

使用微型叫號器改善醫院門診叫號系統

Using a small calling machine to improve the outpatient calling system of the hospital

塗庭輝

中興大學資訊科學與工程研究所
person27@pixnet.net

王丕中

中興大學資訊科學與工程研究所
pcwang@nchu.edu.tw

摘要

無線傳輸的技術於近年來成長得相當快速，例如 Bluetooth、RFID、WIFI、Zigbee..等等，各自有著不同的性質，因此各自的應用領域也有所不同。與其他技術相較而言，Zigbee 有著低耗電、低成本、低複雜度、支援大量網絡節點..等多項優點，因此常被應用於保全、家庭自動化及醫療方面用途。這也是本文所採用 Zigbee 的原因之一。

在醫療的領域中，Zigbee 一直是個非常熱門的應用，如跌倒偵測系統、醫療照護系統..等，原因不外乎上述優點，但除此之外 Zigbee 的發射功率比 PHS 還低，干擾醫療器材的機率不高，也造就了 Zigbee 比其他技術更適合應用於醫療的領域中的理由。

本文將 Zigbee 的技術應用於診間叫號器上，透過無線傳輸的方式將診間叫號器上的看診號碼傳送至接收板，讓病患可隨時掌握目前看診進度，並可安心地利用待號的空間時間去使用醫院的附加設施。此外，本系統也加入了叫號提醒功能，用來提醒病患該回候診區等待就診了，以降低過號發生的狀況。

關鍵詞：微型叫號器，Zigbee 感測網路，醫院門診。

Abstract

Wireless transmission technology is growing quite fast in recent years. Example: Bluetooth、RFID、Wifi and Zigbee .. etc.. They are not only different properties, but also be applied in different fields. There are some advantages in the Zigbee, like low cost, low power, low complication and support a lot of nodes. So it is often used in Security, Automatically Family, Medical. This is why we use Zigbee to create this system.

Zigbee is very popular application in the Medical field. Fall detection system, health care system .. etc.. The advantages are as above, but the low power is the other advantage of Zigbee. Its lower than PHS, and it is not easy to interfere with medical equipment. So Zigbee is very suitable for using in the medical field.

In this paper, I use the Zigbee network compare with the outpatient calling system. The registered number could be transferred from examination room

to end device thought wireless. The patients can control their waiting time, and go to use the other public facilities in the hospital. In addition to add the reminder function. To reminder patients to go back the examination room. It is good for patients to avoid expired registered number issue.

1. 前言

有鑑於一般民眾前往醫院就診，不論是預約掛號者或是現場掛號者，為了避免過號的狀況發生，大部分的病患都會待在診間前的候診區，看著牆上的診間叫號器跳號，直到自己進入診間就診為止，但往往一等就是一兩個小時，甚至一個早上或下午都有，依照部分醫院的規定，過號者得多等上三至五位才能被安插進看診序列，這也是病患不敢離開候診區主因。

因此本文所設計的微型門診叫號系統，利用微型叫號器可方便讓病患帶著走的優勢，把診間號碼透過 Zigbee 網路傳送至微型叫號器，且讓配戴的病患隨時都能接收到該診間目前的看診號碼，並配合提醒功能來告知就診號碼已近，讓患者自行斟酌的是否該回診間前待診。如此一來病患的待診空間將不被限制於候診區，且能隨時掌握看診的進度，進而放心地使用各項醫院的公共設施。

2. Zigbee 相關研究

2.1 模組介紹

協調者(Coordinator)：不論採用任何網路拓樸為架構，整個網路中一定要有一個 Coordinator 且只能有一個。在網路層上，Coordinator 通常只在系統初始化的時候起到重要的作用，在一些應用中網路初始化後，便關閉了 Coordinator 節點，此時網路仍然可以正常工作。但如果 Coordinator 還負責提供路由或提供應用層的額外服務，則 Coordinator 則不能被關閉，必須持續性的工作。

路由器(Router)：如果 Zigbee 網路採用了樹狀或網狀拓樸，則就需要用到 Router 節點，用來作為 Coordinator 與 End Device 的溝通橋樑。

