

生態資訊介面圖像設計及使用性研究— 以台灣特有鳥類為例

余佳穎* 柯志祥**

* 輔仁大學應用美術系
140467@mail.fju.edu.tw

** 國立臺灣科技大學設計系
linko@mail.ntust.edu.tw

摘 要

本研究採螺旋模式，透過鳥類圖像設計、互動架構與介面設計、啟發式評估與使用性測試等流程，進行台灣特有鳥類 app 的設計與使用性研究，並透過網路問卷招募 20 歲以上，持有智慧型手機，且習慣使用社群軟體的台灣成年人作為受試者，研究採用遠端進行使用者測試，經篩除無效樣本後，有效樣本包含實驗組 33 位與控制組 34 位，共 67 位。測試結果使用驗證性因素分析、獨立樣本 T 檢定與迴歸分析進行檢定，以提供設計與教育領域在制定生態相關資訊架構時之參考依據。結果顯示本研究所設計之 app 系統使用性總分為 74.773，介於「好」與「非常好」之間，在可靠性、刺激性、新穎性的使用經驗等級為「非常好」；吸引力與效率為「好」，清楚程度則「高於平均值」，且與自然攝影與文字圖示之介面在使用性與使用經驗上有顯著差異，說明在相同的生態資訊互動架構下，使用圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示之介面，有助於提升系統使用性，以及使用者經驗中系統的清程度、效率與可靠性。迴歸分析結果說明，使用者對產品的整體評價與系統的使用性、務實性、享樂性三者間均為正相關，其中，以務實性中的可靠性與享樂性中的新穎性，對整體評價的解釋力最高。

關鍵詞：生態資訊、使用者經驗、啟發式評估、系統使用性、介面設計

論文引用：余佳穎、柯志祥（2022）。生態資訊介面圖像設計及使用性研究—以台灣特有鳥類為例。《設計學報》，27（4），69-92。

一、前言

在資料雲端化的數位時代，智慧型手機成為傳遞資訊最普遍的載體，其不僅帶動數位內容的發展，也改變傳統的資訊呈現型態。智慧型手機介面上的互動式資訊同時具有靜態與動態的呈現，觀賞者可以自由決定觀看的方式、速度與時間，讓探索資訊的方式更貼近使用者對事物的自然認知，使資訊兼具易讀性與趣味性。而智慧型手機介面的視覺表現形式除了受限於載體尺寸，在降低視覺疲勞與兼顧視覺美

感的考量下，圖像或圖示大多以簡化與扁平化的方式呈現。因此，在智慧型手機介面呈現生物圖像與資訊時，需綜合考量上述的規範與限制，並保留圖像與真實世界的連結性與有效辨識度，方能達到正確傳遞資訊的目的。目前的鳥類學習教材以科普書籍、圖鑑為主，內容多使用高寫實度的自然攝影與精細插畫呈現鳥類，並搭配文字敘述，直觀地展現鳥類特徵、類別與分佈（廖本興，2012；劉伯樂，2015）。本研究以台灣特有鳥類為主題，進行其生態資訊的行動應用程式（以下稱台灣特有鳥類 app）設計，規劃符合使用者期待之互動資訊架構，並探討適合呈現於手機介面之鳥類圖像與資訊表現形式，以及其介面設計與系統使用性、使用者經驗之間的關聯性，進而歸納出生態資訊應用於互動介面設計之原則。

二、文獻探討

2-1 台灣特有鳥類圖像

台灣特有種的定義為僅在台灣生活的物種，其生態、外觀造型乃至於色彩特徵，都是台灣特有文化的一部分，透過有效傳遞台灣特有種的相關資訊，可以幫助民眾增加對台灣生態環境的理解，更能促進生態旅遊與觀光的发展。在各類台灣特有種中，鳥類為重要的環境品質指標，透過對鳥類的觀察，可以體會自然環境的變遷與當地人的生活、健康與安全之間的關係，進而理解環境保護的重要性。台灣特有鳥類包含 15 種，分別為：（1）深山竹雞、（2）黑長尾雉、（3）烏頭翁、（4）黃山雀、（5）白耳畫眉、（6）臺灣藍鵲、（7）栗背林鳩、（8）紫嘯鶇、（9）藍腹鵲、（10）冠羽畫眉、（11）金翼白眉、（12）藪鳥、（13）紋翼畫眉、（14）臺灣叢樹鶯、（15）火冠戴菊鳥（特有生物研究保育中心，2017）。

過去研究指出，提供簡易且可辨識的鳥類資訊對於賞鳥活動是有幫助的（白炳豐、李鳳娟、張瓊云、吳燕秋、廖婉婷，2008）。圖像是否能增進讀者對生物知識的理解與學習效率，為在資訊視覺化的架構下設計生物圖像的重點。Meyer、Laveson 與 Plus（1981）根據物體被式樣化的程度，在實際物品到抽象之間將視覺圖像分為五個層級，分別為：（1）自然攝影：以攝影技術將物體外觀的視覺線索完整呈現；（2）圖像插畫：將視覺元素完整呈現，並在細節做篩選或添增；（3）圖形描繪：保留物體的形狀與輪廓細節，並將色彩與質感省略為塊面；（4）圖形符號：省略物體的形狀與輪廓細節，並去除色彩、質感與空間感，使圖像平面化、塊狀化，以及（5）抽象符號：破壞物體原有的形狀與輪廓，以幾何或自由線條，充分展現創作者的概念，如圖 1 所示。

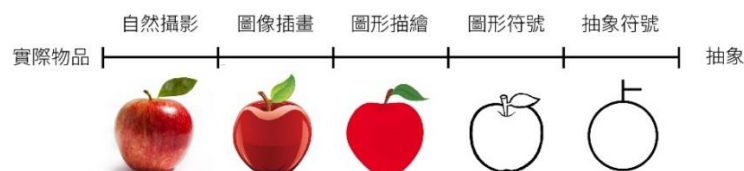


圖 1. 圖像式樣化層級（Meyer et al., 1981）（本研究重新繪製）

本研究將 Meyer et al.所提出的五個式樣化層級，與現有的鳥類相關資訊對照，發現目前的鳥類學習教材大多以科普書籍、圖鑑為主，其鳥類的呈現多為寫實程度較高的自然攝影與圖像插畫表現。然而，自然攝影的影像內容結構較複雜，不僅無法讓讀者馬上掌握重點，也不適合戶外的使用情境，使自然攝影類的鳥類圖鑑實用性降低；圖像插畫的寫實程度略低於自然攝影，其為繪師透過自身的角度，精細描繪出與實際鳥類相似度極高的圖像（林文宏、鄭司維，2006；蕭木吉，2015）。而隨著智慧型手機成為當前傳遞資訊最普遍的載體，視覺傳達設計的風格也因應時代有所調整，例如：現今介面中的圖示功能大於文字敘述，可引導使用者直覺性操作（林廷宜、賴采秀，2015），且圖像或圖示多採取圖形描繪、

圖形符號、抽象符號等半具象至抽象的方式呈現。本研究透過先前的研究發現，在透過外觀特徵辨識鳥類時，色彩是鳥類外觀最明顯的特徵，且在設計鳥類圖像上，應優先突顯以下五個項目：（1）鳥身特定部位之色彩、（2）整體色調、（3）鳥身特定部位之造型／形狀、（4）整體輪廓／造型與（5）翅膀顏色，方有利提升圖像與真實鳥類間的相似度與辨識度（余佳穎，2017）。後續將根據上述原則進行台灣特有鳥類之介面圖像設計，並檢視其與真實鳥類的匹配度與相似度，作為介面設計之依據。

2-2 互動資訊

資訊的類別與結構會影響到資訊視覺化的呈現方式，包括資訊設計、圖像設計，以及所選擇的載體等。目前資訊視覺化的表現形式可分為三種：（1）靜態：傳統的資訊圖表形式為平面、靜止的圖像，觀賞者可以自行決定觀看的速度、順序，並專注探索圖中的意義；（2）動態：由動畫或影片搭配旁白與字幕所構成，如說明影片，畫面會隨著時間改變，觀賞者無法自行掌握觀看的速度，且視覺焦點會被圖像引導，不斷產生變化；（3）互動：同時具有靜態與動態的呈現，使用者可以自行透過互動點選、搜尋等方式，自主探索內容（Lankow, Ritchie, & Crooks, 2013; Pimenta & Poovaiah, 2010）。互動資訊改變了使用者的閱讀習慣，讓使用者自行決定觀看時間與方式，並透過功能設定增加資訊的吸收效率，以獲得更細節的資訊（Dur, 2014）。根據相關研究指出，當運用多媒體促進個體學習認知，且同時提供視覺、聽覺、語文與非語文刺激時，個體的學習成效會比單獨提供單一刺激來得高，並能讓學習者將資訊有效儲存至記憶中（Mayer, 2001; Mayer, Lee, & Peebles, 2014）。

互動式的資訊呈現可以協助解決靜態資訊可能產生的視覺混亂等問題，也能避免使用者因無法掌握動態資訊的時間軸，而造成資訊吸收上的困難。一般而言，人類較擅長理解事物，而非回憶事情（Preece, Rogers, & Sharp, 2007／陳建雄譯，2009）。互動式資訊可以透過使用者自主操作，適時顯示精確數值或資訊，輕鬆比較異質資料間的關係。而互動資訊視覺化的重點，除了畫面必須美觀，讓使用者得到視覺上的愉悅感外，也必須考慮介面操作的便利性，是否有搭配使用者的習慣，以達到操作上的最大效益。目前在鳥類的互動資訊相關研究中，多著重於利用人工智慧或資料庫的建立，協助使用者以照片或鳥鳴聲辨識鳥類；也有學者建議在賞鳥活動進行時，應透過行動裝置提供使用者該地區鳥類的基本資訊，如體型大小、嘴型、顏色等，使其能有效協助使用者辨識鳥類，並輔助賞鳥活動的進行（白炳豐等人，2008）。現有的台灣鳥類生態資訊 app 除了詳實記載名稱、種類、外型特徵、鳥叫聲等資訊外，亦透過其互動性與社交性的特性來提升操作便利性，舉例來說，app 所具備的多媒體播放功能，可應用於播放鳥叫聲，提供使用者以視覺辨識鳥類外的選擇。此外，透過搜尋、分類標籤頁、切換功能頁面等功能，鳥類的龐大資訊也得以在介面中以較適合使用者閱讀的方式呈現（Yu & Ko, 2021）。然而，現有的鳥類 app 中的圖像，仍以自然攝影為主，而鳥類的資訊也多以段落文字描述，不適用於短時間的快速查找與瀏覽資訊。因此，本研究在台灣特有鳥類 app 的設計中，除了規劃適切的鳥類資訊架構外，也透過介面設計輔助使用者，將操作方式或資訊內容與現實生活中的經驗或記憶結合，以期建立良好的使用者經驗。

