

應用於博物館 Beacon 微定位技術： 以國立臺灣歷史博物館為例¹

黃凱祥²

Beacon Application for Museum Indoor Positioning System: A Case
Study of National Museum of Taiwan History

Kai-Hsiang Huang

關鍵字：IPS、微定位、博物館、行動導覽、Beacon

Keywords: indoor micro-positioning, museum, LBS, beacon

¹ 本文感謝 3 位審查委員提供寶貴意見，讓文章更臻完善，特此致謝。

² 本文作者為國立臺灣歷史博物館研究助理。

Research Assistant, National Museum of Taiwan History.

Email: ares@nmth.gov.tw

(投稿日期：2018 年 2 月 12 日，接受刊登日期：2018 年 4 月 19 日)

摘要

過往的博物館展覽場域與觀眾互動，大都以語音導覽或專人導覽進行，而博物館對於新興科技的嘗試也未曾間斷，從 RFID、QR Code、NFC 到 Beacon 等，新興技術並不一定完全取代過去的觀眾互動方式，但或能提供更廣泛的應用。本研究目的主要分析目前國內外 Beacon 運用於室內微定位技術的案例，以臺史博展覽場域實際建置室內微定位場域測試系統並探討運用現況，透過 Beacon 為定位基礎的展覽空間圖臺，以實體展覽場域結合既有的展品詮釋資料平臺，提供虛實共構的博物館參觀體驗，期能夠進一步開展博物館相關運用效益。

Abstract

Audience interaction with museum exhibition spaces are often facilitated through audio guides or guided tours. Despite this fact, museums today continue to test and adopt emerging technologies, such as RFID, QR Code, NFC and Beacon with the hope to create different interaction experience. While these emerging technologies may not completely replace traditional audience interaction, they could provide museums with a wider range of applications. The purpose of this study is to analyze the current use of Beacon in indoor positioning system in the National Museum of Taiwan History and discuss future benefits of this application.

一、前言

近年來無線通訊(Wireless Communication)快速發展，手持行動載具與群眾生活緊密結合，不論行至何處只要透過網路都可即時查詢所需資訊，其所在的位置，行動定位服務(Location-Based Service, LBS)也就變成最重要的核心應用之一，其概念是依據使用者所在的區域為基礎來提供相關的服務或各種應用。例如全球定位系統(Global Positioning System, GPS)，已經發展出許多實用的空間定位應用，像行車導航系統及 Google Map、Google 街景，透過具有定位功能的行動載具提供目前所在位置，再由網際網路鏈結提供飲食、購物、交通等所需資訊、服務，因此在個人化應用層面非常廣泛，如何定位使用者的位置(Positioning)就成為 LBS 技術的首要工作。

而行動定位服務的應用普及也帶來了各式的新商機，如 Beacon 已在零售業廣泛應用，國外的威名百貨(Walmart)、特易購(Tesco)和梅西百貨(Macy's)都已加入裝設 Beacon 的行列，梅西百貨在全美店面放置了至少 4,000 顆 Beacon，提供消費者導購和導航的功能³。但其影響正擴展至每個領域中——特別是具有實體展現的領域，如機場、美術館、博物館等公共場所，希望能更高效益的服務客戶或觀眾，並與之互動。如果能透過無線通信技術 Beacon 來完成室內定位收集觀眾的移動路徑，並且即時推播適合的內容給正在博物館的觀眾或潛在觀眾的行動載具上，那博物館或許只要藉由現成的無線網路環境，又不會增加觀眾額外負擔就可以達到有效的訊息推播與回饋，並利用收集觀眾的參觀路線、停留時間、喜好收藏或社群共享等數據資料，經過資料分析提供未來設計博物館展場的有效參考資料。

博物館的定位服務應用從 2000 年時即有學者提出，Aoki 和 Woodruff 以當時導覽系統所能支援的導覽功能，歸納出 3 種「互動層次」，分別為定位(location)、接近(intimiation)和選擇(selection)。單一層次為系統透過 RFID

³ Beacon 微定位商機崛起，數位時代。檢自：

<https://www.bnext.com.tw/article/34960/BN-ARTICLE-34960> (瀏覽日期：2017 年 5 月 23 日)。

或紅外線系統來定位（但沒有遠近的判斷），當使用者和展品在某個距離的程度，行動載具會根據 RFID 所傳送的信息辨識展品物件；二層次互動系統則提供較人性化服務，透過定位系統先過濾一部分展品，提供使用者自由選擇的機會；三層次的互動可再加上電子羅盤對使用者面向或動作的判斷，將展品選擇縮到更小。當時的美國舊金山探索館即以 RFID 進行展品的辨識，透過無線通訊協定(802.11)將訊號回傳至伺服器擷取相關資訊呈現相關的影音或文字內容（宋曜廷、張國恩、于文正，2006）。

國立臺灣歷史博物館（下稱臺史博）自開館營運後即建立線上 720 環景導覽網站(<http://the.nmth.gov.tw>)，提供參訪者自導式學習服務，但受限於個人載具功能並無法達到前述三層次的互動功能，僅提供 QR code 連結或以常設展場平面圖就各展品位置以 XY 軸進行定位，由使用者自行選擇展件後產製相關路徑地圖，按圖索驥。或因行動定位服務應用日益成熟，加上普及的行動載具，智慧型手機與平板電腦於是成為博物館發展室內定位應用硬體的優先選項，本文以「博物館」室內場域進行微定位相關技術進行探討，並實際建置室內微定位場域測試系統提供後續服務應用。