終端節點(End Device)：主要用來發送或接收訊號，當它不在發送或接收的狀態下時，通常是處於休眠狀態以降低耗電量。End Device 不能轉發訊

號也不能讓其他節點加入網路，父節點給 End Device 子節點的數據，通常會被存在 Coordinator 或 Router 的 Buffer 中，等待 End Device 來拉取，因此 Coordinator 及 Router 與 End Device 的通訊會比較慢，如果不考慮休眠功能的話，可使用 Router 來替代 End Device。

2.2 拓撲分類

星狀拓撲為最簡單的一種拓撲形式，包含一個 Coordinator 和一系列的 End Device。每一個 End Device 只能和 Coordinator 進行通訊。如果需要在兩個 End Device 之間進行通訊必須通過 Coordinator 進行信息的轉發。這種拓撲形式的缺點是節點之間的數據路由只有唯一的一個路徑。Coordinator 有可能成為整個網路的瓶頸。

樹狀拓撲包括一個 Coordinator 以及一系列的 Router 和 End Device，他的子節點的 Router 也可以連接一系列的 Router 和 End Device。這樣可以重複多個層級的樹狀拓撲。這種拓撲方式的缺點就是訊息傳遞只有唯一的路由通道。另外訊息傳遞的路由是由協議棧層處理的，整個的路由過程對於應用層是完全透明的。

網狀拓撲形式和樹狀拓撲相同，但是多了更加靈活的訊息傳遞路由規則，在可能的情況下，路由節點之間可以直接的通訊。這種路由機制使得信息的通訊變得更有效率，一旦一個路由路徑出現了問題，訊息可以自動的沿著其他的路由路徑進行傳遞。

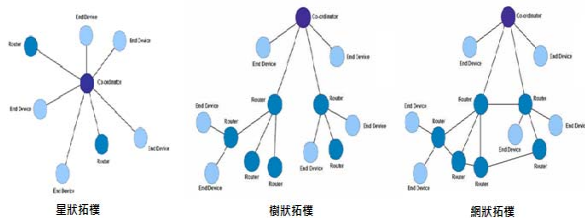


圖 1 Zigbee 拓撲種類

2.3 路由分類

Zigbee 路由共分作下述三種模式。

抑制路由探索(Suppress_Route_Discovery)：使用現有路由表，若無路由表，則沿著樹狀路徑進行路由。本文採用抑制路由模式，因 client 節點會不停的變動，若使用路由表則會相當耗能，因此使用此模式配合 broadcast 進行訊息的傳遞。

啟動路由探索(Enable_Route_Discovery)：使用現有的路由表，若無路由表，則啟動探索動作，進行路由表的建立。

強制路由探索(Force_Route_Discovery)：不論是否已建立路由表，都將強制進行路由探索，建立新的路由表，若使用此模式，應該加強對網路的管理，因為它會產生大量的網路流量。

2.4 醫療之應用

Zigbee 較常被應用於家庭的自動化，如家電控制等用途，其實目前已逐漸拓展到生活中的其他領域，如遠距醫療、健康照護..等，因應高齡化社會的到來，Zigbee 也為醫療領域提供了更良好的解決方案。

1. 即時遠距醫療全方位診斷系統，由台大醫院遠距會診系統及台大生物醫學微機電系統研究群合作的研發成果。假設病人遭遇突發性心肌梗塞的狀況，在病人身上設置感測裝置，就可以偵測病人身上的生理訊號，體溫、心跳、脈搏..等資訊透過 Zigbee 網路傳輸資料，再透過網際網路傳回到醫院的控制中心，供醫生作為診斷時的參考。

2. Zigbee 離床感知系統是由交通大學智慧生活科技區域中部整合中心所研發的。當家庭中的老人在半夜中起床的時候，經由 ZigBee sensor 的感測可立即觸動檯燈的開關，讓老人家的活動更為安全。未來此技術可延伸應用於燈控及諸多節能設備的應用上，將所有不同的設備整合成一個居家照護系統。

3. 個人健康監測適用於 65 歲以上的老人(一般民眾亦可)，可用來監測老人們的日常活動與安全狀況。許多裝置皆可透過 ZigBee 傳輸老人的健康狀況與即時資訊，包括血壓計、體重計、手機、煙霧訊號偵測、定位手環、緊急按鈕、跌倒偵測器等。當老人的健康出現異常情況時(如：血糖值過高)，使護理人員的手機可立即收到文字簡訊，掌握老人的健康狀況。

