

雲端信標監測系統之設計

曾羣偉¹ 劉豐榮¹ 吳順裕²

¹ 正修科技大學數位多媒體設計系

² 陸軍軍官學校資訊學系

摘要

自從蘋果公司在 2013 年 6 月 WWDC 公開發表自家的 iBeacon 技術之後，帶動相關信標(Beacon)軟硬體技術的大幅度跟進。許多應用陸續被開發出來，如基本的近接、感測、室內及室外定位應用，以及各種導覽服務應用，環境資訊推播應用(PM2.5 濃度)等重要攸關人體健康的感測訊息。

然而所有的應用在建立之前的第一階段就是要事先佈署大量信標(Beacon)於應用場域中，這其中的細節還包括了安裝、設定、測試、裝置地點的選擇等繁複的步驟，接著在應用系統啟動運作之後，則會有維護問題需要解決，如信標無預期的失效、受到干擾及電力不足等因素影響，需要維護人員至現場檢測或更換新品，造成維護上極度的困擾。

本論文提出一個雲端信標監測系統的設計，在本設計中，系統除了可以提供遠端信標的日常監測資訊(如 UUID、Major、Minor、Battery、RSSI)以外，還可以提供維護人員信標相關的地理位置資訊，便於維護人員快速地找出故障信標裝置，並進行置換或維修。

關鍵詞：雲端，信標，監測。

一、前言

信標是基於 BLE(Bluetooth Low Energy) 4.0 [1]規範而發展的技術，而 iBeacon 的推出則是由蘋果(Apple)公司在 2013 年實踐此技術於商務應用上，對於信標的應用市場打開了豐富的商機。各種不同領域的應用也不斷被開發出來，其中包含了零售業市場買賣(如 Walmart、Tesco)、機場公共空間導航、環境資訊感知、博物館導覽、尋人尋物應用、停車定位尋車服務等，這些以信標為基礎建置場域提供的應用技術底層，如微定位[2]、近接感應[3]加上手機應用程式(APP)，讓應用開發的彈

性越來越高，遍布各個領域。

對於消費者來說信標(Beacon)與一般行銷方式最大的不同就是能夠針對近接的消費者推播廣告資訊，若能結合消費者過去的相關消費紀錄，更能達到進一步的將不同的商品行銷訊息傳遞給不同類型的消費者，提高顧客購買機率；同時，提供微定位及導航應用更能使消費者在購物時可以快速找到想要購買的商品，提高購買效率及品質。

因此信標本身的佈建及維護穩定度即在此大量應用商機下扮演了重要的角色，

然而畢竟無線通訊技術應用於各個不同領域皆有其不同的考量重點，除了針對不同應用場域的許多限制考量，如何管理及維護大量已布建或新布建的信標裝置則成為一個新的議題。

本論文提出一個基於雲端的信標監測管理系統，可以提供管理者現有佈建場域中數十個甚至於上百個信標的即時訊息，辨識信標狀態，並提供維護人員在維修故障信標裝置時，快速定位的地理資訊協助。

本論文將在第二節討論無線通訊相關技術及文獻，第三章則就本系統的設計相關重要議題及考量提出設計方法及解決標的，最後一章則是對整個系統設計做一結論陳述與討論。

二. 無線通訊相關技術與文獻

首先針對幾種無線相關通訊技術論述如下：

2.1 藍牙通訊技術

藍牙的標準是 IEEE802.15.1，藍牙協定工作在無需許可的 ISM (Industrial Scientific Medical) 頻段的 2.45GHz。最高速度可達 723.1kb/s。為了避免干擾可能使用 2.45GHz 的其它協定，藍牙協定將該頻段劃分成 79 個頻道，(頻寬為 1MHz) 每秒的頻道轉換可達 1600 次。

