

## 以穿戴式腦波偵測設備提供即時適性化激勵策略對學習成效之影響

### The Effects of Real-Time Encourage Strategy Using Wearable Brainwave Detector on Learning Performance

余宗翰<sup>1</sup>，袁若起<sup>1</sup>，謝盛文<sup>2</sup>，陳年興<sup>1\*</sup>，許家寧<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中山大學資訊管理系

<sup>2</sup> 遠東科技大學資訊管理系

\* nschen@mis.nsysu.edu.tw

**【摘要】**本研究主要以認知風格進行的適性化學習環境下，導入穿戴式腦波偵測設備，即時偵測學習者當下的專注度，提出即時適性化激勵策略，並以此推論能顯著提升學習成效。本研究的控制組採用傳統認知風格進行適性化學習，而實驗組於此適性化學習環境下，進一步給予即時適性化激勵策略。研究結果顯示，不管是文字型學習者或圖像型學習者，於實驗組的學習成效皆顯著優於控制組，且二種認知風格學習者的專注度於系統給予即時輔助策略後皆有顯著提升。此結果顯示根據學習者專注度狀態給予的即時輔助策略能顯著提升學習成效與專注度。

**【關鍵字】**適性化學習；穿戴式設備；專注度；學習成效；即時學習輔助

**Abstract:** *The aim of this paper is to lead the wearable brainwave detection device into adaptive learning environment. And give student real time learning assistants according to attention level captured by wearable brainwave detection device. Then we suspect a better student's learning performance will gain. Control group was given an adaptive learning environment while experiment group with an additional real time learning assistants according to attention level. The result shows a significant higher in learning performance and attention in experiment group than control group.*

**Keywords:** Adaptive learning, Wearable device, Attention, Learning performance, Real time learning assistants

## 1. 前言

適性化學習策略強調因材施教的概念。學習的過程是由學生的特質、教學方式、教學環境或先備知識決定的(Helmke & Weinert, 1997; Van Seters, Ossevoort, Tramper, & Goedhart, 2012)，若學習策略能與學習者風格互相適配，在學習成效的反思效果上會有顯著的提升(Hsieh, Jang, Hwang, & Chen, 2011; Hsieh & Wu, 2013)。學生之間存在著許多先天上的差異，因此適性化的學習策略往往需要考慮不同的因素，例如根據外在環境的改變進行教學內容的調整(Jones & Jo, 2004)，或針對擁有不同特性、風格、學習目標、認知能力的學習者，使用不同的教學策略或給予不同的教學內容(Graf, Liu, Chen, & Yang, 2009; Hsieh et al., 2011)，其中根據學習者風格的適性化學習策略，可透過認知風格進行。

認知風格屬於為認知心理學的研究範圍，Messick (1984)將認知風格定義為決定個體接收、記憶、思考、問題解決的方式或習慣。在認知風格的分類上，有許多學者提出不同的分類方法，而本研究是採用 Paivio (1971)提出的文字型(verbaliser)與圖像型(visualizer)。在文字型與圖像型的認知偏好上，文字型的學習者，給予文字、符號的學習內容較能夠吸引學習者，而圖像的學習內容較能夠引起圖像型學習者的注意力(Heckler, Childers, & Houston, 1993)。但認

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.

知風格具有穩定的特色，並不會短時間內產生改變(Messick, 1976)，因此若導入能即時偵測學習者生理狀態的穿戴式設備，並於以認知風格進行的適性化學習環境下，進一步提供即時的學習輔助策略，是值得研究的項目。

隨著科技的發展，穿戴式設備越趨精巧，能獲得的資訊也越來越豐富，例如在學習者的學習過程中，根據學習者的位置，進行情境感知運算，並證明透過穿戴式設備擷取的資訊，運算後可以給予學習者有意義與適合的學習內容(Krause, Smailagic, & Siewiorek, 2006)。Nakasugi 與 Yamauchi (2002)將穿戴式設備應用於歷史教學上，研究證實可以讓使用者更身歷其境與增強學習動機。但許多使用穿戴式設備進行的學習策略調整，皆為偵測外在環境，利用學習者周遭的環境資訊進行情境感知運算，而非根據學習者內部狀態進行調整，給予推播式的學習輔助。

