

# 使用移動式資料收集器應用於情境感知之無線感測網路

鄭佳圻  
國立虎尾科技大學  
電機系副教授  
chcheng@nfu.edu.tw

羅偉嘉  
國立虎尾科技大學  
電機系研究生  
10065116@gm.nfu.edu.tw

吳伯彥  
國立虎尾科技大學  
電機系研究生  
poyang919@gmail.com

黃信偉  
國立虎尾科技大學  
電機系研究生  
10265120@gm.nfu.edu.tw

## 摘要

本文採用 ZigBee 無線感測網路透過量測 RSSI 值進行定位以實現情境感知功能。為了降低節點失效的情形，在 ZigBee 無線感測網路中的感測節點通常使用較低耗能之技術，因此傳輸距離往往會因其而備受限制。本文針對傳輸距離不足的問題這部分提出了加入移動式資料收集器(Mobile Sink)來實現收集各節點封包資料後，轉傳至 PC 端匯聚資料的功能，並以節點之間的 RSSI 指標來判斷此移動式資料收集器的相對位置，藉以得知可使用何種情境感知服務。

**關鍵詞：**移動式資料收集器、RSSI、ZigBee、無線感測網路。

## Abstract

This paper uses the RSSI value in the ZigBee WSN to calculate position to achieve context-aware service. In order to reduce the case of node failure, ZigBee sensor nodes typically use low energy consumption technology. Therefore, the transmission distance is often constrained severely. Thus, we propose to use the mobile data collection device to collect each node and aggregate data to the PC side to solve the problem of insufficient transmission distance. We use RSSI indicator of each nodes to judge the relative position of this mobile sink to make context-aware services.

**Keywords:** Mobile Sink, RSSI, ZigBee, Wireless Sensor Networks.

## 1. 前言

近年來，因為無線通訊(Wireless Communication)的快速發展，許多應用也伴隨

著隨之出現，較熱門的其中之一就是有關定位(Positioning)。定位又分為戶外與室內定位系統，在戶外定位系統方面，最為廣泛使用的為全球定位系統(Global Positioning System, GPS)[1-2]，以接收太空中環繞地球的衛星所發出的訊號來做定位，但容易受到氣候等因素影響，有時會造成相當程度的誤差，更因為 GPS 需與衛星保持直視 (Line-of-Sight, LoS)，因此，GPS 不適用於室內環境。

目前在室內定位系統中，常使用的通訊技術有無線保真(Wireless Fidelity, Wi-Fi)、藍牙(Bluetooth)以及 ZigBee 等等。在 Wi-Fi 中的客戶端(Client)以存取點(Access Point, AP)來作為其無線網路的服務設定識別碼(Service Set Identifier, SSID)，再利用此 SSID 找出參考節點並取其信號強度以估算未知目標節點的相關位置[3-4]。Wi-Fi 網路的連結本身的功耗很大，而且一旦開啟就會持續連結並相當耗電，堪稱行動裝置的續航力殺手之一。Bluetooth 則利用裝設適當的藍牙區域網路接入點，將網路配置成聯網路(Scatternet)的連接模式，並利用信號強度來估算距離，以獲得用戶端的相關位置[5-6]。藍牙的缺點為參考節點總數受限，導致其定位範圍亦受到一定的限制。ZigBee 無線感測網路具有低速、低耗電、低成本、支援大量網路節點、支援多種網路拓撲、低複雜度、快速、可靠、安全等特色，利用許多固定節點偵測與未知目標節點之間信號強度，再選擇其中信號強度較佳之少數節點以估算未知目標節點的位置[7]。因此本文在室內定位的部分，將選擇採用 ZigBee 無線感測網路做實現。

## 2. 相關技術

情境感知(Context-Awareness)最早是由 Schilit 和 Theimer 在 1994 年提出的[8]，主要是在無線網路的環境下，能夠將使用者所要求的資訊，依照不同地理環境，透過感應器的協助

