

影片註記學習系統在機構學課程之應用與評估

The Application and Assessment of Video Annotation Learning System in Mechanisms Curriculum

陳信欽、賴嘉宏、蘇彥寧、簡佑丞、蘇育正、黃悅民*、劉嘉茹

*國立成功大學工程科學系

國立高雄師範大學科學教育研究所

Hsin-Chin Chen, Chia-Hung Lai, Yen-Ning Su,

Yu-Cheng Chien, Yu-Zheng Su, Yueh-Min Huang, Chia-Ju Liu*

*Department of Engineering Science, National Cheng Kung University

Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

摘要

二十一世紀已經成為一個知識經濟的時代，各國的產業界皆積極發展創新產品來贏得消費者的肯定。因此，培養同時具備創意及工程背景的人才即成為政府當前的教育方針。目前工程教育係為機械工程之基礎學科，而機構學又為機械工程最重要的基礎知識之一。然而，受限於成本限制，大部分的學校多礙於此而無法採購大型的機械裝置，故而一般教學情境中教師多藉由課本作為機構學的授課工具，用以講授課程。然而，受限於紙本圖書的物理限制，課本上的機構模型皆僅能以靜態圖片來呈現內容，使致難以將機構的運作進行完整呈現，而導致學生可能無法理解實際運作過程。有鑑於此，為了加強學生對機構運作過程的瞭解，利用多媒體影片、動畫輔助學生學習機構的運作過程即有其必要性。因此，本研究提出一個影片註記學習系統以嘗試用於大專院校的機構學課程。透過此系統，教師可運用影片註記的功能強調機構運動的重點，學生亦可利用註記系統標明學習機構的問題，以提供師生有別以往的學習體驗。待系統發展畢，本研究即透過科技接受模式來探討學生使用影片註記系統的滿意度。研究結果顯示學生對於影片註記系統有良好的接受態度及使用意圖，而此結果則可作為未來導入新興科技於機構學教學活動之參考。

關鍵字：影片、註記、機構學**Abstract**

The 21st century has become the era of a knowledge-based economy, and the industrial sectors of all countries are actively developing innovative products to win the consumers' recognition. Therefore, cultivating the talents with creative and engineering background becomes the most important education policy for the government. The mechanical engineering disciplines are the main basic knowledge of engineering science education, and Mechanisms is the most important curriculum in Mechanical Engineering. Due to most schools are unable to purchase large mechanical devices because of cost constraints, teachers are used to teach Mechanisms with textbooks. However, the model of machines are presented by static pictures in textbooks, and it is

difficult to fully present action of the machine, resulting in student may misunderstand the action of the machine in learning process. In order to enhance students to understand the operation process of machines, it is necessary to use digital videos and animations to observe the process of mechanical operation. Therefore, this study proposes a video annotation learning system for learning Mechanisms curriculum. Teachers can emphasized the focus of the mechanical motion process with multimedia annotation system, and students can use annotation tools pointed out the learning problems, providing instructional references for teachers. Meanwhile, the study uses technology acceptance model to develop questionnaire to explore the learning satisfaction of the students to use this video annotation learning. The questionnaire results showed students have a well accepted attitude and behavioral intentions for this system.

Keyword: Video, Annotation, Mechanisms

壹、前言

機電系統工程教育係以機械工程領域的學科為背景，其著重於培養實作、問題解決及系統整合能力的專業人才（Anderson, Pelz, Ringel, Clymer, & Collins, 1998; Lord, 2001）。過往曾有學者指出機械工程係為工程領域中重要的學科領域之一（Yan & Chen, 1985），而在人們的日常生活中，諸如：輪船、汽車、機車、自行車、飛機及工業機具等皆與機械工程有直接的關聯。由於機械系統（例如：齒輪、槓桿、軸承、鏈、螺旋機構以及凸輪機構等）皆須經由機械元件傳遞動能，因此，培養機械工程領域的學生瞭解機械元件的基本觀念即至關重要。在機械工程領域中，機構學為介紹機械元件基本觀念的一門基礎課程。此課程透過運動學、力學和數學來闡述機械的運動規律。關於機構學的起源係於十八世紀第一次工業革命的時期，逐漸自機械力學中另外形成一門專業學科。1960年代以後，機構學的研究方法開始從圖解法轉變為解析法和數值分析法，並採用建模技術應用到產品概念設計。機構學主要是研究機構動力學、機械彈性動力學、以及受力分析等部分。許多科技的產業中，如飛航技術、汽車工業、機器人及消費性電子產品等，多經由機構學的概念以設計裝置的運動。由於機構學為機械工程領域的基礎學科，因此，掌握機構學的基本概念即是機械工程人才的基本條件（Yan, 1998）。

