

技術及職業教育學報 第六卷第一期
2015年5月 頁65~97

產業導向電子儀器技能多元學習策略發展及其成效驗證之研究

龔雅雯¹、黃議正²、謝念慈³

摘要

本研究在多元教學策略以情境學習 (situational learning) 與網路學習理論 (e-learning) 結合情境式網路學習策略 (situational-based e-learning) 為經緯，並與產業界合作進行「精密電子儀器」課程設計後進行實驗教學，以探討情境式網路學習策略成效與滿意度，以及探討不同先備知識的學習者在情境式網路學習成效差異比較。本研究對象為國立臺灣師範大學應用電子科技學系大學部三年級 31 位學生，進行「頻譜分析儀器情境式網路學習系統」為期 22 週單一組前後測實驗教學後，進行「頻譜分析儀學習成就後測」、「頻譜分析儀學習技能測驗」和「情境式網路學習策略滿意度問卷」。本研究結果為 1. 情境式頻譜分析儀網路學習能有效提升學習者對頻譜分析儀的認知能力。2. 情境式頻譜分析儀網路學習能有效導引學習者正確操作頻譜分析儀並縮短學習時間。3. 低先備知識學習者經過頻譜分析儀網路學習後，在認知學習上進步幅度較高先備知識者大，但平均分數仍以高先備知識者較高；而在技能學習上，二者差異未達顯著水準；但低先備知識學習者卻略高於高先備知識者。4. 情境式頻譜分析儀網路教學系統在「網頁介面設計」、「課程內容」、「情境故事設計」和「整體學習觀感」均達滿意程度。

關鍵字：情境學習、網路學習、情境式網路學習

¹ 龔雅雯 (通訊作者)：新北市政府教育局副局長
電子郵件：arielk6722@gmail.com

² 黃議正：臺灣知識庫大陸事業群經理

³ 謝念慈：銘傳大學師資培育中心暨教育研究所助理教授
收件日期：2015.03.18；接受日期：2015.05.07

Journal of Technological and Vocational Education
May, 2015, Vol.6 No.1, pp. 65~97

The Research and Verification of the Learning Strategy of Industry-oriented Electronic Instrument Skill

Yea-Wen Kung¹, Yi-Jeng Huang², Nien-Tzu Hsieh³

Abstract

Under a diverse teaching strategy, this study combined situational learning and e-Learning with situational-based e-learning, and also cooperated with the industry for designing a “precision electronic instruments” course in order to discuss the effects and satisfaction of situational-based e-learning. Additionally, the study compared differences in situational-based e-learning results between learners with different prior knowledge. Aiming at 31 junior students at the Department of Applied Electronics Technology, NTNU, this study undertook a “Spectrum Analyzer Situational-based e-Learning System” program for 22 weeks. After pre-test and post-test with the same group, “Spectrum Analyzer Learning Post-Result Test”, “Spectrum Analyzer Learning Skill Test”, and “Questionnaire on Satisfaction with Situational-based e-Learning” were conducted. In this study, after a statistical analysis, the following results were as follows: 1. Situational-based e-learning on spectrum analyzers could effectively enhance learners’ cognition ability of spectrum analyzers. 2. Situational-based e-learning on spectrum analyzers could not only efficiently guide learners to correctly operate spectrum analyzers but also shorten their learning time. 3. After the spectrum analyzer e-Learning, learners with low prior knowledge made more progress than their counterparts with higher prior knowledge, while average scores of learners with high prior knowledge were significantly higher compared with those of learners with low prior knowledge in terms of cognition learning; however, in terms of average scores, although there were no significant differences between them in scores of practical skill, while the latter spent a

¹ Yea-Wen Kung(Corresponding Author): Education Department, New Taipei City Government
E-mail: arielk6722@gmail.com

² Yi-Jeng Huang: China Development Business Group, Taiwan Knowledge Bank Co. Ltd.

³ Nien-Tzu Hsieh: Teacher Education Center, Graduate School of Education, Ming Chuan University

little less time on the practice significantly. 4.Situational-based e-learning on spectrum analyzers reached a level of satisfaction in “Web interface design”, “course content”, “situational story design” and “overall learning view”.

Keywords: Situational learning, E-learning, Situational-based E-learning

壹、緒論

一、研究動機

在講求全球化與科技化的知識經濟時代，知識與技術生命週期大幅縮短，因此，技術教學必須與產業界密切結合（朱玉仿，2007；蕭錫錡、張仁家、陳甦彰，2006），大專校院應將職場所需的知識、技能、態度等，設計成學習元件（learning object）以融入相關教學課程（陳清耀，2004）。同時，Ertl（2000）也提到課程設計的核心目標必須朝向跨行業、跨專業的多元能力，以做為未來職業人才必備的基本要素。由於大專校院畢業生多任職於企業界之中階人員，除了須具備相關行業的專業知識與技術能力外，更需培養問題解決能力以增進職能效益。而目前電機電子產業極需操作精密電子儀器的技術人才，但國內大專甚少開設此種課程。

另外，目前大專校院學生應用相關理論解決實作問題的能力比較不足（莊謙本、黃議正、呂正典等人，2011），再加上許多精密電子儀器礙於規格、體積、價位等因素，造成數量不足，只有少數人可在實習課中使用，且實習時間太短，無法養成業界需求的技術（劉明洲、汪冠宏、葉建胤等人，2008）。大多技術教學仍以傳統講述式教學實施，師生互動或同儕互動明顯不足，致使在學習過程中若遇到有疑義或是有困難的單元，無法立即獲得協助，造成學習歷程上的認知斷層（連育仁、蕭顯勝、游光昭，2003）。相關研究指出在技術教學上運用新興教學策略，包括專題製作、合作學習、情境學習、甚至是網路專題教學模式，以達到學生主動探索和知識建構是目前技術教學主要手段（吳錫修、蔡新民，2003；湯兆崙、黃鼎凱、蔡宜君，2006）。

本研究基於產業導向課程需符合產業情境脈絡，以提高學習者在實際問題的水平遷移能力。鑑此，本研究在多元教學策略以情境學習理論（situational learning）與網路學習理論（e-learning）結合情境式網路學習策略（situational-based e-learning）為經緯，並與產業界合作進行「精密電子儀器」課程設計，並驗證課程實施成效為本研究動機一。

同時，相關研究亦指出學習者在多媒體學習環境中，其先備知識會影響學習成效（莊謙本、黃議正、沈家仔，2011；黃議正，2006）。本研究為探討不同先備知識的學習者在情境式網路學習策略（situational-based e-learning）成效為本研究動機二。

綜上所述，本研究以情境理論設計情境式網路學習系統，並驗證情境式網路學習策略成效與滿意度，以及探討不同先備知識的學習者在情境式網路學習成效差異比較。

二、研究目的

本研究目的根據研究動機列舉如下：

- (一) 發展與設計情境式網路學習系統。
- (二) 探討情境式網路學習策略成效。
- (三) 探討不同先備知識學習者在情境式網路學習的成效差異。
- (四) 探討情境式網路學習策略的滿意度。

貳、相關理論探討

一、情境學習理論概述

(一) 情境學習理論意涵

情境學習的理念，首由 Brown、Collins 及 Duguid (1989) 在一篇名為『情境認知與學習文化』(Situated Cognition and the Culture of Learning) 的論文中提出。它是以建構主義為理論基礎，主張知識是學習者與情境互動的產物，並且深受社會脈絡及文化的影響(施文玲，2007)。近來網際網路的虛擬情境亦提供了另一種教學情境的模擬，沈中偉(2004)指出由於網路世界可模擬在真實世界中的問題、情境與脈絡給學習者，使其在做中學的歷程中分析、思考與建構知識。一個設計良好的教學系統能夠模擬真實的操作情境，讓學習者透過自我控制、互動、模擬以及觀察等方式學習到重要概念。根據 Brown 等人(1989)及國內學者楊家興(1995)等研究者的主張，情境學習理論的如下：

1. 分散式的全面智慧 (Diverse comprehensive intelligence)：知識的意義分散在我們週遭的環境中，是人與環境交互作用下的產物，無法從環境中單獨隔離出來。
2. 真實性的學習環境 (Authentic tasks)：學習要有真實的環境，習得的知識才具意義，知識有透過真實活動而逐漸發展的特性。
3. 專業化的認知學徒 (Professional cognitive apprenticeship)：學習者必須像技藝學徒一樣，身處專業領域的文化環境中，觀察、模仿、學習才能建立堅實的知識。
4. 科技化的錨式教學 (Technological anchored instruction)：知識要著錨 (anchor)，要有一個完整的教學環境，提供足夠的機會讓學習者探索、體會。
5. 真實性的學習評量 (Seamless assessment)：以學習者在學習過程中所表現出來的活動及完成的成品來做評估，結合真實性活動進行。
6. 合作式的社會互動 (Collaborative social interaction)：學習是經由合作式的社會互動 (Collaborative social interaction) 及團體共同建造知識而逐步達成。

7. 輔助性的教學者角色 (Assistant role of teachers)：教學者的角色成為輔助者，以架設鷹架的方式來協助學習者學習。

由此可知、情境教學的重要論點就是個體必須置身於知識所在的情境、活動或社群中，透過觀察、模仿、及一連串的活動，經過不斷的試驗、探索、操弄、反思及修正的歷程，才能逐漸掌握知識或技能的意義 (Brown, Collins & Duguid, 1989)。