在這種情境中的監測，不會專以監測老人們的健康狀況為主，因此配戴在老人身上的監測裝置必須要能分辨老人們不同情況的資訊蒐集，而且也可以協助個人健康日誌紀錄的功能，讓老人可以評估自己的病況。

4. 慢性病監測，慢性病的種類很多，包括心臟病、糖尿病、氣喘、睡眠障礙等，這些慢性病都需要進行某種程度的監測，依據慢性病階段的不同，又可以分成三種監測的類型：

(1) 偶發性病人監測：對於並非處在發病期的病人，ZigBee 可定期追蹤病人的特定指標，以了解病人的病況或是康復的情況。例如糖尿病患者的血糖變化量追蹤。

(2) 連續性病人監測：對於需要持續監視的重症病患，ZigBee 也可以持續傳輸病人的生理資訊。例如心律不整病人的突發性狀況追蹤，可偵測到病發狀況時的心跳狀況。

(3) 病人警示監測：當病人處於特殊情況時(如：身上某些生理指標超出正常範圍)，監測裝置可以透過 ZigBee 觸發警示。如前述的糖尿病人，當血糖值超標時，警示訊號就會立刻傳給病人與醫師，同時監測裝置也會增加測量的頻率。

5. 個人健身監測，近年來民眾對健康意識的提升，使得個人健身的市場逐漸擴增，而 ZigBee

也可以應用在健身資訊的監測上，例如民眾使用跑步機時，身上穿戴的監測裝置就可以即時記錄心跳、血壓等資訊，並立刻或是稍後透過 ZigBee 傳輸至遠端的伺服器上。對於想要進行馬拉松訓練的民眾，就可以透過跑步監測的結果了解自己的訓練狀況。監測裝置也可以達成警示的功能，例如使用者的心跳過快時，監測裝置透過 ZigBee 將資料傳到遠端伺服器後，伺服器可以再傳命令讓跑步機速度變慢，以降低使用者的危險。

3. 系統設計與測試

本次實驗使用英國 Jennic 公司所生產的無線感測板，型號 5139-EK010，感應板內建溫濕度及亮度感測功能模組，電力來源為兩顆 4 號乾電池；Zigbee 模組部分則有 M00R1、M01R1 及 M02R1 三種。感測板程式以 C 語言於 Jennic CodeBlocks 底下編譯，再透過 Jennic Flash Programmer，將編譯好的 bin 檔燒錄進各款 Zigbee 模組，已發揮 Coordinator, Router 及 End Device 的各項角色的功能。接收介面平台使用 C#開發 windows form，並接收 Serial Port 資訊來做後續的應用。

3.1 實驗角色介紹

掛號系統(Coordinator)(圖 2 右)：診間的看診號碼會由有線網路傳送至掛號系統，再藉由廣播方式轉發到病患端(End Device)。在設定中，有四個要點，1. APS_ADDRMODE_SHORT：使用短地址模式，在 Zigbee 網路中 Coordinator 固定為 0x0000。2. 0xFFFF：廣播封包的短地址，將封包送往所有的 End Device。3. AF_MSG：此為封包的型態，在 Zigbee 系統裡，封包型態分做 MSG 及 KVP 兩種。MSG 為 Zigbee 封包類型的一種，內容包含資料長度及資料。KVP 為 Zigbee 封包類型的一種，內容較 MSG 來的複雜，除了資料長度及資料本身外，還包含了屬性 ID、資料型態、指令型態..等。4. SUPPRESS_ROUTE_DISCOVERY：此為路由探索的模式，這裡使用的是抑制路由探索。

路由器(Router)(圖 2 中)：視情況佈置，當 End Device 與 Coordinator 距離過遠，則放置 Router 來轉發訊號。Jennic 所設定的 Router，轉發封包是即時性的，若 End Device 有啟動休眠功能的話，則會將封包暫存於 Buffer 區，待 End Device 解除休眠狀態並進行接收。

病患端(End Device + 接收介面)(圖 2 左及圖 3)，使用 NB 開發 C#接收介面，與感應板結合來模擬微型叫號器的功能，以達到此系統的需求。在設定中，必須指定資料來源端的位置，這裡設定了 0x0000 指的是 Coordinator。

