

教育資料與圖書館學

Journal of Educational Media & Library Sciences

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

Vol. 50 , no. 4 (Summer 2013) : 597-626

以徑路搜尋分析建構

大學圖書館網站之研究

The Study of Applying Pathfinder Analysis
to University Library Websites Construction

謝建成* Jiann-Cherng Shieh*

Professor

E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

廖婉竹 Wan-Chu Liao

Graduate Student

E-mail: pn1350084@hotmail.com

[English Abstract & Summary see link](#)

[at the end of this article](#)





以徑路搜尋分析建構 大學圖書館網站之研究

謝建成*

教授

國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所

E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

廖婉竹

研究生

國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所

E-mail: pn1350084@hotmail.com

摘要

卡片分類法及集群分析是資訊架構研究中最常運用的方法之一，然而教育心理領域廣為運用的知識結構引出與知識結構表徵工具則為相似性評定與徑路搜尋分析。本研究主要探討如何將相似性評定及徑路搜尋分析運用於圖書館網站架構之建置及其網站尋獲度之效益。本研究以國立臺灣師範大學圖書館作為研究個案網站，隨機選取30位在校學生為受試者，針對篩選之網站標籤進行卡片分類及相似性評定，再以群集分析與徑路搜尋分析建立四組不同之網站架構，最後以隨機方式選取另外120位在校學生以選定任務進行尋獲度實驗。經由統計分析得知：卡片分類及相似性評定在尋獲度上並無顯著差異；然而若是以卡片分類為知識引出方法，則徑路搜尋分析與群集分析在尋獲度上會有顯著差異。

關鍵詞：卡片分類法；相似性評定；群集分析；徑路搜尋分析；尋獲度

緒 論

現今網際網路快速發展，上網的條件及方式也越來越便利，改變了人們資訊尋求的行為；使用者可能會捨棄傳統親自到圖書館或資料提供單位取得資訊

*本文主要作者兼通訊作者。

的方法，改由更便利、快速的網際網路搜尋以獲得資訊。有些網站提供了邏輯性的架構幫助使用者找到資訊，但缺乏組織性的網站架構會讓使用者受挫並離開網站 (Morville, & Rosenfeld, 2006)。如何讓使用者能方便、有效率的從網站取用所需的資訊，是網站設計師必須深思的問題。

大學圖書館網站的服務項目包羅萬象，不僅提供館藏或館內資訊，還提供許多其他網路服務，如電子資料庫、電子書、線上文獻傳遞等。然而建置一個大學圖書館網站，最大挑戰不僅在於資料是否足夠完備，且須考量如何讓使用者易於找到網站所提供的內容，才能使圖書館網站作為圖書館服務延伸的基礎。因此，圖書館網站設計唯有貼近使用者需求，提供方便好用的介面，創造良好的使用經驗，才能成為使用者查詢資料的重要管道 (蔡維君, 2004)。

1976年美國建築師 Wurman 首次提出資訊架構 (information architecture) 的概念。他認為透過資訊架構或地圖的形式能夠讓複雜繁瑣變為簡明清晰，使得資訊能更便捷地被使用者所使用。Morville 與 Rosenfeld (2006) 在 *Information Architecture for the World Wide Web* 一書將網站資訊架構分成四個部分，分別是組織系統、標籤系統、導覽系統、檢索系統，其中最重要的則是組織系統，幾乎所有優良的資訊架構基礎都具有設計良好的組織系統 (Morville, & Rosenfeld, 2006)。Wang、Hawk 與 Tenopir (2000) 則指出，使用者掌握網站組織方式可有效的找到所需資訊。網站要能同時滿足使用者需求且建構出一個完善的組織系統是有其困難的，由於網站設計最常出現的問題為設計者與使用者的想法存有落差，會造成使用者在使用網站時感到不方便；因此在網站設計過程，必須加入使用者的思維和建議，才能打造出符合使用者需求的網站。

近幾年資訊架構的研究主要是基於使用者為中心的概念，以使用者導向評估為手段，藉由了解使用者的想法幫助網站設計，以建構出更符合使用者想法的網站。而卡片分類法是最常被用於了解使用者對網站內容認知的心智模式，以協助設計符合使用者需求網站的一種工具 (Hawley, 2008)；Morville 與 Rosenfeld (2006) 認為卡片分類法是一項低科技的研究方法，對於了解使用者行為認知有相當大的幫助，是強大的資訊架構研究工具之一。卡片分類法雖是一既經濟又有效的認知訊息蒐集工具，然其主要被詬病的問題是受試者在進行項目分類時是否能真正了解自己所分類的意義，而影響實驗結果的客觀性。

教育心理專家為研究如何了解學習者的心智模式，長期使用知識結構評量方法達了解使用者心智模式的目的，這些評量方法能以有系統、有組織、階層化的方式呈現知識的結構和狀態。知識結構評量方法中最常被使用的則是相似性評定法 (similarity ratings) 及徑路搜尋法 (pathfinder analysis)：相似性評定法讓受試者對於每個類別之間的權重進行評比，利用相似性評定可得相似性矩陣，再藉由徑路搜尋法對相似性矩陣進行分析。徑路搜尋法改善了過去無法客

觀表徵概念間網路關係的缺點，是一種客觀且能以網路圖形表徵知識概念關係的評量方法。知識結構評量方法的目的與卡片分類法及群集分析應用於網站架構研究類似，均在於蒐集、分析使用者之認知訊息，是否適於資訊架構之探討？如何運用分析？效益如何？是為本研究的主要目的。

本研究嘗試探討如何運用相似性評定於網站標籤分類認知訊息之蒐集，及其爾後徑路搜尋法於網站架構之建立；並進一步以任務導向實驗分析探究卡片分類與相似性評定以及群集分析與徑路搜尋於網站內部尋獲度之差異，作為後續資訊架構研究與網站建構之參考。

二、文獻探討

本研究所嘗試探討之議題為如何運用「相似性評定」及「徑路搜尋」於網站架構之建構，並藉由任務導向實驗分析比較其與「卡片分類法」及「群集分析」於網站「尋獲度」之效益。

(一)知識結構引出

1. 卡片分類法

在社會科學的領域裡，已有長時間在運用分類分析 (sorting analysis) 方法協助資料收集，使研究者能更加了解個人對於某些概念的思考方式 (Deaton, 2002)。Maiden 與 Hare (1998) 認為分類不僅是簡單地做為實際事物的表達，也是一種個人積極建構的活動。Coxon (1999) 定義「分類」的行為是將某數量的事物分到數量較少的群體項目，且這種配給行為是存在某些規則的。他同時也指出，分類不只運用在實驗研究，當需要整理大量物件時，隨時都在從事此種行為。Coxon 認為分類是一種引誘的工具，引出人們對於某物分類的看法、推論出某主題中隱藏的文化。

當網路時代興起，網站設計逐漸受到重視時，「分類」的概念亦開始應用於資訊架構設計，透過使用者的分類協助網站設計者深入了解使用者的心智模式，藉以啟發使用者對於網站之標籤分類、排序、命名及網頁內容之想法 (Morville, & Rosenfeld, 2006)。

在實施分類研究時，必須有適當的物件來輔助使用者進行分類動作，卡片分類法即是使用「卡片」做為物件，讓使用者進行分類的一種實驗方法。Upchurch、Rugg 與 Kitchenham (2001) 指出卡片分類法是源自於 George Kelly 的個人建構理論 (personal construct theory)，因個人建構理論中提到，不同人對於分類事物的看法不同，但存在著足夠的共同性讓我們了解彼此的想法，也存在著足夠的相異性展現個人的特質 (Fincher, & Tenenberg, 2005)。至今卡片分類法已被許多資訊架構師或相關學者運用於網站架構的分析 (Morville, & Rosenfeld,

2006)；Hudson (2005) 認為卡片分類法是一種資訊獲取的方法，經常被資訊架構師、人機互動設計師、使用性專家用於建立或評估網站架構；Courage 與 Baxter (2004) 則認為當我們需要得到對於網站之內容、專有名詞或產品組織上的使用者反饋 (feedback)，我們隨時可以使用卡片分類法。

卡片分類法的分析結果可以了解使用者分類的方法，用來規劃應用軟體內選單架構、內容組成，以及作為網站導覽、選單、分類設計的建議 (Deaton, 2002)。卡片分類法可以幫助我們組織網頁層級的資訊、建立各層級分類的導覽、組織網頁內容、整合以使用者為中心所建立的標籤、驗證個人的思維 (Boulton, 2007)，並發現使用者在查找內容或功能時的模式 (Spencer, & Waefel, 2004)。簡單來說，卡片分類法是收集使用者使用網站時的心智模式與建議以作為網站設計參考的方法。當我們有大量資訊需要分類處理、設計網站導覽、網站改版或新增區域，以及想了解使用者對分類的想法時，都是使用卡片分類法的時機 (Spencer, & Waefel, 2004)。Fincher 與 Tenenberg (2005) 指出卡片分類法的優點在於：它是一種簡單的管理尺度，簡化了在此種大規模研究中研究者與受試者間的訪談過程。而且分類這項任務，並不會對任何研究課題有特定的負擔，例如時間壓力或記憶力的限制，因此適合所有的專業知識範圍。即使受試者之間沒有使用共同的語言，卡片分類法仍可比較各個受試者的想法，不會受到語言上的刺激。Upchurch、Rugg 與 Kitchenham (2001) 指出，相較於傳統的訪談或問卷調查方法，卡片分類法可以進一步促使半隱性知識 (semi-tacit knowledge) 的取得。

(1) 卡片分類實施

卡片分類法基本實施方式，是讓受試者將一系列由網頁內容或功能性所定義的卡片項目，根據自己的想法進行分類 (Spencer, & Warfel, 2004)。根據實驗的進行方式，卡片分類法也分為不同類型，大多數文獻將之分為開放式卡片分類法 (open card sorting) 及封閉式卡片分類法 (closed card sorting) (Boulton, 2007；Spencer, & Warfel, 2004；Morville, & Rosenfeld, 2006)。

封閉式卡片分類法進行時已存在有事先定義的類別供受試者參考，受試者可仔細思考不同類別的意義，將適當的標籤置於其所認為的類目下 (Boulton, 2007)；開放式卡片分類法則是適用於最初架構設計之階段，讓受試者對最底層的網頁標籤做分類，由下往上建立網頁架構，並進行分類 (category) 項目標籤之命名 (Boulton, 2007)。不同類型之卡片分類法能達到不同之研究目的，封閉式卡片分類法可用於觀察使用者如何對網頁內容進行分類、對於既有資訊架構提出問題、識別模糊的標籤及內容，或對各階層進行測試。開放式卡片分類法則可用於建立網站中一般性的網頁標籤、確認網頁內容標籤是否適當、聚焦於有問題的區域及各項目間的親和度 (Boulton, 2007)。另外，在開放卡片分類