(二) 錨式情境學習理論

「錨式情境教學法」(Anchored Instruction) 是指利用互動式影碟系統，設計一個故事環境，在故事還境中嵌入所要呈現的內容，經由學習者的探索，依序浮現所需要的訊息，藉此得以解決故事中所呈現的問題 (徐新逸, 1995)。而錨是情境學習理論在教育上有其優勢，說明如下：

1. 增加問題解決能力

學生常常是在去除情境的學習狀況下面對與真實生活毫無相干的問題，以至於無法學以致用 (Uden & Beaumon, 2006)，為了解決知識脫離情境和過度抽象的問題，並且培養學生對於解決實際問題的能力，使知識的學習和實際生活情境能夠互相的結合，情境學習便成為教導問題解決的一個重要理論，同時錨式情境教學法也就是根據情境學習理論所發展而來的，其目的強調知識學習要著重能用以解決日常生活中的各種問題。

2. 強調真實化的脈絡

真實活動的意思是指：不論在真實情境或模擬情境，學習活動必須能呈現學習內容的真實性與實用性；在真實活動中，專家（或教師）的示範、提示、和支持，學生的觀察、探索、操作、反省、與同儕間的互動等等，都是可供安排的學習方式。經由此方式在真實活動中運用其所學的知識，將更能瞭解知識的意義，產生對知識的認同，進而珍惜此知識的價值，且視為解決問題的工具。

綜合上述，「錨式情境教學法」是要克服內隱知識的問題而產生，並且主張由做中學及學習應提供一個真實的環境才能有助學習的遷移，在所鎖定、定錨 (anchored) 的某一真實情境下進行有關認知方面的學習活動後，較可促成知識活用，進而改善傳統學校教學所提供的學習方式之弊端。

二、國內外電子儀器線上學習現況分析

(一) 虛擬實驗室

1993年 V. L. Stonick 發展出虛擬實驗室 (Virtual Laboratory) (V. L. Stonick, 1993)。即藉由電腦的軟體模擬達到真實實驗的功能 (P. Federl & P. Prusinkiewicz, 1999; A. Mahdavi, A. Metzger, & G. Zimmermann, 2002)。1997年 M. Lundstrom, Kapadia 進一步發展出藉由網路技術在遠端控制電腦操作真實的儀器或設備，如

此成為網路化-虛擬實驗教室 (Network-Based Virtual Laboratory)。網路化-虛擬實驗室除了讓學習者可以隨時隨地進行實驗，不受時間與空間的限制，更重要的是它還能達成資源共享的概念，不僅實際使用到儀器裝置，亦大幅降低實驗室購置成本 (M. Lundstrom, Kapadia, 1997)。隨著電腦科技與網路技術的日新月異，虛擬實驗室除了可以藉由電腦的模擬來提升傳統實驗室的功能，甚至可以透過網路讓使用者在遠端進行實驗，也可以讓來自各地的使用者互相溝通及交換經驗。

雖然虛擬實驗室有許多優點，但傳統實驗的課程中，仍有某些優點是虛擬實驗室所無法取代的地方，例如教師與學生面對面的互動，在學習的過程中教師即時的指導對於學生的學習有相當大的幫助。所以虛擬實驗室雖具快速多元特色，只可作為彌補傳統實驗室的缺點，而非取代傳統實驗室。例如電子設計自動化 (Electronic Design Automation, EDA) 是一種以電腦為工作平臺，高級語言描述並製作出擬真儀器的軟體工具，可彌補傳統實驗的不足 (李東生，2004)。

(二) 虛擬課程

為了加強技術教學，使學習者可以不受時空限制的學習，已有一些單位與廠商開始發展網路化「虛擬課程」。以下面列舉說明其課程開設情況：

1. 職業訓練網路大學

勞委會職訓局泰山職訓中心面對快速變遷的職場情勢，於 97 年度建置「職業訓練網路大學」網站，擔任職訓數位課程整合性服務的角色，匯集職業訓練相關網站之資源，打造學習者單一入口服務網站，同時落實具體職訓課程之實施，其包含學程學習地圖、混成課程實施等流程與具體服務模式 (泰山職業訓練中心，2009)。職業訓練網路大學提供電子類、電機類、機械類、資訊類、家事類、商業管理、觀光餐飲等七個職能群。職訓網路大學提供豐富且多元化的課程，職能課程以多媒體方式呈現，結合動畫、影片、聲音、圖像等教學模式，深入淺出教學方式。

課程內容是利用電子書的方式與真人錄音呈現，同時搭配學習評量及課後問卷。課程內容雖製作精美，但不外乎僅是將書本數位化並置於網頁中。如此，數位化的技術，雖讓學習者不侷限於時間與空間上的約束，但因缺乏足夠的互動性與教材的廣度，目前無任何研究證明其學習成效較傳統式為佳。

2. 電腦輔助電路設計教學網站

清雲科大李盛輝設計的網頁設計內容多樣化，不僅提供使用者各種不同的電路圖及其功能說明，更可依電路圖直接線上連接進行量測。量測的結果亦可與線上所提供的實際波形作對照，以確認實驗結果。另外網頁也提供了課後習題與綜合練習，供使用者練習。但他並未提供電子儀器教學單元 (李盛輝，2001)。

3. 互動式儀器教學網

聖約翰科技大學互動式儀器教學網利用 Flash 技術呈現教學內容，主要提供電子與通訊儀器的介紹及簡易操作。網站內容分為簡易儀器區（三用電表、電源供應器、訊號產生器、示波器）及專業儀器區（頻譜分析儀和網路分析儀）。藉由具動畫的教學平臺、高親和力的操作介面，使學生能夠容易學習並操作基礎電子儀器（楊勝源、鄭又綺等，2007）。該互動式儀器教學網雖提供簡單明瞭的方式讓初學者對儀器有基本的認識，同時亦藉由動畫教導初學者正確地使用儀器，卻未作成效分析。換言之，此互動式儀器教學網站僅提供簡易的儀器使用與操作說明，對於精密儀器的使用並未提供，其情境設計仍有很大改善空間。

4. 國內知名儀器公司

國內較知名的儀器公司，如太克科技儀器公司、泰菱電子儀器公司，這些網站僅提供完善且完整的操作手冊及型錄查詢，但未提供互動式（Interactive）學習工具，亦無法證實其學習成效。該網站主要作為銷售產品與售後服務用。

鑑此，本研究就電子儀表網路課程內容，將上述虛擬教學課程設計特色分析如表 1。

表 1

虛擬教學網站特色歸納表

文獻	項目	網頁外觀及其特色	教學內容呈現方式
職業訓練網路大學		頁面設計精美、課程內容詳細，利用電子書方法及真人錄音呈現，另有學習評量及課後問卷	電子書 (FLASH)
李盛輝電腦輔助電路設計教學網站		網頁設計內容多樣化，有各種不同的電路圖以及各電路實際的波形結果。有課後習題及綜合練習	文字說明及 JAVA 互動
互動式儀器教學網		寫實的儀器-運用 Flash 技術描繪儀器模型及儀器測驗區。針對常用的通訊電子儀器製作詳細的說明與介紹。設有隨堂測驗區	使用 FLASH
其他儀器公司網頁（太克科技儀器公司、泰菱電子儀器公司）		有非常完整的操作手冊與說明，內容僅介紹自有產品，缺乏互動學習。	制式化的規格

參、研究設計

一、研究變項定義與架構

(一) 變項定義

1. 多元學習策略

本研究多元學習策略發展結合情境學習論 (situational learning) 與網路學習論 (web-based learning)，發展為情境網路學習策略。本研究將以電子產業中操作電子儀表工作實務情境，包括頻譜分析參數與頻譜分析功能使用等，透過情境擬真技術製作網路學習系統。

2. 先備知識

Tobias (1994) 曾提到在所有影響學習結果的因素當中，先備知識是主要的因素。先備知識是影響個體進行資訊處理過程的各個階段，如影響短期、長期記憶的資訊處理或儲存能力，以及對外來訊息的精緻化 (elaboration) 過程 (Glaser & De Corte, 1992)。本研究先備知識指「個體對頻譜分析的陳述性知識，包括頻譜分析種類、參數、電子通訊相關訊號等，以及頻譜分析程序性知識，包括儀器功能設定、功能找尋與測試使用的能力」。

3. 技能學習成效

本研究技能學習成效包括認知評量與實作評量兩個向度。認知學習成效評估透過「頻譜分析儀測驗題庫」共 50 題，得分愈高者，代表學習者透過產業導向情境式網路學習後，其對頻譜分析儀器基本認識、參數與功能了解度愈高。此外，本研究技能評量以「廣播信號找尋」、「手機信號測試」、「無線網路信號測試」和「EMI 測試」進行技能實務測驗，完成上述功能正確且時間秒數愈短者，代表其技能學習成效愈好。

4. 學習滿意度

「學習滿意度」是一種對學習活動的感受或態度，此感覺或態度的形成是因為學生喜歡該學習活動，或在學習過程中其願望及需求獲得滿足(李建霖, 2010)。本研究學習滿意度指個體在產業導向情境式網路學習系統，進行電子儀表儀器內容學習，就自編情境式網路學習策略滿意度問卷中的「網頁介面設計」、「課程介面設計」、「故事情境設計」與「整體學習觀感」的滿足。個體在上述面項得分愈高，表示其對產業導向情境式網路學習系統滿意度愈高。