及依據當時的情境因素，以實現提供適當資訊給使用者，使系統更瞭解真實世界中使用者的各種狀態。

情境感知服務流程可分為四個步驟，包括確認情境資訊、感測器感知、情境資訊處理、提供服務，如圖 1。

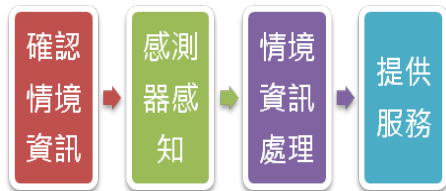


圖 1 情境感知服務流程

- 情境資訊 - 可分為使用者情境資訊(User Context)以及實體環境情境資訊(Physical Context)。
  - 使用者情境資訊：與使用者相關的如年齡、性別、情緒、習慣、喜好、能力等資訊
  - 實體環境情境資訊：如時間、位置、氣溫、光亮、所處環境設施等資訊。
- 感測器感知 - 可分為硬體感測及軟體感測。
  - 硬體感測：主要是透過如裝置在載具上的時鐘偵測時間、GPS 定位、溫度計感測溫度、藍芽偵測及辨識身分、方向感應器偵測載具方向等。
  - 軟體感測：利用紀錄使用者的習慣、使用歷程、喜好，或是透過檢測、測驗以了解使用者程度，並給予相對之服務。
- 情境資訊處理 - 可分為集中式處理以及分散式處理。
  - 集中式處理：將感測到的情境資訊傳送至伺服器，再將運算結果回傳回終端，提供服務。
  - 分散式處理：在本機端處理情境資訊，並直接產出運算結果，提供服務。
- 情境服務模式 - 可分為主動服務模式(Active context)及被動服務模式(Passive context)。
  - 主動服務模式：系統會依照接收到的情境資訊，改變系統的行為模式，例如在會議時，手機會依照預先輸入在行事曆上會議的時間，將鈴聲切換至

靜音或是拒接。

- 被動服務模式：系統會依照接收到的情境資訊，改變系統資訊呈現方式，例如使用線上購票時，系統會依照使用者過去喜好，在購票的同時，推薦相關電影。

### 3. 系統架構

本論文以 ZigBee 無線通訊網路為主架構，以瑞帝電通國際有限公司所代理的 HBE-ZigbeX Mote，如圖 2，作為核心感測器。以 HBE-ZigbeX Mote 接收 RSSI 值以判斷 Mobile Sink 的相關位置。

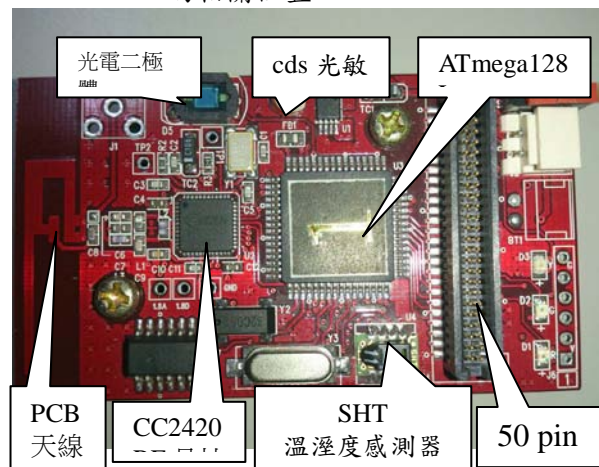


圖 2 HBE-ZigbeX Mote

建構 RSSI 估測的實驗，必須先了解實驗設備之特性，HBE-ZigbeX 的無線傳輸晶片為 CC2420，從 CC2420 的 datasheet 中得知，其 RSSI 值的測量值為 8 bit 有號的 2<sup>'s</sup> 補數，儲存在的暫存器中，如式(1) [9]。

$$P = RSSI\_VAL + RSSI\_OFFSET \text{ [dbm]} \quad (1)$$

其中  $RSSI\_OFFSET$  為系統前端的增益，其增益值約為 -45 dbm。

實驗環境為虎尾科技大學電機館五樓通訊實驗室，平面圖如圖 3，以 HBE-ZigbeX Mote 量測 RSSI 值，

設定固定節點與目標節點之距離範圍為 1~5 公尺(m)，將不同距離所量測的十六進制之 RSSI 值轉換為十進制，並分別各取 100 筆值取其平均以式(2)計算後[10]，用以建立其通道模型，設定目標節點使用最大功率(maximum)，固定節點使用最小功率(minimum)的通道模型，如圖 4。