2-3 介面設計

介面設計包含了圖像、文字、色彩三者的彼此搭配，這些構成元素與互動方式的設定，將影響使用者在操作系統時接收訊息、注意力、學習與回憶的狀況。若在介面設計的過程中，只考慮到介面的視覺美觀與否，而忽略使用者經驗法則，容易導致使用者在深入探索資訊時，必須透過繁複的操作程序才能瀏覽資訊，此現象不但大幅降低資訊使用的效率，更會削減操作動機。因此，互動設計的重點為，讓使用者快速適應系統介面，且能有效的取得資訊，擁有美好的使用經驗（Hoffman & Novak, 1995）。好的

介面設計，如適切的功能設定、導覽機制、版面設定與資訊組合等，可以讓使用者與介面系統之間產生良好互動，且能讓使用者在操作資訊時更具彈性，且即時獲得所需要的回饋（Tidwell, 2010／莊惠淳譯，2012）。

使用者認知資訊的程度會受到介面操作的便利性影響，進而影響認知效率。因此，如何透過適當的內容與介面規劃、功能與手勢等設定來協助使用者操作資訊，為數位時代下加強使用者認知效能的資訊設計重點。在介面中妥善地使用圖像，能夠有效表達視覺與空間概念，協助使用者快速辨識以提升操作效率，並幫助記憶。而象徵的圖像將在接收者腦中自動解讀成存在的概念，如在公共空間的指示符號能引指訪客方向或目的。在介面設計中，圖像與圖示擔任著使用者與系統之間的媒介，能導覽並指引使用者操作系統功能，其中，有效的圖像在視覺上必須達到使用者觀看到即能辨識的功能，所以在設計圖像或圖示的過程，必須去除事物的細節，並保留原始的特質意義。Horton（1994）認為在設計介面中的圖像時，應注意圖像的（1）立即辨識性、（2）一致性、（3）特徵描述、（4）普遍性與（5）可溝通性。相關研究指出，受測者背景對圖像認知的差異以年齡因素最為顯著，年齡越高，對圖像的辨識力與聯想性較低，且性別與圖像的辨識率間無顯著關聯性（侯東旭、葉玉玲，2009；陳娜文，2011）。此外，介面中的圖示大小、位置亦會影響使用者操作系統的準確度與操作速度，進而影響使用滿意度（Park & Han, 2010）。Nielsen（1994）曾提出，在設計互動介面時必須注意的十大可用性原則，包含：（1）系統狀態的能見度、（2）系統與真實世界的關聯性、（3）使用者操作自由度、（4）一致性和標準、（5）防錯機制、（6）提供辨識而非記憶、（7）彈性與使用效率、（8）美觀與簡化設計、（9）幫助使用者認識、偵錯並從錯誤中恢復，以及（10）幫助與說明文件。

在規劃資訊內容與建立使用者完整的需求後，可以透過設計原型幫助設計師或測試對象更有效的評估系統內容。原型可分為低精準度與高精準度兩種，低精準度原型適用於早期的設計發展階段，其優點是開發成本較低、適用來激發設計靈感並深入探討問題；高精準度原型則會使用預期上與最終產品相同的材料或畫面，且與成品具有高相似度（Preece et al., 2007／陳建雄譯，2009）。互動介面的高精準度原型設計除了高完成度的視覺設計外，也應具備完整的功能性與互動性，以探究使用者在操作成品時可能發生的問題。Retting（1994）認為高精準度的原型製作時間與金錢成本較高昂，且受測者可能會較專注於表面的成果，而非針對設計構想提出建議。然而，隨著時代的進步，Figma、Adobe XD 等原型設計軟體如雨後春筍般釋出，設計師可透過簡單的步驟，反覆修改原型並進行測試，大幅降低高精準度原型設計的成本。總體而言，低精準度原型有助於發掘設計構想上的漏洞，並能靈活改善系統結構，高精準度原型則可應用於整體測試，包含技術與內容等。在本研究中，將先後透過低精準度與高精準度的原型設計，進行台灣特有鳥類 app 的設計與測試。

2-4 使用者認知評估

常用的使用者認知評估方式包含：（1）符號使用性評估與（2）整體使用性評估。在介面圖像設計時，匹配度測試為符號使用性評估的一種常用方式，目的是瞭解受測者對介面中所出現的圖像或符號，是否具有高度理解度，且要瞭解在多個圖像出現時，是否會讓使用者產生混淆，測試的方式為要求受測者從指定的圖像與詞彙列表中找到相匹配的圖像與詞彙（Zwaga & Easterby, 1984, pp. 277-297；林榮泰，1993）。在互動設計初期或反覆設計的評估階段時，Nielsen（1993）提出啟發式評估法，用以發掘設計細部與個別使用問題，其執行方法為 3-6 位專家進行系統操作，並由研究者觀察與記錄專家所發現的問題與建議。隨著科技的發展，Nielsen（2020a）後續新增了啟發式評估法的操作細節之說明、案例與相關資料，使其適用於最新的使用介面。根據先前的使用性相關研究，第一位專家執行評估時，即可發現至

少 1/3 的使用性問題，透過 5 位專家的評估，可以發現 85% 以上的使用性問題，且透過反覆設計與再次評估的過程，其餘 15% 的使用性問題才會被發掘 (Nielsen, 2020b)。

在使用量化問卷測量使用者對產品或系統整體的感知可用性上，系統使用性尺度量表 (system usability scale, SUS) 是被廣泛應用的工具之一，其已被大規模的研究驗證其信度係數為 0.91 (Bangor, Kortum, & Miller, 2008)，此外，SUS 能夠適應於大小不同規模的受測者樣本研究，12 份樣本則可獲得正確的測試結果 (Tullis & Stetson, 2004)。SUS 由 10 個題目組成，包含奇數項的正面陳述和偶數項反面陳述，每個題目的選項為李克特 5 點量表 (5-point Likert scale)，1 是「非常不同意」，5 是「非常同意」，並要求受測者針對各題目給分。SUS 個別題目之分數是無意義的，加總之後的分數才代表整體使用性的優劣，其計算方式為，奇數項題目的計分方式為將各題的分數減 1，偶數項題目為用 5 減去每題的分數，最後將獲得的分數加總並乘以 2.5，得到介於 0-100 的總分 (Brooke, 1996)。另外，SUS 總分可分為 A、B、C、D、F 五個等級，A 代表使用者對系統的正向感受度最高，F 最低，如圖 2 所示。

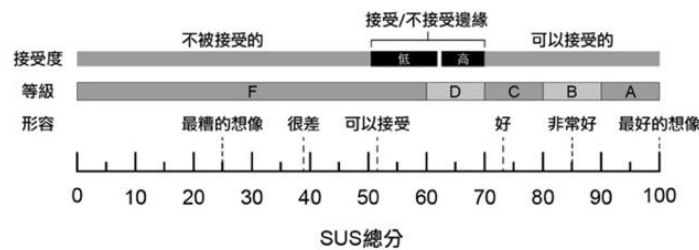


圖 2. SUS 分數的判讀依據 (Brooke, 1996)

SUS 能測量系統的可用程度，以及是否符合使用者對系統的想像，而使用者經驗量表 (user experience questionnaire, UEQ) 則專門應用於測量互動產品的使用者經驗，UEQ 的問卷內容由 26 個語意差異的 7 點尺度題項構成，包含 13 項正向題與 13 項反向題，每項題目的最低分數為 -3 分，最高為 3 分，要求受測者對所操作的產品進行評估 (Schrepp, Hinderks, & Thomaschewski, 2017)。UEQ 的結果涵蓋了使用者經驗的綜合印象，包含產品的可用性與使用經驗，並可細分為 6 個項目尺度：(1) 吸引力 (attractiveness)、(2) 清楚程度 (perspicuity)、(3) 效率 (efficiency)、(4) 可靠性 (dependability)、(5) 刺激性 (stimulation) 與 (6) 新穎性 (novelty)。其中，吸引力為對產品的整體評價，清楚程度、效率、可靠性探討的是，產品的務實程度即使用者在操作產品時，是否能有效達成目標；刺激性與新穎性則能顯示產品的享樂程度，較注重使用者在操作產品過程中的感受。UEQ 各尺度間的關係見圖 3。UEQ 的測量共分為五種結果，由好到壞分別為非常好 (excellent)、好 (good)、高於平均值 (above average)、低於平均值 (below average)、不好 (bad)。本研究在使用性測試的階段，即使用 SUS 與 UEQ 兩種量表，瞭解介面圖像設計與系統使用性、使用經驗間的相關性。

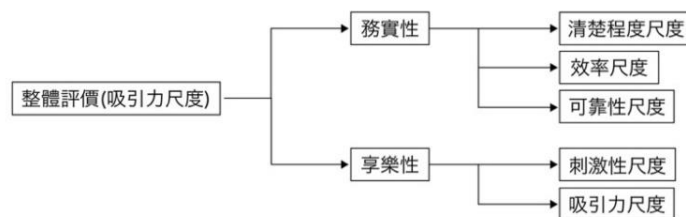


圖 3. UEQ 各尺度間的關係圖 (Schrepp et al., 2017)

三、設計流程

本研究透過台灣特有鳥類 app 之設計，了解生態資訊應用於互動介面設計之重點與原則，設計流程共分為四個階段，依序為：(1) 鳥類圖像設計、(2) 互動架構與介面設計、(3) 啟發式評估，以及 (4) 使用性測試，並採取在軟體開發流程中常使用的螺旋模式 (spiral model)，透過各階段迴圈的循環成果不斷向外擴散，研究者得以循環分析局部與整體的意義，同時累積設計與研究成果 (Boehm, Lane, Koolmanojwong, & Turner, 2014；陳文賢，1997)。圖 4 為本研究之整體設計流程。