(二) 研究架構

本研究使用情境理論與網路學習理論設計情境式網路學習系統，並驗證產業導向情境式網路學習策略的學習成效與學習滿意度外，同時探討不同先備知識的學習者在情境式網路學習系統學習成效差異比較。其研究整體架構如圖 1 所示。

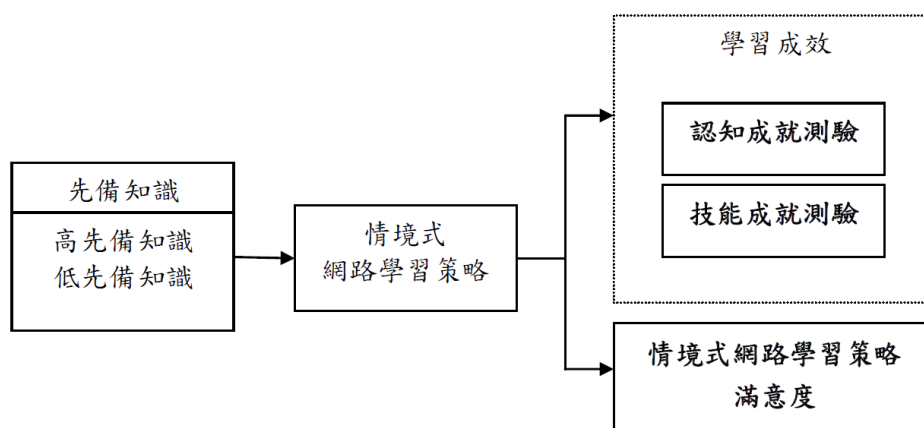


圖 1 研究架構圖

二、研究方法

本研究操弄變項為情境式網路學習策略，最後透過「頻譜分析儀先備知識前測」與「頻譜分析儀學習成就後測」，探討其在網路學習成效。其次，探討不同先備知識學習者在情境式網路學習策略的成效差異。最後，探討情境式網路學習策略之學習滿意度。基於本研究實驗場域為學校常態課程，同時硬體設備不足所圍，以及電子儀表儀器管理等因素，本研究基於採取現場研究法（field study），並結合單一組前後測實驗設計（one-group pretest-posttest design）。

由於教學對象僅 31 人，故採單一組前後測實驗設計（one-group pretest-posttest design）。首先頻譜分析儀先備知識前測分數，將學生分成高先備知識與低先備知識兩組，且各自在產業導向情境式網路學習系統進行學習頻譜分析儀的相關知識與操作步驟，最後透過頻譜分析儀先備知識後測與以 Youtube 場景描述問題進行電子儀表實務操作探討學習成效與學習滿意度。教學實驗設計如下：

O ₁	X	O ₂ O ₃	O ₄
前測	操弄變項	後測	學習滿意度
O ₁ ：頻譜分析儀先備知識前測			
O ₂ ：頻譜分析儀認知學習成就測驗			
O ₃ ：以 Youtube 場景實施技能學習成就測驗			
O ₄ ：學習滿意度問卷調查			

三、研究範圍與研究限制

(一) 研究範圍

本研究對象為選修國立臺灣師範大學電子應用科技學系大學部三年級開設電子儀表課程，且尚未接觸過電子儀表學生。而本研究電子儀表內容脈絡是以 GWINSTEK GSP-830 型號為主，且課程內容除電子儀表基礎功能使用外，更包括由通訊電子產業提出電子儀表使用前四大情境與功能，包括廣播通訊信號找尋、手機信號測試、無線網路訊號測試、EMI 信號測試。

(二) 研究限制

本研究在方法採現場研究法，雖有高度教學真實情境，雖有高度外部推論結果，但由於為單一組前後測實驗設計屬弱實驗設計，操作變項對應變項的推論影響有其一定限制。此外，本研究內容的電子儀表為 GWINSTEK GSP-830 型號，此技能學習結果也未能高度推論其他機種。

四、情境式網路學習系統設計

(一) 情境式網路學習系統架構

本研究「情境式網路學習系統」採 Client-Server 模式，架構如下圖 2。學習者以瀏覽器 (Browser) 透過網際網路進行對教學伺服器進行存取。

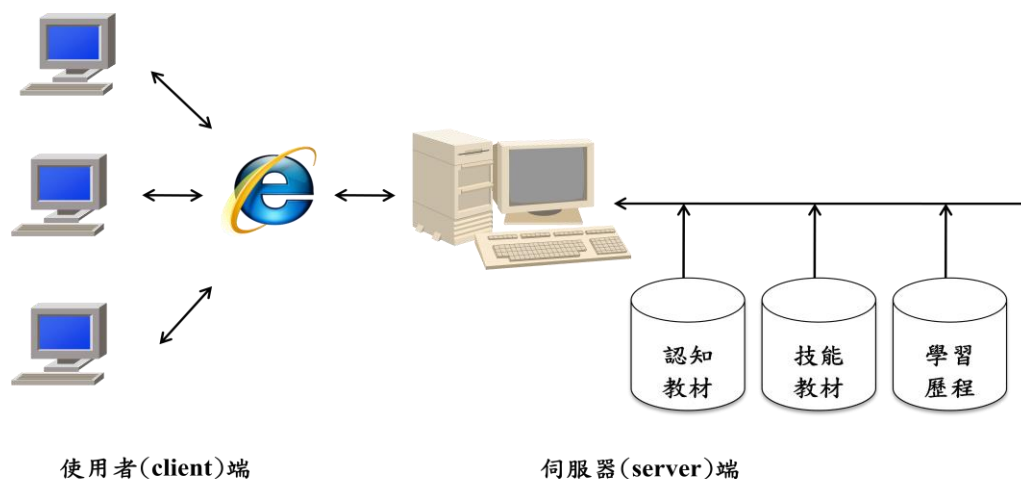


圖 2 網路學習系統架構圖

本研究在系統設計部分在多媒體動畫以互動網頁設計、簡報錄製使用 PowerCam 和真人發音、影片剪接以 PowerDirector 為主。而資料庫採 MySQL，以 PHP 語言和 Java Script 進行網頁設計。另外，本研究「頻譜分析儀器網路教學系統」資料庫設計的資料欄位 (schema)，記載學習歷程，如下表所示。

表 2
「頻譜分析儀器網路教學系統」資料庫的資料欄位(schema)

資料庫名稱	欄位說明
id	帳號
Login-feg	登入總次數
Log-time	各單元登入時間
End-time	各單元離開時間
CL-score	「認知測驗」是否通過(是、否)
CL-score temp	「認知測驗」每次答對題數
CL-feg	「認知測驗」測驗次數
Skill score	「技能操作」是否通過(是、否)
Skill-score temp	「技能操作」操作次數
Comprehensive time	總學習時數
Sub-unit Record	各單元學習時數

(二) 情境式網路學習系統學習流程機制

本研究「情境式網路學習系統」的學習流程可區分三階段。首先是頻譜分析儀的單元式學習，包括「頻譜分析儀基礎認知學習」和「頻譜分析儀基礎技能操作」，待單元式學習完畢後，學習者進入產業導向主題是學習的「頻譜分析儀產業應用教材」。本系統學習流程設計如下圖 3。