二、無線通訊技術與微定位發展

室內微定位的技術眾多，舉凡紅外線(Infrared, IR)、超音波(Ultrasound)、無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)、藍牙(Bluetooth)、Wi-Fi、ZigBee 與超寬頻(Ultra-Wideband, UWB)等技術，在室內微定位領域各有所長。不同於傳統室外應用依靠 GPS、GNSS、北斗等衛星系統進行定位，更精準的室內微定位可從多種技術中收集即時資訊，包括衛星系統、各種射頻系統（蜂巢式、Wi-Fi、藍牙）以及 MEMS 感測器（加速計、陀螺儀和指南針）等，針對其精準度、穿透性、抗干擾性、佈建複雜度及成本分析如表 1。

表 1 室內定位相關技術分析（高→低，5→1）

定位技術	精 準 度	穿 透 性	抗 干 擾 性	佈 建 複 雜 度	成 本	優點	缺點
紅外線	4	1	1	5	2	定位效果佳	設備昂貴，易受溫度及光線影響
超音波	4	1	3	2	5	定位效果佳	易受多路徑干擾影響
RFID	3	3	2	3	2	設備取得容易	訊號易受干擾
藍牙	3	3	3	2	3	設備取得容易，行動載具常內建	訊號易受干擾，定位範圍小
Wi-Fi	1	3	2	1	2	設備取得容易，行動載具常內建	訊號易受干擾，效果與基地台數量及距離有關
ZigBee	2	4	3	2	3	低功耗，低成本	訊號易受干擾
UWB	5	2	4	2	4	定位精準，常用於探測及搜救	成本高，規格未統一

資料來源：本研究整理

自 RFID 技術興起，博物館界即嘗試導入行動導覽服務應用，使用者只須將手持設備的 RFID Tag 靠近展品旁的 RFID Reader 即可依據其位飛、語言來播放適合的語音檔。而 Wi-Fi 技術則廣泛用於無線區域網路，在既有的無線網路環境下，利用行動裝置與無線基地臺的距離，估測出使用者的定位位置。另一比較常見的則為 ZigBee 無線通訊技術，專為低成本多節點低功耗的網路所設計，其多用於無線溫濕度感測、無線燈光照明控制、電力消耗偵測、路燈監控等產品（轉引自湯國俊、李來春，2015）。

從文獻回顧前述較常見的無線應用技術，各項技術雖各有其優勢，但在博物館服務應用上卻較難以普及，如 RFID 因手持載具需配置相關的讀取器易造成本提高及設備管理上的問題（林志銘，2007）。Wi-Fi 無線感測則易受到其他訊號的干擾影響到精度問題（林武男，2009），運用 Wi-Fi 硬體進行室內定位雖已研究多年，但礙於現行之無線基地臺(AP)會依照使用者的使用情境自動調整訊號強弱，這項看似 AP 的優點，反而成為室內定位精準度無法提高之致命缺點。而 ZigBee 雖有多節點、低傳輸率等優勢，但主要應用

於工業和醫療等易於佈建的場域（陳秋汶，2012）。各種不同的場域通常會有不同的室內定位技術應用方式，在行動載具的普及使用、政府持續政策性的擴展無線網路環境等優勢下，上述眾多的室內定位技術，則漸由 Wi-Fi 與藍芽(BLE)兩大應用技術展現佈建可能性。以下就低功率藍芽(BLE)、Beacon 發展說明，並探討分析室內定位技術、路徑規劃方式、圖臺應用等內容。

(一)藍牙

藍牙(Bluetooth)是一種無線技術標準，最早由易利信(Ericsson)在 1994 年發展出來，希望建立低功耗、低成本的 RS-232 資料線的無線通訊替代版本，期望連結多個裝置，解決同步問題，只要在有效通訊範圍就能隨時連線。

藍牙技術聯盟(Bluetooth Special Interest Group, SIG)於 2010 年推出藍牙 4.0 版本，核心技術規範包括傳統藍牙、高速藍牙及低功耗藍牙(Bluetooth Low Energy, BLE) 3 種模式。傳統藍牙是以資訊溝通、裝置連線為主要特點；高速藍牙為資料交換與傳輸；低功耗藍牙則以節省頻寬的裝置連線為主。這三種協定規範之間不僅能相互組合搭配、還能實作更廣泛的應用模式，除此之外，Bluetooth 4.0 還能在低功耗模式狀態下，提升藍牙的傳輸距離至 100 米，是技術上的一大突破。

(二)Beacon

應用藍牙低功耗技術的代表性產品即是 Beacon，最簡單的說法就是一個小型信號發射站，其應用有在室內導航、行動支付、店內導覽、室內定位及物品追蹤等。隨著科技的演進的平易操作，人們對行動裝置越來越不可或缺，但全球衛星定位系統(GPS)為室外定位技術，在室內中易受建築物的死角干擾，更重要的是精確度和耗電量，無法達到室內定位的應用需求，而藍牙低功耗技術 Beacon 的產生，成為新一代的室內定位解決方案。

