

情感式學習系統之建置與研究：以體感擴增實境浮空投影為例

Development and Research of Affective Learning System Combined with Motion-Sensing

Interaction, Augmented Reality and Mid-Air Projection

吳祖賢^{*}，杜仲弘，呂明勳，林冠佑，陳昶佑，林豪鏘

臺南大學數位學習科技學系

^{*}az68michael@gmail.com

【摘要】 本研究透過體感科技、擴增實境以及浮空投影等技術，建置了一個新穎的學習環境並結合情感式學習系統進行展示科技課程教學。透過序列分析，觀察到整體受測者在負面情緒狀態下，行為會比較容易從學習轉換到遊戲；視覺型的受測者，在負面情緒下，容易在學習與遊戲之間循環切換；在利於聽覺型的受測者學習的教材稍嫌不足的情況下，聽覺型的受測者的操作行為顯著地出現無情緒狀態；而動覺型受測者的操作行為則比較多變，無任何顯著行為發現。

【關鍵字】 體感科技；擴增實境；浮空投影；情感式學習系統

Abstract: This study constructs a novel learning environment through technology of Motion-Sensing Interaction, Augmented Reality and Mid-Air Projection with affective learning system, and shows the course of Display Technology. Through the sequence analysis, it can be observed that participants' behavior will transform easier from learning to play while in a state of negative emotions. For visual participants, while in a state of negative emotions, they will easy to have a switching circulation between learning and games. For auditory participants, due to the lack of the audio learning element, their operation behavior will be the status without any emotion. Kinesthetic participants' behavior is more varied that without any significant discovery.

Keywords: Technology of Motion-Sensing Interaction, Augmented Reality, Mid-Air Projection, Affective Learning System

1. 前言

隨著資訊科技的快速發展，數位學習環境也不斷改變，科技進入教育場域可轉化並驅動新的學習法與教學法，因此新興科技是轉化教學與學習的重要驅力。讓跨領域整合的「展示科技」成為新的研究焦點。新型態的展示手法，可以被應用在博物館及展場、商業空間、互動式機、行銷活動和數位藝術，進而用在教學上。展示科技的範疇，大抵可包含浮空投影、影像投影融接、影音互動情緒偵測、擴增實境、穿戴式訊號偵測、光雕技術、360度環場效果、全像投影、App與手機連線控制等。近年來有許多的研究，結合體感與擴增實境運用在教學上（Akazawa, Takei, Nakayama, Kakuda, & Suzuki, 2013；Homer, Kinzer, Plass, Letourneau, Hoffman, Bromley, Hayward, Turkay, & Kornak, 2014），透過體感簡單而直覺的操作方式與擴增實境虛擬與現實相結合的視覺效果，帶給學習者更多的樂趣，提升了學習者的學習動機以及學習參與度，進而達到更好的學習效果。研究者意圖透過體感技術與擴增實境結合浮空投影，構造一個新穎的學習環境，並以情感式學習系統作為核心，使用情緒辨識的機制來與學習者互動，希望帶給學習者更多樂趣，並且透過更貼近學習者情緒的互動，讓學習者更加的投入，提升學習者的學習動機以及學習參與度，並瞭解不同學習風格受測者各自的行為表現。

2. 研究方法

本研究開發一套情感式家教系統(Lin, Wu, & Hsueh, 2014; Lin, Wang, Chao & Chien, 2012) 其中包含情緒取得與學習系統兩大主軸，情緒取得方式透過兩個方法，一為主動透過系統詢問受測者目前情緒狀態，二為使用臉部表情辨識方法來得知受測者的情緒狀態；學習系統則包括了，課程、互動代理人、小遊戲以及系統記錄。整個情感式學習系統的架構，使用了五大模組，分別為課程模組、臉部表情辨識模組、互動代理人模組、遊戲模組以及系統記錄模組。情感式學習系統介面，共有四個部分，分別為主畫面，臉部表情辨識、功能列及互動代理人，如下圖所示，主畫面為系統功能主要呈現的地方，課程簡報、遊戲畫面、與互動代理人的互動都在此呈現。