法中，分類標籤的命名是基於受試者所聚集的卡片項目內容而定，可避免以研究者的主觀意識 (Fincher, & Tenenberg, 2005)。

卡片分類法的實施可在物理平台與虛擬平台等兩種平台進行。物理平台即在書桌上進行，其優點在於可促進研究者與受試者間的溝通，也讓受試者對於攤在書桌上的卡片一目了然。虛擬平台則是利用電腦軟體，如USort、EZsort、WebSort、OptimalSort (Optimal Workshop, 2007)、xSort等，雖受限於螢幕大小，但可不受地域和時間的限制 (Martin, & Kidwell, 2001)。

(2) 卡片項目

卡片分類法並沒有規定要使用多少卡片，但卡片數量越多，並不代表研究的成效越好，反之亦然。除了考量研究成效，也須考慮到時間因素，過長的實驗進行時間會讓受試者感到無聊或挫折感 (Deaton, 2002)。許多研究者皆有對卡片應選擇的數量提出建議：Upchurch、Rugg與Kitchenham (2001)認為使用8張以下卡片會有失去研究標準的風險，20張以上卡片將分類變得繁瑣。Spencer與Warfel (2004)認為少於30張卡片不足以建立完整的分組，多於100張的分類受試者會感到消耗過多時間及疲倦，因此30~100張之間的卡片數量是較理想的。但若是對於網站內容相當了解的受試者，甚至可使用到200張卡片。Kaufman (2006)認為基本的卡片數量應介於20~50張之間，但根據時間是否充足與內容複雜性，卡片甚至可使用到200張的數量。Zimmerman與Akerelrea (2002)建議將項目控制於75~100張卡片以內。Courage與Baxter (2004)認為卡片數量不要超過90張，因受試者無法在同一時間思考多於該數目的分類。Hahsler與Simon (2001)讓受試者分類120張卡片，但成效並不理想，有些受試者因此失去耐心，也有無法完成分類或命名分類名稱的受試者，因此該研究者認為卡片數量不要超過100張。

卡片項目選擇來源的內容可能為網站中一個單獨頁面、功能、一小群頁面或整個主題階層。無論選擇為何，卡片分類法實行時，最不樂意見到的情形是受試者不斷反映卡片項目過於無關而沒辦法分類；因此各項目間應具有足夠相似度，讓受試者可進行分類的工作 (Spencer, & Warfel, 2004)。Kaufman (2006)對於卡片項目選擇給予一些提示：通常主題選擇應為重要頁面或重要功能，除非是小型網站，否則不用每一個頁面都給予一個主題。實體卡片的規格建議使用10公分×15公分的大小，除了進行分類的卡片外，必須額外準備空白卡片讓受試者可增加或修改項目 (Spencer, & Warfel, 2004)。Robertson (2001)建議使用7.6公分×12.7公分大小的卡片，此種大小足以書寫和掌握，也能在書桌上有好的呈現。

(3) 受試者

Spencer與Warfel (2004)認為7~10位受試者是適當的，但若受試者是以團

體為單位，則3人一組，共使用5組當作受試組，共15位受試者會得到較佳效果。Kaufman (2006)認為至少需要10個受試者，或5組各3人的團體受試組。Robertson (2001)認為團體受試者至少要選擇4人，才能避免無效的討論或意見分歧，且受試者不要超過8人，否則將難以控制，也很難找到適合的書桌讓受試者圍繞著做實驗。Courage與Baxter (2004)通常使用10~12位受試者做實驗。多數研究者根據經驗對於受試者人數給予建議，而Tullis與Wood (2004)則對於卡片分類法的受試者人數進行實際的研究。基於受試者數量越多，研究成效越高的前提下，Tullis與Wood計算不同受試者數量的研究結果與168位受試者的研究結果之相關係數 (correlation coefficient)。研究結果發現，20~30位受試者能達到0.95的相關係數，之後增加的受試者數量雖能提高相關係數，但增加幅度不大，因此Tullis與Wood建議使用20~30位受試者。針對此研究結果，Nielsen (2004)則有不同看法，他認為選擇15位受試者即可達到0.9的相關係數，對於研究成本的投入與研究成效的回饋之間是一個最好的平衡點，對於多數的研究目標已經足夠，不須為了0.95的相關係數將受試者增加至30位而花費加倍的成本。因此，他建議最理想的受試者人數為15人。

表1 卡片分類法建議受試者人數

研究者	團體受試者人數	個人受試者人數
Robertson (2001)	4 - 8人/組	
Spencer & Waefel (2004)	5組, 各3人	7-10人
Courage & Baxter (2004)		10-12人
Tullis & Wood (2004)		20-30人
Nielsen, J. (2004)		15人
Kaufman (2006)	5組, 各3人	10人

卡片分類法可由個人進行，也可由團體方式進行。卡片分類法若以個人進行研究，可讓受試者親自操作，或在軟體平台上進行。而由團體受試者進行分類時，除了得到分類結果，也能了解分類過程中的意見溝通，算是一種參與式的進行方式 (Deaton, 2002)。個人受試者對於大量卡片的分類較容易感到困難，且測試進行過程中，通常被提示須「自言自語」說出心中的想法，然而這對受試者而言是較不自然的作法，因此成效有限。相較之下，以團體形式進行研究，受試者可很自然的進行討論，研究者可獲取較豐富的資料。雖然以個人形式進行研究，受試者需要花費較多心力處理大量的卡片內容，思慮也許欠周密，但也可避免團體受試者中受意見領袖影響整個團體研究結果之風險，因此兩種型式各有其優缺點。但無論研究者選擇以個人或團體形式進行研究，最重要的是這些受試者應須能代表網站的使用者族群 (Spencer, & Warfel, 2004)。

2. 相似性評定 (similarity ratings)

相似性評定法是一種讓受試者對兩兩配對的知識結構引出方法，以固定量

尺評定概念間的相似度或關係強度，為評估使用者認知結構中概念相似性的最直接方法。相似性評定法基於概念間相似性比較理論，利用空間比喻來描述認知架構，其理論認為較相關的概念在幾何空間的位置較接近。相似性評定法經常被用為領域知識引發的技術，且一般認為這技術較傳統的知識引發方法更具體、更有效 (Cooke, & McDonald, 1987)。

相似性評定法首先由領域專家們將某個領域知識內的重要概念羅列出來後，請受試者對每一對概念進行相關性評定 (relatedness)，通常以 1 代表「最不相關」，5 (5 等第)、7 (7 等第) 或 9 (9 等第) 代表「最相關」，數字越大代表相關性越高，數字越小代表相關性越低。以固定量尺判斷兩概念間的相似性、關聯性或心理距離值，其為評估使用者認知結構中概念相似性最直接的方法。

相似性評定法所得的評定資料，可以轉換成相似性矩陣 (proximity matrix, PRX)，相似性矩陣通常是運用徑路搜尋分析抽取資料中的潛在結構，轉換成圖形理論之完全網路表示之。理論上，該網路若由 n 個節點所構成，則每兩個節點之間都有連結，因此至多有 $C_2^n = n \times (n-1) / 2$ 個連結，此網路圖即為受試者知識結構的表徵。研究發現當概念數目在 30 個時，知識結構圖和學習成就的相關為 0.74，且隨著概念數目的增加，其預測效度和穩定性也會隨之增加 (Goldsmith, Johnson, & Acton, 1991)；但由於概念之間必須兩兩配對以評定其接近性，如此將產生 $n \times (n-1) / 2$ 次的評定，30 個概念將產生 $435 (30 \times (30-1) / 2 = 435)$ 次的評定，次數頗多，相當費時費力。因此，概念數目超過 30 個時將不容易實際應用 (McGriff, & Van Meter, 2001)。

(二) 知識結構表徵

1. 群集分析

群集分析又稱為階層式群集分析 (hierarchical cluster analysis)。Deaton (2002) 認為群集分析特別適用於卡片分類法，因其分析結果可看出各個卡片項目間的相關度。Martin 與 Kidwell (2001) 認為群集分析可顯示出受試者對於卡片分類法項目整體關聯性的想法及陳述。Hinkle (2008) 指出這是卡片分類法中最常使用的分析方法。此方法是以建立相似性矩陣 (proximity matrix) 或樹狀圖 (dendrogram) 的方式做分析。相似性矩陣為對於兩張卡片項目之間的接近性或相似性之測量方法，對於 10 張卡片項目以下的分析非常有用，但 10 個項目以上的分析將使矩陣表變得繁瑣，較難看出各項目間的關係，也無法決定項目能否歸類在同一組 (Hinkle, 2008)。

使用相似性矩陣於卡片分類法，可將同分類項目的關係值定義為 1，不同類為 0，最後將每一位受試者的矩陣結果相加，則可簡單看出卡片項目之間的關係 (Ahlstrom, & Allendoerfer, 2004)。相似性矩陣可用來建立樹狀圖，使得卡片分類法結果更加實用，因為樹狀圖可視覺化呈現卡片分類法被分類的情形，

對於資訊產生簡單的意義建構，使分析結果變得更加直觀 (Hinkle, 2008)。我們可透過某些分析軟體 (如 EZCalc) 來建立樹狀圖，可以不同色塊代表卡片被分於不同的分類。

2. 徑路搜尋分析

徑路搜尋分析 (Pathfinder analysis) 為美國新墨西哥州立大學計算研究實驗室領導人 Schvaneveldt 率領研究小組，根據語意網路理論和圖形理論，研究發展出徑路搜尋量尺化演算法 (pathfinder scaling algorithm)，用來建構和分析知識結構，Schvaneveldt 同時設計了知識網路組織工具 KNOT 程式 (Interlink, 2004)，以輔助建構、分析和評量徑路搜尋網路。

徑路搜尋分析是知識結構評量方法中，最廣為使用的方法之一。所謂知識結構是存在長期記憶中的認知結構，屬於陳述性知識的一部分，主要在表徵事件與概念之間的關係 (Mitchell, & Chi, 1984)。表徵理論在探討知識結構的內涵時，是從不同表徵系統的論點來解釋知識結構的組織、統整及儲存，以具體了解知識結構的組織和運作。多數知識如何組織的理論，基本上都是以語意網路 (semantic networks) 的概念作為基礎 (McNamara, & O'Reilly, 2004)。語意網路模式 (semantic network models) 是在記憶中呈現概念之間連結系統的方法，此模式認為知識是依其意義加以組織，因此在語意上有關的概念會互相連結；而知識網路模式多是以節點 (如：概念) 和連結 (如：關係) 的圖示加以表徵，其中節點和連結可以具有加權值以代表其連結的強度。

