

尋書導引 iLib Guider APP 之建置經驗： 國立公共資訊圖書館智慧圖書館服務

Establishment of Book-finding Navigator (iLib Guider APP) A Smart Library Service of National Library of Public Information

蔡素娥 **Suh-Er Tsai**

國立公共資訊圖書館系統資訊科科長（退休）

Chief, System Information Section, National Library of Public Information

E-mail: suher.tsai@gmail.com

傅俊淇 **Chun-Chi Fu**

國立公共資訊圖書館系統資訊科分析師

System Analyst, System Information Section, National Library of Public Information

E-mail: a11111@nlpi.edu.tw

【摘要 Abstract】

國立公共資訊圖書館服務全國民眾，是國內首座兼具實體與數位服務的國立級公共圖書館，提供給民眾閱讀、探索、休閒與學習等服務功能。為了建置室內定位導航基礎建設環境，促進並開發公共圖書館之創新服務，將微定位技術引入圖書館，整合多元資訊服務，並輔以地理資訊，開發符合現有行動載具使用之「圖書館全方位行動服務 APP」平臺，以串接圖書館線上服務及結合行動載具之應用，提供民眾尋書智慧導覽及主動通知服務；經由智慧感知服務的建置，提供行動定位及藏書區域路線導引功能，並配合館區周圍裝設微定位感應裝置，供系統偵測民眾所在位置導引藏書區域路線、定點指標及行動導覽服務。總計完成部署逾 300 個微定位感應裝置（Beacon）於總館及中興與黎明二個分館，室外定位採用 GPS 定位系統、室內定位採混合訊號模式（Beacon、Wi-Fi、地磁訊號、手機陀螺儀）整合之定位技術，並開發整合總館及二所分館之室內自助尋書導引系統 iLib Guider APP，包含館藏導引、借閱查詢、活動推播、主題導覽、智慧導引等功能，提供給讀者不同的尋

書體驗，更方便利用圖書館資源。此一創新服務，榮獲 107 年資訊月百大創新產品獎數位政府類獎項，打破傳統圖書館多年找書模式，將更進一步引領更多圖書館在資訊服務的創新及應用發展。

National Library of Public Information is a library with the substance of REAL (Reading, Exploring, recreAtion, and Learning), the digital resource cloud center for national public libraries, and a digital public library that combines physical and virtual services. In order to build an indoor positioning navigator environment, and promote innovative services, we provide beacon technology assisted by geographic information, which is Applied to the library information services. An all-around smart service APP has been built and connected to the library online service as well as the mobile services. It provides book navigation and alert services by using beacon sensors, which can detect the users' position and provide guidance to the location of the bookshelves. The beacon deploys among the Main Library and its two branches, GPS, and Mixed signal modules (which integrate with position technology, including beacon, Wi-Fi, geomagnetic signal, and cell phone gyroscope.). Finally, the iLib Guider APP – a book navigator has been developed. It combines the services of “Mobile Library Card”, “Library Online Catalog Inquiry”, and “Library Collection Navigation” to allow user to use library unimpededly. This brings a whole new experience for searching and navigating the books, as well as the facilities and services in the Library, without help from any librarians, so now they are able to do it on their own. This smart library service won the “2018 I.T. Innovation Elite” product award from Taiwan Information Month, which is one of the biggest technology exhibition awards in Taiwan. It breaks through traditional ways of looking for books in the library, and will lead to more innovative library services in the future.

【關鍵詞 Keywords】

室內定位、室內導航服務、智慧尋書系統、微定位裝置、尋書導引、圖書館行動服務

Indoor Positioning, Indoor Navigation Services (INS), Smart Book-finding System, Beacon, Book-finding Navigator, Library Mobile Service, iLib Guider

一、前言

圖書館查書（查詢）與找書（尋路）為讀者最典型的需求。圖書館服務的模式通常透過分類編目等詮釋（Metadata）資料有系統將書籍資料建檔，讀者找書時查詢線上公用目錄（Online Public Access Catalogue, OPAC），再依據索書號（call number）找到書架的位置。國立公共資訊圖書館（以下簡稱國資圖）總館 7 個樓層、面積 1 萬 2,000 坪大型場域的公共空間，年約 231 萬入館人次量，對不熟悉國資圖的讀者而言，為找尋逾 127 萬實體館藏，其尋路行為是值得圖書館重視及關心的議題，包含找場所（演講廳、樂齡中心、館內設施位置）、找人幫忙（如何借書、借的書到期了嗎）、找館藏及其位置（查詢書籍、找視聽資料、書放在總館或分館、閉架特藏書、哪個樓層、哪個區域、哪個書架、哪個書框等）等。馬來西亞曾有一篇研究，說明圖書館有百分之五十的讀者，對於找尋圖書有困難，且有百分之八十調查回應者，同意透過地圖指引和地圖視覺化可改善圖書館搜尋資料方式（Chang, Chang, & Fong, 2014）。圖書館運用智慧型手機、平板電腦等行動載具服務普及，推估 2011 年的行動數據流量將是 2000 年網際網路使用的八倍（Liu & Briggs, 2015）；基於讀者在廣大的場域中處於無空間意識狀態，為改善易迷路的空間，圖書館除了提供讀者圖書查詢系統找到索書號和館藏狀態，也提供被動式與固定式的樓層規劃與標示等友善性方式，惟尚有不足之處。本文主要分享國資圖 iLib Guider App 尋書導引系統建置實務經驗，期透過科技塑造智慧圖書館，結合行動載具與視覺化的介面作為導航，協助讀者有效地找到館藏狀況與架位，解決使用者的尋路（wayfinding）問題。

二、文獻探討

隨著網路與行動化載具應用普及，傳統圖書館找書方式已無法滿足讀者，國內外各界開始以智慧化標識空間及使用者位置方式，運用於圖書館場域與服務的研究與探討。芬蘭 Oulu 大學利用 PDA 的 UI 界面與 WLAN 訊號，採軟體解決方案，以視覺化地圖指引找書和館藏，這項小型圖書館的服務研究樣板，所作的使用者評估，肯定其智慧圖書館找書的方式較傳統依循分類號找書架方式更容易找書的結論，也提供增加指示性資訊、解決跨樓層問題、支援行動化手機的相關發展與探討

(Aittola, Ryhanen, & Ojala, 2003)；奧地利 Vienna 大學運用擴增實境 (Augmented Reality, AR) 的視覺化方式，建立室內空間導航系統，採視覺化追蹤系統、即時更新標記方式，計算並顯示最短距離與方向找到設定的目標圖書，另外建立圖書館搜尋應用系統 ARLib，運用觸控式面板檢索圖書後，抬頭顯示器顯示書的位置幫助讀者找到書架，但是這項實驗性導航 (建置 20 個書架、13 類別、650 本書、62 個標識的室內圖書館資料庫)，追蹤誤差差異很大，須大量布建更多的標識改善品質 (Reitmayr & Schmalstieg, 2003)；日本 Watanabe (2010) 提出 LiNS 的圖書館導航系統，利用 WebPAC 查詢系統找到所需資料，運用感應器 (sensor) 及標籤，於智慧型手機上顯示地圖作為導航，只是這項原型研究尚未實際運用。Pence (2011) 文章指出二維條碼和 AR 標籤結合智慧型手機已運用於博物館與大學圖書館中，AR 為圖書館創造許多新服務的機會；中正大學學生與校友結合室內定位技術及 3D 實境導航設計「手機尋書導航服務 App」，利用 Wi-Fi 定位技術重新設計存取點，其精準度可達 30 至 50 公分，這項低成本易安裝的概念性應用為部分範圍雛型 (國立中正大學, 2012)；另有以自我調整學習理論為基礎的研究，開發並設計一套運用於圖書館的自我調整學習系統—NO Donkey E-learning (NODE)，透過手機的擴增實境 (AR) 和室內定位功能，從手機的鏡頭觀看圖書館場景，並提供書籍位置導航與教育資訊，建立雲端資訊分享，整合閱讀路徑資訊、實際空間及動態資訊、圖書簡介和讀者評論等，幫助使用者強化在大圖書館空間中自我調節學習，有效地找到相關的圖書，只是這項研究未實際應用在大型圖書館場域，無法取得使用者滿意度相關統計分析，且聚焦於系統設計開發，未納入使用者隱私與資料安全等議題考量 (Huang, Shu, Yeh, & Zeng, 2014)。

