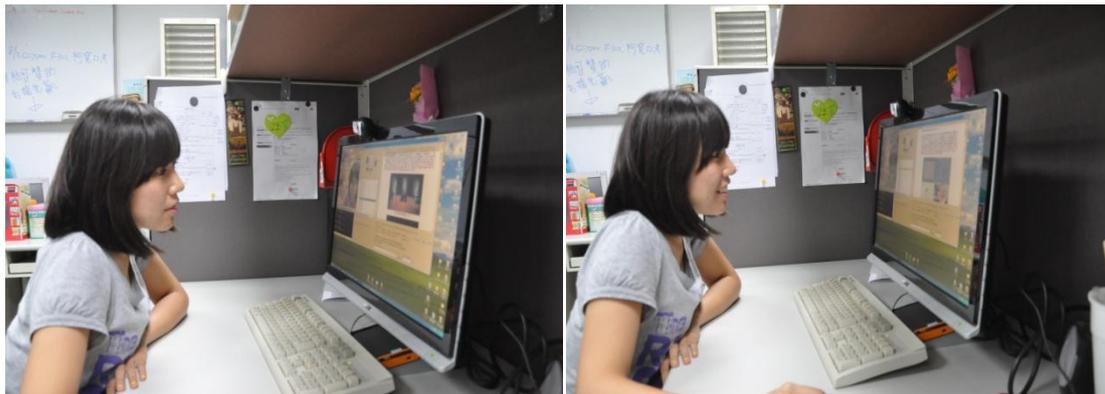


圖 4-2 玩偶回饋與使用者相對情緒的改變

一開始，實驗預先設定為一人一台電腦進行情感式家教系統 (ATS) 的學習，但是有學生表示：「我們可以討論嗎？」這代表學生會想要藉由討論，瞭解系統或者課程的內容，這是當初研究者沒有想到的。此外，有使用者表示：「哇！這個

動畫好可愛! 還會有聲音,挺有趣的。」代表互動代理人的回饋機制是能夠吸引使用者的注意,並且將注意力放在學習課程內,代表 ATS 對於提升使用者的學習動機上是有幫助的。

三、訪談分析

在實驗結束後進行焦點團體訪談,訪談的過程中全程錄音,再將錄音的內容撰寫成逐字稿,經過內容的整理以及詳細的閱讀之後再將逐字稿中重要的關鍵想法或者對談內容部分進行開放編碼登錄。在編碼的過程中,大部分的訪談內容與使用者的系統使用性、對於系統的學習興趣、系統的操作性、學習動機以及系統建議有關,因此將遵循這幾個方向進行主軸編碼,將使用者的意見及看法整理成表 4-9。

表 4-9 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 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
			課程難度設計
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 110713-3、110715-5 表示：「介面上的說明文字如果可以都改成中文字就好了。」而 110713-4 表示：「這個 ATS 是我接觸

過所有學習系統中內容設計最豐富的，但是操作起來卻不困難。」受測者 110714-1、1107-2、110716-2 表示：「這個系統看起來很專業。」從以上受測者可得知系統的使用性上是受到肯定的，只有少數使用者如 110713-3、110715-5 覺得英文使得他們無法更直覺的瞭解介面內容。

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。受測者 110714-3、110714-5、110715-1 表示：「動畫好可愛哦!」。受測者 110716-1、110717-2 表示：「我覺得玩偶的回饋很讚!」。受測者 110713-2 表示：「動畫跟聲音的確吸引了我的注意力，精神不會渙散。」代表使用者對於回饋代理人的表現是持肯定的態度，而且有動畫及聲音的回饋能夠吸引使用者的注意力。受測者 110718-1 表示：「玩偶還滿可愛的，可是不夠豐富，加上聲音的效果還不錯，雖然他(玩偶)有時候的反應會讓我摸不著頭緒，卻讓我對當下的課程有印象，可能是因為反差的關係吧。」這顯示出，玩偶的反應的表情稍微簡單了點，應該可以在更豐富些。雖然有時情緒辨識的結果造成回饋的錯誤，卻讓使用者在當下對課程產生記憶的連結。這是研究者預期之外的反應。