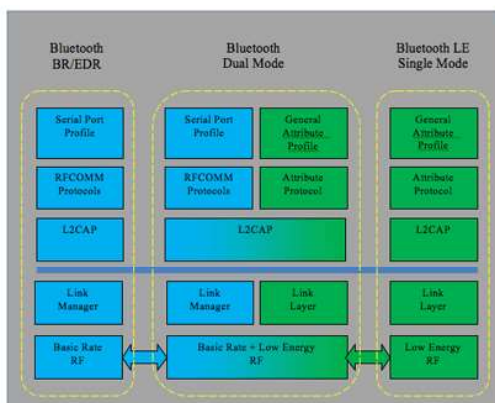


圖 1.不同藍芽裝置的通訊協定結構

資料來源：EE Times

而藍牙在通訊技術[4]分為基礎率/增強資料率 (BR/EDR) 和低耗能 (LE) 兩種技術類型。其中 BR/EDR 型是以對等網路拓撲結構建立一對一裝置通訊；LE 型則使用對等 (一對一)、廣播 (一對多) 和網格 (多對多) 等多種網路拓撲結構。而信標(Beacon)就是使用 BLE 4.0 低耗能技術為基礎，如圖 1 為不同藍芽裝置的通訊協定結構。

圖 2 是 Nordic 公司的信標開發模組套件，此套件是以該公司 nRF51822 [5]系統晶片為核心的評估套件，可以降低硬體的開發門檻及成本，快速進入信標的應用領域；除此之外，還有德州儀器(TI)公司的 CC2541[6] 及 Dialog 半導體公司的 DA1580[7]等也都是信標晶片的主要供應來源。



圖 2. Nordic nRF51822 開發模組

2.2 iBeacon

iBeacon[8]是蘋果公司所提出的「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」，是一套可用於室內定位系統的協議。

主要工作原理是藉由低功耗藍牙 (BLE 或藍牙 4.0) 的微定位訊號發射器不斷廣播的 Beacon 無線訊號封包，當使用者的手機進入到訊號接收的範圍內，手機

的 App 就會接收到 Beacon 發送的一連串代碼，之後便會開始觸發一連串的預設行為，或從雲端下載資訊，或是開啟其他 App 或其他裝置。原理示意圖如圖 3 所示：



圖 3. iBeacon 運作原理示意圖

2.3 Google Beacon [9]

Google 在 Beacon 設計領域的規劃大致區分為下列幾個部分：

Eddystone[10]：Eddystone 是一個協議規格，為近接信標定義了藍牙低功耗（BLE）訊息格式。它描述了幾種不同的訊框格式，可以單獨使用或組合使用它們來建立可用於各種應用的信標。

訊框格式如下列：

1. Eddystone-UID：是一個固定 ID，總長度包含了長度 10 個位元組的命名元件及 6 個位元組的實體元件。
2. Eddystone-URL：一個經過分析和解壓縮的已壓縮 URL，可直接由客戶端瀏覽器使用。
3. Eddystone-TLM：可用來管理 BLE Beacon 群組，知道信標裝置電源狀況或是運作是否異常，都可以藉此得知相關訊息。
4. Eddystone-EID：這個格式是屬於時變信標訊框，可以通過鏈接解析器解析為穩定的標識字串，如 Proximity Beacon API。

近接應用程式介面(Proximity API)：近接應用程式介面用在發展近接相關的 App 應用，例如當使用者逛街的時候，經過不同的櫃商店，只要進入信標觸發範圍，手機 App 就會顯示對應商家傳來的推播訊息。而 API 本身是一種雲端服務，開發者可以在雲端管理大量已部署的 Beacon，實現不同應用。例如基於近接應用程式介面所發展的 Nearby API，可以透過訂閱(Subscribe)和推播(Publish)等 API 功能，讓訂閱訊息的用戶接收到附近信標的推播訊息。此外，近接應用程式介面所提供的診斷端點裝置(Diagnostic Endpoint)功能，也可以幫助開發者管理監控各個信標是否運作正常。位置(Places) API 則可讓使用者取得信標所在的經緯度以及室內樓層等對應資訊，作為室內微定位的基礎。