2013 年美商 Apple 公司所提出的 iBeacon 即為一種可用於室內定位系統的技術，其特點是低功耗、低成本且能夠讓附近電子設備容易偵測到的信號

傳送器。iBeacon 技術可以讓智慧型手機或是其他藍牙低功耗裝置在 iBeacon 訊號可涵蓋範圍內，接收信號並且執行相對應的指令。其優勢在於裝設容易且提供服時不須增加額外硬體搭配，使用者只需安裝軟體即可，免去不必要的成本門檻。任何採用低功耗藍牙的微定位訊號發射器都能稱之為 Beacon，Beacon 與 iBeacon 的差別在於訊號頻率的差別。但因其發展是基於藍牙 4.0BLE，因此發射訊號會因環境而影響移動裝置的接收，例如人體的阻擋造成信號快速減弱或是因為金屬的屏蔽而無法接受到發射器所發射出來的 RF 信號。

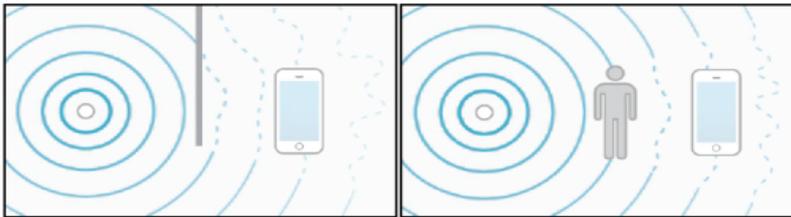


圖 1 iBeacon 訊號影響示意圖 (圖片來源/Getting Started with iBeacon, 2014)



圖 2 Beacon 系統運作架構 (圖片來源/湯國俊、李來春, 2015)

上圖概述了 Beacon 的運作流程，由 1. Beacon 藍牙發送器主動將資料(如 UUID) 發送給各接收器(如個人行動載具)；2. 行動載具中的 APP 偵測取得資料後，將取得的資料透過無線網路(3G、4G 或 Wi-Fi) 送至雲端的應用伺服器；3. 應用伺服器取得資料分析比對擷取相對應圖文資料；4. 透過無線網路將資料傳回行動載具的 APP 端(湯國俊、李來春，2015)。

(三)定位方式

目前應用 Beacon 的定位方式主要區分為微感應與微定位，微感應顧名思義即行動載具偵測到特定的 BLE，透過 BLE 之訊號強弱(即 RSSI 值⁴) 判定使用者與 BLE 之距離，而觸發相關事件與使用者互動，相關運作概念如圖 1，因此微感應無法運算出目前使用者或 BLE 之座標距離。

表 2 微感應與微定位分析

	微感應	微定位	
		大地座標系統	自訂座標系統
導覽功能	透過 BLE 強弱感應進行導覽	使用 GPS 座標進行導覽	使用自訂座標進行導覽
導航功能	無	可結合 GPS 戶外導航	僅能於自訂座標系之室內進行導航
路徑規劃	無	可	可
展品座標	即 Beacon 位置	展品座標即為 GPS 座標	展品座標為自訂座標
其他座標整合	無	標準 GPS 座標	需進行座標轉換方能進行整合
適用情境	空間入口、單一展件等低精準度應用	常設展、特展需區劃封閉範圍之高精準度應用 室內外整合應用	常設展、特展需區劃封閉範圍之高精準度應用

資料來源：本研究整理

⁴ 接收訊號強度指標(Received Signal Strength Indication, RSSI)：無線電子通訊設備接收訊號強度指標，數值越大代表測得功率越強，利用 RSSI 隨距離遠近，改變接收訊號強度特性，測得訊號強度轉換為發射器與讀取器距離，強弱會因距離、濕度、溫度、角度、中間干擾等因素變動。RSSI 值會因 BLE 品質、Wifi、馬達……等外在因素而產生極大誤差。

微定位的佈建需先建構 Wi-Fi 電磁場域地圖，結合 Wi-Fi 定位演算法、磁場偵測與慣性導航等定位演算法，可以運算出使用者之所在的地圖座標。地圖座標區分為大地座標系統與自訂座標系統，運用大地座標系統（即 GPS 座標）將室內地圖整合於大地座標系統內，可結合室內外地圖共同呈現；自訂座標系統則為室內地圖自行訂定參考座標，亦無法與大地座標整合。

微感應與微定位之相關分析，如表 2。簡單來說，微感應較適用於空間入口、特定位置，只要感應訊號即可傳輸資訊等低精準度之應用場域；微定位則適用於常設展、特展等需區劃封閉範圍提供電子圍籬推播的高精準度應用場域。

(四)微定位定位核心技術

室內微定位定位核心技術通常包含 6 項技術，目前各種微定位技術通常會應用到一個或多個核心技術進行設計，相關技術分述如下：

1. 離線式定位引擎：

微定位引擎就目前應用來說必須是離線式定位引擎。早期採用連線式定位引擎，每筆運算需上傳相關資訊至伺服器運算座標，但因遠端運算非即時運算，容易造成定位精度誤差，同時也需考量載具的網路連線問題。

2. 三角定位：

室內定位最基本的運算即三角定位，行動載具可以讀取訊號最強之三個 BLE 之 RSSI 訊號，進而分別運算出使用者與三個 BLE 之距離，再透過三角定位演算法進行為定位。其優點可定位廣域範圍座標，缺點則因 BLE 發射的訊號強度不穩定，每個 BLE 之直線距離均會有誤差，發射訊號的時間亦不會同步，因此三角定位演算法容易造成精準度不良。