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、課程難度設計。其中受測者 110714-1、110715-2、110715-3、110716-2 表示：「課程的專業內容有點少，多是敘述性及介紹作品的內容，關於如何創作的部分卻甚少提及。」這表示課程教材的內容設計方向上，應該多加入一些專業的引導，讓知識與實作產生連結。受測者 110717-2 表示：「課程內容其實還滿簡單的，可以再增加些難度嗎?」這表示可以適當的增加課程的難度。受測者 110716-1、110717-1、110717-2、110718-2 表示：「介紹的內容多以文字表示，如果能將部份的文字以動畫或者影片，甚至以遊戲的方式呈現一定會更能吸引我的注意」這顯示出課程內容規畫上多以介紹敘述具為主的內容稍微降低了使用者學習的意願，因此課程內容規劃上

需要加入更多互動的元素，提高使用者學習的興趣，也更能吸引使用者對課程內容產生興趣。

C4-使用意圖：使用意圖是引發持續使用 ATS 之意圖，其中包含了系統期望達成目標、滿意度以及吸引力，其中受測者 110718-3 表示：「如果能將這樣加上情感運算的學習系統對其做個修改，使這套系統能夠在具有攝像裝置的行動載具上運行，相信會有更多人願意使用這套系統，而且不受地點時間的限制。」這表示使用者希望能夠突破時間與空間的限制，能夠隨時隨地學習這樣的系統。受測者 110715-1、110716-2、110717-1、110717-3 表示：「有其他的課程可以學習嗎？」受測者 110719-1 表示：「建議將歷史、地理、英文、國文這類的課程納入課程教材內」這表示使用者希望能夠將多元的課程內容納入系統內，讓不同需求的使用可以有更多元的選擇性。受測者 110715-1、110716-2 表示：「我願意經常使用這樣的學習系統，因為沒有像老師在你面前那樣的壓力。」這顯示使用者對於這套系統是滿意的。

此四構面印證了 4-3-1、4-3-2 小節的 QUIS 問卷及 MSLQ 問卷：

C1 印證了 QUIS 問卷的構面 1、2、4、5 之填答以及 MSLQ 問卷構面 5、6 之填答。

C2 印證了 QUIS 問卷的構面 1、3、6 以及 MSLQ 問卷的構面 1 之填答。

C3 印證了 QUIS 問卷的構面 4 以及 MSLQ 問卷的構面 3、5 之填答。

C4 印證了 QUIS 問卷的構面 1、6 以及 MSLQ 問卷的構面 1、3。

4-3-4 小結

本結將系統經過三角測量評估分析結果進行彙整，得到下列評估分析結果：

- ATS 是容易使用的，並不會很複雜。

(QUIS 之#1、#2、#4、#5；MSLQ 之#5；訪談之 C1)

- ATS 的互動性是良好的。

(QUIS 之#1、#3、#6；訪談之 C2)

- 使用者對於 ATS 是感到滿意的。
(QUIS 之#1；MSLQ 之#1；訪談之 C4)
- ATS 對於使用者的吸引力是足夠的。
(QUIS 之#1；MSLQ 之#3；訪談之 C4)
- ATS 可以提高使用者對於數位藝術課程的學習動機。
(MSLQ 之#3；訪談之 C3)
- 使用者對於繼續使用 ATS 系統的意圖是足夠的。
(QUIS 之#1；MSLQ 之#1、#3；訪談之 C4)

統整以上幾點，研究者發現，情感式家教系統是具有良好使用性、互動性、滿意度、動機提升特性。

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，研究問題以及相關的實驗結果經過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

根據第一章所提出的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，因此在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。

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OMCSNetKai及DEASM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，進而提升學習動機，。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

