

不同卡片分類法效益比較之研究

A Study of Effectiveness Comparisons on
Different Card Sorting Methods

謝建成*

Jiann-Cherng Shieh

國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所教授

jcshieh@ntnu.edu.tw

Professor

Graduate Institute of Library and Information Studies

National Taiwan Normal University

呂智惠

Chih-Hwei Lu

國防部國家軍事博物館籌備處副主任

lukelucila@gmail.com

Deputy Director

National Military Museum Preparatory Office

Ministry of National Defense

陳光榮

Kuang-Jung Chen

國立臺灣師範大學地球科學系

kjchen@ntnu.edu.tw

Professor

Department of Earth Sciences

National Taiwan Normal University

* 通訊作者：謝建成 jcshieh@ntnu.edu.tw

投稿日期：2019年01月15日；接受日期：2019年04月20日

【摘要 Abstract】

卡片分類法一直以來是用以引出使用者認知最經濟且有效的方法之一，也因此被視為運用於以使用者為中心網站架構設計最常見的方法。Nielsen 指出卡片分類法最適當的參與人數是 15 人；Paul 則認為傳統卡片分類法在受試人數及分析時間上花費較多，故提出受試者 9 人以線性方式進行之修正型德菲式卡片分類法。為驗證改進 Paul 的方法，謝建成、吳怡青基於德菲法概念提出改進修正型德菲式卡片分類法，共有 9 位受試者，至多進行 3 回合。然而當運用卡片分類法於網站建構時，該選擇何者較為合適？其間效益成本差異如何？本研究擬以演算法分析方法探討比較不同片分類在時間成本與尋獲度效益間之優劣，並以實際實驗數據做為分析佐證，研究結果可作為後續選擇卡片分類運用之參考。

Card sorting has always been recognized as the most economical and effective method used to elicit users' cognition. Therefore, it has been applied as the most common method to design libraries web information architectures based on user centered concepts. However, according to Nielsen's study, to conduct card sorting experiments, the most appropriate number of participants is 15 people. Paul proposed that the traditional card sorting method spends more cost at the participant number and analysis time. Thus, he suggested applying the modified Delphi card sorting method to resolve the situation. In the modified Delphi card sorting method, there are about 9 (8~10) participants to conduct experiments in a linear fashion. Beside the seed participant, the rest were to revise the card sorting result made by the preceding participant. The final obtained result is regarded as the one of all of participants. However, Shieh and Wu put forward the refined modified Delphi card sorting method that is similar to the Delphi card sorting method. The refined modified Delphi card sorting method has a total of nine participants. But it limits rounds to at most 3. However, when applying card sorting methods to website construction, which one is appropriate? What are the differences in their effectiveness and cost? This study applied algorithm analysis method to explore the time cost differences between various card sorting methods and their performances in findability. We also conduct corresponding

experiments to collect related data as evidence for analysis. The result can be as the reference for the future applications of card sorting methods.

【關鍵字 Keywords】

卡片分類法；修正型卡片分類法；改進修正型卡片分類法；資訊架構
Card Sorting; Modified Delphi Card Sorting; Refined Modified Delphi Card
Sorting; Information Architecture

壹、前言

隨著網站的快速發展，人們經常方便的從網際網路上獲取他們所需要的訊息。一些網站提供邏輯資訊架構，以幫助使用者從網站中找到他們所需的內容。因此網站架構不佳的網站，不僅讓使用者使用困難而挫折，甚至於還必須冒著完全流失使用者的風險（Rosenfeld, Morville & Arango, 2015）。如何幫助使用者在網站上輕鬆有效地檢索所需的訊息是網站設計師應該關注和重視的重要事項。Hawley（2008）指出，當開發包含大量和複雜資訊的網站時，網站設計者和使用性研究者，經常會使用卡片排序方法來幫助其資訊架構的設計。卡片分類法一直以來是用以引出使用者認知最經濟且有效的方法之一，也因此被運用於以使用者為中心網站架構設計最常見的方法，對於網站設計有著深遠的影響！如何取捨運用適當的卡片分類法於網站設計開發過程，是資訊架構領域重要且待釐清的一問題。與傳統的卡片分類方法相比，Paul（2008）提出了修正型德菲式（Delphi）卡片分類法，並藉由實驗顯示，不僅降低了時間和人力成本，而且還帶來了質量效果。然而，即便是有這樣的優勢，但因為沒有足夠的案例研究應用於網站開發上，本研究認為修正型德菲式卡片分類法仍有改善空間；2010年，謝建成、吳怡青即提出了改進的修正型德菲式卡片分類方法，是一種以德菲法為概念之新穎的卡分類方法。

本研究預期提出一時間成本數學分析模式作為不同卡片分類法之比較，並以尋獲度作為探討其間成本效益之基礎，以解決上述問題，作為後續卡片分類應用之參考。

貳、文獻探討

一、卡片分類法

卡片分類法 (Card Sorting) 在社會科學或醫學領域中經常被用於幫助研究者蒐集資料以瞭解人們的想法，如威斯康辛卡片分類測驗 (WCST) (Robinson, Gray, Ferrier & Gallagher, 2016) 被應用於評估受試者抽象分類的能力、對概念模式的形成與轉移的能力以及僵化的反映。Upchurch、Rugg 與 Kitchenham (2001) 指出卡片分類法源自於 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瞭解彼此的想法，也存在著足夠的相異性展現個人的特質。卡片分類法至今已被許多資訊架構師或相關學者用以分析網站架構 (呂智惠、謝建成、黃琬姿、黃毓潔, 2016; Khan & Mathew, 2018; Mahmood, Adnan, Noor & Saman, 2018; Paladino, Klentzin & Mills, 2017; Sari, Sabariah & Effendy, 2018; Schmettow & Sommer, 2016; Whang, 2008)。Hawley (2008) 指出，若要開發含有資訊數量眾多的網站之架構，網站設計者和使用性研究者時常透過卡片分類法來幫助設計。