實體網站(Physical Web)：通過實體網站，可以查看由周圍環境中所有裝置廣播的 URL 列表。任何物體都可以廣播自己的專屬 URL。提供設備或裝置上的專屬服務，目前手機上的 Google Chrome App 已經可以直接提供此項服務，而不必再安裝專屬 App 了。

三. 系統設計

根據第二章信標相關技術與特性分析之後，本章將依據各項信標佈建考量方式提出系統設計之方法與規格，並作一簡單測試與驗證其可行性。

3.1 系統設計需求

本系統須可以提供從信標佈建設計開始，直到整體建置完成及後續維護所需要的完整資訊建置流程與相關驗證。

步驟 1：根據應用情境設置各個信標所需之資訊設置 UUID、Major、Minor、發布時間間隔、Tx Power 等參數。

步驟 2：將設定完成之信標依據平面規劃配置圖件，裝設於設計好之相關位置並實際拍攝照片傳送至系統保存，此時系統立即可以顯示信標之位置與相關參數資訊。

步驟 3：佈建完成之後，啟動監控程序，並設定信標警示條件，如訊號不穩定、失聯、電源不足等。

步驟 4：建置維護 App 應用程式，提供維護人員相關故障信標置換時所需之位置指示與原始裝設時照片之存取，方便維護人員快速找到故障信標。

步驟 5：新信標置換完畢之後，可以即時上傳更新維護後之現場實際位置照片。

依據上述需求所列，本系統設計之應用情境示意圖如圖 4 所示，左邊利用「信標訊息擷取子系統」將已經佈署完成之所有信標，依據位置及接收訊號強度或地理位置分群，在每一信標群中設置一個「信標/無線網路閘道器」，將接收到之信標傳出之所有訊息轉置「雲端信標監測系統」中之資料庫進行儲存，再由系統進一步來辨識、分析等處理。

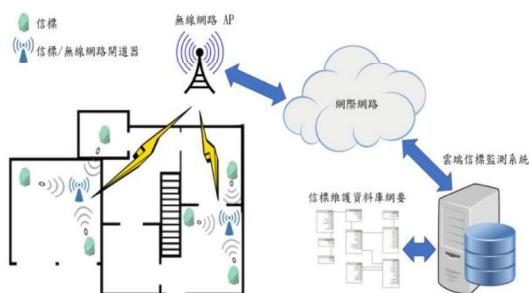


圖 4. 雲端信標監測系統示意圖

3.2 信標訊息擷取子系統

本子系統使用具備有 BLE 4.0 及無線網路介面的系統晶片開發板 ESP-32S[11]

來進行閘道轉換與傳送的設計，再接收到所有訊息之後轉換系統規範之格式後再經由無線網路快速轉送雲端系統，子系統功能示意圖如圖 5 所示。



圖 5. 信標資訊擷取子系統示意圖

3.3 雲端資料庫設計

監測資料庫系統設計資料表有信標資料表(BeaconID、UUID、RSSI、Major、Minor、Interval、BatteryLevel、FailNode、LocationID、Location Description、ProjectID)，地理位置資料表(BeaconID、LocationID、Map、Picture、Timestamp)，監測資訊資料表(BeaconID、Timestamp、RSSI、LocationID、)以及故障維修資料表(FailID、BeaconID)。

