

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以情意計算與主動計算技術建構優質學習、休閒及睡眠之
環境(3/3)

研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 97-2627-E-004-001-
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：陳良弼
共同主持人：蔡子傑、劉吉軒、沈錕坤、黃淑麗、廖瑞銘
廖文宏、李蔡彥、顏乃欣、楊建銘、李宏偉

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 11 月 02 日

以情意計算與主動計算技術建構優質學習、休閒及睡眠之環境

中文摘要

本計畫為政治大學理學院資訊科學系與心理學系兩方共同主導的智慧型生活空間研究計畫，為期三年。其目的乃在透過情意計算與主動計算，讓科技能更貼心地融入到家庭空間之中，例如客廳、書房與臥室等，藉此創造更為優質的未來居家生活環境。

ABSTRACT

This project is a three-year project conducted by Departments of Computer Science and Psychology in College of Science at National Chengchi University. Our objective is to create a high quality home living environment through affective and attentive computing technologies. The goals of the second year are conducting several psychological studies on basic behavioral and physiological issues and developing software prototypes for living room, bedroom and study room at home.

中文關鍵詞

智慧生活空間、情意計算、主動計算、情緒、注意力

KEYWORDS

smart living space, affective computing, attentive computing, emotion, attention

研究緣起與目的

毫無疑問地，十數年後的優質生活空間必然為人與科技的完美結合，因為人與科技之間的互動是持續不斷的共同演化歷程(co-evolutionary)。換句話說，人類的需求會創造新的科技，而新的科技又會創造出人類新的心理反應與需求。如此循環，生生不息。然而，在面對未來科技如何助益人類生活的課題時，實務界經常將設計者與工程師對自身的體察與反省，化身為各種饒富創意的解答。至於學術界則經常著重於理論原則的嚴謹探討與推行，距離具體實用的目標卻往往存在數步之隔。為了突破這種侷限，我們邀集了政治大學心理學系與資訊科學系學有專精的教師群，集思廣益勾勒出未來智慧型生活空間(smart living space)的藍圖。

對於未來智慧生活空間的模樣，我們可以有什麼樣的想像？電影《人工智慧(AI)》裡的小男生大衛不但具備智慧，而且也擁有感受及表達人類感情與情緒的能力。雖然電影情節並非現實生活，但類似的構想卻也不是天馬行空。早在十餘年前，麻省理工學院媒體實驗室(Media Lab, MIT)的Rosalind W. Picard就已經開始倡導情意計算(affective computing)的理念與實作[10]。甚至近幾年來，Picard更將情意計算的意涵，從原本所構想的「如何令機器人感知及表達各種人類情緒反應」，擴展到「如何令機器人擁有並調節人類的情緒智慧(emotional intelligence)」。

很明顯地，研究者已經從單方面站在「科技如何造福人類」的角度，轉而將「科技與人類視為一體兩面」。

如果科技和人類的關係能如一體兩面般地密切，相信在未来十數年後，我們的生活周遭中會有許多拜高科技所賜的「新朋友」出現。這些新朋友能夠和你一同分享喜悅與憂愁；能夠在你需要安慰和支持的時候陪伴著你；能夠細心而體貼地察覺你的需要並且適時提供幫助；也能夠

和你還有你的家人一同學習、成長。

譬如在書房裡，「他」是一個和藹的老師。他知道孩子是不是正在專心閱讀？是不是因為學習材料過於困難而感到挫折？然後適時地調整桌椅、照明和音樂等，幫助孩子能更專注而快樂地學習，甚至更主動地提供適當的教學內容與知識；在客廳裡，他是一個貼心的僕人。他知道家人現在心情好不好？主動地為他們播放適合的音樂或電視節目。他也知道每個家人愛看的節目有哪些，體貼地為他們設計收視功課表，解決家人搶電視的問題。另外，家人在收看電視時甚至不需要手拿遙控器，利用視線和想法就能選台與調整音量；在臥房裡，他則搖身一變成為慈愛的褓母。他知道家人是不是不是因為壓力太大而需要舒緩？然後適時地調整聲響、音樂、燈光和溫濕度控制等，幫助家人連夜好眠。他也知道家人是不是有嚴重的失眠問題？並且敦促他們積極地尋求專業協助。他甚至可以根據家人預定的起床時間，找出最適當的時機和方法將他們叫醒。

基於上述構想，本研究之主要目的即在於「透過情意計算與主動計算(attentive computing)技術，藉由各種非侵入式(non-invasive)的測量手段隨時感知使用者的情緒(emotion)與注意力(attention)狀態，並且在閱讀與學習、休閒及睡眠等三個最主要的居家生活情境中，適時地為使用者提供各種服務。」因此，本研究分成四大部分：第一部份旨在研發能正確偵測並分辨使用者注意力與情緒狀態的系統原型；第二至四部分則分別將前述核心技術實際應用於書房、客廳與臥房中，期能滿足未來的優質生活環境之需求。各子計畫標題如下列述：

- 子計畫一 智慧型情緒與注意力感測系統(Smart Emotion & Attention Detector, 以下簡稱SEAD)
- 子計畫二 智慧型閱讀增進系統(Smart

Reading Facilitator, 以下簡稱SRF)

- 子計畫三 智慧型電視管理系統(Smart TV Manager, 以下簡稱STVM)
- 子計畫四 智慧型睡眠輔助系統(Smart Sleep Servant, 以下簡稱SSS)

研究成果綜覽

在歷經了為期三年的腦力激盪與胼手胝足的合作研究之後，我們逐步踏實地朝向上述研究構想與目的前進，並且確實獲得若干豐富的基礎研究與具體實作成果。譬如在第一年，我們首先完成生理訊號設備及實驗環境的建置與測試，並且解決了各類訊號之間的無線傳輸與整合等各種問題，同時也完成許多涉及基礎議題的生理與行為研究。在第二年的進展中，我們不但善用既有的軟硬體架設成果，並且更進一步地延伸探討相關基礎研究議題，譬如探索情緒與注意力的中樞神經機制與周邊神經機制，同時也漸次完成各種系統原型，例如基於多重模式的情緒辨識系統等。至於在最後一年中，我們除了積極整合所有研究結果與系統原型之外，更於政治大學校園內成立了一座「AAQL未來智慧生活空間展示室」，將完整三年所得成果具體展現出來。(有興趣的讀者，請參考本計畫專屬網站，網址如下所列<http://aaql.cs.nccu.edu.tw>。)

以下在進一步介紹本研所得具體成果之前，首先羅列各子計畫迄今完成論文發表情況。

■ 子計畫一 SEAD

- Chang, Y.-C., Huang, S.-L., & Lee, H.-W., (2009). On the exploration of surface-based attention with cuing task. *9th Annual Meeting of Vision Science Society*. Naples, Florida.
- Chang, Y.-C., Huang, S.-L., Lee, A.-R., & Sun, H.-C. (2009). Discriminating different attention levels by electrophysiological and behavioral measures. *2009 Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society*, San Francisco, CA, USA.
- Chen, K.-H., Yen, N.-S., Lai, Y.-R., & Chang, Y.-C. (2007). Emotional picture related late positive potentials are observed in Taiwanese population. *Annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society*.
- Chen, C.-Y., Yen, N.-S., Lin, H.-Y. (2009). Effects of regulation on positive and negative emotions: A study of electrophysiological responses. *16th annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society*, San Francisco, CA, USA.
- Chung, H.-K., Chen, K.-H., & Yen, N.-S. (2008). Picture content variations in emotion-related potentials in Taiwanese. *2008 Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society*, San Francisco, CA, USA.
- Lee, H.-W., Huang, S.-L., & Chang, Y.-C. (2008). Nonlinear functional connectivity in visual awareness: a small-world study. *ASSC 12th Annual Meeting*. Taipei, Taiwan.
- Liao, W.-H., & Chi, Y.-H. (2008). Robust detection of skin color range using achromatic features. *8th International Conference on Intelligent System Design and Applications*.
- Liao, W.-H., Wang, T.-T., & Lin, Y.-K. (2007). Robust multipose face detection in video. *20th Computer Vision, Graphics and Image Processing*. Miaoli, Taiwan.
- Liao, W.-H., Wang, T.-T., & Huang, L.-W. (2009). Facial expression recognition using directional edge maps. *INSIGHT 成果發表會*.
- Tsai, T.-C., & Chen, J.-J. (2008). On-line emotion recognition system by

physiological signals. *Joint Conference on Medical Informatics in Taiwan (JCMIT)*. Taipei, Taiwan.

- Tsai, T.-C., & Chen, J.-J. (2008). Personalized emotion recognition system with physiological signals. *2008 Symposium on Digital Life Technologies: Human-Centric Smart Living Technology*, Tainan.
 - Tsai, T.-C., Chen, J.-J., & Lo, W.-C. (2009). Design and implementation of mobile personal emotion monitoring system. *The First International Workshop on Mobile Urban Sensing (MobiUS 2009)*. Taipei, Taiwan
 - Wang, C., & Liao, W.-H. (2007). Robust multipose face detection in indoor environments. *International Symposium on Multimedia*.
 - Yen, N.-S., Chen, K.-H., Chung, H.-K., & Wang, C.-C. (2007). Sound-evoked emotion related ERP is observed in P2, P3 and late slow-waves. *Annual Convention of the Association for Psychological Science*, Washington.
 - Yen, N.-S., Chen, C.-Y., Han, C.-C., Kao, C.-H., Chen, K.-H. (2009). Effects of different regulation strategies for picture-induced negative emotion on eye-movement pattern and psychophysiological responses. *3rd Social and Affective Neuroscience Meeting*, New York, U.S.A.
 - 林裕凱、廖文宏(2008)。人聲分類中的特徵擷取。第十三屆人工智慧與應用研討會。中華民國人工智慧學會。
 - 蔡宗欽、李宏偉(2009)。神經生理指標探索情緒分類論與向度論。台灣心理學會第48屆年會。台灣大學。
- 子計畫二 SRF
- Chiu, S.-C., Shan, M.-K., & Huang, J.-L. (2009). Automatic system for the arrangement of piano reductions, *IEEE*

International Workshop on Advances in Music Information Research AdMIRE, San Diego, CA.

- Chiu, S.-C., Shan, M.-K., Shan, Huang, J.-L., & Li, H.-F. (2009). Mining polyphonic repeating patterns from music data using bit-string based approaches, *IEEE International Conference on Multimedia and Expo ICME*, New York, NY.
 - Chiu, S.-C., Shan, M.-K., Li, H.-F., & Huang, J.-L. (2009). Discovering polyphonic repeating patterns in music data using bit-string approaches, *Pattern Recognition Letters*. (under review.)
 - Shan, M.-K. (2009). Melodic motivic analysis for music education, *International Workshop on Multimedia Technology for Education IWMTE*, Taipei, Taiwan.
 - Yen, N.-S., Chen, P.-L., Hsieh, S.-S., & Lin, H.-Y. (2009). The eye movement patterns in reading emotional passage under different emotional music and question types. *15th European Conference on Eye Movements*, Southampton, UK.
 - Yen, N.-S., Tsai, J.-L., Chen, P.-L., Wang, C.-C., & Lin, H.-Y. (2007). The effects of font type, character size, and character space in reading Chinese. *European Conference on Eye Movements*, Potsdam.
- 子計畫三 STVM
- Chen, P.-L., & Li, T.-Y. (2006). Realizing emotional autonomous virtual agents in a multi-user virtual environment. *International Computer Symposium 2006*, Taipei, Taiwan.
 - Lee, H.-W., Liao, W.-H., Huang, S.-L., Chang, Y.-C., Chen, Y.-S., & Li, T.-Y. (2009). A prototype of smart interactive TV. *Intelligent Buildings and Smart*

Homes Conference 2009 (iBASH). Taipei, Taiwan.