3. 電磁指紋：

利用 Beacon 佈建場域中的每個實際位置，量測電磁波訊號特性，即電磁指

紋，後端系統紀錄所有實際位置之電磁指紋，將電磁指紋與座標以查表的方式進行座標運算。優點為精準度高，可定義廣域範圍座標，缺點則在佈建過程中，需考量使用者會經過之所有路徑採集電磁指紋。

4. 慣性導航：

使用行動裝置之三軸加速度器計算使用者的步伐，進而推算出使用者下一個位置，適用於走廊通道或路徑穩定之場域。其優點是不用輸入外部信息，即能提供位置、速度、航向等數據，短期精度和穩定性良好；缺點是導航訊息累積分產生，定位誤差隨時間而增大，長期精度差。

5. 電子羅盤定義使用者面向：

使用行動裝置的陀螺儀硬體設備，採用三個互相垂直的磁阻傳感器，各自檢測在該方向上的地磁場強度，判斷使用者面對方向進行方位校正。通常 iOS 或 Android 系統在陀螺儀因干擾失準時，系統會請使用者進行陀螺儀調校作業。

6. 室內戶外圖資整合：

座標系統為大地座標是室內外圖資整合的首要且必要條件，大型的博物館場域往往具備多個展館與戶外公共空間，因此室內戶外圖資整合，需建立在 GPS 座標化之正規系統中，以利各建築物間、戶外空間展品或大眾運輸交通工具站牌等位置提供持續導航功能。

(五) 室內微定位導航與路徑規劃技術分析

國內室內定位導航與路徑規劃技術目前約分為兩種類型，一為使用自行開發之網頁圖臺進行路徑設定，優點為當使用者設定完成圖臺繪製完成展區後，路徑即完成；缺點為無法設定路徑規劃方式，路徑即為單一方向無法進行設定。另一類型則運用向量地圖工具進行路徑設定，可針對展區、展櫃及相關裝潢進行圖面繪製，並針對不同路徑進行參數設定，較適合複雜的博物館場域運用，提供多種不同參觀路線導引。

三、博物館應用案例分析

以參觀博物館為例，觀眾所持有的行動載具實際上就是一個「資訊節點」，當行走在博物館中，周邊的 Beacon 收發器，能將使用者的位置精準定位至幾公尺的範圍內。觀眾行走在不同場域，只要拿出有藍牙功能的行動載具，Beacon 就可以精準將眼前的空間、展品相關介紹或特定行銷訊息推播到手機裡。觀眾甚至能將訊息分享到社群媒體或者當下回應對這些詮釋的看法，直接與其他參訪者做互動。個人行動裝置中的內容和分享的觀點，日後或許可能成為架構展覽內容的一部分。

根據美國國家藝術基金會(National Endowment for the Arts)報告指出，美國各大博物館競相在 2015 年起應用 Beacon 技術，從劉君祺(2017)以個人數位服務促進博物館參與文中提到若干博物館利用行動載具內建的 Wi-Fi 與藍牙元件，提供室內定位偵測的功能(如表 3)讓觀眾可以效率的瞭解目前位置並獲得往下參觀的逐向(turn-to-turn)指引。這些結合定位功能的導覽服務，因本文完成前並無法到各博物館場域實際操作，因此無法判斷其相關技術為微感應或是微定位，成為相關探討之限制。

而其他博物館應用 beacon 技術的範例如：英國威爾斯的國家石板博物館(National Slate Museum)是世界上第 1 個安裝 beacon 的國家博物館⁵，主要目的是為了讓參訪者可以發現更多關於藏品的說明，該博物館也就館藏不斷的數位化更多不同面向的內容，提供參訪者多元豐富的影音訊息，為文化遺產與博物館領域開創新興的公共服務視野。

美國的新當代藝術博物館(New Museum)於 2014 年因應聯合「國際提高地雷意識和協助地雷行動日」(International Day for Mine Awareness and Assistance in Mine Action on April 4th)，搭配 iBeacon 舉辦了一場展覽，模擬虛擬雷區，運

⁵ 3 Museums using Beacons to Enhance Interactivity, MobStac。檢自：
<https://blog.beaconstac.com/2015/02/3-museums-using-beacons-to-enhance-interactivity/> (瀏覽日期：
2018 年 3 月 17 日)。

用 BLE 來感測參訪者位置，只要以手機下載 APP，在參觀展覽的過程中如距離隱藏的 iBeacon 太靠近，即會像地雷般引爆讓手機發出刺耳的爆炸聲，讓使用者體驗到與地雷一起生活的恐懼。

表 3 博物館參觀導引應用程式功能分析

博物館 app	一般資訊	特展介紹	菁華展品	主題路線	虛擬實境	互動地圖	追蹤定位	動線指引	語音導覽	標籤分享	活動日曆	線上購票	原生應用	網路應用
英國自然史博物館 NHM Visitor	○	○	○	○		○	●				○		○	
美國自然史博物館 Explorer			○	○		○	●	○		○		○	○	
美國布魯克林博物館 ask BKM							●							○
美國軍人榮譽博物館 Legion of Honor	○		○	○		○	●	○	○					○
加拿大人權博物館 CMHR	○			○		○	●	○	○	○		○	○	
澳洲國立博物館 The Loop	○		○	○		○	●	○	○	○				○