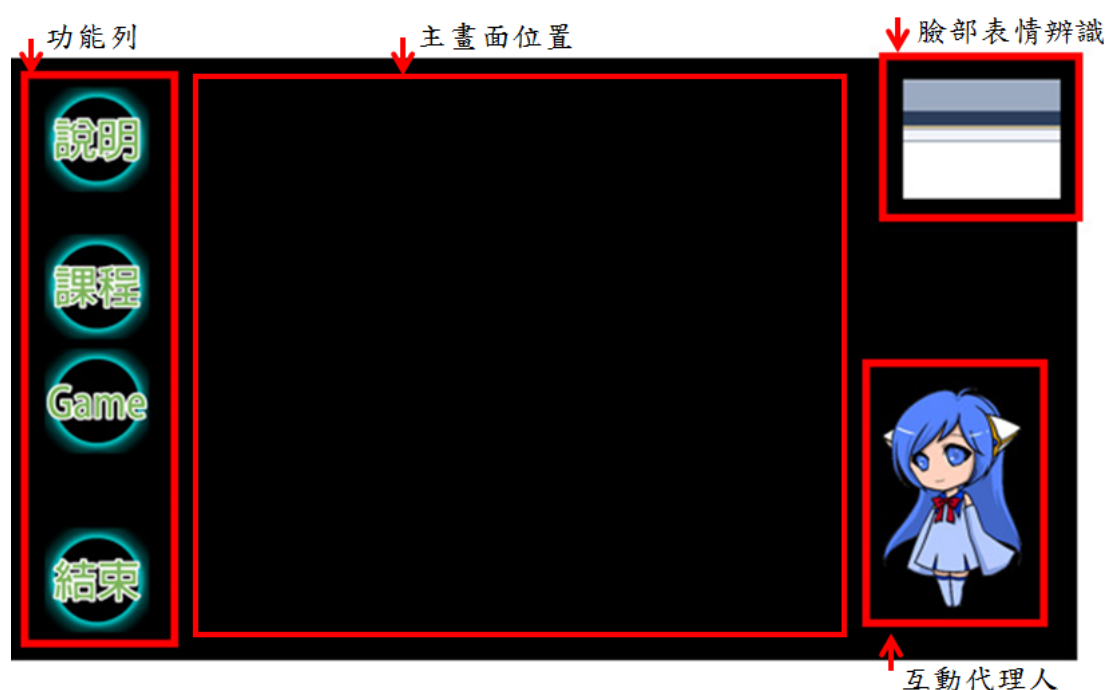


圖 1 情感式學習系統介面

在實驗開始時，系統會透過視訊鏡頭，在這個臉部表情辨識區塊，開啟辨識受測者的臉部表情的功能。在功能列中有 4 個按鈕，包括說明、課程、遊戲、結束，藉由這四個按鈕受測者可以方便運用這個系統的功能，當受測者選擇「說明」按鈕時，主畫面會出現系統操作說明，此畫面為系統啟動後之起始畫面、當受測者選擇「課程」按鈕時，主畫面便會出現課程選單，讓受測者選擇課程單元；當受測者選擇「遊戲」按鈕時，主畫面便會出現遊戲畫面，本系統提供的遊戲為「井字遊戲」；最後，當受測者選擇「結束」按鈕時，便可以結束本系統。而互動代理人則肩起系統與受測者互動橋梁。

本研究參考 Lui, Ng, and Chan (2013) 將擴增實境與體感互動技術結合，期望透過手勢動作操控簡報，將會使用 Kinect 體感裝置，透過 Kinect SDK 及 Developer Toolkit，研究使用手掌向前「推」以及「握拳」向左、右拖拉兩個動作，點選按鈕、切換教學投影片頁面，操作學習系統，而情緒取得系統利用 Russell (1980) 情緒二維模型圖，將喜悅、生氣、驚訝、害怕、困惑、難過六種情緒 (Ekman & Friesen, 1971) 以及情緒在圖中的對應位置，轉化為正向情緒或負向情緒後，結合 EmguCV、HaarTraining 目標檢測法使互動代理人與學習者進行互動。