- Lin, Y.-H., Liu, C.-Y., Lee, H.-W., Huang, S.-L., & Li, T.-Y. (2008). Verification of expressiveness of procedural parameters for generating emotional motions. *8th International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Tokyo, Japan.
- Lin, Y.-H., Liu, C.-Y., Lee, H.-W., Huang, S.-L., & Li, T.-Y. (2009). Evaluating emotive character animations created with procedural animation. *9th International Conference on Intelligent Virtual Agents*. NEMO, Amsterdam.
- Liu, P.-Y., Hsu, S.-W., Li, T.-Y., Lee, H.-W., Huang, S.-L. (2007). An experimental platform for smart interactive TV in digital home. *Symposium on Digital Life and Internet Technologies*, Tainan.
- Liu, P.-Y., Lee, H.-W., Li, T.-Y., Huang, S.-L., & Hsu, S.-W. (2008). An experimental platform based on MCE for interactive TV. *European Interactive TV Conference 2008*. Salzburg, Austria.
- 劉炳億、王財得、廖文宏、李宏偉、黃淑麗、李蔡彥(2008)。建立以情境感知為基礎的互動電視實驗平台-SITV。第十三屆人工智慧與應用研討會。中華民國人工智慧學會。
- 劉炳億、李宏偉、王財得、黃淑麗、廖文宏、陳映似、李蔡彥(2008)。智慧型互動電視原型之設計與實作。INSIGHT成果發表會。
- 子計畫四 SSS
 - Chou, C.-Y., & Yang, C.-M. (2009). The effect of the fast and slow tempo music on sleep inertia and arousal. *Sleep*, 32 (Abstract Suppl.), p. A410. (23rd Annual Meeting of the Associated Professional Sleep Societies, Seattle, Washington, USA)
 - Huang, S.-U., & Liao, W.-H. (2006). The analysis of sleeping event video. *Multimedia and Networking Systems Conference*.
 - Huang, S.-U., Liao, W.-H., Yang, C.-M., & Tsai, M.-C. (2007). Analyzing and processing the video of sleeping event. *Taiwan Society of Sleep Medicine*.
 - Liao, W.-H. Kuo, J., & Yang, C.-M. (2009). iWakeUp: an intelligent video-based alarm clock. *Intelligent Buildings and Smart Homes Conference 2009 (iBASH)*. Taipei, Taiwan.
 - Liao, W.-H., & Lin, Y.-K. (2009). Feature selection in the classification of human sounds. *Communications of the IICM*, 2009.
 - Liao, W.-H., & Lin, Y.-K. (2009). Classification of human sounds: feature selection and snoring analysis. *IEEE SMC Conference 2009*.
 - Liao, W.-H., Wang, C., & Lin, Y.-K. (2007). Robust multipose face detection in video. *20th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing*.
 - Liao, W.-H., & Su, Y. (2006). Classification of audio signals in all-night sleep studies. *18th International Conference on Pattern Recognition*, Hong Kong Baptist University.
 - Liao, W.-H., & Yang, C.-M. (2008). Video-based activity and movement pattern analysis in all night sleep studies. *19th International Conference on Pattern Recognition*.
 - 廖文宏、黃思瑜(2006)。睡眠研究中的視訊分析與處理。2006多媒體及通訊系統研討會。義守大學。

以下分別針對每一子計畫，就其主要目的、基礎研究、系統實作與成果檢討加以列述。

子計畫一 智慧型情緒與注意力感測系統 (SEAD)

1.1 主要目的

SEAD為本研究主要核心技術所在，旨在透過心理學基礎研究的實證結果，提供資訊科學領域在建構軟硬體，以主動偵測使用者情緒與注意力狀態時，得有學理支持與佐證。因此，本子計畫之基礎研究著重於探討「使用者受引發而產生各種情緒狀態時，其生理與行為指標為何？」以及「使用者受引發而產生各種注意力狀態時，其生理與行為指標為何？」等兩項議題。至於本子計畫之實作目標，則在於建置包含下列模組的系統原型：聲音偵測模組、臉部表情偵測模組、生理訊號偵測模組，以及空間位置與身體姿態偵測模組。

1.2 基礎研究

1.2.1 情緒狀態生理與行為指標之探索

本系列研究之主要目的，在於探討當「參與者受引發而產生各種情緒狀態時，將分別展現出哪些生理與行為指標？」

首先探討的議題是「觀看情緒圖片所引發的周邊生理反應」。藉由向參與者呈現 IAPS (International Affective Picture System)[1] 圖片以引發其情緒反應，進而測量參與者相對應的周邊生理訊號，以利確認生理訊號和情緒之間的關係。例如：藉由觀看嬰兒玩耍的照片來引起正向情緒，或藉由觀看排泄物的照片來引起負向情緒。本實驗共有 35 位參與者，並以 Infiniti 系統測量膚電反應、心跳及臉部肌肉反應。實驗結果顯示：(1) 在心跳速率上，負向圖片導致心跳速率變慢，和正向

與中性圖片有顯著差異；(2) 在臉部肌肉的反應上，皺眉肌和圖片的正負向有顯著的負相關，而微笑肌和正向圖片顯著的正相關，和負向圖片顯著的負相關；(3) 膚電反應雖然與參與者的情緒強度成正比，但僅限於當參與者觀看情緒引發強度較強的圖片，譬如血腥、激情、威脅等圖片，上述相關關係才較明顯(如圖 1.1 所示)。因此，針對由圖片所引發的情緒狀態，建議可以利用心跳速率與臉部肌肉反應做為主動偵測的依據指標。

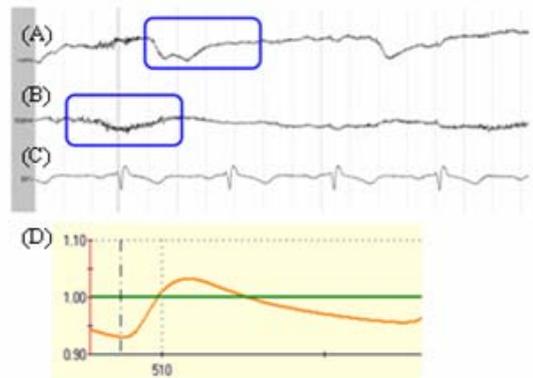


圖 1.1 情緒狀態與周邊生理指標。(A) 負向情緒時引起皺眉肌(Corrugator)反應；(B) 正向情緒引起臉頰顴骨肌肉(Zygomatic)反應；(C) 心跳反應的原始訊號；(D) 膚電反應隨著情緒性圖片的呈現而急速上升。

其次探討的議題是「觀看情緒圖片所引發的中樞神經反應」，亦即當參與者看到 IAPS 圖片而引發各種情緒狀態時，其相對應的腦電波變化為何？本實驗除了利用 SynAmps² 系統進行腦電波測量外，更使用事件關聯電位(event-related potentials, ERPs) 做為主要分析方法。在進行分析時，我們將 IAPS 圖片分成四類，亦即將正向圖片再分成激情類與非激情類，而負向圖片則再分成傷殘/威脅類，及非傷殘/威脅類。結果發現：(1) 無論正、負向圖片皆會引發較中性圖片較大的正向緩波；(2) 在正向圖片中，激情類圖片比非激情類圖

片引發較大的正向緩波；(3)在負向圖片中，傷殘/威脅類較非傷殘/威脅類引發較大的正向緩波(如圖1.2所示)。顯示ERP的正向緩波可以做為標示情緒類別與強度之指標。

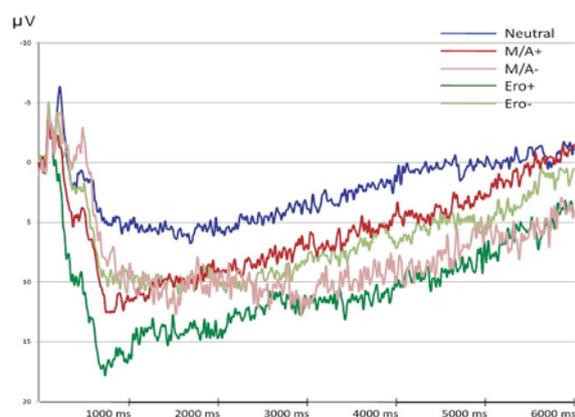


圖1.2 情緒狀態與中樞神經指標。正向情緒(包括激情類Ero+與非激情類Ero-)比負向情緒(包括傷殘/威脅類M/A+與非傷殘/威脅類M/A-)及中性情緒(即Neutral組)有較高的正向緩波。而激情或傷殘/威脅類等具有較高情緒激起強度者，又比非激情類或非傷殘/威脅類等激起程度較低者，具有較高的正向緩波。

第三個令我們感興趣的議題是「觀看情緒影片所引發的周邊生理與中樞神經反應」。由於國內目前尚無可有效引發參與者產生各種情緒狀態的影片資料庫，而國外雖有學者曾經做過類似研究[5][9]，但其所列舉影片過時而難以取得，而且甚至還有文化差異的問題參雜其中。因此，建置情緒影片資料庫遂成為本研究的首要任務。透過一系列嚴謹而完整的剪輯、施測、篩選及驗證程序，我們先取得可以激發參與者產生強烈情緒反應的影片片段36部。而且依照這些影片所激發的情緒類別，可以將它們概略分為快樂、悲傷、憤怒、恐懼及噁心等五大類。

接著，我們再找來另一群參與者，記錄他們在觀賞這些情緒誘發影片時的周邊生理與中樞神經反應。這些生理反應包

括呼吸、脈搏、膚溫、膚電，以及12個腦電波通道的Gamma波段(定為40-60赫茲)強度。然後，利用因素分析(factor analysis)做為降低維度(dimension reduction)手段，從16個生理向度中萃取出2個具有代表性的維度。最後再利用線性轉換的方式，重新評估參與者在觀賞這36部影片時的情緒狀態，在此低維度空間中的聚落情形。然而，實際所得結果並未發現清晰而穩定的情緒狀態聚落(如圖1.3所示)。因此，企圖先利用降低維度方法，然後再透過分類器(classifier)找出各種情緒範圍的做法，還需要進一步的調整與驗證。

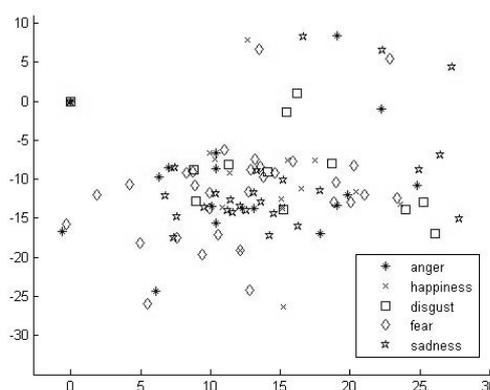


圖1.3 情緒狀態的聚落分布情形。每一個資料點代表參與者觀賞某一部情緒影片時的生理狀態。假設圖中資料點的散布呈現清晰而穩定的聚落情形，便可以再利用分類器加以畫分每一類情緒狀態的所屬範圍。

綜合以上研究可知，不論是透過圖片或影片所激發的情緒狀態，皆可由中樞神經反應或周邊生理反應取得穩定指標。然而，如果所得指標之強韌度(robustness)充足，則當參與者的情緒狀態發生變化時，亦應可即刻測得顯著的指標變化。

基於以上邏輯，我們依照Hajcak等人[6]及Ochser等人[7]之研究設計，「利用參與者的情緒評估(appraisal)做為改變其自身情緒的主要操弄，藉以驗證所得生理指

標之強韌性」。本研究之刺激材料同樣為 IAPS 情緒圖片，而且也分成正向和負向兩大類。至於評估的操弄則分成三類，包括：注視、增強，以及再評估。當參與者被要求注視時，他只需要持續觀看圖片即可；若參與者被要求進行增強時，他必須藉由「想像與呈現圖片相關的內容」以增強其情緒引發強度；至於若參與者被要求進行再評估時，則他必須藉由想像與圖片內容有關事物，以減緩當下所引發的情緒強度。譬如呈現傷殘圖片時，參與者可以想像圖片中的血腥部份是電影特效或是蕃茄醬，以達到再評估的效果。實驗結果發現，當參與者被要求增強圖片所引發的情緒時，腦波中與情緒相關的正向緩波在反應強度上亦隨之增加，而且伴隨發生主觀情緒反應同時受到增強的情況。此外，當參與者在面對負向情緒並被要求降低其情緒時，臉部皺眉肌的活動量隨之降低，且其主觀情緒正負向程度亦隨之增加。