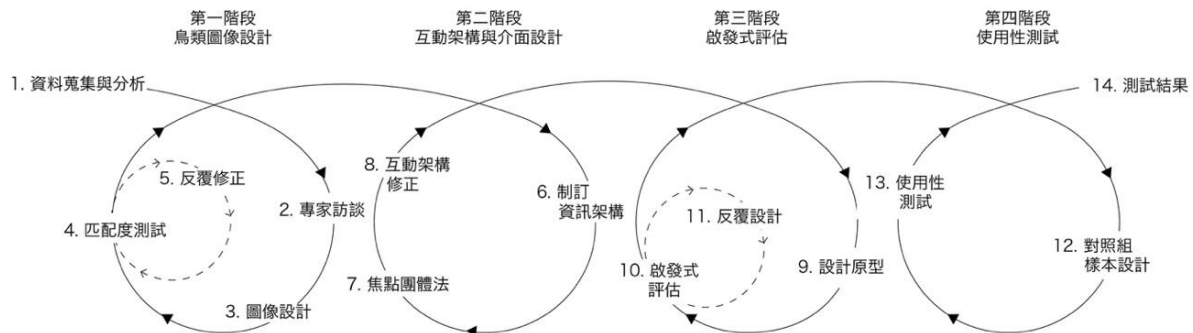


圖 4 本研究之整體設計流程

3-1 鳥類圖像設計

本階段參照先前研究結果中鳥類的五大設計重點－(1) 鳥身特定部位之色彩、(2) 整體色調、(3) 鳥身特定部位之造型／形狀、(4) 整體輪廓／造型與 (5) 翅膀顏色，進行台灣特有鳥類的視覺圖像設計，設計策略除了採取現今在互動介面上較常見的簡化風格外，也參照 Meyer et al. 所提出的「圖形描繪」，保留鳥類的形狀與輪廓細節，並將色彩與質感省略為塊面，呈現出扁平化的風格。設計完成後，本研究透過問卷法進行匹配度測試，要求受測者透過智慧型手機填答問卷，配對鳥類圖像與攝影照片。考量台灣特有鳥類 app 的操作情境，包含在戶外賞鳥活動時能快速檢索並對照所觀察到的鳥類，測試中所提供的鳥類攝影照片除了台灣特有鳥類外，亦包含台灣特有鳥類的相似種，以檢視受測者在外觀相似各類鳥類照片中，是否能正確選出圖像所指涉的鳥類。問卷同時規劃李克特 5 點量表，請受測者填答其主觀認為圖像與實際鳥類的相似度，並勾選針對每張鳥類設計圖像在視覺辨識上的依據，以瞭解受測者在前述的設計策略下，是否能有效辨識出鳥類。問卷中圖像的顯示尺寸，則根據後續介面設計中鳥類圖像應用於圖示上的規劃，設定為使用者手機螢幕長度的 10% 與寬度的 25%。由於受測者可能已具有鳥類的相關知識，測試中全程不顯示鳥類名稱，僅提供鳥類圖像與攝影照片，供受測者辨識與比對。

本研究透過匹配度測試結果進行鳥類圖像的修正，並循環前述流程，直到整體匹配度達 90% 以上為止，共執行兩次匹配度測試，受測族群均為 20—45 歲且持有智慧型手機的台灣人，各階段的受測者均不重複。第一階段受測者有 80 位 (男 28 位、女 52 位)，整體匹配度為 86.5%，受測者主觀認定圖像與真實鳥類的相似度為 77%。根據受測者的回饋，本研究除了將鳥類圖像的身形修正為更符合實際的鳥類輪廓外，亦針對鳥身羽毛為彩色漸層的圖像進行修正，以利在視覺上與相似種有明確的區隔。在修正圖像後，始進行第二階段的匹配度測試。在第二階段中，受測者共有 93 位 (男 34 位、女 59 位)，測試結果顯示整體匹配度為 91.09%，受測者主觀認定圖像與真實鳥類的相似度為 79.18%，如表 1 所示。說明本研究所設計之鳥類圖像能有效被辨識。且受測者判定鳥類的視覺辨識依據排序與先前研究之結果大致相同，僅「特定部位造型／形狀」之選擇人次，略高於鳥類的「整體色調」。本研究亦採取立意抽樣，針

對問卷中勾選「具鳥類觀察背景」及「具備賞鳥興趣」選項之 5 位受測者，徵詢其意願後進行測後訪談，了解具相關興趣與專業背景的人員對本研究的建議。而訪談結果顯示，具備鳥類觀察背景與平時有賞鳥相關興趣的人，對於鳥類圖像與真實鳥類的相似度要求較高，以鳥類羽毛為例，受訪者認為羽毛漸層的細節與形狀等，均是在辨識鳥類時不可或缺的判斷因素，且同種鳥類的外觀與色彩也可能有個體差異，故認為本研究經過簡化之手法，所設計的鳥類圖像，與真實鳥類的相似度低。然而，比對匹配度測試結果，可得知鳥類圖像的匹配度結果高於受測者主觀認為鳥類圖像與真實鳥類的相似度結果。由上述結果可推論，若掌握鳥類設計的關鍵特徵，則扁平化、簡化的鳥類圖像在智慧型手機上能有效被受測者辨識，且與受測者主觀認定其與真實鳥類的相似度間無絕對關聯性。反覆修正後的鳥類圖像將應用於後續之介面設計，見下頁圖 5。

表 1. 反覆設計後的鳥類圖像匹配度測試結果

	匹配度	圖像與鳥類相似度	視覺辨識依據 (選擇人次)					其它 / 無相似處
			特定部位色彩	整體色調	特定部位造型 / 形狀	整體輪廓 / 造型	翅膀顏色	
烏頭翁	96.25%	89%	65	41	41	40	37	0
白耳畫眉	95.7%	80.43%	88	37	28	33	25	1
紫嘯鶇	96.25%	73.5%	34	57	15	29	15	1
深山竹雞	95%	79%	50	36	32	41	18	0
戴鳥(修正後)	93.62%	78.92%	75	59	18	42	19	0
金翼白眉	93.55%	77.42%	80	34	30	20	41	0
冠羽畫眉	97.5%	89%	50	34	58	45	16	0
紋翼畫眉	88.75%	77.75%	39	28	63	33	11	0
臺灣藍鵲	92.5%	82%	62	24	40	31	21	0
臺灣叢樹鶯	75.27%	62.37%	30	56	44	34	10	5
火冠戴菊鳥(雄)	83.75%	79%	65	27	48	22	12	2
火冠戴菊鳥(雌)	80%	70%	53	23	40	28	10	2
黑長尾雉(雄)	80%	76%	59	28	49	32	24	0
黑長尾雉(雌)	91.25%	73%	30	41	28	39	17	1
栗背林鴉(雄)	92.5%	83.25%	71	31	36	28	8	0
栗背林鴉(雌)	96.25%	83.75%	55	50	37	38	17	0
藍腹鵲(雄)	90%	79.75%	65	27	44	39	22	0
藍腹鵲(雌)	86.25%	79.25%	60	29	39	37	21	0
黃山雀(雄)	98.75%	88.75%	41	30	67	35	12	0
黃山雀(雌)	98.75%	81.5%	43	27	68	42	10	0
平均匹配/相似度	91.09%	79.18%						
人數總計			1115	719	825	688	366	12



圖 5. 台灣特有鳥類的圖像設計

3-2 互動架構與介面設計

本階段邀請 6 位對鳥類或生態活動有興趣，並曾參與賞鳥活動或生態體驗行程，且同時具有互動設計 2 年以上相關研究與實務經驗的人員組成焦點團體（見表 2），透過低精準度設計原型設計，制定台灣特有鳥類 app 的基本架構、主要與次要的功能，並提出使用性上的潛在問題與可能的解決方案。討論分為三大部分：（1）互動式資訊接收者的身份與期待、（2）互動式資訊的內容需求，與（3）互動式資訊的功能制定。研究者則擔任主持人，負責記錄觀察與仲介，討論過程提供初步設計之鳥類 app 的基本架構（見圖 6），引導成員針對討論主題發表個人看法。討論的過程全程以錄音與錄影紀錄，以利後續撰寫逐字稿與分析。

表 2. 焦點團體成員之基本資料

成員代碼	性別	設計相關最高學歷	設計相關工作年資
F1	女	大學	5年
F2	女	大學	2年
F3	男	大學	2年
F4	男	大學	8年
F5	男	大學	7年
F6	女	大學	3年



圖 6. 焦點團體討論使用之鳥類 app 基本架構圖 (以鳥類資訊功能為例)

焦點團體訪談的逐字稿產出後，研究者根據以下五大項目歸納訪談資料：(1) 使用者期待、(2) 族群特性、(3) 使用族群、(4) 互動式資訊架構之功能，及(5) 擴充功能與其它，並由兩位具 2 年以上設計研究經驗的編碼員進行內容分析法，解釋並推估研究結果。兩位編碼員(N)的完全同意項目(M)為 164 項， $N_1=168$ ， $N_2=168$ ， $N=2$ ，套入信度公式後得知兩位編碼員的相互同意度為 $2*164/(168+168)=0.98$ ，信度為 $(2*0.98)/(1+(2-1)*0.98)=0.99$ ，此結果通過信度標準。根據分析結果可得知，功能的制定、介面的呈現方式、操作方法等，均與鳥類 app 所針對之目標使用族群息息相關。根據焦點團體之結果，本研究定義台灣特有鳥類 app 的使用者族群為對鳥類生態有興趣但無深入研究，且習慣使用智慧型手機與社群媒體的台灣成年人。App 的主要功能包含：(1) 鳥類資訊、(2) 個人檔案、(3) 社群，以及(4) 搜尋，使用情境則可分為室內與戶外兩種，室內的使用情境為讓使用者可透過鳥類列表，於手機上瀏覽台灣特有鳥類的相關資訊，以及建立個人檔案與社群上的其他人互動等；戶外則適用於觀賞到鳥類時，可即時透過操作手機介面，依據鳥類的關鍵特徵、所處的地理位置等方式，快速查找到所觀察到的鳥種，並發布至社群等。在介面設計策略上，除了使用上一階段所設計的鳥類圖像(見圖 5)外，同時參考專家訪談與焦點團體的建議，將傳統以段落文字敘述之鳥類資訊，簡化為圖示輔以說明文字，包含棲地環境、棲地海拔、身長大小、喙顏色、喙型、羽毛顏色等，並加入以棲地與鳥類特徵等搜尋之功能，以符合戶外使用之情境；圖示的式樣化程度，同樣採取「圖形描繪」，並呈現扁平化的風格。