在本系統中，互動代理人肩負了三項重要功能，包含主動向受測者詢問以蒐集使用者情緒

狀態、透過正向情緒、負向情緒、及無情緒三個表情符號讓受測者選擇，互動代理人會對正向情緒受測者說「Good」、負向則說「加油」等鼓勵用詞，另外透過簡易的「井字遊戲」與互動代理人進行互動，提供學習者一個轉換負向情緒的方法。本系統以特殊的視覺感受以及簡單直覺的方式，讓學習者沉浸於其中，進而帶給學習者更多的學習樂趣，提升學習者的學習動機以及學習參與度，來達到更好的學習效果，下圖為受測者進行實驗之畫面。



圖 2 受測者進行實驗

3. 研究結果與討論

本研究針對台南地區，邀請 43 名自願受測者，學歷程度為大專程度至碩士，背景皆為資訊相關領域專長進行。受測者透過體感手勢操作系統進行學習，所使用教材則是利用畫面資訊接收「展示科技」學習教材為主，基於教材與系統選擇使用 VAK 學習風格(Grinder & Bandler, 1975)，將學習者透過感官的學習行為分成，視覺型、聽覺型及動覺型三種類型。透過 PASW Statistics 18 統計分析軟體分析受測者對使用性量表以及使用者互動滿意度量表所得出之量化資料，並針對受測者的操作行為、情緒以及不同學習風格受測者進行序列分析，以觀察不同學習風格是否有差異。

為瞭解體感擴增實境浮空投影情感式學習系統的使用性及互動滿意度，並瞭解學習者行為與情緒的關係以及不同學習風格學習者的差異，本研究規劃了一套實驗，在實驗開始前先對受測者講解系統如何操作以及請受測者填寫 VAK 學習風格問卷，接著受測者可以自由操作系統功能，同時系統將會蒐集其行為以及過程中的情緒，在受測者結束系統操作後，進行系統使用性量表及使用者互動滿意度量表之填寫，本實驗便到此結束，實驗流程如下圖所示。

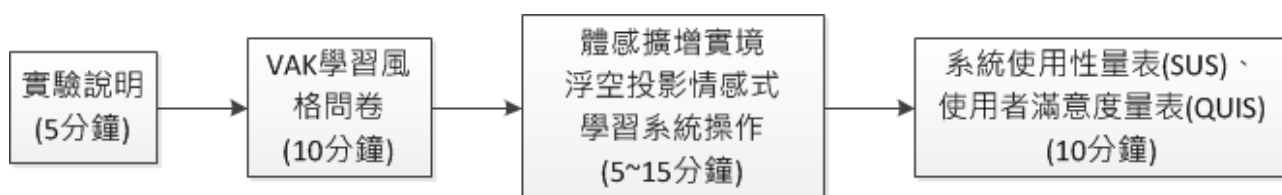


圖 3 實驗流程圖

本實驗研究受測者經 VAK 學習風格問卷分類後，其中視覺型學習風格有 22 人、聽覺型學習風格有 4 人、動覺型學習風格有 13 人，另外有 4 人學習風格無明顯分類，不納入本節研究分析中。

為瞭解受測者的操作行為與情緒狀態轉換之間的關係，研究者對受測者的操作行為以及當下的情緒進行編碼，單獨探討進入課程學習和進入小遊戲兩種行為，兩種操作行為中各分成三種情緒狀態，正向情緒、無情緒以及負向情緒三種，總共有 6 個編碼，對整體樣本進行序列分析後，再探討整體樣本中，三種學習風格的受測者是否有不一樣的表現。

3.1. 整體樣本序列分析

表 1 為行為編碼及所佔的比重值，進入課程的事件佔了總數的 58%，其中有 39% 為正向情緒；進入遊戲事件佔總數的 42%，其中有 37% 為正向情緒。

表 1 行為編碼比重表

編碼	行為	行為編碼比重(%)(樣本數 39 人)
A	進入課程，狀態為正向情緒	39
B	進入課程，狀態為無情緒	13
C	進入課程，狀態為負向情緒	6
D	進入遊戲，狀態為正向情緒	37
E	進入遊戲，狀態為無情緒	3
F	進入遊戲，狀態為負向情緒	2