在另一個相關研究中，我們則進一步的將情緒降低策略區分為：重新詮釋、第三者角度與空想，並且以單純觀看作為控制組。當參與者被告知利用重新詮釋的方式降低情緒時，他必須對圖片的內容加以重新解釋；當參與者被告知利用第三者角度這種策略時，他則必須以更客觀的角度面對圖片，藉由拉遠自身和圖片的距離藉以降低情緒；當參與者被告知使用空想的策略時，他必須在注視畫面時放空思緒藉以降低情緒影響；至於當參與者被告知單純觀看時，則他僅需自由地感受圖片內容即可，無須進行其他額外處理。實驗結果顯示，在觀看負向情緒圖片時，參與者因採取降低情緒策略而使正向緩波的反應強度顯著地低於參與者純粹觀看圖片時，且於主觀情緒經驗上亦反映情緒強度的降低。若進一步探討不同情緒調控策略的差異，則可發現空想策略的效用優於其他兩者，而且不論是在正向緩波或參與者主觀經驗上皆是如此。

綜合以上兩項相關研究結果可知，

ERP 中的正向緩波確實是可以穩定反映參與者情緒狀態的良好指標。

1.2.2 注意力狀態生理與行為指標之探索

除了如何透過各種生理指標反映情緒狀態之外，我們也很關心「如何透過各種生理指標反映注意力狀態」這個議題。

這一部分的研究主要在找出能夠區辨各種注意力狀態的生理與行為指標組合，而注意力狀態則以注意程度(level of attention)的操弄為主。實驗作業採多重物體追蹤作業(multiple objects tracking)加以修改而得，並且變化其作業難度以操弄注意程度之高低。實驗時呈現8個連續運動的實心白色圓形，包括4大圓、4小圓。在運動過程中，不定時隨機選取其中2圓改變顏色(變紅或變藍)，而參與者必須報告事先界定之目標事件其出現次數。所謂簡單作業的目標事件類似特徵搜尋(feature search)作業，例如2變色圓皆變為紅色；而困難作業所界定目標事件則類似連結搜尋(conjunction search)作業，例如變色的圓變為一紅一藍，而且紅色的必須是大圓；至於控制作業則為觀看圓點運動，但是不做任何反應；此外，在實驗開始前要求參與者張開眼睛並安靜坐著，藉以記錄基準線達五分鐘。根據注意力特徵整合論(feature integration theory)，困難作業較簡單作業需要投入更多的注意力，控制作業與基準線的注意程度則是做為參考標準。實驗過程中同時記錄各項生理指數，包括32個通道的腦電波、心電圖、皮膚電阻反應、眼動電位圖、呼吸及膚溫。由於三種作業呈現完全相同視覺刺激，而且目標事件之出現機率亦控制為相同，因此可單純反映注意程度所造成的影響。

在結果分析方面，採用多變量分析進行統計考驗。主要結果(如表1.1所示)顯示各種周邊神經系統指標之中，唯有指溫可反映不同注意程度，高注意程度的指溫顯

著小於低注意程度。至於中樞神經系統指標中，可歸納出兩點主要發現(如表1.2所示)：(1)Alpha, Beta, Theta波段的拓樸圖形中，高注意程度的功率強度普遍高於低注意程度，該結果與Fairclough, Venables,與Tattersall(2005)[4]研究結果一致；(2)針對Alpha波段，可發現高注意程度的功率強度普遍大於低注意程度，該結果支持Klimesch, Sauseng與Hanslmayr(2007)[7]對Alpha波段的認知功能所提出的「抑制假設(inhibition-timing hypothesis)」。

表1.1 注意力狀態的周邊生理反應指標

	基準線	控制	低注意	高注意
IBI	846.52	865.70	844.41	846.52
SDNN	61.49	58.36	58.15	54.53
HF	10.16	10.34	10.35	10.23
MF	11.92	12.10	11.80	11.93
LF	12.39	13.03	12.68	12.77
LH/HF	1.22	1.26	1.20	1.25
呼吸	15.22	16.78	17.60	17.48
眨眼 頻率	18.56	20.82	18.84	18.20
眨眼 時間	611.85	450.61	460.53	472.13
SCL	0.32	0.31	0.40	0.43
指溫	95.66	95.16	95.33	94.63
主觀 評量1	--	13.48	50.60	77.73
主觀 評量2	--	8.75	43.59	64.18

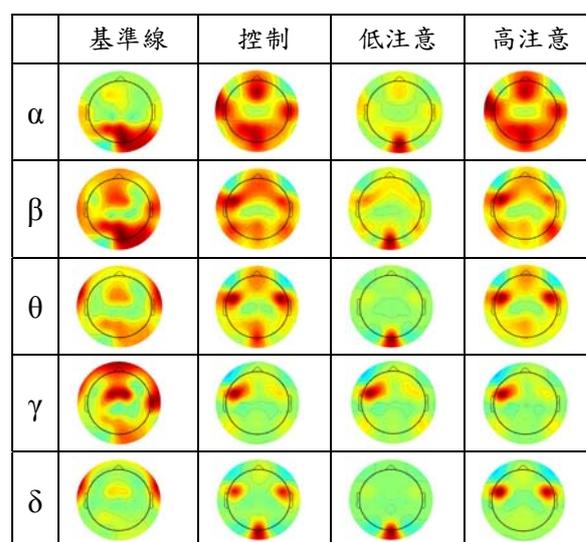
註：淺灰區域代表事後比較達顯著($p < 0.05$)，深灰區域表示趨近顯著水準($p < 0.1$)。各生理分數的單位如下，IBI (ms), SDNN (ms), HF, MF, LF ($\ln(\text{ms}^2)$), LH/HF (none), Respiration (number per minute), 眨眼頻率 (number per minute), 眨眼時間 (number per minute), SCL (μS), 指溫($^{\circ}\text{F}$)。

除此之外，即便Fairclough等人[4]發現HRV、呼吸與眨眼等指標可反映不同心智負荷(mental load)的程度，但本研究並未發現任何顯著差異。該現象仍與Fairclough與Houston(2004)[3]研究一致，他們採用注意力之Stroop作業探討其生理機制，亦沒有發現HRV指標受不同注意力

情況影響。本研究與Fairclough與Houston[3]皆簡化實驗的刺激與流程，並盡可能控制知覺因素或心智負荷因素為一致，企圖僅誘發出高低注意程度。因此，本研究推測HRV可能與心智負荷或其他知覺因素有關，但與注意力程度的關連性較低。

總結而言，本研究控制不同注意程度的知覺因素完全一致後，發現指溫、Alpha、Beta與Theta波段可反映不同注意程度。至於HRV或其他周邊神經生理指標所反映的心智成分，仍有待未來研究加以分析探討。

表 1.2 注意力狀態的中樞神經反應



註：紅色代表高功率強度，藍色代表低功率強度。

1.3 系統實作

基於上述基礎研究成果，我們具體實現了使用者情緒與注意力偵測系統之原型。然而，由於以上基礎研究主要聚焦於對中樞神經反應與周邊生理指標的探討，譬如腦波、心跳、呼吸、膚電和膚溫等，由使用者所展現出來的其他外顯行為與物理訊息，譬如聲音、臉部表情、手勢和身體姿態等，同樣有助於判斷個體的情緒與注意力狀態，因此在我們具體實現的

各種原型中，這些資訊來源也將一併被納入考量與實作。

以下將分別針對這個系統原型的聲音偵測、臉部表情偵測、生理訊號偵測，以及空間位置與姿態偵測等各個部分加以描述。

1.3.1 SEAD聲音偵測模組

在 SEAD 的聲音偵測模組部份，我們首先開發了階層式的語音、人聲非語音及其他環境雜訊之分類演算法，辨識準確率超過 90%。然後再加上人聲非語音部份做更細部的探討，包含笑聲、噴嚏聲、鼾聲、尖叫聲等(如圖 1.4 所示)。

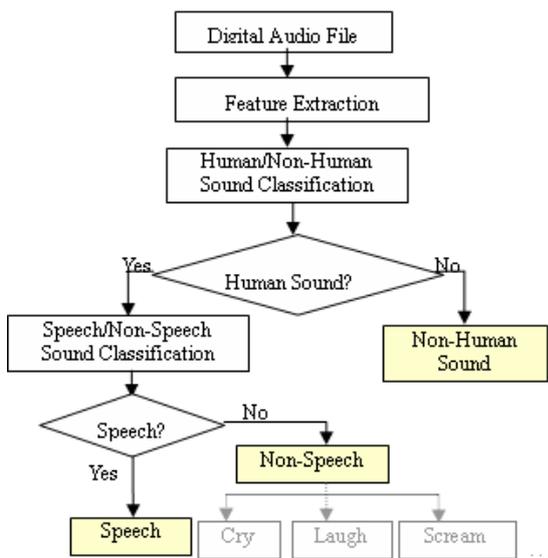


圖 1.4 SEAD 階層式音訊分類機制

由於加入更多種類的音訊，使我們必須重新評估特徵選取的項目 (feature selection)。為了有效掌握各維度特徵對辨識準確率之影響程度，我們採 Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) 與 support vector machine 進行交叉驗證，將特徵的重要性加以排序。實驗結果顯示，當選取所有類別特徵進行辨識時，準確率約在 80-85% 之間。只選擇排名前三重要

特徵進行辨識時，準確率僅有些微的降低 (78%)。因此，在計算資源有限的狀況下，可考慮簡化處理程序而不致過度影響分類的結果。

1.3.2 SEAD 臉部表情偵測模組

對於 SEAD 臉部表情偵測模組的描述，主要又可分成人臉偵測與表情識別兩大部分。在人臉偵測部分我們開發了能夠偵測各種角度(含正面、左右側與俯視)的人臉快速演算法 (Robust Multipose Face Detection Using Directional Edge Maps) (如圖 1.5 所示)，此方法的計算速度優於 Viola 與 Jones 所提出的演算法，並且能夠同時處理多重角度的影像資訊，而其中使用的 Directional Edge Maps (DEM) 概念，與 modified Adaboost 程序，更可輕易修改並且套用至其他物件偵測應用，如人員計數、車牌辨識等。



圖 1.5 SEAD 四軌同步即時人臉偵測系統

關於表情識別部份，我們使用 local-appearance-based 方法來判別基本情緒中的部份類別。原有作法使用的是靜態影像，因此效果未達預期目標。但是如果加上 appearance-based 方法，則由於對五官定位並未特別要求，所以容易受到人臉角

度影響。因此我們結合 model-based 方法來補強，對特定五官更精確的定位，以改善辨識準確度。在另一方面，我們也結合了動態資訊，利用區域的變化量與方向等資訊，開發出另一套表情識別系統。

1.3.3 SEAD生理訊號偵測模組

在生理訊號的偵測與傳輸方面，由於我們使用的感測器 Biofeedback 2000^{x-pert} 系統為藍芽傳輸介面，而藍芽介面有其傳輸範圍與穿透力的限制，因此為了達到讓使用者可以隨意行動於智慧生活空間的目的，我們考慮加入了一個 PDA(模組整體架構如圖 1.6 所示)。這個 PDA 本身具有藍芽與 Wi-Fi 的傳輸介面，因此由 PDA 扮演媒介資料傳輸的角色。換言之，PDA 的藍芽端負責與感測器溝通，而 Wi-Fi 端則負責與伺服器溝通。此外，PDA 也可以用來進行一些簡單的訊號處理工作，譬如由伺服器指定參數，在未達條件之前，不將感測器所得資料回傳伺服器。在這個系統架構中，伺服器位居主導地位。它可以決定是否透過 PDA 代為收集生理資訊，或者藉由藍芽介面與生理感測器直接聯繫。此外，伺服器在接收生理資訊之後，更可以進一步決定要採用哪些演算法或與其他伺服器連結(譬如前述聲音與臉部表情偵測模組)來判斷使用者的情緒與注意力狀態。

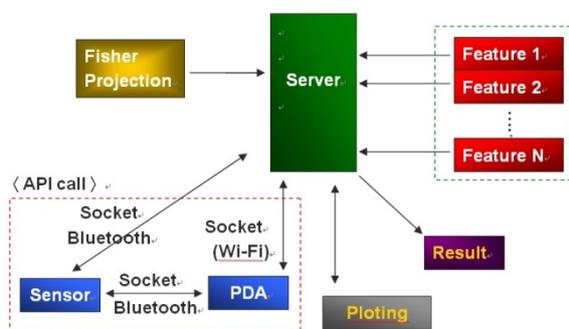


圖 1.6 SEAD 生理訊號偵測模組

1.3.4 SEAD空間位置與姿態偵測模組

除了上述各種透過音訊、視訊與基礎生理訊號所建置完成的各種偵測模組之外，我們也利用了 active RFID 技術來達到兩項附加的目的，包括(1)偵測使用者的空間位置，以利提供個人化的數位服務。譬如當使用者由客廳移動到臥室時，可以主動開啟臥室的電視並且切換到使用者剛才所觀看的頻道；(2)偵測使用者的手勢或身體姿態，藉以輔助判斷其情緒或注意力狀態。換言之，我們透過 active RFID 技術建置了空間位置與身體姿態的偵測模組。