卡片分類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網站架構。藉由卡片分類的步驟可以歸納出對使用者有意義的群組。資訊架構師在建構一個網站時經常利用卡片分類法來獲取使用者想法，作為設計時的一個參考依據。Rosenfeld、Morville 與 Arango (2015) 認為卡片分類法雖然是一項低科技的研究方法，但對於瞭解使用者有相當大的幫助，是強大的資訊架構研究工具之一。當我們需要得到對於網站之內容、專有名詞、或是產品組織上的使用者回饋 (Feedback)，我們隨時可以使用卡片分類法。卡片分類法這項任務，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，卡片分類法仍然可以比較各個受試者的想法，不會受到語言刺激的影響 (Gravlee, Maxwell, Jacobsohn & Bernard, 2018)。

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。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) (Spencer, 2009)。封閉式卡片分類法進行時，已存在既有的類別幫助受試者建立架構，受試者可仔細思考不同類別的意義，將適當的網頁標籤置於各類目下。開放式卡片分類法則是適合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，並進行分類項目標籤之命名。這兩種方式最大的差異在於封閉式卡片分類法是由研究者事先設定好類別，再由受試者將項目分入預設的類別中(謝建成、吳怡青，2010)。但開放式卡片分類法研究者不會事先設定類別，而是由受試者依據項目的相似度或對受試者有意義的方式加以組織，在部分測驗中，研究者也會要求受試者必須給予類別名稱或描述 (Spencer, 2009)。

卡片分類法可在不同的平台上實施，大致可分為兩類：物理平台與虛擬平台。物理平台即是在書桌上進行，其優點在於可促進彼此間的溝通，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 等。

卡片分類法依據不同目的、受試單位的需求，在實施規劃上皆有不同的方式。

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，卡片數量較少亦是如此。除了考量研究成效，也需考慮到時間因素，過長的實驗進行時間會讓受試者感受到無聊或挫折感 (Deaton, 2002)。Rugg 與 McGeorge (2005) 認為若要以統計方式分析，項目至少需要 8 個。再者，Spencer (2009) 則認為 30 至 100 個項目較好，因為少於 30 個項目無法將架構完整呈現，而多於 100 個項目則太過費時，且容易造成受試者因疲倦而無法完整地完成；除此之外，他們提出當受試者對於項目的每一個概念有深入地瞭解時，可以允許使用 200 個以上的項目。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，卡片甚至可以使用到 200 張的數量。Hahsler 與 Simon (2000) 讓受試者分類 120 張卡片，但有些受試者因此失去耐心，無法完成分類或命名分類名稱的受試者，因此認為卡片數目不要超過 100 張。卡片項目選擇來源的內容可能為網站中的一個單獨頁面、功能、一小群的頁面、或是整個主題階層。無論選擇為何，要保持內容規模的一致性，否則將對受試者的分類帶來困難。各項目之間也應該具有足夠的相似度，讓受試者可以進行分類的動作 (Spencer, 2009)。最適當的卡片項目選擇應該來自使用者 (Hawley, 2008)。研究者也可以用問卷調查的方式，讓受試者列

出心中認為與研究個案有相關的主題，或是利用使用性測試 (Usage Surveys) 調查受試者經常使用的內容或功能，再從中挑選適合列入卡片項目的主題 (Kaufman, 2006)。

項目的命名應該要簡短易懂，如果有必要，可以在卡片的背面輔以簡短說明或圖樣。將每一張卡片標明號碼可以幫助分析之後的分類結果 (Kaufman, 2006; Spencer, 2009)。標籤的書寫建議使用印刷的方式，方便事前的組織，在實驗中也增加了易讀性 (Kaufman, 2006)。卡片的規格建議使用 100 x 150mm 的大小，除了進行分類的卡片以外，必須額外準備空白卡片讓受試者可以增加或修改項目 (Spencer, 2009)。Robertson (2001) 建議使用 76 x 127mm 大小的卡片，此大小足以書寫和掌握，也能在書桌上有好的呈現。

卡片分類法可採個人或團體的方式進行。個人進行方式是由受試者一人完成卡片分類，個人卡片分類法進行時應讓受試者分散在不同空間中，以避免其交談討論或相互影響。團體進行方式則是數個受試者為一組，同組受試者一起進行討論，歸納出團體參與者皆同意的分類架構。基本上，卡片分類法是以個人來進行研究，讓受試者親自操作，或是在軟體平台上進行。而使用團體受試者來進行分類者，除了得到分類結果之外，也能瞭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)。在受試者人數上，Robertson (2001) 指出受試者至少需要 4 位，因為他認為少於 4 位，所得的分析結果代表性不足。另外他也指出在進行團體卡片分類時，一組受試者應不超過 8 位，因為人數過多會難以控制與實施，且會花費太多時間。Spencer (2009) 認為 7 ~ 10 位受試者是適當的，但如果受試者是以團體為單位做測試，則 3 人為一組，共使用 5 組當作受試組 (共 15 位受試者) 會得到較佳的效果。Deaton (2002) 則指出多數採用卡片分類法的研究，其受試者為 4 至 16 人。Hahsler 與 Simon (2000) 則認為團體受試者每組應控制在 5 至 10 位。Tullis 與 Wood (2004) 對於卡片分類法的受試人數進行實際的研究，Tullis 與 Wood (2004) 將不同受試者數量的研究結果與 168 位受試者的研究結果做比較。研究結果發現，20 ~ 30 位受試者能夠達到 0.95 的相關係數，之後增加受試者數量雖能提高相關係數，但增加的幅度不大，因此 Tullis 與 Wood (2004) 建議使用 20 ~ 30 位受試者。Nielsen (2004) 則依據此項研究提出建議，他認為卡片分類法受試者人數以 15 位為最佳，因為當受試者人數增加一倍時 (30 人)，相關係數僅增加了 0.05，但卻必須花費一倍的人力、物力與時間，且他也認為 15 位受試者已可找出