由於一些大型機械的教學模型礙於成本較高，諸多大專院校可能受限於經費而無法全數採購，因此在傳統機構學的教學中，多以課本為教學媒材，並搭配投影片於教室來進行教學活動。然而，傳統教科書上所呈現的機械模型皆是採靜態圖片的方式，因此較難將機構運作的方式作動態的呈現。而為了改善此類問題，並促使學生能自教材中瞭解機構動態運作的完整過程，近年來，諸多課程已嘗試透過影片、動畫及電腦模擬等方式來進行教學活動，並取得一定的教學成效（Mu, 2010）。

有鑒於多媒體技術有助動態呈現機構運作的模式，因此本研究嘗試結合動態媒體融入於機構學課程中，以盼促進學生從中掌機構運作的原理與模式。然而，因為機構學課程的需求有別於一般靜態性質的課程，其教材除文字的描述外，一般而言亦會透過動態影片的使用，使學生經由觀看影片中機構的運作，進而瞭解其原理。但曾有相關研究指出動態影片在學習效果上不一定比靜態圖片佳（Hegarty, Kriz, & Cate, 2003）。Mayer 與 Moreno（2003）進一步認為影片在播放的過程中，學習者由於短時間內無法接收大量的資訊，恐導致學習效果不佳。

從認知負荷理論得知，動態影片對於學習者而言容易產生較高的外在認知負荷，進而影響其心理活動與知識建構。同時，動態影片的設計若過於複雜或撥放速度太快，則學習者亦將無法準確地掌握其內容 (Tversky, Morrison, & Betrancourt, 2002)。

有鑑於此，為能有效解決動態影片可能造成學習者過高的外在認知負荷，因此本研究嘗試於影片學習系統中納入註記功能，提供傳統的文字註記、圖形註記，以提供學習者經由註記策略以掌握學習內容，進而發揮多媒體影片在教學上的優勢。同時，本研究亦嘗試採用科技接受模式來發展問卷，以分析學習者使用註記工具的知覺好玩性、知覺有用性、知覺易用性、接受態度與使用意圖的關聯，瞭解註記是否能有效使學習者掌握影片的重點，進而提供建議予現場教師，作為後續調整教學活動之參考。

貳、文獻探討

一、機構學的發展與教學模式

近代的工業發展，隨著機械產業的發展，帶動電子、資訊、光電產業等相關產業的迅速發展，其因無他，只要需要有生產的工業都可以看到機械，因此機械又稱為工業之母更是毋庸置疑。而組成這些生產機械的最基本的成份就是機械元件，而將兩個以上的機械元件組成後的稱為機構，針對機構的設計部份亦或是運動的部份，目前應用的領域相當的多。在學術的發展上，將此一針對機構設計或運動的學科稱為機構學 (Martin, 1982)，又稱機動學 (Mechanisms)，這是一門發展歷史相當悠久的一個學科，其主要的探討範疇在於機構的組成、機構之間的相對關係、機構的設計方式、如何分析機構的運動等等 (Mabie, 1987)，不外乎都在環繞在這些問題上進行討論。