在這個模組中，我們利用四台 RFID 讀取器(reader)及數個參照標籤(reference tag)來實作出立體空間中的人體位置與姿勢變化。我們採用 Wang, Wu 與 Tzeng 所提供 RFID-Based 3-D Positioning Schemes 做法。這種作法是在天花板或地板上佈置參照標籤網格，並且將要定位的追蹤標籤(tracking tag)隨意放置在六面體內，而四個角落則放置讀取器，而且每台讀取器都會收集所有標籤的訊號強度。將追蹤標籤的訊號強度與參照標籤的訊號強度加以比較，即可估算出追蹤標籤與每個讀取器之間的距離，最後再利用三角定位法算出追蹤標籤的座標(如圖 1.7)。

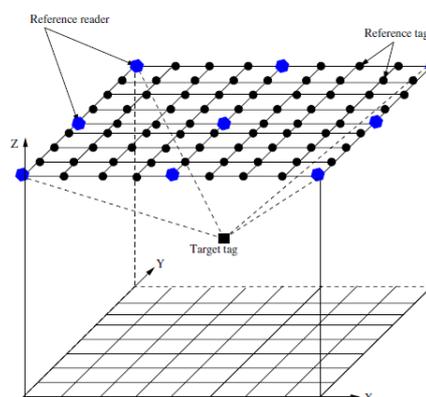


圖 1.7 RFID-Based 3-D Positioning Schemes

根據我們的實作結果，如果在一個長 240 公分、寬 180 公分的空地上，每隔 60 公分擺放一個參照標籤，使其構成 5X4 的棋盤方格，則我們所得到的空間定位結果其誤差值將在 30 公分以內。換句話說，這種利用 active RFID 所得到的空間定位技術，不但可以用來標記使用者的所在位置，而且可以用來判斷使用者較大的肢體動作、手勢與身體姿勢。但是如果要用在判斷使用者較為細緻的手勢，譬如比出勝利的 V 字型動作，則需要更細緻的 RFID 網格方可實現。

1.4 成果檢討

本子計畫之主要目的在於透過各項基礎心理學研究，提供建置 SEAD 系統原型時之理論參考與實證依據。我們所得到的基礎研究結論如下：

- 情緒的周邊生理指標包括：(1)心跳速率增加反映負向情緒、(2)皺眉肌電位增加反映負向情緒、(3)微笑肌電位增加反映正向情緒，以及(4)皮膚電阻降低反映情緒強度增強，但無關情緒的正負向。
- 情緒的中樞生理指標，主要為 ERP 中的正向緩波可以反映情緒的強度。
- 情緒的中樞神經反應併同周邊生理反應，可以透過線性轉換而得到具有代表性的少數維度，並且可能利用分類器找出情緒類別。
- 注意力的周邊生理指標主要為膚溫，亦即當注意力越集中、膚溫越低。
- 注意力的中樞生理指標主要為 Alpha 波段強度，亦即當注意程度越高、Alpha 波強度越強。

此外，我們在這個子計畫中也透過對音訊、視訊、基礎訊號以及 RFID 訊號的處理，建置完成包含下列模組的 SEAD 系

統原型：

- 聲音偵測模組。
- 臉部表情偵測模組。
- 生理訊號偵測模組。
- 空間位置與身體姿態偵測模組。

總評而言，本子計畫已經完成大部分預期目標，但仍列舉以下幾項議題或思考方向，作為未來延續本研究之參考：

- 在基礎研究上應加強關於音調、語意、表情、手勢、身體姿態等，與情緒狀態之間的關聯性探討。在心理學領域，這一方面的研究成果較為豐碩，而且較為成熟。此外，在基礎研究上宜開發關於音調、表情、身體姿態等，與注意力狀態之間的關聯性探索。在心理學領域，這一方面的研究成果較為罕見，值得創新研究。
- 現行的生理分析方法可能具有即時性 (real-time) 方面的限制。譬如 ERP 的分析乃是集合多次同樣嘗試後所得之平均結果，而頻譜分析則需要收集固定時間的生理資訊方可做出分析，因此從取得生理資訊到做出結論之間有固定的時間差。未來應考量實際應用時的即時性需求，改以其他更為瞬時 (transient) 而強韌 (robust) 的分析方法來建構生理指標。
- 系統原型中各模組之間的統整性宜再提高，然而囿限總計劃執行期程之時間限制，唯有等待延續性計畫獲得支持通過方可使系統原型的建置更加完滿。

子計畫二 智慧型閱讀增進系統(SRF)

2.1 主要目的

SRF 乃為本研究計畫中，針對三大智慧生活空間之一——書房的實地應用。該項子計畫之主要目的，在於當使用者置身於書房內進行學習時(而且主要是透過電腦

所進行的學習)，如何主動偵測其情緒與認知狀態，並且適時地提供適切的服務。

關於 SRF 的基礎研究與系統實作，我們著重於眼動(eye-movement)、閱讀與音樂三者之間的關係。我們所探討的基礎議題包括「閱讀材料的基本屬性對眼動型態的影響」，以及「由音樂所引發的情緒對閱讀的影響」等。簡單地說，在 SRF 的構想中，我們可以透過眼動型態來反映使用者的認知與情緒狀態，然後藉由提供適當的音樂片段作為調節情緒的手段，以利達成增進使用者學習效果的目的。因此，在 SRF 的系統原型中，我們實作了兩套模組，包括基於眼動型態的「理解程度偵測模組」，以及基於眼動型態的「情緒音樂推薦模組」。

2.2 基礎研究

2.2.1 閱讀材料屬性與眼動型態

過去的文獻指出，無論是中文或英文的閱讀歷程，許多物理變項(typographic variables)，例如字體樣式(font type)、字體大小(character size)、字距(character space)及行距(line space)等，都會影響人們的閱讀歷程。另外也有實驗發現，不同的字體樣式(如明體與隸體)、字體大小(10 與 14)，也會影響參與者的閱讀速度及理解程度，而且參與者對不同的字體樣式與字體大小也有不同的喜好。當然，不同的字體樣式其可讀性也會有所不同，譬如明體相較於其他字體容易閱讀。然而，以往探討物理變項影響閱讀歷程的研究，大都只以整體閱讀時間(overall reading time)以及理解分數(comprehension score)做為依變項，無法更進一步解釋為何這些變項會造成整體閱讀時間以及理解程度上差異的內在歷程。而有許多眼動研究指出，藉由觀察眼睛移動的位置以及凝視時間的長短，可幫助我們得到更多有關閱讀歷程的訊息，因此在本研究中，我們加入了眼動

指標，以便進一步了解這些物理變項對於閱讀歷程的影響。

本研究操弄不同的字體樣式(楷體與明體)、字體大小(24 與 32 像素(pixel))及字元間距(1/4 與 1/8 字體寬度)，檢視其對閱讀歷程之影響。實驗設計為參與者內設計；實驗材料採中研院詞庫小組語料庫內八篇文章，每篇文章字數介於 1866-2358 字，皆為敘述文，其難易程度與情緒性經前測評定顯示無差異存在。我們所採用的眼球運動指標包括：(1)凝視點數(fixation number)，落在字體定義範圍內的視為有效凝視點；(2)平均凝視時間(mean fixation duration)，將所有有效凝視點的凝視時間平均；(3)平均掃視長度，(mean saccade length)，將所有有效的掃視長度平均，以及(4)回視率(regression rate)，在閱讀文章時往回掃視的頻率。此外，我們也同時紀錄整體閱讀時間、理解分數以及主觀偏好(preference)。

研究結果顯示，隨著字體變大，凝視次數會增加，掃視長度變長，但凝視時間卻隨著變短，且回視頻率也隨著增加。當字距變大時，凝視次數會增加，掃視長度變長，但凝視時間卻隨著變短，且回視頻率無明顯增加的情況。在字體樣式方面，楷體的凝視時間比明體長，且在整體閱讀時間與字距有交互作用產生，當字距較大時，楷體的閱讀時間比明體長，但是當字距較小時，楷體和明體的閱讀時間沒有差異。然而，在參與者主觀評量對這些格式的喜好程度與難易程度時，當字體越大，參與者認為楷體比明體易閱讀也較令人喜歡，但當字體變小時，卻認為明體比楷體易閱讀，喜好程度也隨之增高。雖然在上述指標中，顯示字體樣式、字體大小以及字距有不同的效果，但是參與者在理解問題的答對率上卻無明顯差異。

總結而言，在有相同閱讀理解程度的情況下，明體的呈現方式較楷體更有效率，尤其在呈現字距較大的情況下。

2.2.2 音樂引發之情緒與眼動型態

由於 SRF 是以眼動型態作為反映使用者認知與情緒狀態的指標，並且以推薦適切的音樂作為主要的服務項目，因此在基礎研究上必須進一步驗證音樂所引發的情緒對參與者的影響，而且是透過使用者的眼動型態來反映這些影響。對此，我們進行了兩項實驗，分別探討當參與者閱讀中性或帶有情緒性的文章時，音樂所引發的情緒對眼動型態的影響。

根據 Huber, Beckmann 與 Herrmann (2004)的假設，在正向情緒下，當個體進行知識擷取時會對整個架構進行理解；相反的，在負向情緒下，個體反而會傾向於注意特殊細節或局部資訊。因此，本研究第一個部分即在於驗證「由音樂所引發的情緒，是否確實對參與者產生影響，而反映於其注意力焦點與眼動型態？」實驗結果顯示，聆聽不同音樂所引發的情緒並不會影響參與者閱讀普通記敘文的歷程。換言之，聆聽不同情緒性音樂的參與者在眼動軌跡上並沒有顯著差異。然而，這樣的結果也可能肇因於藉由音樂所引發的情緒，尚未達到足夠的激起程度，因此無法產生顯著的閱讀行為差異。

除了上述單純探討音樂所引發的情緒，對原本處於中性狀態的參與者所產生的影響之外，其所閱讀文章內涵與聆聽音樂情緒之間的一致性，則是本研究第二部分所要探討的主題。Bower (1981)指出，如果個體當下的情緒與所接收資訊的情緒內涵一致時，會產生情緒一致性效果 (mood congruency effect)。譬如開心的個體接受或處理開心的訊息時，會因為訊息與當下情緒是一致的，因此增強個體訊息處理的效率。相反地，當開心的個體在處理難過的訊息時，反而降低其處理效率。本研究即在操弄音樂所引發情緒的正負向，以及閱讀材料的情緒正負向兩者間的一致性，檢視其對閱讀眼動型態的影響。

實驗結果發現，文章與音樂之間的確有互相交互作用。聆聽快樂音樂的參與者，比起讀難過的文章，他們在閱讀快樂的文章時會花更多的時間。但是聆聽難過音樂的參與者，在閱讀快樂或難過的文章上卻沒有任何顯著差異。然而，上述音樂與文章一致性的影響，只有當參與者必須詳讀文章細節(而非擷取文章大意)時，才會發揮作用。

2.3 系統實作

目前實作完成的 SRF 系統原型有兩個模組，包括基於眼動型態的「理解程度偵測模組」，以及基於眼動型態的「情緒音樂推薦模組」。前者的主要目的在於透過使用者的眼動型態，主動辨識其對文章內容的理解程度，而無須透過後續閱讀測驗等作法，即可得知使用者的學習成效，據以調整學習材料的進度、難度等。至於後者的主要目的則，在於透過使用者的眼動型態，推薦其聆聽合適的音樂以達到調節情緒的目的。

2.3.1 SRF理解程度偵測模組

多年以來，關於眼動軌跡和閱讀認知歷程的研究都在探討字詞與眼動行為的關係，或是分析整篇文章的統計結果，鮮少從資料探勘(data mining)的角度切入。本研究希望發展出一套系統，採用適合的演算法來分析眼動資料，最終可應用於輔助閱讀。這個系統能經由學習來針對不同使用者的閱讀歷程，作出即時分析與判斷，然後用來幫助閱讀能力不佳的個體，找出他們的閱讀習慣跟一般人的差別，並告知他們在閱讀文章時可以採用什麼樣的方式增進對文章的理解。