掛號人員協助病患設定接收板的步驟(圖 3)：
Step1. 輸入診別，輸入病患所掛號的診間代碼。
Step2. 輸入掛號號碼，輸入病患所掛號的號碼。

Step3. 按下啟動鈕，經系統判斷後，會自動帶出「診間名稱」、「目前看診號碼」、「等待時間」、「現在時間」。

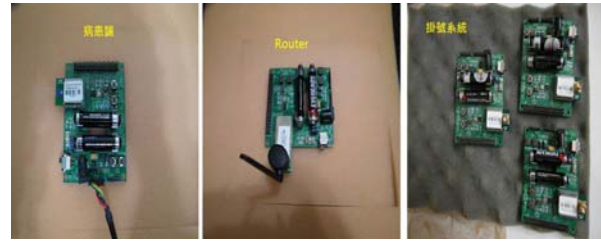


圖 2 三種角色的感測板設置



圖 3 病患端的接收介面

3.2 系統設計與架構

本實驗所設置的三種角色，病患端的微型叫號器、路由器以及掛號系統如圖 3，掛號系統的由三塊 Zigbee 感測板所組成，其中兩塊是用來模擬診間的跳號所設置的，讓掛號系統有看診號碼可以轉發。

目前醫院的就診流程為掛號→待診→就診→批價→拿藥，本文將微型叫號器加入了此流程，用來改善待診時間浪費的問題，掛號→設定微型叫號器(掛號人員協助)→待診(可依病患喜好選擇待診區域)→就診→批價→回收微型叫號器→拿藥。

此系統的架構圖如圖 4，為避免無線網路阻塞且效能變差，前半段使用目前醫院的有線網路來完成，而本論文致力於後半段無線網路的應用。掛號系統(Coordinator)透過廣播方式，將收集到的診間目前看診號碼發送至所有的病患端，透過微型叫號器上的接收介面如圖 5 進行過濾，來判斷是否該接收此訊息，並做等待時間的計算。

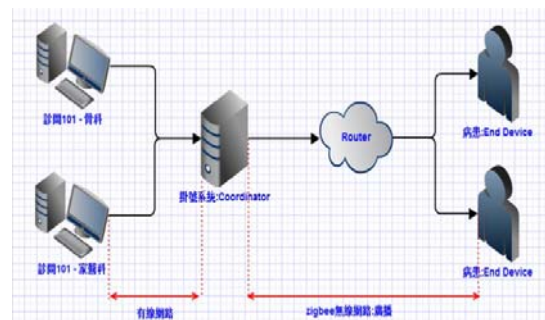


圖 4 系統架構圖

3.3 功能測試

3.3.1 測試一：直接傳遞與接收

測試掛號系統能否直接將目前看診號碼傳送至病患手上的模擬叫號器。透過左手邊的掛號系統，將診間目前的看診號碼，透過廣播方式傳送到病患端，由病患端的接收介面程式，由圖 5 得知，病患端可正常接收訊號，且兩項叫號提醒的功能，作動上都無問題，可依照設定於指定的狀況下執行。



圖 5 測試一的功能測試

3.3.2 測試二：間接傳遞與接收

測試 Router 轉傳訊號功能是否能正常運作。設置於 L 型轉角處，將掛號系統與病患端，置於 L 型的兩端，將 Router 放置於轉角，讓訊號可藉由 Router 從掛號系統發送到病患端。由圖 6 得知，病患端可接收到訊號；將 Router 移除後，並靜置一段時間(約 50 秒)，發現病患端無法持續接收數據(原設定為每 12 秒發送一次)，因此反推，Router 的功能是可正常運作的。



圖 6 Router 功能的測試

4. 實驗及數據分析

經由實驗 4.1 至 4.3，來決定情境模擬時所適用各項角色的 Zigbee 模組。

4.1 實驗 1 – 室外距離測試與數據分析

測試室外訊號接收距離，以便提供實際環境佈置時的數據參考，如院內的露天咖啡座、室外吸菸區..等室外環境。角色說明：掛號系統使用 M01R1(天線)；病患端模組使用 M00R1(陶瓷感應板)、

