

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

<http://joemls.tku.edu.tw>

Vol. 50 , no. 3 (Spring 2013) : 319-354

數位學習領域主題分析之研究

Subject Analysis of E-Learning Research

李清福* Ching-Fu Lee*

Graduate Student

E-mail: Lcf87123@ms19.hinet.net

陳志銘 Chih-Ming Chen

Professor

E-mail: chencm@nccu.edu.tw

曾元顯 Yuen-Hsien Tseng

Research Fellow

E-mail: samtseng@ntnu.edu.tw

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)





數位學習領域主題分析之研究

李清福*

研究生
國立政治大學圖書資訊學數位碩士在職專班
E-mail: Lcf87123@ms19.hinet.net

陳志銘

特聘教授
國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所
E-mail: chencm@nccu.edu.tw

曾元顯

研究員
國立臺灣師範大學資訊中心
E-mail: samtseng@ntnu.edu.tw

摘要

近年來數位化資訊技術應用於教與學情況已成為趨勢，各國紛紛將數位學習的推動列為國家重要政策，對數位學習領域之研究發展極為重視。本研究採廣義數位學習定義之檢索策略，蒐集2000~2009年間合計2,125篇數位學習領域SSCI期刊文獻，以自動化內容探勘工具CATAR進行剖析，再分別以共現字及書目對進行研究主題分析，藉此歸納數位學習領域的研究主題架構。本研究歸納結果，除幫助研究人員檢視自己的領域專長、掌握數位學習各研究主題發展脈絡、做為學者專家選定研究主題之參考，更有助於了解國際間數位學習領域的研究發展現況。

關鍵詞：數位學習；主題分析；分群技術；共現字；書目對

前 言

過去十年間，數位科技與通訊網路的蓬勃發展，改變了人類獲得訊息的方式與管道。數位學習是一種以電腦與網路為媒介的學習方式，特點在於能讓學

*本文主要作者兼通訊作者。

習者在任何時間、任何地點進行學習 (Rosenberg, 2001)。從各國對數位學習計畫的推動與重視，以美國為首，1994年即開始的NLII (National Learning Infrastructure Initiative) 計畫，目的在改善教與學之品質，降低學習成本和提供更多晉升高等教育的方式；美國國防部1997年推動的ADL (Advanced Distributed Learning Initiative) 計畫，則希望縮短教材開發時間與成本，並使教材能在各種不同學習平台流通自如；2001年的AUAO (Army University Access Online) 計畫，著重於提供學員擁有隨時隨地的學習環境；2002年的ACES (Army Continuing Education System) 計畫，主要在彙整相關數位學習資源及推廣終身學習 (財團法人資訊工業策進會，2005)。

台灣自1996年起推動高等教育之遠距教學，開啟數位學習的發展，至今數位學習成為重要的國家型科技計畫之一 (楊正宏、林燕珍、張俊陽、曾憲雄，2008)。行政院自2002年起開始為期六年的「挑戰2008國家發展重點計畫」，著眼於推動台灣的數位學習風潮及數位學習產業發展，進而帶動前瞻的學術研究、技術研發以及優質人才的培育。國科會於2003-2007年完成為期五年的第一期「數位學習國家型科技計畫」，藉此計畫之執行，推動全民數位學習，冀以提升國家整體競爭力。2008年國科會為擴大數位學習的影響，再將「數位學習國家型科技計畫」與「數位典藏國家型科技計畫」整合為「數位典藏與數位學習國家型科技計畫 (TELDAP)」 (蔡今中，2008)。這些計畫的目標均在於運用政府、大學及民間資源，拓展研究成果，讓台灣成為全球數位學習的重鎮，根據Tseng、Chang、Tutwiler、Lin與Barufaldi (2013)的分析，其成效相當顯著。

歐盟也於2000年提出2010年目標—打造歐洲成為全世界最具競爭力的知識經濟體。其採取e-Learning為主要策略，運用多媒體技術和網際網路，有效率地使用教學資源和服務，並藉此交換相關教學訊息和合作，以提升學習品質。如eEurope2002及eEurope2005計畫皆視e-learning為最優先推動項目，希望藉由推動ICT (Information & Communication Technologies) 來達成改善數位學習的工具 (European Commission, 2002)。英國政府之教育傳播科技機構 (British Educational Communications and Technology Agency, Betca) 提出「下個世代學習」 (Next Generation Learning) 計畫，期許使用科技所帶來的優勢，讓所有年齡層的學習者藉由數位學習成功的經驗激發他們學習的潛能 (邱文心，2009)。

依據中華民國科學技術年鑑統計報告：台灣數位學習領域的研究成果不論質與量均高居世界第三 (國研院政策中心，2009)，顯見台灣投入數位學習之成效，在國際間具有高度的能見度與影響力。又據黃騰、蔡今中及陳國棟 (2008) 在2001-2007年SSCI (Social Science Citation Index) 期刊文獻分析的研究中，指出台灣的研究多半是建立在建構主義的理論上，數位學習的研究主題則以「系

統的發展」為主，占約有六成，原因是論文的作者背景並非來自教育領域，而是資訊工程的相關領域，大多是結合教育理論和資訊技術來設計系統，沒有根據現場教學的實際脈絡與需求設計。因此如何從教學現場角度，有效運用、設計系統於實務教學工作上，進而改善系統的內涵，是系統未來能否成功導入數位學習的重要課題。

因此，當研究人員進行學術研究與技術研發時，必須先對該領域之相關主題進行前置研究與探討。透過領域主題的分析，研究人員可以了解各學科領域的發展現況、確知文獻彼此間的關聯性，以及學科領域研究的未來發展趨勢(陳光華、陳雅琦，2001)。伴隨著資訊科技的成長，各時期的研究典範、研究取向、研究趨勢也將有所不同，欲深入了解數位學習領域的研究發展現況，即對該領域所發表的文獻進行主題分析與研究，藉此歸納出該領域的研究範圍、議題，以及在不同階段研究主題的發展重點(羅思嘉、陳光華、林純如，2001)。

目前國內外研究者，較少以數位學習領域之國際性期刊進行全面性的文獻計量分析，以提供上述的資訊。為此，本研究將選定數位學習領域SSCI期刊文獻作為分析對象，以自動化文獻內容探勘方法剖析研究主題，同時邀請領域學者專家進行訪談，以確認主題分析之一致性、合理性，最後歸納出數位學習領域之主題架構。本研究之目的除可幫助研究人員檢視自己的領域專長，掌握數位學習各研究面向發展狀況，以及作為學者專家選定研究主題的參考之外，透過文獻計量分析所得之國際間數位學習領域最具生產力作者、最具影響力國家及較具代表性研究主題發展趨勢等，有助於研究人員了解目前國際間數位學習領域的研究發展現況，以及掌握研究主題的脈動。

二、相關文獻探討

茲將文獻探討分為三節：第一節介紹主題分析之意涵；第二節說明自動化文獻內容探勘分群技術之應用；第三節歸納國內外數位學習之研究現況與發展趨勢之相關研究，分述如下：

(一) 主題分析之意涵

所謂文獻主題分析是先從文獻內容中，分析出可以代表文獻內容的主題概念，再將主題概念以內涵相同的術語、標題詞表示之(Albrechtsen, 1993)。而主題分析的目的，在於適當的深度上分析和掌握文獻的中心內容，從概念上加以詮釋、萃取，並依據其中心內容選擇適當的主題詞彙來標記文獻，以作為文獻的主題檢索與分析的輔助工具(吳萬鈞，1998)。

對於具有學術價值的期刊文獻，所進行的研究主題內容分析與探索，不同

的學術領域都有其各自的研究與發展。例如羅思嘉等(2001)在「圖書資訊學學術文獻主題分類體系之研究」中，指出現行圖書資訊學分類體系之期刊文獻研究議題的特性，主要是以各學科理論為發展的基礎。而其主題分類架構的建立方式大多採取兩種模式：一是將專家知識視為領域整體，由上而下地建立其分類架構；另一則是以資料驅動的模式探究大量文獻的內容，由下而上地歸納主題分析架構。吳京玲(2009)則以國家圖書館建構之「全國博碩士論文資訊網」為樣本範圍，蒐集211篇以高等教育教學為主題的學位論文，以內容分析法就論文產出的時間、來源、研究方法、研究議題四項進行歸類與分析。其研究主議題依所佔百分比高低依次為：「數位學習」71篇(佔34%)、「教師教學」64篇(佔30%)、「課程提升」50篇(佔24%)、「教學品質管理」19篇(佔9%)、「學生學習」7篇(佔3%)。再以研究次議題的百分比來看，數位學習集中於探討數位學習的教學、系統設計與成效；教師教學集中於探討教學評鑑；課程提升集中於探討課程設計與發展、課程與教學方法。

本研究採用自動化文獻內容探勘技術，探索數位學習領域期刊論文之研究主題，試圖歸納較為完整的數位學習領域研究主題架構。

(二) 自動化文獻內容探勘分群技術之應用

近年來隨著大量數位資訊的成長，促使高階統計技術的需求增加，發展出如資料探勘(data mining)技術可從大量資料中，探勘其隱而未顯、潛在有用的資訊或知識(Baker, & Yacef, 2009)。資料探勘中的群集分析(data clustering)應用廣泛，其主要目的在計算資料之間彼此的相似程度，依此將資料分門別類，從而提示出有意義、隱含及有價值的資訊(曾憲雄、蔡秀滿、蘇東興、曾秋蓉、王慶堯, 2005)。目前群集分析(或稱為分群、聚類、歸類等)技術大致上有以下幾類：1. 將資料庫內資料分為K群的切割式分群演算法(Partition Clustering Algorithms)；2. 將資料以樹狀架構整理的階層凝聚歸類法(Hierarchical Clustering Algorithms)；3. 分群時將密度高於一個門檻值的鄰居區域(Neighborhood)聚集成一個分群的密度基礎分群演算法(Density-based Clustering Algorithms)；4. 將資料空間量化成許多格子的格子基礎分群演算法(Grid-based Clustering Algorithms)。各個方法都有其優缺點，以及較佳的應用場合。

本研究採用CATAR(Content Analysis Toolkit for Academic Research)做為分群工具，其實作了「階層凝聚歸類法」(Jain, Murty, & Flynn, 1999)，在自動化聚類過程中反覆將最相似的文件或類別群聚在更大的類別中，如此逐漸由下而上的將所有文件組織起來，讓使用者容易識別文件之間彼此的相關性。有關CATAR資料剖析與計算，可參考Tseng, & Tsay(2013)以及曾元顯與林瑜一(2011)之詳細作法。

(三) 數位學習相關研究探討

1. 數位學習意涵、特性與演進

數位學習一詞首度出現於美國教育訓練發展協會 (American Society of Training and Development, ASTD) 研討會，其中定義數位學習是藉由電子化科技來傳達教學內容或學習經驗。亦即「數位學習是學習者應用各種數位媒體學習之過程，數位媒體包括網際網路、企業網路、電腦、衛星廣播、錄音帶、錄影帶、互動電視與光碟等。其應用範圍可分為網路學習、電腦輔助學習、虛擬教室線上學習及數位化合作學習。」(Alden, 1998)。數位學習具有許多特點，使得學習更具彈性，並提供了終身學習的機會。茲列舉以下幾項優點(陳年興、楊錦潭，2006；陳志銘，2009)：(1)不受時間、空間的限制；(2)降低學習成本；(3)內容更即時可靠；(4)教材更多樣化；(5)適性學習；(6)學習社群的建構；(7)提升學習的層次。

自1960年以來，線上學習開始針對中小企業、私人和公共部門的培訓教育，以及軍隊的教育訓練等，發展不同的學習科技與模式。如表1所示，過去三十年來教育科技的演進，顯示1995~2005數位學習的發展重點為：(1)網際網路為基礎的彈性課程傳遞；(2)增加互動性 (Increased interactivity)；(3)線上多媒體課程；(4)分散式建構及認知模式；(5)遠端使用者對使用者互動。又2005年至今，行動學習及社會網路在教育應用上有重大的改變與發展 (Keengwe, & Kidd, 2010; Nicholson, 2007)。

表1 過去三十年來教育科技的演進

Era	Focus	Educational Characteristics
1975-1985	Programming; Drill and practice; Computer-assisted learning (CAL)	Behaviorist approaches to learning and instruction; programming to build tools and solve problems; Local user-computer interaction.
1983-1990	Computer-Based Training Multimedia	Use of older CAL models with interactive multimedia courseware; Passive learner models dominant; Constructivist influences begin to appear in educational software design and use.
1990-1995	Web Based Education & Training	Internet-based content delivery; Active learner models developed; Constructivist perspectives common; Limited end-user interactions.
1995-2005	eLearning	Internet-based flexible courseware deliver; increased interactivity; online multimedia courseware; Distributed constructivist and cognitivist models common; Remote user-user interactions
2005 - present	Mobile learning and social networking	Interactive distance courseware distributed online through learning management systems with social networking components; learning that is facilitated via a wireless device such as a PDA, a smart phone or a laptop; learning with portable technologies where the focus is on the mobility of the learner.