絕大多數網站資訊架構上的問題，因此，他所建議的最理想人數為 15 人。

二、修正型德菲式卡片分類法

為了改善傳統卡片分類法在受試者數量及分析時間上的花費，Paul 在 2008 年提出新的卡片分類法實施方式，稱為修正型德菲式卡片分類法。修正型德菲式卡片分類法與開放式卡片分類法類似，可以改善卡片分類法在時間、成本、以及研究成效等三個部份的弱勢。此項新的方法也曾受到肯定，獲得資訊架構學會（Information Architecture Institute）之獎助。Hawley（2008）認為此方法可視為傳統卡片分類法的補充和延伸。

Paul（2008）提出的修正型德菲式卡片分類法是一種將線性模式加入德菲法中並應用於卡片分類法。實施方式為受試者對於前位受試者的結果提出回饋建議，或是藉由之前的回饋啟發新的思考，將更新的結果提供給下一位受試者，最終得到的結果可視為多位受試者一致的意見。此線性模式的實施方式如下圖。

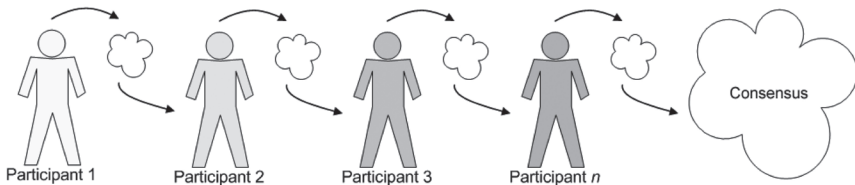


圖 1 修正型德菲式卡片分類法之進行方式

資料來源：“A modified delphi approach to a new card sorting methodology.”
by C. L. Paul 2008, *Journal of Usability studies*, 4(1), 7-30.

當修正型德菲法應用於卡片分類法的實驗中，受試者進行的活動則包括 1. 觀看之前受試者共同作業的結果；2. 檢視過之前受試者此結果後，可以直接做修正。因此，修正型德菲式卡片分類法大致可分為四個步驟：

1. 第一位受試者（seed participant）從卡片中建立最初的資訊架構模型。
2. 之後的受試者對於前位受試者的模型給予評論，進而修正或重

新建立模型。

3. 卡片架構在受試過程中不斷改變，整合眾多受試者的建議而進化。
4. 當資訊架構模型已沒有明顯的變化，此時即視為達到一致性的結果。

一般資訊架構或使用性的實驗很少有單一的答案，而是由少數適合的答案來代表多數人的意見。修正型德菲式卡片分類法的目的在於求得一致性且單一的結論，但是在卡片分類進行時，仍有可能發生無法產生一致性結論的情形。這時候可以去考量一些可能的因素，例如資料的同質性、受試者對於研究主題的熟悉經驗、受試者的背景因素等等。

修正型德菲式卡片分類法在資訊架構的設計應用中，是一種實踐性的預先設計活動。相較於傳統的卡片分類法，修正型德菲式卡片分類法可帶來一些潛在或預期效益，包括節省了受試及分析結果的時間，也就是能降低實驗進行的成本，也減少了受試者的認知成本。除此之外，邀集專家受試，更能提高實驗結果的品質。

三、改進修正型德菲式卡片分類法

改進修正型德菲式卡片分類法於 2010 年提出（謝建成、吳怡青，2010），德菲法原先的實施方式為多回合的反覆進行，改進修正型德菲式卡片分類法較符合原有德菲法多回合方式精神之卡片分類法，比較與 Paul 所提出之線性方式間之不同，其進行方式如下圖所示，每位受試者以卡片分類法先提出一網站架構，綜合眾人意見得到第一個共同認知結果之架構後，再將此結果進行下一回合的修正，而得到下一個架構，以此類推（共三回合）。

修正型德菲式卡片分類法中，所建議的受試者人數為 8~10 人（Paul, 2008），而改進修正型德菲式卡片分類法則採以 9 人進行卡片分類，故本研究亦以上述受試者人數為準進行時間成本分析。