目前的大專院校內的教學方式，多以課堂講述的方式進行教學，另外也有教授機構學的老師透過電腦簡報的方式進行教學，亦有學校成立古機械研究中心用以存放機構，透過實體的機構讓學生進行機構學的學習。但是大多數的學校因為經費有限，無法收藏多樣的機構，若是能將機構學以多媒體影片的方式呈現，必能以較方便的形式使學生取得學習資源用以學習，但是如果要以電子書的方式呈現，則要考慮到學生學習機構學時的學習困難點，才能夠有效的讓學生學習機構學課程。過去在機構學的學習上，學生大多因為無法瞭解該機構的動作方式，亦或是無法模擬出該機構的運動形態，學生學習極需要一套可以讓其一目瞭然的系統，以輔助學生更容易的學習機構學的系統，雖然目前有部份教師致力於建構動態的機構模擬動畫，然而對於廣泛機構學而言尚屬杯水車薪。是故，若能提供一個以學習策略為導向的學習平台，或有助於提昇學生的學習成效 (陳澄，2010)。

二、認知負荷

認知負荷理論即是指學習者接受到外來的訊息，透過認知系統接收資訊，會有一定的認知負荷量，若學習者所接觸的學習教材，教材本身的困難度及呈現方式，造成學習者的認知負荷量過載，即會影響學生學習狀態 (Sweller, 1998)。認知負荷主要可以分為三種型態，第一種為內在認知負荷，主要是強調教材本身的困難度，關於教材的課程內容，對於學習者本身程度的相關性。第二種為外在認知負荷，主要是指教材內容的呈現方式不同，會影響學習

者的學習成果，例如：相同的教材內容以文字、圖片、影片等方式呈現，學習者也會有不同的學習成效。第三種為增生認知負荷，主要指出學習者必須付出多少心力才能理解教材內容。因此，一些學者指出教材的設計必須要設計符合學習者本身程度的內容，同時以學習者偏好的教材呈現方式來設計，這樣學習者才可以達到良好的學習成效(Mayer & Moreno, 2003; Paas, Renkl, & Sweller, 2003)。

三、註記系統

在傳統學習過程中，「註記」係屬學習策略相當重要的一環。若能在大量的學習資料中察覺重點所在，並從事諸如重點劃記或撰寫筆記之類的學習活動，則將較未具運用註記策略技能的學生獲得更佳的學習成效(Kırkgöz, 2010)。Wolfe (2002)指出註記不但可幫助學生學習，學生亦可透過註記以提高其學習效率。Ball, Franks, Jenkins, McGrath, 與 Leigh (2009)也提及註記可幫助學習者對教材內容的理解，並證實當學習者進行學習活動時，若能在學習媒材做有意義的註記，將對學習者的學習成效有所助益。因此，「註記行為」在整體學習活動中，扮演著不可獲缺的重要角色。漸漸地，隨著資訊科技的快速演進，學習的型式也從實體的紙本教材進化成虛擬的數位教材，並搭配相關的註記功能來輔助學習者進行學習。

隨著現代社會的數位化，學生學習方式也有所改變，原本在紙本書籍或筆記本上註記筆記的動作目前已可透過數位科技來實現相關功能。數位化後的電子教材能夠具備如：註記、分享或共同進行註記等功能，與傳統紙本註記方式相比之下擁有像是不會破壞原始教材、可即時與同儕或老師分享等優點。目前的學習系統多具備註記功能，可見註記功能是學習系統不可或缺的重要功能。在學術研究當中也有許多研究人員在探討運用數位教材的註記功能對學習績效的影響(Hoff, Wehling, & Rothkugel, 2009; Su, Yang, Hwang, & Zhang, 2010)，其中又以語言學習結合註記功能的研究多不勝數。因此，將多媒體影片教材融入教學情境之中的學習方式，是許多研究結果支持能有效提升學生學習成效和學習意願的教學情境。使得有越來越多老師也使用多媒體影片教材並搭配數位式的註記系統來進行教學。有鑒於此，基於使用多媒體教材來講解課程內容的便利性，本研究所要探討的是將機構學課程套用在使用多媒體影片教材的學習情境下對學生學習成效的影響。