推播(push)技術，與傳統拉式(pull)方法不同之處在於，推播技術不需要使用者自己要求資訊，而是自動給予使用者資訊(Franklin & Zdonik, 1998)，而根據推播技術，衍生出許多服務，例如推播通知或適地性服務(location based service)，透過定位系統(positioning system)，適地性服務能給予使用者與當下所在地方相關的通知(Chen, 2002)。因此本研究希望透過穿戴式設備，結合推播技術，提出即時適性化激勵策略，給予學習者即時的推播式學習輔助。

## 2. 文獻探討

### 2.1. 穿戴式腦波偵測設備

當人們進行思考等其他需要觸及大量大腦活動的行為時，位於腦部的神經元會大量放電，利用機器可以偵測放電所產生的電磁波，並分析為腦電波圖(electroencephalogram)，而不同程度、類型的大腦活動，所釋放出的電磁波也不盡相同，相關研究也證實，不同波型的電磁波，與人們進行何種思考、處於何種狀態之間有相關性(Leuthardt, Schalk, Wolpaw, Ojemann, & Moran, 2004)。神念科技(NeuroSky) 2008年發表了腦波偵測設備(Mindwave Mobile)，特色為輕巧，此設備透過一個感應電極，與人腦的前額葉部分接觸進行腦波訊號的偵測。

Rebolledo-Mendez 等人(2009)經過證實，eSense 專注度測得的數值與個人心理的感受呈現正向的相關性，而根據神念科技本身提供的實驗數據(NeuroSky, 2009)，證實此腦波偵測設備能夠準確區別專注狀態與放鬆狀態的放鬆度數值。

### 2.2. 推播科技

推播科技與傳統拉式方法最大的差別在於，推播科技將以往使用者自己要求資訊的模式，改為由服務提供者自動提供給使用者(Franklin & Zdonik, 1998)。推播科技的實作方法為透過蒐集使用者的資訊，並推送相關的資訊，而根據蒐集資訊的不同，也衍生出不同的服務，例如適地性(location-based)服務即是根據使用者所在位置提供推播(Kuo, Chen, & Liang, 2009)。

### 2.3. 認知風格

認知風格為認知心理學的研究範圍，在認知風格的分類上有文字型與圖像型。文字型與圖像型表示學習者對於圖像或文字的认知偏好(Jonassen & Grabowski, 1993)，對於圖像型的學習者來說，在學習上運用圖像的能力較強，在思考與認知上偏圖像導向，在學習過程中，希望能夠有圖像的訊息作為輔助學習，且圖像型的學習者在幾何圖型與立體空間等空間性學習內容上有較好的學習成效；對於文字型的學習者來說，運用文字的能力較強，較喜歡透過閱讀的學習方式，並且較能夠對了解複雜的語意，且文字型的學習者在語意等文字性學習內容上，能夠較熟稔的學習(Jonassen & Grabowski, 1993)。但與人類生理狀態會隨著時間分秒變化不同的是，認知風格具有穩定的特色，也就是並不會因時間產生改變(Messick, 1976)。

### 2.4. 適性化學習

適性化學習為根據不同學習者的能力，給予不同的教學內容。Paramythis 與 Loidl-Reisinger

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.

(2003)提出可進行適性化學習內容調整的四大部份，分別為適性化的互動方式(adaptive interaction)、適性化的課程呈現方式(adaptive course delivery)、學習內容的探索與組合(content discovery and assembly)、適性化的合作支援(adaptive collaboration support)。適性化的互動方式：此部份為學習者與系統介面顯示的互動方式，提供學習者與系統介面的各種適性化顯示方式，例如字體大小的、圖形化或是純文字等介面的適性化改變。適性化的課程呈現方式：透過蒐集學習者的個人資訊，並給予相對應適合的學習內容，此部份的適性化調整著重於課程與學習者之間的合適程度(fit)，而可供判斷的學習者個人資訊則包括學習者的學習目標、測驗(evaluation)、個人特質等。學習內容的探索與組合：藉由蒐集學習者在學習時的過程所進行的學習活動，探索學習者可能有興趣的內容與教材，並將之組合後，提供給學習者。適性化的合作支援：學習者在學習過程中有可能與其他學習者進行溝通、合作，在合作的情境中，避免讓學習者處於孤立狀態(isolationist)是非常重要的，因此，此部份重點在於提供學習者之間合作過程的支援。適性化學習與學習成效之間的關係，當學習者處於跟本身認知風格搭配的學習環境中時，可以得到較好的學習成效(Mampadi, Chen, Ghinea, & Chen, 2011)。