對於圖書館尋書導航的技術 (尋書／尋路媒介技術)，由於 Global Positioning System (GPS) 無法用於室內，所以室內定位利用其他定位技術，例如 Wi-Fi、Zigbee、RFID、Bluetooth。Antevski、Redondi 與 Pitic (2016) 曾提出用低功率藍牙 (Bluetooth Low Energy, BLE) 和 Wi-Fi 無線技術混合的定位系統，並應用於智慧圖書館的學習團體。Watanabe 等 (2010) 利用智慧型手機、Wi-Fi 定位透過路徑找到書架。NFC 是一種短距離通訊技術，讓兩個電子裝置 (其中一個通常是行動裝置，例如智慧型手機) 在相距幾公分之內進行通訊 (近距離無線通訊, 2019)，有關 NFC 應用於圖書館也有相關研究，日本飯能市圖書館在館內設計 100 個 NFC 標籤，用手機靠近標籤，手機即會連上維基百科或相關網頁引介著者生平作品，並提

供查看該著者館藏冊數的貼心服務 (Layu, 2014)；NFC 結合行動化手機發展運用於圖書館場域中的尋書系統，張榮輝 (2008) 以 RFID 技術發展圖書館的地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 導引讀者尋書，不同於傳統依樓層平面位置圖及指示方式，讀者透過檢索到的索書號，在 PDA 上立即查到圖書放的位置，另 PDA 的可攜性結合地理資訊作為即時尋書定位系統，讀者找到自己位置及書的相對位置，並提供找書的路徑規劃，惟建置和維護費用昂貴；國資圖為強化預約取書服務品質及建立智慧圖書館便利服務之示範場域，106 年底於總館 1 樓預約自助取書區完成「智慧型 RFID 書架設備及預約取書服務整合系統」之建置。該區設有 7 座智慧書架，結合 UHF RFID 超高頻無線射頻識別技術，可同時偵測每座智慧書架 216 冊、共達 1,500 冊以上預約書籍晶片碼，配合觸控操作之預約取書服務平臺以及導引燈號提示，可縮短讀者尋找預約書書架位置的時間，快速完成取書和借書的步驟，惟原書架改裝須另有費用支援。吳可久 (2014) 提到 RFID 掃描器昂貴，頻寬及標籤儲存資訊容量有限，不符建置效益，同時預測未來讀者只要輸入要找書的條件後，拿著智慧型手機掃描圖書館內部環境，進行空間影像辨識後，結合擴增實境，圖書館實景空間即會浮現圖符 (icon) 與區位；Liao 與 Shieh (2015) 則為中小型或偏遠地區的圖書館發展以融合 NFC、QR Code、GIS、館藏索書號的低成本方式達到讀者快速找書的目的。

Beacon 是一種小巧而廉價的微定位感應裝置，Wikipedia (2019) 解釋 iBeacon 是蘋果公司提出的「一種可以讓附近手持電子設備檢測到的一種新的低功耗、低成本信號傳送器」的一套可用於室內定位系統協議。該技術可以使一個智慧型手機或其他裝置在一個 iBeacon 基站感應範圍內執行相應的命令。由於與傳統藍牙在功耗和效率方面明顯提高，且適合用於室內導航和定位使用，隨著該項技術的發展，Android 也可應用該項微定位感應裝置。Chang、Chang 與 Fong (2014) 研究指出圖書館員有能力建構地理資訊系統 (GIS)，無縫整合 OPAC 指引書架的書，並以批次簡化建構索書號與空間標的資料庫，作為未來努力的目標；洪世彬 (2016) 分析圖書館館藏配置方法與室內地理資訊系統，開發以索書號為基礎的尋書定位系統，且以圖形化方式顯示書在書架上的位置，這項實驗測試結果發現受試者對定位服務正面反應，且尋書定位系統明顯減少讀者尋書時間。Hashish 等 (2017) 研究，在不須預先部署基礎設施及沒有 GPS 的環境下連結 OPAC 系統，並憑藉智慧型手機的校準和地磁地圖的建立，為大學圖書館發展 NAVApp 定位導航系統找到

書架。此研究包含幾項重要元素 (1) 結合 Wi-Fi 和 Beacon 信號及地磁作定位，室內定位可達 2 米精度；(2) 於地圖資料上標示興趣點 (Point of Interest, POI) 及航點 (way points)；(3) 水平方向採 XY 軸範圍，高程以樓層地板起算；該項研究同時指出離線地圖及因應動態環境的問題仍待解決。荷蘭 TU Delft Library 於館內裝設 15 顆 Beacons 提供 APP 協助使用者互動導覽、指引方向空間等，於 2015 被提名資訊創新獎；德國 The BAVARIAN State Library (Bayerische Staatsbibliothek, BSB) 將 Beacons 及 BSB Navigator APP 用於室內指引探索；Handojo、Lim、Octavia 與 Anggita (2018) 運用智慧型手機、Wi-Fi、藍牙、RFID、Beacon 等建立室內定位系統，互動推播博物館展品訊息，同時這項領航研究可蒐集參觀者停留展品的時間。值此物聯網 (Internet of Things, IoT) 技術蓬勃應用之際，雖國內外各界也有各種原型開發試驗，卻多偏向學術研究，推測囿於預算、研究期限、場域結合等條件未能俱足。

綜上各項智慧化圖書館空間與行動科技導航的研究，可看出近十多年來圖書館與新科技的結合更形密切，並隨著 IoT 與 Beacon 的應用趨勢更加速全面性，如國立臺灣美術館、國立自然科學博物館等。國資圖亦於 105 年教育部辦理補助大學以社教機構為基地之數位人文計畫「虛實整合穿戴式手錶導航視覺化兒童圖書館」，建置兒童利用圖書館及開發尋書系統，提供穿戴式手錶結合空間場域以導航兒童尋書，為兒童設計穿戴式的圖書館輔助尋路系統，結合搜尋介面及圖符式與視覺化的知識地圖，提供兒童直覺又完整的圖書館體驗。其運用室內空間定位的研究方法，利用穿戴式手錶導航，結合書架側封板上裝設觸控螢幕標示書架區位，再利用 Beacon 標示館內各使用分區的位置及書架區位。這項智慧化圖書館空間中的資訊搜尋行為，同時引發結合其他行動裝置的可能性探討 (吳可久等，2017)。這項小範圍運用 Beacon 作為定位尋書的實務經驗，開啟了國資圖全面運用微定位技術於尋書導航的全新視野，考量穿戴式手錶介面受限及借用的不便，結合手機等行動載具乃成為國資圖致力發展的重要目標。