四、科技接受模式

近年來，科技接受模式漸漸被運用於數位學習相關研究，Raaij 與 Schepers (2008)將科技接受模式運用在虛擬數位學習環境，結果同樣證實知覺有用對於系統使用有顯著影響，而知覺易用則透過知覺有用，間接影響系統的使用。即使套用於一般工作場合之 e-learning 系統驗證，科技接受模式同樣能夠預測使用者對於 e-learning 的使用行為意向，尤其 Liaw (2007)證實知覺有用對行為意向有很大的影響，科技接受模式如圖 1 所示。

隨著科技進步，網路學習環境的滿意度常常與教學平台的使用及成效習習相關。從學習者的認知去探討學習者對 Moodle 系統學習的滿意程度與學習效益的相關因素，由實驗證實認知有用性與易用性，皆會對學習效果造成不同層面之影響(潘朝明, 2008)。陳玉婷、蔡立元 (2009)以科技接受模式的觀點來探討資訊科技融入教學的效益分析。研究指出，影響學習效益最大因素在於教材特性。其次才是使用態度、認知有用、學習動機等。

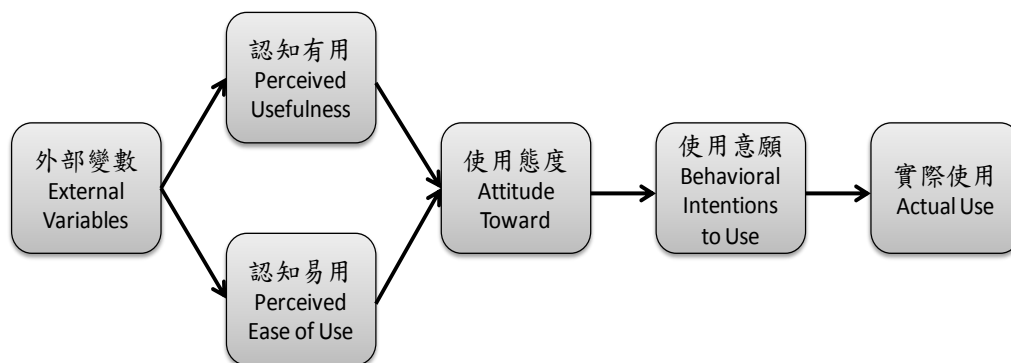


圖 1、科技接受模式 (TAM) (David, 1989)

張金鐘 (2002) 就科技接受模式的觀點，說明學生與教師使用數位教材的態度。哪些因素會影響教師與學生使用數位教材的態度與傾向，這些將有助於促進資訊融入教學的成效。此結果亦顯示，數位產品的易用性與有用性為影響學習成效的主要關鍵。

參、影片註記學習系統

本研究為了讓學生在看影音教材時有更好的學習成果，於是建構影片註記學習系統來輔助學生學習，此影片註記學習系統方便使用者加入註記而不需要複雜的過程，提供各式各樣的傳統註記工具在圖形使用者介面 (GUI)。圖 2 為影片註記系統的圖形使用者介面，主要透過 Adobe Flash Professional CS5 來開發。GUI 主要由三個部分組成，影片顯示區域、註記工具欄、註記時間表。

這個影片註記系統介面的主要目的如下：(1) 在學習材料中加入不同顏色的圖形和文本註記來強調重要的內容，並允許這些註記在正確的時間出現在屏幕上。(2) 使學習者能夠清除以前的註釋設置了一個新的註釋。大多數學生用圖形和文字註記來突顯出重要的內容，這些註記將有助於他們作重點複習。在影片註記系統的中間為影片顯示區域，影音教材在此播放讓學習者學習，學習者可以在影片顯示區域上做任何的註記，以及停止目前播放中的影片。註記工具欄提供傳統的註記功能，如鉛筆、線條、圓形、矩形、橡皮擦和文字工具。使用者可以依照自己的想法在影片教材上加上各種的註記。在此系統中，鉛筆工具可以讓學習者作隨意地畫線。線跟箭頭工具可以繪製直線和箭頭。矩形跟圓形工具可以讓學習者在影片的重要區域做上記號。文字工具提供學習者輸入文字。橡皮擦可以讓學習者用此工具清除不必要的註記。