徑路搜尋分析的概念受到上述網路模式的影響，以圖形理論 (graph theory) 作為其發展基礎 (Schvaneveldt, 1990)。圖形理論是數學的一個分支，以符號式的表徵來呈現網路及其特質，通常以節點和連結的方式建構圖形，強調網路的編碼及其特質。徑路搜尋法進一步以量尺化演算法，運用統計和客觀的方式建構圖形 (Durso, & Coggins, 1990)。

徑路搜尋分析可將知識結構的引出方法所得到的相似性矩陣，換成一個以節點表徵概念結構的網路，此網路的連結包括直接連結 (direct link) 和非直接連結 (indirect link) 兩種，透過徑路搜尋量尺算則，徑路搜尋網路將只會保留接近值總和最小的連結，也就是保留「最短長度的徑路」。

徑路搜尋量尺演算法可以利用知識網路組織工具 (knowledge network organizing tool, KNOT) (Interlink, 2004) 進行運算，分析結果主要由 r 和 q 兩個參數所影響，參數 r 用來決定徑路長度的計算， r 值的範圍從 1 至 ∞ ， r 值通常設為 ∞ ；參數 q 能限制網路連結的數目，其範圍是 2 到 $n-1$ 之間。在徑路搜尋法中，當 r 參數設定為 ∞ ， q 參數設定為 $n-1$ ，可產生最少徑路的網路，又稱為最小值網路 (minimum-cost network, MCN) (Schvaneveldt, 1990)，這也就是徑路搜尋分析大多數產生的圖解。但有時徑路搜尋法在沒有發現相同或較小距離的徑路

時，也會保留較為無關或較長的連結 (Dearholt, & Schvaneveldt, 1990)。

(三) 網站尋獲度

網際網路的發達，讓網路成為使用者查找資訊的重要管道，然而使用者也必須經常面對資訊爆炸的困境，因此，如何能以最短時間找到最符合需求的資訊，成為使用者最重視的事情。對網站設計者而言，要滿足使用者這樣的需求，就要提高網站內容被找到的能力。Morville (2005) 提出尋獲度的概念，在網路世界中尋獲度包含了網站被找到的能力以及網站提供使用者查找資訊的能力。Morville 進一步將尋獲度分為網站外部尋獲度與網站內部尋獲度。

網站外部尋獲度，是指網站在網際網路中被找到的能力；網站內部尋獲度是指當使用者在某網站中，是否易於在該網站找到所需的資訊，或網站幫助使用者發掘資訊的能力。White (2003) 認為網站內部尋獲度在網站使用者介面設計中並不是明顯可見的元素，也經常被遺忘，但網頁親和力 (accessibility) 與可移動性 (mobility) 卻立基於尋獲度。網站內部尋獲度之評量可以問卷法讓受試者針對問卷題項於網站位置的適合程度給予評分，或以所設計的任務讓受試者執行並計算其完成任務時間等方式進行。

本研究網站內部尋獲度評量的實施，將以問卷方式讓受者判斷題項內容於不同網站內位置之適合程度予以評分；問卷方法 Paul (2007) 曾選擇 7 位網站使用者作為尋獲度評量的受試者，給予受試者 10 個問題，讓受試者回答 10 個問題所指的網頁內容分類名稱，其尋獲度評量的目的在於了解使用者心理的分類與網站架構的分類是否一致；謝建成、吳怡青 (2010) 則以問卷調查方式評估大學圖書館網站的尋獲度，問卷採用李克特五點式量表，邀集 20 位受試者，評量 6 個網頁標籤項目在不同網站架構的位置是否合適；謝建成、丁依玲、陳慧倫 (2011) 亦使用問卷調查法評估網站架構的尋獲度，其邀請 15 位受試者對研究所得的三個架構進行尋獲度評量，問卷內容為請受試者判斷 8 個網頁標籤分別在三個網站架構之位置合適程度，問卷採用李克特五點式量表，合適程度越高表示尋獲度越高。

三、研究設計與實施

本研究藉由不同知識結構引出方法 (卡片分類法、相似性評定)，配合不同知識結構表徵方法 (群集分析、徑路搜尋分析) 可獲得 4 組不同網站架構，為探究何種網站具有最佳尋獲度成效，再以使用者對於所建構 4 組不同網站之尋獲度評量結果作為統計分析之依據。

(一) 研究個案與對象

本研究之個案為國立臺灣師範大學圖書館網站。該網站由圖書館系統資訊

組所維護，包含中、英語及手機版三種版本，本研究只針對中文版本作分析，版本日期為2012年6月。

卡片分類法是一種以使用者為中心(user-centered)的研究方法，因此本研究之研究對象選擇以國立臺灣師範大學圖書館使用者為主。大學圖書館網站的使用者族群眾多，但主要仍以學生為大宗，故本研究將受試者身分限定於國立臺灣師範大學的在學學生，因本研究並未討論學科背景不同之因素，故受試者並無限定科系。

(二) 研究方法與步驟

本研究首先透過網站內容分析法，分析國立臺灣師範大學圖書館網站現有之網頁標籤，篩選出卡片分類法及徑路搜尋法所需之項目清單(共30項)。接著針對所歸納之網站標籤項目進行15位受試者之卡片分類法以及另15位受試者之相似性評定。然後再將上述兩結果分別利用群集分析與徑路搜尋分析獲得樹狀圖及網路圖，並進一步轉換繪製成4種不同網站架構圖。最後，針對4組網站架構個別進行不同30位受試者(共120位)之尋獲度分析，以驗證不同網站架構之尋獲度成效差異。

1. 網站內容分析

在進行卡片分類之前必須詳細了解圖書館網站的內容，以整理歸納出卡片分類法的項目清單。Fuccella與Pizzolato(1998)指出若以卡片分類法對現行網站進行研究，可由研究者透過徹底分析網站來定義項目。透過網站內容分析有助於研究者深入檢視研究國立臺灣師範大學圖書館網站內容，從中了解其所涵蓋的資料、服務等，並就原有的網站標籤整理歸納出卡片分類法所需要的標籤項目。

個案圖書館將網站資訊區分為網站導覽區、快速檢索區、個人化My Library三區塊，通常卡片項目會使用現有的網站標籤，但過多的數量容易造成實驗進行的困難；因此本研究斟酌將圖書館網站內的標籤進行篩選，並參考謝建成、丁依玲與陳慧倫(2011)的篩選規則，刪除不需要的網站內容。本研究之篩選規則如下：

- (1) 本研究卡片分類法採行開放式卡片分類法，及測驗時請每位受者給予每個類別一個類別名稱，故僅保留最底層標籤。
- (2) 部分含有「其他」名稱之項目刪除，如：「其他」。
- (3) 重複出現的項目僅取一項。
- (4) 性質相似項目整併為一項。例如：「我要發問」、「聯絡我們」、「常問問題」整併為「線上諮詢台」。

經篩選過後，餘下之網頁標籤項目為30項，如表2所示。



表2 篩選出之卡片項目

編號	名稱	編號	名稱	編號	名稱
1	二手書交流平台	10	亞洲研究特藏	20	電子資源整合查詢
2	人文及社會科學 第二外語研究資源	11	關於本館	21	圖書借閱
3	文獻傳遞	12	索取贈書	22	臺師大開放式課程
4	出版與藝文服務	13	國科會補助圖書	23	臺師大學術期刊
5	本校及師範校院 聯合博碩士論文	14	推廣與參考	24	臺師大機構典藏
6	本校考古題	15	場地及設備	25	語言學習資源
7	多媒體視聽	16	視聽資源查詢與 瀏覽	26	數位典藏資源
8	免費期刊資源	17	電子書總覽	27	線上諮詢台
9	系所訂購期刊	18	電子期刊總覽	28	學科主題資源
		19	電子資料庫總覽	29	館藏資源查詢
				30	薦購／急編

2. 知識結構引出

知識結構引出方法主要目的是為了解受試者對每個概念配對間的接近程度，研究者以某種方式讓受試者判斷某領域知識之概念兩兩配對間的相似性、關聯性或心理距離值，取得其接近性資料以作進一步分析。網站內容分析完成並擬定項目清單後，則著手利用此項目清單作為引出受試者對於個案網站的知識結構資料。本研究採用卡片分類法與相似性評定法兩種知識結構引出方法。

(1) 卡片分類法

根據文獻分析顯示過去卡片分類法測驗受試者人數介於4至40位之間，且Nielsen(2004)指出15位受試者所得結果較佳且經濟效益最高，故在受試者人數上，本研究卡片分類是隨機選取15位受試者參與。由於過去研究者探討不同學科背景學生的概念上並無顯著差異(邱亦秀, 2010)，因此本研究不受限於學生的學科背景，僅設定學生必須為國立臺灣師範大學學生，包含大學部及研究所。本研究擬採開放式卡片分類法，讓受試者不受影響的情況下，對最底層的網頁標籤做分類，由下往上建立網頁架構，並進行分類項目標籤命名(Boulton, 2007)。由於網站瀏覽多半為個人行為，且為了避免受試者間彼此影響干擾，故本研究利用OptimalSort(Optimal Workshop, 2007)網站進行個人卡片分類法，透過個人卡片分類法可幫助研究者了解每位受試者組織此網站架構的心智模式。在進行卡片分類法前，研究者會先向受試者解釋研究目的、測驗方法及確認受試者對標籤項目是否了解。說明完畢後即進行卡片分類，施測完畢後，將15位受試者的分類結果紀錄以相似性矩陣之格式作紀錄，後續會將此相似性矩陣數據分別以MATLAB(MathWorks, 1994)進行群集分析及知識網絡組織工具(KNOT)(Interlink, 2004)進行徑路搜尋分析，以獲得基於受試者心智模式之知識結構圖。