$$RSSI_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RSSI_i \quad (2)$$

其中  $RSSI_i$  為第  $i$  筆的 RSSI 值， $n$  為有效封包取樣總數。

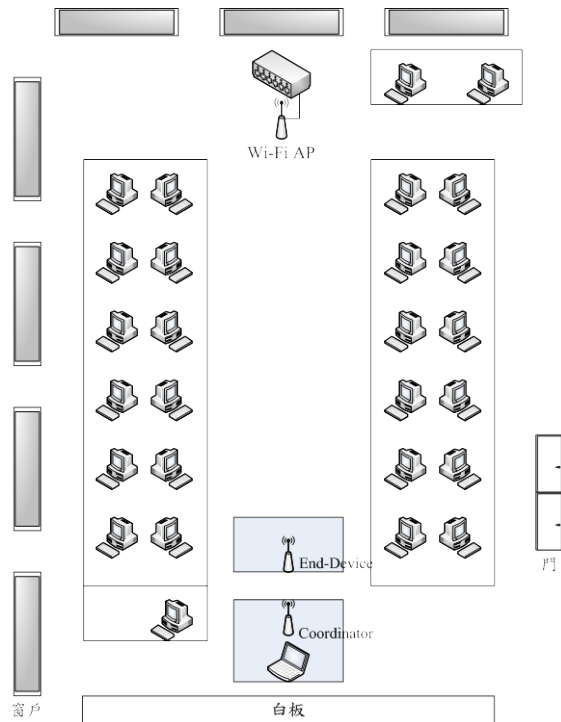


圖 3 實驗環境

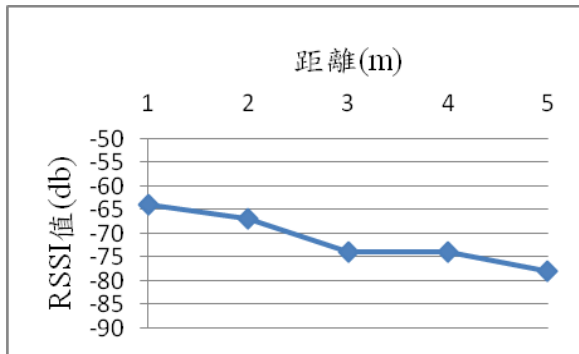


圖 4 RSSI 值對應距離關係之通道模型 (DPOWERmax, FPOWERmin)

採用 1 個 Mote 當作 coordinator(Mote 0)，透過 uart 傳輸的方式連接電腦，並採用 1 個 Mote 作為 mobile sink(Mote 1)，以及數個 Mote(Mote 2, Mote 3, Mote 4, ……)作為量測 RSSI 值的固定站點，將其分別當作不同位置之代表，模擬如圖 5 之環境。

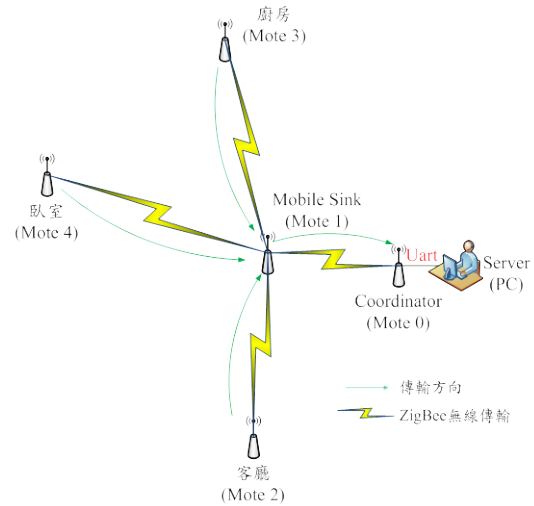


圖 5 模擬 one-hop 系統實作

#### 4. 實作結果

由於進行 one-hop 傳送時，要避免固定站點之間互相干擾，又要讓 Mobile Sink 達到最遠距離傳輸資料給 coordinator，因此將固定站點與 coordinator 的功率設定為 minimum，將 Mobile Sink 的功率設定為 maximum，將實驗環境設定如圖 6 所示。將 Mobile Sink 以不固定移動距離移動後停駐收值並標記後實測的結果呈現如表 1 所示。