本研究根據 Paramythis 與 Loidl-Reisinger (2003)提出的適性化調整四大部份，取其中適性化的互動方式作為即時適性化激勵策略的設計依據，而學習內容則以適性化的課程呈現方式為基礎。

### 3. 即時適性化激勵系統設計

本研究旨在探討根據學習者專注度給予的即時適性化激勵策略，對於學習成效的影響，由於目前神念科技所提出的 eSense 專注度，並無與學習成效之間關連的研究。專注度數值的範圍為 1~100，40~60 為中立狀態，以每 20 作為區隔，如 1~20 表示達到最低的專注度，意指精神狀態處於心煩意亂、恍惚或者焦慮等(NeuroSky, from: <http://NeuroSky.com>)。針對需要理解的學習科目，學習者在學習時，教師會依照狀況給予不同的學習策略，學習者能否理解是影響學習成效很大的原因，專注度可能不是最重要的影響因素；而在偏向記憶類型的科目，學習者能否專心於學習的內容上顯得較為重要，專注(attention)與工作記憶(working memory)間有緊密的關係(Rensink, 2002)，而於生物實驗上，也有研究指出當專心於(pay attention)所看的內容時，能夠激發腦部的星狀細胞(astrocytes)，並能幫助記憶(N. Chen et al., 2012)。

根據以上專注力與記憶的文獻，本研究所採用的學習內容為 TED Talks，並選擇 Russell Foster 演講的「我們為什麼需要睡眠？(Why do we sleep?)」與 Jeff Iliff 演講的「睡眠有理，再添一記(One more reason to get a good night's sleep)」此二部較需要記憶的主題，為了控制研究時間，本研究將二部影片剪接為 26 分 43 秒的學習影片。

除了影片的內容以外，系統會在旁邊顯示與影片內容有關的補充教材，本研究學習內容以適性化的課程呈現方式為基礎，因此補充教材依照學習者的認知風格進行編撰，分為圖像型與文字型，依據學者 N.-S. Chen 和 Hsieh (2008)的研究作為此設計之基礎。由於此二種認知風格的學習者對於外界資訊的處理方面，圖像型的學習者喜歡看圖為主的訊息，圖像類的資訊較能夠引起圖像型學習者的注意力；而文字型學習者在資訊的處理方面，喜歡看文字為主的訊息，文字類的資訊較能夠引起此類型學習者的注意力(Jonassen & Grabowski, 1993)，因此補充教材將根據圖像為主或文字為主進行設計。

針對圖像型的學習者，補充教材的內容以圖為主；而針對文字型學習者則是給與文字為主的補充教材，在二種補充教材的訊息提供差異度方面，經過多次修正，以確保二種補充教材所提供訊息量的一致性。

本研究的核心概念為幫助學習者於學習時保持專注的狀態，因此提出即時適性化激勵策略輔助學習者學習，即時適性化激勵策略包括二步驟。休息：於學習者專注度低落時，系統會

暫停學習影片的播放，原因為當學習者專注度低落時，對學習內容記憶的效果較差，因此先將影片暫停，並讓學習者休息，待學習者休息完，專注度狀態回復至正常標準時，才讓學習者能夠繼續學習。激勵：激勵部分，以本研究所使用的文字型-圖像型進行適性化的素材設計，藉由給予激勵的文字或圖像動畫，幫助學習者重新打起精神，並繼續進行後續的學習。

此外，Choi 與 Johnson (2005) 的研究指出，影音的呈現方式能更吸引學習者的注意(attention)，影音通常包含影像與聲音，因此本研究使用影像動畫，並根據不同認知風格進行激勵步驟所使用素材的設計，每一個素材皆為二張圖片組成，再經過後製軟體合成為前後輪流播放的影像動畫，對於文字型的學習者，圖片內設計以文字為主的激勵文字(圖 1)，每一種認知風格皆包含五種不同的激勵素材。針對圖像型的學習者，圖片內設計以虛擬人物為主的激勵圖像，發動機制時，系統介面如圖 2。