(2) 相似性評定法

相似性評定法亦隨機選取另15位國立臺灣師範大學在學學生為受試者參與實驗。首先請受試者針對網站標籤概念進行兩兩相關評定，相關的定義為兩個

網站標籤在圖書館網站中是否應分類於同一個類別，以李克特五點量表評定其相關程度，非常相關者為5分，非常不相關者為1分，以此類推。由於本次研究共有30個評定項目，每位受試者需進行435次 $(30 \times (30-1) \div 2)$ 評定，為避免受試者心理上過於疲累而導致評定值的誤差，研究者規劃三階段的評定方式，分散受試者的心理壓力。第一階段以紙本問卷形式進行99次評定，第二階段以電腦問卷形式進行102次評定，第三階段以海報及便利貼形式進行234次評定，三個階段合計完成435次的評定。在進行相似性評定前，研究者亦先向受試者解釋研究目的、測驗的方法及確認受試者對標籤項目是否了解。說明完畢後即進行相似性評定，施測完畢後，將15位受試者的分類結果紀錄以相似性矩陣之格式紀錄，後續會將此相似性矩陣數據按照與卡片分類法相同之分析方式，分別以MATLAB (MathWorks, 1994) 進行群集分析及知識網絡組織工具 (KNOT) (Interlink, 2004) 進行徑路搜尋分析以獲得基於受試者心智模式之知識結構圖。

3. 知識結構表徵

知識結構表徵主要目的是針對被引出的知識以某種表徵方式顯現出其結構。知識結構表徵圖分成三大類：網路圖、向度、樹狀圖。本研究所用之群集分析及徑路搜尋分析可分別以網路圖與樹狀圖表徵其知識結構。

(1) 群集分析

卡片分類法與相似性評定所得之數據可整理成相似矩陣，將相似矩陣以MATLAB (MathWorks, 1994) 軟體進行群集分析後，會分別得到一張樹狀圖。由研究者判斷後擇取一條適合的門檻線 (受網站廣度之影響)，採用該線以下之分群結果作為網站架構圖。

(2) 徑路搜尋分析

將卡片分類法與相似性評定所得數據之相似矩陣，以KNOT (Interlink, 2004) 軟體進行徑路搜尋分析後，會分別得到一網路圖。本研究從徑路搜尋分析所得之網路圖中尋找被其他詞彙連結次數最多的詞彙作為分群的中心，以多次分群的方式繪製網站架構圖。其規則如下：

a. 第一層分群：

- i 以被連線次數最多的詞彙作為「擴展節點」，擴展節點至少需有兩個，若擴展節點不足兩個，則繼續選取連線次數減1之詞彙，直到擴展節點數量大於2。
- ii 從擴展節點向外延伸一層詞彙。向外延伸一層詞彙時：
 - (i) 遇到其他擴展節點則不延伸；
 - (ii) 兩擴展節點延展範圍重複者採計相似數值較小者，若相似數值相同者皆納入擴展範圍。

iii 從上個步驟之擴展範圍再向外延伸一層詞彙，向外延伸一層詞彙時：

- (i) 遇到其他擴展節點或前一階段已完成之擴展範圍則不延伸；
- (ii) 兩擴展範圍延展之範圍重複者採計相似數值較小者，若相似數值相同者皆納入擴展範圍。

vi 重複擴展範圍延伸動作，直到所有詞彙皆被納入各擴展範圍；

v 檢視分群，若兩群中的項目重複比率太高，則合併為一群。

b. 第二層分群

在第一層分群之各擴展範圍中，分別重新選取以群內被連線次數最多的詞彙作為「擴展節點」，並根據第一層分群的分群規則進行分群。

c. 第N層分群

- i 在前一層分群之各擴展範圍中，分別重新選取以被連線次數最多的詞彙作為「擴展節點」，並根據第一層分群的分群規則進行分群；
- ii 直到所有分群範圍內皆無兩個以上連線次數大於等於2的擴展節點，即完成所有分群。

4. 尋獲度分析

本研究之目的在於建立便利於使用之網站架構，為了解使用者在網站架構中是否容易找到其所需資訊，故於群集分析及徑路搜尋分析取得符合受試者心智模式之網站架構圖後，於個案圖書館隨機選取受試者，每個架構分別抽取15位受試者，限定受試者為個案大學在校生，不分系所採隨機抽樣方式，現場進行網站尋獲度測驗。在進行尋獲度測驗前，研究者亦會先向受試者解釋研究目的及測驗方法，說明完畢後即進行尋獲度測驗。

本研究依據上述所產生的4組網站架構，以電腦資料夾的架構模擬網站架構，作為協助尋獲度分析的輔助工具，請受試者設想電腦資料夾架構為個案圖書館網站架構，於電腦資料夾架構中尋找5個選定項目（於後說明）的位置，並依各項目在架構中的位置適合程度進行評分。評分方式依照李克特五點量表的概念，即非常適合5分、適合4分、普通3分、不適合2分、非常不適合1分。

四、研究結果與分析

本研究為了解受試者組織圖書館網站內容的方式，利用知識結構引出之卡片分類法及相似性評定兩種方法，再將兩種方法所獲取之結果分別進行群集分析及徑路搜尋分析，結論出4種不同的網站架構。為進一步分析網站架構優劣，本研究以不同網站之尋獲度實驗，分析比較其間之差異。

(一) 網站架構

1. 卡片分類法_群集分析之網站架構—CC架構

知識結構引出方法使用卡片分類法，知識結構表徵方法使用群集分析，所

得之網站架構圖為CC架構，將MATLAB(MathWorks, 1994)所產生之樹狀圖，選擇0.73為門檻值，繪製成廣度為12的網站架構，如圖1所示。

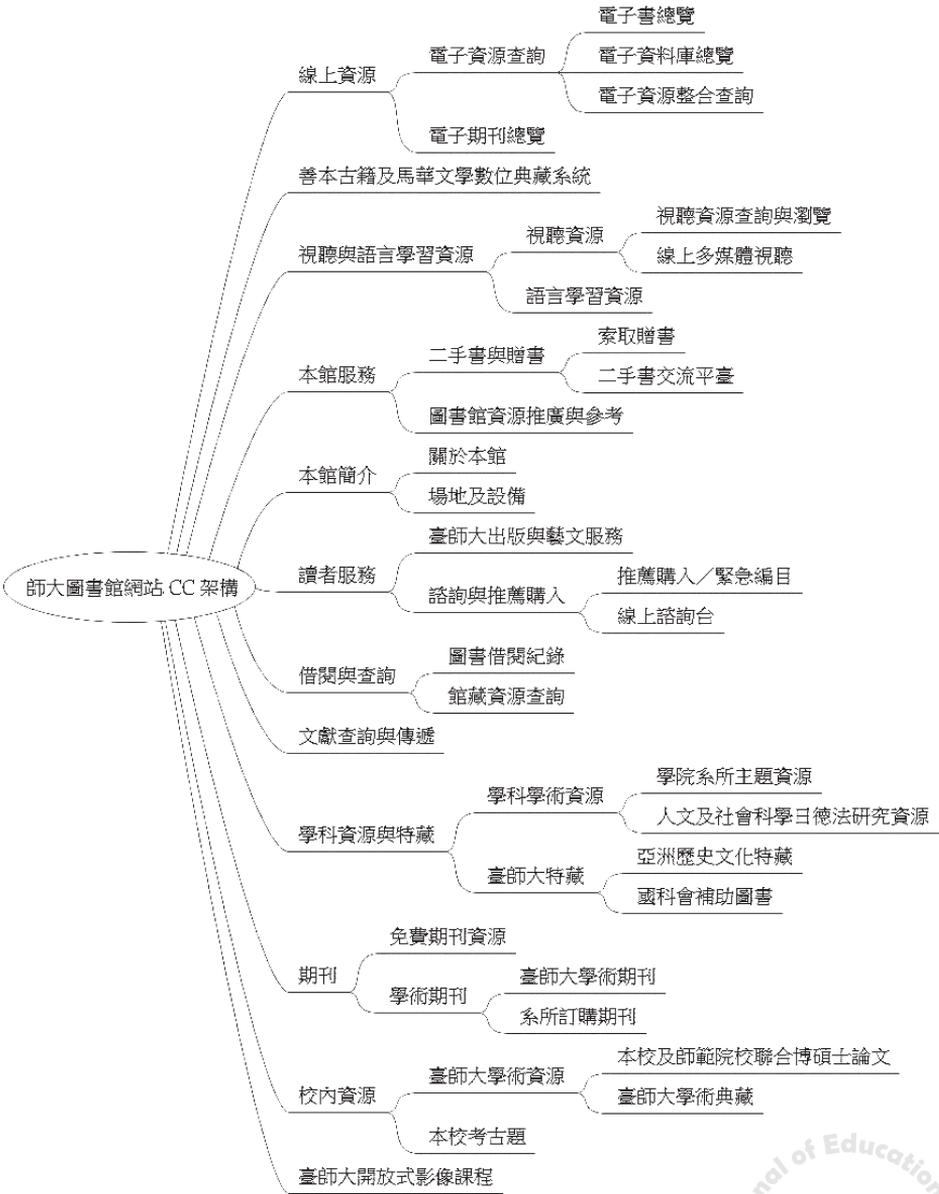


圖1 卡片分類法_群集分析之網站架構圖

2. 相似性評定_群集分析之網站架構—SC架構

知識結構引出方法使用相似性評定，知識結構表徵方法使用群集分析，所



得之網站架構圖為SC架構。將MATLAB (MathWorks, 1994) 所產生之樹狀圖，選擇 1.8 為門檻值，繪製成廣度為 11 的網站架構，如圖 2 所示。