本小節根據評估結果經過彙整後提出後續相關研究之建議與未來展望。

一、對課程設計之建議

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，在未來可以嘗試選擇基本一般學科，並且分別比較以情感式家教系統為學習環境的差異性。針對課程內容的部分建議增加課程設計專家人數至 5 人以求更完整更多元化的課程內容。最後針對學習成效的部分可以請專家設計課後考試問題，並且為考試問題依難度區別，達到區分鑑別度的功效。除了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搭配臉部情緒辨的方式，在未來可以加入語音情緒辨識的部分，甚至使用者可以透過語音操作系統或者直接與系統互動；而臉部辨識的方法上可以嘗試選擇不一樣的辨識方法，例如：類神經網路、各種分類器、以及以 Active Appearance Model (AAM)方法為基礎的臉部辨識作為改良的方法，並且針對彼此之間辨識率做比較；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。在提升系統效能後，亦能將這類情感式家教系統移植到行動載具上，使得更多人不受時間空間的限制，都能使用情感式家教系統。在樣本數上，本研究受限於人力及時間關係，僅能針對少數樣本進行測試，因此實驗結果只能探討至局部區域的使用者，比較不全面性，在未來，可以嘗試將本系統運行在網路空間上，使得更多人能夠接觸這類情感式家教系統，讓更多人能夠在網路上使用、學習，並且藉由發佈網路問卷的方式做更廣泛的實驗與評估，相信這樣的評估數據會更具有公信力。

中文參考文獻

- 李蔡彥 (2004)。互動式內容擷取及遞送技術趨勢分析-情意計算在數位家庭人機介面設計的應用。財團法人資訊工業策進會分包學術機構研究計畫期末報告。
- 吳鑑峰(2003)。應用語音及臉部表情之雙模態情緒辨識。國立成功大學。碩士論文。
- 吳立雅、張文山、江郁美 (2005)。台灣大型醫院令資訊系統介面使用性評估之研究。台灣醫學資訊學會醫療資訊雜誌，14 (2)，37-50。
- 吳姿儀、廖梅花 (1998)。質性研究入門《紮根理論研究方法》，台北：濤石文化事業。
- 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。
- 周雅容 (1997)。焦點團體法在調查研究上的應用。調查研究，3，52-73。
- 游政達 (2003)。應用焦點團體探討使用者需求脈絡之研究。國立台北科技大學創新設計研究所碩士論文。
- 胡幼慧 (1996)。焦點團體法，質性研究，223-237，台北：巨流。
- 胡幼慧 (2005)。質性研究- 理論方法及本土女性研究實例，台北：巨流圖書。
- 潘淑滿 (2003)。質性研究：理論與運用。台北：心理出版社。
- 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。
- 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。

英文參考文獻

- Alexander, S. T. V., Sarrafzadeh, A. (2004). *Interfaces that Adapt Like Humans*. Proceedings of Asia-Pacific Computer-Human Interaction 2004, Rotorua, New Zealand.
- 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.
- Cootes T. F., Taylor C. J., Cooper D. H. & Graham J. (1992) *Training Models of Shape from Sets of Examples*. in Proc. British Machine Vision Conference. Springer-Verlag, pp.9-18
- Creswell, J. W. (2008). *Education research: planning conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*(3rd ed.). UpperSaddleRiver, N. J.: Pearson Education, Inc.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Ekman P. & Friesen W.V. (1978). *The Facial Action Coding System: A Technique for The Measurement of Facial Movement*. San Francisco: Consulting Psychologists Press.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2009). *Education research: Competencies for analysis and applications* (9th ed.). UpperSaddleRiver, N. J.: Prentice Hall.
- Gerald, C. (2004). *Reading lessons: The debate over literacy*. New York: Hill & Wang.
- Kort, B., Reilly, R., & Picard, R. W. (2001). *An affective model of interplay between emotions and learning: reengineering educational pedagogy-building a learning companion*. In Proceedings of the 2nd IEEE international conference on advanced learning technologies (ICALT) (p. 43).IEEE CS Press.