不同研究採用之定位方式，包含 (1) 採 NFC、RFID、條碼等位置標示方式，難以直接進行定位，當使用者位於標示處，大多必須在操作後 (感應 NFC、掃描 QRCode) 始能間接獲得該標示所在位置或行進方向、路線，造成使用者體驗不佳。(2) 採取影像辨識方式，必須進行室內空間之影像特徵點布設及匹配，將面臨真實環境影像過於複雜匹配不易，或是真實環境影像缺乏特徵點無法匹配 (如該畫面只

有大片白牆)，且室內擺設隨時間不斷變更，加大影像辨識之成本及難度。(3) 採 Wi-Fi、藍牙、手機 GSM 等信號定位，係由數學模式將所接收之信號換算成距離，再以後方交會進行定位，將遭遇接收信號不穩定、設備省電模式、周邊雜訊影響，實際信號基站之條件（如密度、信號品質），難以符合所需之定位精度等情形。理想的室內定位方式應具備符合應用場景的定位精度，可在室內場域內不限特定地點即時取得位置，且定位結果與真實世界之空間坐標接軌（如 WGS84、TWD97 坐標系）最易於應用，如同在室外接收 GPS 信號，即可獲得所在之經緯度般便利的操作方式；理想的室內定位導引除了具備理想的室內定位方式外，應如同 GPS 汽車導航圖資結合實景的使用體驗，可有效降低使用者學習成本以及圖資閱讀門檻。故國資圖於 106 年規劃以結合行動智慧及智慧感知導覽等創新服務之際，尚無全面性實際應用於大型圖書館的實例可依循參考。

三、iLib Guider APP 尋書導引的建置經驗

(一) 緣起

國資圖基於圖書館讀者尋路的核心需求，推動「圖書館找書能像 Google 導航，尋書過程將像玩遊戲一般有趣」之創新發展，於設計尋書導引 APP 時特期能滿足三個面向需求（圖 1）。第一，讀者需求面，圖書館類博物館的形態、為不同年齡層活動的第三生活空間，對於使用圖書館找書、借書、找設備及服務的需求分秒在發生，在提供館藏借閱與空間使用為主的基礎服務上，如何在大型空間、多變化的書架設計與讀者使用空間中找到所需館藏，實具有相當複雜度。第二，結合科技面，物聯網與行動化的發展趨勢促成了定位導引找路的可行性，Beacon 的應用蓬勃，且智慧型手機與平板電腦普及，已有近半數的大專校院圖書館（43.7%）提供行動服務，約為 101 年調查的二倍（柯皓仁，2016），各圖書館以手機發展的服務如 mOPAC（行動版 WebPAC）、圖書館行動網站、簡訊通知、QR Code、行動應用程式（APP）、手機借書等，其創新與各種延伸應用漸趨普遍，故規劃以 Beacon 提供圖書館內更精準的空間定位，幫助讀者透過手機定位，找到書架、書框的可行性，並應用同樣的技術到各服務空間的智慧導引。第三、管理面需求，因技術上和預算上考量不易取得客觀使用分析資料，故運用 Beacon 的定位導航及虛實整合巨量數據分析，將各項學習活動、停留時間、造訪次數等資料，透過大數據分析，將讀者的

喜好度，提供最好的參觀路線與學習行為分析，提供各項個人化推薦服務，作為未來圖書館發展個人化、分眾化、永續經營與推廣行銷等服務規劃方向的參考。

產品設計緣由

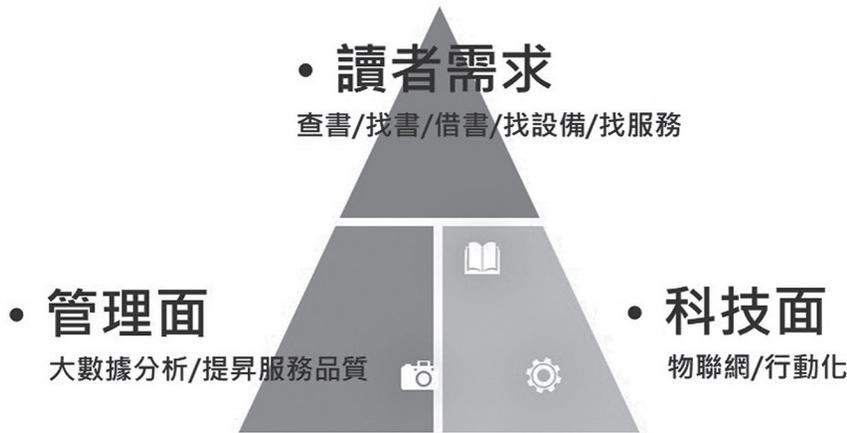


圖 1 產品設計緣由

(二) 建置目標

主要為建置室內定位導航基礎建設環境，促進公共圖書館創新服務，開發「圖書館全方位行動服務 APP」平臺，串接國資圖線上服務及結合行動載具之應用，提供民眾尋書智慧導引、行動導覽及訊息推播服務；依定位精度需求完成部署足夠數量之微定位感應裝置 (Beacon)，涵蓋國資圖總館各樓層 (含 B1F 與 B2F 停車場) 及中興分館與黎明分館，完成跨 Android 及 iOS 作業系統之行動 APP 開發及室內地圖製作。

(三) 系統建置規劃與成果

iLib Guider 尋書導引 APP (以下簡稱 iLib Guider) 於 107 年完成建置，經再優化及資安檢測後於 9 月正式上架。Beacon 定位技術引入圖書館，整合多元資訊服務，並輔以地理資訊。發展出館藏導引、訊息中心、主題導覽、智慧導引、我的書房、手機借書、書展影展、館區資訊及相關連結等九大功能 (圖 2)，提供讀者不同的尋書體驗，且更方便利用圖書館資源。為完成本項建置，總計完成總館及二分館

平面圖 17 份（17 層—總館 7 層、中興分館 5 層及黎明分館 5 層場勘與平面圖標註作業）、書框圖 47 份、館內外 33 類 POI 395 處、書架 606 座及逾 300 處 Beacon（總館 225 顆、中興分館 49 顆及黎明分館 35 顆）。並辦理三館現地定位精度及 Beacon 推播測試補強作業，全域定位精度測試共 2,589 點，準確率在 5 公尺內者均占約 99.8%，超過 90% 之標準，測試通過。Beacon 推播測試共 17 處，測試方式為開啟 APP 於欲推播資訊之 Beacon 前 5 米內收推播，駐足定點後皆可收到推播資訊。