資料來源：節錄自劉君祺（2017）

日本的國立民族學博物館則是在 2014 年 9 月 19 日正式發表採用近距離無線通訊技術 iBeacon 與聲音辨識技術 Ami Voice 開展「次世代電子導覽」的驗證⁶。iBeacon 提供所在位置的展覽物件內容發送，使用者只要進入 iBeacon 的信號範圍，系統即主動推播通知，提供展示品的製作過程與實際使用的圖像、文本呈現在行動載具上，讓觀眾可以更深入的鑑賞、瞭解展品要傳達的訊息。

⁶ 國立民族學博物館、iBeacon を活用した電子ガイドの実験を開始，マイナビニュース。檢自：<http://news.mynavi.jp/news/2014/09/19/410/>（瀏覽日期：2017 年 6 月 13 日）。



圖3 日本國立民族學博物館 iBeacon 應用示意 (圖片來源/マイナビニュース, 2014)

國內博物館的微定位服務相關應用，2015年由工研院以低功耗藍牙技術(iBeacon)技術應用於國立臺灣科學教育館(下稱科教館)，建置「科教館行動導覽」⁷，主要應用在科教館「探索物理世界」與「探索化學世界」的展品行動導覽。



圖4 科教館行動導覽—定位導覽 (圖片來源/擷自科教館應用程式)

⁷ 工研院智慧室內定位技術 聰明參觀購物，工業技術研究院。檢自：<https://www.itri.org.tw/chi/Content/NewsLetter/contents.aspx?&SiteID=1&MmmID=62060542631276153&SSize=10&SYear=2015&Keyword=&MSID=652756265676374704> (瀏覽日期：2017年6月17日)。

工研院的室內微定位技術以手機或平板內建的慣性元件，再搭配低功耗藍牙(Beacon)信標硬體，融合定位演算法，可精準計算使用者目前位置、行動距離及方向，可節省硬體建置的數量和成本，定位精度可達 3 公尺以內，所以可精準推播參訪者所在 2 公尺以內的展項資訊。

2016 年科教館在成為首個全面佈建 Beacon 的館所後，國立臺灣史前文化博物館（下稱史前館）、國立臺灣美術館及臺史博也展開微定位的佈建工作。

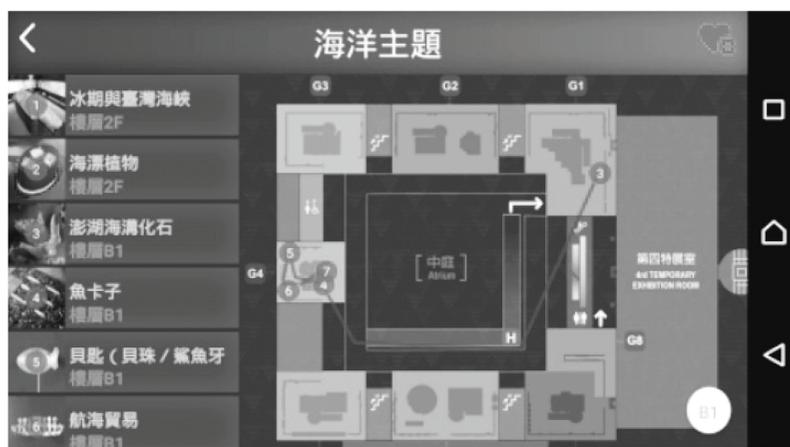


圖 5 史前館行動導覽—海洋主題導覽（圖片來源／擷自史前館應用程式）

本文針對國內 6 個博物館已完成建置的 APP，以功能操作面及運用室內微定位技術進行分析，詳如表 4⁸。

⁸ 考量各館所建置成本差異及涉及相關功能比較，故以代號呈現。

表 4 國內博物館室內定位相關功能分析

博物館 APP	微感應	微定位	大地座標	自訂座標	室內外整合圖臺	路徑規劃	路徑設定	電子圍籬	視覺化統計	獨立 CMS 系統	套裝 CMS 系統	展品導航	展間導航	展品導覽
博物館 A		○	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
博物館 B		○	○		○	○	○	○		○			○	○
博物館 C		○		○		○	○				○	○	○	○
博物館 D		○		○		○	○				○		○	○
博物館 E	○													○
博物館 F	○													○

資料來源：本研究整理

此外，關於前面提到的微定位的核心技術，各微定位方法均會應用到一個或多個核心技術進行設計，包含離線式定位引擎、三角定位、電磁指紋、慣性導航、電子羅盤及室內戶外圖資整合等技術，相關館所的微定位技術分析如表 5。從比較中可以發現採用微感應的 Beacon 應用，無法進行與座標位置相關的如路徑規劃、導航等使用者自主性較高的功能設計。

表 5 國內博物館微定位核心技術分析

博物館 APP	離線式定位引擎	三角定位	電磁指紋	慣性導航	電子羅盤	室內戶外圖資整合
博物館 A	○	○	○	○	○	○
博物館 B	○	○	○	○	○	○
博物館 C	○	○			○	
博物館 D	○	○			○	
博物館 E						
博物館 F						