3-3 啟發式評估

本階段以原型設計軟體 Figma 製作高精準度設計原型，並邀請 5 位具介面設計或互動產品設計相關工作年資 5 年以上的設計專家，如表 3 所示，進行啟發式評估，了解互動架構與介面設計細部的問題。

表 3. 啟發式評估專家之基本資料

專家代碼	性別	職稱	設計相關最高學歷	設計相關工作年資
EV1	女	視覺設計師	碩士	14年
EV2	女	使用者研究員	博士	5年半
EV3	男	產品經理	碩士	8年
EV4	男	設計經理	碩士	7年
EV5	男	使用者策略與研究員	碩士	9年

評估流程依序為：（1）檢視互動架構圖、（2）自由操作設計原型、（3）半結構式訪談，及（4）專家意見回饋。在檢視互動架構圖的階段，研究者將整體的互動架構圖以 A1 海報的方式呈現供專家檢視，隨即透過設計原型檢視軟體 Figma mirror，請專家直接操作高精準度設計原型，並在架構圖上註記所發現的問題。至於後續半結構式訪談的內容，則根據 Nielsen 所提出的 10 項使用性準則制定，要求專家針對系統使用性進行評估並給予回饋。每位專家評估的時間為 60—120 分鐘，過程以錄音及螢幕錄影的方式紀錄，在五位專家的評估結束後，研究者邀請所有專家共同討論個別的評估結果，整合所發現的問題，並按優先順序排序，進而提出解決方案供研究者後續分析與修正。上述流程共循環兩次，其中透過不斷發現並解決設計細部問題，進行原型的反覆設計，並持續提升原型精準度，以利再次評估時發現更細部的問題。圖 7 為根據評估結果反覆修正後的系統架構與介面設計圖，礙於篇幅限制，以下僅以鳥類資訊相關之功能為例。由於專家一致認為本研究所設計之 app 系統可見度高且整體的互動介面易於理解，故反覆修正的目的著重於提升 app 的使用靈活度與效率。專家所提出的解決方案與設計策略主要為以下 6 個項目：

- （1）讓使用者可即時切換資訊，並進行比較。例如：於社群頁面中新增連至鳥類資訊的按鈕，並增加動態消息與地圖之切換功能。
- （2）在各主要頁面中增加「新增賞鳥筆記」功能，以利使用者在各種使用情境下快速記錄鳥類。
- （3）放大功能圖示與點按範圍，改善圖示與文字在螢幕顯示上的可讀性、易辨性與可視性，並以捲動式頁面設計，增加點選效率。
- （4）將圖示中的鳥類特徵以誇飾的手法呈現，進而增加辨識度，以利使用者快速理解。
- （5）將地圖中的鳥類顯示調整為扁平化的水滴狀圖標，以利快速瀏覽、縮放與查詢地理位置。
- （6）規劃導引介面（onboarding），協助初次使用者認識 app 的內容。

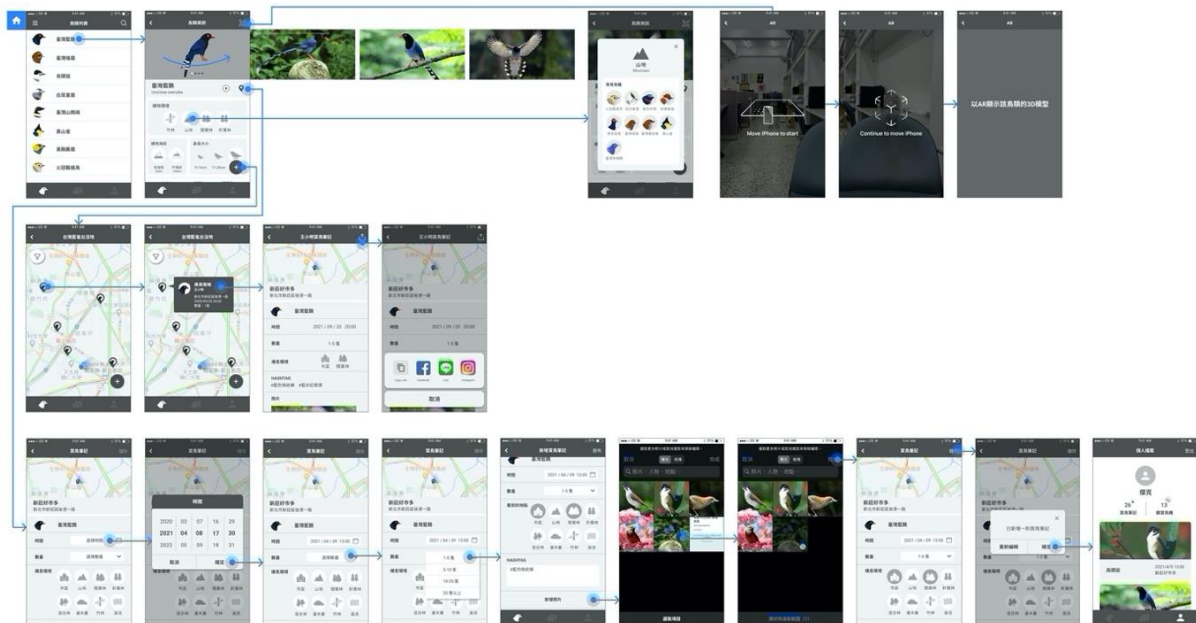


圖 7. 本研究之互動架構與介面設計（以鳥類資訊功能為例）

四、使用性測試

4-1 實驗設計與施測

在進行互動架構與介面修正後，本研究設定該設計原型為實驗組，並著手設計控制組之設計原型。控制組在互動架構上與實驗組完全相同，惟控制組介面使用自然攝影的鳥類圖像，以檢視在相同互動架構下，以圖形描繪手法簡化之鳥類圖像，是否會影響系統使用性與使用經驗。由於喙型、棲地環境、海拔等資訊，較難以自然攝影表現，故控制組的鳥類資訊標示與按鍵會以關鍵字的方式呈現。實驗組與控制組樣本的介面範例如圖 8 所示。

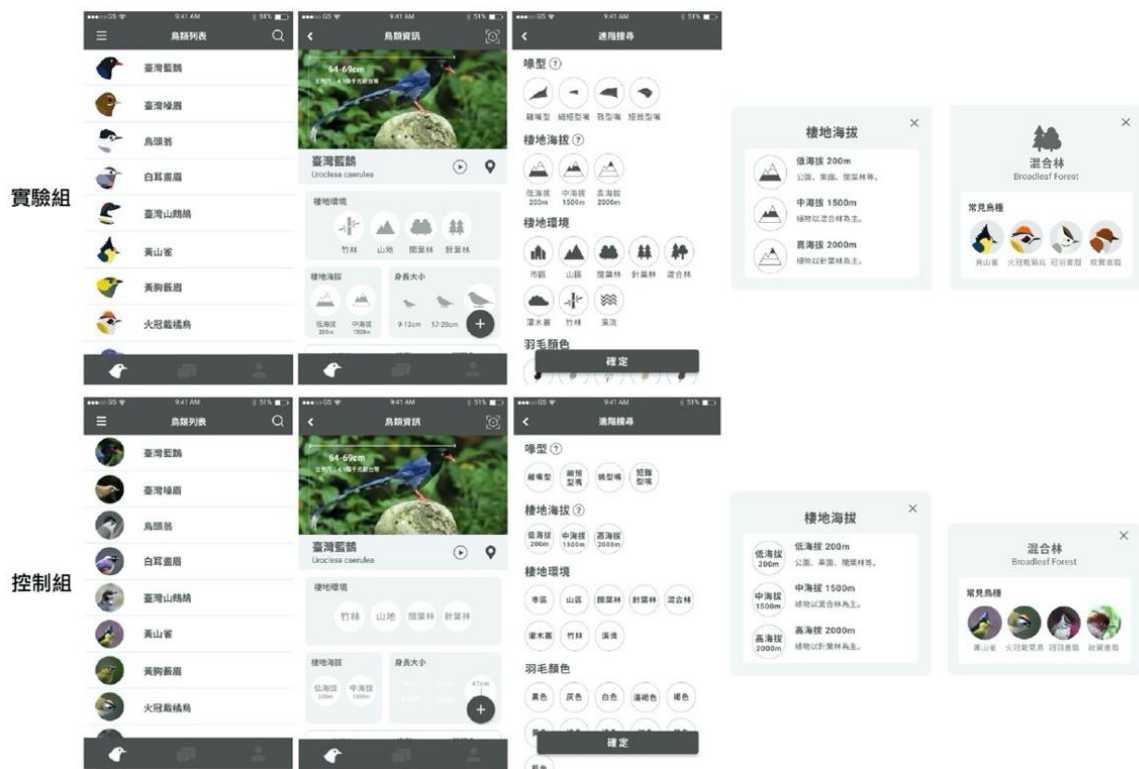


圖 8. 實驗組與控制組之介面對照

實驗組與控制組採組間測試，隨機分配受測者操作一組高精度原型。在透過招募問卷並確定受測者的意願與資格後，始發放測試連結給受測者。測試內容包括任務操作、自由操作、問卷調查，以及測後回饋。任務操作內容的設定將徵詢啟發式評估專家的建議，根據使用者的操作習慣與 app 在戶外的使用情境，訂出 10 個主要任務，且在任務中插入鳥類的自然攝影照片，模擬在戶外觀看到鳥類時，如何在有限的觀察時間內，利用觀察到的鳥類關鍵特徵查詢相關資訊，任務內容見表 4。任務操作結束後，受測者可繼續操作設計原型，並填寫系統使用性量表與使用者經驗量表。本研究根據研究內容修正 SUS 的 10 個題項如下：(1) 我想我會願意經常使用這個 app；(2) 我覺得這個 app 過於複雜；(3) 我認為這個 app 很容易使用；(4) 我想我需要有人幫助才能使用這個 app；(5) 我覺得這個 app 的功能整合得很好；(6) 我覺得這個 app 有太多不一致的地方；(7) 我可以想像大部份的人很快就可以學會使用這個 app；(8) 我覺得這個 app 使用起來很麻煩；(9) 我很有自信能使用這個 app；(10) 我需要學會很多額外的資訊，才能使用這個 app。