- Lester, J. C., Towns, S. G., & FitzGerald, S. G. (1999). *Achieving affective impact: Visual emotive communication in lifelike pedagogical agents*. *International Journal of AI in Education*, 10(3-4), 278-291.
- Lutes, K.D., Chang, K., & Baggili, I. M. *Diabetic e-Management System* (2006). Proceedings of the Third International Conference on Information Technology: New Generations. 619-624.
- Manovich, Lev (2001). *The Language of New Media*, Massachusetts: MIT Press. Spotlight on Works in Progress, CHI, Boston, MA, USA.
- Mao X., & Li Z. (2009). *Implementing Emotion-Based User-Aware E-Learning*, Spotlight on Works in Progress, CHI, Boston, MA, USA.
- Merton, R. K., Fiske, M., & Kendall, P. L. (1990). *The focused interview: A manual of problems and procedures*. (2nd ed.). London: Collier MacMillan.
- MIT Media Lab Affective Computing Group (2008) Affective Computing, <http://affect.media.mit.edu/index.php>
- Mohamed Ben Ammar, Mahmoud Neji , Adel. M. Alimi ,& Guy Gouardères (2010). *The Affective Tutoring System*. *Expert Systems with Applications* 37 , 3013–3023.
- Morgan, D. L. (1996). *Focus groups*. *Annual Review of Sociology*, Vol. 22, 129-152.
- Njustyw.(2010). *Active Shape Model Library (ASMLibrary 5.0) SDK*.
- Picard R. W., Papert S., Bender W., Blumberg B., Breazeal C., Cavallo D., Machover T., Resnick M., Roy D., Strohecker C. (2004) *Affective learning –a manifesto*, BT Technology Journal, Vol22, No4.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. (Eric Document Reproduction Service No.ED 338 112).
- Silva, L.C.D., & Ng, P.C. (2000). *Bimodal emotion recognition*. In Proceedings of the International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition. Grenoble, France, pp. 332–335.
- Strauss, A., & Corbin, J.(1990). *Basic of qualitative research: Grounded theory*

procedures & techniques. Thousand Oaks, CA: Sage.

Vesterinen, E. (2001). *Affective Computing*. Tik-111.590 Digital media research seminar, Helsinki, Finland.

Wang Y., Guan L. (2005) *Recognizing human emotion from audiovisual information*, Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Vol. 2, pp. 1125-1128, Philadelphia, PA, USA, March 18-23

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 零次
- 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 評量統計結果

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 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	6.95	1.00	7.17	0.51	7.05	0.81
簡單	6.73	1.077	7.00	0.59	6.85	0.89
令人滿意的	6.90	1.19	7.33	0.69	7.10	1.01
能力足夠的	7.14	1.13	7.39	0.85	7.25	1.01
令人喜歡的	6.77	1.48	7.33	0.77	7.03	1.23
很有彈性	6.86	1.58	7.22	0.65	7.03	1.25
2. 畫面呈現						
畫面的文字容易閱讀	7.36	1.18	7.22	0.73	7.30	0.99
畫面中強調的部分有幫助	7.41	0.85	7.17	0.86	7.30	0.85
畫面規劃清楚	7.00	0.87	7.72	0.96	7.33	0.97
畫面順序清楚	7.00	0.87	7.61	0.98	7.28	0.96
3. 術語和系統資訊						
所使用術語一致	7.18	0.73	7.17	0.71	7.18	0.71
術語總是和任務有關	6.86	0.89	5.56	1.15	6.28	1.20
畫面上說明位置一致	7.00	0.93	7.11	0.68	7.05	0.81
畫面上的訊息清楚	6.86	1.08	7.22	0.55	7.03	0.89
系統總是一直通知你做什麼	5.45	0.74	3.83	0.86	4.73	1.13
錯誤訊息有幫助	5.68	0.65	4.94	0.64	5.35	0.74
4. 學習操作系統						
學習操作系統容易	7.45	0.96	7.22	0.65	7.35	0.83
用嘗試錯誤的方式 探索功能容易	7.14	1.17	7.44	0.86	7.28	1.04
記得名稱和命令的使用容易	5.64	1.18	4.33	0.69	5.05	1.18
任務總是可以 用直接的方式進行	5.78	1.02	4.06	0.54	5.00	1.20
線上的說明有幫助	5.64	1.15	5.78	0.74	5.71	0.95
補充參考資料清楚	5.77	1.04	5.89	0.88	5.83	0.96
5. 系統性能						
系統速度夠快	7.55	0.51	6.33	0.97	7.00	0.96
系統可靠的	7.55	0.51	6.72	0.83	7.18	0.78