M01R1、M02R1、M01R1(天線)、M02R1(天線)。測試環境：中興大學理學院周邊約 100 公尺直線距離。

實驗數據如表 1，醫院的室外環境不易佈置感應板，但又考量到有室外環境的存在，故測試 100m 內的數據，作為建置的參考依據。M01R1 在沒使用天線的情況下，於室外空曠處僅在 10 公尺內可以勉強接收到訊號，M02R1 的接收距離更連 5 公尺都不到。反觀 M00R1、M01R1(天線)與 M02R1(天線)於 100 公尺內的測試，不因距離變化而有接收訊號困難的問題。因此，若要佈建感應板在醫院的室外區域，須使用 M00R1(陶瓷感應板)或將 M01R1、M02R1 加裝天線，以確保訊號傳輸上的穩定性。

表 1 室外訊號接收測試

(室外)	感應板型號(病患端)				
接收距離	M00R1	M01R1	M02R1	M01R1(天線)	M02R1(天線)
10 公尺	Y	Y	N	Y	Y
20 公尺	Y	N	N	Y	Y
30 公尺	Y	N	N	Y	Y
40 公尺	Y	N	N	Y	Y
50 公尺	Y	N	N	Y	Y
60 公尺	Y	N	N	Y	Y
70 公尺	Y	N	N	Y	Y
80 公尺	Y	N	N	Y	Y
90 公尺	Y	N	N	Y	Y
100 公尺	Y	N	N	Y	Y

4.2 實驗 2 – 室內距離測試與數據分析

測試室內訊號接收距離，以便提供實際環境佈置時的數據參考，如餐廳、微型圖書館、大廳、走廊..等室內環境。角色說明：掛號系統使用 M01R1(天線)；病患端模組使用 M00R1(陶瓷感應板)、M01R1、M02R1、M01R1(天線)、M02R1(天線)。測試環境：中興大學理學院 1 樓室內約 50 公尺直線距離。

實驗數據如表 2，醫院的室內環境在無任何遮蔽的狀況下，很難有直線的長距離，故測試 50m 內的數據，作為建置的參考依據。M01R1 與 M02R1 在室內的接收距離有 20 及 10 公尺，因測是環境為空曠的長廊，故訊號的接收狀況較室外來的好。M00R1、M01R1(天線)與 M02R1(天線)則依舊有著良好的接收狀態，室內 50 公尺內皆可正常接收，為確保收訊品質，故仍建議使用此三種裝置來佈建室內的無線環境。

表 2 室內訊號接收測試

(室內)	感應板型號(病患端)				
接收距離	M00R1	M01R1	M02R1	M01R1(天線)	M02R1(天線)
5 公尺	Y	Y	Y	Y	Y
10 公尺	Y	Y	Y	Y	Y
15 公尺	Y	Y	N	Y	Y
20 公尺	Y	Y	N	Y	Y
25 公尺	Y	N	N	Y	Y
30 公尺	Y	N	N	Y	Y
35 公尺	Y	N	N	Y	Y
40 公尺	Y	N	N	Y	Y
45 公尺	Y	N	N	Y	Y
50 公尺	Y	N	N	Y	Y

4.3 實驗 3 – 接收環境測試與數據分析

模擬醫院內的多項接收環境，來測試接收訊號的狀況。角色說明：掛號系統使用 M01R1 (天線)；病患端模組使用 M00R1(陶瓷感應板)、M01R1、M02R1、M01R1(天線)、M02R1(天線)。測試環境及條件：轉角(樓梯間)、電梯內、隔間(金屬)、隔間(非金屬)、病患慢走。

實驗數據如表 3，此實驗驗證了 Zigbee 訊號傳輸中，如遇到金屬與水泥的障礙物擋住了直線傳送的路徑，則會造成接收端無法接收，另外接收端在低速移動的情況下，不會影響訊號接收。

表 3 模擬醫院內多項接收環境

接收環境	感應板型號(病患端)				
	M00R1	M01R1	M02R1	M01R1(天線)	M02R1(天線)
轉角(樓梯間)	N	N	N	N	N
電梯內	N	N	N	N	N
隔間(非金屬)	Y	Y	Y	Y	Y
隔間(金屬)	N	N	N	N	N
患者慢走(5km/hr)	Y	Y	Y	Y	Y