國資圖尋書導引APP主體功能

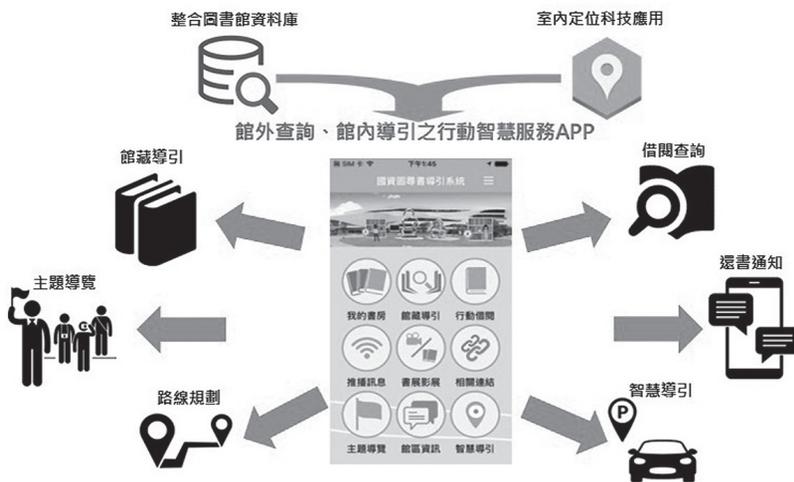


圖 2 尋書導引 iLib Guider 的主體功能

1. iLib Guider APP 功能：重點說明如下，另細項詳列如表 1。

- (1) 館藏導引：以常見關鍵字、書名搜尋方式外，亦提供 ISBN/ISSN 條碼掃描的搜尋，使用者點選搜尋結果即可開啟室內導航功能，引導至館藏所在書架區域。為順利引導讀者至其所查詢圖書所在位置，功能包含：
 - ① 準確地告知使用者應前往地點之樓層與位置。
 - ② 即時識別使用者所在館別（總館或二所分館）後，再動態顯示行走路線。
 - ③ 建置總館與二所分館所有固定書架框架與索書號範圍對照表，當 APP 於室內導航尋書移動至圖書所在書架時，以圖示方式提示讀者該圖書所在書架框架編號。書架框架與索書號區間之相對應關係詳圖 3「書架框架與索書號範圍關係示意圖」。

- ④圖書狀態顯示為預約待取、展示書或其他特殊展示書架時，APP 導引讀者至預約書區、展示書區或其他特殊展示書架。
- ⑤因應圖書資料與架位的異動及確保導航的正確性，具備後續自行維護調整的後臺系統機制。
- ⑥地圖可顯示導引路徑，並支援旋轉、移動、縮放、歸正、切換樓層等功能。

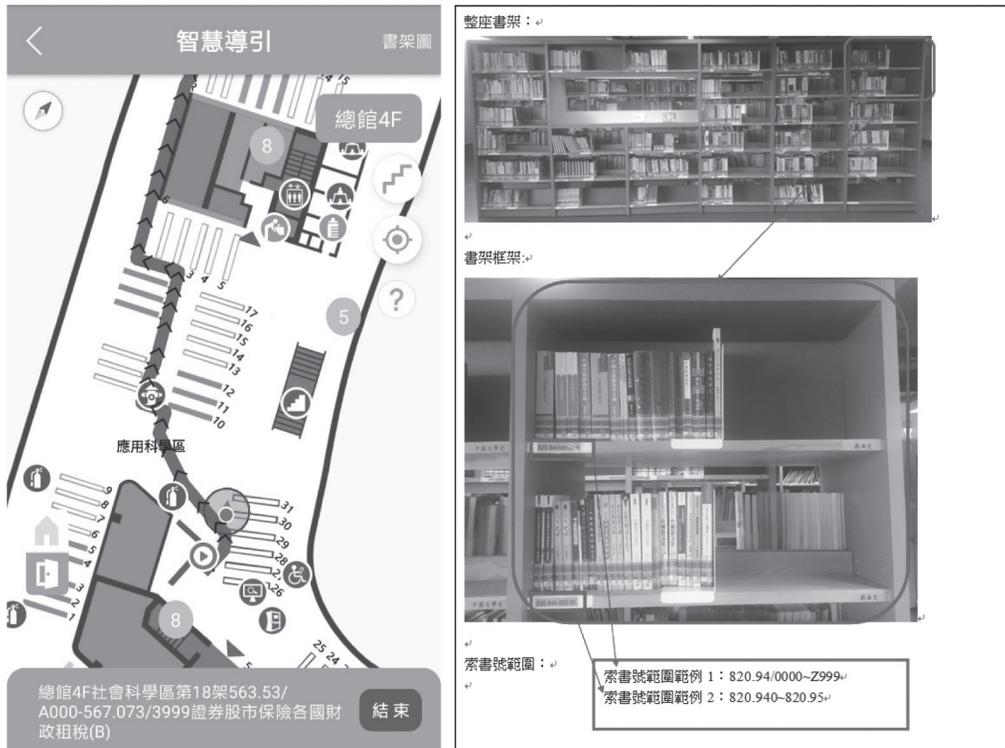


圖 3 尋書導引及書架框架與索書號範圍關係示意圖

- (2) 行動借閱證：於 APP 透過帳號密碼認證後，可持螢幕上顯示之「行動借閱證」條碼至流通櫃臺或自助借書機借書。同時行動借閱證的條碼產生時間記錄在行動載具上，確保行動借閱證不易為他人竊用。
- (3) 我的書房：登入可顯示個人資料及借閱次數、可快速查詢個人借閱紀錄及還書日期提醒。
- (4) 智慧導引：基於室內定位所延伸發展出的功能，有館內設施導引、無障礙模式導引、快速服務導引（自助借書機、檢索區、服務臺、救護設備位置

- AED、緊急疏散、滅火器)、室內尋車導引等,如室內尋車導引,簡單的輸入車位編號後,無論使用者在館內何時何地,只要想回到車上,APP 就會即時計算出最佳路徑,準確的導引使用者回到停車位置。
- (5) 訊息中心: 訊息推播方式可分為全域推播、LBS 推播、Beacon 推播等 3 種。LBS 推播為偵測使用者所在位置,派送與該位置相關之訊息; Beacon 推播為行動裝置偵測到某特定 Beacon 後,派送賦予該 Beacon 所具備之訊息。
- (6) 書展/影展: 提供館內之最新書籍與推薦主題之書籍,如每月主題書展、哈燒新書、新片展示、兒童主題書展、小學生年級好書展等。
- (7) 相關連結: 呼叫連結國資圖電子書閱讀器 iLib Reader 閱覽電子書、官網、數位資源入口網、FAQ 常見問題、社群媒體 LINE 好友、電影享讀及 FB 粉絲專頁等。
- (8) 主題導覽及館區介紹: 提供圖書館的導覽路線及館區介紹。

表 1

iLib Guider APP 功能

功能階層 1	功能階層 2	功能說明
我的書房	1. 借閱列表 2. 個人收藏書單	(1) 查看目前借閱之館藏列表與借閱到期日。使用者設定借閱期限將到期時主動推播通知提醒。 (2) 查看個人儲存之圖書清單。
館藏查詢	1. 關鍵字搜尋 2. ISBN 條碼掃描	(1) 關鍵字及 ISBN 條碼掃描搜尋方式查詢館藏。 (2) 搜尋結果可儲存為個人書房之書單。
行動借閱證	取代實體借閱證	於 APP 完成帳密認證後,可持手機螢幕上顯示之「行動借閱證」條碼至流通櫃臺或至自助借書機借書。
活動推播	推播清單	主動將最新國資圖活動公告訊息推播到使用者的行動裝置,或偵測其所在位置,推送相關訊息。
新書/主題書通報	新書列表	主題書上架後,將可於此功能頁面列出該批上架書籍清單供使用者參考。
FAQ	FAQ 網頁	可查看 FAQ 常見問題。
智慧導覽	主題導覽 導覽介紹	可於後臺規劃推薦主題導覽路徑範本。 使用者可選擇導覽範本後,指引至導覽定點,或透過行動載具瀏覽導覽介紹。