圖 4 為序列分析之整體樣本事件轉換圖，如圖中所示，箭頭所指為具顯著性的轉換，透過 Z-score 來瞭解事件轉換的顯著程度， $|Z| \geq 2.58$ ：代表非常顯著、 $|Z| \geq 1.96$ ：代表顯著、 $|Z| < 1.96$ ：代表不顯著 (Bakeman & Gottman, 1997)，箭頭線條愈大代表轉換越明顯，在此分析中具顯著轉換的有 A 至 A、A 至 B、B 至 B、C 至 C 以及 C 至 F，其餘事件並無明顯轉換。

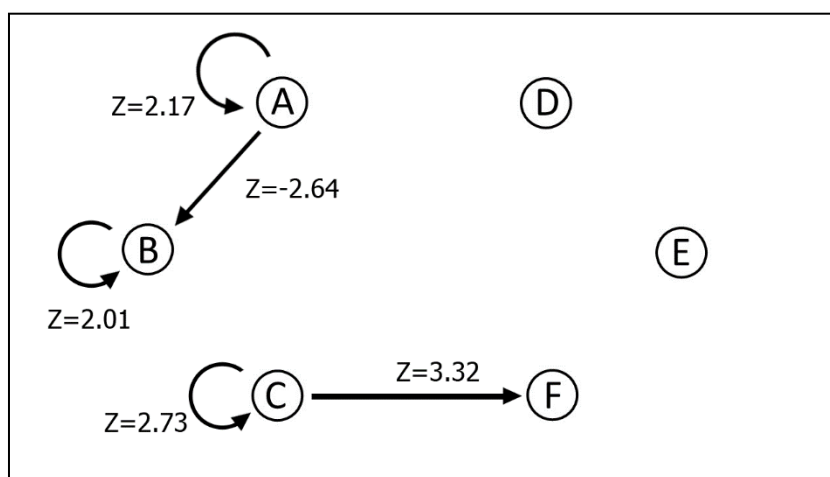


圖 4 整體樣本事件轉換圖

透過情緒轉換圖，研究者有四個發現，第一個發現為，在整體操作系統過程中，受測者的情緒狀態為正向的情況，佔很高的比重，如表 1 所示；第二個發現為，相同情緒狀態下，在進入學習結束後，受測者的行為，有明顯的傾向於繼續學習，或是說在學習狀態下，情緒緒改變並無顯著性，如圖 4 中 A 事件(進入課程，狀態為正向情緒)，事件轉換，受測者的行為

表現轉向 A 事件(進入課程, 狀態為正向情緒)、B 事件(進入課程, 狀態為無情緒), 事件轉換, 受測者的行為表現轉向 B 事件(進入課程, 狀態為無情緒)以及 C 事件(進入課程, 狀態為負向情緒), 事件轉換, 受測者的行為表現轉向 C 事件(進入課程, 狀態為負向情緒); 第三個發現為, 受測者在進入課程情緒狀態為負向的時候, 有很大的傾向會選擇進入遊戲, 情緒狀態為負向的, 如圖 4 中 C 事件(進入課程, 狀態為負向情緒), 事件轉換, 受測者的行為表現轉向 F 事件(進入遊戲, 狀態為負向情緒); 第四個發現為受測者在學習的過程中, 情緒從正向轉為無情緒, 顯著地較少發生, 如圖 4 中 A 事件轉向 B 事件, $|Z| \geq 2.58$, 達非常顯著, 代表這樣的轉換不常發生。

3.2. 整體樣本中三種學習風格序列分析

表 2 為行為編碼及三種學習風格受測者分別佔的比重值, 視覺型學習風格的受測者, 進入課程的事件佔了總數的 71%, 其中有 51% 為正向情緒; 進入遊戲事件佔總數的 29%, 其中有 21% 為正向情緒; 聽視覺型學習風格的受測者, 進入課程的事件佔了總數的 72%, 其中有 48% 為正向情緒; 進入遊戲事件佔總數的 29%, 其中有 24% 為正向情緒; 動覺型學習風格的受測者, 進入課程的事件佔了總數的 70%, 其中有 40% 為正向情緒; 進入遊戲事件佔總數的 31%, 其中有 25% 為正向情緒。