資料來源：Nicholson, P. (2007). A history of e-learning: Echoes of the pioneers.

2. 國內外數位學習相關研究探討

台灣研究者陳弘哲(2005)曾針對 *Computers & Education* 和 *Educational Technology & Society* 之兩種 SSCI 期刊做為主要的分析對象，利用文字探勘技術，自動化建構 e-Learning 領域之概念圖，其研究結果有助於適性化課程設計之教學者以及 e-learning 領域的學習者，一個詳盡且有用的參考架構。Tsou (2006) 以內容分析法，針對台灣 2000 到 2004 年 264 篇數位學習碩士論文進行研究，以觀察數位學習領域在台灣目前的研究方向、研究主題和應用領域之發展趨勢和變化，作為研究者與未來數位學習系統開發之參考。

Shih、Feng 與 Tsai (2008) 針對 2001 至 2005 年發表在 SSCI 中的五種數位學習領域國際期刊 (即 *Computers and Education*, *British Journal of Educational Technology*, *Innovations in Education and Teaching International*, *Educational Technology Research & Development*, 與 *Journal of Computer Assisted Learning*) 之數位學習認知領域相關文獻進行內容分析研究，在 1,027 篇文章中有 444 篇被確定為數位學習認知領域相關，從這些文章的發表年份、期刊來源、研究主題與引用情況進行交叉分析。研究顯示教學方法 (instructional approaches)、學習環境 (learning environment) 和後設認知 (metacognition) 是三個最熱門的研究主題，再由被引用次數分析得知，教學方法、資訊處理 (information processing) 和動機 (motivation) 可能會有較多的後續研究。該研究的分析結果，有助於教育工作者和研究人員提昇其對數位學習認知領域研究趨勢的洞察力。廖婉如 (2009) 則應用書目計量學方法，以「中華民國期刊論文索引」資料庫為研究對象，分析我國 1998 年至 2007 年間數位學習期刊論文之特性，藉以探討我國數位學習領域之發展情形。研究樣本計 334 篇期刊論文，6,214 筆參考書目，研究結果同樣可提供相關領域研究者參考，也有助於了解近幾十年來數位學習期刊文章發表狀況及數位學習整體趨勢。

林君諭 (2011) 使用書目計量中的引用文獻分析法，利用「臺灣博碩士論文知識加值系統」蒐集 2001 年至 2010 年間有關數位學習主題之博碩士論文，以利探討其文獻成長情形、發展歷程及其引用文獻的基本特性。又王詩惠 (2012) 以「臺灣博碩士論文知識加值系統」及「華藝線上圖書館」搜尋 2007~2011 年數位學習系所之碩士論文，共 360 篇論文，透過內容分析法針對研究主題、研究對象和研究方法進行歸類與分析。其研究結果為：研究主題多集中在「教學理論印證」，其次為「數位學習應用」，之後依序為「評量與認證」、「數位學習系統發展」、「數位教材發展」、「技術設計與發展」。綜觀上述之相關研究樣本僅以台灣期刊文獻或挑選特定的 2 至 6 種 SSCI 期刊，比較無法分析出數位學習領域全面性的研究主題。

而就資料樣本檢索策略方面，多數研究學者皆以少數 2 至 4 個檢索詞彙進行樣本蒐集，如國際間學者 Chiang、Kuo 與 Yang (2010) 以 e-learning, distance

learning, digital learning, electronic learning 等4個檢索詞進行數位學習相關文獻查詢；又Hung (2010)也僅以e-learning與elearning等2個檢索詞進行資料樣本蒐集，直至2011年有研究者使用11個與數位學習相關之詞彙於國家圖書館之「臺灣博碩士論文知識加值系統」關鍵字欄位中進行交替檢索，以蒐集較完備之數位學習領域相關文獻。其所採行之資料樣本檢索策略，為本研究重要的參考方法。

表2比較本研究與過去國際間數位學習領域資訊計量研究之差異，其中Maurer與Khan (2010)利用視覺化工具gCLUTO，將蒐集的數位學習相關文章以分割式聚類法，自動化分析出以150概念集群為基礎之14個主要研究主題。此外，Hung (2010)運用文字探勘(text mining)技術，以SAS工具進行文件摘要相似度計算，據此進行階層凝聚歸類，並輔以兩位具有16年資深數位學習研究經歷之學者專家協助判讀，分析出數位學習具有2大主題領域、4個概念群集以及15個類別之主題分類架構。相較於上述的兩個研究，本研究的主題分析方法則採用共現字、書目對分別進行主題歸類分析，由下而上以自動化資料探勘技術，並配合領域專家、理論知識主題架構，由上而下同時並行，探析出較完整且具代表性的11個研究主題及55個類別之主題分類架構。

表2 國際間數位學習領域資訊計量之相關研究比較

研究者	同異處	分析資料集	檢索策略	資料擷取欄位	研究年代範圍	研究工具	研究貢獻
Hung (2010)		會議、期刊文獻 (689)	2個檢索詞彙	摘要	2000~2008	SAS	數位學習主題研究分類2D-4G-15C
Maurer & Khan (2010)		會議、期刊文獻 (7,759)	沒說明	標題、摘要	2003~2008	doc2mat, gCLUTO	150個概念集群基礎之14個研究主題
本研究		期刊文獻 (2,125)	17個檢索詞彙	標題、摘要與參考書目	2000~2009	CATAR	輔以共現字與書目對之主題歸類分析結果，調整C&E人工專家所得主題架構，得11主題55類別之主題架構

上述數位學習領域書目計量或主題分析的文獻，可發現資料樣本蒐集範圍及檢索詞的選定，對於主題歸類結果分析有極大的影響。因此本研究關注的主要焦點之一，即如何採取有效的檢索策略，方能得到更完整的文獻蒐集結果。據此，本研究擬採用廣義的數位學習相關檢索詞彙進行查詢，以蒐集較完備之數位學習領域相關文獻，探究數位學習領域研究的國際發展趨勢，以及研究主題的變遷，期能歸納較為完整的數位學習領域學術文獻主題架構。

三、研究方法

本文提出17個有關數位學習的檢索詞彙，從WoS (Web of Science) 資料庫進行相關期刊文獻的蒐集，並利用文獻內容探勘工具CATAR進行文獻之自動分

群歸類，透過此工具自動擷取類別描述詞以及分析、主題趨勢，並將此結果參照國際期刊的分類架構以及領域專家的訪談意見進行驗證與微調。茲將本文的內容探勘分析方法及研究步驟敘述如下。

(一) 界定研究對象、研究範圍

經由文獻蒐集分析，界定以WoS的SSCI期刊論文，其主題涵蓋17個跟數位學習相關的文獻，做為本研究的研究對象。此17個詞彙為：e-learning, elearning, electronic learning, digital learning, online learning, on-line learning, distance learning, distant learning, web-based learning, computer-based learning, networked learning, Internet-based learning, mobile-learning, m-learning, ubiquitous learning, u-learning, distant education，論文出刊年度限定為2000~2009年，共10年，但不限定期刊所屬的主題領域(subject category, SC)，總計檢索到2,125筆期刊文獻之書目資料。

(二) 選定自動化文獻探勘工具

Cobo、López-Herrera、Herrera-Viedma與Herrera(2011)曾調查比較九種科學計量的分析工具，發現每一種都有其優缺點，沒有一種工具可以涵蓋所有的科學計量任務。本研究使用之自動化內容探勘工具為台灣網站上即可下載獲得CATAR工具(曾元顯、林瑜一，2011；Tseng, & Tsay, 2013)。此工具是利用自動化文獻內容探勘技術，進行領域主題的發展軌跡分析，可有效輔助傳統人工方式的分析，達到半自動進行主題分析的目的。CATAR可支援之文獻分析類型如下。

1. 概觀分析：對全部文獻進行：
 - (1) 各項書目資料的基本統計；
 - (2) 最具生產力的作者、機構及國家；
 - (3) 被引用最多的期刊及最具有影響力的作者等分析。
2. 依據書目對進行的主題歸類以及各項書目資料的交叉統計。
3. 依據共現字(co-occurrence words)進行的主題歸類以及各項書目資料的交叉統計。

最後兩項主題歸類分析所得資訊，除可辨識文件集之次主題(sub-topics)，也可揭示主題和作者之關聯(例如在某一主題中最有成效的作者或機構)。

(三) 下載文獻剖析(概觀分析)

將WoS資料庫下載之書目資料：篇名、摘要、關鍵詞、出刊年代、作者、機構、國別、期刊名稱、引用文獻等資訊，運用CATAR工具進行剖析並儲存至Access關聯式資料庫中，並進行概觀分析。

(四) 關聯計算(書目對、共現字分析)

透過概觀分析後產生的結構化資料，可作進一步的書目對、共現字分析；共現字分析的資料來源，是以文件篇名與摘要欄位為主；書目對分析則針對引用文獻(cited References, CR)欄位作為文件關聯計算的依據。這兩種關聯計算方法，說明如下：

1. 書目對文件關聯計算

書目對是指兩篇文章(如圖1之Paper A與B)若引用到共同的書目資料(如Ref.2)，則此兩篇文章產生了耦合關係(coupling)。同樣的，共同的書目資料越多，表示此兩篇文件在主題上越相似、關係越強。例如：如圖1 Paper A與B共同引用到書目資料Ref.2，其書目對相似度以Dice係數計算為： $2 \times 1 / (3 + 2) = 2/5 = 0.4$ 。

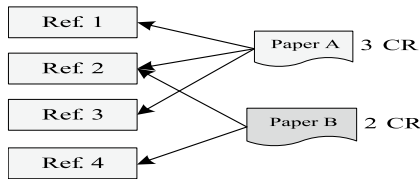


圖1 書目對文件關聯示意圖

2. 共現字(co-word)文件關聯計算

共現字是指兩篇文章的內文(圖2之標題或摘要)裡，使用到相同的關鍵詞彙(亦即某關鍵詞彙共同出現在此兩篇文件的情形，如Word 2同時出現於Paper C與D)，當共現字越多，則此兩篇文件的主題相似度也越高。

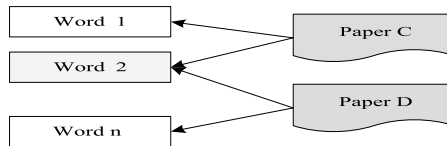


圖2 共現字文件關聯示意圖

上述文件關聯計算後，可獲得任意兩文件的相似度矩陣，經由階層凝聚歸類法，可將主題相似的文件歸類在一起。若歸類出來的類別還是很多，不利分析，則可再次採用階層凝聚歸類法，進行多階段主題歸類(multi-stage clustering)分析，逐漸從待分析的文獻中，浮現出概念、主題、次領域的階層式知識架構。

(五) 多面向交叉分析

文獻經過主題歸類與辨識後，研究人員關注的經常是領域的發展趨勢，藉由各種趨勢指標，可以量化分析各主題的研究趨勢，並進一步探索跟主題趨勢

相關之國家與作者。本文採用 Tseng、Lin、Lee、Hung 與 Lee (2009) 所印證的最穩定的趨勢指標，來量化各研究主題的發展趨勢。此指標其實是年代篇數序列的線性回歸斜率 (slope of the linear regression line, 簡稱 slp)，其計算公式如下：

$$slp = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}} \text{ 其中 } x_i = i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n i \text{ 且 } y_i = d_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