(續下頁)

表 1 (續)

功能階層 1	功能階層 2	功能說明
室內尋書導引	尋書導引	使用者選取館藏查詢結果或是欲前往之地點，APP 即可室內定位並規劃出欲前往之地點或書籍、刊物所在之書櫃位置。
	圖書狀態	圖書狀態顯示為預約待取、展示書或其他特殊展示書架時，導引讀者至預約取書區、展示書區或其他特殊展示書架。
	精確導引	(1) 動態計算最佳路徑，精確地導引使用者抵達目的地。 (2) 其位置並非只定位於平面上，而是可準確地告知使用者欲前往地點之樓層與位置。
	書架顯示	室內導航尋書至圖書所在書架時，以顯示書架圖方式提示讀者該圖書所在書架框架編號。

2. 管理平臺重要功能：除數據分析及帳號管理外，重要功能說明如下，其他細項如表 2。

- (1) 各館區資訊管理：包含館區資訊、館藏地列表、樓層資訊等。
- (2) 圖資管理：室內平面圖管理包含各樓層各設施 POI 等資訊，導引路徑管理主要供動態計算最佳化路徑使用（詳圖 4）。
 - ①地圖與路徑：採用可任意縮放向量地圖或數位地圖格式，並可標示及修改路徑節點，作為計算最佳化路徑之用。
 - ②室內地圖製作：仿 Google 地圖的操作界面，讓使用者易於理解地圖資訊，一看就會操作。
 - ③圖例設計：各類型 POI 以不同符號標示以利分辨，如館內特殊設施採用灰色，緊急災防設施用紅色，圖書管理設施則用藍色。
 - ④室內外地圖定位整合：有別於一些室內導航建立自定義坐標系統的作法，採用地理坐標可與世界接軌，且可整合館內外地圖易於應用。
- (3) 書架管理：管理書架所在之空間位置、書架編號及書架類型等資訊。
- (4) 館藏索書號對應書架框對照表：為描述書本於書架內之位置關係，需建立各書架之書架框型式、框數量、A/B 面及對應之索書號，書架框及索書號對照表的維護極為重要，其間接對應圖書所在。當書架框所對應之索書號範圍

異動時，應於後臺即時更新，以確保讀者靠近所尋圖書之書架時，由 APP 觸發通知，可正確顯示書本位於書架內之位置。

- (5) 推播管理：可分為全域推播、LBS 推播及 Beacon 推播，並可依不同情境、時間、範圍、方式發送相關推播資訊。可設定訊息內容，包含標頭、文字內容、圖片（多張）、影片、推播時間區間等，並具備訊息推播預覽功能，與各推播訊息依照上下架時間進行自動上下架作業功能。
- (6) Beacon 管理：包含識別資訊（說明、UUID、MAJOR、MINOR、MAC 等）、樓層、坐標、最大距離、設置圖片、設置時間、結束時間及狀態啟用／關閉等欄位。後臺可呈現各微定位設備的健康狀態，可依照健康情況判斷是否需檢修或更換電池。剩餘電量小於 10% 時，系統並具有自動提醒機制。

表 2

管理平臺功能

主功能	功能階層 1	功能階層 2	功能說明
圖資管理	地圖與路徑管理	新增、編輯、標示	(1) Web 版本地圖編輯器，可編輯地圖內容及相關路徑節點。 (2) 圖資更新不需 APP 改版即可完成。 (3) 支援尋書導引服務所需之地圖資訊。
	POI 管理	1. 建物管理 2. 樓層管理 3. 區域管理 4. POI 新增、編輯、標示	依國資圖導航及導覽服務之規劃，新增主題導覽或展覽，並於地圖上管理相關興趣點 POI 或物件。
	Beacon 管理	顯示 Beacon 位置與健康狀態	顯示微定位設備位置及健康狀態，可依照健康情況判斷是否需檢修或更換電池，並自動提醒。
數據分析	人流地圖	1. 歷史軌跡顯示 2. 時間區段設定 3. 篩選條件設定	保留歷史軌跡，並可藉由時間區段設定及篩選觀看位置資訊。
推播訊息	推播訊息設定	1. 訊息標頭 2. 文字、圖片、影片 3. 推播時間區間 4. 訊息排程	推播訊息可於設定時間內推播，並自動上下架。

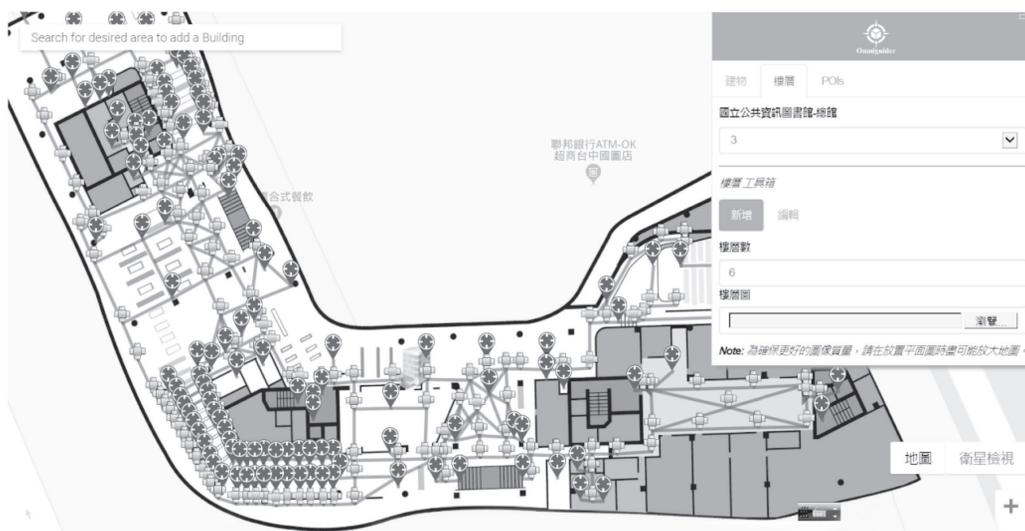


圖 4 管理後臺之地圖與路徑設定

3. 定位技術與定位精度

本案於總館與二所分館建築量體內採地磁、手機陀螺儀、Wi-Fi、Beacon 等混合訊號進行室內定位，結果顯示定位精度足以作為尋書導引功能所需，並可在場域內不限特定地點即時取得位置（直接獲得經緯度），達到進出室內／戶外時能平順轉換，免除透過使用者進行感應 NFC、RFID、條碼等間接定位操作的繁瑣過程，且定位結果與真實世界之空間坐標接軌。有關定位技術說明如下：

- (1) 室內定位技術：採地磁、手機陀螺儀、Wi-Fi、Beacon 等混合訊號定位，結合加速度計初始定位及樓層判斷，可達 1 至 3 公尺定位精度，此混合信號定位具有定位精度高、建置時間短、安裝 Beacon 較少、後續易維護等優點，一併解決總館 1 樓挑高無法廣設 Beacon 的問題。
- (2) 定位坐標系統採用 WGS84 國際坐標系統（可相容於國家坐標系統 TWD97），具真實地理意義，易於結合室內外定位結果。室內區域以坐標搭配樓層顯示，以書架位置作為尋書導引之主體，當定位精度達 5 公尺（含）以內，室內定位導航之定位精度達 5 公尺（含）以內，人眼已可清楚看到搜尋目標。
- (3) 「導航區域」有效包含總館與二所分館室內建築範圍，提供民眾室內路線及設施導引。例如進館路線引導、離館取車導引（限總館）、室內區域公共設施等路線導引等服務。