表 2 行為編碼比重表

編碼	行為	行為編碼比重(%)		
		視覺型	聽覺型	動覺型
A	進入課程, 狀態為正向情緒	51	48	40
B	進入課程, 狀態為無情緒	16	5	21
C	進入課程, 狀態為負向情緒	4	19	9
D	進入遊戲, 狀態為正向情緒	21	24	25
E	進入遊戲, 狀態為無情緒	4	5	4
F	進入遊戲, 狀態為負向情緒	4	0	2

圖 5 為視覺型學習風格受測者的序列分析之事件轉換圖, 如圖中所示, 箭頭所指為具顯著性的轉換, 透過 Z-score 來瞭解事件轉換的顯著程度, $|Z| \geq 2.58$: 代表非常顯著、 $|Z| \geq 1.96$: 代表顯著、 $|Z| < 1.96$: 代表不顯著 (Bakeman & Gottman, 1997), 箭頭線條愈大代表轉換越明顯, 在此分析中具顯著轉換的有 A 至 B、B 至 B、B 至 E、C 至 C、C 至 F 以及 F 至 C, 其餘事件並無明顯轉換。

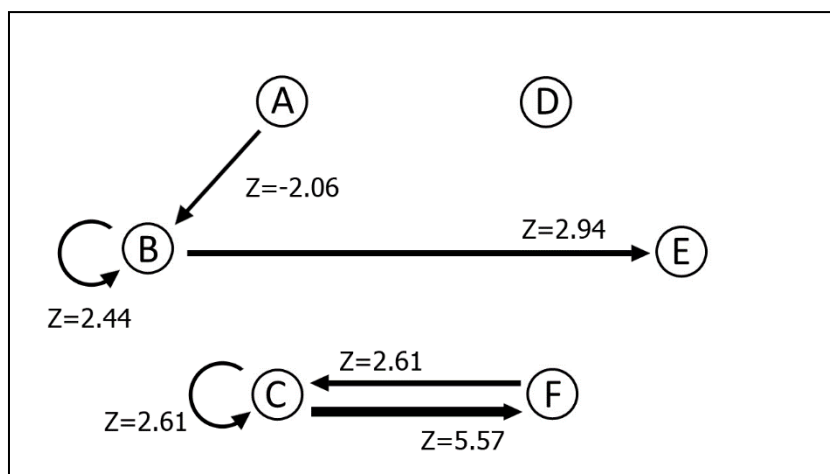


圖 5 視覺型學習風格受測者之事件轉換圖

在視覺型學習風格受測者之事件轉換圖中，研究者發現與整體樣本所不同之處，其一，在於視覺型學習風格受測者在無情緒狀態下，除了選擇繼續課程的行為外，亦有選擇進入遊戲的顯著行為，如圖 5 中，B 事件除了容易繼續進行 B 事件外，亦容易有轉向 E 事件的顯著行為；其二，進行遊戲後，帶著負向情緒進入課程中，且更容易再返回遊戲中，如圖 5 中所示，較整體樣本之事件轉換圖，多了 F 事件(進入遊戲，狀態為負向情緒)轉向 C 事件(進入課程，狀態為負向情緒)的顯著性，而且，C 事件轉向 F 事件的顯著性更為增加，顯示出視覺型學習風格受測者的負向情緒狀態不容易改變；其三，A 事件轉向 A 事件的顯著性消失，顯示視覺型學習風格受測者在正向情緒狀態進入課程後的行為，不在有明顯的趨向；其四，受測者在學習的過程中，情緒從正向轉為無情緒的事件不常發生，如圖 5 中 A 事件轉向 B 事件， $|Z| \geq 2.06$ ，為顯著的轉換事件，但為負值，代表不容易出現這樣的轉換。

圖 6 為聽覺型學習風格受測者的序列分析之事件轉換圖，如圖中所示，箭頭所指為具顯著性的轉換，透過 Z-score 來瞭解事件轉換的顯著程度， $|Z| \geq 2.58$ ：代表非常顯著、 $|Z| \geq 1.96$ ：代表顯著、 $|Z| < 1.96$ ：代表不顯著 (Bakeman & Gottman, 1997)，箭頭線條愈大代表轉換越明顯，在此分析中具顯著轉換的只有 E 至 B，有趣的是，在本系統中，較利於聽覺型學習風格受測者的教材以及功能是不足的，而在聽覺型學習風格受測者之事件轉換圖中，即顯示出一種顯著性行為，E 事件轉換到 B 事件，狀態皆為無情緒，研究者認為其原因在於利於聽覺型學習風格的條件不足，所顯示出來行為模式。