此外，在影片顯示區域，每個功能提供不同的顏色來滿足學習者的繪製需求。註記時間表能記錄註記時間和註記工具類型，讓使用者輕易地在影片上察看各種註記。加上註記之後，影片顯示區域會展示加上去的註記。

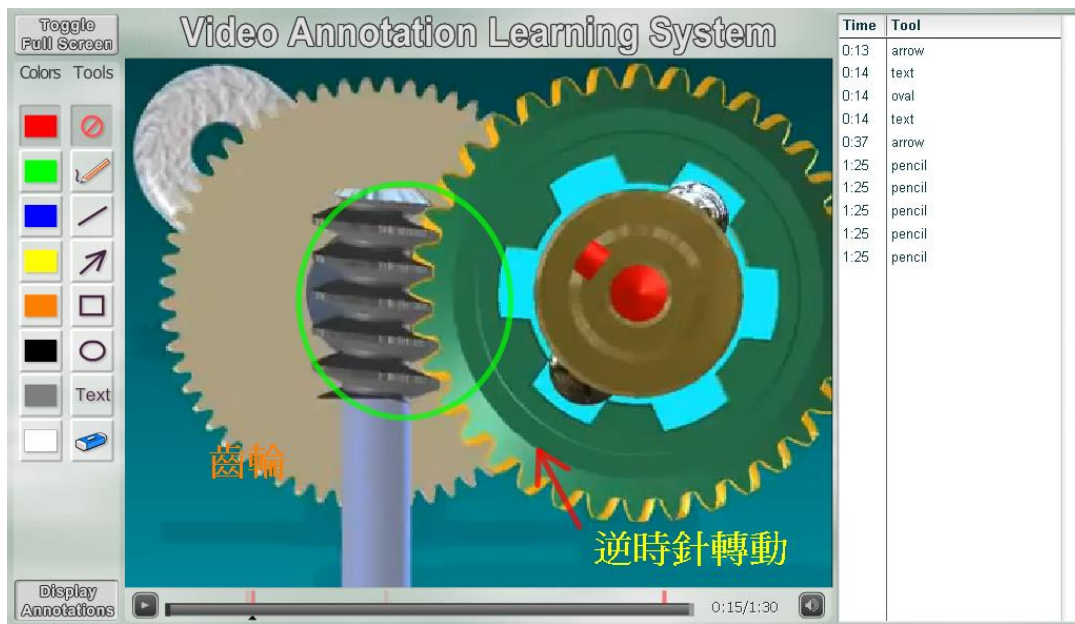


圖 2、影片註記系統介面

肆、研究方法

本研究為了證實影片註記學習系統之接受度，將以 Davis (1989) 提出的科技接受模式進行學習系統的評估。本研究除了原有的科技接受模式之構面，另加入一外部變數「知覺好玩性」(Igbaria, 1994)，如圖 3 所示。此科技接受模式構面說明如下：(1) 知覺好玩性：對於互動式學習環境感到有趣、愉悅之感受。(2) 知覺易用性：個人相信使用特定系統所不需努力 (effort) 的程度。(3) 知覺有用性：個人相信使用特定系統將會提高他/她工作表現 (performance) 的程度。(4) 接受態度：表示個人對資訊科技的感受，當系統易用性以及系統有用性程度愈高，則讓他人使用態度趨於正面。(5) 使用意圖：表示個人是否有意願再採用此資訊科技的意向。