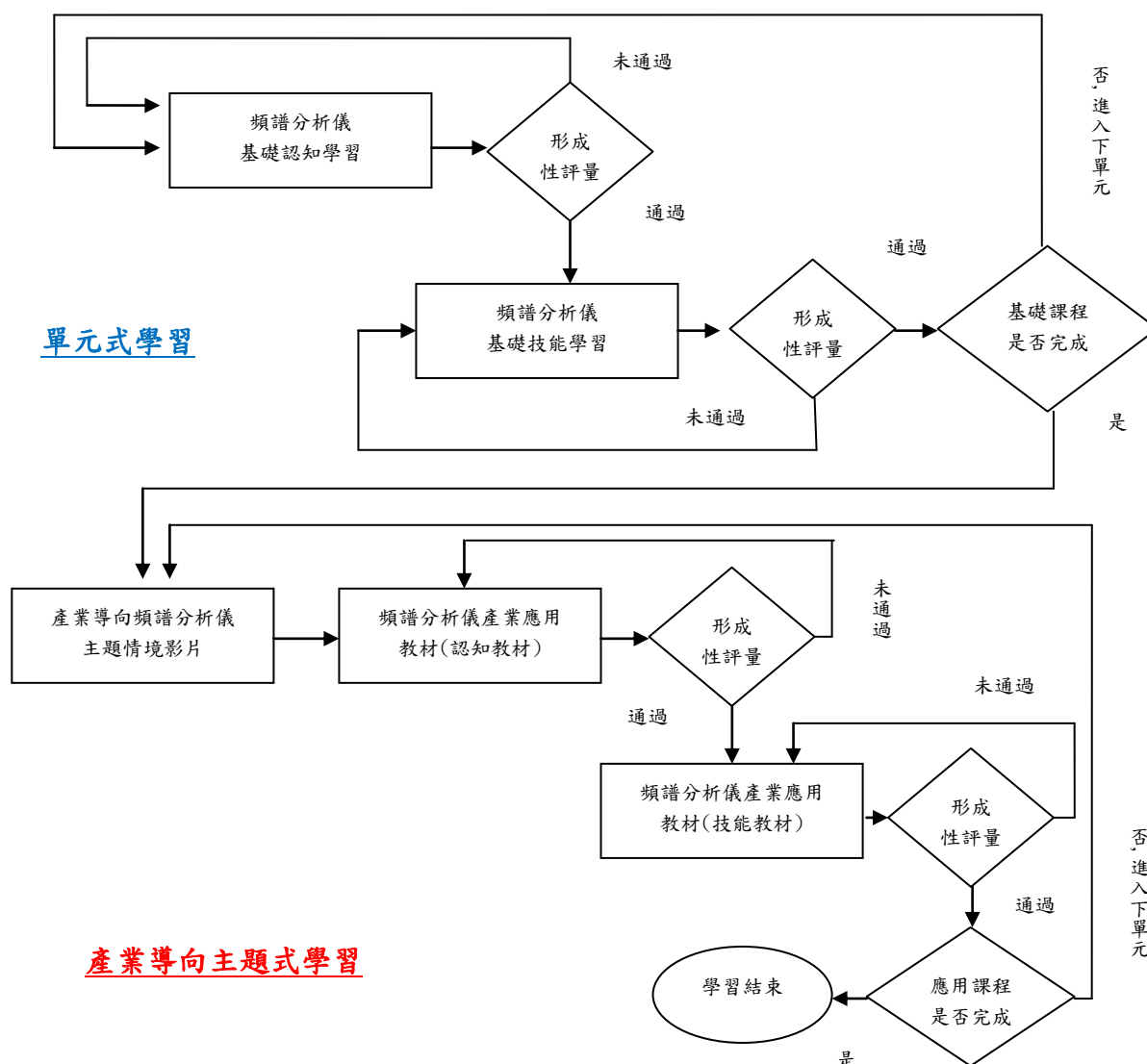


圖 2 情境式網路學習系統學習流程機制

本研究內容在單元式學習共有 3 章，每章節學習內容包括電子儀表相關知識認知，以及基礎技能學習，每章節每週課程為 3 小時，每章節須要兩周共計 6 小時。因此，在單元式學習共計 6 週，合計 18 小時。在產業導向主題式學習的應用教材共計 4 章，每章學習重點為產業實際工作內容，包括手機 EMI 檢測等。每個章節學習包括產業情境概述、工作實務理論等內容外，也包括產業實際工作現場的標準化流程 (SOP) 等，每章節學習時間共須 4 週，合計 16 小時。整個實驗共計 22 週，合計 66 小時。

(三) 產業導向情境式電子儀表網路學習內容

本研究電子儀表課程內容共有 7 個章節，「頻譜分析儀基礎認知學習」和「頻譜分析儀基礎技能操作」共有 3 章，而「頻譜分析儀產業應用教材」共有 4 章。

在「頻譜分析儀器認知學習」部分，包含頻譜分析儀器基礎認知學習和頻譜分析儀器應用的認知學習，包括儀器功能基本認知、相關電子通訊理論如手機、網路等主題，其流程如下圖 4：

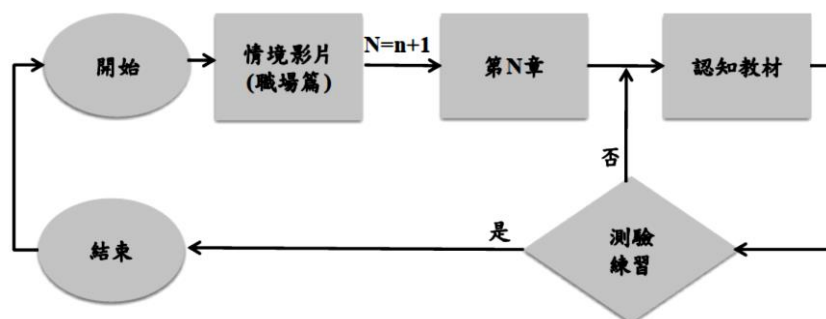


圖 4 頻譜分析儀基礎認知學習流程機制

本「頻譜分析儀基礎認知學習」內容是以多媒體簡報軟體製作產業導向內容後，透過 Powercan 軟體進行錄製，最後再將影片上傳至 Moodle 開放平臺即可，學生就可以登入學習帳號進行學習，學習內容和線上測試題目如下圖 5 與圖 6。



圖 5 「頻譜分析儀基礎認知學習」內容

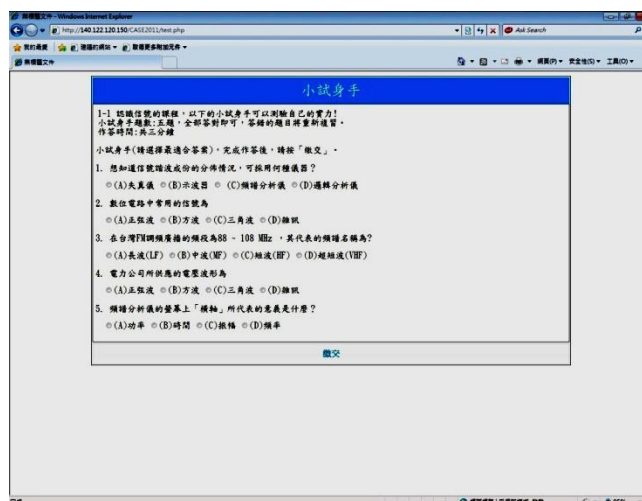


圖 6 「頻譜分析儀基礎認知學習」內容評量

學習者待每個頻譜分析儀的單元認知學習後，緊接著頻譜分析儀器的基礎技能操作學習，其流程如下圖 7。

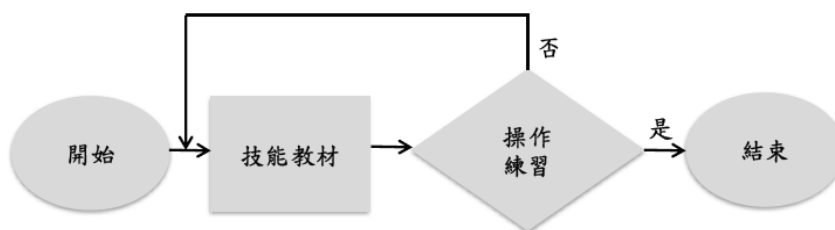


圖 7 「頻譜分析儀基礎技能操作」學習流程

學習者進入「頻譜分析儀基礎技能操作」部分，課程內容包括影片操作學習如圖 8、專業技能課程講解如圖 9，以及電子儀仗線上操作練習如圖 10。



圖 8 「頻譜分析儀基礎技能操作」影片操作教學



圖 9 「頻譜分析儀基礎技能操作」專業技能課程



圖 10 「頻譜分析儀基礎技能操作」線上練習操作

在頻譜分析儀的基礎認知教學以及基礎技能操作教學完畢後，本系統會引導學習者進入頻譜分析儀器的應用學習部分。本系統的應用學習部分也是依循先對應用主題知識進行認知性教學後，再針對應用主體的操作進行技能教學，其流程如下圖 11：

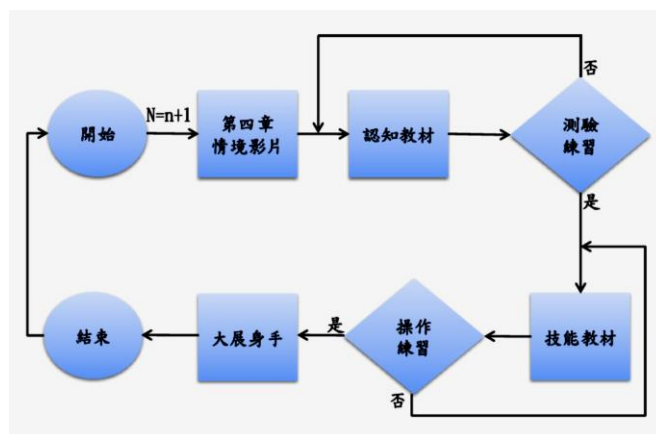


圖 11 「頻譜分析儀產業應用教材」學習機制

學習者進入「頻譜分析儀產業應用教材」課程，課程內容開始會有情境影片進行引導（如圖 12），學習者進行情境影片觀看後，就進行主題情境分析學習如圖 13。



圖 12 「頻譜分析儀產業應用教材」情境影片



圖 13 「頻譜分析儀產業應用教材」主題情境分析內容

五、研究工具

(一) 頻譜分析儀測驗題庫

本研究「頻譜分析儀測驗題庫」主要區分學習者在「頻譜分析儀先備知識」，以及「頻譜分析儀學習成就」。本研究試題可以區分「陳述性知識」和「程序性知識」兩類，在陳述性知識主要測驗如「數位電路中常用的信號為何？」等記憶、理解程度；而在程序性知識主要測驗如頻譜分析儀操作程序等，其偏重認知領域的分析、綜合與評鑑之階段。本研究頻譜分析儀測驗題庫之雙項細目表(郭玉生，2000)與題號，如下表 3 所示：