圖 1 文字型即時適性化激勵策略發動時的系統介面;圖 2 圖像型即時適性化激勵策略發動時的系統介面

## 4. 實驗設計

### 4.1. 實驗對象

本研究共招募 100 位受測者，因為學習內容為睡眠與大腦的相關知識，年齡為 18~23 歲的大學部與碩士班學生。為了探討即時適性化激勵策略的對不同認知風格學習者的影響，也就是對於不同認知風格的學習者，即時適性化激勵策略能否產生一樣的效果，因此本研究組別分為四組，並採用 2X2 的實驗分組設計，每組為 25 人，詳細分組表整理如表 1。

表 1 實驗對象分組表

組別	控制組 (適性化學習)	實驗組(適性化學習+即時適性化激勵策略)
認知風格		
文字型	25 人	25 人
圖像型	25 人	25 人

### 4.2. 實驗流程

本實驗包含四階段，首先為認知風格問卷填寫、接著是前測問卷測驗與使用系統學習，最後是後測問卷的測驗，根據組別的不同，實驗時間為控制組的 55 分鐘至實驗組的 60 分鐘，實驗組的實驗時間為估計值，由於實驗組系統會根據學習者專注度給予即時適性化激勵策略，因此時間差異來自於系統發動即時適性化激勵策略的次數，整體實驗流程整理如圖 3。



圖 3 實驗流程圖

## 5. 結果與分析

### 5.1. 人口統計變項

本研究透過網路進行招募，最後共有 107 位受測者填寫認知風格問卷，由於實驗設計為圖像型與文字型學習者各需要 50 位受測者，因此扣除 7 位多出來的圖像型受測者，有效樣本為 100 位，年齡皆為 20 至 23 歲，其中男性 53%、女性 47%，教育程度為大學 25%、碩士 75%。100 位受測者包括控制組-文字型學習組(控制組 C1, 25 人)、控制組-圖像型學習組(控制組 C2, 25 人)、實驗組-文字型學習組(實驗組 E1, 25 人)、實驗組-圖像型學習組(控制組 E2, 25 人)。

### 5.2. 學習成效分析

本研究的學習成效分析分為三種組合，分別為總體控制組(C1+C2)與總體實驗組(E1+E2)的學習成效分析、文字型學習組的控制組(C1)與實驗組(E1)之學習成效分析、圖像型學習組的控制組(C2)與實驗組(E2)的學習成效分析。本研究透過總分共 15 分之前測問卷，了解各組別受測者對於學習內容的先備知識有無顯著差異。

首先，整體學習者的學習成效於實驗組與控制組的差異，本研究將控制組-文字型學習者(C1)與控制組-圖像型學習者(C2)合併視為整體控制組(C)，另一方面，實驗組-文字型學習者(E1)與實驗組-圖像型學習者(E2)合併視為整體實驗組(E)。

為了了解受測者對於學習內容的先備知識有無顯著差異，針對整體控制組(C)與整體實驗組(E)進行前測分數的獨立樣本 t 檢定，整體控制組之前測平均為 5.3，標準差為 1.741、整體實驗組之前測平均為 5.42，標準差為 1.642，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.257, p=0.613$ )，獨立樣本 t 檢定顯示整體控制組跟整體實驗組的前測成績並無顯著差異( $t=-0.355, p=0.724>0.05$ )，因此排除二組之間，先備知識對於後測學習成效的影響。

接著為整體控制組與整體實驗組(C 與 E)之後測學習成效比較，整體控制組之後測成績平均為 8.04，標準差為 2.06、整體實驗組之後測成績平均為 9.58，標準差為 2.1，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.219, p=0.641$ )，獨立樣本 t 檢定顯示整體控制組與整體實驗組的後測學習成效有顯著差異( $t=-3.701, p<0.001$ )，代表實驗組所使用之即時適性化激勵策略，對學習者的學習成效有顯著的提升。