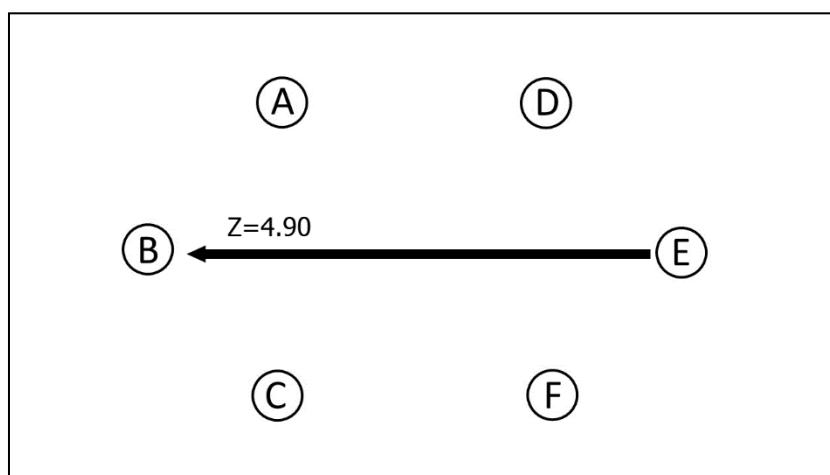


圖 6 聽覺型學習風格受測者之事件轉換圖

圖 7 為動覺型學習風格受測者的序列分析之事件轉換圖，轉換圖中箭頭所指為具顯著性的轉換，透過 Z-score 來瞭解事件轉換的顯著程度， $|Z| \geq 2.58$ ：代表非常顯著、 $|Z| \geq 1.96$ ：代表顯著、 $|Z| < 1.96$ ：代表不顯著 (Bakeman & Gottman, 1997)，箭頭線條愈大代表轉換越明顯，如圖中所見動覺型學習風格受測者之事件轉換圖並無顯著箭頭，研究者推測可能原因每一位動覺型學習風格受測者的行為趨向都很特別，故無顯著轉換行為。