此公式假設某研究主題在 n 個時間區間中，其第 i 個區間有 d_i 篇論文，則 $[d_1, d_2, \dots, d_n]$ 為該主題的篇數時間序列，依照上述公式計算得到的線性回歸斜率 slp ，做為此主題的趨勢指標，可用以比較各主題的研究趨勢，預測各個主題的熱門程度。

(六) 邀請專家學者驗證歸類的主題架構

藉由數位學習領域學科專家與學者之專業知識，驗證與比較自動化文獻探勘工具 CATAR 所得之主題歸類結果。本研究共訪談了五位專家，在進行訪談時，提供受訪之專家共現字與書目對個別的主題分析結果、*C&E (Computers & Education)* 期刊的知識分類主題架構，以及 *BJET (British Journal of Educational Technology)* 期刊的類別屬性關鍵詞彙與 *ASTD (American Society for Training and Development)* 的相關領域關鍵詞分類，藉以增修各主題類別類目，以期能歸納出較為正確性、合理性之研究主題。

四、結果與討論

依據上述方法，茲將研究結果分為七個部分說明：第一至四部分先進行這 2,125 篇文獻之概觀量化分析，統計出論文發表數量最多的作者與國家；第五、六部分則分別基於共現字與書目對進行文獻歸類，自動偵測主題類別；第七部分再依據共現字與書目對的主題類別與 *C&E* 期刊知識分類架構進行比對分析，並針對學科專家對主題歸類結果訪談中提出之意見與建議進行主題類別微調，最後綜合討論歸結出本研究所建議之數位學習領域主題類別架構。

(一) 數位學習領域期刊文獻年代分佈及作者發表篇數分析

依據本研究所訂定的關鍵字搜尋 WoS 資料庫中的 SSCI 期刊論文，介於 2000 年至 2009 年間之數位學習領域期刊文獻共 2,125 篇，表 3 顯示其年代及篇數之分佈。

表 3 數位學習領域期刊文獻年代分佈情形

年代	總計	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
篇數	2,125	119	137	110	149	136	216	180	292	423	363

表3顯示文章篇數大致呈現逐年成長趨勢，尤其以2008年發表423篇達到最高峰，而至2009年有略微下降之趨勢。再將各年代發表篇數前十名作者進行分析，結果如表4所示。

表4 數位學習領域SSCI期刊發表篇數前十名作者之發表年代及篇數分析

排名	作者	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	合計	<i>slp</i>
1	Tsai, C. C.	0	0	1	1	2	5	1	3	9	6	28	0.88
2	Richardson, J. T. E.	0	2	1	1	1	1	1	3	2	2	14	0.12
3	Koper, R.	0	0	0	0	2	2	2	2	3	2	13	0.09
4	Chan, T. W.	0	1	1	4	1	2	0	2	0	0	11	-0.2
5	Chen, G. D.	1	1	0	0	0	0	1	2	4	2	11	0.26
6	Huang, Y. M.	0	0	0	0	0	1	0	2	3	5	11	1.1
7	Hwang, G. J.	0	0	0	0	1	0	0	0	6	3	10	0.8
8	Cronje, J. C.	0	1	0	2	0	0	3	0	2	1	9	0.08
9	Chen, N. S.	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	8	-1
10	Chen, C. M.	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	7	0.7

觀察表4得知：自2000年至2009年10年間，國際間論文發表數量前十名的作者，有七位來自台灣，顯見台灣作者在數位學習領域的論文生產力表現耀眼。

再由研究主題趨勢預測指標 *slp* 顯示，Tsai, C. C. (*slp*=0.88)、Huang, Y. M. (*slp*=1.1)、Hwang, G. J. (*slp*=0.8)、Chen, C. M. (*slp*=0.7) 等作者之生產力呈現較大的正斜率值，顯示其發表論文篇數逐年遞增的趨勢明顯。

(二) 數位學習領域期刊文獻發表篇數國家生產力分析

針對數位學習領域文獻作者所屬國家的篇數統計，結果如表5所示。

表5 數位學習領域SSCI期刊發表篇數前十名國家之發表年代與篇數分析

排名	國家	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	合計	<i>slp</i>
1	美國	59	54	52	61	44	90	56	78	112	91	697	5.18
2	英國	23	25	26	26	23	34	27	59	83	34	340	3.3
3	台灣	3	9	6	11	9	15	15	42	68	62	240	6.92
4	澳洲	7	7	6	4	5	16	9	21	24	27	126	2.42
5	加拿大	6	3	4	7	7	10	8	19	27	14	105	1.95
6	荷蘭	1	2	2	2	14	11	5	8	14	13	72	1.38
7	中國	2	5	2	5	2	7	5	16	12	10	66	1.19
8	西班牙	0	2	1	0	2	4	5	7	15	20	56	2.18
9	德國	1	1	0	4	8	3	5	8	14	11	55	1.33
10	南非	0	2	0	5	1	8	9	6	8	7	46	0.9

表5顯示，文獻發表篇數排名前三名的國家分別為美國697篇、英國340篇和台灣240篇。再從趨勢預測指標結果顯示，台灣的論文篇數成長趨勢表現最為耀眼 (*slp*=6.92)，而美國 (*slp*=5.18)、英國 (*slp*=3.3)、澳洲 (*slp*=2.42) 及西班牙 (*slp*=2.18) 的發表篇數也有逐年遞增的趨勢。但趨勢預測指標居於前三名的台灣、美國及英國，在2009年的發表篇數均有下降的現象，原因為何需要進一步分析探究。

(三) 數位學習領域高生產力國家與作者之論文被引用分析

根據表5的高生產力國家，表6列出其論文發表篇數(normal count, NC)、被引用次數(times cited, TC)、每篇文章平均被引用次數(citations per paper, CPP)、按作者合著比例等分計算的發表篇數(fractional count, FC)、按作者合作比例計算的被引用次數(fractional times cited, FTC)、及按作者合作比例計算的每篇文章平均被引用次數(fractional cpp, FCPP)。

表6 數位學習領域發表篇數前十名國家及其論文被引次數分析

排名	國家(C1)	NC	TC	CPP	FC	FTC	FCPP	佔總篇數%
1	Usa	697	4,229	6.07	645.3	3,822.7	5.92	33
2	Uk	340	1,755	5.16	312.1	1,507.1	4.83	16
3	Taiwan	240	1,719	7.16	226.7	1,663.2	7.34	11
4	Australia	126	723	5.74	107.8	560.3	5.2	6
5	Canada	105	499	4.75	91.5	441.7	4.83	5
6	Netherlands	72	588	8.17	59.2	438.5	7.41	3
7	China	66	381	5.77	51.8	318.8	6.15	3
8	Spain	56	434	7.75	49.3	321.8	6.53	3
9	Germany	55	384	6.98	45.8	317.8	6.94	3
10	South Africa	46	89	1.93	41.8	77.7	1.86	2

註：NC：各作者發表篇數，依其掛名作者的論文數計算。計算國家的NC時，若合著者(不論幾人)屬兩國家，則該兩國篇數各累加一次。

TC：從WoS資料庫下載書目資料時，TC欄位所記載該論文被引用次數，會因下載時間而有不同。表中數據為該國TC欄位累加總和。

CPP=TC/NC；FCPP=FTC/FC

FC：按作者合作比例等分計算篇數，如一篇文章有兩作者，則各累計0.5篇

FTC：按作者合作比例計算被引用次數

FCPP：按作者合作比例計算每篇文章平均被引用次數

表6值得注意的是，排名第六的荷蘭雖只發表72篇，但其被引用次數高達588次，每篇文章平均被引用次數為8.17次，排名第一。而台灣的文章被引用總次數高達1,719次，CPP則為7.16次，顯示台灣發表的文章具有相當高的品質。

表7 數位學習領域發表篇數前五名作者及其論文被引次數分析

排名	作者	NC	作者	TC	作者	CPP	作者	FC
1	Tsai, C. C.	28	Tsai, C. C.	259	Robertson, E. M.	54.25	Tsai, C. C.	13.8
2	Richardson, J. T. E.	14	Robertson, E. M.	217	Press, D. Z.	54.25	Richardson, J. T. E.	8.2
3	Koper, R.	13	Press, D. Z.	217	Pascual-leone, A.	54.25	Kazmer, M. M.	5.5
4	Chan, T. W.	11	Pascual-leone, A.	217	Kornilakis, H.	54	Chen, C. M.	4.8
5	Chen, G. D.	11	Chan, T. W.	183	Merrill, M. D.	53	Cronje, J. C.	4.6
6	Huang, Y. M.	11	Mayer, R. E.	183	Lai, J. Y.	49	Chen, G. D.	4.2
7	Hwang, G. J.	10	Wang, Y. S.	148	Ong, C. S.	49	Cook, D. A.	4
8	Cronje, J. C.	9	Cook, D. A.	144	Sheu, J. P.	47	Hrastinski, S.	4
9	Chen, N. S.	8	Koper, R.	124	Magoulas, G. D.	38.67	Koper, R.	3.9
10	Chen, C. M.	7	Grigoriadou, M.	124	Papanikolaou, K. A.	38.67	Chang, C. C.	3.8
11	Mayer, R. E.	7	Magoulas, G. D.	116	Olivier, B.	37.5	Huang, Y. M.	3.6
12	Tseng, S. S.	7	Papanikolaou, K. A.	116	Cheung, C. M. K.	34	Kalyuga, S.	3.5
13	Van merrienboer, J. J. G.	6	Kornilakis, H.	108	Martens, R. L.	33	Liaw, S. S.	3.5
14	Wang, M. J.	6	Merrill, M. D.	106	Grigoriadou, M.	31	Trentin, G.	3.5
15	Liaw, S. S.	6	Richardson, J. T. E.	101	Atkinson, R. K.	29.67	Nichols, M.	3.5

表7為2000~2009年10年間，數位學習領域高被引文章之作者生產力排名（僅列出NC欄中篇數超過6篇者）。

表7顯示數位學習領域論文發表篇數之作者生產力排名，第一名為台灣的Tsai, C. C.，發表28篇；第二名為英國的Richardson, J. T. E.，發表14篇；第三名為荷蘭Koper, R.，發表13篇。至於每篇文章平均被引用次數超過40次以上的作者有美國的Robertson, E. M.，西班牙的Press, D. Z.，美國的Pascual-leone, A.，希臘的Kornilakis, H.，美國的Merrill, M. D.，台灣的Lai, J. Y.，台灣的Ong, C. S.，台灣的Sheu, J. P.。由上述作者之高被引用文章篇數與每篇平均被引用次數，統計結果分析顯示並非成正比例。若考慮作者合著之情況，則會變更高被引文章計算方式，結果顯示台灣的Tsai, C. C.仍排名第一；排名第二、三名則依序為英國Richardson, J. T. E.、美國Kazmer, M. M.。原排名第三位之Koper, R.排名變更為第十位；而台灣Chen, C. M.排名則從第十名大幅躍升至第四名。

(四) 數位學習領域期刊論文發表篇數所屬研究領域別、年代分析表

統計這2,125篇文章在WoS資料庫總共約225個主題領域的分佈，發現有132個主題領域都有數位學習方面的研究，如表8所示，顯示數位學習不但研究主題多元，且為一跨領域的學門。對數位學習投入較多研究的領域依次為：Education & Educational Research (1,134篇，佔51%)；Computer Science, Interdisciplinary Applications (276篇，佔12%)；Information Science & Library Science (188篇，佔8%)。其中排名第四的Nursing領域 (154篇，佔7%)成長趨勢快速，有逐漸超越Information Science & Library Science領域的趨勢。圖3為表8對應之統計圖表，其意涵著對不同領域進行數位學習研究主題的比較研究，將有助於了解其關注議題的差異性，從而可宏觀的看待這個研究主題的發展趨勢與影響範圍。