眼動資料的處理與分析可分成三個階段：(1)原始眼動資料前處理，本研究以凝視與掃視兩種眼動行為作為主要分析目標。凝視和掃視的眼動行為依照等量法

(Quantile)分類，把眼動資料中數字資料進行編碼，將原始眼動資料分別轉換成凝視和掃視兩種眼動序列。(2)序列的分析，找出重複出現機率較高的字串。(3)建立高出現率的字串和閱讀理解程度之間的關連，並分析出可以判斷理解程度的眼動軌跡規則。

本研究的實驗程序是讓參與者閱讀8篇難度不一的文章，閱讀結束後會有閱讀測驗來評量參與者對於文章的理解程度，並且要求參與者評估自己對文章的理解程度。舉其中一位參與者A的結果為例，他對第三篇測驗文章的理解程度偏低，而第七篇的理解評量皆為滿分。以下則是A在兩篇文章中的掃視距離與凝視時間的直方分佈圖(如圖2.1所示)。由圖可知，A在完全理解的文章中，整體的凝視時間都偏短，集中在200毫秒以下；理解不足的文章中則是略為拉長。而且在充分理解的情況下，正向掃視的距離比較長，回視次數比較少；而理解不足的情形下則反之。

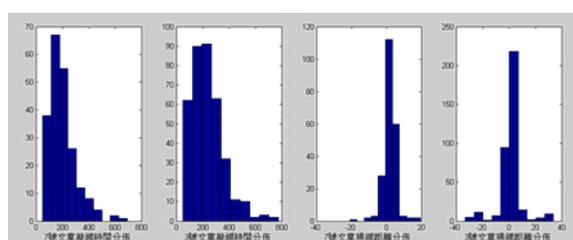


圖 2.1 眼動與閱讀理解程度之關係

接著，我們找出4個跟A的理解程度有高度相關的字串。以下是這4個字串在8篇文章中出現的次數統計(如表2.1)：

其中，字串S1,S2,S1,S1,R,S1是最後系統判斷A的理解程度的主要規則。如果這個字串沒有出現在文章中，理解分數會被歸到4分滿分，表示完全理解；如果是出現1次以上，歸類為2分，表示對該文章理解不完全。上面的結果顯示8篇文章中有5

篇的理解判斷的分類正確，其他3篇有2篇分類結果與原始結果相差1分。系統學習結果尚可接受，但是仍有進步空間。在後續研究與實作中，預期將調整字串搜尋的演算法，將字串在文章中的出現次數提升，藉以凸顯重要字串在文章中的出現機率，期使分類結果更加精準。

表 2.1 眼動與閱讀理解程度結果舉例

重要字串	S1,S2,S1 S1,R,S1	F3,F3,F4 F3,F4,F3	F2,F2,F5 F4,F2,F2	F1,F1,F1 F5,F2,F3	分數
文章 1	0	1	0	1	4
文章 2	0	0	1	1	4
文章 3	2	1	0	0	2
文章 4	0	0	0	1	3
文章 5	0	1	2	0	4
文章 6	1	0	0	0	1
文章 7	0	0	0	0	4
文章 8	0	0	0	0	1

2.3.2 SRF情緒音樂推薦模組

這個模組的主要目的是希望發展出一套搜尋引擎，透過使用者在閱讀時的眼動軌跡的輔助，自動判斷使用者有興趣的關鍵字，然後自動替使用者進行搜尋與推薦，譬如提供適合的音樂以調節情緒。本研究的特色在於，我們不用一般分析眼動時關心每個AOI(area of interest)上的眼動資料，而是將眼動資料以時間序列的方式進行分析，並且用資料探勘找出眼動序列中代表感興趣的眼動軌跡。

大多數的搜尋引擎需要透過使用者輸入關鍵字來進行查詢，或是透過使用者的具體回饋來增進搜尋成效。然而，現在許多要求回饋的方式經常造成使用者不小的負擔，或是難以完全表達使用者真正的興趣，因此我們希望利用使用者在閱讀時的眼動軌跡序列，來對使用者有興趣的

關鍵字進行判斷。

首先，我們設計一個實驗收集眼動的資料。實驗開始時會先讓參與者閱讀一則提示語，讓他知道實驗的方式與流程。接著讓參與者閱讀4至8篇文章，並且在閱讀完後讓他回答對文章感興趣的程度，以及對文章感興趣的關鍵字。接著分析眼動的資料。我們採用的眼動特徵為凝視持續時間以及掃視位移長度，這也是一般最常用於眼動分析的特徵。

由於我們希望判別眼動特徵所代表的意涵，而不只是單純分析其所顯示的數值，所以想要透過編碼(encoding)的方式，去除眼動特徵中較不具意義的差別，將可能是表示相同意涵的眼動特徵以相同的符號表示。在下圖2.2中，A及B分別為凝視持續時間以及掃視位移長度的統計圖表，縱軸為資料個數，橫軸為距離平均數幾個標準差。由下圖可以看出兩種資料的分佈情況都相當集中，因此只用數值分群是不適當的。於是，我們改為採用「 $C(I)=\text{int}(X * \tanh((I-\text{Avg})/\text{Dev}))$ 」的函數進行編碼，因為 \tanh 有在越接近0成長幅度越快的特色。而輸入數值所得到的C(I)值相同以相同的符號表示，其中Avg為數值的平均數，Dev為數值的標準差。

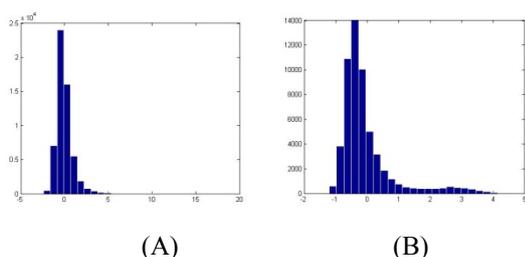


圖 2.2 眼動資料示意圖

最後希望找出有哪些眼動片段經常在使用者閱讀感興趣的文章時出現，也就是找出眼動軌跡中的重複片段。現階段我們設定編碼的 $X=3$ 的條件下，找出出現在90%的使用者感興趣的閱讀軌跡中，容許

三個錯誤的眼動重複片段，並且去除經常出現在使用者不感興趣的閱讀軌跡中的眼動片段。

目前找出一些重複出現的凝視時間的片段，然而卻發現眼動片段出現的位置與參與者有興趣的文字的位置不一致。我們判斷可能的原因是編碼的結果不夠好。另外，也發現片段有時有來回重複閱讀或是跳行的閱讀的情況，因此可能需要將掃視跟閱讀方向的資訊結合在一起進行疵料探勘，希望找出比較好的結果。

綜合來說，目前以眼動型態輔助搜尋與推薦的模組已經具體成型。然而，因為透過資料探勘方法所建構的學習模型需要更多的訓練與驗證資料，而且有若干參數需要調整，因此有待後續研究持續進行調校。然而，偵測眼動軌跡是一種非侵入式的測量方法，可以在不打斷使用者正常閱讀的情況下，蒐集到使用者所提供的回饋，因此十分值得繼續鑽研、改進。

2.4 成果檢討

簡單地說，SRF是將主動計算與情意計算應用在閱讀空間(即書房)的子系統。然而，SRF系統原型卻有別於前述SEAD的建置策略，試圖利用眼動型態與資料探勘方式，有效偵測使用者的認知與情緒狀態，而且目前也已經獲得確實可行的系統雛型。我們在這個子計畫中所獲得的基礎研究結論主要包括：

- 閱讀材料的物理屬性可能會影響閱讀者的主觀偏好與閱讀時間，但是在客觀測量的理解程度上則無差異。至於如果當字體較大時，建議使用明體以取得較高的閱讀效率與使用者偏好；字體較小時則以採用楷體為宜。
- 當閱讀者一面聆聽音樂、一面閱讀中性文章時，音樂所引發的情緒對眼動型態並無顯著影響；當閱讀者一面聆聽音樂，一面閱讀帶有正負向情緒的文章

時，則會顯現情緒一致性效果，亦即當個體閱讀快樂的文章而聆聽快樂的音樂時，他會花費較多的時間注意文章細節。至於在閱讀難過的文章時，音樂的影響則無顯著差異。

此外，SRF的系統原型迄今則已經完成下列兩項功能模組的試作，包括：

- 基於眼動型態偵測理解程度模組。
- 基於眼動型態推薦情緒音樂模組。

然而，由於眼動型態的基礎研究與實際應用在資料分析上具有較高的技術門檻與複雜性，因此以下提供幾項重點供後續研究參考：

- 基礎研究與應用實作的分析方法的搭配性宜再提高。譬如現有幾項基礎研究成果均以特定時段內的眼動參數平均值或標準差作為指標，而實作時則是以時間序列方式進行資料探勘，兩者在基本邏輯上確實有所差異。然而，為了解決前述於 SEAD 檢討中所提到的即時性問題，應以時間序列分析方法為較佳考量。
- 基礎研究方面宜再增加關於使用者於居家學習環境中所面臨之情境、困難，以及需求的探討與驗證，期能於實作中提供更多為使用者所需的適切服務。譬如既有基礎研究僅探討參與者對閱讀材料的理解程度，但是參與者的注意力分配也不失為一個重要的學習課題。因此在後續研究中值得加以深入探討。
- 系統原型的實作可加入其他生理指標或行為指標，作為判斷使用者情緒與認知狀態的依據。譬如 Picard 等人曾經利用座椅上的壓力板來偵測學童的學習挫折，並且試圖在學童產生學習障礙時提供調整學習材料的難度，或是重新複習舊有材料等各種作法。SRF 既有實作僅著重於眼動型態，將來可以增加考慮聲音、臉部表情、身體姿態與各種中樞及周邊生理指標等。

- 利用音樂作為學習效果的調節手段，確實為具體可行的做法之一。但是甚麼樣的音樂會引發甚麼樣的情緒，似乎具有相當顯著的個人差異。因此，未來仍應繼續秉持利用資料探勘或其他機器學習(machine learning)方法來提供個人化服務的基本精神。然而，誠如前述 Picard 等人對於輔助學習的作法，SRF 的後續研究可以增加考慮其他調節情緒或輔助學習的手段，譬如配合降低材料難度、複習舊有材料，以及適時建議使用者進行適度的休息等。

子計畫三 智慧型電視管理系統(STVM)

3.1 主要目的

近年來隨著數位電視的誕生，互動電視(interactive TV)的觀念在未來將逐漸取代傳統的收視概念與習慣，使觀賞電視節目的活動由現有的單向訊息傳遞模式，轉變為雙向的溝通與互動。基於情意計算與主動計算等兩大主軸，本子計畫期望能夠創新發展出具有以下兩大類功能的未來智慧型互動電視管理系統：(1)工具性功能(instrumental function)，舉凡與電視系統操作有關的功能都屬於這種類別，譬如頻道轉換、調節音量、自動開/關機及重播、自動錄影與使用者介面設計等；以及(2)心理性功能(psychological function)，其他能提升或豐富收視者個人經驗的功能都屬於這個類別，譬如個人化偏好紀錄與節目推薦、播放調節情緒音樂或圖片、擬人化智慧型互動對象(virtual agent)，以及許多貼心小提醒等。因此，簡單地說，STVM 就是情意計算與主動計算在休閒空間中(即客廳)的具體應用。

不論是在探討工具性服務或心理性服務這兩類不同的主題時，本子計畫的基礎研究都可以分成三個步驟：(1)首先蒐集使用者在看電視的情境中所產生的各種需求；(2)接著針對各種需求提供可行的服

務，並且試作各種可能設計，然後依照實驗法邏輯判斷各種設計的優劣；(3)最後，透過使用者對STVM原型的試用，驗證並調整各種功能的實際效能。因此，以下關於基礎研究與系統原型的描述，都將以「工具性服務」和「心理性服務」作為區分段落的依據。