資料來源：本研究整理

四、臺史博微定位發展概況

臺史博基於常設展覽單元、展品內容的詮釋及特展等資料不斷累積，自 102 年起即建構學習資源平臺(<http://the.nmth.gov.tw>)典藏實體展覽場域相關的數位資源，為結合微定位服務應用，除利用原有展場資料外，同時整合全球資訊網站展覽、場域等相關公開訊息，搭配觀眾個人行動載具的應用，發展以微定位服務為主的博物館定位測試系統，建構以所在位置的博物館參觀服務。而為提供博物館多樣且客製化的導航導覽路線，如無障礙設施引導路線、不同程度之參觀導覽路線設計及限時活動訊息推播等功能，採用前述各項微定位核心技術建置 MMS 圖資平臺，並整合室內戶外圖資讓參觀體驗可由展覽場域延伸至博物館公園。整體架構區分為 CMS(Content Management System)及 MMS(MAP Management System)系統，如圖 6。

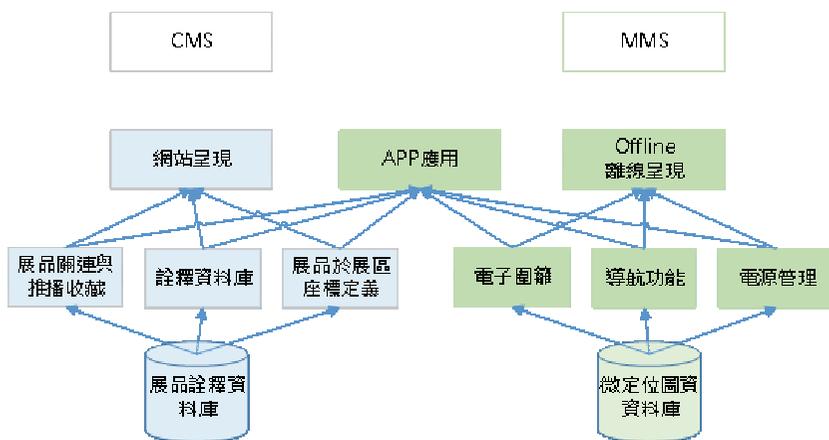


圖 6 博物館詮釋資料庫(MMS)與微定位圖資系統(MMS)整合應用架構
(圖片來源/本研究繪製)

博物館定位測試系統中相關展品文物詮釋資料，必須透過管理者在 CMS 系統化的上稿後臺進行各展覽場域、園區的相關展品座標定義、詮釋資料及關連推播收藏等管理，使用者於測試系統上才得以順利使用前臺各項功能。而在室內微定位 Beacon 硬體設備佈建完成後，需有 MMS 圖資系統

進行地理圖資、相關設備電源管理、導航程式運算及電子圍籬推播管理。

(一) CMS 內容系統

CMS 內容系統整合原有學習資源平臺內容，後臺提供展品、展覽、展區及相關統計等各項管理功能。於新增展品內容時，可直接對應展場座標連結相關展覽及展區設定。

(二) MMS 圖資系統

提供室內微定位服務定位引擎(SDK)，支援 iOS 及 Android 最新版本，採用開放程式 Java Open Street Map (簡稱 JOSM) 進行系統圖資的編輯，完成後之地圖向量檔，透過系統商提供之佈道狗程式，可以匯入編輯過後之向量地圖，博物館測試定位 APP 的圖資在上網的情形下，即可自動更新。



圖 7 臺史博 1 樓向量地圖 (圖片來源/擷自臺史博 MMS 系統)

微定位服務圖資系統總共製作展示教育大樓 1、2、4 與 1MF 樓層的向量地圖，其中 1 樓部分的地圖，包含了室內展場與博物館公園的圖資。在完成向量地圖的建置後，即可透過 JOSM 軟體編輯興趣點位(POI)，於地圖上