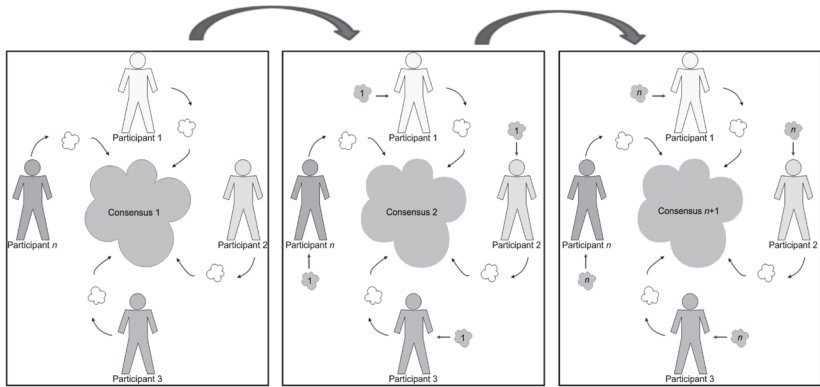


圖 2 改進修正型德菲式卡片分類法之進行方式

資料來源：”改進修正型德菲式卡片分類法探討大學”。謝建成、吳怡青，2008，教育資料與圖書館學，47(3)，245-281。

四、網站尋獲度

由於電腦與網際網路的發達，對於任何人而言，透過網路查找資訊變得相當容易，但同時卻也造成了資訊爆炸的情況。在今日透過網路尋找資訊並非是一件困難的事，但如何才能以最短時間找到最符合需求的資訊成為每一位使用者最重視的問題。對網站設計者而言，如何滿足使用者這樣的需求，成為了他們所最需考量的問題。為解決這樣的問題，Morville（2005）提出尋獲度的概念。Morville 認為尋獲度是指被找到的能力，他進一步解釋在網路世界中的尋獲度。他認為尋獲度包含了網站被找到的能力及網站提供使用者查找所需資訊的能力。所謂網站被找到的能力是指使用者透過搜尋引擎查找資訊時，網站在網頁搜尋排名的位置，排名越前面表示被點選的機率越高，即網站尋獲度越高。而網站提供使用者查找所需資訊的能力是指使用者在某網站中是否容易找到其所需的資訊，此部分牽涉到網站資訊架構，規劃完善的網站資訊架構可以幫助使用者快速地獲取所需資訊，即網站尋獲度高。他認為尋獲度在網路環境中較使用性更為重要，因為對使用者而言，如果無法找到網站或資訊，使用性對他們而言，便不是值得關心的問題了。依照 Morville 對尋獲度的定義，可將其分為網站外部與網站內部兩個面向。

對網站而言，網站內部尋獲度是最重要的概念之一，因為低尋獲度無法讓有用的資訊被發掘使用，而透過高結構性的架構則可提升網站內部尋獲度。網站內部尋獲度是指當使用者在某網站中，是否易於

在該網站中找到所需的資訊，或是網站幫助使用者發掘資訊的能力。網站內部尋獲度在網站使用者介面設計中並不是一個明顯可見的元素，而且也經常被遺忘。

Paul (2008) 對於尋獲度分析提出選擇 7 位受試者，給予每位受試者 10 個問題，讓受試者尋找在不同網站架構的分類下可找到問題所指的網頁內容，並記錄受試者回答的正確題數，進行尋獲度評估；而另有其他研究是以任務導向為主，計算其完成時間、點擊滑鼠次數等為評估依據。

參、研究方法

本研究先以內容分析法，解析不同卡片分類方法之運用及作法；並以演算法虛擬碼 (pseudo code) 方式各別呈現；然後針對上述演算法建立數學分析模式，以進行時間成本複雜度分析；接著進行卡片分類實驗，所用之卡片為沿用謝建成與吳怡青於 2010 研究使用之卡片組，為經過限制條件篩選之國立台灣師範大學圖書館站標籤，並募集不同受試者 (共需 27 位) 以不同卡片分類方法進行實際卡片分類並蒐集個人完成時間，然後利用卡片分類工具建構各網站樹狀架構；接著進行尋獲度實驗 (預計共需 75 位不重複之受試者)；本研究實驗網站是以國立台灣師範大學圖書館網站為標的，因此無論是卡片分類或是尋獲度知受試者，均是隨機自該校學生中抽取，以減少抽樣問題影響實驗誤差；最後以卡片分類時間、尋獲度任務完成時間、參與人數等因素，探討成本效益。

一、不同卡片分類法演算法

(一) 傳統卡片分類法

傳統卡片分類法是以 15 人進行為原則；受試者各自獨立針對卡片進行分類，全數完成後再進行樹狀架構建議，本研究卡片分類之進行與樹狀架構建立，是以線上工具 Optimal Sort 為主；樹狀建構時間與受試者卡片分類時間相比，佔極小部分幾乎可忽略不計。傳統卡片分類法之執行，可以下虛擬碼表示，其中 PAR 意指為可同時並行執行。

PAR

Card Sort(i), $1 \leq i \leq 15$; # 第 i 位受試者進行卡片分類

END

Construct TreeStructure ; # 樹狀架構建立

(二) 修正型德菲式卡片分類法

為 Paul 於 2008 年提出，宣稱可改進傳統卡片分類法之成本問題，受試者僅需 9 人即可達到傳統卡片分類法之效益。修正型德菲式卡片分類法為一線性運作的模式（如圖 1 所示）：自第一位受試者分類結果後，後續分類者依據前者結果進行修正調整，一直至最後一位，即完成並獲得卡片分類之結果。其相對應之虛擬碼如下所示：

For $i=1$ to 9

Card Sort (i) ; # 第 i 位受試者進行卡片分類

Next

Construct TreeStructure ; # 樹狀架構建立

(三) 改進修正型德菲式卡片分類法

為謝建成與吳怡青於 2010 提出，其主要仍維持德菲法之精神，進行最多三回合之修正，以 9 位受試者參與同時進行，針對上回結果受試者提出個人修正調整；三回合結束後即獲得卡片分類結果。執行改進修正型德菲式卡片分類法虛擬碼可以下表示：

For $i=1$ to 3

PAR

Card Sort(i), $1 \leq i \leq 9$; # 第 i 位受試者進行卡片分類

END

Construct TreeStructure ; # 樹狀架構建立

Next

二、網站架構實驗

(一) 卡片分類實驗

針對不同卡片分類法進行實驗，其中各方法所需之受試者人數，傳統卡片分類法所提出是以 15 人為原則，修正型德菲式卡片分類法則是 9 人，改進修正型德菲式卡片分類法則是以 9 人為基礎；於本研究中，為求排除卡片分類受試者人數之變因，故每一卡片分類實驗皆以

隨機方式抽選 9 位受試者且不重複，故總共需要 27 位受試者進行卡片分類實驗；而網站卡片沿用先前研究之 84 張卡片（謝建成、吳怡青，2010）；各卡片分類過程及樹狀架構建立，均透過網路以 Optimal Sort 線上工具進行。