表 3

頻譜分析儀測驗題庫雙項細目分析表

	學習 主題	記 憶	理 解	應 用	分 析	綜 合	評 鑑	題 數	比 重
陳 述 性 知 識	認識信號	1、2、3、4、 5						5	7%
	頻譜分析儀的 種類	6、7、8、9、 10						5	7%
	頻譜分析儀的 工作原理		11、12、13、 14、15					5	7%
	按鍵功能介紹	16、17、18、 19、20						5	7%
	頻譜分析儀的 主要設定參數	21、22、23、 24、25						5	7%
	頻譜分析儀主 要配件	26、27、28、 29、30						5	7%
	廣播信號			39、40、41、 42、43				5	7%
	手機信號			51、52、53、 54、55				5	7%
	無線網路信號			58、59、60、 61、62				5	7%
	電磁干擾(EMI)			65、66、67				3	4%
程 序 性 知 識	儀器功能檢查					31		1	1%
	頻率功能設定					32		1	1%
	展頻功能設定					33		1	1%
	設定振幅位準					34		1	1%
	設定解析帶寬					35		1	1%
	游標功能設定					36		1	1%
	設定峰值搜尋					37		1	1%
	信號軌跡設定					38		1	1%
	廣播信號找尋				46、47、48、 49、50	44	45	7	10%
	手機信號測試					56	57	2	3%
無線網路信號 測試					63	64	2	3%	
電磁干擾測試					68	69	2	3%	
題數	25	5	18	5	12	4	69		
比重	36%	7%	26%	7%	17%	6%	36%	100%	

本研究「頻譜分析儀測驗題庫」邀請相關產業、學術界對頻譜分析儀熟悉專家(如下表 4)，對本研究工具進行專家審查並修訂。因此，本研究工具具有一定程度專家效度。

表 4

參與審查專家學者名單

專家姓名	服務單位	職稱
A 專家	臺灣師範大學應用電子科技學系	教授
B 專家	臺灣師範大學應用電子科技學系	教授
C 專家	臺灣師範大學應用電子科技學系	副教授
D 專家	臺灣師範大學應用電子科技學系	助理教授
E 專家	固緯電子實業股份有限公司	工程師

1. 頻譜分析儀先備知識前測

「頻譜分析儀先備知識前測」試題來源，主要是根據內容分析後的頻譜分析儀學習概念，並經由發展與設計的「頻譜分析儀測驗題庫」所共 20 題，每題 5 分，得分愈高表示頻譜分析儀先備知能愈高。

2. 頻譜分析儀學習成就後測

「頻譜分析儀學習成就後測」試題來源，主要是根據內容分析後的頻譜分析儀學習概念，並經由發展與設計的「頻譜分析儀測驗題庫」所挑選共 50 題，每題 2 分，得分愈高表示頻譜分析儀認知學習成效愈高。

(二) 情境式網路學習策略滿意度問卷

本研究自編「情境式網路學習策略滿意度問卷」共分「網頁介面設計」、「課程介面設計」、「故事情境設計」與「整體學習觀感設計」四個構面，以了解學習者在產業導向情境式網路學習系統進行學習後的學習滿意度。鑑於本問卷題項改編多數學者就學習滿意度問卷，故採用「分層因素分析」進行建構校度。

在「網頁介面設計」分量表共 3 題，採用分層因素分析模式，每個變數均可各自收斂成一個因素，各題項因素負荷量也符合標準，其解釋變異量 83.36%，信度係數為.900；在「課程介面設計」分量表共 5 題，經分層因素分析結果，每個變數題項均可各自收斂成一個因素，各題項因素負荷量也符合標準，其解釋變異量 63.36%，信度係數為.827；在「故事情境設計」分量表共 3 題，經過因素分析結果，每個變數均可各自收斂成一個因素，各題項因素負荷量也符合標準，其解釋變異量 81.64%，信度係數為.886；在「整體學習觀感設計」分量表共 3 題，經過因素分析結果，每個變數均可各自收斂成一個因素，各題項因素負荷量也符合標準，其解釋變異量 68.57%，信度係數為.881。因此，本研究結果顯示各構面均能達到信度係數 0.7 以上的水準，具有一定的信度（如表 5）。

表 5
情境式網路學習策略滿意度問卷分層因素分析與信度分析摘要表

構面	題目	KMO	Bartlett 球形檢 定	特徵 值	因素 負荷 量	累積 變異量	信 度	整體 信度
網頁介 面設計	我覺得文字的大小及字形看起來是舒服的。	.742	51.651	2.501	.931	83.36%	.900	
	我覺得文字色彩或背景的對比是鮮明的。				.913			
	我覺得整體畫面設計及排版是清晰的。				.895			
課程介 面設計	我覺得動畫色彩及背景搭配是合適的。	.736	71.040	3.168	.822	63.36%	.827	
	我覺得介面操作流程是順暢的。				.875			
	我覺得網頁文字敘述簡單且清楚。				.851			
	我覺得圖表及影像的配合可促進了解文字內容。				.709			
	我覺得課程內容深度的控制是合宜的。				.629			
故事情 境設計	我覺得影片故事情節安排可以提升學習動機的。	.676	52.579	2.449	.949	81.64%	.886	.931
	我覺得影片故事情節可容易聯想日常生活經驗。				.905			
	我覺得影片故事情節的場景佈置是自然真實的。				.855			
整體學 習觀感	我覺得頻譜分析儀的網路教學對自己學習是有幫助的。	.822	79.041	3.428	.910	68.57%	.881	
	我覺得頻譜分析儀的網路學習是有效率的。				.845			
	我覺得頻譜分析儀的網路多媒體學習方式可促進學習思考。				.844			
	我覺得頻譜分析儀的網路教學讓學習生動活潑。				.796			
	整體而言，頻譜分析儀網站對我的學習是有幫助的。				.735			

六、研究流程

本研究流程如圖 14 所示。首先探討情境學習理論和網路化虛擬儀器相關文獻，以作為本研究立論基礎。待相關理論探討並確立本研究架構後，即就頻譜分析儀學習概念進行分析，以供事後發展和設計頻譜分析儀教材和試題之用。

本研究頻譜分析儀教學區分「認知學習」和「技能操作」，當教材發展與設計完畢後，邀請專家就頻譜分析儀相關教學內容與試題進行審查，以得教材內容效度(content validity)。待頻譜分析儀教材審查並修改完後，進行「情境式頻譜分析儀教學系統」的設計，並且針對系統進行功能測試。

本研究在進行實驗教學前，會針對學習者的「頻譜分析儀先備知識」進行前測。待前測後，進行情境式網路教學系統之實驗教學。教學實驗共經歷 22 週後，進行「頻譜分析儀學習成就」後測、頻譜分析儀操作評量和滿意度調查。最後，本研究將相關資料蒐集並經由統計分析後，將研究結果進行撰寫並完成本研究報告。

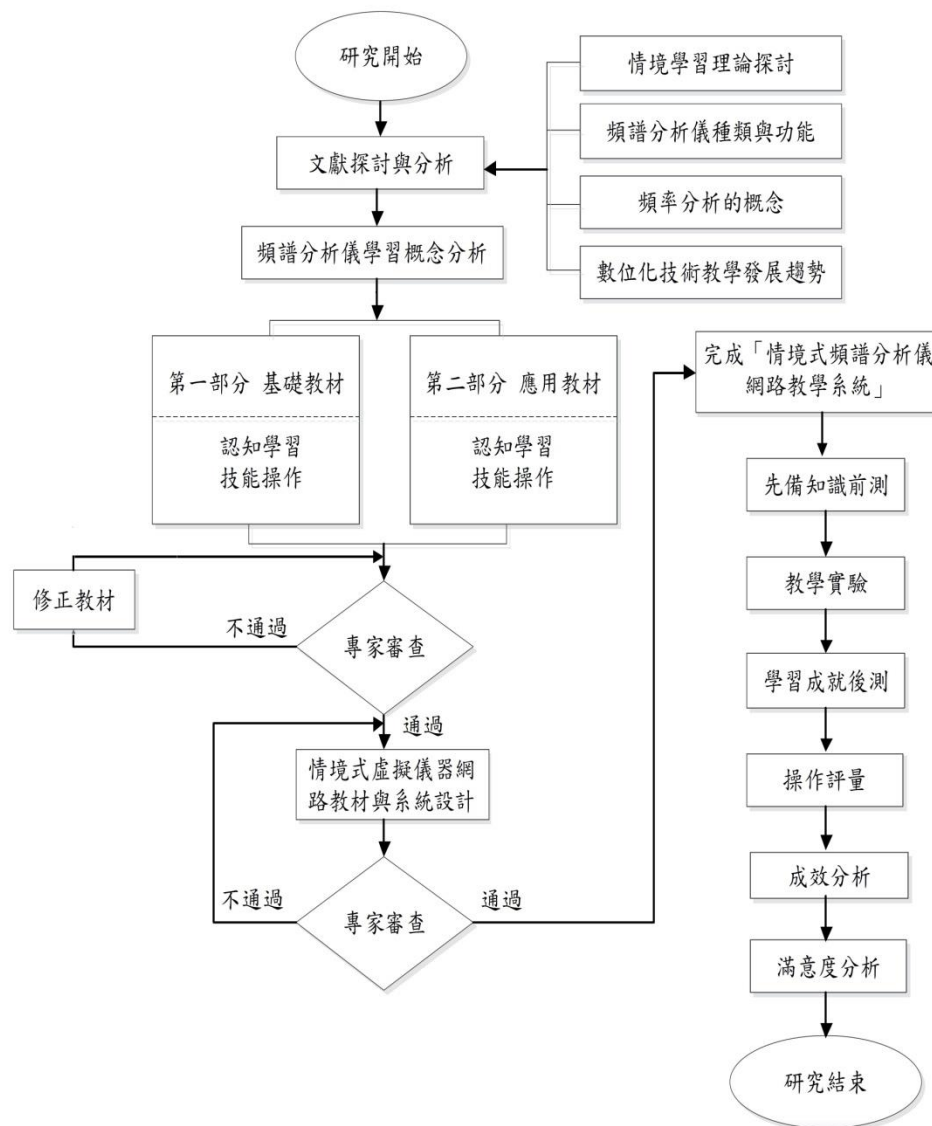


圖 14 研究流程圖

肆、研究結果

一、情境式網路學習策略認知成效分析

本研究為探討學生透過「情境式網路教學系統」在頻譜分析儀學習成效。採單一組前、後測教學實驗設計，由表 6 得知，學生尚未接受「情境式網路教學系統」前的頻譜分析儀的認知平均分數為 51.77，經由「情境式網路教學系統」後