欲設定的位置圈選並且設定其參數值，並可規劃使用者導航路徑。

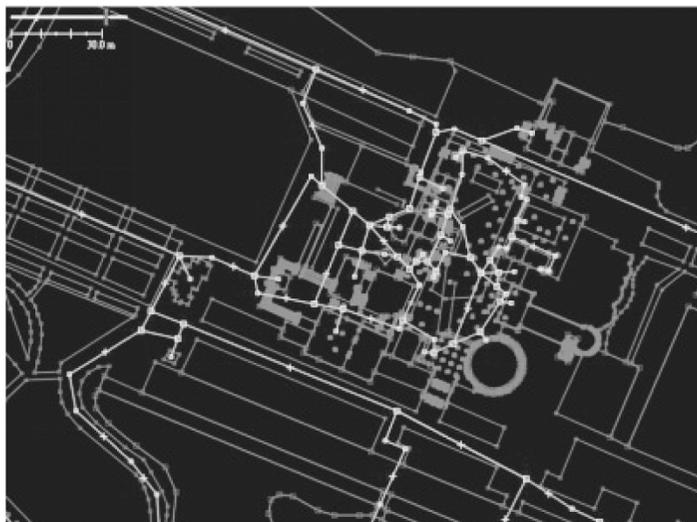


圖 8 使用者導航路徑（圖片來源／擷自臺史博 MMS 系統）

電子圍籬與推播訊息，圖資系統可建立多邊形電子圍籬，提供設定發佈資訊與時間推播至博物館測試定位 APP。

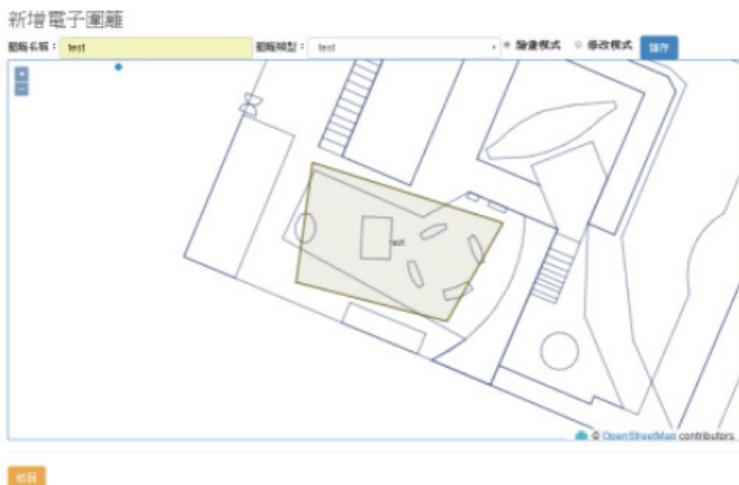


圖 9 常設展場域新增電子圍籬（圖片來源／擷自臺史博 MMS 系統）

使用者軌跡，MMS 系統可以輸入時間區間，即可查詢該時間區間內所有博物館測試定位 APP 使用者點位（需開啟網路，系統以去各資化回傳使用者點位各項資訊）並提供歷史點位匯出之功能。參觀民眾軌跡紀錄資訊每 10 秒回傳一次，軌跡紀錄包含時間、經緯度、樓層、所屬區塊標籤、使用者方向、作業系統、版本、手機型號等資訊。

MMS 圖資系統後臺提供專案、區域、建築、樓層、地圖管理、POI 點位、電子圍籬、電子圍籬推播、位置資訊、Beacon 地圖、Beacon 低電量地圖及定位裝置電量巡檢等管理功能。

（三）使用者操作介面功能

博物館測試定位 APP 首頁以當期展覽與活動呈現，模擬使用者到館開啟服務後可點選有興趣的展覽或活動，瞭解相關內容後運用「定位導航」或「展品導覽」等室內微定位服務，以地圖介面呈目前定位點，規劃適當路徑導航觀眾前往（圖 10）。各項功能介面設計如下：



圖 10 博物館資訊與微定位導航服務（圖片來源／擷自臺史博測試定位 APP）

基本呈現以介接臺史博全球資訊網站 API 所提供資料，達到一次上稿多方使用的情境，透過同步的方式隨時維持資料的正確及新穎性，活動訊息、兒童廳、圓形劇場、開館資訊、交通資訊等資料均以此原則設計。

以導航定位點(POI)快搜實現無障礙路徑規劃，提供含無障礙廁所、電梯、哺乳室、餐廳等設施，讓使用者無需透過搜尋，點選後快速導航前往目的地，如圖 11 所示。

整合學習資源平臺，提供輸入文物編號、掃描 QR Code、附近文物縮圖及地圖導覽等 4 種模式，使用者於博物館測試定位 APP 可切換至導覽模式，以地圖標註重點展品錨點，讓觀眾除了可經由主題搜尋外，也可以按圖索驥，主動尋找展品位置，進一步瀏覽展品內容（圖 12）。或是透過電子圍籬的設定，結合定位偵測功能，主動提供觀眾正在觀賞的展覽資訊。



圖 11 以導航定位點(POI)快搜點選規劃（圖片來源／摘自臺史博測試定位 APP）

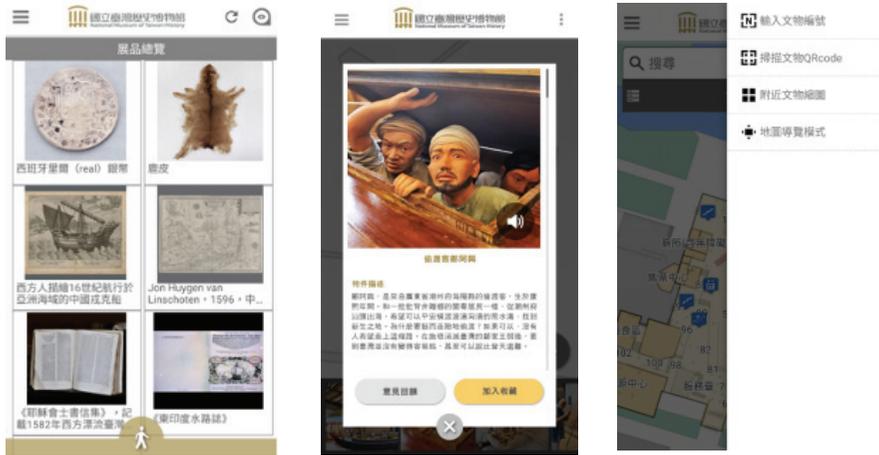


圖 12 以地圖導覽提示重點展品等 4 種模式 (圖片來源/擷自臺史博測試定位 APP)

提升個人學習導覽地圖的應用，架構展品收藏以及學習導覽，使用者於參觀博物館前可透過展品介紹頁面選擇興趣展品，透過展品座標的串連，由系統提供導覽地圖導航，相關內容可以個人化收藏保存於學習資源網站 (<http://the.nmth.gov.tw>)，作為後續深入學習或延伸閱讀參考 (圖 13)。



圖 13 個人化學習導覽地圖 (圖片來源/擷自臺史博測試定位 APP)