（二）尋獲度實驗

尋獲度實驗以內部尋獲度為準則，上述建構後之網站架構，其尋獲度實驗是以任務導向進行，設定 3 項任務予受試者於網站架構中完成；因本研究預期產生 5 個網站架構：傳統卡片分類法、修正型德菲式卡片分類法、改進修正型德菲式卡片分類法第一回合、改進修正型德菲式卡片分類法第二回合，以及改進修正型德菲式卡片分類法第三回合，每一架構以 15 位受試者進行，受試者以隨機方式抽選且不重複，共需 75 位尋獲度實驗受試者，並記錄每位受試者完成任務時間，以作為後續成本效益分析之用。

三、成本效益分析實證

效益分析以卡片分類時間為先，再藉由實際實驗結果進行實證，考量尋獲度之完成任務時間與受試者人數，進行分析比較，並進一步討論不同卡片分類法之優劣及其運用時機等。

肆、研究結果

一、不同卡片分類法之時間複雜度

依據上述虛擬碼分析，在考量最壞之情況（worst case）下，傳統卡片分類法之時間複雜度為

$$\text{MAX}(T(\text{Card Sort}(i)) + T(\text{Construct TreeStructure}), 1 \leq i \leq 15);$$

其中 MAX 代表最大值， $T(\text{Card Sort}(i))$ 代表第 i 位受試者執行卡片分類所花的時間； $T(\text{Construct TreeStructure})$ 則代表利用 Optimal Sort 工具建立樹狀架構所花的時間，此時間遠小於受試者進行卡片分類所花的時間，可以省略不計。

修正型德菲式卡片分類法以線性方式進行，故此卡片分類所花費之時間為 $\sum_{i=1}^9 T(\text{Card Sort}(i)) + T(\text{Construct TreeStructure})$ 。

至於改進修正型德菲式卡片分類法，原則上以完成三回合為最多

之考量，每回合類似傳統卡片分類法進行但人數減少為 9 人，故其所花費時為 $\sum_{k=1}^3 \text{MAX}(T_k(\text{Card Sort}(i)_f)) + T(\text{Construct TreeStructure})$, $1 \leq i \leq 9$ ；

其中 $\text{Card Sort}(i)_f$ 係指第 i 位受試者有修正回應 (feedback) 。

就以上述分析結果論之，在不考慮招募受試者人數成本，傳統卡片分類法之時間成本最低。

二、卡片分類實驗

前述所提之三種不同卡片分類法，參與之受試者人數不盡相同，為求不受此因素影響，故本研究之卡片分類法實驗，每一方法均以 9 人進行，受試者隨機抽樣且不重複，改進修正型德菲式卡片分類法因需進行三回合，故三回合之進行均為同一組人；因此卡片分類共有 27 位受試者；而網站卡片沿用先前研究之 84 張卡片 (謝建成、吳怡青，2010)；所得之不同卡片分類法受試者所花費時間如表 1 所示：

表 1
受試者卡片分類時間

單位：分鐘

受試者 編號	組別 1 (分)	組別 2 (分)	改進修正型德菲式卡片分類法					
			組別 3 (分)	回饋否	組別 4 (分)	回饋否	組別 5 (分)	回饋否
1	36.1	95.1	23.7	Y	26.2	Y	7.8	N
2	60.8	31.0	31.9	Y	16.5	Y	12.6	N
3	34.0	34.0	61.8	Y	41.7	N	9.7	N
4	33.0	52.4	45.3	Y	36.9	N	29.1	N
5	25.8	40.7	22.7	Y	29.1	N	9.7	N
6	31.9	37.8	30.9	Y	24.3	N	14.6	N
7	36.1	39.8	16.5	Y	22.3	Y	3.9	N
8	33.0	34.9	49.4	Y	31.0	N	10.7	N
9	64.9	41.7	21.6	Y	36.9	N	7.8	N

其中組別 1 代表傳統卡片分類法，組別 2 代表修正型德菲式卡片分類法，組別 3 代表改進修正型德菲式卡片分類法第一回合，組別 4 代表改進修正型德菲式卡片分類法第二回合，組別 5 代表改進修正型德菲式卡片分類法第三回合。

其敘述統計如下表 2 所示，其中組別 5 為改進修正型德菲式卡片分類法第三回合，因受試者未再有任何回饋修正，故將此組資料省略不列入分析。

表 2
不同卡片分類法花費時間之敘述統計

單位：分鐘

組別	人數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
1	9	39.511	13.6114	4.5371	29.048	49.974	25.8	64.9
2	9	45.267	19.6577	6.5526	30.156	60.377	31.0	95.1
3	9	33.756	15.1862	5.0621	22.082	45.429	16.5	61.8
4	9	29.433	8.0584	2.6861	23.239	35.628	16.5	41.7

其中組別 1 代表傳統卡片分類法，組別 2 代表修正型德菲式卡片分類法，組別 3 代表改進修正型德菲式卡片分類法第一回合，組別 4 代表改進修正型德菲式卡片分類法第二回合。

接著進行不同卡片分類法花費時間之單因子變異數分析，結果如下表所示，由表 3 得知，不同卡片分類法間之受試者花費時間並無顯著性差異存在；此結果顯示受試者在其進行卡片分類時，不會因為不同卡片分類法而影響其卡片分類之進行。

表 3
卡片分類花費時間之單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	1281.816	3	427.272	1.971	.138
組內	6938.031	32	216.813		
總和	8219.847	35			

三、尋獲度實驗

尋獲度實驗以任務導向為主，設定 3 項任務，受試者於所建立之一網站架構完成任務，並記錄其完成任務所花費時間後，進一步分析

比較不同卡片分類法所建立之網站架構效益如何。每一架構以 15 位受試者進行，受試者不重複。改進修正型德菲式卡片分類法第三回合，因無受試者回饋修正，故其樹狀架構與第二回合相同，於尋獲度實驗時不再列入測試對象，因此尋獲度實驗總共有四個架構進行。