表 4. 使用性測試任務內容

編號	任務內容
1	請在app中找到（黃山雀照片）的資訊
2	請找到（紫嘯鶇照片）跟新台幣的大小比例關係
3	請找到跟麻雀差不多大小的台灣特有鳥類
4	請找到比公雞還大的台灣特有鳥類
5	請查詢在闊葉林出沒的鳥類有哪些
6	你現在身處在海拔1500m的山區，並在遠方竹林中看到一隻褐色羽毛的鳥，請透過多重條件的篩選，找出牠可能是什麼鳥，並進到他的資訊頁面
7	請找到（白耳畫眉照片）曾在地圖上的哪些地方出沒
8	請在地圖上找到在1小時內在你附近出沒的所有鳥類
9	你在市區拍到這隻鳥（烏頭翁照片），請透過社群功能，發布貼文並上傳牠的照片
10	請到王小明的個人頁面，看看他總共觀賞過幾種鳥

因應 COVID-19 疫情，本研究的使用性測試採用 maze 網站進行遠端測試，受測者為 20 歲以上、持有智慧型手機且習慣使用社群軟體的台灣成年人，招募方式為在各大網路交流平台公布研究訊息與測試招募問卷，確認受測者的意願與資格後，始發放測試連結給受測者。在採取線上測試與問卷填答時，受測者是否全心投入測試並以一致的標準填答網路問卷會影響研究的結果，故在測試結束後，將先進行無效樣本之判定並篩除，始進行結果檢定。在無效樣本判定上，本研究參考邱皓政（2010）探討量化研究與統計分析之觀點，根據測試任務與問卷填答的狀況分為 3 種：（1）受測者在 10 項測試任務中，系統後台數據顯示有超過 3 項以上的任務為「未嘗試後直接放棄」；（2）受測者在問卷量表填答時產生極端反應，如 SUS 大量填寫 1 或 5、UEQ 大量填寫-3 或 3；（3）受測者在回答反向題時，做出與正向題相衝突的回覆。若受測者滿足上述 3 項條件的任 1 項，則該位受測者即視為無效樣本。

4-2 實驗受測者

本研究的使用性測試收案共 89 人，經篩除無效樣本後（無效樣本之判定方式請見章節 4-1），有效樣本共計 67 位，包含實驗組 33 位與控制組 34 位，有效樣本回收率為 75.28%。有效樣本中，受測者年齡以 20-29 歲為大宗（39 位，佔比 58.21%），其次為 30-39 歲（25 位，佔比 37.31%）。在職業分布上，有 35.82% 的受測者為學生（24 人），20.9% 為資訊/科技業（14 人）、從事服務業與藝文設計業的受測者則各佔 11.94%（各 8 人）。在智慧型手機的操作（複選）上，有 91.04% 的受測者習慣使用智慧型手機發送訊息、即時通訊，以及瀏覽社群媒體並發布貼文（各 61 人）；85.07% 的受測者使用智慧型手機查詢與瀏覽各類資訊（57 人）、79.1% 的受測者習慣使用手機拍照（53 人）。由上述結果可得知，現今智慧型手機的用途，已從傳統的撥打與接聽電話等基本功能轉為即時通訊，以及透過社群與他人交流的媒介。使用性測試的受測者背景資料詳見表 5~7。

表 5. 本研究受測者之年齡分布

受測者年齡 (歲)	20-29	30-39	40-49	50-59	60以上	總計
人數	39	25	1	1	1	67
百分比 (%)	58.21%	37.31%	1.49%	1.49%	1.49%	100%

表 6. 本研究受測者之職業分布

受測者職業	學生	資訊/科技	服務業	自由業	軍公教	金融業	傳播	藝文/設計	總計
人數	24	14	8	8	6	3	2	2	67
百分比 (%)	35.82%	20.90%	11.94%	11.94%	8.96%	4.48%	2.99%	2.99%	100%

表 7. 受測者常使用的智慧型手機功能 (複選)

功能	發送訊息/ 即時通訊	瀏覽社群/ 發布貼文	瀏覽/查 詢資訊	拍照	撥打/接 聽電話	影音娛樂	收發信件	文書處理	其他
人數	61	61	57	53	47	46	41	15	2
百分比 (%)	91.04%	91.04%	85.07%	79.10%	70.15%	68.66%	61.19%	22.39%	2.99%

4-3 系統使用性結果

根據 SUS 的測試結果可得知，實驗組的 SUS 總分平均為 74.77 分 ($SD=15.15$)，使用者接受度為「可以接受」，等級為 C，介於「好」與「非常好」之間，此結果證明本研究開發的 app 高於產品的平均水準，且可以被使用者接受。控制組的 SUS 總分平均為 65.59 分 ($SD=17.88$)，接受度為「不接受邊緣」，等級為 D，介於「可以接受」與「好」之間。根據獨立樣本 T 檢定的結果，實驗組與控制組的 SUS 總分 p 值為 0.027 ($p<0.05$)，代表在相同的互動架構下，以圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示可提升系統使用性，且與使用攝影照片與文字圖示的介面，在使用性上有顯著差異 (見表 8)。

表 8. 台灣特有鳥類的 SUS 分數之 T 檢定結果

受測者代碼	個數	平均數	標準差	使用性等級	T	p
實驗組	33	74.77	15.15	C	2.265	0.027*
控制組	34	65.59	17.88	D		

* $p<0.05$

4-4 使用者經驗結果

在將 UEQ 反向題的答案轉換後，可見各題項所對應的衡量尺度以及兩組樣本於衡量尺度的分數。研究結果顯示，UEQ 各題項的整體平均分數介於 0—2.5 之間，說明本研究設計之互動架構，並給予受測者正向的使用經驗，見表 9~14 所示。本研究將 UEQ 的各尺度訂為結構方程模型 (structural equation modeling, SEM) 中的潛在變項，以 AMOS 軟體執行驗證性因素分析 (confirmatory factor analysis, CFA)，並檢視組合信度 (composite reliability, CR) 與平均變異數萃取量 (average variance extracted, AVE)。分析結果顯示 UEQ 各尺度的組合信度數值介於 0.775-0.924，平均變異數萃取量數值則介於 0.467-0.759，高於學者所建議之 CR 值應高於 0.6 與 AVE 值高於 0.36 之接受標準 (Fornell & Larcker, 1981)，顯示本研究的收斂效度具有良好表現，見表 9 所示。

在檢視收斂效度後，本研究進一步比較各潛在變項相關係數與其平均變異數萃取量之平方根，若 AVE 之平方根大於相關係數，則代表本研究在 UEQ 的測量上之六大尺度的緊密程度佳，且不與其它尺度有所混淆，各尺度之相關係數與區隔效度詳見表 9。由於 UEQ 的六個尺度中，吸引力反映的是受測者對產品的整體評價，故可見吸引力尺度与其它尺度的關聯性較高，如效率、可靠性與刺激性；而清楚程度、效率、可靠性三項尺度可共同反映出產品的務實程度，故三個尺度間的區隔較低。整體而言，本研究各尺度 AVE 之平方根大於將近三分之二的相關係數，且相關係數高達八成大於 0.6，可得知儘管 UEQ 的衡量尺度間有部分重複性，本研究在使用該量表瞭解受測者對介面圖像設計的應用上，各變項間仍具

有區隔效度 (Farrell, 2010)，且在衡量使用者經驗時，各尺度間的關聯性呈現高相關。以下將針對 UEQ 的六大尺度結果進行比較與說明，並於章節 4-4 的綜合討論中探討，實驗組與控制組間六大尺度的使用經驗等級，同時透過迴歸分析瞭解使用經驗中各衡量尺度之相關性，以及使用經驗與系統使用性的關聯性。

表 9. 各尺度之相關係數與區隔效度

衡量尺度	CR	AVE	吸引力	清楚程度	效率	可靠性	刺激性	新穎性
吸引力	0.924	0.676	(0.822)					
清楚程度	0.879	0.646	0.676	(0.804)				
效率	0.834	0.566	0.930	0.880	(0.752)			
可靠性	0.775	0.467	0.988	0.774	1.041	(0.683)		
刺激性	0.920	0.759	0.911	0.522	0.807	0.881	(0.862)	
新穎性	0.875	0.641	0.713	0.252	0.555	0.637	0.840	(0.801)

註：對角線括號內數值為 AVE 之平方根

(1) 吸引力

吸引力尺度衡量使用者對產品的整體印象及喜好度，測量結果中的平均數顯示，受測者對實驗組的整體印象較為正面，而獨立樣本 T 檢定結果顯示，在吸引力尺度上，實驗組與控制組在「不合意－合意的」上有顯著差異，獨立樣本 T 檢定結果顯示 $p < 0.05$ ，說明在相同的互動架構下，以圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示可以提升使用者對系統的合意程度 ($M=1.73$)；而在吸引力尺度其它的題項上，實驗組與控制組間的使用經驗並無顯著差異，見表 10 所示。

表 10. 吸引力尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
吸引力	令人不快的	令人愉快的	實驗組	33	1.49	1.48	1.612	0.112
			控制組	34	0.82	1.85		
吸引力	差的	好的	實驗組	33	2.09	0.91	1.389	0.170
			控制組	34	1.74	1.16		
吸引力	令人厭惡的	令人喜愛的	實驗組	33	1.73	1.10	0.929	0.356
			控制組	34	1.47	1.16		
吸引力	不合意的	合意的	實驗組	33	1.73	1.10	2.168	0.034*
			控制組	34	1.12	1.20		
吸引力	無吸引力的	吸引人的	實驗組	33	1.94	1.00	1.835	0.071
			控制組	34	1.44	1.21		
吸引力	令人反感的	引起好感的	實驗組	33	2.12	0.93	1.849	0.069
			控制組	34	1.68	1.04		

* $p < 0.05$

(2) 清楚程度

清楚程度之尺度結果說明產品是否符合使用者認知且容易上手與學習，測試結果顯示該尺度的 4 個題項間均有顯著差異，且實驗組的平均數皆大於控制組，說明受測者認為在介面中的圖示設計上，圖形描繪手法簡化之鳥類的圖像與圖示較自然攝影與文字圖示易懂 ($p=0.005 < 0.05$) 且容易學習 ($p=0.009 < 0.05$)，介面呈現上也較為簡單 ($p=0.008 < 0.05$) 且令人一目瞭然 ($p=0.000 < 0.05$)。清楚程度尺度中各題項的獨立樣本 T 檢定結果見表 11 所示。