(4) 微定位感應裝置 Beacon 相容於 iOS 及 Android 行動作業系統，支援藍牙 4.0 (含) 以上規範，通過 NCC 認證，並可獲得 Beacon 之健康狀態。為使系統上線後穩定運作，額外儲備總裝設數量之 5% (含) 以上之微定位感應裝置作為備品，以備臨時故障時替換之用。

iLib Guider 尋書導引 APP 採用混合信號定位技術，為確保定位精度足以提供尋書導引服務，爰規劃進行室內導航區定位精度測試。定位誤差之計算以使用者目前透過室內定位技術定到的位置標註在平面圖，再與使用者目前實際在的位置來計算誤差，精度需求如表 3。本測試採以使用者位置與其投影到路徑上之誤差來衡量如圖 5。

表 3

室內導航區定位精度需求

項目	需求內容
定位精度需求	5 公尺
檢測方式	場域各樓層中選定至少 (含) 100 個測試地點進行實測，測試完畢後提出完整測試報告。 正確位置與系統顯示位置誤差不得大於 (含) 10%。(100 個測試地點中，不得超過 10 個地點大於誤差範圍)
坐標搭配樓層	室內區域需可以坐標搭配樓層顯示。



圖 5 定位誤差衡量方式示意圖

以總館為例，起始點為「4F 樓梯口」至目的地「4F 社會科學區第 12 架 550/1000-550.69 經濟學原理各派經濟學說 (A)」，進行室內定位測試，並計算相關誤差值，結果如圖 6、圖 7。

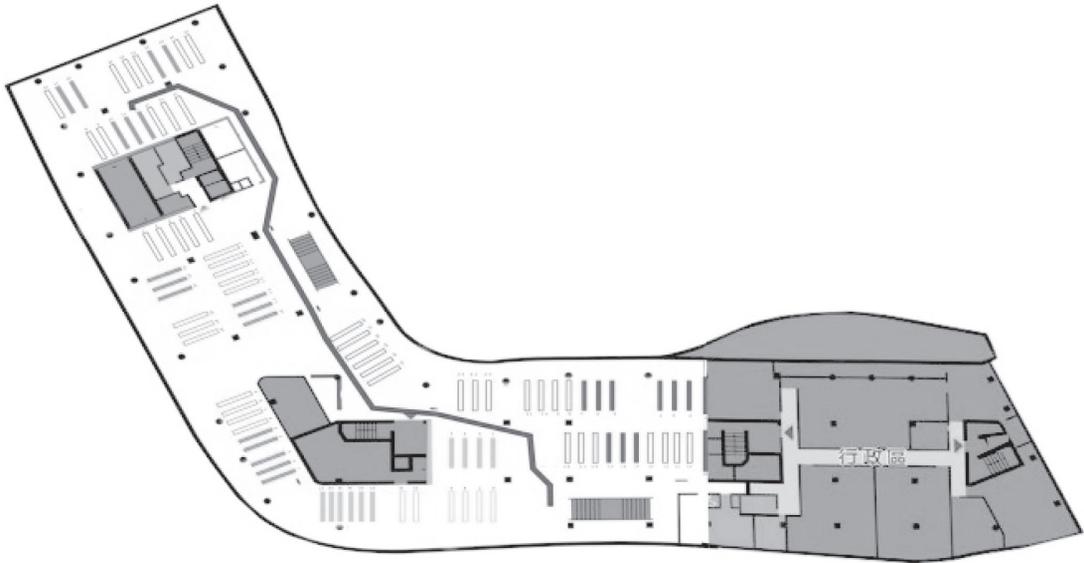


圖 6 本例之測試路徑圖



圖 7 測試路徑實測側錄

圖 8 顯示國資圖定位精度之測試路徑之誤差分布情形，經測試路徑合計抽樣點位約 254 點，誤差在 5 公尺內者達 100%，顯示定位精度符合需求且均勻。

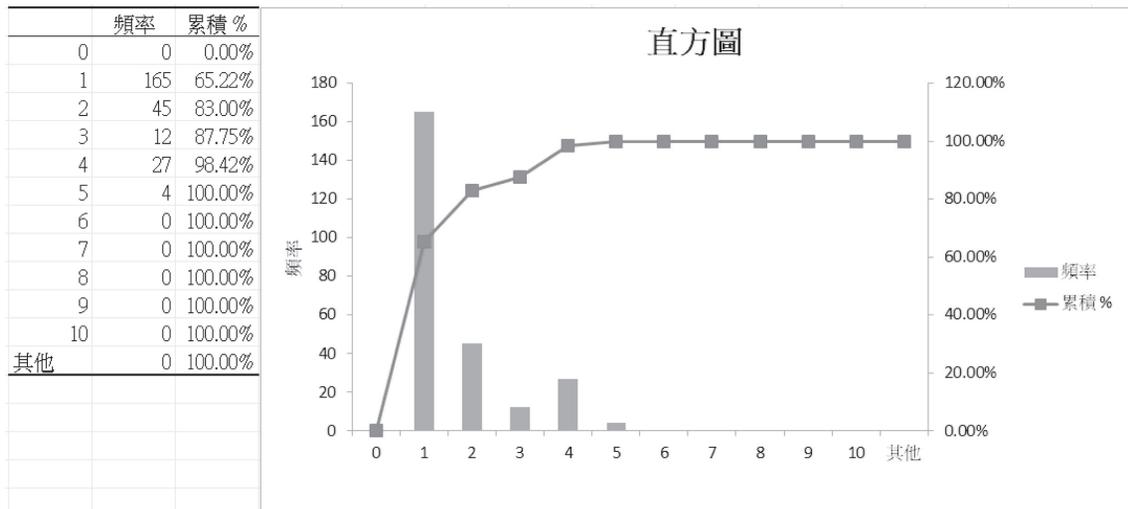


圖 8 測試路徑之誤差分布

4. 盤點館內相關導引資源

- (1) 全館書架資料：盤點總館及二個分館的書架資料，共計 17 樓層、57 區、58 種 658 座書架、1 萬 3,568 個書框之相關書架框資料，不同區域書架於圖資中以顏色區分，逐一編號。
- (2) 圖書館自動化系統之館藏狀態（如在架、借閱中、展示中、三樓樂齡區展示圖書、主題影展用—不外借、預約可借保留中、不外借—限館內閱覽、閉架調閱—申請中、館藏移送中等），及顯示給讀者看的圖書狀態（與前臺服務 WebPAC 端），目的為未來 APP 查詢與 WebPAC 查詢時，二者館藏狀態呈現一致。不提供定位導引服務之館藏，以顯示相關文字說明，指引讀者洽詢服務臺。
- (3) 盤點特殊服務區以設定導引至指定地點（POI），如新書展示區等。
- (4) 盤點列入智慧導引的館內重要設施，如服務臺、廁所、消防栓與滅火器等消防設施、哺乳室、茶水間、還書設施、自助借書機、資訊便利站、檢索區、休憩小間、討論小間等；以及列出重要快速服務設施，如自助借書機、檢索區、AED、緊急疏散、滅火器、服務臺等。
- (5) 盤點館內無障礙設施，以支援開啟「無障礙模式」時，系統採用「無障礙設施」，計算符合行動不便者使用之無障礙路徑。