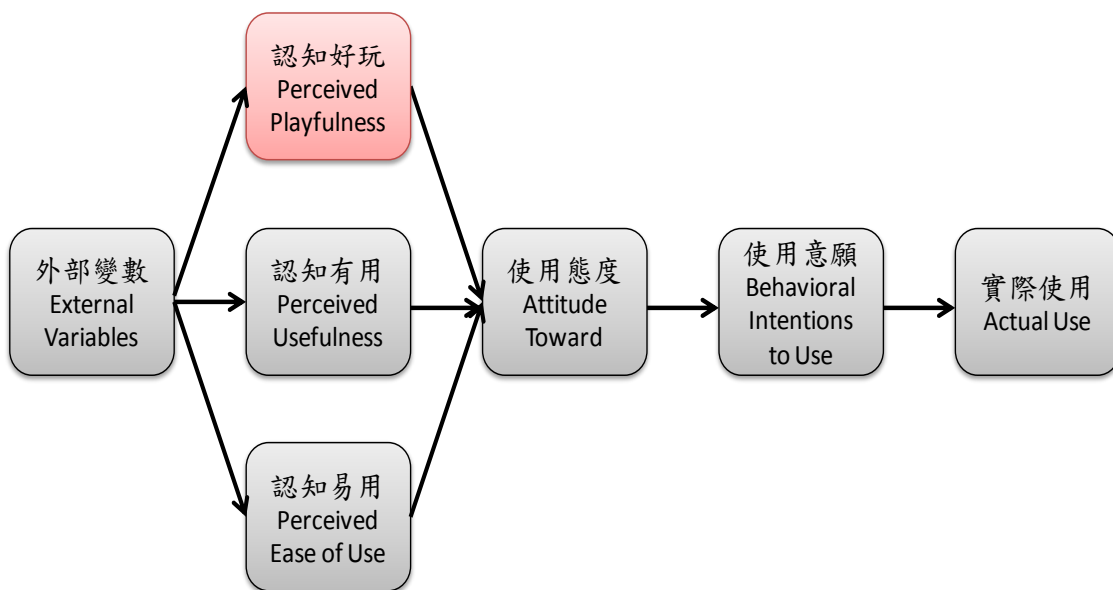


圖 3、本研究所採用之科技接受模式

本研究為了評估影片註記學習系統之效用，邀請 20 位工程領域科系且熟悉基礎電腦操作的大學部學生來參與實驗。在真正進入實驗操作前研究者將事先說明整個活動的流程以及讓參與者熟悉學習系統。之後進入學習過程，參與者則使用影片註記系統學習機構學，最後再經由填答科技接受模式問卷讓參與者評估對此影片註記系統的接受度。科技接受模式問卷共 20 題，分為 5 個構面，包含：知覺好玩性、知覺有用性、知覺易用性、接受態度與使用意圖。問卷採用李克特 5 點量表，由高至低分別為非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意。而此問卷整體的 Cronbach's α 為 0.79，顯示此問卷具備一定的信度。

伍、結果與討論

表 1 顯示科技接受模式問卷的結果。在知覺好玩性方面，總平均值為 4.05。最高平均得分為 4.15 的項目，“使用影片註記系統學習機構學，我不會注意週遭環境是否吵雜。”及“使用影片註記系統學習機構學可提升我學習興致。”，而最低的是 3.9 “使用影片註記系統學習機構學是一件趣味的的事情。”這些結果顯示，學生認為使用影片註記學習系統來學習機構學是非常有趣味性，達到寓教於樂的目的。對於知覺有用性方面，總平均達到 3.98。最高的平均得分為 4.3，為“我覺得使用影片註記系統學習機構學可提升學習成效。”，而最低的是 3.45，為“我覺得使用影片註記系統學習機構學可提升我的效率。”這一結果表示，學生普遍同意使用影片註記系統學習機構學的有效性，這個結果與一些文獻結果相似，例如:Wolfe (2002) 指出註記不僅幫助學生學習，學生亦可透過註記以提高其學習效率。