表 11. 清楚程度尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
清楚程度	費解的	易懂的	實驗組	33	1.49	1.33	2.904	0.005**
			控制組	34	0.44	1.60		
清楚程度	難以學習的	容易學習的	實驗組	33	1.82	1.21	2.692	0.009**
			控制組	34	0.97	1.36		
清楚程度	複雜的	簡單的	實驗組	33	1.24	1.37	2.739	0.008**
			控制組	34	0.27	1.54		
清楚程度	令人眼花繚亂的	一目了然的	實驗組	33	2.24	1.03	3.965	0.000***
			控制組	34	1.12	1.27		

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

(3) 效率

效率尺度的結果表示使用者完成任務的輕鬆程度，包含速度、效能、實用性、與介面秩序等。獨立樣本 T 檢定結果顯示，實驗組與控制組在操作上的速度快慢感受($p=0.066 > 0.05$)、高低效能($p=0.090 > 0.05$)與實用性($p=0.122 > 0.05$)上並無顯著差異，說明在相同的資訊架構下，介面是否使用圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示與使用效率的關聯性不高。然而，實驗組跟控制組在「雜亂無章的—井然有序的」的使用者經驗上有顯著差異，($p=0.001 < 0.05$)，說明簡化的鳥類圖像與圖示能讓使用者感受介面設計是較井然有序的($M=2.27$)，見表 12 所示。

表 12. 效率尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
效率	慢的	快的	實驗組	33	1.21	1.56	1.869	0.066
			控制組	34	0.50	1.56		
效率	低效的	高效的	實驗組	33	1.61	0.90	1.724	0.090
			控制組	34	1.12	1.37		
效率	不實用的	實用的	實驗組	33	2.09	0.98	1.566	0.122
			控制組	34	1.71	1.03		
效率	雜亂無章的	井然有序的	實驗組	33	2.27	0.80	3.405	0.001**
			控制組	34	1.44	1.16		

** $p < 0.01$

(4) 可靠性

可靠性尺度的衡量重點，為使用者在與產品的互動過程中，是否感到安全，並可預測下一步。獨立樣本 T 檢定結果顯示在「無法預測的—可預見的」題項上是顯著的($p=0.005 < 0.05$)，顯示受測者認為介面中使用圖形描繪手法簡化之鳥類圖像與圖示，相較於自然攝影與文字，較可預見點擊按鈕後會出現的畫面，也認為該系統較具支持性($p=0.003 < 0.05$)；而在可靠及符合期望與否上，實驗組與控制組間並無顯著差異，見下頁表 13 所示。

表 13. 可靠性尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
可靠性	無法預測的	可預見的	實驗組	33	1.82	1.04	2.897	0.005**
			控制組	34	1.06	1.10		
可靠性	妨礙的	具支持性的	實驗組	33	1.91	1.01	3.119	0.003**
			控制組	34	1.15	0.99		
可靠性	靠不住的	可靠的	實驗組	33	1.70	1.21	1.310	0.195
			控制組	34	1.32	1.12		
可靠性	不合期望的	符合預期的	實驗組	33	1.64	1.11	1.160	0.250
			控制組	34	1.29	1.29		

** $p < 0.01$

(5) 刺激性

刺激性尺度衡量使用者操作產品時是否會對產品產生興趣或動機，進而持續使用。獨立樣本 T 檢定結果顯示，實驗組與控制組間在價值感上有顯著差異 ($p=0.045 < 0.05$)，說明採用圖形描繪手法簡化的類圖像與圖示，並應用於生態互動資訊介面設計，能提升產品在使用者心中的價值，見表 14 所示。

表 14. 刺激性尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
刺激性	低劣的	有價值的	實驗組	33	2.36	0.74	2.045	0.045*
			控制組	34	1.85	1.23		
刺激性	乏味的	帶勁的	實驗組	33	1.27	1.26	1.060	0.293
			控制組	34	0.94	1.30		
刺激性	無趣的	有趣的	實驗組	33	1.88	1.17	1.869	0.066
			控制組	34	1.29	1.38		
刺激性	令人昏昏欲睡的	令人興奮的	實驗組	33	1.46	1.23	1.637	0.106
			控制組	34	0.97	1.19		

* $p < 0.05$

(6) 新穎性

新穎性尺度探討產品是否創新、具有創意，並提升使用者的使用意願。而根據本研究之結果，儘管各題項的平均數結果顯示，實驗組在新穎性程度上均高於控制組，然而獨立樣本 T 檢定結果說明兩組在新穎性上並無顯著差異。此結果說明在相同的互動資訊架構下，圖形描繪手法簡化之鳥類圖像與圖示之應用並不會影響使用者對系統新穎程度之感受，見表 15 所示。

表 15. 新穎性尺度中各題項之 T 檢定結果

衡量尺度	反面題項	正面題項	組別	個數	平均數	標準差	T	p
新穎性	平淡無奇的	富有創造力的	實驗組	33	1.46	1.62	1.620	0.110
			控制組	34	0.82	1.57		
新穎性	俗套的	獨創的	實驗組	33	1.82	1.07	1.476	0.145
			控制組	34	1.38	1.33		
新穎性	傳統的	新穎的	實驗組	33	1.67	1.34	1.742	0.086
			控制組	34	1.09	1.38		
新穎性	保守的	創新的	實驗組	33	1.79	1.19	1.510	0.136
			控制組	34	1.32	1.32		

4-5 綜合討論

透過檢視 UEQ 六大衡量尺度的使用經驗等級與獨立樣本 T 檢定結果，可見實驗組的整體平均分數落在 1.6-1.9 之間，並在可靠性 ($M=1.77$)、刺激性 ($M=1.74$)、新穎性 ($M=1.68$) 的使用經驗等級為「非常好」；吸引力 ($M=1.85$) 與效率 ($M=1.80$) 的使用經驗等級為「好」，清楚程度 ($M=1.70$) 的使用經驗則「高於平均值」。而控制組的整體平均分數較低，落在 0.6-1.4 之間，新穎性 ($M=1.15$) 的使用經驗等級為「好」，吸引力 ($M=1.38$)、效率 ($M=1.19$)、可靠性 ($M=1.21$)、刺激性 ($M=1.27$) 的等級「高於平均值」，清楚程度 ($M=0.70$) 則為「不好」。獨立樣本 T 檢定結果顯示實驗組與控制組在清楚程度 ($p=0.001<0.05$)、效率 ($p=0.010<0.05$) 與可靠性 ($p=0.009<0.05$) 上均有顯著差異，說明以圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示在介面操作上符合使用者認知，且比使用自然攝影與文字圖示的介面更容易上手，也有利於讓使用者更輕鬆地完成任務，且扁平化與簡化圖示的應用，能讓使用者感到安心，可預測操作後的下一步，見表 16 所示。

表 16. UEQ 六大衡量尺度之等級與 T 檢定結果

衡量尺度	組別	個數	平均值	標準差	等級	T	p
吸引力	實驗組	33	1.848	0.858	好	1.974	0.053
	控制組	34	1.378	1.075	高於平均值		
清楚程度	實驗組	33	1.697	0.960	高於平均值	3.656	0.001**
	控制組	34	0.699	1.252	不好		
效率	實驗組	33	1.796	0.804	好	2.636	0.010*
	控制組	34	1.191	1.052	高於平均值		
可靠性	實驗組	33	1.765	0.760	非常好	2.701	0.009**
	控制組	34	1.206	0.924	高於平均值		
刺激性	實驗組	33	1.742	0.993	非常好	1.827	0.072
	控制組	34	1.265	1.140	高於平均值		
新穎性	實驗組	33	1.682	1.103	非常好	1.907	0.061
	控制組	34	1.154	1.160	好		

* $p<0.05$ ，** $p<0.01$

介面設計會影響單一介面資訊的承載。綜合 SUS 與 UEQ 的測試結果，得知在相同的互動架構下，介面中應用圖形描繪手法簡化的鳥類圖像與圖示，其系統使用性與使用經驗均優於採用自然攝影與文字圖示的介面，且兩者間有顯著差異。而使用圖形描繪手法簡化的鳥類圖像，也能有效提升資訊的清楚程度，進而加速使用者的操作效率、提升對系統的信賴程度。此外，在實驗組與控制組間無顯著差異的三個項目，即吸引力、刺激性與新穎性上，實驗組的使用經驗等級仍高於控制組，分別落在「好」、「非常好」、「非常好」，說明將生態資訊以清楚圖示、觸碰按鈕的方式呈現，對使用者而言是富有價值且容易學習的，也更能有效提升其對生態資訊的興趣。以本研究將介面設計的變數設定為鳥類圖像與圖示設計的角度切入，自然攝影雖然真實還原度較高，但圖像中所包含的視覺資訊也相對複雜，在尺寸較小的智慧手機介面上，攝影圖像所乘載的資訊量遠超過使用者在辨識鳥類時所需要的資訊。儘管在鳥類圖像的匹配度測試中，受測者主觀認定本研究所設計之圖像與真實鳥類的相似度僅將近 8 成 (79.18%)，整體匹配度卻達 91.09%，此結果說明若充分掌握鳥類設計的關鍵特徵，則簡化設計後的鳥類圖像仍能保有高辨識度，且相似度與匹配度間並無絕對之關聯性。

透過研究結果，本研究得知實驗組在系統使用性與使用經驗各尺度的表現上均優於控制組，並推論使用者在操作 app 時，系統使用性的高低以及產品的務實性、享樂性，均會影響整體的使用經驗。因此，

本研究假設：（1）系統的使用性越高，使用者對產品的整體評價越高；（2）產品的務實性越高，使用者對產品的整體評價越高；（3）產品的享樂性越高，使用者對產品的整體評價越高。另外，本研究也使用迴歸分析，檢驗受測者對台灣特有鳥類 app 的整體評價與（1）系統使用性、（2）務實性、（3）享樂性的關聯性。圖 9 為本研究參考 UEQ 的架構，繪製出以整體評價（UEQ 中的吸引力尺度）為中心之模型，並根據該模型進行驗證與討論。

