圖書資訊學刊　第20卷第2期　（2022.12）　頁129-160
https://doi.org/10.6182/jlis.202212_20(2).129

無障礙閱讀資源整合查詢系統介面易用性評估

Assessment of the Accessibility of the Integrated Information System for People with Disabilities

林巧敏[1]

Chiao-Min Lin[1]

摘　要

本研究進行「無障礙閱讀資源整合查詢系統」設計易用性評估，採任務導向之實測觀察身心障礙者檢索歷程與操作問題，再輔以深度訪談及問卷方式，分析受測者對於系統學習性、助記性、容錯性、效率性，以及滿意度之意見及認同程度。研究結果發現：(1)使用個人化服務功能發生錯誤以及花費時間最多；(2)視覺障礙者「操作猶豫」及「提問」次數偏高，完成任務時間明顯高於其他類型障礙者；(3)導致錯誤原因多屬功能鍵位置設計不當；(4)檢索結果排序及圖書檢索功能的網頁迷失度較高；(5)系統操作說明位置不明顯且說明文字較為冗長。最終，根據研究結論，提出系統功能改善建議。

關鍵字：身心障礙數位資源、易用性測試、使用者實測、使用者導向設計、系統介面分析

Abstract

This study conducted task-based usability testing to evaluate “the Integrated Information System for People with Disabilities of National Taiwan Library.” Adopted observation analysis to record the user’s retrieval process and problems, supplemented by in-depth interviews, to explore the user’s opinions after testing. Questionnaires also were taken to measure the awareness for the learnability, memorability, error frequency and severity, efficiency and satisfaction of the system. The results are summarized as follows: (1) Personalized service functions generate the most operating errors and take the most time. (2) Visually-impaired persons have a high frequency of “operation hesitation” and “questioning,” and the time to complete tasks is higher than other types of impaired persons. (3) Most of the reasons for the error are improper design of the function key position. (4) The sorting of search results and the operation process of search have high lostness in web pages. (5) The position of the system operation instructions is not obvious and the textual description is lengthy. According to the result, the suggestions of usability design have been proposed for improving the system interface.

Keywords: Digital Resources for People with Disabilities; Usability Testing; User Testing; User-centered Design; System Interface Analysis

[1] 國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所
Graduate Institute of Library, Information and Archival Studies, National Chengchi University, Taipei, Taiwan
E-mail: cmlin@nccu.edu.tw

臺灣大學學術期刊資料庫

Extended Abstract

1. Introduction

In 2012, Taiwan established the Alternative Format Collection System with the initial aim of serving visually impaired users who required book information. However, in 2022, this system started to serve more people, including those with physical, hearing or learning disabilities. The system was developed in accordance with the web specifications for AAA-level accessibility. The system provides union catalog and interlibrary loan services by employing a decentralized metasearch method to import book titles with accessible texts from national libraries, large public libraries, university libraries, and special education institutions. This enables people with physical or mental disabilities to access interlibrary book information, to read and listen to books online, and to download and use digital resources. This system has a responsive web design and can be consulted and browsed through various information devices. The aforementioned features have rendered the Alternative Format Collection System an essential book search system for people with physical or mental disabilities. The interface design of a system needs to be based on users' search behavior. After the Alternative Format Collection System expands its target users, it is important to make sure the system is accessible to people with various types of disabilities. Therefore, the present study investigated the opinions and experiences of various groups with physical or mental disabilities regarding using the Alternative Format Collection System. By investigating the system's accessibility and analyzing the experiences and opinions of people with physical or mental disabilities, these users' opinions regarding the design of the system interface can be understood, and the functions that are difficult to use can be identified.

2. Research Design

This study adopted the task-oriented observation approach to examine the search processes and operation problems of people with physical or mental disabilities with respect to using the Alternative Format Collection System. A questionnaire survey was conducted to understand the users' views regarding learning how to use the system, whether the system facilitates memorization, the system's fault tolerance and efficiency, and their satisfaction level with the system.

The 16 individuals who participated in the present study experienced visual (n = 4) or hearing (n = 4) impairment, learning disability (n = 4), or physical disability with functional impairment of the upper limbs (n = 4). To ensure that the participants could execute the functions that were investigated, this study provided the participants with instructions for a search task and asked

Note. To cite this article in APA format: Lin, C.-M. (2022). Assessment of the accessibility of the integrated information system for people with disabilities. *Journal of Library and Information Studies, 20*(2), 129-160. https://doi.org/10.6182/jlis.202212_20(2).129 [Text in Chinese].
To cite this article in Chicago format: Chiao-Min Lin, "Assessment of the accessibility of the integrated information system for people with disabilities," *Journal of Library and Information Studies* 20, no. 2 (2022): 129-160. https://doi.org/10.6182/jlis.202212_20(2).129 [Text in Chinese].

臺灣大學圖書館

them to operate freely according to the task and to subsequently complete a questionnaire used to determine the system's perceived accessibility.

The author analyzed the search processes of the participants through video recordings of the participants' operating processes. Statistical analysis was conducted to determine the degree to which the tasks were completed and the time the participants spent executing the tasks. In addition, the behavioral characteristics identified during the observation processes were categorized as operating errors, misunderstanding the meaning of the question, hesitation in operation, raising questions, network problems, system problems, trial and error, and excessively long system response time. After the operation problems and the moments of occurrence in the recorded videos were marked, a statistical analysis was performed.

3. Conclusion

3.1 The problems that occurred when the participants executed the search task were often related to individual-specific functions. In other words, the participants often could not successfully input their account number to pass the authentication step.

3.2 Regarding the time the participants spent on the task, they spent more operating time attempting to interpret the online instructions and using individual-specific functions. The participants with visual impairment required the most operating time. Notably, operating the system is much more challenging for people with visual impairment than it is for people with other types of disabilities. Therefore, for the design of the system interface, particular attention must be given to the needs of people with visual impairment.

3.3 Most errors were related to hesitation in operation or operating errors. The reason for errors occurring was most often the positions of the function keys. The frequencies of hesitation in operation and raising questions occurring for the participants with visual impairment were higher than those for participants with other types of disability.

3.4 Analysis of the page confusion level of the participants during the operation processes indicated that the participants exhibited a higher confusion level when sorting through search results and operating the book search function. The participants with learning disabilities exhibited a higher level of confusion with the pages than those with other types of disabilities did. Although the participants with visual impairment exhibited a lower level of confusion, they had the longest operating time because of frequent hesitation in operation and raising question errors.

3.5 Although the opinions of the participant groups regarding learning how to use the system varied considerably, most participants considered the advanced search mode to be complex, the location of the instructions for operating the system to not be easily identifiable, and the explanatory text to be lengthy, and they indicated that they would prefer being given the option of determining how the search results were presented onscreen.

3.6 The participants reported that whether the system-facilitated memorization was dependent on whether the onscreen illustrations were clear and the vocabulary used in the system was intuitive and easy to understand. The participants with learning disabilities expressed negative opinions on the subject the most frequently; the participants

臺灣大學學術期刊資料庫

reported that to improve the system's fault tolerance, the system should provide instructions when operating errors occur. The participants' responses with respect to the perceived efficiency of the system indicated whether they were satisfied with the response time of the system.

3.7 More participants were satisfied with the system than were not. Cumbersome operation was the main reason participants reported not being satisfied with the system overall. People with physical or mental disabilities generally prefer simple search methods that are intuitive and easy to understand. Therefore, the wording for information systems should be simple.

The present study discovered that the groups with disabilities encountered varying problems related to the accessibility of the system. Therefore, if all requirements of people with disabilities are considered in designing a system interface, the means through which such a system can be improved may be difficult to identify. To improve the interface of the Alternative Format Collection System, developers should focus on the needs of people with visual impairment, who have higher a difficulty level in seeing publications. In addition, the common needs of people with other types of disabilities should be considered.

壹、前言

圖書館提供資訊服務有義務關照所有讀者的需求，尤其面對處於資訊弱勢的視覺、聽覺、學習及其他閱讀困難障礙者，應促成公平、自由、適時及便利地取用資訊，發揮圖書館社會教育職能，落實資訊取用平等的主張。2006年聯合國通過《身心障礙者權利公約》（The Convention on the Rights of Persons with Disabilities），明文保障身心障礙者的生命、平等、自由、受教、工作與參政等基本人權。我國於2011年修正《身心障礙者權益保障法》第30之1條規定「中央教育主管機關應依視覺功能障礙者之需求，考量資源共享及廣泛利用現代化數位科技，由其指定之圖書館專責規劃、整合及典藏，以可讀取之電子化格式提供圖書資源，以利視覺功能障礙者之運用。前項規劃、整合與典藏之內容、利用方式及所需費用補助等辦法，由中央教育主管機關定之。」爰由教育部指定國立臺灣圖書館（以下簡稱國臺圖）負責視障資源徵集、編目、典藏、閱覽服務、推廣與研究。為落實與推動視障者電子化圖書資源利用服務，國臺圖於2012年12月正式對外啟用「視障電子資源整合查詢系統」，提供視障者便捷的圖書資訊查詢窗口，提供公平閱讀權益及資源接收機會。嗣後國臺圖於2014年11月再經教育部指定為落實及推動「身心障礙者數位化圖書資源利用辦法」之專責圖書館，服務對象從原有之視覺障礙者擴大至聽覺障礙、學習障礙及其他感知著作有困難之身心障礙者，系統改名為「無障礙閱讀資源整合查詢系統」（https://viis.ntl.edu.tw）。

國臺圖建置此一符合AAA等級無障礙網頁規範之查詢系統，是透過書目匯入及分散式整合查詢方式，匯集國內多所圖書館及特教機構提供之無障礙文本閱讀資源，也結

臺灣大學學術期刊資料庫

合國家圖書館之圖書、學術期刊與博碩士論文資訊系統之書目資訊，輔助身心障礙者取得多元的館藏資訊，為臺灣最具指標意義之身心障礙圖書資源查詢系統（國立臺灣圖書館，2021）。此外，系統介面設計需要符合使用者檢索行為，原系統以視覺障礙者為服務對象，擴大服務範圍後，除了系統改名，更重要的是重新檢討系統介面是否符合不同身心障礙族群的使用需求。