四、相關經驗分享

(一) 圖書館自動化系統資料介接

1. 國資圖所使用之圖書館自動化系統為澳大利亞思維佳公司之產品，由於該公司已不再提供國資圖系統開發及維護服務，開發本 APP 需要圖書館自動化系統相關之讀者及館藏資訊，一般由圖書館自動化系統提供資料介接之 API，本案皆須自行設法取得。
2. 讀者借閱資料之取得：為原有館藏查詢系統（Webpac 網頁）中，須由讀者登入帳密後，方可以解析網頁內容獲得其借閱狀態，故 APP 無法以此方式達到目的。經研析既有系統之各資料表，尋找及拼湊讀者個人資料及借閱紀錄等資料，合成一讀者借閱之資料庫 View 表，並自行於伺服器端開發相關 API，提供 APP 使用。
3. 館藏檢索：館藏檢索為尋書導引之基本必要功能，無法透過 APP 查詢館藏則一切闕如，經研析既有系統之各資料表，尋找及拼湊書目資料、複本、館藏地、借閱狀況等資料，合成一館藏檢索用之資料庫 View 表，並自行於伺服器端開發相關 API，提供 APP 使用。
4. 完成圖書館自動化系統資料庫解譯及開發 API 後，後續可視實際運作再針對部分資料欄位予以補充。為確保完成尋書導引後臺不會影響圖書館自動化系統正常運行，規劃進行壓力測試，驗證結果為 API 效能高、系統具有良好的穩定性，對圖書館自動化系統主機負載影響有限。（圖 9）

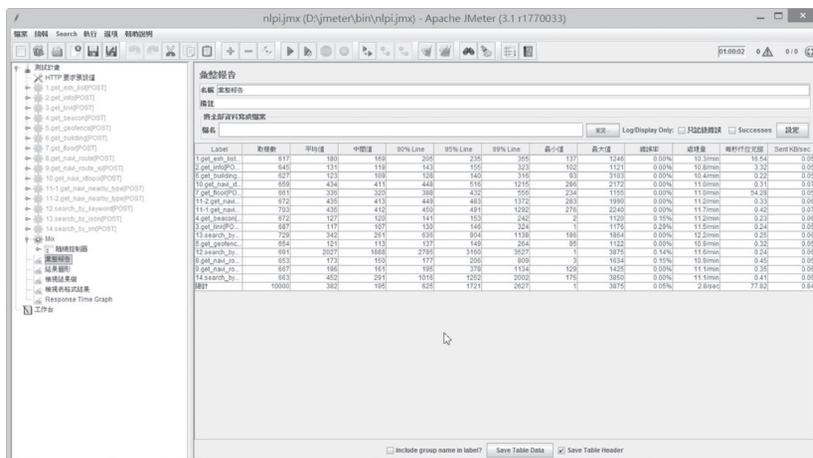


圖 9 壓力測試 14 支 API，1 萬次回應彙整

（二）資訊安全管理

隨著智慧型裝置普及，各種遊戲、社群、影音、通訊等行動應用軟體更已成為國人生活不可或缺的一部分。為避免 APP 可能潛藏著竊取個資、惡意攻擊等資訊安全危機，守護民眾使用 APP 資訊安全，iLib Guider 尋書導引 APP 遵循經濟部工業局訂頒之「行動應用 App 基本資安檢測基準」，並通過 APP 資安檢測取得 MAS（Mobile Application Basic Security）標章。

1. 資安檢測與 APP 下載，依據國發會及教育部的要求，行動化服務 APP 績效管理及資安檢測要求，行動化服務凡上架逾 1 年下載次數未達 1 萬次以上，系統版本逾 1 年或內容逾 3 個月未更新均需下架，以及須定期通過 TAF 認證實驗室之資安檢測。
2. 前述自行由 Spydus 圖書館自動化系統正式資料庫中，組成資料介接所需之資料庫 View 表，需賦予適當之權限。為避免額外附加之功能影響圖書館自動化系統正常運行，故於系統後臺與圖書館自動化系統資料庫建立緊急斷開機制，確保資料庫連結安全。
3. 營運 iLib Guider APP 未來除定期辦理維護及資安檢測費用外，APP 所採用雲端服務如 Google 地圖、FireBase 等，亦有相關費用產生。

（三）全館跨各單位合作

為完備尋書導引功能後臺管理發展作業，建置過程中須不斷地進行需求訪談，完成各項內部準備工作，包含全館 CAD 平面圖的重整美化、各館各樓層之相關書架相關位置平面圖、全館各式書架竣工圖、各館各區之相關書架框與索書號範圍對照表、各型書架之書框編號、全館各區之興趣點（POI）圖示及展覽點相關資料、POI 分類圖列表、地磁錄製與強化等。最後實體館藏圖書上架還需要書架管理單位完成書架 A/B 面的標示；且需持續性維護及管理者有館區資訊、書架框與索書號、推播、圖資（平面圖／路徑管理、樓層資訊、POI）、Beacon、主題書展、主題導覽、系統備援與資安檢測等。相關的資訊提供與管理維護需跨單位合作始能達成。

(四) 大數據人流分析提供圖書館服務精進之參考

為瞭解讀者利用圖書館的經驗，傳統作法以問卷調查方式最為普遍，如讀者所需資料的樓層、經常利用哪一樓層的資料、經常使用的場域、讀者定點的停留時間、讀者使用圖書館的行徑路線等，系統嘗試記錄讀者尋路行為的大數據統計資料，針對使用者與 APP 各項功能的互動使用情況，與使用者軌跡資料去識別化後之熱點分析等，蒐集相關資料累積一定時日後，預計作為圖書館服務精進的參考。

(五) 未來困難與挑戰

1. 公共圖書館書架變更與館藏資料不易整理的問題：為了提供正確的書架資訊，館員須盤點全館書架及其位置確認，若未來書架增減或移動，或館內設備、空間擺設變更，系統後臺圖資需同步更新。
2. Beacon 維護及電池更換問題：國資圖使用之 Beacon 其供電方式有 USB 及 AA3 號電池 2 種方式，實際應用大多為後者；當讀者開啟操作 APP 時，APP 除偵測 Beacon 進行室內定位外，亦同時記錄 Beacon 健康狀態並定期回傳至系統後臺，系統儀表板可顯示已失聯或低電量等待維護之 Beacon。國資圖藉由 (1) 採用混合信號定位模式，減少 Beacon 裝設數量；(2) 讀者一般操作亦可協助維護之機制，減少國資圖後續營運成本。目前為建置初期應無電池更換的問題 (保固三年)，唯長期仍須規劃相關的維護費用。
3. 行動載具差異問題

由於每位讀者使用的行動載具有不同的 Android 及 iOS 平臺，各平臺又分為不同的作業系統版本，加上行動裝置硬體差異性極大 (螢幕解析度、加速度器、數位羅盤、陀螺儀) 等，APP 開發專案僅由少數人員執行，並維持軟體開發品質及進度有其難度。

在匆忙的服務櫃臺可能無法立即協助解決 APP 下載使用問題，如手機無法進行智慧導引時，發現無法定位、定位後位置飄動、定位不準確、無法跟著導航的方向旋轉時，可能是因為讀者手機因為無 Accelerometer (加速度器)、Compass (數位羅盤)、Gyroscope (陀螺儀) 等傳感器，甚至是手機廠商採用不同供應商之零件、天線設計及調校等因素，產生不同手機於同一位置接收混