表8 數位學習領域期刊論文發表篇數所屬研究領域別、年代分析表

排名	主題領域	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	合計	slp
1	Education & Educational Research	47	54	54	70	83	107	93	149	262	215	1,134	21.43
2	Computer Science, Interdisciplinary Applications	13	14	18	13	10	14	10	45	71	68	276	6.21
3	Information Science & Library Science	17	13	13	24	8	23	32	23	26	9	188	0.65
4	Nursing	10	13	9	16	8	19	10	16	29	24	154	1.61
5	Education, Scientific Disciplines	1	4	6	5	1	20	3	15	20	23	98	2.23
6	Computer Science, Information Systems	6	8	7	14	2	11	12	12	14	9	95	0.59
7	Psychology, Multidisciplinary	3	4	6	2	8	9	11	21	16	15	95	1.79
8	Psychology, Experimental	2	3	3	1	5	7	9	20	13	13	76	1.7
9	Psychology, Educational	3	7	6	7	4	5	6	10	8	12	68	0.64
10	Health Care Sciences & Services	0	2	5	4	1	16	0	11	10	11	60	1.07

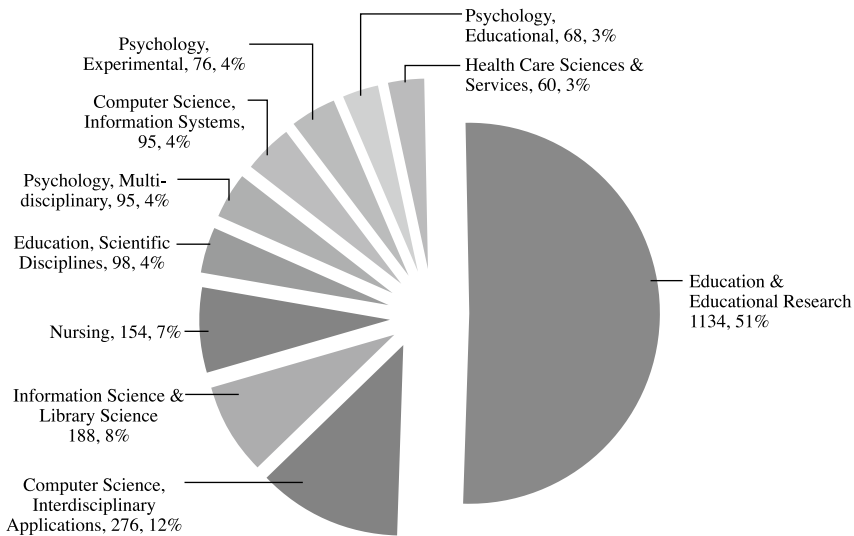


圖3 數位學習期刊文獻所屬領域別發表篇數統計

(五) 數位學習領域期刊文獻共現字主題歸類剖析之主題特性

本研究依共現字主題歸類結果，剖析出以下20個主題類別以及其類別描述詞，分別為：

主題CW01: Environment, instructional 主要為教學環境之探討，合計有843篇，其中美國發表文章最多，有259篇，英國發表143篇，台灣發表109篇。生產力最高之前三名作者皆為台灣作者：Tsai, C. C. 發表23篇，Chan, T. W. 發表7篇與Hwang, G. J. 發表6篇。此主題類別包含下列研究議題：distance learning (282篇)、Usability/user studies (86篇)、Cooperative/collaborative learning (92篇)、CD-ROM (46篇)、Gender studies (68篇)、Virtual word (41篇)、Outcomes (44篇)、Human computer interaction (20篇)、Human-machine interface (45篇)、Laboratory (27篇)、Environment (35篇)、Learning style (29篇) 及 Science (28篇) 等，顯示其涵蓋多樣性的綜合議題。

主題CW02: Health 以健康為主，研究議題包含醫療保健、公共衛生、線上學習、遠距教育等。就國家而言以美國發表文章最多，達112篇，英國發表33篇，加拿大12篇；最具生產力前三位作者分別為美國Lewis, D.、義大利Trentin, G. 與美國Laraia, B. A.。

主題CW03: E-learning system, Material 則探討數位學習系統、學習教材、知識為基礎的系統、學習管理系統、資源為基礎的學習和內容管理等。台灣發表49篇，美國發表33篇，英國發表17篇；最有生產力的前三位作者分別為台灣Chen, C. M. 發表6篇，Tseng, S. S. 發表6篇與Tsai, C. C. 發表5篇。

主題CW04: Instructional management system (IMS) 係與教學管理系統、教

學設計與教學者研究有關。美國發表最多，有23篇，台灣發表9篇，荷蘭8篇；最有生產力前三位作者分別為美國Baylor, A. L.、台灣Deng, Y. S.、荷蘭Van joolingen, W. R.。

主題CW05: Instructor, networking 旨在探討網路教學、非同步教學支援與訓練、教學原理設計以及遊戲互動式合作學習。美國發表19篇，澳洲7篇，英國4篇；最有生產力前三位作者分別為澳洲Maddison, S.、美國Easterby, L.、澳洲Mazzolini, M.。

主題CW06: WWW-based course sites & learning resources 主要以網路為基礎的數位學習、開放式資源與學習教材。英國發表6篇，美國6篇，巴西3篇；最有生產力前三位作者分別為中國Zhu, X. H.、科威特Kartam, N.、義大利Persico, D.。

主題CW07: Medical education 係與醫學教育為主的視訊會議、演講、同步學習與電腦輔助學習。就發表國家而言，美國發表19篇，英國13篇，加拿大5篇；最具生產力前三位作者分別為英國Morris, E.、義大利Macchia, G.與比利時Heenen, M.。

主題CW08: Research perspectives 為探討高等教育學術品質、醫療、社群經驗、建構、同儕觀察之行動研究願景。英國發表29篇，美國17篇；最有生產力作者為英國Richardson, J. T. E.。

主題CW09: Computer-assisted instruction (CAI) 主要在研究分散式學習環境、電腦輔助教學、同步學習、護理與定量之研究。其中美國發表27篇，英國12篇，澳洲11篇；最有生產力作者為瑞典Hrastinski, S.。

主題CW10: Problem-based learning (PBL) 係與問題導向學習、線上學習管理系統、學習科技有關。澳洲發表11篇，美國8篇，英國6篇；最有生產力作者為澳洲Palmer, S.。

主題CW11: Modeling 為建模應用，目的在於了解使用者狀態，發展有效策略，提升學習成效。美國發表24篇，加拿大6篇，西班牙5篇；最具生產力前三位皆為美國作者分別Press, D. Z.、Robertson, E. M.與Pascual-leone, A.。

主題CW12: Education 則為高中與小學教育之應用。美國發表文章最多，達14篇，台灣4篇，加拿大3篇；最有生產力前三位作者分別為美國Moore, L.、美國Norr, J. L.與南非Ntuli, S.。

主題CW13: Lifelong learning 係有關於資訊系統之線上遠距終身學習議題。美國發表9篇，英國7篇；最具生產力前三位作者分別為斯洛伐克Sarmany-schuller, I.、中國Yang, M.與美國Magjuka, R. J.。

主題CW14: International challenges 是關於國際性合作課程模式之教學管理系統。美國發表14篇，英國9篇，加拿大6篇；最具生產力作者為美國Solem, M.與英國Hudson, B.。

主題CW15: Collaborative learning 探討協作學習、面對面進行數位學習，透過科技輔助、系統設計方法，提升學習效率。美國發表4篇，英國3篇；最具生產力前三位作者為塞浦路斯Constantinou, C. P.、西班牙Jaen, J. A. 與美國Tutty, J. I.。

主題CW16: m-learning 之主題研究為應用行動載具、學習物件與學習策略。美國發表5篇，台灣4篇，澳洲3篇；最有生產力前三位作者分別為智利Nussbaum, M.、紐西蘭Lin, T. Y.、澳洲Lemckert, C. J.。

主題CW17: Knowledge management 研究主題是關於知識表述、網路探勘、資料探勘之知識管理。英國發表5篇，台灣5篇，荷蘭4篇；最有生產力前三位作者分別為台灣Liu, B. J.、Liu, C. C.、荷蘭Romero, C.。

主題CW18: Formative assessment 為探討形成性評量、公司培訓與學習經驗。英國發表8篇，美國7篇，台灣6篇；最有生產力作者為台灣Wang, T. H.。

主題CW19: Rehabilitation education 為基於網路課程與學習資源網站之康復教育。美國發表14篇，台灣4篇，加拿大發篇；最有生產力前三位作者分別為加拿大Polatajko, H. J.、Rappolt, S. 與美國Herr, E. L.。

主題CW20: Prescriptive learning 是關於科技支援教學、輔助課程。英國發表4篇，美國4篇；最有生產力作者為阿根廷Amandi, A.。

所辨識出的共現字歸類主題與其年代之發展趨勢，如表9所示。

表9 共現字歸類代表性研究主題與年代之發展趨勢

主題	筆數	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	slp	slp排名
CW01	843	48	60	43	71	54	84	66	114	169	134	11.56	1
CW02	224	20	14	10	17	12	23	19	27	44	38	2.87	3
CW03	152	4	9	6	6	15	11	17	18	35	31	3.12	2
CW04	75	4	0	6	3	5	10	7	14	15	11	1.36	5
CW05	45	0	1	6	5	2	4	2	11	5	9	0.68	11
CW06	33	2	3	5	1	1	3	2	8	5	3	0.26	18
CW07	54	1	1	1	2	1	9	5	4	18	12	1.52	4
CW08	53	1	3	3	5	4	6	7	7	10	7	0.79	10
CW09	75	7	1	2	5	4	8	8	11	14	15	1.34	6
CW10	55	2	2	3	7	2	6	4	8	10	11	0.95	8
CW11	56	2	4	0	2	3	5	9	12	10	9	1.14	7
CW12	34	1	1	2	1	1	3	1	7	7	10	0.91	9
CW13	24	0	6	1	0	2	3	3	1	7	1	0.02	19
CW14	40	2	2	3	1	2	5	3	7	11	4	0.67	12
CW15	18	1	1	1	0	0	1	1	3	5	5	0.47	15
CW16	23	1	0	1	3	1	2	1	1	7	6	0.54	13
CW17	29	4	2	0	0	2	1	4	3	6	7	0.49	14
CW18	44	1	9	3	3	2	5	3	4	5	9	0.32	17
CW19	22	4	1	1	0	6	4	0	2	3	1	0	20
CW20	18	1	1	0	3	0	0	2	1	3	7	0.42	16

綜合歸納共現字主題分析之結果，顯示可剖析出數位學習領域一些代表性的研究議題，但在人工解讀類別標題名稱時，仍出現某些類別特徵不易辨識的

問題。為了更進一步探析出較具意義之主題類別，本研究依前述流程繼續進行書目對歸類分析。

(六) 數位學習領域期刊文獻書目對主題歸類剖析之主題特性

依書目對歸類結果，分析出以下15個主題，其類別描述詞以及代表性議題分述如下：

主題BC01: Communities為探討社群、非同步、虛擬線上數位學習與電腦多媒體視訊會議相關研究。美國發表89篇，英國發表88篇，澳洲發表23篇；生產力前三名作者分別為美國Kazmer, M. M.、台灣Chen, G. D.、澳洲Ellis, R. A.。

主題BC02: e-learning environment為探討數位學習環境、網路學習系統、學習風格和自我學習成效的相關研究。台灣發表99篇，美國66篇，英國48篇；生產力前三名作者分別為台灣Tsai, C. C.、英國Richardson, J. T. E.、台灣Chan, T. W.。

主題BC03: Cognitive為研究學習環境中認知負荷、教學者培訓與支援的自我調整之相關主題。美國發表50篇，荷蘭22篇，德國17篇；生產力前三名作者分別為美國Mayer, R. E.、荷蘭van Merriënboer, J. J. G.、澳洲Kalyuga, S.。

主題BC04: Nurse在探討護理、助產、康復教育、遠距教育與資訊技術。美國發表50篇，加拿大22篇，澳洲17篇；生產力前三名作者為美國Connors, H. R.、美國Skiba, D. J.、台灣Yu, S. C.。