知覺易用性方面，總平均值為 4.04。最高的平均得分為 4.1 的項目，“我覺得透過影片註記系統讓機構學學習活動更容易。”，而最低的是 3.95 “我覺得影片註記系統是容易使用的。”這些結果顯示，學生接受影片註記學習系統的介面。對於接受態度方面，總平均得分為 4.08。最高的平均得分是 4.25，“我覺得使用這樣的影片註記系統來協助學習機構學是一個很好的方法。”，表示使用影片註記系統學習，提升接受態度。此外，開放式的問題為蒐集學生的回饋意見，學生表示影片註記系統，讓我更喜歡影片來學習機構學課程，結果表示大多數的學生認為提高學習興趣和促進學習成就，此結果與問卷的意見是一致的。在使用意圖方面，總平均得分為 3.96。最高的平均得分是 4.1，“我很高興使用這個影片註記系統在學習機構學上。”，表示使用影片註記系統，激發了學生學習動機，這個結果與一些文獻皆認為註記可以提升學生的學習動機(Hoff, Wehling, & Rothkugel, 2009; Su, Yang, Hwang, & Zhang, 2010)。一些學生表示，這樣的學習系統，使自然的機構學課程更有趣和吸引人的。學生希望這樣的操作方式可以應用到其他課程，使學習活動會更愉快。他們認為機構學課程覺得為一個無聊的課程，但他們發現，當然愉快的影片學習為主的學習方法，因此，他們認為同樣的效果會出現在其他課程。

表 1、科技接受模式問卷之描述統計摘要表

構面	題項	N	Mean	SD
知覺	使用影片註記系統學習機構學，我會忘記時間過多久。	20	4.00	0.80
	使用影片註記系統學習機構學，我不會注意週遭環境是否	20	4.15	0.93

好	吵雜。			
玩	使用影片註記系統學習機構學是一件趣味的事情。	20	3.90	0.91
性	使用影片註記系統學習機構學可提升我學習興致。	20	4.15	0.59
知	我覺得使用影片註記系統學習機構學可提升學習成效。	20	4.30	0.73
覺	我覺得使用影片註記系統學習機構學可改善學習能力。	20	4.25	0.85
有	我覺得使用影片註記系統學習機構學是有用的。	20	3.90	0.72
用	我覺得使用影片註記系統學習機構學可提升我的效率。	20	3.45	0.83
性				
知	我覺得影片註記系統學習介面是清楚的。	20	4.05	0.76
覺	我覺得影片註記系統是容易使用的。	20	3.95	0.95
易	我覺得影片註記系統是操作簡單方便。	20	4.05	1.05
用	我覺得透過影片註記系統讓機構學學習活動更容易。	20	4.10	1.21
性				
接	我會保持正面的態度看待使用這個影片註記系統用在學習機構學上。	20	4.20	0.61
受	我很滿意這個影片註記系統用在學習機構學上。	20	3.95	0.95
態	我覺得使用這樣的影片註記系統來協助學習機構學是一個很好的方法。	20	4.25	0.79
度	我喜歡使用這樣的影片註記系統來進行學習機構學。	20	3.90	1.07
使	我願意使用這個影片註記系統在學習機構學上。	20	3.90	0.91
用	我很高興使用這個影片註記系統在學習機構學上。	20	4.10	0.91
意	在未來我傾向於增加這個影片註記系統的使用頻率。	20	4.05	0.95
圖	我希望在未來我可以繼續使用這個影片註記系統進行學習機構學。	20	3.80	1.01

陸、結論

本研究發展了影片註記學習系統應用於機構學課程，讓學生可以實際去操作，體驗影片註記的感受，並將學習重點記錄於多媒體影片上，來提升機構學課程效率，也提供學習者一個生動有趣的學習經驗。為了評估影片註記學習系統應用機構學課程對學生的接受度，發展問卷來評估系統的有效性即有所必要。本研究以科技接受模式為主要的研究模式，包含知覺易用性、知覺有用性、接受態度、使用意圖並新增知覺好玩性。在實驗過程中，有 20 位學生參與實驗，在真正進入實驗活動前研究者將會事先說明整個活動的流程，以及讓參與者熟悉此學習系統。參與學習活動時，參與者使用影片註記系統學習機構學知識，最後再填寫科技接受模式問卷，讓參與者評估使用影片註記學習系統的接受度。問卷結果顯示 5 個構面的分數均大於整體量表的平均數，此一結果顯示學生普遍同意影片註記學習系統應用於機構學課