四個網站架構之尋獲度實驗，60 位不同受試者均完成設定之 3 項任務，其所花費時間如下表 4 所示。

表 4
受試者於四架構尋獲度實驗之花費時間

單位：分鐘

受試者 人次	傳統卡片 分類法	修正型德菲式 卡片分類法	改進修正型德菲式 卡片分類法	
			第一回合	第二回合
1	30.8	17.5	20.3	19.5
2	29.6	22.7	25.7	10.8
3	23.6	20.1	17.6	16.6
4	33.2	25.3	27.0	23.9
5	34.4	22.7	24.3	16.6
6	32.0	21.4	20.3	18.1
7	36.8	21.4	18.7	12.3
8	23.6	25.4	18.9	18.1
9	27.2	27.9	24.3	16.8
10	24.8	21.4	18.9	15.2
11	27.2	25.3	21.8	22.4
12	26.0	22.7	17.6	16.4
13	22.4	25.2	21.6	16.6
14	34.4	26.6	23.0	18.1
15	23.6	31.8	21.6	20.4

不同架構其尋獲度時間之敘述統計如下表所示：

表 5
四架構尋獲度實驗之敘述性統計

單位：分鐘

架構別	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間	
					下界	上界
1	15	28.640	4.7179	1.2181	26.027	31.253
2	15	23.827	3.5046	.9049	21.886	25.767
3	15	21.440	2.9342	.7576	19.815	23.065
4	15	17.453	3.3783	.8723	15.583	19.324

其中架構別 1 代表傳統卡片分類法產出之架構，架構別 2 代表修正型德菲式卡片分類法產出之架構，架構別 3 代表改進修正型德菲式卡片分類法第一回合產出之架構，架構別 4 代表改進修正型德菲式卡片分類法第二回合產出之架構。

接著以單因子變異數分析探討四架構間之尋獲度時間是否存在顯著差異情形，結果如下表 6 所示：

表 6
不同架構尋獲時間之單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	983.845	3	327.948	24.042	.000
組內	763.879	56	13.641		
總和	1747.724	59			

由分析結果顯示，不同架構間之尋獲度時間存在顯著差異。因此，進一步以 Scheffe 法進行不同架構間其尋獲度時間之事後多重比較，結果如下表所示。

表 7
不同架構尋獲度時間之事後多重比較

Scheffe 法

單位：分鐘

(I) 架構	(J) 架構	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
1	2	4.8133*	1.4365	.016	.673	8.954
	3	7.2000*	1.4365	.000	3.060	11.340
	4	10.6667*	1.4365	.000	6.526	14.807
2	1	-4.8133*	1.4365	.016	-8.954	-.673
	3	2.3867	1.4365	.437	-1.754	6.527
	4	5.8533*	1.4365	.002	1.713	9.994
3	1	-7.2000*	1.4365	.000	-11.340	-3.060
	2	-2.3867	1.4365	.437	-6.527	1.754
	4	3.4667	1.4365	.133	-.674	7.607
4	1	-7.2000*	1.4365	.000	-11.340	-3.060
	2	-2.3867	1.4365	.437	-6.527	1.754
	3	3.4667	1.4365	.133	-.674	7.607

* 平均差異在 0.05 水準是顯著的

由表 7 可以得知，架構 1，即以傳統卡片分類法所建構之網站，其尋獲度較不理想，為四種架構中尋獲度表現最差者。架構 2 及 3，也就是修正型德菲式卡片分類法之架構及改進修正型德菲式卡片分類法第一回合之架構，其間之尋獲度時間未達顯著差異，代表兩者之平均尋獲度時間差不多，而兩者之尋獲度均優於傳統卡片分類法所建構者。架構 4，改進修正型德菲式卡片分類法第二回合所產生之架構，其尋獲度表現最佳，均優於其餘另三種架構。

四、研究結果整理討論

就本研究上述結果彙整如表 8，以方便進一步探討不同卡片分類法之優劣式及運用適當時機。

表 8
本研究結果彙整

卡片分類法	受試者人數	卡片分類之理論成本		卡片分類之實際時間成本 (分)		尋獲度效益	
1	15	優		64.9		差	
2	9	差		407.4		可	
3	9	優	可	61.8	103.5	可	優
4	9	優		41.7		優	

表 8 為本研究結果資料彙整，由表中可以得知：尋獲度最佳者為改進修正型德菲式卡片分類法，只需做至第二回合即可獲致最好之尋獲度效益，而其實際時間成本亦可接受，略劣於傳統卡片分類法，但優於 Paul 之修正型德菲式卡片分類法；且受試者人數只需 9 人即可；就整體評估而言，改進修正型德菲式卡片分類法是卡片分類法運用較佳之選擇對象。

傳統卡片分類法的劣勢在於受試者人數需求較多，為其他方法之 5/3 倍，若在運用環境較難招募受試者時，會是最大隱憂。若當受試者招募環境易於掌握時，傳統卡片分類法之卡片分類時間成本最佳，但必須付出尋獲度不佳的代價；若為求成本經濟效益且尋獲度又能被接受之前提下，可以選擇改進修正型德菲式卡片分類法之第一回合。

伍、結論與建議

卡片分類法適用於引出使用者認知既經濟又有效率之工具，近幾年另有 Paul 及謝建成與吳怡青提出不同之卡片分類法。為釐清不同卡片分類法以時間成本為考量的差異優劣，以作為後續相關資訊架構研究與網站開發等之參考，本研究以演算法模式分析並利用實際實驗收集資料分析驗證。結果顯示，在考量時間為主要成本之情況下，改進修正型德菲式卡片分類法是較佳的選擇對象；改進修正型德菲式卡片分類法至多進行三回合，第一回合結果與 Paul 所提之修正型德菲式卡片分類法所獲致之效益相當；若繼續進行第二回合，其結果之網站架構尋獲度會是最具效益的，但需多花費第二回合卡片分類時間；第三回因受試者均無任何回饋修正，故無需再進行。