有鑑於可及性和易用性實屬不同議題，符合無障礙網頁規範是身心障礙者可取用資訊，達成可及性要求，但是介面設計是否易理解、易操作，則屬易用性議題。本研究希望關注在滿足可及性之後，使用者操作過程的易用感受和滿意度。因此，研究設計在於探討不同身心障礙族群使用「無障礙閱讀資源整合查詢系統」的操作過程與意見，以提供系統介面修正的參考。所謂的身心障礙者是以《身心障礙者權益保障法》所稱感知常規著作有困難之視覺障礙、聽覺障礙以及學習障礙族群為對象，兼及無障礙環境要求之肢體障礙者。本研究採系統易用性評估程序，進行身心障礙者操作系統過程之實測觀察，分析操作歷程及使用意見，再輔以深度訪談方式，探知身心障礙者對於系統介面設計的觀點，以發掘系統的不易用問題，進而根據分析結果，提出系統介面功能改善建議。本研究主要探討下列問題：

一、身心障礙者查詢使用無障礙閱讀資源整合查詢系統過程是否有困難？使用經歷及其感受如何？

二、身心障礙者認為無障礙閱讀資源整合查詢系統是否易用？系統學習性、助記性、容錯程度、使用效率及其使用滿意度如何？

貳、文獻分析

一、易用性評估設計

「易用性」（usability）的定義是指一項產品能以有效率、有效能且令人滿意的方式，讓特定的使用者達成指定的目標（Bevan et al., 2015）。網站「可及性」（accessibility）是指所有人（含身心障礙者）皆可在無障礙的情況下，輕易理解網站資訊。網站可及性的理念，是強調網頁不需額外特殊處理，即可同時因應身心障礙者與一般民眾瀏覽需求（Web Accessibility Initiative, 2012）。但如何讓身心障礙族群能無礙取用網頁資訊，需要制訂「無障礙網頁內容可及性規範」（Web Content Accessibility Guidelines）提供網站可及性設計標準。國際上普遍接受並執行之無障礙網頁規範是由「全球資訊網協會」（World Wide Web Consortium，簡稱W3C）的「無障礙網路創制」（Web Accessibility Initiative，簡稱WAI）於1995年發表首版「無障礙網頁內容可及性規範」（Web Content Accessibility Guidelines 1.0，簡稱WCAG 1.0）。我國依循國際標準於2015年公布「網站無障礙規範2.0版」，其後因應環境改變，納入各類身心障礙者彈性使用各項裝置瀏覽無障礙網頁的需求，有「網

臺灣大學學術期刊資料庫

站無障礙規範（110.07）」修正版，此規範對於網頁可及性的要求，則包括：可感知（perceivable）、可操作（operable）、可理解（understandable）以及穩健性（robust）等4原則和13項指引（林巧敏，2019；數位發展部，無日期）。網站「可及性」意味著提供所有人（含身心障礙者）都能充分感知、理解網際網路的資訊內容，不只針對身心障礙者，一般大眾也能更輕易理解網站資訊。而本研究關注之「易用性」是在網站可及性之外，關注使用者的操作經驗與使用滿意程度，是根據使用者的體驗與認知提出對於系統介面的修正建議。

Nielsen（1993）認為易用性是在衡量使用者和網站、應用軟體等設備之互動經驗指標。易用性可用於評估使用者認為特定系統是否容易使用，其衡量過程除了在乎使用者使用系統的效率外，也包括使用過程是否能提供美好的使用經驗。根據《易用性工程學》（*Usability Engineering*）一書中所列，易用性包含以下五項特點（Nielsen, 1993）：

(一) 學習性（learnability）：使用者在首次面對從未使用過的系統時，能輕易地學習如何使用，並順利完成一些基本的任務。

(二) 助記性（memorability）：使用操作易於記憶，使用者即使非長期使用也能容易回溯過去的使用經驗，而不需重複學習。

(三) 容錯程度（error frequency and severity）：系統必須盡量降低錯誤率的發生，讓使用者容易從錯誤中恢復任務，且在錯誤產生時，也能瞭解錯誤的原因，並調整使用的方式。

(四) 使用效率（efficiency of use）：使用者能有效率地掌握操作邏輯並使用系統，且產生良好的工作效能。

(五) 滿意度（subjective satisfaction）：系統能提供使用者愉悅的操作經驗，滿足其主觀的喜好。

為了讓設計者在建置或是檢視系統時，能有可供依循的指導原則，Pearrow（2007）及魏澤群（2007）曾經由實證經驗累積，提出系統易用性設計的基本原則，包括：

(一) 可視性原則：系統必須在合理的時間裡作出反應，讓使用者能夠了解系統進行的狀況。

(二) 設計必須對應真實世界的情況：系統設計必須採用使用者熟悉的語言、概念、邏輯、習慣。

(三) 由使用者掌握控制權：系統設計必須讓使用者能夠感到自由，並能控制操作的過程。

(四) 一致性原則：系統內容各頁版面有一致性，尤其是頁面中的重要元件，以及頁面與頁面之間的風格差異不可過大。

(五) 避免出錯：介面設計要避免讓使用者在操作過程中產生錯誤，若操作錯誤，也要能讓使用者瞭解錯誤發生的原因以及如何改進。

(六) 直覺化的介面：系統設計必須讓使用者在看到的同時就瞭解操作方式，而非讓

臺灣大學學術期刊資料庫

使用者在嘗試錯誤後，才學習到系統的正確使用方法。

(七) 具有彈性的設計：系統設計必須提供不同導覽方式，讓具有不同使用經驗的使用者都能輕易使用。

(八) 美觀與極簡化設計：系統的視覺設計與內容必須簡潔，與使用者任務無關的內容或視覺效果，若造成使用困難，應予刪減。

(九) 協助修正錯誤：幫助使用者了解錯誤發生的原因並解決問題。

(十) 提供輔助說明：系統必須提供清楚且容易理解的說明文件，以協助使用者解決問題。

前述系統易用性設計的通則，雖可提供不同資訊系統進行易用性評估的基本評量，但個別資訊系統因其資訊內容與使用對象不同，而各有獨具之資訊生態，進行系統易用性評估較適合以個案方式進行，評估時可根據易用性原則，逐一檢視特定資訊系統符合程度，並據以作為系統功能改善之依據。

進行系統易用性評估的方法非常多元，綜合Nielsen（1993）及Preece（1997）提出常見的易用性評估方法，包括：啟發式評估法、績效量測法、放聲思考法、觀察法、問卷調查法、訪談法、焦點團體法、系統記錄分析法等。實施時可取決於研究對象性質、所處的設計階段及其周邊資源的整合情形和研究目的，必要時可視評估目的將不同的評估方法予以結合運用，平衡不同方法之間的優劣。近年的研究文獻主要採用的研究設計，包括：觀察使用者操作系統之實測研究並搭配專家檢測法（Kennedy et al., 2011; Lazar & Briggs, 2015; Stewart et al., 2005; Williams & Shekhar, 2019）、自動化檢測軟體評估（Akgül, 2021; AlSaeed et al., 2020)、訪談法（Dermody & Majekodunmi, 2011; Foley, 2011; Hall et al., 2011; Lazar & Briggs, 2015; Nimmolrat et al., 2021; Power, 2018）、焦點團體法（Kosztyánné Mátrai, 2018）、問卷調查法（Rodrigo & Tabuenca, 2020）等方式，以兼顧專業評估和瞭解使用者需求的考量，亦有單獨使用自動化檢測軟體評估系統介面無障礙程度之研究（Byerley & Chambers, 2002），研究方法的選擇通常與該研究實施評估的受測人數及其評估目的有關。

尤其是採用實測觀察方式可彌補訪談或問卷調查的主觀意見表示，而被廣泛應用於系統易用性評估，觀察過程是由受測者進行實際操作，並從中記錄使用行為與操作過程。至於參與受測之使用人數，根據Nielsen（2000）的建議，如以最少的5位具代表性的受測者參與測試，可發掘將近85％的問題，如能募集15位受測者進行實地測試，則可發掘將近100％的問題。在測試人數加入過程中可發現一個現象，就是隨著人數的增加，重複發現的問題一再出現，新問題的發現率開始下降，顯然不再需要更多的測試者重複發現相同的問題。

因此，根據前述易用性評估設計之文獻，可知易用性評估雖有一般性的使用介面

臺灣大學學術期刊資料庫

評估原則，但個別系統因其資訊內容與使用對象不同，而有針對個案進行評估之必要，以發掘自身系統介面設計的問題。雖然，易用性評估方法多元，且各種評估方法有其適用之時機與評估目的，觀察法、訪談法及問卷調查法是多數情境可適用之方式。由於本研究目的偏重對於系統操作過程的瞭解，基於前述文獻分析可知採用系統實測觀察法，能有助於直接觀測使用者操作問題，可分析使用者操作過程的瓶頸，如再藉由深度訪談或問卷調查，亦可進一步探知使用者對於系統的整體意見。

二、身心障礙資訊系統之易用性研究

系統實測研究是奠基於以使用者為中心的設計理念，透過觀察目標使用者操作系統情形，作為系統改善設計的方法，以確保資訊系統能符合使用族群的期許。隨著資訊技術發展，資訊提供形式轉變為數位化、網路化、資料整合以及多元化（Byerley & Chambers, 2002）。然而不同資訊系統的介面和功能設計不僅不盡相同，且多數系統通常只考量身體功能無特殊狀況的一般民眾所慣用的功能設計，造成有特殊需求使用者較難無礙取用資訊。身心障礙者因其身體構造或功能的障礙，需要透過與輔助科技（adaptive technology）相容的網頁架構和特殊設計的介面，降低操作系統過程的困難度。因此，提供身心障礙族群使用之資訊系統必須考量目標族群的障礙類型及其可能遭遇的問題，進行系統檢測與評估，並瞭解障礙者對於系統的滿意程度（Johansson et al., 2021）。

1990年代以來已有不少以資訊系統實測為主題之使用者研究，但以身心障礙者為受測者之研究仍屬少數。1990年《美國身心障礙者法案》（Americans with Disabilities Act）與1998年《康健法案》第508條修正案（Section 508 of the Rehabilitation Act）相繼頒布後，美國以身心障礙者為研究對象的資訊系統開發及實測研究開始顯著成長，而網路建設和數位學習趨勢的興起，也帶動全球資訊領域對於網頁與資訊系統無障礙設計的討論（Johansson et al., 2021; Power, 2018）。

身心障礙者使用資訊系統遭遇的共通性問題，主要是系統缺乏自訂版面功能、未能支援輔助科技和網頁無障礙設計（Rodrigo & Tabuenca, 2020）。然而，不同身心障礙族群對於資訊系統的需求不盡相同，歸納相關研究結果，針對不同身心障礙族群容易遭遇的系統操作障礙，分述如下：