程的有用性、好玩性、易用性並有良好的接受態度及使用意圖。而此結果即可提供後續教學者導入影片註記學習系統輔助相關工程學科之參考。未來研究我們將使用準實驗設計來探討學生使用影片註記系統應用在機構學課程的學習成效。

誌謝

本研究承蒙國科會補助研究經費（計劃編號：NSC 101-2511-S-041-001-MY3, NSC 100-2631-S-006-002-, NSC 100-2511-S-006-015-MY3, NSC 100-2511-S-006-014-MY3 and NSC 100-2631-S-011-003-），使研究得以順利完成，謹此誌謝。

參考文獻

一、中文部份

- 張金鐘（2002）。以科技接受模式探討教師與學生採用數位化教材的態度（已出版之碩士論文）。國立中山大學。高雄市。
- 陳玉婷、蔡立元（2009）。從科技接受模式觀點探討資訊科技融入學習。台南科大學報（人文管理類），28，217-236。
- 陳澄（2010）。「雲端策略：雲端運算與虛擬化技術」，天下雜誌股份有限公司。
- 潘朝明（2008）。以科技接受模式探討 Moodle 應用於高中音樂課程教學之學習滿意度及學習成效之研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學。高雄市。

二、英文部份

- Anderson, B. L., Pelz, L. J., Ringel, S. A., Clymer, B. D., & Collins, S. A. (1998). Photonics laboratory with emphasis on technical diversity. *IEEE Transactions on Education*, 41(3), 194-202.
- Ball, E., Franks, H., Jenkins, J., McGrath, M., & Leigh, J. (2009). Annotation is a valuable tool to enhance learning and assessment in student essays. *Nurse Education Today*, 29(3), 284-291.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Hegarty, M., Kriz, S., & Cate, C. (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition and Instruction*, 21(4), 209-249.
- Hoff, C., Wehling, U., & Rothkugel, S. (2009). From paper-and-pen annotations to artefact-based mobile learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(3), 219-237.
- Igbaria, M., Schiffman, S. J., & Wieckowshi, T. S., (1994). The respective roles of perceived usefulness and perceived fun in the acceptance of microcomputer technology. *Behavior and Information Technology*, 13(6), 349-361.
- Kırkgöz, Y. (2010). Promoting students' note-taking skills through task-based learning. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4346-4351.
- Liaw, S. S. (2007). Computers and the internet as a job assisted tool: based on the three-tire use model approach. *Computers in Human Behavior*, 23, 399-414.
- Lord, S. M. (2001). Optoelectronics experiments for first-year engineering students. *IEEE*

Transactions on Education, 44(1), 16-23.

Mabie, H. H., & Reinholtz, C. F. (1987). *Mechanisms and dynamics of machinery* (4th ed.): Wiley.

Martin, G. H. (1982). *Kinematics and dynamics of machines* (2nd ed.). NY, USA : McGraw-Hill.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.

Mu, X. (2010). Towards effective video annotation: An approach to automatically link notes with video content. *Computers & Education*, 55(4), 1752-1763.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.

Su, A., Yang, S. J. H., Hwang, W. Y., & Zhang, J. (2010). A Web 2.0-based collaborative annotation system for enhancing knowledge sharing in collaborative learning environments. *Computers & Education*, 55(2), 752-766.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247-262.

Van Raaij, E. M. & Schepers, J. J. L. (2008). The acceptance and use of a virtual learning environment in China. *Computers & Education*, 50(3), 838-852.

Wolfe, J. (2002). Annotation technologies: A software and research review. *Computers and Composition*, 19(4), 471-497.

Yan, H. S., & Chen, J. J. (1985). Creative design of a wheel damping mechanism. *Mechanism and Machine Theory*, 20(6), 597-600.

Yan, H. S. (1998). *Creative design of mechanical devices*. Singapore : Springer.