3.2 基礎研究

3.2.1 工具性服務的基礎研究

使用者需求分析研究。在著手設計各種工具性服務之前，我們必須先了解使用者的需求。透過對文獻的回顧與整理，我們發現對於電視觀眾直接與電視機的互動，以及對電視機操控方式的需求等相關議題的探討，其實相當鮮少。因此，我們進行一個焦點團體(focus group)研究，以搜集初步的資料，作為後續實驗研究的依據。在我們的焦點團體研究中，分三個年齡層（12至22，23至45，45以上）共徵得55位受試者，其中包括26位男性與29位女性，每一年齡層的受試者分為兩組，共得六組。進行的程序分為三個階段，首先讓團體成員彼此介紹認識，閒談個人日常看電視的狀況等，以提升團體討論的氣氛。第二階段引導成員討論現有電視所提供的功能中，何者是有用的、重要的，而何者是有待改進或有新的可能發展方向。第三階段則透過設計未來電視之遙控器的作業，據以討論未來電視應有的功能，以及可能發展出那些新的功能或更好的功能。結果發現，大部分的參與者建議宜著重兩方面的電視操控功能，包括音量調整功能及頻道選取功能。

音量調節功能研究。根據上述焦點團體研究結果，我們首先設計出五種新式的音量調節功能：(1)線性(linear)模式：視前後兩個頻道之間的音量差異，將其畫分為數個間距，每次的調整幅度為上升或下降一個間距、(2)遞減(degression)模式：在一個時間區段內，隨著音量按鍵次數增加，

調整幅度為先大後小的遞減方式、(3)頻率依賴(frequency-dependent)模式：依按鍵之頻率決定調整幅度，頻率愈高則調整幅度越大、(4)傳統(traditional)模式：每次的調整幅度為上升或下降一單位，以及(5)半自動(semi-automatic)模式：按下特定功能鍵即自動調整為預設的偏好音量，之後可用傳統模式加以微調。然後，我們利用實驗來驗證這五種模式的實際效能。主要結果包括：(1)傳統調整模式的確與其他四種調整模式有相當大的差異，其所需的調整時間較久，點擊次數也較多；(2)相較之下，半自動模式的操作時間較短，點擊次數也較少，是較有效的調整模式。

頻道選取功能研究。除了上述音量調節功能之外，如何創新選台的方式，也是在焦點團體研究中，被參與者特別提出的另一項具體需求。因此，我們仿照網頁瀏覽器的上一頁、下一頁功能，設計出新式的頻道切換模式，稱之為前N台(Prior-N)切換。在Prior-N模式中，系統會自動地將前幾個觀看過的頻道記錄在Prior-N選單中。使用者可以藉由按下遙控器的特定按鍵，呼叫出 Prior-N選單(如圖3.1所示)。



圖 3.1 Prior-N 介面設計

選單將出現在螢幕右方，而使用者可藉由點選選單中代表各頻道的圖示，切換至某一頻道(如圖3-2所示)。我們利用這個邏輯設計出可能呈現下列三種提示線索之一的 Prior-N 選單：(1)頻道編號

(number)、(2)頻道標誌(Logo)、及(3)節目的代表性畫面，並且透過心理實驗法檢驗這三種模式的效能與可用性。

實驗結果顯示：(1)就使用比例而言，在提示頻道標誌的情況下，其使用比例高於的隨機使用的比例且達顯著，顯示此一設計相較於另外兩種傳統的切換模式，使用者有較高的使用意願。但是另外兩種提示資訊則未能引起參與者產生較高的使用意願；(2)在操作時間上，使用頻道編號作為提示線索時，使用者操作時間最短，而使用節目代表畫面作為提示線索時，操作時間最長，則顯示在實際操作上，以頻道編號情況有最佳的效率；(3)從主觀評量問卷的反應可知，使用者認為Prior-N模式的設計新奇、聰明、有幫助，而且認為未來電視應該具有這項功能，而其本身也願意使用此一功能。

3.2.2 心理性服務的基礎研究

使用者偏好的生理指標。個人化的節目推薦功能，是許多現有互動電視系統的主要訴求之一。然而，若要達到妥善推薦的目的，即需要從使用者身上蒐集到某些有用的資訊。譬如以TiVo為例，它的遙控器上即有兩個不同按鈕，可供使用者在觀賞完特定節目後，按下按鈕表示是否喜歡這個節目，藉以作為日後推薦相關類型節目的主要依據。但是我們希望能在不干擾使用者的情況下，達到蒐集資訊的目的，因此希望透過各種生理及行為反應，找出能夠分辨參與者個人偏好的具體指標。

我們設計了一個實驗，要求參與者觀看若干電視節目並且評定其喜好程度。同時，我們也記錄了參與者的各種中樞神經與周邊生理反應，包括腦波、心跳、呼吸、膚溫和膚電等。參與者必須先依序瀏覽6個事先錄製的電視節目各2分鐘。然後，他可以依照自己的喜好在這6個電視節目之間自由觀看20分鐘。最後，參與者再依序觀看6個相同節目但不同片段的內容各

2分鐘，並且評估他們對這些節目的主觀偏好分數。由於這個研究的主要目的是在於能夠找出確實反映主觀偏好的生理指標，因此我們嘗試利用多元回歸模型探討不同生理指標對偏好评量的預測力。研究結果主要發現：(1)眾多周邊生理指標中只有呼吸可以顯著預測主觀偏好的分數，而且兩者具有正相關；(2)腦波資料則顯示FC6的Delta頻段(負相關)、FC1的Gamma頻段(負相關)以及TP1的Gamma頻段(正相關)可以顯著預測主觀偏好的分數。整體而言，以上述四個指標預測使用者對電視節目的偏好程度，其預測力可以達到22.4%。

虛擬互動對象的情緒表達能力。為了讓STVM能夠順利發揮心理性功能，我們除了必須使系統能夠主動偵測到使用者的各種注意力與情緒狀態之外，STVM與使用者互動的媒介也將扮演著極為重要的角色。以擬人化(譬如畫面中出現虛擬寵物)和非擬人化(譬如對話框模式)的比較為例，前者應能大幅提升調節使用者情緒的功能。因此，本子計畫同時著手探討虛擬互動對象(即virtual agent)如何透過肢體動作表達各種情緒的相關議題。

我們將虛擬對象從動畫的繪製到實際表達出情緒的整個歷程，切分為三個層次，包括：(1)動畫參數層次，亦即實際產生各種動作變化的參數設定，譬如位移、速度、加速度等；(2)風格參數層次，亦即Laban的動作分析研究中，用來表達各種動作變化的參數值高低。包括了平滑度(jerky-smooth)、僵硬度(stiff-loose)、速度(fast-slow)、擴張度(expanded-contracted)和力道(soft-hard)(如圖3.2所示)，以及(3)情緒參數層次，亦即各種基本情緒類型，包括生氣、害怕、高興、悲傷等。

接著，我們利用兩項實驗研究，分別探討動畫參數層次到風格參數層次的對應性，以及風格參數層次到情緒參數層次的對應性。前者在檢驗動畫角色是否能有

效地展現出各種動作風格，而後者則旨在掌握動畫角色是否能有效地表達各種情緒。

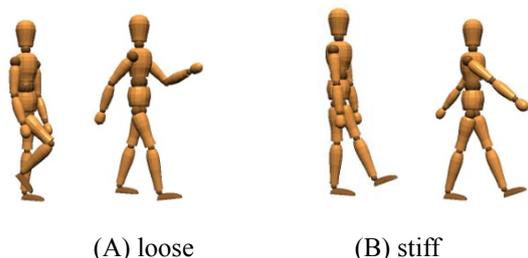


圖 3.2 風格參數示意圖(以僵硬度為例)

實驗結果顯示，除了力道(soft-hard)這項風格參數之外，其餘四項風格參數的表現均能被參與者正確地辨識出來。至於各種風格參數與情緒參數之間的對應，我們則可以透過實驗結果找出下列關係：(1)要表達憤怒時，虛擬角色的肢體擴張性應增加；(2)要表達恐懼時，虛擬角色應該顯得動作僵硬、緩慢，而且身體稍微蜷曲；(3)要表達愉快時，虛擬角色則反而要讓動作變得放鬆、節奏加快，而且讓身體呈現較為開放的姿態；(4)至於要表達悲傷時，虛擬角色的風格參數設定與恐懼時相仿，但是動作要更為鬆弛，而且也更為緩慢。

3.3 系統實作

為了方便進行STVM的基礎研究與原型建置，我們首先採用Windows Media Center作為開發環境，設計出一個互動電視的實驗平台，稱為SimTV。SimTV可以模擬第四台有線電視的環境，在實驗中提供多個頻道供使用者觀賞。運用此一實驗平台，實驗設計者可以根據不同的實驗需求，很輕易的控制節目頻道的內容及排程順序，也可以加入特定的電視功能，觀察使用者的行為及反應。

SimTV的程式邏輯部分，採用C#搭配MCE SDK來撰寫，但是在電視操作介面上則是採用MCML(Media Center Markup Language)語言來設計。此外，本研究以SQL Server 2005設計了一套SimTV的資料庫，包括節目資料、排程資料以及使用者資料等，以因應實驗所需的節目安排。下圖3.3為SimTV平台之概觀。

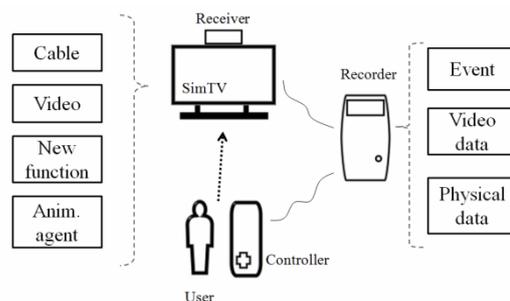


圖 3.3 實驗平台 SimTV 架構概觀

3.3.1 STVM 工具性服務模組

基於SimTV這個實驗平台與前述相關基礎研究所得結果，我們同樣利用MCE為底層，搭配C#和MCML撰寫出STVM的系統原型(如圖3.4所示)。

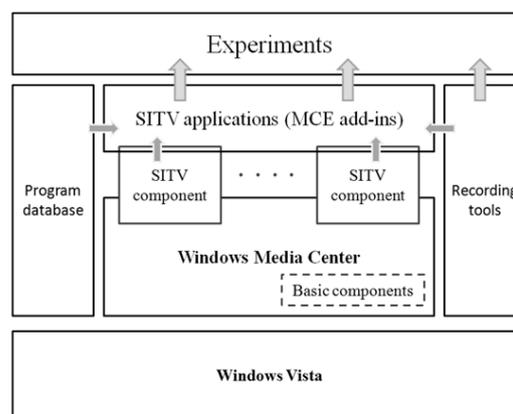


圖3.4 STVM系統原型架構

搭配使用SEAD系統中的人臉辨識模組，我們的STVM原型已經可以實作出下列幾項工具性服務功能：

- 新式音量調節功能。包括線性模式、遞增模式、頻率依賴模式、半自動模式，以及傳統模式等各種選擇。
- 新式頻道選取功能。包括傳統上下鍵選台模式、傳統數字鍵選台模式，以及Prior-N選台模式等各種選擇。
- 自動開機/關機功能。亦即當使用者出現時，自動開啟電視電源並且登入；當使用者離開時，自動關閉電視電源並且紀錄收視歷程。
- 自動暫停/播放功能。亦即若使用者短暫離開，則自動暫停節目播放，俟使用者返回後再自動恢復播放。若為線上節目則利用自動錄影功能，輔助達到上述目的。

3.3.2 STVM 心理性服務模組

此外，在STVM的系統原型中，我們也實作了下列幾項心理性服務功能：

- 貼心提醒功能。譬如當偵測到使用者頭部歪斜時，會提醒他保持良好的坐姿；或者當偵測到使用者收視時間過長時，則建議他進行適度的休息。
- 節目推薦系統功能。譬如當使用者剛登入系統時，會主動詢問是否需要推薦節目；或者當偵測到使用者頻繁轉台時，表示他可能感到無聊而主動詢問是否需要推薦節目。

3.4 成果檢討

總體來說，STVM是一個整合性與完成度都比較高的子計畫。而且不論是在使用者需求的探討、將心理學原理原則運用於系統原型設計，以及設計成果的成效驗證等各方面，STVM都能做到符合以使用者為中心設計(user-centered design)的基本精神。然而，我們仍然列舉以下幾項重點供後續研究參考：