3.4 監測 App 應用程式

本系統在安裝時可以配合監測 App (如圖 6.) 將上方所顯示之信標訊號測試資料，上傳至後端資料庫先進行樣本存檔。

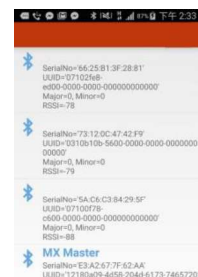


圖 6. 信標資訊量測校正

在信標安裝完成之後，如有故障則使用信標位置標定 App 如圖 7 所示，標定附近正常參考信標及地理位置圖、實際位置照片等資料，即可快速定位故障信

標裝置並進行置換或修正。

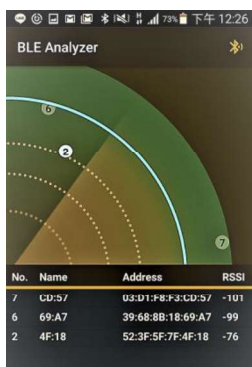


圖 7.信標訊號參照分析

3.5 系統驗證



圖 8.系建置規劃參考資訊

如圖 8.所示，本系已經初步建置於高雄捷運專案中，並已經由規劃進一步驗證其確實可以在管理及維護上增進效率及降低成本。

四. 結論

在本論文我們中提出一個雲端信標監測系統的設計，在設計中，雲端信標監測系統除了可以提供遠端信標的日常監測資訊(如 UUID、Major、Minor、Battery、RSSI)以外，還可以提供維護人員信標相關的地理位置資訊，便於維護人員快速地找出故障信標裝置，並進行置換或維修。

未來，若要針對應用系統之推播訊息修改或重要訊息管理，則需要更進一步的安全考量，如設定連線密碼方式，或採用輔助系統進行界接，在安全管控上較無疑慮。

致謝

本產學合作案(編號:正研產學字(106)第 094 號)感謝高雄捷運股份有限公司提供經費及實施場域，讓本案得以完成與實現，參與學生收穫良多，在此致上謝意。。

參考文獻:

- [1] S. Bluetooth, "Bluetooth core specification version 4.0," Specification of the Bluetooth System, 2010.
- [2] Yan, G. Z., Che, N., Liu, H., & Tang, Y. Y. (2015, May). How to confirm IBeacon direction?. In Electronic Engineering and Information Science: Proceedings of the International Conference of Electronic Engineering and Information Science 2015 (ICEEIS 2015), January 17-18, 2015, Harbin, China(p. 139). CRC Press. °
- [3] S. Jamil, A. Basalamah, and A. Lbath, "Crowdsensing traces using bluetooth low energy (ble) proximity tags," in Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication. ACM, 2014, pp. 71-74.
- [4] <https://www.bluetooth.com/bluetooth-technology>
- [5]http://infocenter.nordicsemi.com/pdf/nRF51822_PS_v3.1.pdf
- [6] <http://www.ti.com/product/CC2541>
- [7]<https://support.dialog-semiconductor.com/da1580-and-bluetooth-42-specification>
- [8] <https://zh.wikipedia.org/wiki/IBeacon>.
- [9]http://www.2cm.com.tw/technology/show_content.asp?sn=1605060008
- [10]<https://developers.google.com/beacons/eddytone>
- [11] <https://www.seeedstudio.com/ESP-32S-Wifi-Bluetooth-Combo-Module-p-2706.html>

The Design of Cloud-Based Beacon Monitoring System

Chun W. Tseng¹, Fung J. Liu¹, Fung J. Wu²

¹Department of Digital Multimedia Design, Cheng Shiu University, Taiwan

²Department of Computer and Information Science, Chinese Military Academy, Taiwan

Abstract

Since Apple announced its own iBeacon technology at WWDC in June 2013, it has driven the follow-up of beacon hardware and software technologies. Many applications have been developed, such as basic proximity sensing, indoor and outdoor positioning applications, various navigation service applications, environmental information dissemination applications (PM2.5 concentration), and other important human health sensing information applications.

However, the first stag before the establishment of all applications is to deploy a lot of beacons in the application field in advance. The details also include complicated steps such as installation, configuration, testing, and selection of device locations. Then, after the application system starts operating, lots of maintenance problems that need to be resolved. For example, the beacon hardware failures, RF signal interference, and insufficient battery will affect maintenance personnel to detect or replace new beacon products at the right position. All of above conditions will also cause extreme maintenance problems.

In this paper we propose a design of cloud beacon monitoring system. In our design, the system can provide daily monitoring information (such as UUID, Major, Minor, Battery state, RSSI) of remote beacons. Our system can also provide maintenance staff beacon-related information and geographic location information facilitates maintenance personnel to quickly find fault beacon devices and perform replacements or repairs.

Key words: iBeacon, Cloud, Monitor