(一) 視覺障礙者：包含低視能或全盲障礙者，依據視覺障礙程度需要有自訂系統介面文字大小功能、螢幕放大輔助、語音報讀及語音辨識功能、點字輔具、鍵盤定位，以協助理解和操作系統介面資訊，若介面有難以用文字報讀或缺乏有意義替代文字之圖像、表格、特殊設計字體、多媒體資源、超連結資訊，以及難以用鍵盤定位，或是有突發性網頁跳轉的設計，皆會造成視覺障礙者無法理解資訊而迷失於系統中

臺灣大學學術期刊資料庫

（林巧敏，2018；AlSaeed et al, 2020; Byerley & Chambers, 2002; Nimmolrat et al, 2021）。

(二) 聽覺障礙者：此類族群在觀看多媒體資源時依賴字幕或手語翻譯，無法取用缺乏即時字幕或手語翻譯的影音資訊，系統需要有可暫停撥放、調整撥放速率、降低背景噪音、調整字幕等功能，以協助不同程度聽覺障礙者的使用需要（林巧敏，2019；Rodrigo & Tabuenca, 2020）。

(三) 認知功能障礙者：包含閱讀障礙、學習障礙、過動症等，通常因專注力、感知力、記憶力較弱等問題，不易理解和記憶篇幅較長或複雜的文字、圖像、操作步驟或閃爍的動畫效果，而系統運作等待時間較長或是需要重整、跳轉、滾動、縮放操作，方能閱讀資訊等介面設計，皆會降低此一群族使用系統的意願，而認知功能障礙者亦較傾向使用具一致性、色塊區分明確且簡潔的介面設計，系統能提供簡要圖示、標題式文字說明、導航功能等會更為理想（Stewart et al., 2005; Williams & Shekhar, 2019）。

(四) 智能障礙者：包含輕度至極重度智能障礙、唐氏症等，難以理解複雜的文字資訊和操作步驟，需要以類似遊戲性的方式，依照簡單且一致的圖像、多媒體效果、語音指示、主選單與導航功能、標題型文字說明等，以協助使用系統（Hall et al., 2011; Kennedy et al., 2011）。

(五) 上肢肢體障礙者：包含上肢肢體肌肉萎縮／僵化或肢體損傷、腦性麻痺、脊髓損傷等，因其生理限制，有時需以口操縱桿、專用觸控筆或眼動追蹤儀等輔具，幫助替代滑鼠與鍵盤功能，如果系統畫面設計太小的選項及按鍵、複雜的操作步驟，皆會增加使用資訊系統的難度，而清楚的介面選項與簡要的操作程序，能有助於此類族群應用系統（Kosztyánné Mátrai, 2018; Rodrigo & Tabuenca, 2020; Stewart et al., 2005）。

過往進行身心障礙服務系統之實測研究，有以單一身心障礙類型或是納入不同障礙類型族群進行分析。以單一身心障礙類型實施的系統實測研究，有Byerley與Chambers（2002）、Stewart等人（2005）以視覺障礙學生為主，以及Dermody與Majekodunmi（2011）以閱讀障礙學生為主，進行數位學術圖書館服務系統介面實測，結果發現許多數位學術圖書館服務系統無法同時達到可及性（accessibility）與易用性（usability）要求，且同一系統供應商的不同數位學術圖書館服務產品之可及性並不一致，會經常遭遇的問題，包括：難以報讀和無法閱覽PDF格式文件、缺乏說明的逕自連結等。此外，Hall等人（2011）以及Kennedy等人（2011）則是關注智能障礙族群使用資訊系統的權益，故於提供智能障礙者服務的資訊系統完成後，進行系統實測，以獲得改善系統的建

臺灣大學學術期刊資料庫

議，並彙整智能障礙者操作系統的行為特徵和需求。而Nimmolrat等人（2021）及Yeong等人（2021）則是以視覺障礙者使用資訊系統和行動應用程式的需求進行實測，比較視覺障礙者操作不同類型資訊系統的需求和情境差異。

至於以不同類型障礙者進行系統介面實測之研究，則有Foley（2011）、Akgül（2021）關注不同身心障礙類型之高等教育機構學生如何取用學校的數位資源，採用系統可及性與易用性指標進行系統評估，研究結果呈現被檢測之系統尚未達到可及性與易用性的標準，但發現資訊系統比較容易符合可及性要求，而忽略易用性設計，並指出系統評估不能只仰賴自動檢測軟體。至於Kosztyánné Mátrai（2018）則是評估匈牙利公共數位圖書館網站的可及性和易用性，經過與視覺障礙者、上肢功能障礙者的焦點團體討論後，列出系統介面問題，從而提出系統無障礙設計建議。Rodrigo與Tabuenca（2020）是以問卷調查法探討身心障礙學生操作系統後的滿意度與評論意見，藉此列出五種身心障礙群族使用系統需求的差異。

國內進行身心障礙者使用系統之研究，多以視障族群為主，鄭嘉雯（2012）以問卷調查方式，蒐集30位低視能者與39位全盲者對於臺北市立圖書館視障電子圖書館的偏好和使用經驗，探討視覺障礙者對於數位圖書館資訊的取用需求，發現低視能與全盲受測者對於視障電子圖書館易用性與功能偏好有差異，而視障電子圖書館介面和資訊內容是影響使用者是否願意再次使用的原因，建議系統可增加線上圖書推薦、新書通報服務、線上諮詢以及學習課程等資源。

李佳玲（2013）採半結構式訪談法和問卷調查法，蒐集5位具「未使用電腦」和16位「持續使用電腦」之中高齡視障者對於電腦設備之使用動機、對於圖書館電腦設備、電腦課程以及圖書館電子化資源網站的需求等，研究設計是將易用性評估融入訪談大綱進行質性研究。研究發現外部協助（電子資源輔助及讀者服務）可增進中高齡視障者使用電腦設備取用視障電子資源的接受度，而具有持續使用電腦習慣之受測者會慣於使用自己家中電腦獲取圖書館視障電子資源。

吳方彣等人（2014）針對視障學生英語學習需求設計視障生英文聽力輔助學習系統，實驗採徵求30位一般學習者戴眼罩進行系統介面易用性實測，依據一般學習者回饋調整系統後，再以30位視障者進行學習活動實測，以瞭解此系統是否滿足視障者的學習需求和系統操作上的困難，結果顯示受測者對於該系統感受滿意，且視障者滿意度高於一般學習者。

綜合前述研究可知，若要建置能符合多數身心障礙者需求的資訊系統，則需要根據身心障礙者的類型和其可能遭遇的困難情境，進行系統評估及實測，雖然前述身心障礙資訊系統實測研究所探討的重點不同，但針對系統使用對象進行意見調查或是將易用性指標納入評估，是進行系統實測研究較可行的方式。因此，本研究參酌前人研究成

臺灣大學學術期刊資料庫

果，將採實測觀察方式，設計使用者實測任務，觀察記錄使用者實際操作過程，以忠實分析使用者實際操作過程問題，為能探究使用者參與系統操作之觀感與經驗，實測觀察後進一步訪談，請使用者當場回顧說明實測過程感受與操作經驗。此外，為瞭解使用者對於系統易用性各面向之評估意見，輔以問卷調查，分析使用者對於系統易用性設計之認同程度。

參、研究設計與實施

本研究採實測觀察方法，運用軟體記錄使用者操作過程，可側錄電腦螢幕畫面完整記錄操作過程所有動作（包括點按滑鼠、網頁畫面與鍵入指令），以供後續在其他電腦上進行觀察行為標註與分析。為確保受測者於線上操作時能執行所有需要檢測的功能，本研究設計檢索任務（task），將檢索無障礙文本館藏的操作歷程分列題項提示操作，相較於放任使用者自由操作，任務設計可以確認所有受測者都能經歷系統的完整功能。受測者根據任務描述自由完成實測操作後，輔以訪談及問卷調查蒐集受測者意見。研究對象及實施過程分述如下：

一、研究對象

本研究測試之「無障礙閱讀資源整合查詢系統」可提供身心障礙讀者各種無障礙閱讀資源（電子點字書、有聲書、電子書及臺灣手語電子繪本等），以線上瀏覽、聆聽及下載使用，網站符合「網站無障礙規範2.0版」AAA等級標章，使用介面除了可提供顏色調整及字體大小變換外，具備響應式網頁設計，可在各種不同的資訊載具上查詢及瀏覽。查詢內容已整合提供「國立臺灣圖書館」、「國立公共資訊圖書館」、「高雄市立圖書館」、「臺北市立圖書館」、「清華大學盲友會」及「彰化師範大學圖書館」之聯合書目暨館際互借服務，亦可進行「臺灣雲端書庫」、「華文視障電子圖書館」及「愛盲基金會有聲點字圖書館」分散式查詢服務，為國內身心障礙圖書資源最豐富的系統（國立臺灣圖書館，2021）。

召募參與實測對象為圖書館提供身心障礙服務的目標族群，透過身心障礙相關機構團體召募受測者，並在身心障礙者相關社群網站張貼公告徵求參與者。參與受測對象需具備網路資訊系統使用經驗，且為視覺障礙、聽覺障礙、學習障礙或是上肢功能缺損之肢體障礙族群之一，共召募16名受測者。受測者背景如表一。

二、研究方法與步驟

研究採任務導向之實測觀察研究，研究者將系統擬測試功能轉化為檢索問題交付受測者自行操作，檢索任務（task）以系統檢索歷程為設計基礎，包括六項任務，任務一進行圖書簡易檢索與進階檢索、任務二為查詢結果排序、任務三為分類瀏覽、任務四為檢索結果篩選、任務五為個人化服務、任務六為線上輔助說明及相關資源利用。

臺灣大學學術期刊資料庫

表一　受測者背景說明

編號	年齡	性別	障礙說明	使用輔具	資訊使用背景
V01	30	女	全盲	螢幕報讀軟體	使用網路檢索10年以上
V02	27	女	重度視覺障礙	螢幕報讀軟體	使用網路檢索10年以上
V03	51	男	重度視覺障礙	螢幕報讀軟體	使用網路檢索20年以上
V04	55	女	重度視覺障礙	螢幕報讀軟體	使用網路檢索20年以上
D01	34	男	重度聽障	電子耳	使用網路檢索20年以上
D02	28	女	重度聽障	電子耳	使用網路檢索15年以上
D03	40	女	重度聽障	電子耳	使用網路檢索10年以上
D04	19	女	重度聽障	電子耳	使用網路檢索約6年
L01	18	女	發展性學習障礙，注意力缺乏	無	使用網路檢索10年以上
L02	13	男	發展性學習障礙，有記憶力缺陷	無	使用網路檢索約3年
L03	13	男	發展性學習障礙，思考與推理困難	無	使用網路檢索約3年
L04	36	男	發展性學習障礙，注意力缺乏	無	使用網路檢索10年以上
P01	38	男	脊椎損傷，乘坐輔具移動，上肢無力	特殊滑鼠鍵盤	使用網路檢索10年以上
P02	34	女	腦麻，乘坐輔具移動，上肢無力	特殊滑鼠鍵盤	使用網路檢索10年以上
P03	45	男	上肢肌肉萎縮，上肢無力	特殊滑鼠鍵盤	使用網路檢索10年以上
P04	25	女	腦麻，乘坐輔具移動，上肢無力	特殊滑鼠鍵盤	使用網路檢索10年以上