- 個人化推薦系統模組尚未實作完成，而這項功能正是決定STVM實際效能的主要原因之一。因此，不論是在推薦系統的使用者介面設計，抑或推薦系統的實質內涵(包括個人偏好指標的建立，以及推薦系統的邏輯與演算法等)，都值得繼續進行更深入的研究與實作。
- 以動畫角色呈現的使用者介面尚未實作完成，目前仍然僅限於以對話框式的使用者介面呈現各種功能選單。不過，若要達到這個目的，則涉及影像繪製與疊合(overlay)的問題，而可能需要突破MCE平台的限制，以其他環境開發新的STVM原型。
- 對於使用者在休閒環境中所從事的活動，可以擴充到看電視、打電動、聽音樂和上網等各種行為。換言之，STVM所提供的播放、錄製與推薦等功能，可以突破線上電視或預錄節目的限制，將線上或個人蒐藏的音樂、短片，以及各種電視遊樂器電玩(如Wii, XBOX等)和線上遊戲等，全數納入考慮。
- 未來電視數位化之後，將會伴隨電視節目內容的播放，傳送更多有關節目屬性的附屬資訊(meta data)，因此在構思可能的工具性與心理性服務時，可以將這項轉變列入考量。譬如可以利用節目本身的附屬資訊來做個人化推薦的依據，或者利用廣告片段的附屬資訊來自動刪除或跳過廣告等。未來互動電視的可能發展，相信和數位化之後的附屬資訊有極大關聯。

子計畫四 智慧型睡眠輔助系統(SSS)

4.1 主要目的

這個子計劃的主要目的在於建立一個睡眠協助系統，透過非接觸式的方式偵測睡前及早晨的警醒狀態(arousal)，以及睡眠的品質，進而控制睡眠外在環境，以促進入睡及提昇早晨的警覺狀態。換句話

說，SSS的建置將為使用者帶來高品質的睡眠，以及早晨起床後更清醒的身體與心理狀態。

為了達到上述目的，我們搭配進行幾項基礎研究，以作為設計SSS系統原型時的實證參考。這些研究議題包括「音樂對晚間睡眠的影響」，以及「音樂對晨起清醒程度的影響」等。

4.2 基礎研究

4.2.1 音樂對於晚間睡眠品質的影響

為了突顯音樂對於晚間睡眠品質可能產生的調節效果，我們特別利用加法作業、聽覺心算測驗(Paced Auditory Serial Addition Test; PASAT)以及抽象推理測驗來誘發參與者在睡前產生壓力。然後，播放快、慢兩種節奏的音樂供參與者聆聽(控制組則無音樂播放)，試圖藉由測量其睡眠中的腦波、肌電、膚電與膚溫等各種生理反應，探討音樂節奏對調節睡眠品質的影響。

研究結果顯示，入睡所需時間(sleep onset latency, SOL)與壓力操弄後的高頻與低頻HRV的比率(LF/HF, 代表交感與副交感神經系統的平衡)成正相關($r=.486$, $p=.016$)，顯示交感神經活動愈活躍，SOL時間愈長。另外，在腦波的部份，SOL與壓力操弄前的beta1%呈負相關($r=-.532^*$, $sig=.013$)，並與嘗試入睡時Beta2減少的量呈負相關($r=-.440$, $sig=.046$)，顯示基準現beta1低者以及嘗試入睡時Beta2減少越少者，入睡所需時間愈長。HRV及腦波的Beta波可能作為預測入睡狀況的指標。

在給予認知壓力下，參與者主觀的焦慮程度有顯著的上升($F=7.467$, $P=.013$)，LF/HF也有顯著上升($F=4.779$, $P=.040$)。然而，在給予不同的音樂的狀況下，三組間並無顯著差異，當以HF作為依變項，發現以實驗操弄前後差異值作為依變項，組間差異未達顯著($F=.823$, $P=.453$)，顯示副

交感神經系統對於壓力的反應在三種音樂操弄之下無明顯差異。而LF/HF在組間改變量之差異接近顯著($F=3.041$, $P=.069$)。交感神經活動在無音樂與慢板音樂均緩慢上升，快板音樂組有較大的上升趨勢。在腦波的頻譜分析方面，僅有Delta波在操弄前後有顯著改變($F=19.69$, $p<.05$)，然而不同音樂組之間差異亦未達顯著。

在睡眠變項方面，入睡所需時間及睡眠效率在三組之間皆沒有顯著差異，但就其平均值來看，快、慢節奏的音樂皆有使SOL增高以及睡眠效率變差的傾向(見下表4.1)。

表4.1 音樂類型與入睡

	Sleep onset latency	Sleep efficiency
無音樂 Mean ±SD	6.89 ± 2.87	72.63 ± 23.99
慢板音樂 Mean ±SD	16.69 ± 19.29	59.55 ± 26.18
快板音樂 Mean ±SD	16.50 ± 17.27	51.57 ± 31.87
F	1.334	1.260

整體來說，研究結果顯示睡前HRV與腦波的測量可能可以作為預測之後睡眠狀況的指標，且可以反應出壓力影響所產生的變化。然而，預期中慢節奏的音樂可以促進睡眠的假設，並沒有得到驗證。

4.2.2 音樂對於晨起清醒程度的影響

除了探討音樂節奏對夜間睡眠品質的影響，本研究也想了解音樂節奏對參與者晨起清醒後的警覺程度有何影響。因此，根據過去睡眠怠惰(sleep inertia)的相關研究，我們在參與者醒來後以每10分鐘

一次一系列的加法作業，測量他醒來後的警覺狀態，並以Biofeedback 2000系統進行生理訊號的測量。此外，我們利用背景音樂的節奏來影響參與者的激發狀態，進而促進其警覺程度產生變化。

生理測量與醒後警覺程度的關係部份顯示，HF與加法作業錯誤題數有顯著相關($r=.191, p=.006$)，而LF/HF則與自我評量的嗜睡程度($r=.161, p=.020$)以及清醒程度($r=-.166, p=.016$)有顯著相關，beta2與清醒及精力充沛的程度有顯著相關($r=.145, p=.036$ ； $r=.207, p=.003$)。與睡前狀態相似，HRV及Beta power可能可以作為嗜睡程度的指標。

在認知作業的表現方面，結果顯示起床後的第一次測量時間(醒後1-5分鐘)，快節奏組參與者的認知表現正確率較控制組顯著要高，錯誤題數亦顯著較少(見下表4-2)，然而，此一差異在第二次測量(10分鐘)之後即不顯著。換句話說，音樂節奏對清醒程度的影響，僅能維持幾分鐘的效果(如圖4.1所示)。

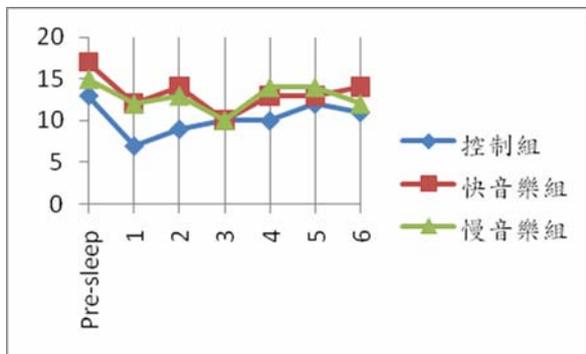


圖4.1 音樂節奏對清醒程度的影響

4.3 系統實作

誠如前述，本子計畫的主要目的在於幫助使用者能有更好的睡眠品質，以及更清醒的晨起精神狀態。因此，SSS的系統原型包含了兩個主要的功能模組：「睡眠型態偵測模組」以及「早晨喚醒模組」。

4.3.1 SSS睡眠型態偵測模組

這個模組的訊息來源，主要可以分為音訊和視訊等兩大部分。

在音訊處理方面，我們持續先前對於鼾聲的聲學特徵分析與環境音的分類研究，探討在不同收音環境下(包含醫院、實驗室與一般家庭臥室)，音訊的品質與之前所開發演算法的適用性。我們也使用各式錄音設備(含高感度麥克風、錄音筆與一般mp3 附帶的錄音功能)錄製睡眠階段的聲響，研究音訊品質對於鼾聲分析與分類準確性的影響，以修正或改善目前使用的演算法。此外，我們也針對鼾聲的聲學特徵分析再進行更深入的探討，包含震動與鼾聲間的關聯性，感應器不同貼附位置與錄製訊號之關係，以及雜訊對鼾聲辨識與分析之影響，並且將所得結果一併納入SSS的實作模組中。

在視訊方面，我們利用近紅外線影像拍攝睡眠時的影像，量化評估受試者睡眠階段的整體活動量(activity)，並與PSG等各項生理測量記錄作比較分析，以判斷其睡眠當中的清醒狀態。此外，我們在後續的實驗中也以PSG的睡眠及清醒為效標，同時比較actigraph與視訊分析的結果的準確性。整體來說，視訊與actigraph對於睡眠、清醒的判斷準確率相當，在多數的案例中，視訊分析的判斷準確率略高於actigraph的預測。至於在後期的研究與實作中，我們也著眼於細部化的動作分析，包含翻身型態(movement pattern)之辨識(如圖4.2所示)及區域相連動量的估算，並且將所得研究成果納入SSS的原型設計。



圖4.2 翻身型態辨識系統

4.3.2 SSS早晨喚醒模組

這個模組的主要目的，在於找出喚醒使用者的最佳時間點，降低其早上醒來時的認知能力下降，並且能夠增進使用者的舒適感。過去研究指出，個體在深度睡眠醒來時會需要較多的時間達到清醒狀態。在SSS的系統原型中，我們以區域動量資訊作為喚醒的依據，在預定的時間範圍內(譬如早晨7:15至7:45)偵測到翻身或較大量的動作時，即將參與者喚醒。然後測量其主觀嗜睡及舒適度的感受，及其認知表現，並且與固定時間的喚醒(譬如7:30)進行比較，確認此喚醒系統的效用。

4.4 成果檢討

一如STVM，SSS也是整合性與完成度較高的子計畫。然而，由於夜間睡眠(all night sleep)的實驗研究需要消耗大量的人力、時間與資源，因此在實證資料的收集尚顯得較為曠日廢時。同樣地，我們也將幾項重點列述如下以供後續研究參考：

- 在目前既已完成的基礎研究與實作成果中，音樂節奏對於促進睡眠品質或增進清醒程度的效果似乎並未發揮作用。然而，這個結果可能肇因於音樂特徵或成分的操弄不夠顯著所致，譬如可能音樂的調性(而非節奏)才是調節睡眠品質或增進清醒程度的主要因素。不過，這有待進一步研究釐清。
- 除了音樂之外，其他環境因素如臥房的燈光、空調和空間擺設等，可能也會明顯影響或調節使用者的睡眠品質與清醒狀態。因此，在未來研究中可以將這些因素一併納入基礎研究與系統實作的考量。

結論與討論

歷經了三年的時間，匯集十數名心理

學與資訊科學這兩個領域學有專精的研究者，帶領著數十名碩博士班研究生一起努力，這樣的經驗對我們這個團隊的任何一個成員來說，都是令人感到興奮而驕傲的。儘管由於總計劃執行期程的限制，某些原本預計實現的基礎研究與系統實作項目未能如期、如願完成，但是這一次的整合性計畫卻為這兩個科系的師生們，擴展出無限的視野與可能。儘管我們確實做出可行的系統原型，而且也將基礎研究成果大量轉化為研討會與期刊論文，但是相信所有成員在這三年內的成長，才是這個整合型計畫最重要的具體成果。對於分項子計畫的成果與檢討，已經充分表現在前述各個段落，於此不再贅述。最後，僅以本計畫伊始之初所欲達到的三項整合，作為這篇結案報告的結語。

■ 心理學與資訊科學的整合

我們利用本校理學院同時擁心理學系和資訊科學系的優勢，先對人類情緒與注意力的本質進行嚴謹的理論研究，並且將焦點集中在探索能夠具體反映情緒與注意力狀態的各種生理與行為指標。接著再將心理學研究結果，透過資訊科學領域的資料探勘、代理人技術與機器學習等各種方式，初步落實於架設各種感測裝置與通訊網路的硬體上，俾使擁有情意計算能力的智慧型系統建立其雛形，並且更進一步地利用心理學實驗方法，具體檢驗其成效並據以改進。

待智慧型代理人擁有情意計算的能力之後，接下來便要賦予其主動提供貼心服務的功能。同樣地，我們先進行嚴謹的心理學觀察或實驗研究，首先找出使用者在從事各種居家活動時的行為型態與心理需求，然後再根據這些研究結果訂定所欲提供的服務項目及其內涵。然而，因為每個家庭的組成份子、生活習性與互動方式都各不相同，所以智慧型代理人必須擁有學習能力，以便未來落實於真實居家生活時，能適應不同家庭之間的個別差異。