主題BC05: Health則跟健康、專業演講、心理健康、遠程醫療、用藥管理和超學習(hyper learning)。英國發表15篇，美國11篇，加拿大3篇；生產力前三名作者分別為英國Moneta, G. B.、美國Smith, G. G.、英國Gresty, K.。

主題BC06: Distance education為遠距學習、遠距教育相關研究。美國發表38篇，英國8篇，以色列5篇；生產力前三名作者分別為以色列Gorsky, P.、美國Petracchi, H. E.、以色列Caspi, A.。

主題BC07: Mobile learning主要研究行動學習、無所不在的學習、互動式載具、虛擬教室線上學習以及個人化學習。台灣發表28篇，美國12篇，中國7篇；生產力前三名作者皆為台灣Huang, Y. M.、Chen, C. M.及Chen, G. D.。

主題BC08: Collaborative learning在探討合作學習與個人化學習之教育研究。英國發表13篇，西班牙4篇，愛爾蘭3篇；最具生產力作者為西班牙Verdejo, M. F.。

主題BC09: scientific, conceptual change在探討科學教育、概念轉變等議題。美國發表7篇，台灣5篇，英國4篇；最有生產力作者分別為美國Recker, M. M.、台灣She, H. C.。

主題BC10: Competency management則為探討性別差異、能力管理訓練之自我效能。美國發表10篇，南非6篇，台灣3篇；最具生產力作者為南非Cronje, J. C.。

主題BC11: CMI (computer-managed instruction) 與數位學習的適性技術、虛擬實境及網站課程學習資源有關。美國發表9篇，台灣8篇，英國4篇；生產力前三名作者為台灣Yang, C. H.、美國Bowling, S. R.、美國Khasawneh, M. T.。

主題BC12: Motivation 主要研究高中科學教育、網路合作學習的自主性與動機相關議題。美國發表9篇，台灣7篇，荷蘭3篇；最具生產力作者為台灣Liaw, S. S.。

主題BC13: Game 主要以遊戲為主，並應用音樂技術與虛擬學習環境。英國發表8篇，加拿大4篇，美國4篇；生產力前三名作者分別為美國Menchaca, M. P.、英國Gilmore, S.、加拿大Sinclair, M.。

主題BC14: Promotion, gerontology, distance education 跟老年人的遠距學習有關。美國發表19篇；生產力前三名作者皆為美國學者，分別是DeLoach, S. B.、Solem, M.、Greenlaw, S. A.。

主題BC15: Citizenship, citizenship in higher education 與市民的高等教育有關。英國發表7篇，美國4篇；生產力前三名作者為英國Sosabowski, M.、西班牙Gonzalez, M. J.、以色列Shoham, S.。

書目對歸類所辨識出來的主題與其年代之發展趨勢，如表10所示。

表10 書目對歸類代表性研究主題與年代之發展趨勢

主題	篇數	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	slp	slp排名
BC01	318	13	14	10	25	23	29	30	48	73	53	5.96	1
BC02	311	5	19	13	18	22	33	16	49	71	65	6.6	2
BC03	143	3	6	7	11	9	22	17	17	23	28	2.58	3
BC04	71	6	10	6	8	6	9	3	7	6	10	0.01	15
BC05	38	1	2	4	0	4	6	3	4	11	3	0.56	8
BC06	74	7	6	5	12	5	9	8	6	7	9	0.13	14
BC07	58	1	2	1	1	1	3	1	9	20	19	2	4
BC08	32	5	3	3	1	1	1	3	6	5	4	0.16	13
BC09	23	0	0	2	1	2	1	3	2	5	7	0.68	7
BC10	31	4	2	0	4	1	4	2	3	6	5	0.3	9
BC11	29	3	0	3	4	1	3	3	6	3	3	0.21	11
BC12	29	0	0	1	1	2	2	1	9	6	7	1.04	5
BC13	29	1	0	2	1	2	3	1	4	7	8	0.75	6
BC14	20	1	0	0	4	3	3	1	3	3	2	0.22	10
BC15	21	1	1	2	4	1	2	3	0	3	4	0.18	12

(七) C&E 期刊知識分類架構與共現字、書目對歸類結果之對照

本研究利用CATAR自動產生之類別標題詞，如表11為基於共現字與書目對配合專家訪談微調後所歸納之主題架構，合計基於共現字有10個主題48類別；而基於書目對則有9個主題30類別。其依據對照機制則以自動化工具剖析書目對(BC)與共現字(CW)主題歸類之自動提取類別標題詞，進行單一類別參照比對C&E期刊知識分類，並輔以ASTD與BJET類別屬性關鍵詞彙，再邀請領域學者專家協助微調歸納，最後仍有少數主題類別難以明確給定類別標題詞。

表 11 數位學習領域期刊文獻經專家訪談微調後所歸納之主題架構

代碼	C&E 期刊 主題類別	代碼	類別：CATAR- 剖析歸類之類別標題詞 (共現字 CW；書目對 BC)
T01 Applications		C1-1	Authoring tools
		C1-2	Evaluation of impact
		C1-3	Groupware tools
		C1-4	CW Interactive learning environments: synchronous, lecture, higher, interactive, education BC Interactive learning environments: social, asynchronous, computer-mediated, interaction, online
		C1-5	CW Multimedia / hypermedia applications: videoconferenc, authentic, responsibility, challenge, circumstance BC Multimedia / hypermedia applications: participation, conference, reflection
		C1-6	Research perspectives
		C1-7	BC Virtual reality: mobile, virtual online classroom, compliant, cube, research and development of web-based virtual online classroom
		C1-8	CW WWW-based course sites & learning resources: web-based program, open source, digital, facet analysis BC WWW-based course sites & learning resources: direct-instruction, textual, telepointer, direct-instruction model
		C1-9	CW Game: game, competitive, collaborative interaction, chat, competitive learn BC Game: game, upper, music, cohort-blended, engineer education
		C1-10	CW Knowledge management: mining, design pattern, web mining, data mining
T02 Design and Environments		C2-1	CW Design principles: principle, validity, facilitator, instruction BC Design principles: approaches, student, higher, distance, communication
		C2-2	CW Human computer interaction: computer-based, structure, interactive, instructional BC Human computer interaction: Cmc (computer mediated communication), experiment, university
		C2-3	CW Human factors: learn style, learner, adaptive BC Human factors: style, web-based, learn, student
		C2-4	CW Usability / user studies: library, user, information, technology BC Usability / user studies: development, empirical, material, usability
		C2-5	User interface design
T03 Discipline Areas		C3-1	Interdisciplinary
		C3-2	CW International challenges: international, education, course model
		C3-3	BC Language: language, oral, gramma, english
		C3-4	CW Science: professional development, science, teacher, approaches
		C3-5	CW Health: online course, literacy, palliative care, distance learn, interactive television, online education, healthcare, public health BC Health: e-learning, professional, health, nurse, feasibility
		C3-6	CW Medical education: medical education, cai, pda, physic, computer-assisted

	C3-7	CW <i>Nurse</i> : assignment, nurse , online, module, participation BC <i>Nurse</i> : nurse , midwifery education, rehabilitation education, peer review of online
T04 Education	C4-1	CW Lifelong learning : trust, lifelong learn, cognitive style, team, online distance learn
	C4-2	CW Primary : intervention, early, primary school
	C4-3	Secondary
	C4-4	CW Tertiary : cultural, high, school, program
T05 Evaluation and Measurement	C5-1	BC Instrument design : evaluation, web-based, paradigm, system, education
	C5-2	CW Formative assessment : formative, formative assessment, formative evaluation
	C5-3	CW Peer assessment : peer, web-based learn, mechanism, behavioral, tutor
	C5-4	CW Quantitative research : critical think, quantitative, critical think skill, security, qualitative
T06 Experimentation	C6-1	CW laboratory, virtual, teach, science, student
T07 Infrastructure, Management	C7-1	CW Architectures for educational technology system : metadata, object, resource, ontology, lom
	C7-2	CW Design of distance learning systems : distance, education, distance education, student, teach BC Design of distance learning systems : distance learn, education, difference, effectiveness, distance education
	C7-3	CW Distributed learning environments : hybrid, flexible, satisfaction, distance-learning, course
	C7-4	CW Methodologies for system design : methodology, debate, digital collaboration, collaborate, net BC Methodologies for system design : educational research, personalisation, quantify, tourism, synthesis
	C7-5	CW Multimedia / hypermedia systems : cd-rom, library, distance education, programme
	C7-6	CW Site management considerations : hospital, web site, adoption, pain
	C7-7	CW WWW-based course-support systems : commitment, web-based learn environment, talent, search, information commitment BC WWW-based course-support systems : self-regulated learn, solve, environment, problem
	C7-8	CW Knowledge-based system : map, learn system, material, concept, learn material
	C7-9	CW Content management : annotation, e-learning environment, document, user, propose
	C7-10	CW Learning management systems : e-learning system, portfolio, rule, learner, analysis
	C7-11	CW Learning technology : elearn, academic staff, learn technology, staff and student
	C7-12	CW F2F (face-to-face) : face-to-face learn, efficiency, face-to-face contact, technology-assisted, learn efficiency
T08 Languages	C8-1	Java
	C8-2	Programming
T09 Legal, Economic and Ethical Aspects	C9-1	Academic dishonesty
	C9-2	Emerging technologies & accessibility

	C9-3	CW Gender studies and special populations: gende, internet-based learn environment, male, constructivist internet-based learn environment, female
		BC Gender studies and special populations: competitive, self-efficacy and gender, perform
	C9-4	Music of technology
	C9-5	BC Policy: policy, student, identity, e-learning, social
	C9-6	Security
T10 Pedagogy	C10-1	CW Constructivism: constructivist, action research, observation, peer observation
		BC Constructivism: construction technology, adaptive technology for e-learning, environment in construction technology, virtual construction site, virtual reality
	C10-2	CW Cooperative/ collaborative learning: collaborative learn, network , social
		BC Cooperative/ collaborative learning: collaborative, bandwidth, corba paradigm, e-training, domotic
	C10-3	BC e-learning: acceptance, e-learning, intention, empirical, adoption
	C10-4	Formal and informal learning enviroments
	C10-5	Implementation experiences
	C10-6	CW m-learning: mobile phone, learn strategy, handheld, learn object design
		BC m-learning: mobile, mobile learn, technology, device, interactivity
	C10-7	BC Personalized learning: item, item response theory, personalized e-learning system
	C10-8	CW Cognition: instructional, learn outcome, graphic, cognitive, learn environment
		BC Cognition: computer-based, load, cognitive load, effect
	C10-9	CW Motivation: presence, social presence, intrinsic motivation, online and face-to-face, e-learning effective
		BC Motivation: motivation , science, autonomy, web-based collaborative
T11 Security		
T12 Standardization	C12-1	BC constructive, egyptian, standardize, click: stimulate
T13 Teaching and learning	C13-1	CW Communities: community, experience, online, medical, student
		BC Communities: community, university, action
	C13-2	CW Environment: instructional design, learn environment, learner, research
		BC Environment: learn environment, web-based learn, self-efficacy, belief, internet-based
	C13-3	CW Implementation classroom teaching: world wide web, classroom, web-based, teacher, virtual
	C13-4	CW Instructor networking: agent, social, computer, tutor, student
	C13-5	CW Instructor training and support: discussion forum, post, instructor, thread, conference
		BC Instructor training and support: self-instructed, ALFAnet, library-user, language learn
	C13-6	New Roles for teachers/learners
	C13-7	CW Strategies: pbl, problem-based learn, off-campus, engineer education

C13-8 CW Training: company, customer, e-learning, train, model
BC Training: train, metaphor, rethink, manifesto, catalogue student
C13-9 CW Mentoring: mentor, student teacher, indirect, unit of learn, pathway
C13-10 CW Navigation: metaphor, navigation, element, common, analogy

註：主題類別標註粗斜體者表示為CATAR歸類剖析之新增類別標題（參考BJET與ASTD之類別屬性關鍵詞彙）；另一標示如C10-6：mobile, mobile learn, technology, device, interactivity為CATAR書目對(BC)歸類剖析之類別標題詞。