進行實測研究前，研究者先向每位受測者完整說明測試過程，使其掌握進行程序並安心受測，徵得受測者同意並簽署研究參與者知情同意書後，進行實測任務。受測者需要完整地完成六項任務操作，觀察過程由軟體全程記錄，研究人員從旁觀察，不介入受測者操作過程。完成測試後，根據軟體記錄逐一分析受測者檢索歷程，除了分析各項任務完成度以及執行時間外，並將實測觀察過程發現之問題，歸納區分為八種類型（表二），錯誤類型分類係參考林巧敏、范維媛（2013）、林巧敏（2014）之研究，並根據本實測過程發生之問題樣態，增修問題狀態分為可明確分辨之八種類型，經研究者逐一檢視檢索過程影像，標註問題類型及發生點，完成觀察記錄分析。

為瞭解受測者操作過程的心理情境，本研究設計鼓勵受測者於檢索過程以放聲思考方式，協助研究者觀察記錄，並加上檢索後接受半結構式深度訪談以蒐集受測者操作過程意見，訪談大綱設計配合易用性測試問題，參酌前述文獻分析歸納之要點，以系統學習性、助記性、容錯程度、使用效率與整體滿意度等五大評估面向為基礎，擬訂訪談

臺灣大學學術期刊資料庫

表二　易用性評估任務觀察標示類型與說明

編碼	類型	意義說明
A	操作錯誤	受測者執行動作明顯與應直接正確操作步驟不同。
B	誤解題意	受測者執行動作與交付任務描述之指示不同。
C	操作猶豫	操作有停頓，停留在畫面至少3秒以上沒有接續動作，亦可由表情判斷處於困惑情境。
D	提問	受測者無法繼續執行，提出問題尋求協助。
E	網路問題	受測當時因網路異常，發生該次檢索過程不正常回應。
F	系統問題	受測者操作無誤，但系統無回應或是回應錯誤資訊，明顯為系統設計錯誤，導致回應不正確。
G	嘗試錯誤	受測者隨意點選畫面非任務應直接操作之功能選項，有明顯因不知如何正確操作而嘗試錯誤情形。
H	系統回應時間過長	點選指令後畫面並未出現任何訊息，感受至少有5秒以上的畫面停滯時間。

重點。實測後隨即進行訪談，採全程錄音並事後繕打逐字稿整理，基於不公開個別受測者訪談資料原則，每一位受測者皆以代號（V01、V02…；D01、D02…）編碼，代碼V代表視覺障礙者，代碼D為聽覺障礙者，代碼L為學習障礙者，代碼P為肢體障礙者。並設計五等量表問卷，由「非常認同」到「非常不認同」採計5至1分，由受測者針對系統學習性、助記性、容錯程度、使用效率與整體滿意度等問卷題項進行勾選，有助於量化分析受測者對於易用性各評估向度之感受認同度。

肆、易用性評估結果分析

本研究根據實測觀察紀錄，分析「無障礙閱讀資源整合查詢系統」各項任務成功率（task success）、完成任務時間（time on task）、操作錯誤類型（error type）、迷失程度（lostness）等，並根據受測者訪談意見整理提出實測過程問題，以提供系統日後修改之參考。

一、任務成功率分析

成功率之計算係根據受測者是否完成該項任務查詢作為判斷，如果受測者無法根據任務描述完成所有步驟達成任務目的，視為失敗；「無障礙閱讀資源整合查詢系統」任務一至六是指示受測者進行圖書檢索、檢索結果排序、分類瀏覽、檢索結果篩選、個人化服務、線上輔助說明及相關資源利用等使用介面評估。其中任務二（檢索結果排序）及任務五（個人化服務）的不成功次數較多，若分析受測者類型是以聽障者任務成功率較低，其次為上肢功能缺損障礙者，但整體成功率可達87.5%，顯示受測者在操作過程中多數能順利完成任務（表三）。

臺灣大學學術期刊資料庫

表三　各類型障礙者任務成功率統計表

受測者類型	成功次數						任務成功率（%）
	任務一	任務二	任務三	任務四	任務五	任務六	
視覺障礙	4	3	4	4	3	4	91.7
聽覺障礙	4	3	3	3	3	3	79.2
學習障礙	3	4	4	4	4	4	95.8
上肢障礙	3	3	4	4	3	3	83.3
障別成功率（%）	87.5	81.3	93.8	93.8	81.3	87.5	87.5

二、完成任務時間分析

受測者操作任務時間長短與操作過程是否順暢有關，分析受測者完成任務的平均時間為3分13秒，在各項任務中，以任務六的線上輔助說明及相關資源利用花費時間最長，平均4分43秒。在所有類型障礙者中，以視覺障礙者操作時間最長，平均時間為5分56秒，遠高於其他障礙類型（平均時間皆在2分至2分半左右），換言之，視覺障礙者使用系統的操作負擔遠高於其他類型障礙者，顯然是系統設計時需要特別關注的族群（表四）。

三、各任務操作錯誤類型分析

根據實測錄影標註操作錯誤類型（參閱表二）以及各項任務發生錯誤之處，統計結果以「操作猶豫」（109次）和「操作錯誤」（104次）次數最多（表五）。受測者發生「操作猶豫」與「操作錯誤」的原因皆導源於系統設計與受測者預期不相符，受測者會以過往使用其他系統的習慣以直覺點選操作，接續發生「操作錯誤」情形，或是不知道接下來該如何執行，以致停留在畫面，產生「操作猶豫」。觀察錄影紀錄可發現「操作猶豫」多發生於點選功能鍵之前，代表執行功能鍵的位置與受測者的預期不符合，導致受測者操作停頓。

以任務別觀察各種錯誤類型，則以任務一的錯誤總次數最多，任務一為測試圖書簡易與進階檢索，任務描述請受測者先以題名進行簡易檢索，再限定關鍵字進行進階檢索。容易錯誤之處是受測者會忽略進階檢索欄位應改換點選為「關鍵字」欄位，而逕行以預設的「題名」進行檢索（圖一），遂發生查無結果之情況，也導致多次「操作錯誤」及「提問」。

任務二為測試檢索結果排序功能，任務描述請受測者根據任務一的檢索結果，利用系統功能鍵以出版年由近到遠排序。受測者執行任務二發生操作錯誤、操作猶豫、提問與嘗試錯誤占多數。觀察發生問題之處在於受測者點選排序畫面呈現「升冪」或「降冪」用語，不容易理解，導致操作猶豫（圖二）。即使受測者點選排序功能列順利選擇

臺灣大學學術期刊資料庫

表四　各類型障礙者任務完成時間統計表

受測者類型	任務完成時間（分:秒）						總計時間	障別平均時間
	任務一	任務二	任務三	任務四	任務五	任務六		
視覺障礙	07:33	03:16	05:00	04:40	06:12	08:53	35:35	05:56
聽覺障礙	02:38	00:55	01:31	01:38	06:09	02:20	15:13	02:32
學習障礙	03:38	00:57	00:41	00:36	01:38	02:00	13:14	02:12
上肢障礙	02:18	01:47	00:50	00:57	02:08	05:13	13:15	02:12
任務平均時間	04:02	01:57	02:16	02:06	04:13	04:43	19:19	03:13

表五　各項任務錯誤類型統計表

任務編號	操作錯誤	誤解題意	操作猶豫	提問	網路問題	系統問題	嘗試錯誤	系統回應時間過長	任務錯誤總數
任務一	32	6	19	21	3	0	9	2	92
任務二	19	1	21	11	0	4	26	0	82
任務三	9	3	11	11	0	0	1	0	35
任務四	10	4	13	10	0	0	1	0	38
任務五	21	5	18	15	0	0	5	0	64
任務六	13	3	27	21	0	8	6	0	78
錯誤類型總數	104	22	109	89	3	12	48	2	389

圖一　任務一受測者未能調整進階檢索欄位值



臺灣大學學術期刊資料庫

圖二 任務二受測者對於排序條件用語產生猶豫



「出版年降冪」後，需要再次點按「重新排序」鍵才能完成操作。因不符合一般選完排序功能即可自動調整的操作習慣，導致受測者會隨意點按嘗試錯誤。

任務三為測試分類瀏覽功能，任務描述請受測者以圖書瀏覽功能選擇適用年齡為樂齡圖書，再利用快速切換功能鍵改選為成人（一般）圖書。受測者執行任務三的錯誤類型以操作錯誤、操作猶豫及提問占多數，容易發生錯誤之處是在找尋切換適用年齡功能鍵的位置，會發生猶豫或是提問確認（圖三）。

任務四為測試檢索結果篩選，請受測者將前述檢索結果，以典藏地「國立臺灣圖書館」及資料類型為「有聲書（錄音帶）」進行檢索結果篩選。受測者執行任務四的錯誤類型以操作猶豫、操作錯誤與提問占多數。經常發生問題之處在於篩選條件採條列勾選方式，因頁面分類資訊過多（圖四），受測者容易操作猶豫且不確定下拉選單還有那些分類，導致多次提問或是隨意操作產生錯誤。

任務五為測試個人化服務，主要為申請借閱實體資料以及個人書架紀錄，任務描述請受測者根據任務四之檢索結果，挑選任一項目申請實體調閱，操作至提出申請前停止，並將該資料加入個人書架。觀察受測者執行任務五的錯誤類型是以操作錯誤、操作猶豫與提問占多數，常見的錯誤是發生在個人帳戶登入以及申請程序，因登入個人服務需要鍵入帳戶，身心障礙者無法僅憑記憶順利登入帳號及密碼，若是新申請當下需要上傳身心障礙證明影本，更是無法順利完成，雖然系統也提供介接輸入其他圖書館已辦理之閱覽證號，但受測者往往又會在輸入閱覽證密碼時，也遭遇忘記密碼的瓶頸。