的頻譜分析儀的認知學習平均分數為 81.06，平均進步幅度為 29.29 分，透過相依樣本 t 檢定進行考驗後，得 t 值為-12.85，達顯著水準 ($p<.05$)。換句話說，本研究「情境式網路學習策略」在提升學生頻譜分析儀的認知具有效性。

表 6

情境式網路學習策略認知成效分析表

項目	個數	平均數	標準差	自由度	t 考驗值
後測-前測	31	29.29	12.458	30	13.09***

*** $p<.001$

二、不同先備知識在「情境式網路學習策略」認知成效差異比較

(一) 整體分析

本研究先備知識低分群與高分群的決斷值經由雙項細目審查專家群，經考慮頻譜分析電子儀表學習內容為複合概念，及每學習內容均為物理和數學等高度抽象概念，經會議討論出為「頻譜分析儀先備知識測驗」得分 50 分依據。在低分群以「頻譜分析儀先備知識測驗」得分 50 以下（不包含 50 分），高分群以「頻譜分析儀先備知識測驗」得分 50 及以上者。經由 22 週教學實驗後，本研究以獨立樣本 t 檢定探討不同先備知識在情境式網路教學系統的學習成效差異。由表 7 得知，低分群在情境式網路教學系統的學習成效為 76.75 分，高分群在情境式網路教學系統的學習成效為 83.79 分，且得 t 值為-2.412 達顯著性水準 ($p<.05$)。

表 7

頻譜分析儀學習之後測成績分群 t 考驗摘要表

分組	個數	後測 平均數	標準差	自由度	t 考驗值
低分群	12	76.75	7.875	29	-2.412*
高分群	19	83.79	7.941		

* $p<.05$

如圖 15，橫軸為低分群、高分群與全體學生，縱軸為認知學習成效的平均分數。由本圖 15 可知，低分群經學習後進步幅度平均為 35.5 分，比例為 1.86%；高分群經學習後進步幅度平均為 25.37 分，比例為 1.43%；全體學生經學習後進步幅度平均為 29.29 分，比例為 1.57%，表示學習者經由本研究所開發的頻譜分析儀教學系統，其學習後的學習成效優於學習前。

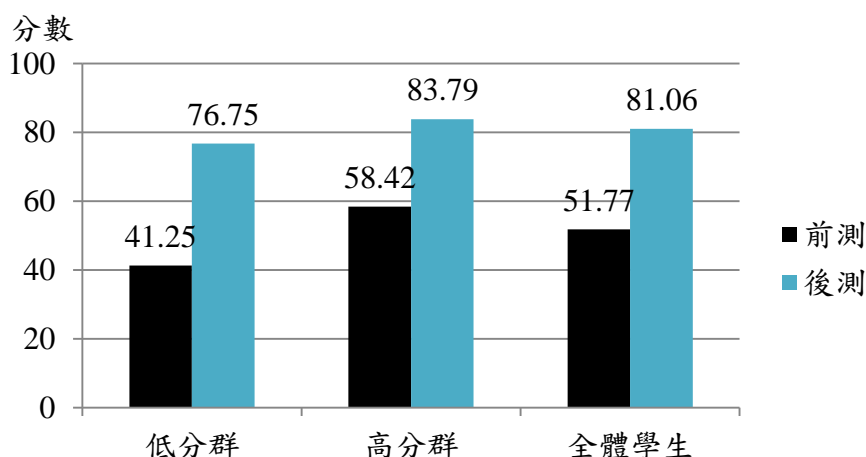


圖 15 頻譜分析儀學習之前後測成績統計分配圖

(二) 分群分析

另由表 8 可知，低分群之前、後測成績以成對樣本 t 考驗後達非常顯著差異 ($t = -15.43, p < 0.001$)，而高分群之前、後測成績以成對樣本 t 考驗後，也達非常顯著差異 ($t = -7.901, p < 0.001$)，換句話說，高先備知識者在情境式網路教學系統的學習成效優於低先備知識者。

表 8

頻譜分析儀學習之後測成績分群成對樣本 t 考驗摘要表

組別	個數	平均數	標準差	自由度	t 考驗值
低分群後測-前測	12	35.5	8.21	12	15.43***
高分群後測-前測	19	25.37	13.45	17	7.901***

*** $p < .001$

三、情境式網路學習策略技能成效分析

本研究受試者透過情境式網路學習系統後，進行真實頻譜分析儀的操作，了解學生在頻譜分析儀的水平遷移能力。在頻譜分析儀的應用技能操作評量包括「廣播信號找尋」、「手機信號測試」、「無線網路信號測試」和「EMI 測試」。

本研究技能學習實務測驗共兩次，第一次平均完成時間為 326.98 秒，第二次平均完成任務為 331.11 秒。透過「先備知識」能力高低分組後得知，在第一次技能評量上，低先備知識平均為 380.79 秒，高先備知識技能完成時間為 293 秒，經由獨立樣本 t 檢定得知高分群完成操作時間低於低分群有顯著差異。另外，在第二次技能評量上，低先備知識在操作上的時間為 380.73 秒，高先備知識技能完成時間為 299.76 秒，經由獨立樣本 t 檢定得知高分群完成操作時間低於低分群（如表 9）。

表 9
情境式網路學習技能實務操作完成時間

	group	N	Mean	S.D.	t 值
stime1	低分群	12	380.79	103.28	**2.902
	高分群	19	293.00	65.76	
stime2	低分群	12	380.73	105.28	*2.634
	高分群	19	299.76	66.51	

* $p < .05$ ** $p < .01$

另外，在技能實務操作評量得分上，低分群與高分群在兩次成績顯示出有進步的趨勢。不同先備知識的學習者在情境式網路學習系統的技能操作成績。其中低分群在兩次操作評量平均分別為 56.98 分與 88.23 分，高分群平均分別為 65.59 分與 87.24 分。但透過獨立樣本 t 檢定得知，此兩組在成績上是無顯著差異。探究原因，無論高低分組最後將技能所需的功能均能完全實作，而最大差異為完成功能的時間（如表 10）。

表 10
情境式網路學習技能實務評量分數

	組別	N	Mean	S.D.	t 值
第一次成績	低分群	12	56.98	14.75	-1.08
	高分群	19	65.59	12.85	
第二次成績	低分群	12	88.23	9.33	0.14
	高分群	19	87.24	13.13	

四、情境式網路學習策略滿意度分析

（一）網頁介面設計構面

就「網頁介面設計」各題項而言：各題項平均數介於 3.57 至 3.83 之間，標準差介於 0.82 至 0.88 之間，進行滿意度進行單尾單一樣本 t 考驗後，針對考驗值 3 分（滿意度高於為普通程度），「我覺得文字的大小及字形看起來是舒服的」、「我覺得文字色彩或背景的對比是鮮明的」和「我覺得整體畫面設計及排版是清晰的」皆達顯著水準。綜上所述，學習者對本研究「頻譜分析儀器網路學習系統」的網頁介面設計是被學習者持認同程度以上（如表 11）。

表 11
網頁介面設計分析

題目	平均數	標準差	t (檢定值=3)
我覺得文字的大小及字形看起來是舒服的。	3.72	0.88	4.42***
我覺得文字色彩或背景的對比是鮮明的。	3.83	0.83	5.47***
我覺得整體畫面設計及排版是清晰的。	3.57	0.82	3.80**
整體	3.71	0.77	5.08***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

(二) 課程內容介面設計構面

就「課程內容介面設計」各題項而言：各題項平均數介於 2.43 至 4.00 之間，標準差介於 0.72 至 1.14 之間，進行滿意度進行單尾單一樣本 t 考驗後，針對考驗值 3 分(滿意度高於為普通程度)，「我覺得動畫色彩及背景搭配是合適的」、「我覺得介面操作流程是順暢的」、「我覺得網頁文字敘述簡單且清楚」、「我覺得圖表及影像的配合可促進了解文字內容」和「我覺得課程內容深度的控制是合宜的」皆達顯著水準。綜上所述，本研究「頻譜分析儀器網路學習系統」的課程內容介面設計是被學習者持認同程度以上(如表 12)。