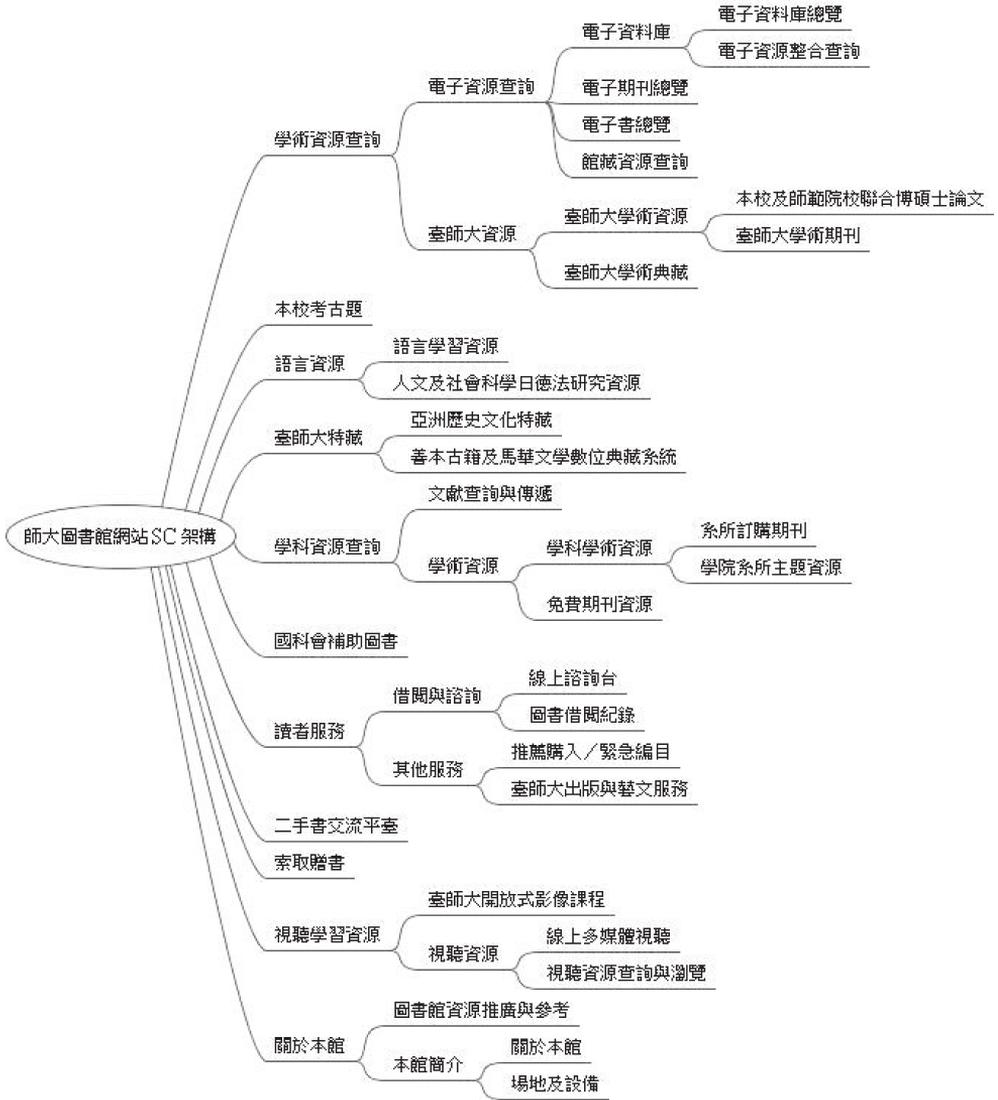


圖 2 相似性評定_群集分析之網站架構圖

3. 卡片分類法_徑路搜尋分析之網站架構－CP 架構

本研究徑路搜尋分析是使用KNOT (Interlink, 2004) 軟體進行分析，卡片分類法採用徑路搜尋分析所得的網路圖，依本研究前述之方法轉製為網站架構圖，選擇網路圖中被連結次數最高的詞彙擴展節點進行分群，在每次分群完成後，根據前次分群結果尋找群內新的擴展節點進行分群，直到所有分群範圍內皆無被連結次數≥ 2 詞彙，則完成該次網站架構圖。

知識結構引出方法使用卡片分類法，知識結構表徵方法使用徑路搜尋分析，所得之網站架構圖為CP架構，最後繪製成廣度為3個分類，深度為4層的網站架構圖，如圖3所示。

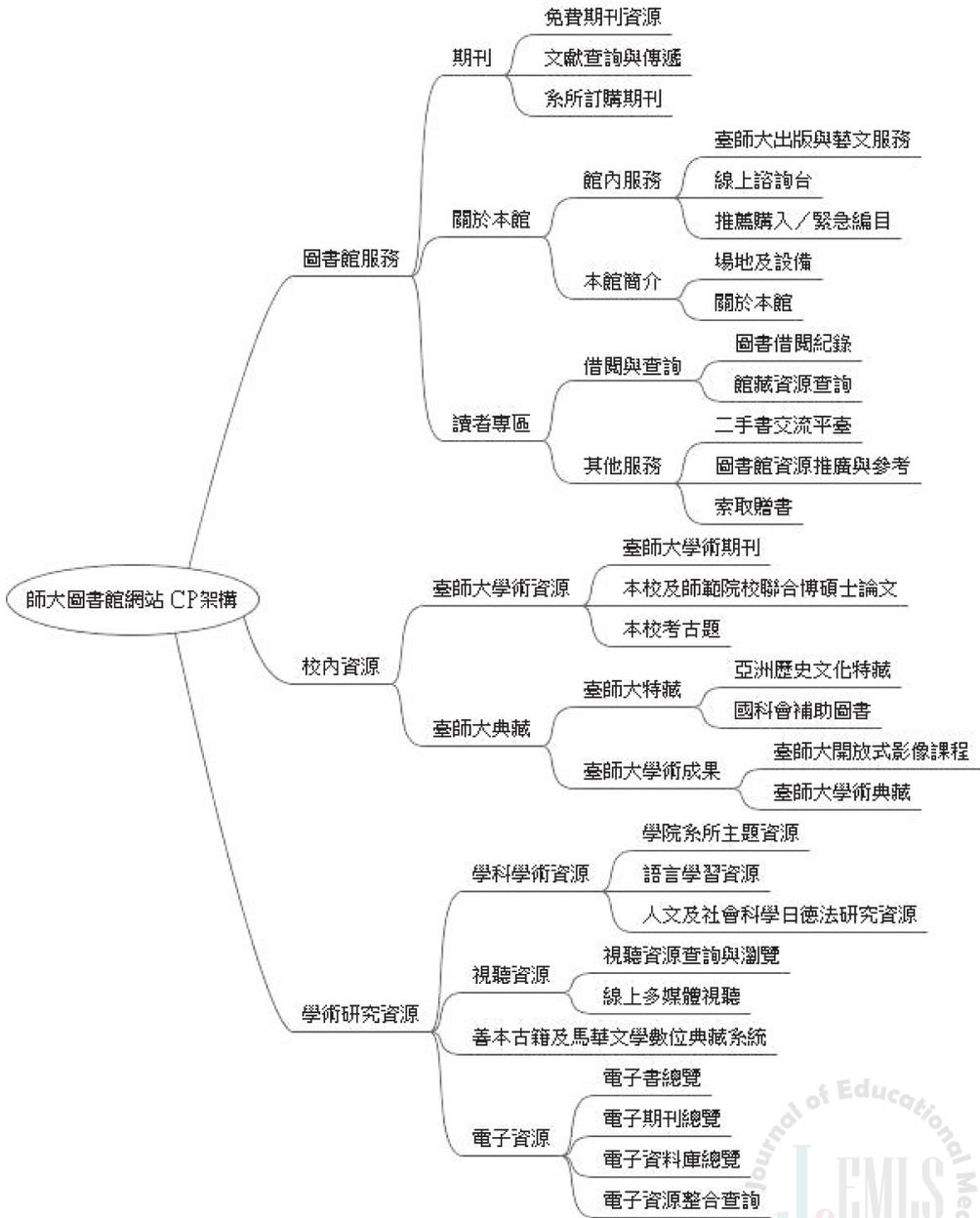


圖3 卡片分類法_徑路搜尋分析之網站架構圖

4. 相似性評定_徑路搜尋分析之網站架構－SP 架構

知識結構引出方法使用相似性評定，知識結構表徵方法使用徑路搜尋分析，所得之網站架構圖為SP架構，最後繪製成廣度為5個分類，深度為3層的網站架構圖，如圖4所示。

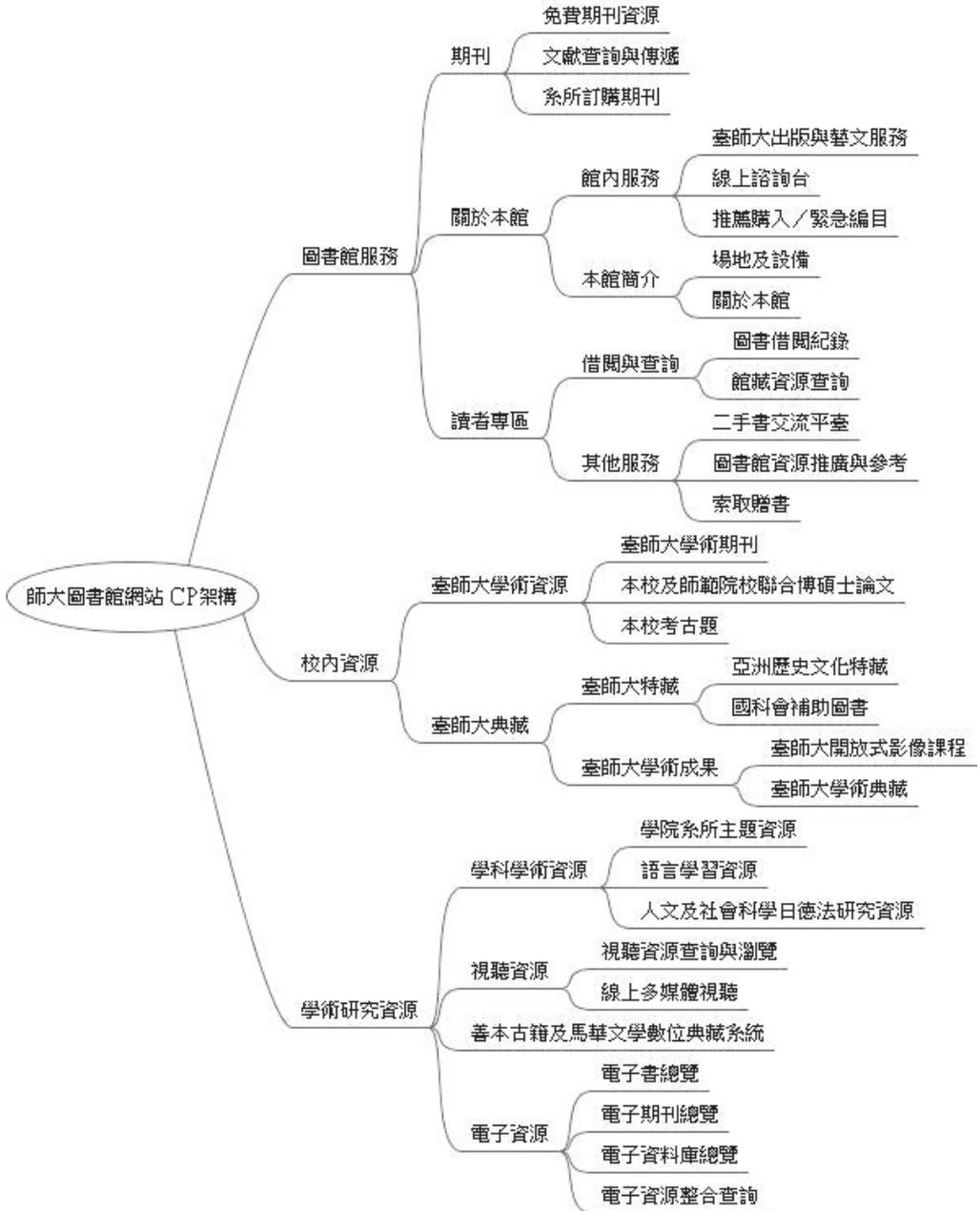


圖4 相似性評定_徑路搜尋分析之網站架構圖

5. 不同網站架構分析

依據網站深度、廣度兩面項，將上述產生的四個網站架構整理如表3所示。由表3可得知以徑路搜尋分析所得到之網站架構(CP、SP架構)，其廣度較以群集分析所得之架構(CC、SC架構)為窄，亦即分類之個數較少；至於網站深度則並無太大差異。若以知識結構引出工具卡片分類、相似性評定比較，兩者並無特別差異情況。