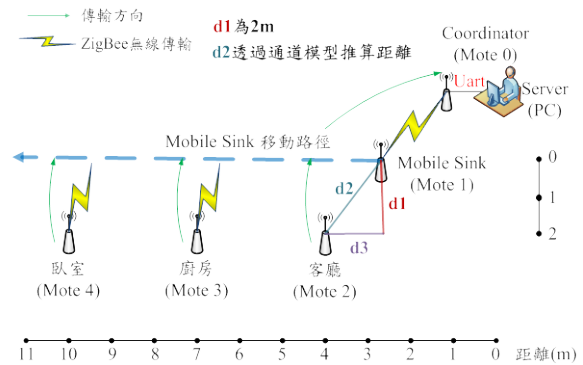


圖 6 實作 one hop 系統示意圖

表 1 實作 one-hop 系統實驗數據

MS 盲測地點	1st 位置	2nd 位置	3rd 位置	4th 位置	5th 位置
客廳 (Mote2)	-70db	-68db	-73db	-76db	X
廚房 (Mote3)	-74db	-74db	-66db	-66db	-76db
臥室 (Mote4)	X	X	-76db	-72db	-70db

將表 1 的數據藉由前一章節所創建之通道模型可用來判斷 Mobile Sink 的相關位置，判斷結果如下：

(1) 第一次收值時，Mote 2 的 RSSI 值為 -70db、Mote 3 的 RSSI 值為 -74db、沒有接收到 Mote 4 的 RSSI 值；根據圖 6 固定站點的擺放位置，應可推斷 Mobile Sink 在 Mote 2 的右側，並距離 Mote 2 約 2.5m，透過畢氏定理，可推斷 Mobile Sink 距離原點的水平距離為 3m，實際上距離原點的水平距離為 2.8m，誤差為 0.2m。

(2) 第二次收值時，Mote 2 的 RSSI 值為 -68db、Mote 3 的 RSSI 值為 -74db、沒有接收到 Mote 4 的 RSSI 值；根據圖 6 固定站點的擺放位置，應可推斷 Mobile Sink 在 Mote 2 與 Mote3 之間，並距離 Mote 2 約 0.5m，透過畢氏定理，可推斷 Mobile Sink 距離原點的水平距離為 4.5m，實際上距離原點的水平距離為 4m，誤差為 0.5m。

(3) 第三次收值時，Mote 2 的 RSSI 值為 -73db、Mote 3 的 RSSI 值為 -66db、Mote 4 的 RSSI 值為 -76db；根據圖 6 固定站點的擺放位置，應可推斷 Mobile Sink 在 Mote 2 與 Mote3 之間，並距離 Mote 3 約 2.2m，透過畢氏定理，可推斷 Mobile Sink 距離原點的水平距離為 6m，實際上距離原點的水平距離為 5.8m，誤差為 0.2m。

(4) 第四次收值時，Mote 2 的 RSSI 值為 -76db、Mote 3 的 RSSI 值為 -66db、Mote 4 的 RSSI 值為 -72db；根據圖 6 固定站點的擺放位置，應可推斷 Mobile Sink 在 Mote 3 與 Mote4 之間，並距離 Mote 3 約 2.3m，透過畢氏定理，可推斷 Mobile Sink 距離原點的水平距離為 8.1m，距離原點的水平距離為 8m，誤差為 0.1m。

(5) 第五次收值時，沒有接收到 Mote 2 的 RSSI 值、Mote 3 的 RSSI 值為 -76db、Mote 4 的 RSSI 值為 -70db；應可推斷 Mobile Sink 在 Mote 4 的左側，並距離 Mote 4 約 2.5m，透過畢氏定理，可推斷 Mobile Sink 距離原點的水平距離為 11.5m。實際上距離原點的水平距離為 11.5m，誤差值為 0。