4.4 情境模擬

如圖 7 與圖 8，實際於醫院內進行系統測試，利用模擬的情境來計算出訊號接收的延遲時間，作為此系統是否可被接受的依據。模擬情境內容為，101 診間骨科，平均病患平均看診時間約 30 秒 (Rn)；掛號系統設置為每 5 秒轉發目前看診號碼；A 患者設定為 51 號，其行徑路線為，A1 - 掛號/批價處 → A2 - 1F 洗手間 → A3 - 醫院大廳 → A4 - 商店街 → A5 - 電扶梯 → A6 - 便利超商 → A7 - 候診區；B 患者設定為 72 號，其行徑路線為，B1 - 掛號/批價處 → B2 - 醫院大廳 → B3 - 咖啡吧 → B4 - 室外吸菸區 → B5 - 電梯 A → B6 - 餐廳 → B7 - 候診區。其他參數設定如下：

1. 系統延遲時間(Cd)：掛號系統每 5 秒轉發一次訊號，其值決定於系統轉發的第 N 秒，稱之為系統延遲時間。例：若外科診間看診速度為 36 秒一位病患，則系統的延遲時間為 1 秒；若看診速度為 53 秒一位病患，則系統的延遲時間為 3 秒，以此類推。

➤ $Cd = Rn \% 5$ (單位：秒)

表 4 系統轉發所造成的延遲時間

轉發時間(第 N 秒)	一	二	三	四	五
應增加的延遲時間(秒)	1	2	3	4	0

2. 平均接收時間(A)：同地點連續接收三次訊號，所花費時間的平均值，讓數據更加客觀。

3. 環境延遲時間(Se)：End Device 接收訊號時，除了系統轉發的延遲外，仍有許多因素干擾而導致接收延遲，如距離訊號發送處過遠、障礙物過多..等因素，將其稱為環境延遲時間，也是作為系

統成效改善的依據。

➤ $Se = A - (Cd + Rn)$ (單位：秒)

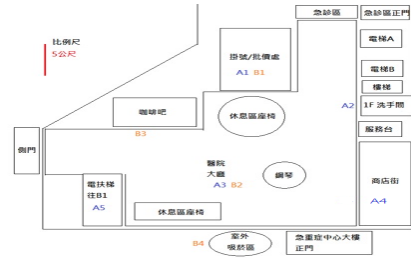


圖 7 醫院 1F 平面位置圖



圖 8 醫院 B1 平面位置圖

由表 5 的數據發現，距離掛號/批價處越遠，越容易受環境因素影響而接收延遲，甚至會有掉封包的狀況發生。A 路徑的 A4-商店街、A6-便利超商與 B 路徑的 B4-室外吸菸區、B6-餐廳皆有此問題存在。

為了解決這樣的問題，提出了下述兩點對此系統加以改善：

1. 縮短傳遞距離—在點與點之間加入 Router 來轉傳訊號，以確保接收的效果。
2. 提升發送速率—將原發送速率提高，讓相同的號碼有重覆發送的機會，以降低因掉封包而收不到的狀況發生，假設每位病患看診約 5 分鐘，將看診序號改為每分鐘發送，以增加同號碼的接收次數。

由表 6 改善後的數據得知，原先會有環境延遲的地點，使用上述兩點方法改善後，已無延遲的問題發生，因此更提升了此系統的可接受性與實用性。

表 5 環境延遲時間數據

環境延遲時間 (單位: 秒)							
路線	先	後					後
101 診間患者	掛號/批價處	1F 洗手間	醫院大廳	商店街	電扶梯	便利超商	診間候診區
A 患者(掛 51 號)	0	No signal	0	1	0	2	No Necessary
101 診間患者	掛號/批價處	醫院大廳	咖啡吧	室外吸菸區	電梯 A	餐廳	診間候診區
B 患者(掛 72 號)	0	0	0	1	No signal	1	No Necessary

表 6 改善後的環境延遲時間數據

Kaizen-環境延遲時間 (單位: 秒)							
路線	先	後					後
101 診間患者	掛號/批價處	1F 洗手間	醫院大廳	商店街	電扶梯	便利超商	診間候診區
A 患者(掛 51 號)	0	No signal	0	0	0	0	No Necessary
101 診間患者	掛號/批價處	醫院大廳	咖啡吧	室外吸菸區	電梯 A	餐廳	診間候診區
B 患者(掛 72 號)	0	0	0	0	No signal	0	No Necessary