表3 網站架構廣度與深度分析

	CC架構	SC架構	CP架構	SP架構
網站廣度	12	11	3	5
網站深度	3	4	4	3

(二) 尋獲度分析

為進一步了解使用者在網站架構是否容易找到其所需的資訊，我們以尋獲度實驗評估所建構網站之優劣。

1. 尋獲度實驗標籤與受試者資料

個案圖書館網站固定監測流量頁面之前十名為：(1)快速檢索，(2)考古題，(3)多重查詢，(4)借閱狀況，(5)資料庫一覽，(6)期刊查詢，(7)電子期刊一覽，(8)中文資料庫一覽，(9)新書RSS，(10)跨校區借書。其中與實驗所用30個標籤項目相符者有5個(即透過篩選規則後的)，項目包括「館藏資源查詢」、「本校考古題」、「圖書借閱紀錄」、「電子資料庫總覽」、「電子期刊總覽」。另在尋獲度實驗過程發現，「館藏資源查詢」的尋獲時間與其他項目的尋獲時間在4組架構中差異甚多，推論是由於個案圖書館網站在首頁已有「館藏資源查詢」的快速檢索欄，受試者多數不使用網站架構尋找「館藏資源查詢」頁面所致。為避免此項目會過度影響整體尋獲度調查之結果，因此將此項目之結果數據刪除，僅以其他四個項目之尋獲度進行後續分析。

於個案圖書館總館隨機選取該校學生為受試者，每個架構分別抽取30位受試者，四個不同架構共抽取120位受試者。120位受試者中，大學部學生有88人，研究生有32人。本研究所獲得的4組不同網站架構皆有受試者針對4個標籤所評比之尋獲度適合度資料，整理後可得到每位受試者於不同網站架構之尋獲度資料如表4所示。

2. 網站尋獲度分析

尋獲度分析以ANOVA雙因子變異數分析比較兩階段變因之差異，並輔以ANOVA單因子變異數分析進一步比較具相同變因之兩架構間有否差異。將尋獲度數據使用SPSS軟體進行ANOVA雙因子變異數分析，探討知識結構引出方法之間有否顯著差異，及知識結構表徵方法之間有否顯著差異，而知識結構引出與知識結構表徵兩組方法之間有否交叉影響，分析結果如表5。

表4 網站尋獲度

每組受試者編號	CC架構	SC架構	CP架構	SP架構
1	14	17	16	13
2	16	15	14	15
3	11	14	20	17
4	15	13	17	13
5	18	13	18	17
6	17	11	16	12
7	14	18	18	16
8	16	11	18	14
9	15	17	14	16
10	11	19	19	17
11	12	16	17	17
12	16	18	15	17
13	16	14	18	15
14	13	14	17	12
15	19	14	16	17
16	15	14	15	16
17	11	15	15	15
18	13	14	15	14
19	12	15	16	15
20	17	19	14	15
21	18	12	17	18
22	16	15	20	16
23	13	18	14	13
24	12	11	15	16
25	14	16	17	13
26	15	14	12	16
27	16	14	16	12
28	18	12	15	16
29	12	16	16	16
30	18	18	14	17
平均	14.77	14.90	16.13	15.20

表5 尋獲度雙因子變異數分析結果

來源	型III平方和	df	平均平方和	F	顯著性
校正後的模式	34.167a	3	11.389	2.559	.058
截距	27907.500	1	27907.500	6269.729	.000
引出方法	4.800	1	4.800	1.078	.301
表徵方法	20.833	1	20.833	4.680	.033
引出方法 * 表徵方法	8.533	1	8.533	1.917	.169
誤差	516.333	116	4.451		
總數	28458.000	120			
校正後的總數	550.500	119			

由表5可得知知識結構引出的兩種方法(卡片分類、相似性評定)的p值為0.301>0.05，也就是兩種方法之間並無顯著差異；而知識結構表徵的兩種方法

(群集分析、徑路搜尋分析)的p值為 $0.033 < 0.05$ ，也就是此兩種方法之間具顯著差異；另外，知識結構引出方法與知識結構表徵方法之交叉比對的p值為 $0.169 > 0.05$ ，顯示知識結構引出方法與知識結構表徵方法之間亦無直接影響。

從ANOVA雙因子變異數分析發現知識結構表徵兩種方法之間具顯著差異，因此進一步以ANOVA單因子變異數分析比較，若使用同一種知識結構引出方法前提下，不同知識結構表徵方法之間有否顯著差異。其中同樣使用卡片分類法作為知識結構引出方法的有「卡片分類法_群集分析」-CC架構與「卡片分類法_徑路搜尋分析」-CP架構，其間之單因子變異數分析結果如表6；而同樣使用相似性評定作為知識結構引出方法的有「相似性評定_群集分析」-SC架構與「相似性評定_徑路搜尋分析」-SP架構，其間之單因子變異數分析結果見表7。

表6 使用卡片分類法不同知識結構表徵之尋獲度單因子變異數分析

來源	型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
校正後的模式	28.017a	1	28.017	6.090	.017
截距	14322.150	1	14322.150	3113.122	.000
知識結構表徵方法	28.017	1	28.017	6.090	.017
誤差	266.833	58	4.601		
總數	14617.000	60			
校正後的總數	294.850	59			

表7 使用相似性評定不同知識結構表徵之尋獲度單因子變異數分析

來源	型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
校正後的模式	1.350a	1	1.350	.314	.577
截距	13590.150	1	13590.150	3159.233	.000
知識結構表徵方法	1.350	1	1.350	.314	.577
誤差	249.500	58	4.302		
總數	13841.000	60			
校正後的總數	250.850	59			

「卡片分類法_群集分析」-CC架構與「卡片分類法_徑路搜尋分析」-CP架構之尋獲度單因子變異數分析，得p值為 $0.017 < 0.05$ ，達顯著差異；而CC架構之平均為14.77、CP架構之平均為16.13，顯示同為使用卡片分類法的前提下，知識結構表徵方法使用徑路搜尋分析較群集分析對於網站尋獲度較有效益($16.13 > 14.77$)。

「相似性評定_群集分析」-SC架構與「相似性評定_徑路搜尋分析」-SP架構之尋獲度單因子變異數分析，得p值為 $0.577 > 0.05$ ，未達顯著差異，顯示同為使用相似性評定的前提下，知識結構表徵方法使用徑路搜尋分析或群集分析對於網站尋獲度並無顯著差異。

五、結 論

卡片分類法與集群分析一直是網站架構研究長久以來經常運用的工具之一。本研究嘗試將知識引出方法－相似性評定與知識表徵方法－徑路搜尋分析延用於網站架構研究，並藉由網站尋獲度之分析，證實其與卡片分類法及集群分析在網站尋獲度上不相抗庭，確實為網站架構研究另啟一可運用之方法。本研究同時進一步分析得知，在個案研究環境下，若以卡片分類法作為知識引出方法，則知識表徵工具徑路搜尋分析在網站尋獲度的效益要優於集群分析。

本研究所採用之知識結構引出工具相似性評定與卡片分類，在經由尋獲度分析後得知其間並無顯著差異，顯見兩工具對於尋獲度效益是無差異的。然而就實際實驗運用上，相似性評定兩兩比較的次數很多，容易造成受試者不耐煩而失去耐性，存在影響受試者判斷一致性之隱憂；而卡片分類仍有其優點，受試者操作容易，隨時可參考自己分類的結果，易於調整與方便分類進行。至於知識結構表徵工具方面，群集分析產生的結果即為一樹狀結構，再選取適當網站寬度之門檻值，則網站架構立即產生；而徑路搜尋分析最先產生的是一網路圖，再經由本研究所提出之方法逐步繪製出網站架構，兩者間的差異仍有待進一步探討。

對於本研究受試者於圖書館網站卡片分類之行為（或結果），藉由研究者記錄觀察整理，可以歸納出四種分類概念：資訊與資源、資源類型、資源來源及資源使用權限。受試者在分類時會先將與圖書館有關資訊的項目分為一類，再將其他各式資源分為一類；而資源分類時，有的受試者會依據資源的類型作分類，如期刊、視聽與電子資源等；也有受試者依據資源的來源作為分類概念，分類資源是來自館內、校內或校外資源，更有受試者重視資源的使用權限，會分類是不需身分認證的所有使用者都可使用的項目或需要登入讀者帳號才可使用的項目。圖書館在進行網站架構規劃及設計時，應否同時考量受試者的分類概念，以期望建構更符合使用者認知的圖書館網站，是值得後續探討的議題。

同時在本研究進行卡片分類與相似性評定之知識結構引出過程中，多數受試者仍對圖書館網站的標籤有很多意見，有些甚至不甚理解其涵義，這些現象與之前相關研究所提到受試者對網站標籤，都有類似的問題。因此如何建構以使用者為中心的網站標籤，勢必是資訊架構領域後續研究重要的議題之一。

誌 謝

本文為行政院國家科學委員會專題研究計畫「改進卡片分類法以提升網站尋獲度之研究」（計畫編號：NSC 101-2410-H-003-119-MY3）之部分研究成果，感謝行政院國家科學委員會對本研究之經費補助。