本研究在卡片分類實驗結果顯示（表 3），不同受試者在進行卡

片分類時，不會因為不同分類法而影響其分類時間；然而，所建構出之網站架構之尋獲度卻有顯著差異存在（表 6、表 7）。架構 2（修正型德菲式卡片分類法）及架構 3（改進修正型德菲式卡片分類法第一回合），在尋獲度上均優於架構 1（傳統卡片非類法），研究者認為造成此差異的關鍵在於，前兩者受試者在進行卡片分類時，有可參考之先前或是他人內容，或有助於受試者對卡片認知，進而可更容易達成多數共識的分類結果（如架構 5，改進修正型德菲式卡片分類法第三回合），也因此影響所建構之網站架構有較佳之尋獲度。

本研究上述結果僅限於大學圖書館之實證，實驗之受試者是以隨機抽樣大學圖書館讀者方式募集，不考慮年級學科背景等統計變項因數；然學科背景、圖書館使用經驗、年級等，是否會影響不同卡片分類法之運用？另外，對於公共圖書館之讀者亦或是其他類型網站之使用者，是否實驗結果與模式分析結果一致？尚有待進一步之研究驗證。

誌謝

本文為行政院科技部專題研究計畫「不同卡片分類法效益比較之研究」（計畫編號：106-2410-H-003 -026 -）之部分研究成果，感謝行政院科技部對本研究之經費補助。

參考文獻

- 呂智惠、謝建成、黃琬姿、黃毓絜（2016）。大學圖書館網站底層標籤分析之研究。圖書資訊學研究，10(2)，133-179。【Lu, C. H., Shieh, J. C. Huang, W.Z., Huang, Y.C. (2016). A Study on Analyzing Leaf Labels of University Library Websites. *Journal of Library and Information Science Research*, 10(2), 133-179. (in Chinese)】
- 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)，245-281。【Shieh, J. C. Wu, Y.C. (2006). A Study on the Findability of a University Library Website by the Refined Modified-Delphi Card Sorting. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 36(2), 245-281. (in Chinese)】
- Deaton, M. (2002). *Sorting techniques for user-centered information design*. Retrieved April 21, 2010, from <http://www.mmdeaton.com/SortingTechniquesforInformationDesign.pdf>

- Gravlee, C. C., Maxwell, C. R., Jacobsohn, A., & Bernard, H. R. (2018). Mode effects in cultural domain analysis: comparing pile sort data collected via internet versus face-to-face interviews. *International Journal of Social Research Methodology*, 21(2), 165-176.
- Hahsler, M., & Simon, B. (2000). User-centered navigation re-design for web-based information systems. In *AMCIS 2000 Proceedings* (pp.396). Long Beach, CA, USA.
- Hawley, M. (2008). *Extending card-sorting techniques to inform the design of web site hierarchies*. Retrieved August 07, 2018, from <http://www.uxmatters.com/MT/archives/000332.php>
- Kaufman, J. (2006). Card sorting: An inexpensive and practical usability technique. *Intercom*, 53(9),17-19.
- Khan, F. I., & Mathew, D. J. (2018). *Designing a responsive website for Atyati technologies* (Doctoral dissertation, Indian Institute of Technology Hyderabad).
- Mahmood, F., Adnan, W. A. W., Noor, N. L. M., & Saman, F. M. (2018). Emotional response towards cultural-based e-government portal design using card sorting method. In *International Conference on User Science and Engineering* (pp. 12-22). Springer, Singapore.
- Morville, P. (2005). Ambient findability: Libraries at the crossroads of ubiquitous computing and the Internet. *Online*, 29(6), 16-21.
- Nielsen, J. (2004). *Card sorting: how many users to test*. Retrieved August 07, 2018, from <http://www.useit.com/alertbox/20040719.html>
- Paladino, E. B., Klentzin, J. C., & Mills, C. P. (2017). Card sorting in an online environment: Key to involving online-only student population in usability testing of an academic library web site?. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, 11(1-2), 37-49.
- Paul, C. L. (2008). A modified delphi approach to a new card sorting methodology. *Journal of Usability studies*, 4(1), 7-30. Retrieved August 07, 2018, from <http://uxpajournal.org/a-modified-delphi-approach-to-a-new-card-sorting-methodology/>
- Robertson, J. (2001). *Information design using card sorting*. Retrieved August 07, 2018, form <http://www.steptwo.com.au/papers/cardsorting/index.html>

- Robinson, L. J., Gray, J. M., Ferrier, I. N., & Gallagher, P. (2016). The effect of self-monitoring on Wisconsin Card Sorting Test performance in euthymic patients with bipolar disorder: A pilot study. *Cognitive neuropsychiatry*, 21(3), 256-270.
- Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2015). *Information architecture: For the web and beyond* (4th ed.). Sebastopol: O'Reilly Media.
- Rugg, G., & McGeorge, P. (2005). The sorting techniques: A tutorial paper on card sorts, picture sorts and item sorts. *Expert Systems*, 22(3), 94-107.
- Sari, U. R., Sabariah, M. K., & Effendy, V. (2018). Information architecture design for travel website using top-down approach on card sorting method. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1977, No. 1, p. 030027). AIP Publishing.
- Schmettow, M., & Sommer, J. (2016). Linking card sorting to browsing performance—are congruent municipal websites more efficient to use?. *Behaviour & information technology*, 35(6), 452-470. DOI:10.1080/0144929X.2016.1157207.
- Spencer, D. (2009). *Card sorting: Designing usable categories*. Brooklyn, NY: Rosenfeld Media
- Tullis, T., & Wood, L. (2004). How many users are enough for a card-sorting study? . In *Proceedings UPA*. Retrieved August 07, 2018, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.514.3907&rep=rep1&type=pdf>
- Whang, M. (2008). Card-sorting usability tests of the WMU libraries' web site. *Journal of Web Librarianship*, 2(2-3), 205-218. DOI:10.1080/19322900802205940.
- Upchurch L., Rugg G., & Kitchenham, B. (2001). Using card sorts to elicit web page quality attributes. *IEEE Software*, 18(4), 84-89. DOI:10.1109/MS.2001.936222