表12為CATAR自動化歸類與C&E主題架構對應統計結果，在C&E人工專家歸納所得的13個研究主題，合計對應的71個類別中，計有48組共現字(CW)與30組書目對(BC)與C&E之主題類別具有對應關係，且其中有23組主題類別無論採用共現字或書目對均可對應至相同的C&E主題架構類別。換言之，CATAR分析歸類結果總計有11個研究主題及55個類別與C&E期刊的專家主題分類架構相互對應，其可對應的比例高達77.5%。

表 12 CATAR 分析歸類結果與C&E對應統計

C&E (主題T)	C&E (類別數C)	CATAR 歸類主題	共現字 CW	書目對 BC	CW& BC	新增類別
T01	10	6	5	5	4	2
T02	5	4	4	4	4	0
T03	7	6	5	3	2	3
T04	4	3	3	0	0	0
T05	4	4	3	1	0	3
T06	1	1	1	0	0	1
T07	12	12	12	3	3	5
T08	2	0	0	0	0	0
T09	6	2	1	2	1	0
T10	9	7	5	7	5	2
T11	0	0	0	0	0	0
T12	1	1	0	1	0	1
T13	10	9	9	4	4	3
合計	71	55	48	30	23	20
%		77.5	67.6	42.3	32.4	

對應C&E的分類架構，本研究剖析出的主題類別比重，如圖4所示，分別為：基礎設施、管理與技術(Infrastructure, Management, Technology & Tech)佔22%、教學和學習(Teaching and learning)佔16%、教育學(Pedagogy)佔13%、應用(Applications)佔11%、學科領域(Discipline Areas)佔11%、設計和環境(Design and Environments)佔7%、評價和測量(Evaluation and Measurement)佔7%、教育(Education)佔7%。

表13為CATAR未剖析出歸類之對應主題類別，其可能發生原因為本研究所蒐集的文獻集中，完全沒有收錄到與這些研究主題相關之文獻，或者專家認為重要的研究議題，例如authoring tools, groupware tools, user interface design,

emerging technologies & accessibility, new roles for teachers/learners等論文，沒有提到e-Learning的詞彙，因此無法藉由本方法分析探勘出此類主題。

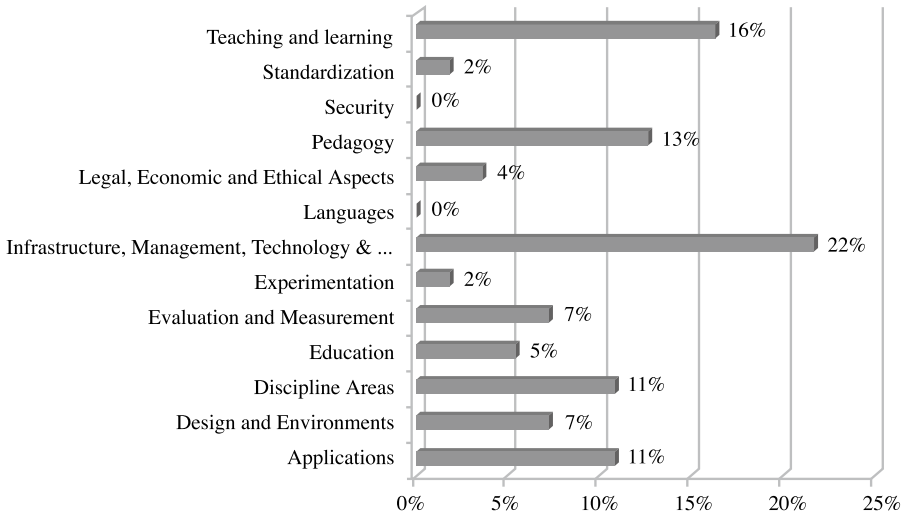


圖4 本研究歸類結果對應到C&E主題之比重

表 13 C&E 主題架構中 CATAR 未剖析出之類別對應表

代碼	C&E 主題名稱	代碼	C&E 類別名稱： CATAR 未剖析出歸類之對應類別
T01	Applications	C1-1	Authoring tools (創作工具)
		C1-2	Evaluation of impact (影響評價)
		C1-3	Groupware tools (群組工具)
		C1-6	Research perspectives (研究視角)
T02	Design and Environments	C2-5	User interface design (使用者介面設計)
T03	Discipline Areas	C3-1	Interdisciplinary (跨學科)
T04	Education	C4-3	Secondary (中學)
T08	Languages	C8-1	Java (程式語言)
		C8-2	Programming (程式設計)
T09	Legal, Economic and Ethical Aspects	C9-1	Academic dishonesty (學術倫理)
		C9-2	Emerging technologies & accesibility (新興技術和輔助功能)
		C9-4	Music of technology (音樂技術)
		C9-6	Security (資訊安全、著作權保護)
T10	Pedagogy	C10-4	Formal and informal learning enviroents (正式和非正式的學習環境)
		C10-5	Implementation experiences (實施經驗)
T11	Security		
T13	Teaching and learning	C13-6	New roles for teachers/learners (教師 / 學生新角色)

此外，表 14 為 CATAR 剖析歸類出來，但不包括在 C&E 主題架構類別之新增主題類別。其中就主題特性而言，從共現字與書目對共同對應之 C1-9: Game、C3-5: Health、C3-7: Nurse、C10-8: Cognitive、C10-9: Motivation、C13-9:

Mentoring，均為具有代表性且為新興的研究主題；而發展中的主題類別則有 C5-2: Formative assessment、C5-3: Peer assessment、C5-4: Quantitative research。再由共現字歸類分析結果觀察出 C7-8: Knowledge-based system、C7-9: Content management、C7-10: Learning management systems、C7-11: Learning technology 都是跟數位學習內容相關的重要研究議題。由上述 CATAR 所分析出之新增類別可明顯看出，某些重要的研究議題或新興研究主題，在利用 CATAR 進行自動化探勘，並輔以 BJET 與 ASTD 之類別關鍵詞進行主題命名後，可提供人工專家分類架構之類別新增與修訂之參考。

表 14 CATAR 剖析歸類與 C&E 主題比對之新增類別

代碼 主題名稱	代碼	CATAR 剖析歸類之新增類別 (篇數)
T01 Applications	C1-9	Game (42)
	C1-10	Knowledge management (29)
T03 Discipline Areas	C3-5	Health (262)
	C3-6	Medical education (19)
	C3-7	Nurse (98)
T05 Evaluation and Measurement	C5-2	Formative assessment (15)
	C5-3	Peer assessment (45)
	C5-4	Quantitative research (23)
T07 Infrastructure, Management, Technology & Tech	C7-8	Knowledge-based system (46)
	C7-9	Content management (31)
	C7-10	Learning management systems (20)
	C7-11	Learning technology (16)
	C7-12	F2F (face-to-face) (9)
T10 Pedagogy	C10-8	Cognition (121)
	C10-9	Motivation (42)
T13 Teaching and learning	C13-8	Training (51)
	C13-9	Mentoring (14)
	C13-10	Navigation (13)

綜合上述共現字可分析出較為廣泛的研究主題，而書目對分析可歸類出較為明確的代表性主題類別。亦即利用 CATAR 自動化內容探勘分析再輔以專家分類架構，不但可探勘出大多數專家所決定之主題類別架構，且可藉此發現新的研究主題。

(八) 討論

本研究旨在利用 CATAR 進行自動化文獻內容探勘，分別基於共現字、書目對探勘自 2000 年至 2009 年間數位學習領域 SSCI 期刊文獻之研究主題類別，並據此歸納數位學習領域研究主題架構。以下針對本研究所得之主題分析結果與過去相關研究結果進行比較，並闡述本研究所採用的主題分析歸類方法的特性。

本研究選擇 SSCI 為主要析對象，主因為探究社會科學中，有關數位學習研究的情形。WoS 中的另外一項引文索引 SCI (Science Citation Index) 屬於科學與工程領域，其搜錄的期刊與文獻數量均大幅超過 SSCI 的數量。為免結果被扭

曲，本研究先以SSCI的期刊論文進行探究。

過去的相關研究，如Hung (2010)是以二個關鍵詞彙(e-learning, Elearning)檢索出689筆2000至2008年期間與數位學習相關的期刊、會議文獻，而Chiang等人(2010)則以e-learning、distance learning、digital learning、electronic learning四個關鍵詞進行檢索1967至2009年期間SSCI國際期刊的文獻，得到1,944篇相關文獻。與之相較，本研究採用17個詞彙的檢索策略，共2,125筆結果，在相關文獻的界定方面，顯得更為完備。

此外，本研究以自動化工具進行文獻的主題萃取，據此比對並補足C&E專家分類架構，最後再輔以專家訪談進行微調，歸納出更為完整之數位學習領域主題架構。

再則，比較本研所得主題架構(如表11所示)與上述兩篇相關研究結果後，發現Maurer與Khan(2010)所分析出的14個研究主題概念大部分著重在教學科技(instructional / educational technology)、方法(instructional methods)、發展(instructional development)與學習者環境(learner environment)；而Hung(2010)研究結果所得15個類別主題中，計有systems and models、community and interactions、multimedia、adaption and usability、gaming、support systems、teaching and learning strategies和e-learning in medical education等8個類別主題與本研究有相同的歸類結果。因此本研究所剖析的主題類別，除與Hung(2010)的研究結果有超過半數相近，更能探析出較多的類別，例如m-learning、Personalized learning、Cooperative / collaborative learning and Knowledge management等具代表性的重要主題。

五、結論與建議

本研究旨在針對整體數位學習領域之相關研究文獻進行主題分析，透過廣義的關鍵詞彙，檢索SSCI期刊文獻合計2,125篇，再以自動化內容探勘工具CATAR進行共現字、書目對歸類剖析，並據此分別得到基於共現字與書目對之主題類別架構，最後邀請數位學習領域學者專家協助解讀，期能分析出數位學習領域全面性的主題架構，以幫助研究者掌握數位學習領域之研究全貌。本節將針對上述研究結果進行歸納，提出研究結論，也進一步提出數位學習領域未來研究主題發展的建議，以供後續之研究與參考。

(一) 數位學習領域SSCI期刊文獻發表之作者生產力

國際間這10年來最具生產力前十名最具影響力的作者中台灣作者即佔有七位，顯見台灣學者在數位學習領域的研究能量相當可觀。然而若考慮作者合著之情況，則高被引文章之作者生產力也隨之變更如下：台灣的Tsai, C. C.仍排名第一；排名第二為英國Richardson, J. T. E.、排名第三名美國Kazmer, M. M.、排

名第四名為台灣Chen, C. M.以及排名第五名的為南非Cronje, J. C.。觀察上述高被引文章之作者生產力結果與作者發表篇數之前五名有明顯差異，得知作者整體生產力除了與文章品質、發表篇數有關外，作者合著的多寡也是重要的變因。

(二)數位學習領域SSCI期刊文獻發表之國家生產力

由SSCI收錄期刊文獻統計得知：數位學習領域論文發表篇數趨勢預測指標居於前三名的國家分別為台灣($slp=6.92$)、美國($slp=5.18$)及英國($slp=3.3$)，且台灣自2006年起論文發表數量即以倍數遞增。根據Tseng、Chang、Tutwiler、Lin與Barufaldi (in press)的分析，其主要原因跟政府推動「數位學習國家型科技計畫」有關，顯然國家資源的適當投入，可以增進台灣數位學習研究的國際能見度與影響力。

(三)以共現字進行主題分析之特性

本研究發現共現字主題分析結果，會歸類出較為廣泛的研究主題（例如CW01探討教學環境即為多樣性研究主題，合計有843篇），導致自動擷取之關鍵標題詞彙，產生主題名稱決定的困難。也就是共現字主題歸類，會因為領域中的常用詞彙，出現在議題較不具鑑別度的文獻中，而比較容易得到具有多樣性議題的主題類別。

(四)以書目對進行主題分析之特性

相較之下，書目對分析因文件間相似度是根據參考書目計算，比共現字較為嚴謹，因此歸類的主題面向較少，但可信度較高，其研究主題的特性大都是較為聚焦的研究主題。對研究人員來說，除了可協助了解發展中的研究主題外，更可幫助專家辨識出重要且明確的研究議題，例如Game、Health、Nurse、Cognition、Motivation and Usability/user studies。