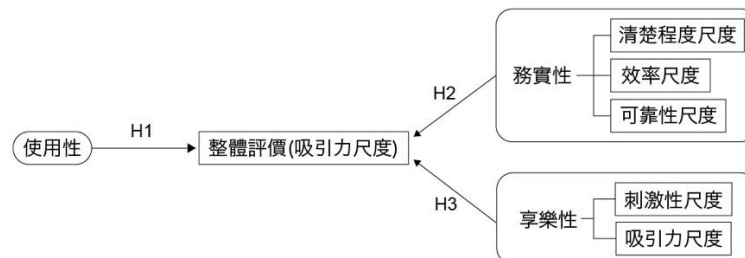


圖 9. 以使用整體評價為中心之假設模型。

（1）系統使用性與 app 整體評價的關聯性

本階段的系統使用性採用 SUS 總分，整體評價採用 UEQ 中的吸引力尺度結果，透過線性迴歸了解系統使用性與 app 整體評價的相關性。分析結果顯示 $R^2=0.269$ ，變異數分析中 $F=23.900$ ($p=0.000<0.05$)，說明系統使用性對產品的整體評價有 26.9% 的變異量，且有顯著影響。係數分析中， $\beta=0.518$ 為正值 ($p=0.000<0.05$)，代表系統使用性分數越高，產品的整體評價越高，符合假設模型（見表 17）。迴歸預測方程式為：

$$y = -0.51 + (0.03) x$$

其中，x 代表「SUS 分數」，y 代表「UEQ 吸引力尺度分數」，x 的數值介於 0-100 之間，y 的數值介於-3 到 3 之間。

表 17. 系統使用性與 app 整體評價的迴歸分析摘要表

模式	自變數	R^2	F	p	β	T	p
系統使用性	SUS分數	0.269	23.900	0.000	0.518	4.889	0.000***

依變數：吸引力尺度，*** $p<0.001$

（2）務實性與 app 整體評價的關聯性

本階段分別以 UEQ 中的清楚程度、效率、可靠性三項尺度的測量結果作為自變數，而吸引力尺度結果作為依變數，以執行線性迴歸分析，探討 app 的務實性與整體評價之相關性，迴歸結果如表 18 所示。首先，在清楚程度尺度與整體評價的相關性上 $R^2=0.392$ ，變異數分析中 $F=41.957$ ($p=0.000<0.05$)，說明介面的清楚程度對產品的整體評價有 39.2% 的變異量，且有顯著影響。而在係數分析中 $\beta=0.626$ 為正數 ($p=0.000<0.05$)，代表若介面越符合使用者認知，則產品的整體評價也越高。在效率尺度與整體評價的相關性上 $R^2=0.589$ ，變異數分析中 $F=93.274$ ($p=0.000<0.05$)，說明介面的效率對產品的整體評價有 58.9% 的變異量，且有顯著影響。係數分析中 $\beta=0.768$ 為正數 ($p=0.000<0.05$)，代表若使用者完成任務時越感到輕鬆、操作效率越高，則產品的整體評價會越高。在可靠性尺度與整體評價的相關性上 $R^2=0.644$ ，變異數分析中 $F=114.470$ ($p=0.000<0.05$)，說明介面的可靠性對產品的整體評價有 64.4% 的變異量，且有顯著影響。係數分析中 $\beta=0.802$ 為正數 ($p=0.000<0.05$)，代表若使用者在與產品的互動過程中，會越感到安全，且可預測下一步時，產品的整體評價越高。綜合以上結果，得知產品的務實程度越高，使用

者對產品的整體評價越高，符合本研究提出之假設。其中，以產品的可靠性對整體評價的變異量解釋力最高（64.4%），其次為效率（58.9%），清楚程度的解釋力較低（39.2%）。以下為本研究得出 app 務實性各尺度與整體評價迴歸預測方程式，x 與 y 的數值均介於-3 到 3 之間：

$$y = 1 + (0.51)x, x = \text{介面清楚程度}, y = \text{整體評價}。$$

$$y = 0.45 + (0.78)x, x = \text{操作效率}, y = \text{整體評價}。$$

$$y = 0.28 + (0.9)x, x = \text{系統可靠性}, y = \text{整體評價}。$$

表 18. 務實性與 app 整體評價的迴歸分析摘要

模式	自變數	R^2	F	p	β	T	p
務實性	清楚程度	0.392	41.957	0.000	0.626	6.477	0.000***
務實性	效率	0.589	93.274	0.000	0.768	9.658	0.000***
務實性	可靠性	0.644	117.470	0.000	0.802	10.838	0.000***

依變數：吸引力尺度，*** $p < 0.001$

(3) 享樂性與 app 整體評價的關聯性

本階段使用 UEQ 中的刺激性與新穎性尺度的測量結果作為自變數，吸引力尺度結果作為依變數，執行線性迴歸分析，探討 app 的享樂性與整體評價之相關性。在刺激性尺度與整體評價的相關性上 $R^2=0.654$ ，變異數分析結果顯示 $F=122.591$ ($p=0.000 < 0.05$)，說明介面的刺激性對產品的整體評價有 65.4% 的變異量，且有顯著影響。係數分析中 $\beta=0.808$ 為正數 ($p=0.000 < 0.05$)，代表使用者在與產品的互動過程中，若對產品的興趣或使用動機越高，則產品的整體評價也越高。在新穎性尺度與整體評價的相關性上 $R^2=0.374$ ，變異數分析中 $F=38.813$ ($p=0.000 < 0.05$)，說明介面的新穎性對產品的整體評價有 37.4% 的變異量，且有顯著影響。係數分析中 $\beta=0.611$ 為正數 ($p=0.000 < 0.05$)，代表若使用者在與產品的互動過程中，認為產品越創新、越有創意，則對產品的整體評價也會越高，見表 19 所示。根據上述結果可得知，當產品的享樂性越高，則使用者對產品的整體評價越高，符合本研究提出之假設，且操作刺激性對整體評價的解釋力（65.4%）較新穎性（37.4%）高。以下為 app 享樂性各尺度與整體評價的迴歸預測方程式，x 與 y 的數值均介於-3 到 3 之間：

$$y = 0.5 + (0.74)x, x = \text{操作刺激性}, y = \text{整體評價}。$$

$$y = 0.86 + (0.53)x, x = \text{產品新穎性}, y = \text{整體評價}。$$

表 19. 享樂性與 app 整體評價的迴歸分析摘要表

模式	自變數	R^2	F	p	β	T	p
享樂性	刺激性	0.654	122.591	0.000	0.808	11.072	0.000***
享樂性	吸引力	0.374	38.813	0.000	0.611	6.230	0.000***

依變數：吸引力尺度，*** $p < 0.001$

經過迴歸分析後，本研究得知系統使用性、產品務實性與享樂性，均會影響使用者對產品的整體評價，且彼此間為正相關，符合研究假設，其中又以產品的可靠性（ $R^2=0.644$ ）與刺激性（ $R^2=0.654$ ）對整體評價的解釋力最高。由此可知，使用者與產品的互動過程中，若越感到安全與有興趣，則產品的使用評價也越高。圖 10 為本研究驗證後之理論模型。

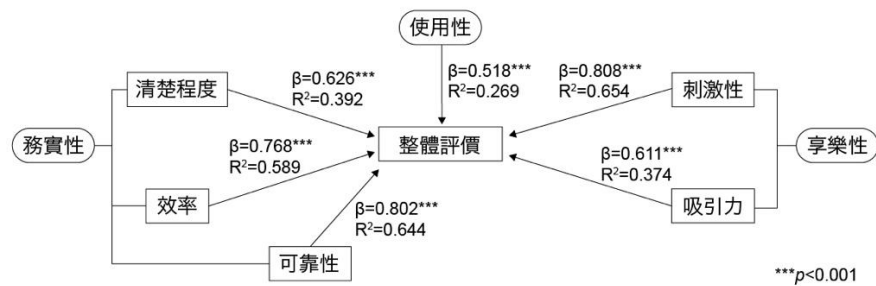


圖 10. 以使用整體評價為中心之理論模型

五、結論與建議

鳥類保育等相關議題為政府在宣導保育教育與成果的發展重點之一，透過有效傳遞台灣特有鳥類的相關資訊，可以體會自然環境的變遷與當地人的生活、健康與安全之間的關係，進而理解環境保護的重要性。本研究透過鳥類圖像設計、互動架構與介面設計、啟發式評估與使用性測試等流程，設計台灣特有鳥類的生態互動資訊 app，內容包含鳥類資訊、個人檔案、社群，以及搜尋四大操作功能。使用性測試結果顯示，在相同的互動架構下，介面中應用圖形描繪手法簡化設計之鳥類圖像與圖示，其 SUS 總分平均為 74.77，該結果介於「好」與「非常好」之間，且與使用自然攝影與文字圖示之介面有顯著差異。而 UEQ 結果使用驗證性因素分析檢視組合信度，檢驗結果顯示本研究收斂效度表現良好，且 app 在可靠性、刺激性、新穎性的使用經驗等級為「非常好」；而吸引力與效率的等級為「好」，且清楚程度的使用經驗則「高於平均值」。根據研究結果，本研究得出以下結論與生態資訊視覺化應用於互動設計之原則：

- (1) 在生態互動資訊介面中，使用圖形描繪手法簡化的圖像與圖示，有助於提升系統使用性，以及使用者經驗中之系統的清楚程度、效率與可靠性。
- (2) 使用者對產品的整體評價與系統使用性、務實性與享樂性成正比。其中，以產品可靠性與刺激性對整體評價的解釋力最高。
- (3) 圖示需準確指涉內容或動作提示，避免操作錯誤，並可誇大圖像細節，以利使用者快速理解。
- (4) 介面應即時提供各類提示，如關鍵字、下拉式選單等，以減低操作錯誤率。
- (5) 介面設計上，應優先考慮圖示與文字在螢幕顯示上的可讀性、易辨性與可視性，並規劃捲動式頁面設計，增加點選效率。
- (6) App 應規劃導引介面，協助初次使用者認識主要功能與內容。