任務六為測試線上輔助說明及相關資源檢索與使用，任務描述請受測者點選「網站

臺灣大學學術期刊資料庫

圖三　任務三受測者找尋切換到適用年齡功能鍵有問題



圖四　任務四受測者限定篩選條件頁面資訊龐雜



說明」瀏覽「操作說明」內容，並點按「資源教室」的功能，以「媒體」關鍵字進行檢索瀏覽。此處常見的錯誤是受測者在找尋網站說明時，多從左側功能列以及網站最下方位置開始尋找，而忽略檢視上方功能列，因「操作說明」的位置與受測者的預期有落差，加上功能列與背景顏色對比不明顯，使用者比較難以發現位置。當點按「資源教室」輸入檢索值之後，系統檢索結果偶爾會發生無法呈現正確畫面，造成受測者產生重複點按動作，推測可能是個別電腦在播放影音有設定問題所致。

臺灣大學學術期刊資料庫

圖五　任務五受測者借閱登入遭遇忘記密碼問題



圖六　任務六網站說明位置與顏色不容易發現



四、不同障礙者操作錯誤類型分析

比較不同類型受測者發生錯誤類型，發現視覺障礙者發生「操作猶豫」及「提問」最多，聽覺障礙者發生「操作猶豫」及「操作錯誤」為多，學習障礙者發生「嘗試錯誤」及「操作錯誤」為多，上肢功能缺損障礙者發生的狀況是以「操作錯誤」及「操作猶豫」較多（表六）。

比較特別的是視覺障礙者的使用歷程，會因為報讀頁面文字過多容易混淆、功能鍵與過往使用經驗不符、網頁層級架構不明確等原因，致使受測者操作猶豫。但視覺障礙者發生「操作錯誤」之次數，反而少於其他類型，觀察操作歷程發現，視覺障礙者操作行為是先根據任務描述，在頁面中經多次報讀確認執行功能鍵位置，或是

臺灣大學學術期刊資料庫

表六　不同類型受測者發生錯誤類型統計表

受測者類型	發生錯誤類型								障別錯誤類型總數
	操作錯誤	誤解題意	操作猶豫	提問	網路問題	系統問題	嘗試錯誤	系統回應時間過長	
視覺障礙	14	0	53	84	0	8	7	2	168
聽覺障礙	42	14	47	11	2	13	27	0	156
學習障礙	40	3	36	20	0	18	42	6	165
上肢障礙	49	18	32	6	2	14	21	0	142
錯誤類型總數	145	35	168	121	4	53	97	8	631

先詢問確認該功能鍵是否屬按鈕、清單、下拉式選單等才會執行動作，需要仰賴報讀語音提示的頁面資訊，才能完成檢索任務，所以，視覺障礙者操作歷程發生「操作錯誤」及「嘗試錯誤」的狀況比其他類型低，但「操作猶豫」及「提問」頻率反而偏高，此與其他類型受測者有很大的不同。此一檢索行為特性在後續對於迷失度之討論也可得到印證。

再者，上肢功能缺損障礙者如能克服肢體動作限制可正確點按執行，可像一般人快速判斷頁面資訊，但發生「操作錯誤」次數偏高，反映出肢體障礙者在精準點按畫面執行鍵的位置會有操作的困難，常見觸按錯誤或是不假思索即按鍵操作的錯誤行為產生。而觀察學習障礙者的操作歷程，發現學習障礙者會因為對頁面傳達資訊有認知錯誤，而產生錯誤操作，故其發生「嘗試錯誤」次數比其他類型障礙者來得高。

五、迷失程度分析

本研究參考Smith（1996）、Gwizdka與Spence（2007）以及Tullis與Albert（2013）對於網頁迷失度計算概念，以使用者操作歷程點按網頁數作為操作迷失度計算依據。定義使用者操作迷失度為使用者對於完成一項任務實際操作歷經的網頁數與操作該項任務應直接點按歷經的網頁數相比，計算公式為：

L（迷失度）= N（使用者實際點按網頁數）/ R（該任務應直接點按網頁數）

觀察實測錄影過程並標註受測者進行各項任務經過之頁面數，據此計算迷失度，以瞭解受測者操作各項任務的困難度（表七）。統計發現「無障礙閱讀資源整合查詢系統」的任務二及任務一網頁迷失度數值最高，亦即此兩項操作歷程，受測者實際瀏覽經歷的頁面數比真正應該經過的頁面數多，亦即操作過程經歷較多不需要的動作，代表任務一（圖書簡易與進階檢索）、任務二（檢索結果排序）的介面資訊顯示方式需要

臺灣大學學術期刊資料庫

檢討，才能降低檢索者操作錯誤，尤其當執行查詢或是檢索結果排序，通常需要檢索者對於操作步驟有明確的頁面資訊指引，才能避免錯誤，進入不必要頁面。再者，可發現學習障礙者網頁迷失度比其他類型受測者更高，原因在於學習障礙者面對畫面資訊無法直觀理解時，會發生操作錯誤，導致瀏覽不必要網頁的情況更為頻繁。

但視覺障礙者受測過程的操作模式，因為「操作猶豫」及「提問」減少錯誤點按和瀏覽的路徑，使得視覺障礙者迷失度之平均值反而低於其他類型受測者，主要原因在於視覺障礙者的操作習慣不會傾向點選不確定結果之功能鍵，當面臨需要辨識新頁面架構時，寧可於同一頁面中多次報讀協助判斷（因此操作時間長），直到確定時才會執行動作。

六、易用性認同程度分析

受測者參與實測後填答系統易用性問卷，統計受測者對於系統記憶性、學習性、容錯性、效率性與功能滿意度等各面向之認同程度如下：

(一) 系統學習性

受測者對於「系統介面圖示一致性」、「系統畫面區塊分割恰當」兩項的認同程度比較高，而對於「系統檢索術語簡單易懂」之認同程度相對較低（圖七）。

訪談受測者對於系統學習性的意見，多數同意系統容易學習及操作，然而編號D類、L類、P類受測者皆表示對於檢索結果畫面呈現方式，將資訊呈兩排往下延伸的方式，較不易瀏覽完整的書目資訊，其中L類受測者認為大圖示若不是呈現書本封面，反而會影響其判讀資訊；V類受測者亦表示檢索結果呈現太冗長，難以詳細聽到系統報讀，且在報讀系統頁面時許多用語皆難以理解其意義。此外，受測者皆認為「更多搜尋選項」等進階檢索功能之核取方塊，選項太複雜不易理解，同時在「更多搜尋選項」中提供限縮檢索範圍之下拉式選單亦無「出版社」等常用檢索條件。受訪者L01提出：

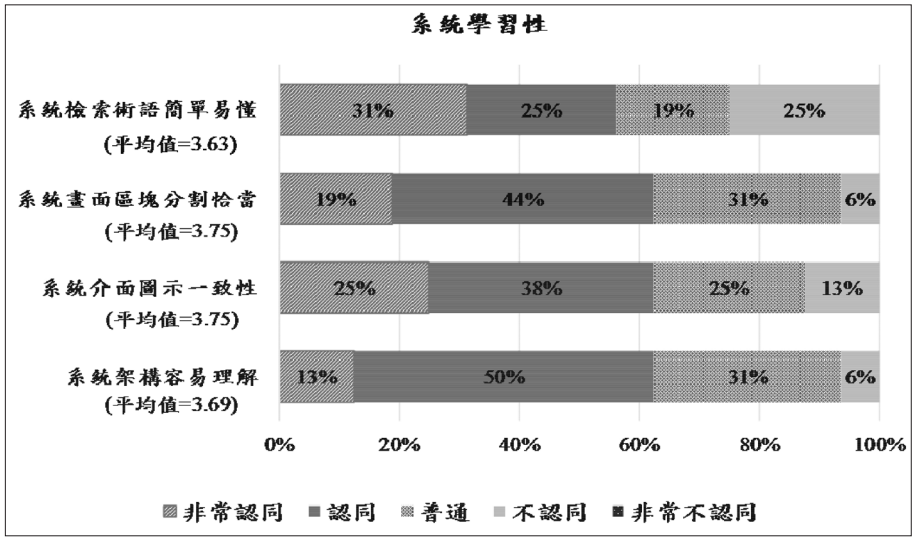
> 「版面排列方式希望可以自訂，否則一排排列出的東西很少（註：指每一行只有兩筆書目）容易滑過頭就忽略一些內容。而且雖然書目有圖片

表七　各項任務迷失度統計表

受測者類型	任務一	任務二	任務三	任務四	任務五	任務六	障礙類型迷失度
視覺障礙	1.8	1.0	1.3	1.0	1.1	1.1	1.2
聽覺障礙	2.8	4.0	1.0	1.0	1.8	1.3	1.8
學習障礙	2.5	5.2	1.4	1.6	1.2	1.3	2.2
上肢障礙	1.8	3.7	1.0	1.0	1.4	1.3	1.7
各任務迷失度	2.2	3.5	1.2	1.2	1.4	1.3	1.7

臺灣大學學術期刊資料庫

圖七　受測者對於系統學習性認同度統計圖



很顯眼，但不是所有圖片都是書本封面，有些圖片對我來說就沒有幫助，會讓我覺得混淆。」（L01，1-4）

操作說明部份，僅有4位受測者能馬上找到「操作說明」所在位置，其餘12位受測者皆認為「操作說明」擺放位置不清楚，且「操作說明」文字過多，讓L類受測者無法迅速理解其內容。引述受訪者V04說法：

「感覺搜索結果非常冗長，要一直聽系統念完。我覺得只念部分標題會比較適當，如果要一直聽選項時間很長，很容易忽略一些細節……不過系統介面讓人容易迷路，而且沒看到輔助說明。還有檢索書籍畫面無法回到上一頁，只能關掉視窗。」（V04，1-5）

受測者認為檢索結果書目呈現方式可設計二至三種版面選項提供使用者自訂，包括採條列式呈現、圖像區塊呈現等，並建議可將檢索結果分頁瀏覽；由於「操作說明」及「網頁說明」可協助降低使用者操作系統之複雜度，建議可將「網頁說明」等選項以色塊清楚標示或設計為功能按鈕，幫助使用者學習系統操作。