(五)C&E專家知識主題分類架構

C&E是數位學習重要的核心期刊之一，其主題分類架構，係以專家知識為基礎所訂定。本研究比較C&E的分類架構以及CATAR的自動化歸類結果，發現有近八成的主題可相互關聯與對應。透過CATAR之分析結果觀察其主題和類別間之從屬關係也較為清楚，因此有助於初入門的研究者，探索領域研究主題的相關文獻。

(六)建議與未來研究方向

本研究發現自動化工具能夠分析出未包含在專家所決定的類別主題。因此，可藉由自動化技術，協助領域學者專家，檢視期刊投稿主題類別架構，以決定是否有增修之必要。此外，數位學習領域研究主題受科技發展的影響頗

大，以致於研究主題常有變動現象。因此，有必要定期進行主題分析，以協助研究者掌握領域之過去、現在及未來的研究方向，自動化內容探勘技術可以改善人工分析的效率。

本研究亦發現，數位學習不但研究主題多元，且為一跨領域的學門，因此針對不同領域學門進行比較，有助於了解其關注之數位學習研究主題是否具有差異。例如可針對電腦科學和跨學科應用(276篇，佔12%)及資訊科學與圖書館學(188篇，佔8%)兩大領域進行數位學習主題分析，可凸顯電腦科學與圖書領域研究人員，對於數位學習研究主題關注的差異性。本研究僅以SSCI期刊文獻為主要研究對象，蒐集文獻的範圍仍不夠廣泛。未來的研究可擴大文獻範圍納入SCI、EI的資料，以便在分析上涵蓋更廣的研究議題。

誌 謝

本文由林信成、侯惠澤、陳年興、黃悅民、黃國禎、劉子健、蔡明月、羅思嘉等教授(依姓名筆畫排序)協助，才得以完成，謹此誌謝。本研究部分經費由教育部補助國立臺灣師範大學的「邁向頂尖大學計畫」贊助，特此誌謝。

參考文獻

- 王詩惠(2012)。我國2007~2011年數位學習相關研究所碩士論文研究議題與趨勢之內容分析。未出版之碩士論文，佛光大學學習與數位科技系，宜蘭縣。
- 吳京玲(2009)。台灣高等教育教學研究的現況與趨勢：博碩士學位論文分析。課程與教學，5(2)，81-112。
- 吳萬鈞(1998)。科學知識組織系統。資訊傳播與圖書館學，5(1)，19-42。
- 林君諱(2011)。我國2001-2010年數位學習博碩士論文之書目計量分析。未出版之碩士論文，台灣大學圖書資訊學研究所，台北市。
- 邱文心(2009)。下個世代的學習。上網日期：2012年2月29日，檢自<http://newsletter.teldap.tw/news/InsightReportContent.php?nid=2952&lid=277>
- 財團法人資訊工業策進會(2005)。2004數位學習白皮書。台北市：經濟部工業局。
- 財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心(2009)。中華民國科學技術年鑑[科技活動與成就—基礎研究(總論)，P351]。上網日期：2011年6月10日，檢自<http://yearbook.stpi.org.tw/pdf/2009/99-B-5-1.PDF>
- 陳光華、陳雅琦(2001)。臺灣人文學引用文獻資料庫之建置。圖書館學與資訊科學，27(1)，51-77。
- 陳年興、楊錦潭(2006)。數位學習：理論與實務。台北市：博碩文化。
- 陳志銘(2009)。創新數位學習模式與教學應用。台北市：文華。
- 陳弘哲(2005)。自動化建構e-Learning領域之概念圖。未出版之碩士論文，國立中山大學資訊管理學系研究所，高雄市。
- 曾元顯、林瑜一(2011)。內容探勘技術在教育評鑑研究發展趨勢分析之應用。教育科學研究期刊，56(1)，129-166。
- 曾憲雄、蔡秀滿、蘇東興、曾秋蓉、王慶堯(2005)。資料探勘。台北市：旗標。

- 黃騰、蔡今中、陳國棟(2008)。台灣數位學習之現況與展望。在袁賢銘等編，中華民國九十六年全國計算機會議論文集(三)(頁672-681)。台中縣霧峰鄉：亞洲大學資訊學院。
- 楊正宏、林燕珍、張俊陽、曾憲雄(2008)。台灣高等教育數位學習現況與展望。數位學習科技期刊，創刊號，1-15。
- 廖婉如(2009)。我國1998至2007年數位學習期刊論文及其引用文獻分析之研究。未出版之碩士論文，台灣大學圖書資訊學研究所，台北市。
- 蔡今中(2008)。數位學習學術研究。在財團法人資訊工業策進會編，2008數位學習白皮書(第四章，頁266-308)，台北市：行政院國家科學委員會。上網日期：2011年1月10日，檢自http://teldap.tw/Files/98W_tw.pdf
- 羅思嘉、陳光華、林純如(2001，11月)。圖書資訊學學術文獻主題分類體系之研究。圖書資訊學刊，16，185-207。
- Albrechtsen, H. (1993). Subject analysis and indexing: From automated indexing to domain analysis. *The Indexer*, 18(4), 219-224.
- Alden, J. (1998). *A trainer's guide to web-based instruction: Getting started on Intranet-and Internet-based training*. Alexandria, VA: ASTD Press.
- Baker, R. S. J. D., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17.
- Chiang, J., Kuo, C. -W., & Yang, Y. -H. (2010). A bibliometric study of e-learning literature on SSCI database. In X. Zhang, S. Zhong, Z. Pan, K. Wong, & R. Yun. (Eds.). *Proceeding Edutainment'10 Proceedings of the Entertainment for education, and 5th international conference on E-learning and games* (pp. 145-155). Berlin: Springer-Verlag.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402.
- European Commission. (2002). *eEurope 2005: An information society for all*. Brussels, Belgium: European Commission.
- Hung, J. -I. (2010). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16.
- Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264-323.
- Keengwe, J., & Kidd, T. T. (2010). Towards best practices in online learning and teaching in higher education. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 533-541.
- Maurer, H., & Khan, M. S. (2010). Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008: A scientometric and content analysis for selected journals and conferences using visualization. *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), 5-18.
- Nicholson, P. (2007). A history of e-learning: Echoes of the pioneers. In B. Fernández-Manjón, J. M. Sánchez-Pérez, J. A. Gómez-Pulido, M. A. Vega-Rodríguez, & J. Bravo-Rodríguez (Eds.), *Computers and Education: E-learning, from theory to practice* (chap. 1, pp. 1-11). Dordrecht: Springer.
- Rosenberg, M. J. (2001). *E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age*. New York, YK: McGraw-Hill.

- Shih, M., Feng, J., & Tsai, C. -C. (2008). Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals. *Computers & Education, 51*(2), 955-967.
- Tseng, Y. -H., Chang, C. -Y., Tutwiler, M. S., Lin, M. -C., & Barufaldi, J. P. (2013). A scientometric analysis of the effectiveness of Taiwan's educational research projects. *Scientometrics, 95*(3), 1141-1166.
- Tseng, Y. -H., Lin, Y. -I., Lee, Y. -Y., Hung, W. -C., & Lee, C. -H. (2009). A comparison of methods for detecting hot topics. *Scientometrics, 81*(1), 73-90.
- Tseng, Y. -H., & Tsay, M. -Y. (2013). Journal clustering of library and information science for subfield delineation using the bibliometric analysis toolkit: CATAR. *Scientometrics, 95*(2), 503-528.
- Tsou, S. F. (2006). *Research and Trends in E-learning from 2000 to 2004: A Content Analysis of Master's Theses in Taiwan*. Paper presented at the Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on E-ACTIVITIES.



Subject Analysis of E-Learning Research

Ching-Fu Lee*

Graduate Student
E-learning Master Program of Library and Information Studies
E-mail: Lcf87123@ms19.hinet.net

Chih-Ming Chen

Professor
Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies
National Chengchi University
Taipei, Taiwan
E-mail: chenem@nccu.edu.tw

Yuen-Hsien Tseng

Research Fellow
Information Technology Center
National Taiwan Normal University
Taipei, Taiwan
E-mail: samtseng@ntnu.edu.tw

Abstract

In recent years, the global trend of applying information technology to teaching and learning has seen many countries promote e-learning as an important policy. This trend has led to the development of research topics in e-learning. The present study used a generalized definition of e-learning as its search strategy and retrieved a total of 2,125 SSCI journal articles in the field of e-learning from 2000 to 2009. The articles were analyzed with the scientometric tool, CATAR, based on co-word and bibliographic coupling analyses to determine the salient research subjects. These e-learning research subjects were verified and compared with those compiled by domain experts. The results of this study will help researchers look into their own field specialties, understand the developing trends in e-learning research, indicate researchers who have had influence in e-learning research, and determine future research subjects.

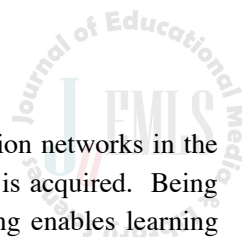
Keywords: *E-learning; Subject analysis; Clustering analysis; Co-occurrence words; Bibliographic coupling*

SUMMARY

Introduction

The development of digital technology and communication networks in the past decade have changed the methods by which information is acquired. Being a computer and network mediated learning method, e-learning enables learning

* Principal author for all correspondence.



at any time and place. The United States started the NLII (National Learning Infrastructure Initiative) program in 1994 to promote e-learning, and in 1996, Taiwan began developing e-learning with the promotion of distance learning in higher education. E-learning is currently one of Taiwan's key national science and technology programs. In 2002, the Executive Yuan, the highest level of government councils in Taiwan, started a six-year program "Challenge 2008—National Development Plan of the National Science Council" and completed the first stage of its E-Learning Program by 2007. The goal of this program was to promote e-learning with in Taiwan with a view to enhance the country's overall competitiveness. In 2008, the National Science Council merged the "E-Learning Program" and "Digital Archives Program" into the "Taiwan e-Learning and Digital Archives Program" (TELDAP), with the aim of bringing together government, academic, and private sector resources to make Taiwan a center of global e-learning. According to the analyses of Tseng, Chang, Tutwiler, Lin, & Barufaldi, the effectiveness of this program was significant. In 2000, one of the European Union's targets for 2010 was to make Europe the world's most competitive knowledge-based economy, in which e-Learning would be a key strategy, with ICT (Information & Communication Technologies) applied to teaching resources and services to improve learning quality.

According to the Science and Technology Yearbook, both the quality and quantity of e-learning research in Taiwan were ranked third in the world. The country's investment in e-learning seems to have yielded high visibility and influence globally. However, few domestic and international researchers have conducted over all bibliometric analysis in the field of e-learning to determine the impact of individuals (researchers, institutes, and countries) and trends in the research subjects. In this study, SSCI journal articles on e-learning were selected and research subjects analyzed using automatic literature content mining. Concurrently, experts in the field were interviewed to confirm the consistency and rationality of subject areas in order to present a data-driven and evidence-based subject classification framework. This study aims to help researchers understand the field specialties and developing trends in e-learning, and suggest areas for future research. In addition, the most productive researchers, the most influential countries, and the most representative research subject areas acquired from the bibliometric analysis will help e-learning researchers to be strategic in their research plans.

Research Method

Using 17 keywords related to e-learning, the bibliographic records were collected from the WoS (Web of Science) database and the bibliometric tool, CATAR, was applied to conduct the analysis based on bibliographic coupling and

co-word analyses. The results were compared with and verified by the e-learning classification frameworks of international periodicals and by field experts, respectively.

The 17 keywords for searching on the WoS database were: e-learning, elearning, electronic learning, digital learning, online learning, on-line learning, distance learning, distant learning, web-based learning, computer-based learning, networked learning, Internet-based learning, mobile-learning, m-learning, ubiquitous learning, u-learning, and distant education. Articles published between 2000 and 2009, with titles, abstracts, or keywords matching any of these 17 terms were collected. In total, 2,125 bibliographic data were retrieved.