A Study of Effectiveness Comparisons on Different Card Sorting Methods

Jiann-Cherng Shieh

jcshieh@ntnu.edu.tw

Professor

Graduate Institute of Library and Information Studies
National Taiwan Normal University

Chih-Hwei Lu

lukelucila@gmail.com

Deputy Director

National Military Museum Preparatory Office
Ministry of National Defense

Kuang-Jung Chen

kjchen@ntnu.edu.tw

Professor

Department of Earth Sciences
National Taiwan Normal University

Researchers of web design and usability often use card sorting for assisting the design of information architecture. The implementation of card sorting lies in asking participants to organize card topics (defined from web contents) into categories, according to their own understanding and reasoning. Based on Spencer's studies, Nielsen (2004) suggested that the ideal number of participants in card sorting is 15. Paul (2008) proposed the modified-Delphi card sort and set the number of participants in card sorting as nine. Experiments revealed that it reduced inputs of time and manpower, and enhanced the quality of effects. Since there had not been enough case studies of relevant applications of card sorting in website developments, Shieh and Wu (2010) proposed the refined modified-Delphi card sort

for verifying and improving this method. They asked each participant to propose a website structure through card sorting. After the results were gathered and analyzed, a preliminary structure was generated and revised further during the second run of card sorting, and another new structure was generated and revised again during the third run. Card sorting has been one of the most economical and effective ways for eliciting users' conceptions, and thus the most common method used in the design of user-centered web architecture. However, what is the more appropriate method to choose when using card sorting in web architecture? What are the differences in terms of cost-effectiveness? In this study, the algorithm analysis approach was adopted for investigating the advantages and disadvantages of different card sorts in terms of time costs and findability, based on analysis and evidence of experimental data. The study results can serve as the reference for future applications of card sorts.

Time Complexity of Different Card Sorts

The time cost for traditional card sorting can be defined as

$MAX(T(\text{Card Sort}(i)) + T(\text{Construct Tree Structure}))$, $1 \leq i \leq 15$, with MAX standing for the maximum, and $T(\text{Card Sort}(i))$ for the time cost for conducting card sorts by the i^{th} participant. $T(\text{Construct Tree Structure})$ stands for the time cost for constructing a tree structure through the Optimal Sort tool. If $T(\text{Construct Tree Structure})$ is way less than $T(\text{Card Sort}(i))$, it can be omitted.

The modified Delphi card sort is conducted in a linear fashion. The algorithm for the time cost is presented as,

$$\sum_{i=1}^9 T(\text{Card Sort}(i)) + T(\text{Construct TreeStructure})$$

The refined modified-Delphi card sort goes through a three-run process, with each run following a similar procedure of the traditional card sort but cutting down the number of participants to nine. The time cost can be presented as,

$$\sum_{k=1}^3 MAX(T_k(\text{Card Sort}(i)_f)) + T(\text{Construct TreeStructure}), \quad 1 \leq i \leq 9, \text{ with}$$

Card Sort(i) _{f} standing for feedbacks for revisions by the i^{th} participant.

Based on the analysis results, we can see that when taking the cost of recruiting participants out of consideration, the traditional card sort had the lowest cost of time.

Card sorts and findability experiments

In the three card sorts mentioned above, the numbers of participants were different. For ruling out influences of this factor, in this study of card sort experiments, the number of participants in each experiment was set as nine, and participants were randomly sampled without replacement. Since the refined modified-Delphi card sort had to go through three runs, the participants were set as the same group. In experiments of different card sorts, the costs of the time were recorded and conducted with a one-way analysis of variance (ANOVA). The results showed that there was no significant difference of time cost among participants using different card sorts, suggesting that when participants were conducting card sorts, the proceeding of card sorting would not be influenced by different methods of card sorts. The findability experiment was task-oriented, with 15 participants involved in each structure and not repeated. The participants were asked to complete tasks of constructing a tree structure of the website, and the time cost for completing tasks was recorded and further analyzed, for revealing the effectiveness of using different card sorts to construct a tree structure of the website. The results of time for completing tasks showed that using the traditional card sort to construct a tree structure of the website had the lowest findability among the four structures. There were no significant differences of the first run of findability experiments between the modified Delphi card sort and the refined modified-Delphi card sort, suggesting that there were no significant differences of the average time in terms of findability, and the findability of these two was superior to the traditional card sort. The refined modified-Delphi card sort had a better performance in the second run of constructing the structure of the website, with a better performance in findability than the other three structures.

Conclusions

The results of card sorting experiments in this study showed that when different participants were conducting card sorting, they would not be influenced by different methods of card sorting. However, there were significant differences in findability among the website structures they constructed. In the first run, the modified Delphi card sort and the refined modified-Delphi card sort had better performances than the traditional card sort. The researchers of this study reasoned that the key of such differences lied in the fact that in the first two methods of card sorting, participants could refer to previous or other participants' results, and thus might have a better understanding of card contents; therefore, it was easier to generate sorting results with a majority consensus and enhance the findability of website structures.