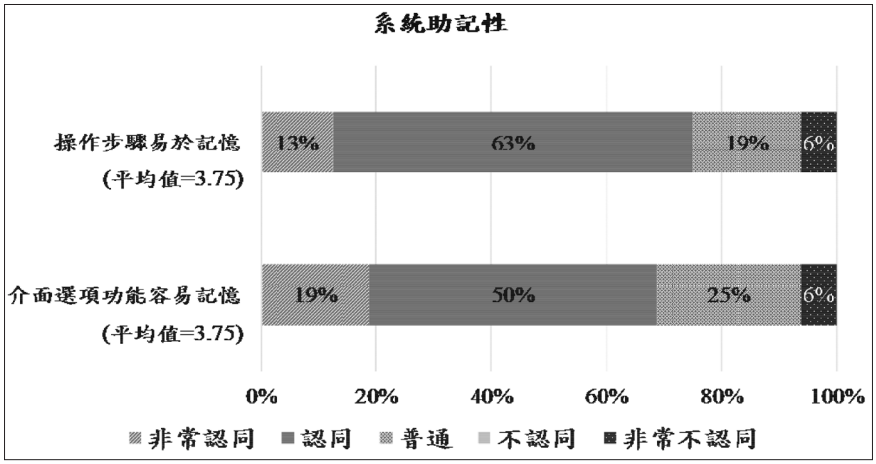
(二) 系統助記性

受測者對於系統助記性方面之意見，結果顯示受測者對於「無障礙閱讀資源整合查詢系統」在「介面選項功能容易記憶」、「操作步驟易於記憶」兩個評估項目的認同度一樣，平均數皆為3.75（圖八）。

訪談受測者對於系統助記性的意見，受測者普遍認為「更多搜尋選項」、「調整查詢條件」等進階檢索功能項目較複雜且不易理解，認為調整檢索結果排序的「查詢順序」功能，指引性不足，無法讓使用者立

臺灣人學學術期刊資料庫

圖八　受測者對於系統助記性認同度統計圖



即瞭解此為下拉式選單。同時也認為「升／降冪」等詞彙用法不夠直觀易懂；D類、L類和P類受測者皆指出介面及字體顏色太相近、標題大小差異性不夠明顯，而V類受測者則指出Tab鍵定位效果設計不佳等問題，V類受測者提出「按鈕」和「連結」之區別不夠明顯，會造成理解誤差，進而導致操作錯誤。引述受訪者V2意見：

> 「找不到按鈕時，或者我認為它應該是按鈕，結果是連結的情況；另外還有標題層級沒有按照順序排列、而有跳過某一層報讀的問題，以及沒有返回功能，而必須使用『關閉』按鈕（註：指瀏覽書目資訊視窗），不符合視障者的使用習慣。」（V02，10-13）

受訪者D02指出：

> 「執行任務二時，檢索結果按年份由近到遠排序部分，系統使用『降冪』的用語不容易瞭解，也因為『重新排序』按鍵並沒有以色塊標示，容易讓使用者於選擇排序條件後，點選鄰近標有色塊『調整查詢條件』的按鈕，導致錯誤。」（D02，19-22）

根據受測者意見，系統介面應將「更多搜尋選項」中的篩選條件，從核取方塊改為下拉式選單，將圖書分類瀏覽等篩選功能整合為同一區塊，讓版面較為簡潔且更容易查找所有篩選條件，並可新增使用者常用之檢索篩選條件（如出版社）。至於「查詢順序」等下拉式選單，可更改圖示設計或以色塊標示使其更具指引性，對於「按鈕」與「連結」功能於報讀時，可加強其屬性提示。

(三) 系統容錯性

分析受測者對於系統容錯性方面之意見，結果顯示受測者對於「無障礙閱讀資源

臺灣大學學術期刊資料庫

整合查詢系統」的「使用操作說明有幫助」認同程度比較高，但對於系統「主動提醒和指引使用者改正錯誤」的認同程度不高，僅有2.81的平均數。整體而言，受測者對於系統容錯性評估結果相較於其他評估面向的認同度平均數低，亦即對於系統容錯性設計感受最差（圖九）。

訪談受測者對於系統容錯性的意見，所有受測者皆表示操作系統過程中沒有看到明確錯誤指引、僅有如登入失敗等錯誤訊息，無法立即知道錯誤發生可能原因及該如何修正錯誤。引述受訪者D02說法：

> 「當操作錯誤發生時，僅可看到不如使用者預期之錯誤結果。沒有看到很明確的指引，只能自己不斷透過點選嘗試。」（D02，24-25）

其中L01受測者表示若錯誤指引內容文字太多，也會降低閱讀的意願，引述意見：「我找不到字在哪（註：錯誤指引和提示文字），因為某些文字我不容易判讀，不過說明文字太多我也不想去看。」（L01，12-13）

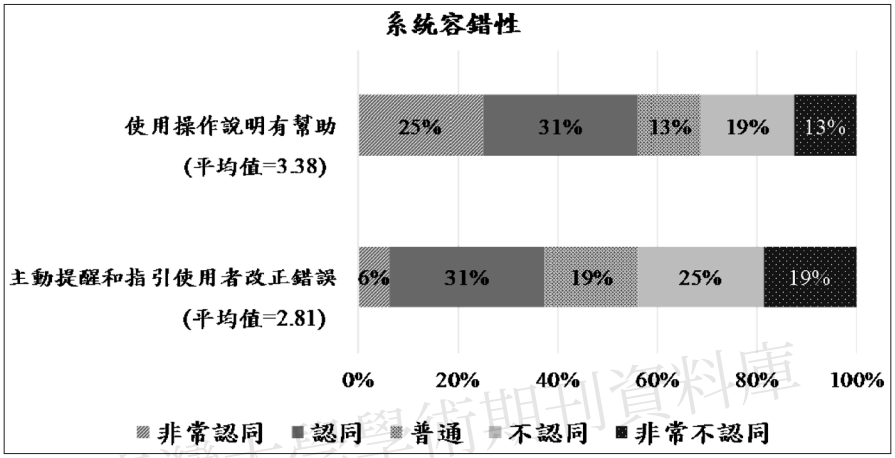
受測者認為系統可以在重要功能，如：查詢、登入會員、播放線上有聲書等項目中，新增操作錯誤提示或是提供修正指引，例如在登入會員失敗時，系統可以提示可能是密碼輸入錯誤或查無帳號密碼，並可指引其前往註冊會員功能區。

(四) 系統效率性

在系統效率性方面，受測者對於「無障礙閱讀資源整合查詢系統」的「查詢回應時間令人滿意」的認同度高，平均數達4.31，但對於系統「可輕易回到上一個檢索頁面」的認同度平均數則降為3.63（圖十）。

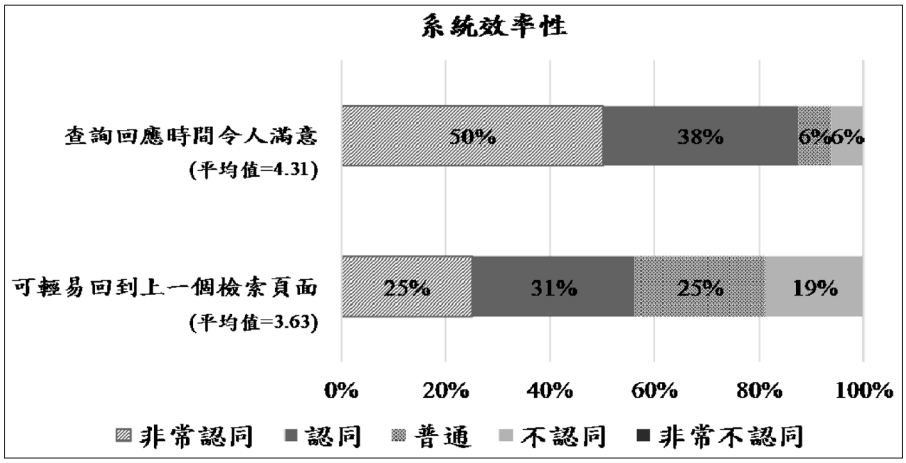
訪談受測者對於系統效率性的意見，多數認同系統反應速度快，少數受測者則反應系統載入檢索結果時速度會變慢，但其他功能反應速度良好。此外，受測者較習慣採關

圖九　受測者對於系統容錯性認同度統計圖



臺灣大學學術期刊資料庫

圖十　受測者對於系統效率性認同度統計圖



鍵字簡易檢索方式查詢書目，原因是進階檢索需調整查詢條件，步驟較為複雜。在個人化服務方面，受測者肯定「個人書架」等個人化服務的功能，但建議可新增個人書架中書籍分類、還書期限通知等功能，且受測者認為註冊會員過程太複雜，加上需要上傳身心障礙證明圖片頗為麻煩。引述受訪者V04的意見：

> 「直接輸入關鍵字就好，不用再去設定許多細項。覺得個人書架是必要的，但是個人書架我覺得不容易找到，建議可以加一個快捷鍵。」（V04，10-11）

而D01也提到：

> 「系統沒有一開始就讓我知道使用個人化服務是否需要先註冊會員，而且還需要上傳身心障礙證明圖片，光用電腦要怎麼上傳？……線上辦證的註冊功能區也不容易找到，我覺得系統應該要清楚告訴我可以去哪裡註冊。」（D01，22-25）

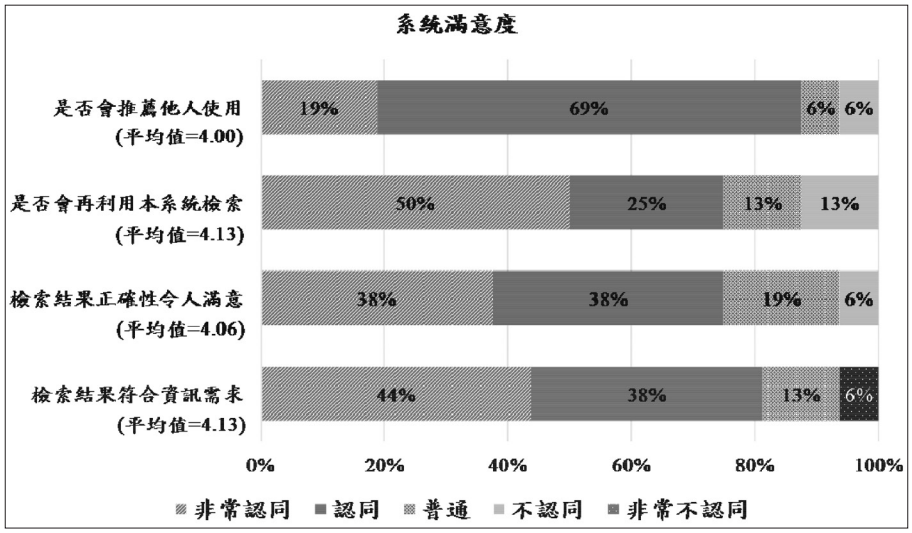
根據訪談意見，系統載入檢索結果之速度建議可再優化，並精簡註冊會員之步驟，若有曾在國立臺灣圖書館或相關合作圖書館申請過閱覽證並提供過身心障礙證明者，可如同登入會員選擇以外部機構帳號登入模式，透過資料庫連結閱覽證資料，節省重新在系統註冊帳號的程序。