為了近一步探討即時適性化激勵策略，對於不同認知風格學習者的影響，因此將文字型學習者與圖像型學者分開檢驗。控制組-文字型學習組之前測平均為 5.48，標準差為 1.661、實驗組-文字型學習組之前測平均為 5.84，標準差為 1.519，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並沒有顯著差異( $F=0.65, p=0.799$ )，獨立樣本 t 檢定之檢定顯示文字型學習者於控制組跟實驗組的前測成績並無顯著差異( $t=-0.8, p=0.428>0.05$ )。控制組-圖像型學習組之前測平均為 5.12，標準差為 1.833、實驗組-圖像型學習組之前測平均為 5.00，標準差為 1.683，Levene's 檢定值

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.

顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.989, p=0.325$ )，獨立樣本  $t$  檢定之檢定顯示圖像型學習者於控制組跟實驗組的前測成績並無顯著差異( $t=2.41, p=0.811>0.05$ )。

本研究後測題目數量與前測題目一樣為 15 題，由於二種認知風格的學習者在前測成績上均無顯著差異，因此後測將繼續採用獨立  $t$  檢定，以驗證本研究提出的即時適性化激勵策略對於學習成效的影響。

首先為文字型學習組的控制組(C1)與實驗組(E1)之後測學習成效比較，文字型學習者於控制組之後測成績平均為 8.16，標準差為 1.908，文字型學習者於實驗組之後測成績平均為 9.60，標準差為 1.848，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.06, p=0.940$ )，獨立樣本  $t$  檢定顯示文字型學習者於控制組跟實驗組的後測學習成效有顯著差異( $t=-2.71, p=0.009<0.01$ )，代表即時適性化激勵策略能顯著提升文字型學習者的學習成效。

接著為圖像型學習者的控制組(C2)與實驗組(E2)之後測學習成效比較，圖像型學習者於控制組之後測成績平均為 7.92，標準差為 2.235，而圖像型學習者於實驗組之後測成績平均為 9.56，標準差為 2.364，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.25, p=0.62$ )，獨立樣本  $t$  檢定顯示圖像型學習者於控制組跟實驗組的後測學習成效有顯著差異( $t=-2.521, p=0.015<0.05$ )，代表對圖像型學習者來說，實驗組導入穿戴式腦波偵測設備，並根據專注度狀態提供之即時適性化激勵策略，能顯著提升學習者的學習成效。

### 5.3. 專注度變化分析

實驗組所使用之系統會根據學習者專注度變化，決定是否給予即時適性化激勵策略，並同時紀錄學習者每秒的專注度變化，即時適性化激勵策略包括休息與激勵二步驟，為了瞭解此策略能否顯著提升學習者的專注度，因此於此節將分析二種類型學習者，於即時適性化激勵策略發動前後的平均專注度變化。

首先將實驗組-文字型學習者共 25 位受測者個別於整體實驗過程系統給予即時適性化激勵策略加總，共 71 次，平均一位受測者發動次數為 2.84 次。接著分析系統於給予即時適性化激勵策略前後之專注度變化，由於系統判斷學習者專注度低於 40 並超過 20 秒後會給予即時適性化激勵策略，扣掉 5 秒之誤差範圍，因此本研究取機制發動前後 15 秒進行分析。

機制發動前 15 秒平均為 26.39，標準差為 8.57，機制發動前 15 後平均為 47.08，標準差為 8.597，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=1.303, p=0.256$ )，獨立樣本  $t$  檢定之檢定結果顯示，對文字型學習者來說，即時適性化激勵策略發動前後，受測者之專注度變化由 26.39 顯著的上升至 47.08 ( $t=-14.362, p<0.001$ )。

為了探討此機制對專注度的提升效果能否持續，因此本研究額外比較機制發動後 30 秒與上述發動後 15 秒之平均專注度有無顯著差異。同樣針對文字型學習者，機制發後動 15 平均為 47.08，標準差為 8.597，機制發動後 30 秒平均為 47.59，標準差為 10.396，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=2.063, p=0.153$ )，獨立樣本  $t$  檢定之檢定結果顯示，即時適性化激勵策略發動後 15 秒與 30 秒，受測者之專注度變化並無顯著差異( $t=-3.17, p=0.752>0.05$ )，表示此機制對專注度的提升效果能夠持續。