根據上述，將 Mobile Sink 移動的水平距離誤差，整理如表 2，並繪出比較圖如圖 7。

表 2 One-hop 系統誤差

位置	1st 位置	2nd 位置	3rd 位置	4th 位置	5th 位置
推斷距離	3 m	4 m	6 m	8.1m	11.5m
實際距離	2.8m	4.5m	5.9m	8 m	11.5m

誤差	0.2m	0.5m	0.2m	0.1m	0 m
----	------	------	------	------	-----

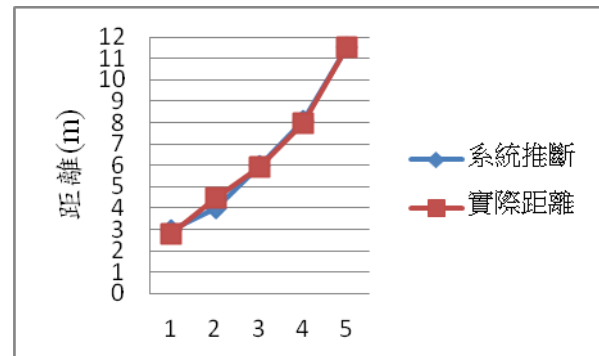


圖 7 One-hop 系統誤差比較

## 5. 結論

本文採用 ZigBee 無線感測網路透過量測 RSSI 值進行定位以實現情境感知功能，為了降低節點失效的情形，在 ZigBee 無線感測網路中的感測節點通常使用較低耗能之技術，因此傳輸距離往往會因其而備受限制。本文提出了加入移動式資料收集器(Mobile Sink)來實現收集各節點封包資料轉傳至 PC 端匯聚資料的功能，以解決傳輸距離不足的問題，並以節點之間的 RSSI 指標來判斷此移動式資料收集器的相對位置，藉以得知可使用何種情境感知服務。

## 參考文獻

- [1] N. Watthanawisuth, N. Tongrod, T. Kerdcharoen and A. Tuantranont, "Real-time monitoring of GPS-tracking tractor based on ZigBee multi-hop mesh network," in *Electrical Engineering/Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2010 International Conference on*, 2010, pp. 580-583, 19-21 May 2010.
- [2] Z. Deng, L. Xu, W. Ren and H. Wang, "A Rapid Acquisition Algorithm of WSN-aided GPS Location in Pervasive Computing," in *Engineering in Medicine and Biology Society, 2008. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE*, pp.498-501, 20-25 Aug. 2008.
- [3] Y. Wang, X. Yang, Y. Zhao, Y. Liu and L. Cuthbert, "Bluetooth Positioning using RSSI and Triangulation Methods," in *Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2013 IEEE*, pp. 837-842, 11-14 Jan. 2013.

- [4] Z. Li, L. Xiao, S. Jie, G. Cathal and Z. Zhiliang, "A Comprehensive Study of Bluetooth Fingerprinting-Based Algorithms for Localization," in *Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), 2013 27th International Conference on*, pp. 300-305, 25-28 Mar. 2013.
- [5] N. Alsindi, Z. Chaloupka and J. Aweya, "Entropy-based Location Fingerprinting for WLAN Systems," in *Proc. International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 2012*, pp. 1-7, 13-15 Nov. 2012.
- [6] V. K. Jain, S. Tapaswi and A. Shukla, "Distributed location estimation system using WLAN received signal strength fingerprints," in *Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2012 IEEE*, pp. 3102-3106, 1-4 Apr. 2012.
- [7] L. Wu, J. L. Huang and Z. H. Zhao, "ZigBee Wireless Location System Research," in *Computer Modeling and Simulation, 2010. ICCMS '10. Second International Conference on*, pp. 316-320, 22-24 Jan. 2010.
- [8] B. Schilit, N. Adams and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," in *Mobile Computing Systems and Applications, 1994. WMCSA 1994. First Workshop on*, pp.85-90, 8-9 Dec. 1994.
- [9] *CC2420 datasheet*, Texas Instruments, Austin, Texas, 2006.
- [10] Z. Jianwu and Z. Lu, "Research on Distance Measurement Based on RSSI of ZigBee," in *Proc. International Conference on Computing, Communication, Control, and Management, 2009. CCCM 2009, ISECS*, pp. 210-212, 8-9 Aug. 2009.