參考文獻

- 邱亦秀(2010)。受試者特性對修正型德菲式卡片分類法成效影響之研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所，台北市。
- 蔡維君(2004)。大學圖書館網站好用性評估：以臺灣大學圖書館網站為例。未出版之碩士論文，國立臺灣大學圖書資訊學研究所，台北市。
- 謝建成、丁依玲、陳慧倫(2011)。大學圖書館網站資訊尋獲度之研究。資訊管理學報，18(3)，26-50。
- 謝建成、吳怡青(2010)。改進修正型德菲式卡片分類法探討大學圖書館網站尋獲度之研究。教育資料與圖書館學，47(3)，245-282。
- Ahlstrom, V., & Allendoerfer, K. (2004). *Information organization for a portal using a card-sorting technique*. Atlantic City International Airport, NJ: Federal Aviation Administration William J. Hughes Technical Center. (DOT/FAA/CT-TN04/31) Retrieved May 14, 2012, from <http://hf.tc.faa.gov/technotes/dot-faa-ct-tn04-31.pdf>
- Boulton, M. (2007). *Card sorting*. Retrieved May 22, 2012, from http://v3.markboulton.co.uk/articles/detail/card_sorting_part_1/
- Cooke, N. M., & McDonald, J. E. (1987). The application of psychological scaling techniques to knowledge elicitation for knowledge-based systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 26(4), 533-550.
- Courage, C., & Baxter, K. (2004). *Understanding your users: A practical guide to user requirements methods, tools, and techniques*. San Fransisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Coxon, A. P. M. (1999). *Sorting data: Collection and analysis*. Thousand Oaks: Sage.
- Dearholt, D. W., & Schvaneveldt, R. W. (1990). Properties of pathfinder networks. In *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization* (R. W. Schvaneveldt, Ed., pp. 1-30). (Ablex series in computational science). Norwood, NJ : Ablex.
- Deaton, M. (2002). *Sorting techniques for user-centered information design*. Retrieved May 21, 2012, from <http://www.mmdeaton.com/SortingTechniquesforInformationDesign.pdf>
- Durso, F. T., & Coggins, K. A. (1990). Graphs in the social and psychological sciences: Empirical contributions of pathfinder. In *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization* (R. W. Schvaneveldt, Ed., pp. 31-51). (Ablex series in computational science). Norwood, NJ : Ablex.
- Fincher, S., & Tenenberg, J. (2005). Making sense of card sorting data. *Expert Systems*, 22(3), 89-93.
- Fuccella, J., & Pizzolato, J. (1998, June 1). *Creating web site designs based on user expectations and feedback*. Retrieved May 24, 2012, from http://internetg.org/newsletter/june98/web_design.html
- Goldsmith, T. E., Johnson, P. J., & Acton, W. H. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 88-96.
- Hahsler, M., & Simon, B. (2001). User-centered navigation re-design for web-based information systems. In H. M. Chung (Ed.), *Proceedings of the Americas conference on information systems, AMCIS 2000* (pp. 192-198). Long Beach, CA: Association for Information Systems. Retrieved May 24, 2012, from <http://michael.hahsler.net/research/>

- webdesign_amcis2000/TT04-11_final.pdf
- Hawley, M. (2008, October 6). *Extending card-sorting techniques to inform the design of web site hierarchies*. Retrieved May 21, 2012, from <http://www.uxmatters.com/MT/archives/000332.php>
- Hinkle, V. (2008). *Card-sorting: What you need to know about analyzing and interpreting card sorting results*. Retrieved May 22, 2012, from <http://www.surl.org/usabilitynews/102/cardsort.asp>
- Hudson, W. (2005). Playing your cards right: Getting the most from card sorting for navigation design. *Interactions*, 12(5), 56-58.
- Interlink (2004). *The knowledge network organizing tool (KNOT) software*. Retrieved July 1, 2013, from <http://interlinkinc.net/KNOT.html>.
- Kaufman, J. (2006, November). Card sorting: An inexpensive and practical usability technique. *Intercom*, 2006(Nov.), 17-19. Retrieved May 23, 2012, from http://unraveled.com/publications/assets/card_sorting/Card_Sorting-Kaufman.pdf
- Maiden, N. A. M., & Hare, M. (1998). Problem domain categories in requirements engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 49(3), 281-304.
- Martin, S., & Kidwell, D. K. (2001). A case study in cluster analysis for intranet organization. In A. Ambler, K. Graham, & P. Jensen (Eds.), *Engineering management for applied technology (EMAT 2001): 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology* (pp. 57-64). Los Alamitos, CA: IEEE.
- MathWorks. (1994). *MATLAB: The language of technical computing*. Retrieved July 1, 2013, from <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
- McGriff, S. J., & Van Meter, D. P. (2001). *Measuring cognitive structure: An overview of pathfinder networks and semantic networks*. Unpublished manuscript, Pennsylvania State University at Pennsylvania.
- McNamara, D. S., & O'Reilly, T. (2004). Learning: Knowledge representation, organization, and acquisition. Unpublished manuscript, Old Dominion University at Virginia.
- Mitchell, A. A., & Chi, M. T. (1984). Measuring knowledge within a domain. In P. Nagy (Ed.), *The representation of cognitive structure* (pp. 85-109). Toronto, Canada: ISE.
- Morville, P. (2005). *Ambient Findability: What we find changes who we become*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Morville, P., & Rosenfeld, L. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web : Designing large-scale web sites* (3 rd.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Nielsen, J. (2004, July 19). *Card sorting: How many users to test*. Retrieved May 24, 2012, from <http://www.useit.com/alertbox/20040719.html>
- Optimal Workshop (2007). *Online card sorting software*. Retrieved July 1, 2013, from <http://www.optimalworkshop.com/optimalsort.htm>
- Paul, C. L. (2007). A modified delphi approach to a new card sorting methodology. *Journal of Usability Studies*, 4(1), 7-30.
- Robertson, J. (2001, February 19). *Information design using card sorting*. Retrieved May 24, 2012, from <http://www.steptwo.com.au/papers/cardsorting/index.html>
- Schvaneveldt, R. W. (1990). *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge*

- organization* (Ablex series in computational sciences). Norwood, NJ: Ablex.
- Spencer, D., & Warfel, T. (2004). *Card sorting: A definitive guide*. Retrieved May 24, 2012, from http://www.bboxesandarrows.com/view/card_sorting_a_definitive_guide
- Tullis, T., & Wood, L. (2004). How many users are enough for a card-sorting study? Poster presented at the Annual Meeting of the Usability Professionals Association, June 10-12, Minneapolis, MN. Retrieved May 25, 2012, from <http://home.comcast.net/~tomtullis/publications/UPA2004CardSorting.pdf>
- Upchurch, L., Rugg, G., & Kitchenham, B. (2001). Using card sorts to elicit web page quality attributes. *IEEE Software*, 18(4), 84-89.
- Wang, P., Hawk, W. B., & Tenopir, C. (2000). User's interaction with world wide web resource: An exploratory study using a holistic approach. *Information Processing & Management*, 36(2), 232-236.
- White, B. (2003). Web accessibility, mobility, and findability. In *Web congress, 2003. Proceedings. First Latin American* (pp. 239-240). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Zimmerman, D. E., & Akerelrea, C. (2002). A group card sorting methodology for developing informational web sites. In *Professional communication conference, 2002. IPCC 2002. Proceedings. IEEE international* (pp. 437-445). Piscataway, NJ: IEEE. Retrieved May 24, 2012, from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01049127>



The Study of Applying Pathfinder Analysis to University Library Websites Construction

Jiann-Cherng Shieh*

Professor
E-mail: jcshieh@ntnu.edu.tw

Wan-Chu Liao

Graduate Student
Graduate Institute of Library & Information Studies
National Taiwan Normal University
Taipei, Taiwan
E-mail: pn1350084@hotmail.com

Abstract

Card sorting and cluster analysis are the methods applied most frequently in information architecture studies. However, the similarity rating and pathfinder analysis have been widely adapted to structural knowledge elicitation and presentation in educational psychology studies. This study investigated how similarity rating and pathfinder analysis are used to construct library websites and what are their effects. We took the National Taiwan Normal University Library website as our study case. Randomly 30 students were selected as the subjects to conduct card sorting or similarity rating on the picked out site labels. Next we applied cluster analysis and pathfinder analysis to the above results to generate four websites. Finally, we again randomly selected 120 students into four groups to conduct findability tests on four websites respectively. By the statistical analysis, we concluded that there is no significant difference between card sorting and similarity rating on findability; however, if card sorting is applied to structural knowledge elicitation, there will be significant difference between cluster analysis and pathfinder analysis on findability.

Keywords: Card sorting; Similarity rating; Cluster analysis; Pathfinder analysis; Findability

SUMMARY

Most of recent studies on information architecture are based on the “user-centered design” concept, using user-oriented evaluation methods to understand users’ thoughts and opinions, for helping build websites to better meet users’ needs. Card-sorting is a common approach used to understand users’ model of cognition when reviewing website content, to help design websites to better meet users’ needs (Hawley, 2008). Morville & Rosenfeld (2006) recognized that card sorting, with its advantages of being low-tech and effective in understanding

* Principal author for all correspondence.

users' behaviors and cognition models, is a powerful research tool for information architecture studies. Although card sorting is a cost-effective and useful tool for collecting cognitive information, it is mostly questioned that whether participants truly understand the meanings about their own sorting results, which would greatly affect the objectivity of experiment outcomes.

Educational psychologists have used knowledge structure assessment tools to understand learners/users' cognitive modes. Among knowledge structure assessment tools, the most commonly used are "similarity ratings" and "pathfinder analysis". Similarity ratings approach is for users to compare and evaluate among categories, and similarity matrix is generated and then analyzed by pathfinder analysis. Pathfinder improved the past disadvantages of non-objective representations of network relationships on concepts. It is a more objective assessment method and can represent relationships of knowledge concepts with network graphics. This study tries to investigate how to apply similarity ratings to collect users' cognitive information about website labels, and then to apply pathfinder approach to build website structures. Card sorting and similarity ratings derived from knowledge structure approaches are used in this study to understand how users organize library website contents, and then cluster analysis and pathfinder methods are applied to analyze the previous findings to construct various websites. Four different website structures are generated from the analysis. Furthermore, in order to analyze advantages and disadvantages of different website structures, the researchers conduct web findability tests to compare the differences. In this research, KNOT (Interlink, 2004) software is used to do pathfinder analysis and generate corresponding networked structures. For each networked structure, we divide the nodes that get most linkages into different groups. After each division, we do the same operations on the new generated groups, until there are no nodes with more than two linkages of phrases. Four website structures generated from this study are explained below:

1. When card sorting approach is used to elicit knowledge structures and cluster analysis is used to represent knowledge structures, we call the website structure CC. The CC website structure can be generated by MATLAB (MathWorks, 1994) software when the threshold value is set as 0.73. Its breadth of website is 12.

2. When similarity rating approach is used to elicit knowledge structures and cluster analysis is used to represent knowledge structures, we call the website SC. The SC website structure can be generated by MATLAB software when the threshold value is set as 1.8. Its breadth of website is 11.

3. When card sorting approach is used to elicit knowledge structures and pathfinder analysis is used to represent knowledge structures, we call the website

CP. The CP website generated from MATLAB is with the breadth of 3 and the depth of 4.