就成本估算方面，目前 JN5139 已停產，故使用 JN5148 模組的費用作為估算，單一價為 12 美元，價格皆以美金計算；掛號中的病患取單一診間同時掛號量的 1/2，作為同時使用 End Device 的估算最大量，但此成本估算僅估算感測板也就是所有節點的費用總和，其餘建置成本不納入估算考量。表 7 為改善前的成本估算，Router 僅需建置於 B1，讓距離掛號處過遠的地方能夠接收訊號；表 8 為改善後的成本估算，Router 在 F1 及 B1 均增加至 4 個，將點與點中間各放置一個 Router 進行轉傳，而改善前後的差距是在 Router 數量的增加，確保良好的訊號接收品質。

表 7 改善前-節點建置之成本估算

改善前的建置					
樓層	掛號系統	Router	掛號中病患	晶片單價	總價
F1	1 個	0 個	50 位	\$12	\$624
B1	0 個	1 個			

表 8 改善後-節點建置之成本估算

改善後 - 確保接收品質的建置					
樓層	掛號系統	Router	掛號中病患	晶片單價	總價
F1	1 個	4 個	50 位	\$12	\$708
B1	0 個	4 個			

5. 結論與未來展望

有了微型叫號器加入後的掛號系統，患者可以自行決定在各個公共設施所要停滯的時間長短，將不再被限制於候診區中等待就醫，並於叫號提醒功能做動後，回診間的候診區待診即可。

本文在時間延遲的部分，因人力及設備有限，所測試的範圍為 1 樓至地下 1 樓，對於大醫院來說，兩層樓的數據可能略顯不足，各項設施及診間所分佈的樓層更廣，而延遲時間也可能有所增加。因此實際在醫院佈點時，應考慮到人群及其周圍障礙物，如桌椅、推車、梁柱..等，將掛號系統及 Router 設置於天花板，以降低環境因素所帶來的干擾。

未來若要實際佈置於醫院時，可針對下述二點做更進一步的改良。

1. 病患端設備目前是以 NB 與 Zigbee 感測板的組合來模擬微型叫號器(圖 9 左)，因此攜帶上非常不便；Jennic 的 LCD(圖 9 右)，可用來顯示相關看診資訊，但功能上過於陽春且無法達到此系統需求，期望未來可找到更合適的微型叫號器來加入，讓此系統更加完善。

2. 等待時間計算的部分目前是到醫院觀察實際看診時間去粗估的，觀察的樣本有限，其值也僅作參考用。期望未來可加入分類型的資料庫，將不

同類型病患的看診時間分開來記錄，取得歷史紀錄的平均值，以用來取代目前所使用的等待時間，讓病患可更精準的掌控就診進度並善用待診時間。



圖 9 微型叫號器

參考文獻

- [1] BOCCN, zigbee-jennic-jdk.pdf, Nov. 2008.
- [2] Jennic, <http://www.jennic.com/support/index.php>, Accessed Feb. 2013
- [3] Zigbee Alliance, <http://www.zigbee.org/>, Accessed 26 Apr. 2013
- [4] Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>, Accessed 10 Apr. 2013
- [5] Meng-Shiuan Pan, Chia-Hung Tsai, and Yu-Chee Tseng, The Orphan Problem in ZigBee Wireless Networks, Sep. 2007
- [6] 毛偉龍、周伯衡、沈自、劉偉行、李玠德, ZigBee 無線通訊技術之設計與應用, Jun. 2008
- [7] 陳偉業, 無線感測網路技術之 ZigBee 發展現況分析, Jan. 2007
- [8] 王榛驛, 無線通訊技術之於醫電應用概況, Apr. 2009
- [9] 嚴暉翔, 基於 ZigBee 之感測器網路在醫療檢測之應用, Jul. 2010
- [10] 關恕, 陳明豐, 施文彬, 趙福杉, 邱弘緯, 高成炎, 即時遠距醫療全方位診斷系統之開發-急性心肌梗塞之示範應用, Apr. 2009
- [11] ECO-CITY 健康樂活城研究成果: ZigBee 離床感知系統 Retrieved, Aug. 2010
- [12] 最新消息_工業局「智慧型醫療電子產業技術推廣與輔導計畫」評析報告線上發佈, Dec. 2010
- [13] 邱弘緯, & 林昆鴻, ZigBee 於及時遠距醫療照護之應用, Dec. 2007