本研究主要探討介面設計視覺圖像化與系統使用性、使用者經驗的關聯性，並未對色彩、圖標、空間佈局等項目進行比較分析。然而，上述元素間的差異，均會對產品使用性與使用者認知造成影響，實為本研究後續待深入討論的議題。此外，本研究於實驗設計中，為使實驗組與控制組在相同互動架構下，所包含的資訊量相同且相等，故控制組介面中的鳥類資訊的標示與按鍵以文字呈現，是否可能造成視覺抽象程度的混淆，亦為後續需探討的項目。本研究將依據研究結果與專家建議，持續更新台灣特有鳥類的互動設計原型，進而探討不同元素組合的介面設計，如導引介面、鳥類資訊的表現形式，與系統使用性及使用經驗之關聯性。期待研究結果能提供設計與教育領域在制定生態相關資訊架構時之參考依據，並有效提升民眾對生態環境之認知，不僅能推動知識與資訊傳遞，更能啟發使用者對台灣生態環境之尊重，建立環境保護的意識，衍生對土地的認同與關懷。

誌謝

本研究蒙科技部補助，專題研究計畫編號 MOST 107-2410-H-030-060-MY2，特此誌謝。同時感謝審查委員提供的專業建議，使本研究更臻完善。

參考文獻

1. Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
2. Boehm, B., Lane, J. A., Koolmanojwong, S., & Turner, R. (2014). *The incremental commitment spiral model: Principles and practices for successful systems and software*. Crawfordsville, IN: Pearson.
3. Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189, 4-7.
4. Dur, B. İ. U. (2014). Interactive infographics on the internet. *Online Journal of Art and Design*, 2(4), 1-14.
5. Farrell, A. M. (2010). Insufficient discriminant validity: A comment on Bove, Pervan, Beatty, and Shiu (2009). *Journal of Business Research*, 63(3), 324-327.
6. Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
7. Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (1995). Marketing in hypermedia computer mediated environments: Conceptual foundations. *Journal of Marketing*, 60(6), 50-68.
8. Horton, W. K. (1994). *The icon book: Visual symbols for computer systems and documentation*. New York, NY: John Wiley & Sons.
9. Lankow, J., Ritchie, J., & Crooks, R. (2013). *Infographics: The power of visual storytelling*. Hoboken, NJ: Wiley.
10. Mayer, R. E. (2001). The promise of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Multimedia learning* (pp. 1-20). New York, NY: Cambridge University Press.
11. Mayer, R. E., Lee, H., & Peebles, A. (2014). Multimedia learning in a second language: A cognitive load perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 653-660.
12. Meyer, R. P., Laveson, J. I., & Plus, D. (1981, October). An experience-judgement approach to tactical flight training. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 25(1), 657-660.
13. Nielsen, J. (1993) *Usability engineering*. Cambridge, MA: Academic Press.
14. Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods*. New York, NY: John Wiley & Sons.
15. Nielsen, J. (2020a). 10 usability heuristics for user interface design. Retrieved from <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
16. Nielsen, J. (2020b). Why you only need to test with 5 users. Retrieved from <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
17. Park, Y. S., & Han, S. H. (2010). Touch key design for one-handed thumb interaction with a mobile phone: Effects of touch key size and touch key location. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(1), 68-76.

18. Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2009). *互動設計：跨越人－電腦互動* (Interaction design-beyond human-computer interaction) (陳建雄譯) (第2版)。新北：全華。(原著出版年：2007)
Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2009). *Interaction design-beyond human-computer interaction* (C.-H. Chen, Trans.) (2 Ed.). New Taipei: Chuan Hwa. (originally published in 2007) [in Chinese, semantic translation]
19. Pimenta, S., & Poovaiyah, R. (2010). On defining visual narratives. *Design Thoughts*, 3, 25-46.
20. Tidwell, J. (2012). *操作介面設計模式* (Designing interfaces) (莊惠淳譯；2版)。台北：基峯資訊。(原著出版年：2010)
Tidwell, J. (2012). *Designing interfaces* (H.-C. Chuang, Trans.)(2 Ed.). Taipei: Gotop. (originally published in 2010) [in Chinese, semantic translation]
21. Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004). A comparison of questionnaires for assessing website usability. In *Proceedings of UPA 2004* (pp. 7-11). Minneapolis, MN.
22. Retting, M. (1994). Prototyping for tiny fingers. *Communication of the ACM*, 37(4), 21-27.
23. Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017). Construction of a benchmark for the user experience questionnaire (UEQ). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4(4), 40-44.
24. Yu, C. Y., & Ko, C. H. (2021). Visualization of birds' ecological information in different design forms. *International Journal of Digital Media Design*, 13(2), 13-26.
25. Zwaga, H., & Easterby, R. (1984). Developing effective symbols for public information. In R. Easterby & H. Zwaga (Eds.), *Information design: The design and evaluation of signs and printed material* (pp. 277-297). New York, NY: Wiley.
26. 白炳豐、李鳳娟、張瓊云、吳燕秋、廖婉婷 (2008)。粗略集合論於鳥種判識法則之應用。 *戶外遊憩研究*, 21 (4), 93-108。
Pai, P. F., Lee, F. C., Zhang, Q. Y., Wu, Y. Q., & Liao, W. T. (2008). Application of a rough set theory on a bird-watching system. *Journal of Outdoor Recreation Study*, 21(4), 93-108. [in Chinese, semantic translation]
27. 余佳穎 (2017)。資訊視覺化應用於台灣特有鳥類圖像設計。 *2017 橘色善念國際研討會論文集* (頁 34-47)。輔仁大學應用美術系，新北市。
Yu, C. Y. (2017). Applying information visualization to the design of Taiwan's endemic birds. In *Proceedings of 2017 Orange Beneficence International Conference* (pp. 34-47). New Taipei City: Department of Applied Arts, Fu Jen Catholic University. [in Chinese, semantic translation]
28. 林廷宜、賴采秀 (2015)。行動裝置介面圖示識認回饋與造形表現研究。 *設計學報*, 20 (3), 45-64。
Lin, T. Y., & Lai, C. S. (2015). The recognition of form and visual representation of application icons on smart mobile devices. *Journal of Design*, 20(3), 45-64. [in Chinese, semantic translation]
29. 林榮泰 (1993)。評估圖像符號方法的研究。 *明志工專學報*, 25, 239-256。
Lin, R. T. (1993). Theoretical review of the methodology for evaluating pictorial symbols. *Mingchi Institute of Technology Journal*, 25, 239-256. [in Chinese, semantic translation]
30. 林文宏、鄭司維 (2006)。 *猛禽觀察圖鑑*。台北：遠流。
Lin, W. H., & Cheng, S. W. (2006). *A field guide to the raptors of Taiwan*. Taipei: Yuan-Liou. [in Chinese,

- semantic translation]
31. 邱皓政 (2010)。《*量化研究與統計分析*》。台北：五南。
Chiu, H. C. (2010). *Quantitative research and statistical analysis*. Taipei: Wunan. [in Chinese, semantic translation]
32. 陳文賢 (1997)。《*模式譜、循環螺旋與實證研究*》。《*臺大管理論叢*》，8 (1)，1-24。
Chen, W. X. (1997). A study of model spectrum, cyclic spiral and empirical study. *NTU Management Review*, 8(1), 1-24. [in Chinese, semantic translation]
33. 陳娜文 (2011)。《*圖像設計應用於螢幕介面訊息傳達之研究—以網頁圖像及行動電話圖像為例*》(未出版碩士論文)。台南：台南應用科技大學。
Chen, N. W. (2011). *A study on the application of icon design for screen interface message- using web icons and mobile phone icons as examples* (unpublished master's thesis). Tainan: Tainan University of Technology. [in Chinese, semantic translation]
34. 特有生物研究保育中心 (2017)。《*特有動物名錄*》。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。取自 <https://tesri.tesri.gov.tw/view.php?catid=74>
Endemic Species Research Institute. (2017). *List of endemic species*. Retrieved from <https://tesri.tesri.gov.tw/view.php?catid=74>. [in Chinese, semantic translation]
35. 侯東旭、葉玉玲 (2009)。《*台灣高速鐵路圖像符號辨識率之研究—以台中高鐵站為例*》。《*人因工程學刊*》，11 (1)，69-81。
Hou, T. H., & Yeh, Y. L. (2009). A study of graphical symbols recognition rate for Taiwan high speed railway by using Taichung station as an example. *Journal of Ergonomic Study*, 11(1), 69-81. [in Chinese, semantic translation]
36. 廖本興 (2012)。《*台灣野鳥圖鑑：陸鳥篇*》。台北：晨星。
Liao, B. X. (2012). *Wild birds of Taiwan: Landbirds*. Taipei: Morningstar. [in Chinese, semantic translation]
37. 劉伯樂 (2015)。《*野鳥的祕密*》。台北：信誼。
Liu, B. L. (2015). *The secrets of wild birds*. Taipei: Hsinyi. [in Chinese, semantic translation]
38. 蕭木吉 (2015)。《*臺灣野鳥手繪圖鑑*》。台北：行政院農業委員會林務局。
Xiao, M. J. (2015). *A field guide to the birds of Taiwan*. Taipei: Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan. [in Chinese, semantic translation]

Ecological Information Interface Graphic Design and Usability: A Case Study on Endemic Bird Species in Taiwan

Chia-Yin Yu* Chih-Hsiang Ko**

* Department of Applied Arts, Fu Jen Catholic University
140467@mail.fju.edu.tw

** Department of Design, National Taiwan University of Science and Technology
linko@mail.ntust.edu.tw

Abstract

This study investigated the design and usability of an app for Taiwan's endemic bird species. The test adopted an unmoderated remote usability testing, and the participants were Taiwanese adults holding a smartphone and accustomed to using social networks. The valid samples of the usability test were including 33 participants in the experimental group, 34 participants in the control group. The test results were verified using confirmatory factor analysis, independent sample T-test, and regression analysis to provide references for developing ecological information frameworks in the design and education fields. According to the results, the app system designed had a usability score of 74.773; was rated "excellent" in dependency, stimulation, and novelty under user experience; was rated "good" in attractiveness and efficiency, and was rated "above average" in perspicuity. A significant difference in usability and user experience was observed between the interface based on nature photography and text icons and the interface based on bird images. Accordingly, when the same ecological information interactive framework is applied, the use of graphic rendering to create simplified interface based on bird images and icons helps improve the usability of the system, as well as the perspicuity, efficiency, and dependability of the system in terms of user experience. The regression analysis results showed that the users' overall app evaluation was positively correlated with the system's usability, pragmatic quality, and hedonic quality. Furthermore, the dependability in pragmatic quality and the novelty in hedonic quality reached the highest coefficient of determination.

Keywords: Ecological Information, User Experience, Heuristic Evaluation, System Usability, Interface Design.