合信號的良窳，進而影響室內定位精準度。館內的教育訓練與準備 QA 問答給第一線服務人員相當重要，且須隨時蒐集各類問題，作為後續服務與系統強化的參考。

4. 行動 APP 面臨挑戰及 LINE 等社群媒體服務的趨勢

開發行動 APP 雖是目前的趨勢，但是行動載具的作業系統複雜，且硬體多樣性，須逐一解決支援等問題。近年大陸地區圖書館大多採替代性作法，依附社群軟體微信（Wechat）建立圖書館官方帳號，利用其社群行銷及開放 API 的優勢，減少讀者須另行安裝 APP 的問題，同時節省開發各作業系統 APP 及更新的成本，更可不受限於目前政府列管行動 APP 開發與利用的限制。由於資訊技術日新月異，新社群媒體的應用發展蓬勃，中國大陸 Wechat 在圖書館的運用值得借鏡，目前國內 LINE 的使用成為最大族群，圖書館的服務 APP 未來也要面對更多來自周邊的挑戰。

5. 整合 RFID 智慧書架

目前尋書導引以書架為定位主體，透過將使用者導引至書架所在位置，再提供由書架框與索書號範圍對照，獲得書本位於書架之「理論位置」，然而真實世界中書本未必位於架上，可能正在館內被閱讀、被錯置到其他書架或鄰近的書架框，甚至遺失。若能結合 RFID 智慧書架，則可即時偵測出待尋書本目前所在書架框，即時且正確並且有效減少人工介入的程度，唯 RFID 智慧書架目前仍所費不貲。

6. 結合擴增實境技術

本案透過提供使用者所需的空間資訊，以及加強使用者處理資訊的能力等兩方面來幫助使用者克服尋路問題，惟 iLib Guider 尋書導引 APP 提供使用者類似於 Google 地圖導航的使用體驗，由於仍透過平面圖方式顯示相關空間資訊，需要使用者具備基本圖資閱讀能力；然，欠缺基本圖資閱讀能力者，是 iLib Guider 最需協助的對象。如能透過結合實景的擴增實境技術，可於行動裝置螢幕上顯示實景的同時，直接進行方向標示及附加資訊，這種結合地圖與 AR 實景的交互操作方式，預期將更人性、更直覺、更易操作。

五、結論與建議

國資圖推出 iLib Guider 後，APP 上的功能仍持續進行優化，於 107 年底再推出行動借閱（讀者於館區內不須臨櫃或利用自助借書機，即可用行動載具直接借書）、續借、預約等流通功能及任務集點（遊戲闖關結合推廣活動）、高解析環景 VR 導覽等。未來勢必隨設施、系統、環境、服務的改變而持續演進，例如圖書館結合 RFID 智慧書架定位找書及盤點的可能性，即是圖書館服務須不斷學習及面對的重要挑戰。

iLib Guider 自 105 年著手規劃執行，克服諸多困難，應用室內定位技術，落實以智慧型行動載具協助讀者解決尋書的問題，為國內首創以定位導航技術幫助讀者找館藏、找場所、找設備、找服務的尋書導引 APP，且實際全面性應用於大型圖書館的實例，榮獲 107 年資訊月百大創新產品獎數位政府類獎，深信是圖書館合作的體現，其引領各縣市公共圖書館、大學圖書館及學校圖書館，打破傳統圖書館多年找書模式、持續發展更多圖書館資訊服務及應用上，我們看到它的市場性（全國三千家圖書館）、創新性、驅動性（後續帶動 RFID、AR，3C 載具應用普遍，探索更多行動方案）、永續性的效益，期待透過運用定位技術、行動服務能為國內圖書館開拓全面性的便利服務。

參考文獻

- 吳可久（2014）。數位時代趨勢下公共圖書館建築轉型。《臺北市立圖書館館訊》，31(3)，9-21。
- 吳可久、陳圳卿、邱子恒、蔣以仁、林杰穎、王薇晴等（2017）。兒童圖書館智慧化導航及視覺化介面之建置。《國家圖書館館刊》，106(2)，85-108。
- 近距離無線通訊（2019）。引自維基百科。檢自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%91%E5%A0%B4%E9%80%9A%E8%A8%8A>
- 柯皓仁（2016）。圖書館資訊科技與應用。在國家圖書館，《中華民國 104 年圖書館年鑑》（頁 177-199）。臺北：國家圖書館。
- 洪世彬（2016）。基於索書號之圖形化圖書館尋書定位系統（未出版之碩士論文）。淡江大學資訊與圖書館學系，新北市。
- 張榮輝（2008）。RFID 應用於圖書館的尋書定位服務（未出版之碩士論文）。國立成功大學工程科學系專班，臺南市。

- Aittola, M., Ryhanen, T., & Ojala, T. (2003). Smart library location-aware mobile library service. In *Proceeding of the Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, Udine, Italy.
- Antevski, K., Redondi, A.C., & Pitic, R. (2016). A hybrid BLE and Wi-Fi localization system for the creation of study groups in smart libraries. In *Proceeding of 2016 9th IFIP Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC)*. doi: 10.1109/WMNC.2016.7543928
- Chang, H. P., Chang, W. T., & Fong, S.P. (2014). An authoring system of creating graphic map for item search based on library OPAC's. In *Proceeding of Advances in Computer Science and Its Applications*, 279, 1477-1422, doi :10.1007/978-3-642-55038-6_42
- Handojo,A., Lim, R., Qctavia,T., & Anggita, J.K.(2018). Museum interactive information broadcasting using indoor positioning system and bluetooth low energy: a pilot project on Trowulan Museum Indonesia. *Proceedings of The 2018 Third Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON)*. doi: 10.1109/TIMES-iCON.2018.8621815.
- Hashish, I.A., Motta, G., Meazza, M., Bu, G., Liu, K., Duico, L., & Longo, A. (2017). NavApp: An indoor navigation application: A smartphone application for libraries. *2017 14th Workshop on Positioning, Navigation and Communications (WPNC)*.
- Huang,T.C., Shu,Y., Yeh, T.C., & Zeng, P.Y.(2014). Get lost in the library?: An innovative application of augmented reality and indoor positioning technologies. *The Electronic Library*, 34(1), 99-115.
- Layu (2014). Digital tides of Japanese libraries. Retrived from <https://www.brain.com.tw/news/articlecontent?ID=19637>
- Liao,P.K., & Shieh, J.C. (2015). The development of library mobile book-finding system based on NFC. In *Proceeding of the the 4th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI2015)*, 148-153. doi: 10.1109/IIAI-AAI.2015.198
- Liu, Y.Q., & Briggs, S. (2015). A library in the palm of your hand: mobile services in top 100 university libraries. *Information Technology & Libraries*, 34(2), 133-148.
- Pence, H. E. (2011). Smartphones, smart objects, and augmented reality. *The Reference Librarian*, 52, 136-145.
- Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2003). Location based applications for mobile augmented reality. In *Proceeding of AUIC '03 Proceedings of the Fourth Australasian user interface conference*. Australian Computer Society.

- Watanabe, K., Takahashi, T., Ando, T., Takahashi, K., Sasaki, Y., & Funakoshi, T. (2010). Lins: A library navigation system using sensors and smartphones. In *Proceeding of the Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA) 2010 International Conference*.