CATAR (Content Analysis Toolkit for Academic Research) is an automatic content mining tool downloaded from the internet, which can be used for the development of field subjects and is effective in assisting traditional manual analyses to achieve semi-automatic subject analyses. The bibliographic data downloaded from the WoS database, including titles, abstracts, keywords, year of publication, authors, institutes, nationality, name of journal, and cited references, were analyzed using CATAR. The structural data acquired from the overview analysis was then further analyzed using bibliographic coupling and co-occurrence words (co-word) analyses. The data for co-word analysis were from the titles and abstracts, while the data for bibliographic coupling was based on the cited references (CR).

Five experts in e-learning were interviewed to verify and compare the subject clustering results acquired from CATAR. During the interviews, subject areas derived from co-occurrence words and bibliographic coupling, the knowledge clustering subject classification of the C&E (Computers & Education) journal, the clustered keywords in the journal of BJET (British Journal of Educational Technology), and the keyword clustering in the ASTD (American Society for Training and Development) were provided for comparison and adjustment of the obtained subject clustering. This produced more accurate and rational research subject areas.

Results and Discussions

From the overview analysis, seven of the top ten most productive researchers in the past decade were Taiwanese, representing the research energy of Taiwan in the e-learning field. Additionally, the number of published research from Taiwan has increased exponentially since 2006.

From the clustering results of CATAR, there were 11 research subjects and 55 categories that could be found in the C&E subject classification with a rate of correspondence of up to 77.5%. It is possible that subject clusters were

not yielded by CATAR because relevant literature was excluded. For example, the following subjects: authoring tools, groupware tools, user interface design, emerging technologies & accessibility, and new roles for teachers/learners would not be extracted when **e-learning** was not mentioned. Also, some subjects clustered by CATAR were not included in the subject categories of C&E.

For those subjects obtained only from CATAR, Game, Health, Nurse, Cognitive, Motivation, and Mentoring are representative emerging research subjects, while Formative Assessment, Peer Assessment, and Quantitative Research were the developing subject categories. In addition, Knowledge-based System, Content Management, Learning Management Systems, and Learning Technology were the primary research issues related to e-learning not shown in the C&E subject categories. It was evident that some important research issues or emerging research subjects obtained from CATAR could be used to suggest additional categories for manual subject classification, with the help of keywords in the BJET and ASTD.

From our comparison, in terms of subject clustering capability, the co-word analysis extracted more research subjects, while the bibliographic coupling method yielded more definite subject categories.

In summary, the subject categories identified by experts could be extracted with CATAR and it was possible for new research subjects not in the manual categories to be discovered using this data-driven, evidence-based approach.

Conclusion and Suggestion

The vitality of Taiwanese researchers in e-learning is related to the governmental promotion of E-Learning Program. It is evident that the appropriate investment of national resources has enhanced the international visibility and influence of Taiwan in this area of research.

The subject classification of C&E, one of the core periodicals for e-learning, is formulated based on expert knowledge. Comparison of C&E's classification with CATAR's automatic clustering showed correspondence between nearly 80% of subjects. The subordinate relationship between subjects and categories is also clear with CATAR analyses, which could help novice researchers explore the relevant literature.

Research subjects in the field of e-learning are under continuous change as they are influenced by technology development. Regular subject analyses is therefore important to assist researchers in understanding the past, present, and future directions of research. Automatic content mining can also improve the efficiency of manual analyses.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

- 王詩惠[Wang, Shih-Huei](2012)。我國2007~2011年數位學習相關研究所碩士論文研究議題與趨勢之內容分析[Woguo 2007~2011nian shuwei xuexi xiangguan yanjiusuo shuoshi lunwen yanjiu yiti yu qushi zhi neirong fenxi]。未出版之碩士論文[Unpublished master's thesis]，佛光大學學習與數位科技系[Department of Learning and Digital Technology of Fo Guang University]，宜蘭縣[Yilan]。
- 吳京玲[Wu, Ching-Ling](2009)。台灣高等教育教學研究的現況與趨勢：博碩士學位論文分析[The analysis of thesis and dissertation in Taiwan on the topic of teaching and learning in higher education]。課程與教學[Curriculum & Instruction Quarterly]，5(2)，81-112。
- 吳萬鈞[Wu, Wang-Jiun](1998)。科學知識組織系統[Scientific knowledge organization systems]。資訊傳播與圖書館學[Journal of Information, Communication and Library Science]，5(1)，19-42。
- 林君諭[Lin, Chun-Yu](2011)。我國2001-2010年數位學習博碩士論文之書目計量分析[Bibliometric analysis of e-learning dissertation and thesis in Taiwan between 2001-2010]。未出版之碩士論文[Unpublished master's thesis]，台灣大學圖書資訊學研究所[Department and Graduate Institute of Library and Information Science, National Taiwan University]，台北市[Taipei]。
- 邱文心[Ciou, Wun-Sin](2009)。下個世代的學習[Next generation learning]。上網日期：2012年2月29日[Retrieved February 29, 2012]，檢自[from] <http://newsletter.teldap.tw/news/InsightReportContent.php?nid=2952&lid=277>
- 財團法人資訊工業策進會[Institute for Information Industry](2005)。2004數位學習白皮書[E learning programs 2004]。台北市[Taipei]：經濟部工業局[Industrial Development Bureau, Ministry of Economic Affairs]。
- 陳光華[Chen, Kuang-Hua]、陳雅琦[Chen, Ya-Chi](2001)。臺灣人文學引用文獻資料庫之建置[The construction of the Taiwan Humanities Citation Index]。圖書館學與資訊科學[Journal of Library and Information Science]，27(1)，51-77。
- 陳年興[Chen, Nian-Shing]、楊錦潭[Yang, Jin Tan David](2006)。數位學習：理論與實務[E-learning]。台北市[Taipei]：博碩文化[DrMaster Press Co.]。
- 陳志銘[Chen, Chih-Ming](2009)。創新數位學習模式與教學應用[Chuangxin shuwei xuexi moshi yu jiaoxue yingyong]。台北市[Taipei]：文華[Mandarin Library & Information Services Co.]。
- 陳弘哲[Chen, Hung-Che](2005)。自動化建構e-Learning領域之概念圖[Automatic Constructing of Concept Map in e-Learning Domain]。未出版之碩士論文[Unpublished master's thesis]，國立中山大學資訊管理學系研究所[Department of Information Management, National Sun Yat-Sen University Library]，高雄市[kaohsiung]。
- 曾元顯[Tseng, Yuen-Hsien]、林瑜一[Lin, Yu-I](2011)。內容探勘技術在教育評鑑研究發展趨勢分析之應用[The application of content mining techniques to the analysis of educational evaluation research trends]。教育科學研究期刊[Journal of Research in Education Sciences]，56(1)，129-166。
- 曾憲雄[Tseng, Shian-Shyong]、蔡秀滿[Tsai, Shiou-Man Pauray]、蘇東興[Su, Tung-Hsing]、曾秋蓉[Tseng, Chiou-Rung Judy]、王慶堯[Wang, Ching-Yao](2005)。資料探

- 勘 [Data Mining]。台北市 [Taipei]：旗標 [Flag]。
- 黃騰 [Huang, Teng]、蔡今中 [Tsai, Chin-Chung]、陳國棟 [Chen, Gwo-Dong] (2008)。台灣數位學習之現況與展望 [Digital learning in Taiwan: Current status and future]。在 [In] 袁賢銘等編 [S. M. Yuan et al. (Eds.)]，中華民國九十六年全國計算機會議論文集 (三) (頁 672-681) [National Computer Symposium, 2007, Vol. 3 (pp. 672-681)]。台中縣霧峰鄉 [Taichung]：亞洲大學資訊學院 [College of Computer Science, Asia University]。
- 楊正宏 [Yang, Cheng-Hong]、林燕珍 [Lin, Yen-Chen]、張俊陽 [Chang, Chun-Yang]、曾憲雄 [Tseng, Shian-Shyong] (2008)。台灣高等教育數位學習現況與展望 [Development and future prospects of the higher education e-learning program in Taiwan]。數位學習科技期刊 [International Journal on Digital Learning Technology]，創刊號 [1(1)]，1-15。
- 廖婉如 [Liao, Wan-Ju] (2009)。我國 1998 至 2007 年數位學習期刊論文及其引用文獻分析之研究 [Content and Citation Analysis of e-Learning Journal Articles Published Between 1998-2007]。未出版之碩士論文 [Unpublished master's thesis]，台灣大學圖書資訊學研究所 [Department and Graduate Institute of Library and Information Science, National Taiwan University]，台北市 [Taipei]。
- 蔡今中 [Tsai, Chin-Chung] (2008)。數位學習學術研究 [Shuwei xuexi xueshu yanjiu]。在 [In] 財團法人資訊工業策進會編 [Institute for Information Industry (Eds.)]，2008 數位學習白皮書 [2008 e-learning in Taiwan] (第四章，頁 266-308) [(chap. 4, pp. 266-308)]，台北市 [Taipei]：行政院國家科學委員會 [National Science Council]。上網日期：2011 年 1 月 10 日 [Retrieved January 10, 2011]，檢自 [from] http://teldap.tw/Files/98W_tw.pdf
- 羅思嘉 [Lo, Szu-Chia]、陳光華 [Chen, Kuang-Hua]、林純如 [Lin, Chun-Ju] (2001，11 月) [2001, November]。圖書資訊學學術文獻主題分類體系之研究 [The study of framework of subject classification for journal articles in library and information science]。圖書資訊學刊 [Journal of Library and Information Studies]，16，185-207。
- Albrechtsen, H. (1993). Subject analysis and indexing: From automated indexing to domain analysis. *The Indexer*, 18(4), 219-224.
- Alden, J. (1998). *A trainer's guide to web-based instruction: Getting started on Intranet-and Internet-based training*. Alexandria, VA: ASTD Press.
- Baker, R. S. J. D., & Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17.
- Chiang, J., Kuo, C. -W., & Yang, Y. -H. (2010). A bibliometric study of e-learning literature on SSCI database. In X. Zhang, S. Zhong, Z. Pan, K. Wong, & R. Yun. (Eds.). *Proceeding Edutainment'10 Proceedings of the Entertainment for education, and 5th international conference on E-learning and games* (pp. 145-155). Berlin: Springer-Verlag.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402.
- European Commission. (2002). *eEurope 2005: An information society for all*. Brussels, Belgium: European Commission.
- Hung, J. -I. (2010). Trends of e-learning research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 5-16.

- Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*, 31(3), 264-323.
- Keengwe, J., & Kidd, T. T. (2010). Towards best practices in online learning and teaching in higher education. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 533-541.
- Maurer, H., & Khan, M. S. (2010). Research trends in the field of e-learning from 2003 to 2008: A scientometric and content analysis for selected journals and conferences using visualization. *Interactive Technology and Smart Education*, 7(1), 5-18.
- Nicholson, P. (2007). A history of e-learning: Echoes of the pioneers. In B. Fernández-Manjón, J. M. Sánchez-Pérez, J. A. Gómez-Pulido, M. A. Vega-Rodríguez, & J. Bravo-Rodríguez (Eds.), *Computers and Education: E-learning, from theory to practice* (chap. 1, pp. 1-11). Dordrecht: Springer.
- Rosenberg, M. J. (2001). *E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Shih, M., Feng, J., & Tsai, C. -C. (2008). Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals. *Computers & Education*, 51(2), 955-967.
- Tseng, Y. -H., Chang, C. -Y., Tutwiler, M. S., Lin, M. -C., & Barufaldi, J. P. (2013). A scientometric analysis of the effectiveness of Taiwan's educational research projects. *Scientometrics*, 95(3), 1141-1166.
- Tseng, Y. -H., Lin, Y. -I., Lee, Y. -Y., Hung, W. -C., & Lee, C. -H. (2009). A comparison of methods for detecting hot topics. *Scientometrics*, 81(1), 73-90.
- Tseng, Y. -H., & Tsay, M. -Y. (2013). Journal clustering of library and information science for subfield delineation using the bibliometric analysis toolkit: CATAR. *Scientometrics*. 95(2), 503-528.
- Tsou, S. -F. (2006). *Research and trends in e-learning from 2000 to 2004: A content analysis of master's theses in Taiwan*. Paper presented at the Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on E-ACTIVITIES, Venice, Italy.