4. When similarity ratings approach is used to elicit knowledge structures and pathfinder analysis is used to represent knowledge structures, a website generated is called SP. The SP website is with the breadth of 5 and the depth of 3.

To further understand whether users are able to easily find needed information in these website structures, the researchers conduct web findability experiment to evaluate the structures. The survey method is used to evaluate the web findability by asking participants to rate the fit of locations of assigned items in web structures. Paul (2007) chose seven website users as participants of web findability tests for them to answer the web content labels of ten assigned items. The goal of findability tests is to understand whether the categories of web structures matches how users conceive in mind. Shieh and Wu (2010) used the survey method to evaluate findability of university library websites using the Likert's five-point scale; twenty participants were asked to evaluate the fit of locations of six webpage labels in different website structures. Shieh et al. (2011) also used the survey method to evaluate the findability of website structures; fifteen participants were asked to evaluate the findability of three web structures generated from studies and rate the fit of locations of eight webpage labels in these three web structures on the Likert's five-point scale, which defines that the higher scores of the fit, the higher level of web content findability.

In this study, fifteen enrolled students are randomly chosen for the tests to evaluate findability of each website structure. Participants are asked to imagine the computer file structures as the library website structures, and find the locations of five assigned items in computer files. Then the fit of labels locations are rated with Likert's five-point scale.

In terms of the breadth and depth of websites, the breadth of the CP and SP structures generated from pathfinder analysis is less than the CC and SC structures generated from cluster analysis, it means that the number of categories of CP and SP is smaller; as to the depth of websites, there is no significant difference. In terms of the comparison of card-sorting and similarity ratings elicited by knowledge structure approach, there is no significant difference.

As to the website findability, results of analysis reveal that there is no significant difference between the two approaches of knowledge structure elicitation (card sorting and similarity ratings); however there is a significant difference between the two approaches of knowledge structure representation (cluster analysis and pathfinder analysis). The cross-analysis of knowledge structure elicitation and knowledge structure representation approaches indicates that there is no direct influence between knowledge structure elicitation and

knowledge structure representation approaches. Next, we apply One-Way ANOVA to investigate whether there is a significant difference between different knowledge structure representation approaches when used the same approach of knowledge structure elicitation. The results show that when used the same approach of card sorting, pathfinder analysis is more effective than cluster analysis in terms of web findability, and when used the same approach of similarity ratings, there is no significant difference between pathfinder analysis and cluster analysis in terms of web findability.

ROMANIZED & TRANSLATED REFERENCE FOR ORIGINAL TEXT

邱亦秀 [Chiou, Yi-Shiou] (2010)。受試者特性對修正型德菲式卡片分類法成效影響之研究 [A study on participants' character to the effect of Modified-Delphi card sorting]。未出版之碩士論文 [Unpublished master's thesis]，國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所 [Graduate Institute of Library and Information Studies, National Taiwan Normal University]，台北市 [Taipei]。

蔡維君 [Tsai, Wei-Chun] (2004)。大學圖書館網站好用性評估：以臺灣大學圖書館網站為例 [Usability test of university library websites: A case study of National Taiwan University Library website]。未出版之碩士論文 [Unpublished master's thesis]，國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所 [Graduate Institute of Library and Information Studies, National Taiwan Normal University]，台北市 [Taipei]。

謝建成 [Shieh, Jiann-Cherng]、丁依玲 [Ding, Yi-Ling]、陳慧倫 [Chen, Hui-Lun] (2011)。大學圖書館網站資訊尋獲度之研究 [Information findability study of university library web sites]。資訊管理學報 [Journal of Information Management]，18(3)，26-50。

謝建成 [Shieh, Jiann-Cherng]、吳怡青 [Wu, Yi-Ching] (2010)。改進修正型德菲式卡片分類法探討大學圖書館網站尋獲度之研究 [Using refined Modified-Delphi card sorting to analyze the findability of university library websites]。教育資料與圖書館學 [Journal of Educational Media & Library Sciences]，47(3)，245-282。

Ahlstrom, V., & Allendoerfer, K. (2004). *Information organization for a portal using a card-sorting technique*. Atlantic City International Airport, NJ: Federal Aviation Administration William J. Hughes Technical Center. (DOT/FAA/CT-TN04/31) Retrieved May 14, 2012, from <http://hf.tc.faa.gov/technotes/dot-faa-ct-tn04-31.pdf>

Boulton, M. (2007). *Card sorting*. Retrieved May 22, 2012, from http://v3.markboulton.co.uk/articles/detail/card_sorting_part_1/

Cooke, N. M., & McDonald, J. E. (1987). The application of psychological scaling techniques to knowledge elicitation for knowledge-based systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 26(4), 533-550.

Courage, C., & Baxter, K. (2004). *Understanding your users: A practical guide to user requirements methods, tools, and techniques*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.

Coxon, A. P. M. (1999). *Sorting data: collection and analysis*. Thousand Oaks: Sage.

Dearholt, D. W., & Schvaneveldt, R. W. (1990). Properties of pathfinder networks. In *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization* (R. W. Schvaneveldt,

- Ed., pp. 1-30). (Ablex series in computational science). Norwood, NJ : Ablex.
- Deaton, M. (2002). *Sorting techniques for user-centered information design*. Retrieved May 21, 2012, from <http://www.mmdeaton.com/SortingTechniquesforInformationDesign.pdf>
- Durso, F. T., & Coggins, K. A. (1990). Graphs in the social and psychological sciences: Empirical contributions of pathfinder. In *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization* (R. W. Schvaneveldt, Ed., pp. 31-51). (Ablex series in computational science). Norwood, NJ : Ablex.
- Fincher, S., & Tenenber, J. (2005). Making sense of card sorting data. *Expert Systems*, 22(3), 89-93.
- Fuccella, J., & Pizzolato, J. (1998, June 1). *Creating web site designs based on user expectations and feedback*. Retrieved May 24, 2012, from http://internetg.org/newsletter/june98/web_design.html
- Goldsmith, T. E., Johnson, P. J., & Acton, W. H. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 88-96.
- Hahsler, M., & Simon, B. (2001). User-centered navigation re-design for web-based information systems. In H. M. Chung (Ed.), *Proceedings of the Americas conference on information systems, AMCIS 2000* (pp. 192-198). Long Beach, CA: Association for Information Systems. Retrieved May 24, 2012, from http://michael.hahsler.net/research/webdesign_amcis2000/TT04-11_final.pdf
- Hawley, M. (2008, October 6). *Extending card-sorting techniques to inform the design of web site hierarchies*. Retrieved May 21, 2012, from <http://www.uxmatters.com/MT/archives/000332.php>
- Hinkle, V. (2008). *Card-sorting: What you need to know about analyzing and interpreting card sorting results*. Retrieved May 22, 2012, from <http://www.surl.org/usabilitynews/102/cardsort.asp>
- Hudson, W. (2005). Playing your cards right: Getting the most from card sorting for navigation design. *Interactions*, 12(5), 56-58.
- Interlink (2004). *The knowledge network organizing tool (KNOT) software*. Retrieved July 1, 2013, from <http://interlinkinc.net/KNOT.html>.
- Kaufman, J. (2006, November). Card sorting: An inexpensive and practical usability technique. *Intercom*, 2006(Nov.), 17-19. Retrieved May 23, 2012, from http://unraveled.com/publications/assets/card_sorting/Card_Sorting-Kaufman.pdf
- Maiden, N. A. M., & Hare, M. (1998). Problem domain categories in requirements engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 49(3), 281-304.
- Martin, S., & Kidwell, D. K. (2001). A case study in cluster analysis for intranet organization. In A. Ambler, K. Graham, & P. Jensen (Eds.), *Engineering management for applied technology (EMAT 2001): 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology* (pp. 57-64). Los Alamitos, CA: IEEE.
- MathWorks. (1994). *MATLAB: The language of technical computing*. Retrieved July 1, 2013, from <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
- McGriff, S. J., & Van Meter, D. P. (2001). *Measuring cognitive structure: An overview of pathfinder networks and semantic networks*. Unpublished manuscript, Pennsylvania State

University at Pennsylvania.

- McNamara, D. S., & O'Reilly, T. (2004). Learning: Knowledge representation, organization, and acquisition. Unpublished manuscript, Old Dominion University at Virginia.
- Mitchell, A. A., & Chi, M.T. (1984). Measuring knowledge within a domain. In P. Nagy (Ed.), *The representation of cognitive structure* (pp. 85-109). Toronto, Canada: ISE.
- Morville, P. (2005). *Ambient Findability: What we find changes who we become*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Morville, P., & Rosenfeld, L. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web: Designing large-scale web sites* (3 rd.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Nielsen, J. (2004, July 19). *Card sorting: How many users to test*. Retrieved May 24, 2012, from <http://www.useit.com/alertbox/20040719.html>
- Optimal Workshop (2007). *Online card sorting software*. Retrieved July 1, 2013, from <http://www.optimalworkshop.com/optimalsort.htm>
- Paul, C. L. (2007). A modified delphi approach to a new card sorting methodology. *Journal of Usability Studies*, 4(1), 7-30.
- Robertson, J. (2001, February 19). *Information design using card sorting*. Retrieved May 24, 2012, from <http://www.steptwo.com.au/papers/cardsorting/index.html>
- Schvaneveldt, R. W. (1990). *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization* (Ablex series in computational sciences). Norwood, NJ: Ablex.
- Spencer, D., & Warfel, T. (2004). *Card sorting: A definitive guide*. Retrieved May 24, 2012, from http://www.boxesandarrows.com/view/card_sorting_a_definitive_guide
- Tullis, T., & Wood, L. (2004). How many users are enough for a card-sorting study? Poster presented at the Annual Meeting of the Usability Professionals Association, June 10-12, Minneapolis, MN. Retrieved May 25, 2012, from <http://home.comcast.net/~tomtullis/publications/UPA2004CardSorting.pdf>
- Upchurch, L., Rugg, G., & Kitchenham, B. (2001). Using card sorts to elicit web page quality attributes. *IEEE Software*, 18(4), 84-89.
- Wang, P., Hawk, W. B., & Tenopir, C. (2000). User's interaction with world wide web resource: An exploratory study using a holistic approach. *Information Processing & Management*, 36(2), 232-236.
- White, B. (2003). Web accessibility, mobility, and findability. In *Web congress, 2003. Proceedings. First Latin American* (pp. 239-240). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Zimmerman, D. E., & Akerelrea, C.(2002). A group card sorting methodology for developing informational web sites. In *Professional communication conference, 2002. IPCC 2002. Proceedings. IEEE international* (pp. 437-445). Piscataway, NJ: IEEE. Retrieved May 24, 2012, from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01049127>