接著為實驗組-圖像型學習者之專注度變化分析，將 25 位受測者處發機制次數加總，共 80 次，平均一位受測者發動次數為 3.2 次。實驗組-圖像型學習者於機制發動前 15 秒平均為 31.11，標準差為 6.908，機制發動前 15 後平均為 47.60，標準差為 9.023，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=1.25, p=0.265$ )，獨立樣本  $t$  檢定之結果顯示，對圖像型學習者來說，即時適性化激勵策略發動前後 15 秒，受測者之專注度變化顯著從 31.11 上升至 47.60( $t=-12.977, p<0.001$ )。同樣繼續針對圖像型學習者，比較機制發動後 30 秒與上述發動後 15 秒之平均專注度有無顯著差異，機制發後動 15 平均為 47.60，標準差為 9.023，機制發動後 30 秒平均為 48.73，標準差為 9.568，Levene's 檢定值顯示之同質性檢定並無顯著差異( $F=0.403, p=0.526$ )，獨立樣

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.

本 t 檢定之檢定結果顯示，機制發動後 15 秒與後 30 秒，圖像型學習者之專注度變化並無顯著差異( $t = -0.765$ ,  $p = 0.445 > 0.05$ )，表示此機制針對圖像型學習者之專注度提升效果亦能夠持續。

## 6. 結論

### 6.1. 於適性化的學習環境中，額外以學習者專注狀態提供之即時適性化激勵策略，於學習成效上，能顯著高於單純適性化的學習環境。

於學習成效的分析上，經過獨立樣本 t 檢定的檢驗，二種認知風格的學習者，在以專注度狀態提供即時適性化激勵策略組(實驗組)皆有較好的學習成效，由於即時適性化激勵策略的判斷依據為學習者的專注狀態，因此，相較於單純以認知風格的適性化學習組(控制組)的系統必須不間斷的進行學習，且無法確保學習中的專注度狀態，實驗組使用的系統，會於學習者專注狀態低落時暫停影片的播放，學習者可以稍作休息，系統同時給予學習者激勵的影像動畫，鼓勵學習者進行專注學習，並於學習者專注狀態回復至正常值後，協助學習者繼續學習。能有效幫助學習者於整段學習過程皆保持正常專注狀態以上，有效吸收學習內容，取得較好學習成效。

### 6.2. 即時適性化激勵策略能顯著提升學習者專注度。

即時適性化激勵策略為根據學習者專注度狀態實作之策略，學習者專注狀態低落時，系統透過即時化策略讓學習者休息，並透過激勵圖像鼓勵學習者，研究結果顯示，學習者於即時適性化激勵策略發動前後 15 秒的專注度有顯著差異，代表此策略能顯著提升學習者專注度，且此提升學習者專注度的效果能繼續維持，讓學習者能夠於正常專注狀態以上繼續學習。

### 6.3. 即時適性化激勵策略對學習時間之影響。

由於即時適性化激勵策略目的為讓學習者在專注度低落的狀態下休息，本研究進一步探討即時適性化激勵策略的發動次數，對學習時間之影響。於本研究的實驗中，學習影片的長度為 26 分 43 秒，於實驗組中，文字型學習者平均一位受測者發動即時適性化激勵策略次數為 2.84 次，因此學習者於整段學習過程中，共休息了 2.84 次，每段學習影片長度約為 9 分 24 秒；而實驗組-圖像型學習者平均一位受測者發動即時適性化激勵策略次數為 3.2 次，因此影片被切為 3.2 段，每段學習影片長度約為 8 分 21 秒。

雖然於學習影片的長度訂定上，並無研究顯示最佳的時間長度制定，但 Sams 與 Bergmann (2013)提出於學習影片中，每一段的時間不應超過 1.5 分鐘乘以學習者的年級。本研究的對象為大學生與碩士，因此學習影片的時間不應超過 18 分鐘，而線上許多翻轉課堂(flipped classroom)的影片的長度大部分介於 8~14 分鐘之間，因此實驗組的每段影片長度皆為 Sams 與 Bergmann (2013)建議值與線上許多翻轉課堂的影片長度值之內。

## 誌謝

本研究感謝中華民國科技部的支持，計畫編號 MOST 103-2511-S-110-002-MY3、MOST 104-2511-S-110-007-MY3、MOST 104-2511-S-110-009-MY3。

## 參考文獻

- Chen, G. (2002). *Wireless Location-based Services. Technologies, Applications and Management*.  
Chen, N.-S., & Hsieh, S.-W. (2008). Effects of short-term memory and content representation type on mobile language learning. *Language Learning and Technology*, 12(3), 93-113.