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
系統傾向安靜的	3.73	1.45	6.56	0.92	5.00	1.88
糾正你的錯誤是容易的	5.50	0.91	6.11	1.41	5.78	1.19
操作總是會根據 你的經驗等級調整	7.36	1.00	6.61	1.75	7.03	1.42
6.使用者介面可用性						
色彩和聲音良好的	6.77	1.48	7.06	0.80	6.90	1.22
系統回饋良好的	7.23	1.07	7.28	0.46	7.25	0.84
對錯誤的反應良好	6.18	1.01	5.50	0.99	5.88	1.04
系統訊息良好的	5.73	1.08	3.94	1.00	4.93	1.37

附錄三-MSLQ 評量統計結果

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
1.內在動機						
我會想要學習有挑戰性的 ATS 相關課程	3.77	0.43	3.78	0.43	3.78	0.42
我會想要學習像 ATS 這樣的課程，即使他是困難的	3.86	0.83	3.56	0.62	3.73	0.75
試著了解 ATS 中的課程內容是最令我感到滿意的一件事	4.09	0.53	3.94	0.64	4.03	0.58
如果有 ATS 類似的課程我還是會選擇它來進行學習	3.73	0.70	4.11	0.76	3.90	0.74
2.外在動機						
我認為學習 ATS 能夠讓我獲得其他人的讚美	3.64	0.49	3.56	0.70	3.60	0.59
我認為學習 ATS 可以獲得好的學習效果	3.64	0.79	3.83	0.92	3.73	0.85
我認為我學習 ATS 的表現要比其他同學要好	3.86	0.64	3.61	0.61	3.75	0.63
我會想在 ATS 中表現很好，因為在同學面前展現能力很重要	4.27	0.77	3.67	0.49	4.00	0.72
3.工作價值						
我認為學習 ATS 的知識可以讓我運用在其他課程	4.23	0.69	3.78	0.65	4.03	0.70
我認為學習 ATS 的內容對我而言是重要的	3.55	0.60	3.28	0.57	3.43	0.59
我對 ATS 的內容很有興趣	3.95	0.49	3.61	0.70	3.80	0.61
我認為學習 ATS 的內容對我是有用處的	3.86	0.35	3.56	0.51	3.73	0.45
我喜歡 ATS 的內容	3.68	0.65	3.61	0.50	3.65	0.58
學會 ATS 的內容對我是重要的	3.55	0.67	3.28	0.67	3.43	0.68
4.控制信念						
如果我用適當的方法學習，將可以學到 ATS 的內容	4.05	0.38	3.94	0.64	4.00	0.51

	有經驗組(22 人)		無經驗組(18 人)		整體(40 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
如果沒有學到 ATS 的內容，是因為自己的過錯	3.36	0.66	3.39	0.70	3.38	0.67
如果我夠努力，我將瞭解 ATS 的內容	4.00	0.69	3.56	0.62	3.80	0.69
如果我不瞭解 ATS 的內容，是因為我不夠努力	3.27	0.55	3.61	0.50	3.43	0.55
5.自我效能						
學習 ATS 後，我相信可以得到很好的學習效果	3.64	0.49	3.72	0.46	3.68	0.47
我確信可以瞭解 ATS 中最困難的部分	3.45	0.67	3.44	0.92	3.45	0.78
我有信心能瞭解 ATS 所學的基本概念	3.50	0.51	3.67	0.49	3.58	0.50
我有信心能瞭解 ATS 中所教最複雜的內容	3.32	0.65	3.50	0.62	3.40	0.63
我有信心在 ATS 的學習上表現優異	3.55	0.51	3.78	0.65	3.65	0.58
我可以在學習 ATS 的過程中做得很好	3.77	0.53	3.50	0.51	3.65	0.53
我確定能精通 ATS 所學的技巧或技能	3.77	0.61	3.67	0.59	3.73	0.60
考量課程困難度，我認為可以在 ATS 中表現得很好	3.45	0.51	3.33	0.69	3.40	0.59
6.學習焦慮						
使用時，我認為我會表現得比別人差	4.23	0.43	4.45	0.78	4.33	0.62
使用時，我認為我會想到操作不好的結果	4.32	0.48	4.56	0.51	4.43	0.50
使用時，我會感到焦慮不安	4.55	0.60	4.50	0.51	4.53	0.55
使用時，我會感到心跳加速	4.50	0.74	4.67	0.49	4.58	0.64