表 12
課程內容介面設計分析單一樣本 t 檢定統計

題目	平均數	標準差	t (檢定值=3)
我覺得動畫色彩及背景搭配是合適的。	3.70	0.75	5.11***
我覺得介面操作流程是順暢的。	3.43	1.14	-2.73*
我覺得網頁文字敘述簡單且清楚。	3.77	0.82	5.14***
我覺得圖表及影像的配合可促進了解文字內容。	4.00	0.79	6.95***
我覺得課程內容深度的控制是合宜的。	3.97	0.72	7.37***
整體	3.57	0.66	4.78***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

(三) 情境故事設計構面

就「情境故事設計」各題項而言：各題項平均數介於 3.40 至 3.57 之間，標準差介於 0.97 至 1.01 之間，進行滿意度進行單尾單一樣本 t 考驗後，針對考驗值 3 分(滿意度高於為普通程度)，「我覺得影片故事情節安排可以提升學習動機的」、「我覺得影片故事情節可容易聯想日常生活經驗」和「我覺得影片故事情節的場景佈置是自然真實的」，皆達顯著水準。綜上所述，本研究「頻譜分析儀器

網路學習系統」的情境故事設計是被學習者持認同程度以上（如表 13）。

表 13

情境故事設計分析單一樣本 t 檢定統計

題目	平均數	標準差	t (檢定值=3)
我覺得影片故事情節安排可以提升學習動機的。	3.57	1.01	3.08**
我覺得影片故事情節可容易聯想日常生活經驗。	3.43	0.97	2.44*
我覺得影片故事情節的場景佈置是自然真實的。	3.40	0.97	2.26*
整體	3.47	0.89	2.88**

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

(四) 整體學習觀感構面

就「整體學習觀感」各題項而言：各題項平均數介於 3.47 至 3.80 之間，標準差介於 0.78 至 0.97 之間，進行滿意度進行單尾單一樣本 t 考驗後，針對考驗值 3 分（滿意度高於為普通程度），「我覺得頻譜分析儀的網路教學對自己學習是有幫助的」、「我覺得頻譜分析儀的網路學習是有效率的」、「我覺得頻譜分析儀的網路多媒體學習方式可促進學習思考」、「我覺得頻譜分析儀的網路教學讓學習生動活潑」和「整體而言，頻譜分析儀網站對我的學習是有幫助的」、皆達顯著水準。綜上所述，本研究「頻譜分析儀器網路教學系統」的整體學習觀感是被學習者持認同程度以上（如表 14）。

表 14

整體學習觀感分析單一樣本 t 檢定統計

題目	平均數	標準差	t (檢定值=3)
我覺得頻譜分析儀的網路教學對自己學習是有幫助的。	3.80	0.96	4.56***
我覺得頻譜分析儀的網路學習是有效率的。	3.47	0.78	3.29**
我覺得頻譜分析儀的網路多媒體學習方式可促進學習思考。	3.63	0.93	3.74**
我覺得頻譜分析儀的網路教學讓學習生動活潑。	3.70	0.88	4.37***
整體而言，頻譜分析儀網站對我的學習是有幫助的。	3.77	0.97	4.32***
整體	3.67	0.75	4.95***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

伍、結論與建議

一、研究結論

(一) 可使用網路多媒體與資料庫建立產業導向情境式網路學習系統

本研究產業導向情境式網路學習系統建置，教師可採用多媒體簡報軟體和 Powercam 軟體進行影片製作後，可充分利用開放原始碼教學平臺如 Moodle 加以整合即可。由此可見，情境式網路學習平臺重點不在於技術，更強調產業導向內容的腳本分析和學習內容。

(二) 情境式網路學習策略能有效提升學習者對頻譜分析儀的認知能力

本研究發現學習者在產業導向的情境式網路教學系統學習後，整體學習成效在認知部分顯著高於學習前外。此外，以頻樸分析概念的低先備知識與高先備知識分群分析，不論低先備知識群或是高纖備知識群均有在電子儀表學習顯著提升。

(三) 高先備知識者在情境式網路學習策略的認知學習成效優於低先備知識者

本研究低分群的學習者在情境式網路教學系統的學習成效為 76.75 分，高分群的學習者在情境式網路教學系統的學習成效為 83.79 分。經由成對比較後發現，在低分群 t 值為 15.43， $p = .000 < .001$ ，達顯著水準，且高分群得 t 值為 7.901， $p = .000 < .001$ ，也達顯著性水準。換句話說，高先備知識者經由情境式網路教學系統的學習，其學習後的認知學習成效顯著優於低先備知識者。

(四) 情境式網路學習策略能有效導引學習者在頻譜分析儀正確操作

本研究在頻譜分析儀的應用技能操作評量上包括「廣播信號找尋」、「手機信號測試」、「無線網路信號測試」和「EMI 測試」，操作評量平均分數分別為 87.42 分、89.84 分、90.65 分和 82.58 分，完成平均時間分別為 5 分 20 秒、7 分 3 秒、3 分 4 秒和 6 分 28 秒，表示學習者經由情境式網路教學系統的學習，其學習後使用真實頻譜分析儀可以加速學習效果。同時，高先備知識學習者其在技能實作方面完成時間是顯著高於低先備知識組。

(五) 情境式網路學習策滿意度在「網頁介面設計」、「課程內容介面設計」、「情境故事設計」和「整體學習觀感」均達滿意程度以上

經線上教學實驗後，學生在使用「情境式頻譜分析儀網路教學系統」在網頁介面（平均數=3.71）和課程內容介面（平均數=3.57）設計達滿意程度。由此可見，本研究教學系統符合人因工程標準的品質，適合學習者閱讀和瀏覽。其次，在情境故事設計也達滿意程度（平均數=3.47）。因此，本學習系統的情境故事具

有吸引學習者進行學習的功能。最後，本教學系統是可以促進學習者在學習頻譜分析儀具有一定有效性。

二、研究建議

(一) 在未來研究方法方面

本研究採用單一組前、後測實驗設計，基於缺乏比較之對照組導致學習成效容易受到個體成熟、外在歷史事件等影響。因此，本研究建議將來可擴增研究樣本，並設置對照組，以得較高內部性推論結果。

(二) 在提升研究推論方面

本研究僅國立臺灣師範大學應用電子科技系學生為研究之對象，研究結果無法全面解釋並推論至國內各大專院校學生母群。因此，有待後續進一步針對全國之大專校院或是在職員工訓練的研究，期待建立各類階層的情境式網路化教學系統之相關研究。

(三) 在擴展研究變項方面

本研究僅用單一組使用情境式網路教學系統，然影響學習成效因素眾多。因此，本研究建議將來可將綜合型比較研究，將影響學習成效相關因素納入控制變項或自變項，以提升情境式網路教學系統在學習成效的解釋能力。

(四) 在教學實務現場方面

在技能學習方面，可以融入產業工作實務現場情境，以更符合技職教育須和產業界無縫接軌，提升技職教育學生的就業競爭力。再者，技能學習成效的提升也須提升學習者的專業領域知識 (domain knowledge)，以達技能學習事半功倍之效。最後，教師可以透過 Moodle 等開放平臺，並以簡易多媒體簡報和 Powercam 即可以製作技能模擬教材，以解決目前電子儀表價格昂貴無法普及問題。

(五) 在教育主管機關方面

在教育資本門逐年縮減下，教育主管機關可與職訓局、產業工（協）會進行策略聯盟，以發展產業導向情境式網路學習技能課程，尤其可透過線上模擬以取代昂貴儀器設備。此外，發展產業導向情境式網路課程以可以提供學生進行網路的職業試探或是建立終生教育的職業教育體系。

參考文獻

- 朱玉仿 (2007)。技職教育改革文獻回顧與前瞻。研習資訊, 24 (3), 127-134。
- 何俊嘉 (2006)。探討面對面與網路混合試交對學習互動之影響 (未出版之碩士論文)。國立中央大學網路學習科技研究所, 桃園市。
- 吳宗勳 (2003)。教師介入對網路專題學習學生學習互動之歷程分析。「網路專題學習與多元動態評量模式發展趨勢研討會」發表之論文, 臺北。
- 吳清山、林天佑 (2002)。認知學徒制。教育研究月刊, 99, 148。
- 吳錦波、吳蕙怡 (2005)。利用網路教學平臺之同步討論功能探討群組特質與群組大小對合作學習成效之影響。資訊管理展望, 7 (1)。
- 吳錫修、蔡新民 (2003)。建置適用於遠距電子實習之虛擬示波器。論文發表於 ICCAI 2003 (A4-4), 臺北市。
- 李東生 (2004)。EDA 仿真與虛擬儀器技術。高等教育出版社。
- 李盛輝 (2009)。電腦輔助電路設計教學網。2009 年 12 月 20 日取自：
<http://www.ee.cyu.edu.tw/garylee/cad/index.htm>
- 沈中偉 (2004)。科技與學習理論與實務。臺北：心理出版社。
- 沈俊毅 (2007)。遠距教學與學習：遠距教育的基礎。臺北市：心理。
- 林清山、張春興 (1984)。教育心理學。臺北：東華。
- 林博民 (2005)。網路教學環境中互動策略的應用與發展。生活科技教育月刊, 38 (7), 13-25。
- 侯雅齡 (2008)。非同步網路教學系統在創造力教學課程實施之行動研究。特殊教育文集十 (頁 1-36)。屏東：屏東教育大學特殊教育中心。
- 施文玲 (2007)。以學習理論為基礎的數位化教學策略。生活科技教育月刊, 40 (2), 32-41。
- 柯天盛 (2007)。數位學習教材互動性與學習者反應時間及學習成效關聯之研究 (未出版之碩士論文)。靜宜大學資訊管理學系研究所, 臺中市。
- 徐新逸 (1999)。教學科技與教學情境的設計：淺談情境學習論對未來教學型態之影響。在教學科技與教育革新 (頁 69-91)。臺北市：師大書苑。
- 泰山職業訓練中心 (2009)。行政院勞工委員會職業訓練局泰山職業訓練中心 98 年度「職業訓練研發&推廣數位學習 e-learning 知識平臺計畫」勞務採購案需求說明書。2009 年 12 月 20 日取自：<http://www.vtu.nat.gov.tw/index.do?act=indexData>
- 泰菱電子儀器公司 (2009)。2009 年 12 月 20 日取自：<http://www.oka.com.tw/index.html>