- 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.
- Chen, N., Sugihara, H., Sharma, J., Perea, G., Petravicz, J., Le, C., & Sur, M. (2012). Nucleus basalis-enabled stimulus-specific plasticity in the visual cortex is mediated by astrocytes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(41), E2832-E2841.
- Choi, H. J., & Johnson, S. D. (2005). The effect of context-based video instruction on learning and motivation in online courses. *The American Journal of Distance Education*, *19*(4), 215-227.
- Franklin, M., & Zdonik, S. (1998). "Data in your face": push technology in perspective. Paper presented at the ACM SIGMOD Record.
- Graf, S., Liu, T.-C., Chen, N.-S., & Yang, S. J. (2009). Learning styles and cognitive traits—Their relationship and its benefits in web-based educational systems. *Computers in Human Behavior*, *25*(6), 1280-1289.
- Heckler, S. E., Childers, T. L., & Houston, M. J. (1993). On the construct validity of the SOP scale. *Journal of Mental Imagery*.
- Helmke, A., & Weinert, F. E. (1997). *Bedingungsfaktoren schulischer leistungen: Max-Planck-Inst. für Psychologische Forschung*.
- Hsieh, S.-W., Jang, Y.-R., Hwang, G.-J., & Chen, N.-S. (2011). Effects of teaching and learning styles on students' reflection levels for ubiquitous learning. *Computers & Education*, *57*(1), 1194-1201.
- Hsieh, S.-W., & Wu, M.-P. (2013). Exploring Learning Performance toward Cognitive Approaches of a Virtual Companion System in LINE app for m-learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *9*(4), 337-346.
- Jonassen, D., & Grabowski, B. (1993). *Individual differences and instruction*. New York: Allen & Bacon.
- Krause, A., Smailagic, A., & Siewiorek, D. P. (2006). Context-aware mobile computing: Learning context-dependent personal preferences from a wearable sensor array. *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, *5*(2), 113-127.
- Kuo, M.-H., Chen, L.-C., & Liang, C.-W. (2009). Building and evaluating a location-based service recommendation system with a preference adjustment mechanism. *Expert Systems with Applications*, *36*(2), 3543-3554.
- Leuthardt, E. C., Schalk, G., Wolpaw, J. R., Ojemann, J. G., & Moran, D. W. (2004). A brain-computer interface using electrocorticographic signals in humans. *Journal of neural engineering*, *1*(2), 63.
- Mampadi, F., Chen, S. Y., Ghinea, G., & Chen, M.-P. (2011). Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach. *Computers & Education*, *56*(4), 1003-1011.
- Messick, S. (1976). *Individuality in learning*, Jossey-Bass: San Francisco: CA.
- Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. *Educational psychologist*, *19*(2), 59-74.
- Nakasugi, H., & Yamauchi, Y. (2002). *Past viewer: Development of wearable learning system for history education*. Paper presented at the Computers in Education, 2002.
- Paivio, A. (2013). *Imagery and verbal processes*. Psychology Press.
- Paramythis, A., & Loidl-Reisinger, S. (2003). *Adaptive learning environments and e-learning standards*. Paper presented at the Second European Conference on e-Learning.
- Rebolledo-Mendez, G., Dunwell, I., Martínez-Mirón, E. A., Vargas-Cerdán, M. D., De Freitas, S., Liarokapis, F., & García-Gaona, A. R. (2009). *Assessing neurosky's usability to detect attention levels in an assessment exercise Human-Computer Interaction*. New Trends (pp. 149-158): Springer.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology*, *53*(1), 245-277.
- Sams, A., & Bergmann, J. (2013). Flip Your Students' Learning. *Educational Leadership*, *70*(6), 16-20.