五、後續發展建議

行動定位服務技術的不斷進化，從戶外的衛星 GPS 定位，到目前蓬勃發展的室內微定位，都是運用科技在創新博物館觀眾的使用者體驗，同時因應 IoT (Internet of Things, 物聯網) 的興起與穿戴裝置的普及化，各種微定位技術應用的延伸勢必更加成熟，而博物館如何運用這些技術接軌觀眾的日常生活應用則是提升博物館未來觀眾體驗的重要關鍵。

室內定位技術能為使用者提供獨特、互動和全新的方式來體驗博物館，只需要在每個人所持有的智慧手機下載免費的 APP，即可讓使用者依個人興趣建立客製化的行程，提供如同 GPS 的操作方式指引利用博物館。從微感應與微定位服務建置的選擇，國立臺灣歷史博物館基於現有展覽資料庫、無障礙設施及博物館公園等資源，以微定位方式佈建 Beacon，將展品加入空間資訊整合大地座標，透過路徑規劃、導航服務等有別於紙本地圖僅能提供靜態、固定的指引建議，以整合型的互動地圖介面，提供觀眾點選探索博物館的位置、展覽場域資訊與代表展品，並藉由 Wi-Fi 連結後端資料庫延伸更多展覽相關資訊、影音動畫與延伸學習資源，讓有興趣的觀眾自主瀏覽選擇並提升延伸學習資源的近用性。

另對於有意至博物館現場參觀的觀眾而言，互動地圖也可幫助他們於參展前規劃參觀動線及展品，從 Google 地圖結合博物館園區地圖的導航應用，整合大眾運輸工具或自行前往等交通訊息，從如何到博物館、漫步博物館公園到入館參訪，為博物館參訪者提供身處附近的展品或區域相關的設計構想及服務。亦可結合青少年使用者對手機遊戲表現出的高度滿意度和參與度規劃基於位置遊戲化學習，讓博物館的教育活動更融合寓教於樂的可能性，幫助博物館轉變為歷史教育普及化的學習環境並增強參訪者的文化體驗。

從資料收集應用的角度，參訪者除了尋找地點和內容推播之外，其所在位置對博物館代表的意涵為何也是後續值得探究的議題，當使用者提問或查

詢某個展件所處在的位置、展示內容，使用者從何而來、在展覽中看到了哪些內容、參訪時間的長短或個人對於展品的喜好收藏，這些指標資料可分為位置、參訪者歷程、偏好或興趣、人口統計、群體動態及時間，作為資料科學上的分析。但室內微定位系統雖然可以收集上述的資料，即便這些可能是令研究者有興趣的數據，卻也只是佔了參訪博物館的一小部分，成為資料研究上的限制。

在互動式地圖的功能應用基礎上，室內微定位服務的精度調整為建置過程最大的影響。由於 Beacon 是基於藍牙 4.0BLE 規格發展出來的，因此發射器的訊號也同樣會因環境而影響到行動載具的接收，比如人體（液體）的阻擋造成信號快速減弱，或是金屬的屏蔽造成無法接受到訊號。加上臺史博常設展覽場域的挑高空間及連貫的展覽空間呈現，觀眾參觀的路徑寬度往往不到 3 公尺，而 Beacon 的佈建位置與 MMS 系統調測如何維持在 3 公尺以下的高精度就成了應用上最大的挑戰，也是微定位後續利用最大的限制。或許日後技術成熟結合全景圖像提供指引似是可行的解決方案，因為使用者可以立即將其與展場環境相匹配，從而減少導航認知負擔降低高精度的必要性。

但隨著科技應用和技術終將日趨更加成熟，相信降低誤差的能力也將變得越來越好，而 Beacon、大數據、第三方支付等虛實整合的利器，的確將是博物館與下個世代觀眾連結的重要橋樑。若結合觀眾主動提供的興趣、偏好等資訊，或經由瀏覽記錄、行進軌跡，瞭解來訪動機與喜好等個人脈絡，便能做到目標精準的標靶式行銷，重視每位觀眾的特定需求與動機，透過整合性的參觀導引應用程式，導入相應、適性的服務內容（如擴增實境、混合實境或是實境解謎等活動的設計），鞏固博物館與觀眾間的連結，讓博物館昇華為公共論壇，更有效促進對話、凝聚共識，進而彰顯博物館公共價值與精神，提升開放性與近用權。

參考資料

- 宋曜廷、張國恩、于文正，2006。行動載具在博物館學習的應用_促進「人一機—境」互動的設計，博物館學季刊，20(1)：17-34。
- 林志銘，2006。一個使用 802.11 與 RFID 技術的無所不在導覽系統 U-Guide 之設計與實作，國立中央大學資訊工程學系碩士論文。
- 林武男，2009。使用 Wi-Fi 無線感測網路實作位置化服務之資訊服務平台，樹德科技大學資訊工程研究所碩士論文。
- 陳秋汶，2012。ZigBee 室內定位研究，大同大學資訊工程學系所碩士論文。
- 湯國俊、李來春，2015。應用藍芽室內定位技術於展館行動導覽之研究，中華民國設計學會研究論文，頁：214-219。臺南：中華民國設計學會。
- 劉君祺，2017。博物館與「我」—以個人數位服務促進博物館參與，博物館學季刊，31(1)：27-57。
- Getting Started with iBeacon, Apple. Retrieved from <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