(五) 系統滿意度

分析受測者對於系統功能之滿意度，認同「無障礙閱讀資源整合查詢系統」的「檢索結果符合資訊需求」的平均數，比認同「檢索結果正確性令人滿意」的程度高，詢問受測者「是否會再利用本系統檢索」或「是否會推薦他人使用」的再利用及推薦程度的認同平均數，皆有4（含）以上的程度（圖十一）。

臺灣大學學術期刊資料庫

圖十一　受測者對於系統滿意度統計圖



訪談受測者對於系統操作體驗整體意見，共有11位受測者對系統表示滿意或願意繼續操作，而有5位受測者表示不滿意，究其原因皆為系統檢索功能太複雜、不易理解。引述L01意見：

「對於檢索結果還算滿意，我會想繼續使用……但大標題字體可以加大或換顏色，與其他小標題可以明顯區隔，分隔線也可以顯示得明顯一點。」（L01，18-20）

又如受測者P02：

「檢索結果的呈現可以改善，載入過程中可以增加『載入中』的提示。……借書功能和一些重要功能鍵可以放頁面上方比較符合閱讀動線。……介面的顏色差異可以更清楚，包括功能鈕與使用者互動產生的特效事件應更清楚（註：Tab鍵定位）。部分用詞如『資源教室』不太容易懂，有可能讓視障族群與學校的設施聯想起來而誤解。」（P02，13-20）

多數受測者希望改善的系統功能，包括：簡化與整合「更多搜尋選項」和圖書分類瀏覽等進階檢索功能的選項與操作、可自訂檢索結果版面呈現、提供明確操作指示、將介面與字體顏色對比增加、改善標題層級大小的差異判別、修正篩選查詢結果排序的用語、調整報讀文字用詞更清楚、「資源教室」名稱容易誤解建議更改，以及考量將介面設計為符合多數使用者之使用習慣，例如：在書目瀏覽視窗上方新增關閉按鈕、將借書功能鍵移到書目瀏覽視窗上方顯眼處等。

臺灣大學學術期刊資料庫

伍、結論與建議

綜合上述各項研究調查分析結果，歸納研究結論如下：

一、檢索任務發生問題較多的設計為個人化服務功能，受測者往往無法順利輸入帳號通過身份驗證。

在「無障礙閱讀資源整合查詢系統」操作過程中，雖然實測任務二（檢索結果排序）及任務五（個人化服務）的不成功次數較高，但整體成功率皆有八成以上，代表受測者在操作過程中多數能順利完成操作。發生錯誤原因皆是個人帳戶登入及申請程序問題，因登入個人服務需要鍵入帳號，身心障礙者無法憑記憶順利登入帳號，系統雖可提供介接輸入其他圖書館已辦理之閱覽證號，但受測者卻在輸入密碼處，經常忘記密碼。如欲降低個人化服務門檻，勢必需要簡化個人帳戶申請程序並提供密碼提示或重設功能。

二、完成任務的時間是在操作線上輔助說明以及個人化服務費時較久，在不同族群受測者當中，則是以視覺障礙者操作時間最長。

受測者操作任務時間長短會與操作過程是否順暢有關，受測者在操作「無障礙閱讀資源整合查詢系統」過程，以任務六的線上輔助說明及相關資源利用所費時間最長。若比較不同類型障礙者操作時間，可知視覺障礙者操作花費時間最長，顯然對於視覺障礙者而言，使用系統過程的操作負擔遠遠高於其他類型障礙者，是系統介面設計需要特別關照的對象。

三、發生錯誤類型最多者為「操作猶豫」和「操作錯誤」，導致錯誤原因多屬功能鍵位置設計不當，而視覺障礙者的「操作猶豫」及「提問」次數，顯然高於其他類型障礙者。

統計任務發生錯誤的類型是以「操作猶豫」與「操作錯誤」次數最高，代表系統設計與受測者預期不相符，受測者往往根據經驗直覺操作，卻遭遇困難發生「操作錯誤」，或是不知道接下來如何執行，產生「操作猶豫」，此類錯誤經常發生於點選功能鍵之前，意味著功能鍵的位置與受測者的預期不符合，導致操作猶豫和停頓。

比較不同類型受測者發生的錯誤類型，除了「操作錯誤」是共同問題類型之外，視覺障礙者有比較頻繁的「操作猶豫」及「提問」，聽覺障礙者較常發生「操作猶豫」，學習障礙者發生「嘗試錯誤」次數偏高，上肢功能缺損障礙者也是「嘗試錯誤」次數較多。

四、根據操作過程頁面迷失度分析，可知受測者進行檢索結果排序及圖書檢索功能的操作過程迷失度較高，學習障礙者的頁面迷失度高於其他類型者，視覺障礙者雖然迷失度數值較低，但操作過程發生猶豫及提問次數高，故操作花費時間最長。

臺灣大學學術期刊資料庫

統計受測者執行各項任務操作頁面數計算迷失度，可瞭解使用者操作過程遭遇的困難程度。分析結果呈現「無障礙閱讀資源整合查詢系統」的任務二（檢索結果排序）及任務一（圖書簡易與進階檢索）迷失度數值最高，代表受測者操作過程經歷較多不需要的動作，致使迷失度數值較高。

如果比對不同類型障礙者的迷失度，可發現學習障礙者的網頁迷失度比其他類型受測者更高，主要是因為學習障礙者面對無法直觀理解頁面資訊時，發生操作錯誤以及瀏覽更多不必要網頁的情況變得更嚴重。但視覺障礙者迷失度數值反而低於其他類型受測者，是因為視覺障礙者的操作習慣傾向不會點選不確定結果之功能鍵，當面對需要辨識新頁面內容時，會在同一頁面進行多次重複報讀協助判斷，或是尋求提問協助，因此視障者網頁迷失度不高，但操作時間卻最長。

五、不同類型受測者對於系統學習性看法雖有差異，但多數認為進階檢索方式複雜，系統操作說明位置不明顯且說明文字較為冗長，希望系統呈現的檢索結果畫面可提供彈性選擇。

不同族群受測者對於系統學習性評估看法存在差異，D類、L類、P類受測者對於系統學習性的意見，是認為畫面資訊排列方式不容易呈現完整資訊，應該提供更詳細且有用的內容（例如減少無意義圖示或是縮小大圖示），但V類受測者反而需要減少介面冗長的資訊，報讀過多難以記憶。不同族群都認為「更多搜尋選項」的進階檢索功能，選項較為複雜不容易理解。在「更多搜尋選項」的下拉式選單中卻缺乏使用者常用的「出版社」選項。操作說明部份，多數受測者皆認為「操作說明」擺放位置不清楚，且「操作說明」文字過多，無法一目瞭然，尤其L類受測者對於這樣的冗長文字描述覺得有負擔。

六、系統助記性問題在於畫面的圖示表意程度不足，系統使用詞彙不夠直觀理解（如：升／降冪排序），尤以學習障礙族群對於系統助記性要求的意見較多。

受測者對於系統助記性的意見是認為「更多搜尋選項」、「調整查詢條件」等進階功能設計太複雜、不易直觀理解，檢索結果排序功能的指引性不足，多數無法直接點按畫面拉出下拉式選單，「升／降冪」等排序用語不易懂；尤其L類受測者更指出介面底色和字體顏色太相近、標題大小差異不明顯，尤其會造成V類受測者迷失路徑的不佳設計是Tab鍵定位效果不理想，因報讀過程對於「按鈕」和「連結」的區別不夠明顯，操作過程難以區別而導致錯誤。

七、系統容錯性問題在於當下發生操作錯誤時，系統最好能提供即時指示，提供使用者操作引導，受測者認為在系統效率性方面，整體檢索回應時間理想。

臺灣大學學術期刊資料庫

不同類型受測者皆認為目前系統在操作過程缺乏容錯設計，僅有當登入失敗時會說明發生錯誤，卻無法知道發生錯誤的原因以及該如何修正錯誤。受測者認為系統應該在重要的系統功能（例如：查詢、登入會員、播放線上有聲書等），新增操作發生錯誤的提示，甚至提供正確操作指引，例如在登入會員失敗時，系統可以提示可能是密碼輸入錯誤或查無帳號密碼，並可指引前往註冊會員功能區。受測者認為系統反應速度理想，雖然偶有系統載入檢索結果時速度有變慢，但整體系統反應速度良好。

八、受測者對於系統整體滿意程度為滿意高於不滿意，操作繁瑣是不滿意的主因，身心障礙族群偏好簡單檢索並可直觀理解，畫面用字用語應更為淺白。

受測者對於操作結果多數給予滿意程度評價，但也有受測者表示沒有再度使用意願，不滿意原因主要歸因於系統檢索功能太複雜、資料呈現方式不易理解。受測者希望改善的系統功能，包括：可簡化整合「更多搜尋選項」和圖書分類瀏覽等進階檢索功能的圖示和操作、增加可自訂檢索結果版面的呈現方式、增加字體顏色對比清晰度、凸顯標題層級大小的差異以利判別、修正篩選查詢結果排序的用語、畫面呈現用語符合一般認知（例如：「資源教室」名稱易誤解）、重要功能按鍵能置於畫面明顯處。

根據本研究調查結果，發現不同類型障礙者使用系統遭遇之易用性問題不盡相同。若是將所有障礙族群需求皆納入系統介面設計，反而容易讓系統改善方向混沌，未來對於系統介面功能改善，建議可考量以感知著作障礙程度較高之視覺障礙者為主，加上兼顧其他障礙族群之共通性需求納入考量，俾於系統開發者可優先針對視障族群，並兼顧通用性原則下進行系統介面改善。