- 高啟洲、唐璽惠、詹明惠 (2005)。互動式數位學習系統之設計。南大學報, 39 (1), 111-132。
- 張春興 (1989)。張氏心理學辭典。臺北。東華書局。
- 梁宗賀 (1999)。網路卷宗評量在國小電腦科教學之研究。國立臺南師範學院資訊教育研究所碩士論文, 未出版, 臺南市。
- 符碧真 (2007)。大學教學與評量方式之研究。臺灣高等教育研究電子報, 10, 1-20。
- 莊謙本 (1998)。電腦化技術教學。人文社會科學改進計畫。臺北市: 教育部。
- 許崇憲 (2002)。影響合作學習成效的因素; 建構性活動、真實的學習情境與團體組成方式。國立政治大學學報, 84, 203-26。
- 連育仁、蕭顯勝、游光昭 (2003)。網路學習社群與教室學習之混合式教學策略探究。「國際電腦輔助教學研討會暨中華民國電腦輔助教學研討會」發表之論文, 臺北市。
- 陳文誌、游萬來 (2001)。網際網路在設計課程的應用: 線上課程互動的參與度分析。「第十六屆全國技術及職業教育研討會」發表之論文, 花蓮市: 慈濟技術學院。
- 陳清耀 (2004)。「最後一哩」的具體實踐-數的科技大學管理學院「學群學程暨 Topping 教學」的設計在產學合作上的運用。「2004 大學發展與產學合作學術論文發表暨研討會」發表之論文, 國立雲林科技大學。
- 湯兆崙、黃鼎凱、蔡宜君 (2006)。多媒體促進互動教學—TEAL 普通物理的實施與成效。物理雙月刊, 28 (3), 544-553。
- 湯宗益、廖莉芬 (2003)。互動形式與使用者態度之研究: 以遠距教學系統為例。資訊管理展望, 5 (1), 101-114。
- 黃拜翔、江新合、洪振方 (2007)。知識結構網路表徵分析之研究—高一基礎力學為例。師大學報: 科學教育類, 52, 79-104。
- 楊家興 (1995)。情境教學理論與超媒體學習環境。教學科技與媒體, 22, 40-48
- 楊勝源、鄭又綺、劉馨方、賴吟秋 (2007)。互動式儀器教學網。「2007 The Third National Workshop on Internet and Communication Technology」發表之論文。
- 溫嘉榮、施文玲 (2002)。從網路學習理論觀點談教師在科技變革中的因應之道。資訊與教育, 91, 90-99。
- 聖約翰科技大學網站 (2009)。2009 年 12 月 28 日取自: <http://www.sju.edu.tw/>。
- 劉明洲、汪冠宏、葉建胤、歐怡伶 (2008)。網路虛擬實習工場之建置與教學活動設計--以高職電氣氣壓實習課程為例。「第三屆數位教學暨資訊實務研討

- 會」發表之論文，南臺科技大學。
- 蕭錫錡、張仁家、陳甦彰 (2006)。技專校院系科課程發展參考架構之研究—職場需求導向。《臺北科技大學學報》，39 (1)，229-250。
- 鍾宜智 (2001)。非同步遠距教學中影響互動的因素與改進之道。《文教新潮季刊》6 (3)。
- 職業訓練數位學習網 (2009)。2009 年 12 月 20 日引自：<http://www.vtu.nat.gov.tw/index.do?act=indexData>
- 顏銘宏，游光昭 (2005)。利用線上模擬增強學生科技概念學習之探討。「2005 國際科技教育課程改革與發展學術研討會」發表之論文，國立高雄師範大學。
- 莊謙本、黃議正、呂正典、林國豪 (2011)。專題導向問題解決學習策略在大學機器人認知與專題實務成效分析。「第一屆工程教育學術研討會」發表之論文，國立臺灣師範大學及國科會科教處。
- 莊謙本、黃議正、沈家仔 (2011)。植基認知負荷取向在課程教材設計及其教學成效分析。《屏東教育大學學報》，36，169-206。
- 莊謙本 (1998)。電腦化技術教學。《人文社會科學改進計畫》。臺北市：教育部。
- Appleby, J., Samuel, P., Treasure-Jones, T. (1997). Diagnosys-A Knowledge-Based Diagnostic Test of Basic Mathematical Skills. *Computers Education*, 28(2), 113-131
- Baldwin, T. T. & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41, 63-106.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-41.
- Bruner, J. (1964). *The course of cognitive growth*, *American Psychologist*, (Jan), 1-15.
- Carr-Chellman, A.A. and Duchastel, P.(2000). The ideal online course, *British Journal of Education Technology*, 31(3), 229-241.
- Diego, D. & Vincent, L. (1999). *An analysis of information processing activities used by secondary school students during cognitive transfer learning in biology*. Unpublished Ed. D. Dissertation, Columbia University teachers college.
- Ertl H.(2000). Modularisation of Vocational Education in Europe. Symposium Books.
- Escobar, G. (2000). How to be innovative designing educational and interactive environments for children. In J. Bourdeau, & R. Heller, (Eds.), *Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp.1814-1815). Chesapeake, VA: AACE.

- Greeno, J. G., Smith, D. R., & Moore, J. L. (1995). Transfer of situated learning. In D. Detterman & R. Sternberg (Eds). *Transfer on trial: Intelligence cognition, and instruction*. Ablex.
- Hillman Daniel C. A. 、 Deborah J. Willis 、 Charlotte N. Gunawardena(1994).Learner-Interface Interaction in Distance Education: An Extension of Contemporary Models and Strategies for Practitioners, *The American Journal of Distance Education*, 8(2).
- Hiltz, S. R. (1994). *The Virtual Classroom : Learning Without Limits via Computer Networks*. Norwood, NJ: Ablex.
- Howson, R. M.& Borland, M. V. (1996). Competition, expenditures and student 20 performance in mathematics: a comment on Crouch et al. *Public Choice*, 87, 395-400.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1999). Make cooperative learning. *Theory Into Practice*, 38(2), 67-74.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- M. Lundstrom, Kapadia, J. Fortes, and K. Roy (1997).*Network-Based Simulation Laboratories for Microelectronics Systems Design and Education Multiprocessors*, in Proceedings of the International Conference on Microelectronic Systems Education.
- Mahdavi, A. Metzger, and G. Zimmermann (2002). Toward a Virtual Laboratory for Building Performance and Control, in *Cybernetics and System*, Edited by R. Trappl, 1, 281-286.
- Markman, A. B. (2005). Knowledge representation, psychology of. In L. Nadel (Ed.), *Encyclopedia of cognitive science* (pp. 680-687). NJ: John Wiley.
- Moore, M. (1989). Three types of interaction, *The American Journal of Distance Education*, 2, 1-6.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (1996). *Distance Education : A system view*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Moore, Michael G. (1993) ° Three type of interaction ° *The American Journal of Distance Education*, 13(2).
- P. Federl and P. Prusinkiewicz (1999). *Virtual Laboratory: an Interactive Software Environment for Computer Graphics*, in Proceedings of Computer Graphics International.

- Parker, A. (1999). Interaction in Distance Education : The Critical Conversation. *Educational Technology Review*, 1(12), 13-17.
- Porter, L. R. (1997). *Creating the virtual classroom: Distance learning with the internet*. NY: Wiley.
- Reiber, L. P. (1991). Animation, incidental learning, and continuing motivation. *Journal of Educational Psychology*, 83(3), 318-328.
- Rosenberg, Marc J. (2001). *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, McGraw-Hill.
- Sales, G. C. (1998). Designing feedback for CBI: Matching Feedback to learning and outcomes, *Computers in the Schools*, 225-239.
- Schoenfeld, A. H., & Herrmann, D. J. (1982). Problem perception and knowledge structure in expert and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8(5), 484-494.
- Shapiro, S. C. (2005). Knowledge representation. In L. Nadel (Ed.), *Encyclopedia of cognitive science* (pp. 671-680). NJ: John Wiley.
- V. L. Stonick. (1993). *Teaching signals and systems using the virtual laboratory environment in ECE at CMU*, in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process., 36-39.
- Wayne K. Hoy & Cecil G. Miskel. (2001). *Educational Administration: Theory, Research, and Practice*. New York: McGraw-Hill.