■ 軟體與硬體技術的整合

為了達到具體建構智慧型生活空間的理想目標，我們除了利用市面上既有的硬體設施，以無線和有線傳輸的方式，串接穿戴式生理訊號感測器、代理人系統主機、電視與音響播放系統，以及溫、溼度感應與控制裝置等，使其構成智慧型代理人系統之硬體平台外，更將結合音樂資料庫、資訊搜尋、電腦動畫以及機器學習等軟體技術，透過音樂和虛擬角色等各種管道在閱讀與學習、休閒及睡眠等居家情境中，展現智慧型代理人的情意化服務內涵。

■ 理論與實務的整合

實務如果沒有理論配合，很可能徒勞無功；相反地，理論如果不能結合實務，則容易淪為空談。為了避免這種捉襟見肘的窘境，我們特別強化了理論與實務的整合。從落實智慧型生活空間的角度來看，現階段我們所需要的心理學理論背景，主要在於了解情緒與注意力的本質及其心理機制；所要解決的根本實務問題在於滿足使用者的情感及其他心理需求。在另一方面，我們所需要的資訊科學理論背景，在於各種媒體介接、網路溝通、資料探勘、電腦動畫與機器學習等；所要解決的問題則在於如何整合軟、硬體平台，具體落實情意化與個人化的智慧型代理人系統。基於對這些理論與實務關連的徹底釐清，便促成我們所有成員的具體共識與緊密結合。

誠如前述，或許某些原本預期的目標並未達到，但是值得欣喜的是，這個三年期計畫的完成並不是一個結束，而是一個開始。智慧生活空間的相關研究與實作，刻正如火如荼地展開，而我們這個研究團隊的戮力合作也將持續不斷地延伸。

參考文獻

[1] Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2007). The

International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In J. A. Coan, & J. J. Allen (Eds.), *Handbook of emotion elicitation and assessment* (pp. 29-46). New York: Oxford University Press.

- [2] Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics," *Journal of Neuroscience Methods*, 134, 9-21. (<http://sccn.ucsd.edu/eeglab/>)
- [3] Fairclough, S. H., & Houston, K. (2004). A metabolic measure of mental effort. *Biological Psychology*, 66, 177-190.
- [4] Fairclough, S. H., Venables, L., & Tattersall, A. (2005). The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *International Journal of Psychophysiology*, 56, 171-184.
- [5] Gross, J. A., & Levenson, R. W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition and Emotion*, 9(1), 87-108.
- [6] Hajcak, G., J. S. Moser, & Simons, R. F. (2006). Attending to affect: Appraisal strategies modulate the electrocortical response to arousing pictures. *Emotion*, 6(3), 517-522.
- [7] Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 53, 63-88.
- [8] Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242-249.
- [9] Philippot, P. (1993). Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in the laboratory. *Cognition and Emotion*, 7, 171-193.
- [10] Picard, R. W. (1997). *Affective Computing*. MIT Press, Cambridge.

參加 DEXA/DaWak Conferences 報告 陳良弼

DEXA (Database and Expert Systems Applications)是一個以歐洲城市為舉辦地點的資料庫與專家系統國際會議。由於是以歐洲為基地，並結合了另外包括 DaWak (Data Warehousing and Knowledge Discovery)、EC-Web (Electronic Commerce and Web Technologies)、EGOV (Electronic Government)、TrustBus (Trust and Privacy in Digital Business)、NBIS (Network-Based Information Systems)及 Globe (Data Management in Grid and P2P Systems)國際會議一起舉行，每年都吸引了許多來自各國相關領域之學者、專家參與，成為歐洲在資料庫及專家系統領域國際交流的盛會。

今年的會議於九月一日至五日在義大利北邊的 Turin 舉行。會議論文之發表借用 Turin 理工大學的校區。由於參與會議之人數眾多，開幕典禮及午餐均須用到其他地方，來返之間距離頗遠，不甚方便。這個學校為意大利數一數二的理工大學(另一個競爭者為米蘭理工大學)，學生人數 26000，整個校園感覺上相當擁擠。

我於八月三十一日搭德航飛機由桃園經香港、法蘭克福抵 Turin 已經是深夜。這次我與學生有兩篇論文發表，DEXA 一篇、DaWak 一篇。我報告了 DEXA 的論文 "A Tree-Based Approach for Event Prediction Using Episode Rules over Event Streams," 而我的學生報告了另一篇論文 "Mining Serial Episode Rules with Time Lags over Multiple Data Streams." 在我報告的這篇論文裡，我們發展了一個新的方法在一個資料串流的环境裡根據 Episode Rule 預測其 Consequent Event 的來到。在去年的 APWeb (Asia Pacific Web Conference)國際會議裡，我們提出一個方法來作預測，而這次論文的新方法則改善了上個方法的效率。

在我報告完論文後，有一提問者問到可否直接延伸舊方法來作改善？事實上，我們對舊方法已延伸出一更好的方法來，我們打算再作整理後，把這些相關解法合寫成一篇文章投稿期刊。我覺得提問者或許曾思考過我們舊方法的延伸，只因這個 Session 後就是午餐而無法與其再作討論。而這篇論文裡，我們著重在 Consequent Event 的預測，而對於 Episode Rule 的推導則在 DaWak 那篇論文中探討。

DEXA 今年共收到 210 篇論文投稿，接受了 40 篇(接受率 19%)，而 DaWak 有 121 篇論文投稿，也接受了 40 篇(接受率 33%)。兩個會議的論文集都由 Springer Verlag 印行。

在五天的 DEXA 會議裡，除了少數幾個並行的 Session 外，其他都是 Single-Track 的 Session。其中較多的 Session 探討 Data Mining、XML Database、High Dimensional Databases 以及 Data Streams 上，顯示出這些議題還是當今研究較集中的地方，也是我研究的重點。這次會議幾位老朋友也都參加了，像是 HP 的 Qiming Chen、Technical University of Vienna 的 A Min Tjoa 以及 University of Texas at Arlington 的 Sharma Chakravarthy。另外，IBM India Research Laboratory 的 Mukesh Mohania 則在九月三日給了一個 Invited Talk ”New Trends in Data Integration, Analytics and BI.” 2007 年曾與他一起接受 APWeb 主辦單位的邀請於會後共遊黃山。

從台灣去參加會議的還有政大資管系的余千智教授，他參加 EGOV。另外台科大資工系的戴碧如教授也有一篇論文被 DEXA 接受，由她學生前往報告。

其實，除了這些 Conference 外，DEXA 還另有 16 個單日舉行的 Workshop，包括 XANTEC (XML Data Management Tools & Techniques)、MIMIC (Management and Interaction with Multimodal Information Content)、ETID (Evolutionary Techniques in Data-processing)、FIND (Dynamic Taxonomies and Faceted Search)、WebS (Web Semantics)、MDMM (Multimedia Data Mining and Management)、SWAE (Semantic Web Architectures For Enterprises)、EN-FINES (Engineering Non-Functional Information for Emerging Systems)、DMVE (Data Management in Virtual Engineering)、AIEMPro (Automated Information Extraction in Media Production)、CUB (Computers Users' Behavior)、MPDMST & GRep (P2P Data Management, Security and Trust & Data Management in Global Data Repositories)、TIR (Text-based Information Retrieval)、ELSys (E-Learning systems: research and tools, from theory to practice)、FlexDBIST (Flexible Database and Information System Technology) 及 SPattern (Secure systems methodologies using patterns)，提供大規模的學術交流機會！

明年的 DEXA 將在奧地利的 Linz 舉行，由 University of Linz 的 Roland Wagner 擔任 General Chairperson，我也攜回了其 Call-for-papers。

第十九屆國際圖型識別研討會

19th International Conference on Pattern Recognition

政大資科 廖文宏

2008 年 12/8-11 日在佛羅里達州坦帕市會議中心(Tampa Convention Center, Florida)舉行的國際圖型識別研討會(International Conference on Pattern Recognition)，每兩年舉辦一次，至今已第十九屆，邁入三十八年，是圖形識別領域歷史最爲悠久，也是最重要的會議之一。據主辦單位表示，上次 ICPR 在美國舉行已是近二十年前(1990 年在 Atlantic City)，因此主辦學校 U. of South Florida 認爲責任重大，會議的事前準備充分，提供的服務也十分周到，尤其 12/7 報到當晚在 Florida Aquarium 舉辦的歡迎酒會更獲得參與者的一致好評。

本次會議分爲七大主題 (tracks)，共有約 1600 多篇投稿，接受的比例在六成上下，實際與會的人數達一千多人，可以說規模盛大，而報告內容也是包羅萬象，吸引來自不同領域與國家的研究學者。

此次會議的七大主題爲：

1. Computer Vision
2. Pattern Recognition
3. Image, Speech and Signal Analysis
4. Multimodal Interaction and Multimedia Processing
5. Document Analysis
6. Bioinformatics and Biomedical Applications
7. Biometrics

由於有七場論文發表同步進行，加上海報部份也在相鄰場地展示，因此實際參與的場次以個人發表(一個場次)、Keynote 演講以及 1,2,3,4 類與個人研究相關者爲主。

第一場 Keynote 是由本屆 K. S. Fu Prize 得主 Prof. Anil Jain (Michigan State University)發表的演講，講題爲 " Data Clustering: 50 Years Beyond K-Means" ，主要在於回顧 K-means 演算法在圖型識別中 clustering 的發展歷史、各種延伸以及應用，並且對於 clustering 的基本問題逐一審視，相關投影片可至以下連結下載：

<http://biometrics.cse.msu.edu/Presentations/ECMLTalk.pdf>。

第二場 Keynote 由 Berlin Institute of Technology 的 Klaus-Robert Mueller 教授介紹腦機介面(Brain-Computer Interface)的最新發展及應用，講題為”Towards Brain Computer Interfacing”，演講的相關資料可至 Berlin Brain-Computer Interface (BBCI)的網頁(http://ida.first.fhg.de/bbci/index_en.html)取得。在一小時的演講中，Mueller 教授展示了許多實驗成果及影片，由於本校資科系與心理系的智慧生活空間計畫中，亦進行腦波資料之搜集與分析，應可從中尋找具價值之參考資料。

第三場 Keynote 由 SUNY 的 Theo Pavlidis 教授介紹 CBIR 的現況與限制，講題為”Limitations of Content-based Image Retrieval”，演講內容可至以下網站 <http://www.theopavlidis.com> 下載。Pavlidis 教授在演講中點出目前 CBIR 系統的問題，並提出可能的因應之道，對於該研究領域的學者應有相當多的啓示。

第四場 Keynote 由 Polytechnique Montréal 的 Réjean Plamondon 教授發表”Recent Developments in the Study of Rapid Human Movements Using Kinematic Theory”，藉由 Delta-Lognormal Theory 的理論基礎，對於人類運動的神經生理機制進行建模，推估不同動作的模型參數，並應用於手寫文字辨識與簽名驗證等研究，相關論文列表可至以下網頁參考：

<http://www.polymtl.ca/recherche/rc/en/professeurs/details.php?NoProf=103&showtab=PUB>

第五場 Keynote 由 UCLA 的 Song-Chun Zhu 教授(今年的 J. K. Aggarwal award 獲獎者)演講”Learning Implicit and Explicit Visual Manifolds by Information Projection”，朱教授從 Image space 的結構(Implicit 與 Explicit manifold)談起，介紹 manifold pursuit 的作法及許多應用，朱教授的論文可至以下網頁下載：

<http://www.stat.ucla.edu/~sczhu/publication.html>

第六場 Keynote 由 Halmstad University 的 Josef Bigun 教授演講”Getting the Big Picture from the Small by (making) Sense of Direction”，Bigun 教授的個人網頁如下：<http://www2.hh.se/staff/josef/>

第七與第八場是在 12/11 舉行，由於已經離開 Tampa，只能從題目略為猜測其內容，至於其餘參加的場次由於論文數目繁多，因此不再一一詳述(涵蓋 Human motion and activity analysis, super-resolution, video surveillance, segmentation, feature descriptors 等與個人研究及教學相關之主題)，論文光碟作成可搜尋的形式，可以很方便的檢索。

攜回資料名稱與內容

19th ICPR Proceedings 光碟

此次與會展出之研究成果

Video-based activity and movement pattern analysis in overnight sleep studies
(整夜睡眠研究中以視訊為基礎的活動量與動作型態分析)