本研究對於「無障礙閱讀資源整合查詢系統」可立即改善的建議，是優先將「查詢順序」等下拉式選單，改為圖示設計或以色塊標示使其更具指引性，同時將「升/降冪」等用語修改為較直觀之辭彙。此外，對於系統畫面資訊重整的建議，是系統可將「更多搜尋選項」、「調整查詢條件」等屬於相同之進階功能選項區塊，合併統一為「更多搜尋選項」，並將篩選條件從選取方塊改為下拉式選單，也將圖書分類瀏覽等篩選功能整合為同一區塊，讓版面看起來較為簡潔且更容易查找所有篩選條件，同時，可參考其他同性質之書目檢索系統，新增使用者常用之檢索篩選條件。未來亦可考量設計二至三種版面提供不同族群選擇使用，例如可選擇條列式呈現、可自選呈現之書目欄位或是增加顏色區塊顯示等。整體而言，系統設計必須採用使用者熟悉的語言、概念、邏輯、習慣，使用介面雖可運用簡明圖示呈現，但圖像不宜太抽象，尤其需要符合視障族群的需求，加上文字說明以利報讀。

臺灣大學學術期刊資料庫

致謝

本研究基於國立臺灣圖書館委託研究成果經重整後改寫發表，感謝國立臺灣圖書館支持研究。

參考文獻References

吳方彣、賴紀廷、溫伊梵、林育伶、張千惠、張智凱（2014）。視覺障礙者英文聽力輔助學習工具開發與系統易用性評估。*人文社會學報，10*(4)，353-372。【Wu, Fang-Wen, Lai, Chi-Ting, Wen, I-Fan, Lin, Yu-Ling, Sophie, Chang Chien-Huey, & Chang, Chih-Kai (2014). Development and evaluation of an assisted listening comprehension system for EFL learners with visual impairments. *Journal of Liberal Arts & Social Sciences, 10*(4), 353-372. (in Chinese)】

李佳玲（2013）。*中高齡視障者電腦使用動機及對圖書館電子化資源服務需求之研究*[未出版之碩士論文]。國立臺灣大學圖書資訊學研究所。https://doi.org/10.6342/NTU.2013.01772【Lee, Chia-Ling (2013). *An investigation of the motivations for computer usage and needs for digital services of visually impaired older adults* [Unpublished master's thesis]. Department of Library & Information Science, National Taiwan University. https://doi.org/10.6342/NTU.2013.01772 (in Chinese)】

林巧敏（2014）。檔案檢索工具易用性評估實例分析。*國家圖書館館刊，103*(1)，35-62。【Lin, Chiao-Min (2014). The case of usability test for the archival finding aids. *National Central Library Bulletin, 103*(1), 35-62. (in Chinese)】

林巧敏（2018）。從網站管理者視角分析圖書館網頁無障礙檢測結果。*圖資與檔案學刊，10*(2)，107-135。https://doi.org/10.6575/JILA.201812_(93).0005【Lin, Chiao-Min (2018). An evaluation on library websites accessibility: From a webmaster's perspective. *Journal of InfoLib & Archives, 10*(2), 107-135. https://doi.org/10.6575/JILA.201812_(93).0005 (in Chinese)】

林巧敏（2019）。視障及聽障者取用圖書館網頁資訊之無障礙分析。*圖書資訊學刊，17*(1)，83-116。https://doi.org/10.6182/jlis.201906_17(1).083【Lin, Chiao-Min (2019). Assessing library web accessibility for visually or hearing impaired people. *Journal of Library & Information Studies, 17*(1), 83-116. https://doi.org/10.6182/jlis.201906_17(1).083 (in Chinese)】

林巧敏、范維媛（2013）。數位典藏資訊網易用性評估：以人文社會科學相關領域中綱計畫成果資訊網為例。*圖書館學與資訊科學，39*(1)，46-63。【Lin, Chiao-Min, & Fan, Wei-Yuan (2013). Usability test for a digital archival system in Taiwan: A case of the humanities and social sciences (HSS) information system. *Journal of Library & Information Science, 39*(1), 46-63. (in Chinese)】

臺灣大學學術期刊資料庫

國立臺灣圖書館（2021年1月4日）。*視障服務*。https://www.ntl.edu.tw/ct.asp?xItem=16340&CtNode=1779&mp=1【National Taiwan Library. (2021, January 4). *[Shi zhang fu wu]*. https://www.ntl.edu.tw/ct.asp?xItem=16340&CtNode=1779&mp=1 (in Chinese)】

數位發展部（無日期）。*關於無障礙*。無障礙網站空間服務網。https://accessibility.moda.gov.tw/Accessible/Index【Ministry of Digital Affairs. (n.d.). *[Guan yu wu zhang ai]*. [Wu Zhang Ai Wang Zhan Kong Jian Fu Wu Wang]. https://accessibility.moda.gov.tw/Accessible/Index (in Chinese)】

鄭嘉雯（2012）。*視障電子圖書館好用性評估之研究：以臺北市立圖書館視障電子圖書館為例*[未出版之碩士論文]。國立臺灣大學圖書資訊學研究所。https://doi.org/10.6342/NTU.2012.03168【Zheng, Jia-Wen (2012). *Analytic usability evaluation of digital library for the visually impaired: A case study of Taipei public library* [Unpublished master's thesis]. Department of Library & Information Science, National Taiwan University. https://doi.org/10.6342/NTU.2012.03168 (in Chinese)】

魏澤群（2007）。*優使性2.0（Usability 2.0）：網站經驗設計與使用者研究*。網奕資訊。【[Wei, Ze-Qun] (2007). *[Usability 2.0: Wang zhan jing yan she ji yu shi yong zhe yan jiu]*. Habook Group. (in Chinese)】

Akgül,Y. (2021). Accessibility, usability, quality performance, and readability evaluation of university websites of Turkey: A comparative study of state and private universities. *Universal Access in the Information Society, 20*(1), 157-170. https://doi.org/10.1007/s10209-020-00715-w

AlSaeed, D., Alkhalifa, H., Alotaibi, H., Alshalan, R., Al-Mutlaq, N., Alshalan, S., Bintaleb, H. T., & AlSahow, A. M. (2020). Accessibility evaluation of Saudi E-Government systems for teachers: A visually impaired user's perspective. *Applied Sciences, 10*(21), Article 7528. https://doi.org/10.3390/app10217528

Bevan, N., Carter, J., & Harker, S. (2015). ISO 9241-11 revised: What have we learnt about usability since 1998? In M. Kurosu (Ed.), *Lecture notes in computer science: Vol. 9169. Human-computer interaction: Design and evaluation. HCI 2015* (pp. 143-151). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2_13

Byerley, S. L., & Chambers, M. B. (2002). Accessibility and usability of Web-based library databases for non-visual users. *Library Hi Tech, 20*(2), 169-178. https://doi.org/10.1108/07378830220432534

Dermody, K., & Majekodunmi, N. (2011). Online databases and the research experience for university students with print disabilities. *Library Hi Tech, 29*(1), 149-160. https://doi.org/10.1108/07378831111116976

臺灣大學學術期刊資料庫

Foley, A. (2011). Exploring the design, development and use of websites through accessibility and usability studies. *Journal of Educational Multimedia & Hypermedia, 20*(4), 361-385.

Gwizdka, J., & Spence, I. (2007). Implicit measures of lostness and success in web navigation. *Interacting with Computers, 19*(3), 357-369. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2007.01.001

Hall, V., Conboy-Hill, S., & Taylor, D. (2011). Using virtual reality to provide health care information to people with intellectual disabilities: Acceptability, usability, and potential utility. *Journal of Medical Internet Research, 13*(4), Article e91. https://doi.org/10.2196/jmir.1917

Johansson, S., Gulliksen, J., & Gustavsson, C. (2021). Disability digital divide: The use of the internet, smartphones, computers and tablets among people with disabilities in Sweden. *Universal Access in the Information Society, 20*(1), 105-120. https://doi.org/10.1007/s10209-020-00714-x

Kennedy, H., Evans, S., & Thomas, S. (2011). Can the web be made accessible for people with intellectual disabilities? *The Information Society, 27*(1), 29-39. https://doi.org/10.1080/01972243.2011.534365

Kosztyánné Mátrai, R. (2018). How to make an electronic library accessible. *The Electronic Library, 36*(4), 620-632. https://doi.org/10.1108/EL-07-2017-0143

Lazar, J., & Briggs, I. (2015). Improving services for patrons with print disabilities at public libraries. *The Library Quarterly: Information, Community, Policy, 85*(2), 172-184.

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press.

Nielsen, J. (2000, March 18). *Why you only need to test with five users*. Nielsen Norman Group. http://www.useit.com/alertbox/20000319.html

Nimmolrat, A., Khuwuthyakorn, P., Wientong, P., & Thinnukool, O. (2021). Pharmaceutical mobile application for visually-impaired people in Thailand: Development and implementation. *BMC Medical Informatics & Decision Making, 21*(1), Article 217. https://doi.org/10.1186/s12911-021-01573-z

Pearrow, M. (2007). *Web usability handbook* (2nd ed.). Charles River Media.

Power, J. A. (2018). EBSCO information services usability study on accessibility. *Reference Services Review, 46*(3), 449-459. https://doi.org/10.1108/RSR-04-2018-0044

Preece, J. (1997). *A guide to usability: Human factors in computing*. Wiley Computer Publishing.

Rodrigo, C., & Tabuenca, B. (2020). Learning ecologies in online students with disabilities. *Comunicar. Media Education Research Journal, 28*(1), 53-64. https://doi.org/10.3916/C62-2020-05

臺灣大學學術期刊資料庫

Smith, P. A. (1996). Towards a practical measure of hypertext usability. *Interacting with Computers, 8*(4), 365-381. https://doi.org/10.1016/S0953-5438(97)83779-4

Stewart, R., Narendra, V., & Schmetzke, A. (2005). Accessibility and usability of online library databases. *Library Hi Tech, 23*(2), 265-286. https://doi.org/10.1108/07378830510605205

Tullis, T., & Albert, B. (2013). *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metric* (2nd ed.). Elsevier.

Web Accessibility Initiative. (2012). *The business case for digital accessibility*. https://www.w3.org/WAI/business-case/

Williams, P., & Shekhar, S. (2019). People with learning disabilities and smartphones: Testing the usability of a touch-screen interface. *Education Sciences, 9*(4), Article 263. https://doi.org/10.3390/educsci9040263

Yeong, J. L., Thomas, P., Buller, J., & Moosajee, M. (2021). A newly developed web-based resource on genetic eye disorders for users with visual impairment (Gene.Vision): Usability study. *Journal of Medical Internet Research, 23*(1), Article e19151. https://doi.org/10.2196/19151

（投稿日期Received: 2022/3/13　接受日期Accepted: 2022/10/20）

臺灣大學學術期刊資料庫