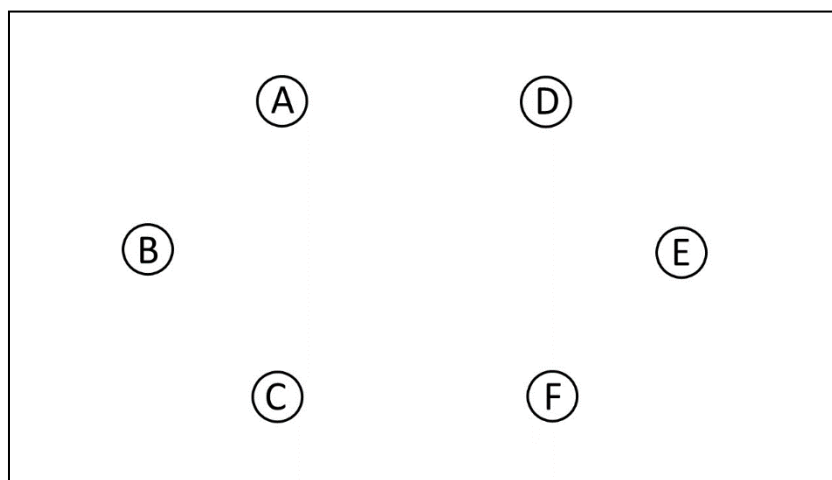


圖 7 動覺型學習風格受測者之事件轉換圖

4. 結論與建議

4.1. 結論

系統使用性量表(System Usability Scale, SUS)用以評估使用者對於系統之使用性，該方法具有可靠、快速、方便且低成本的特性 (Brooke, 1996)。因此本研究透過該量表進行敘述性統計分析，結果顯示分數達 76.63 分，高於量表之標準，指出受測者對本系統的使用性達到良好；效度經過統計計算後得到 Cronbach's Alpha 值為 0.819，一般以 DeVellis (2012) 學者的看法為準繩，0.7 為最低信度可接受的值，0.8 至 0.9 之間有較好的信度，實驗結果已高於一般認定的最低值 0.7，且達到較好的信度，表示此量表具有好的穩定性以及好的正確性，因此本實驗研究之系統使用性量表當具有良好的表現。而針對使用者互動滿意度量表進行之敘述性統計分析中，整體使用者互動滿意度平均分數為 5.46 於 7 點量表中的 4 分以上，顯示受測者在與本系統的人機互動主觀滿意度有較好的評價。從事件轉換圖中可以觀察到受測者在進入課程情緒狀態轉為負向的時候，有很大的傾向會選擇進入遊戲；當受測者在持續進行的學習過程，相同的情緒很可能持續維持著，代表情緒有持續性；若受測者處於正向情緒的學習過程中，情緒轉為無情緒的事件不常發生。

本研究除了透過序列分析發現以上操作行為與情緒狀態轉換的關係外，另外針對三種學習風格的事件轉換圖，我們又能從中發現如下所列：

1. 視覺型受測者在正向情緒學習過程中，情緒轉為無情緒的事件不常發生
2. 視覺型受測者在課程中無情緒狀態下，會有繼續學習以及進行遊戲兩種傾向。
3. 視覺型受測者在陷入負向情緒時，很有可能在課程與遊戲間持續切換，顯示出課程內容與遊戲尚無法引起視覺型學習風格的受測者的興趣
4. 聽覺型在教材及功能不利於己的時候，發現無情緒下的操作行為轉換具有顯著，研究者認為是利於聽覺型學習風格的條件不足，所顯示出來行為模式
5. 在動覺型學習風格的事件轉換圖中，發現並無顯著事件轉換，研究者推測可能原因每一

Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.

位動覺型學習風格受測者的行為趨向都較特別，故無顯著轉換行為出現。

4.2. 建議

由於本研究是從受測者中分類出學習風格，樣本數不多也不一致，所得到的結果會有一定的侷限。未來期望加入更多樣化的手勢動作、情緒辨識機制，遊戲方面期望加入與代理人共同遊戲的機制，並將課程融入遊戲中，增強課程與遊戲之間的聯繫，讓遊戲更有價值；另外，有個別受測者特別提出在學習教材上可以加上聲音的教學，希望系統能結合語音在課程中唸出教材內容，在未來這項建議確實很值得實現，應該會有更好的學習效果。

參考文獻

- 朱菟鈴 (2014)。手勢互動內容創作系統之開發與評估。國立台南大學數位學習科技學系碩士論文，未出版，台南市。
- 黃祖菁 (2012)。運用多模式情感運算技術設計智慧型家教系統之人機介面—以數位藝術為例。國立台南大學數位學習科技學系碩士論文，未出版，台南市。
- 謝怡竹 (2005)。以光流為基礎之自動化表情辨識系統。國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- Akazawa, N., Takei, Y., Nakayama, Y., Kakuda, H., & Suzuki, M. (2013). A learning support system for 9×9 multiplication table with Kinect. In *2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*.
- Bakeman, R., & Gottman, J. M. (1997). *Observing interaction: An introduction to sequential analysis*. Cambridge university press.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4-7.
- DeVellis, R. F. (2012). *Scale development: Theory and applications* (Vol. 26). Sage publications.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and social psychology*, 17(2), 124.
- Grinder, J., & Bandler, R. (1975). *The Structure of Magic Vol. I & II*. Science and Behavior Books: Palo Alto, CA.
- Lin, H. C. K., Wang, C. H., Chao, C. J., & Chien, M. K. (2012). Employing Textual and Facial Emotion Recognition to Design an Affective Tutoring System. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 11(4), 418-426.
- Lui, A. K., Ng, V. S., & Chan, C. H. (2013). Gesture-Based Interaction for Seamless Coordination of Presentation Aides in Lecture Streaming. In *Knowledge Sharing through Technology*, 108-119. Springer Berlin Heidelberg.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of personality and social psychology*, 39(6), 1161.