

運用 Zigbee 無線網路於跑步選手訓練輔助系統之設計與實現

林明彰^{a*}、文成康^b、陳新福^c、余兆棠^a

南臺科技大學 電子工程研究所^a

台南應用科技大學 資訊管理系^b

南臺科技大學 體育教育中心^c

摘要 — 近年來無線通訊技術發展快速，Zigbee 是一種新興的短距離無線通訊技術，已廣泛應用於商業和家庭的個人區域網路。賽跑是運動會最常見的競技項目，然而專為跑步選手訓練而設計之電子輔助系統並不多見。本文整合 Zigbee 無線傳輸模組、Megawin 控制單晶片(MPC82G516)、紅外線感測及語音感測等元件，設計與實現一跑步選手之訓練輔助系統，本系統具備任意分段距離組合之精確計時以及後端的數據資料分析與管理功能，完成之系統可協助教練或個人於短、中、長距離跑步訓練之用。

一、簡介

跑步是最常見的運動形態，國內外每年都舉辦有大大小小的各種運動賽事，而賽跑項目是每一個運動會上不可缺少的競技項目，選手為了比賽時有好成績，平日無不積極訓練，充分運用高科技的輔助系統對於選手的訓練有很大的幫助，然而專為跑步選手訓練設計之電子輔助系統並不多見。現今市場中可找到一些產品[1]，大都使用有線傳輸且其系統線路複雜，也僅能顯示時間資訊而未將資料數據做管理。

Zigbee 為一種短距離、低傳輸率、架構簡單以及低功率之無線通訊技術，常被廣範應用於智慧型住宅、醫療照護及工廠自動化等，在這些系統中 Zigbee 技術已可發揮很好的功效[2]。檢視現有訓練跑步選手輔助產品之功能與系統架構，本論文以 Zigbee 無線傳輸技術取代其有線傳輸以及新增後端的數據資料管理功能，整合 Zigbee 無線收發模組、Megawin 控制單晶片(MPC82G516)、紅外線感測及語音感測等元件，設計與實現一個跑步選手之訓練輔助系統，使能改進現有產品功能。本系統應用 Zigbee 無線網路廣播之功能，將起跑訊號以無線方式同步傳送至遠端計時子系統，達到精確計時之功能。遠端計時子系統則以點對點(peer-to-peer)方式傳輸數據回後端資料管理系統。本系統可以應用於訓練跑步選手之任意距離組合之分段計時，所有訓練數據存於後端資料管理系統，此數據有助於分析影響跑步訓練效果中的各種因素，例如運動強度(intensity)、頻率(frequency)與持續時間(duration)等，協助使用者了解個人練習與訓練狀況。

本論文架構安排如下：第 2 節說明跑步選手之訓練輔助系統的概念及架構，第 3 節敘述系統設計及實現方法，第 4 節展現所實現之原型系統及功能測試結果，最後第 5 節做一總結。

二、系統功能與硬體架構

2.1 系統簡介

本文建構一跑步選手之訓練輔助系統，其使用情境如圖 1 所示，此系統主要包括 (1) 架設於起跑線處負責啟動計時之起跑端子系統；(2) 架設在任意設定之跑道位置處負責分段計時之遠端計時子系統；以及(3)後端資料管理與分析系統。各子系統之功能分述如下：

- 起跑端子系統：架設於起跑線處，可以感應槍聲或電子起跑架信號為計時起點，開始啟動計時器並同時以 Zigbee 無線網路廣播之功能，將起跑訊號以無線方式同步傳送至遠端計時子系統同步啟動計時，並具計時顯示功能。
- 遠端計時子系統：可以架設在任意設定之跑道位置處，並於此處跑道左右兩側架設紅外線感應裝置。具備無線接收自起跑端子系統送來之起跑訊號，並啟動計時與顯示功能，當紅外線偵測跑步者到達感測點時，系統儲存到達計時間並同時回傳此資料至後端數據資料管理系統，當用於長距離跑步訓練時，可以儲存多組時間資料並可隨時選擇讀取這些資料。
- 後端數據資料管理：接收各個遠端計時子系統回傳的數據資料，並具備儲存、彙整與分析之功能，協助使用者了解個人練習與訓練狀況。

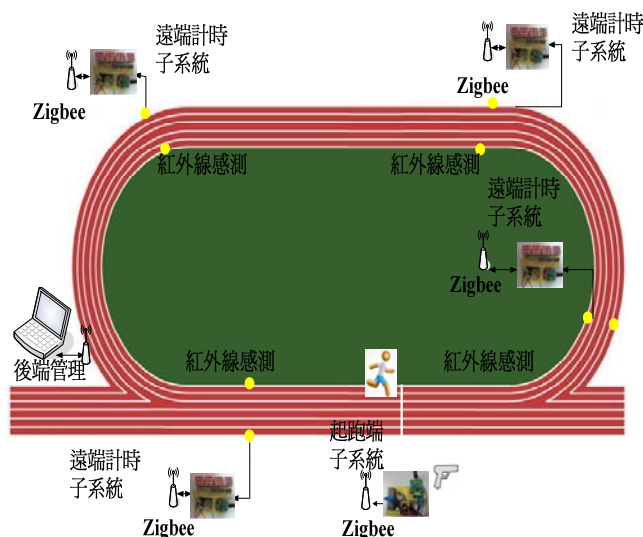


圖 1 輔助系統使用情境模擬(400 公尺)

2.2 系統架構

依據前述系統規劃建構一跑步選手之訓練輔助系統，依各子系統之功能，其系統設計說明如下：

- ▶ 起跑端子系統:子系統硬體架構如圖 2 所示，採用 Megawin MCU (MPC82G516)為控制晶片，控制 Zigbee 無線收發模組、控制與選取電子起跑架以及語音感測 IC；其中語音感測 IC 可以感測起跑鳴槍之槍聲，電子起跑架也可以提供起跑信號。確認起跑信號以 Zigbee 同步傳送至各子系統，同時亦需計時與顯示。

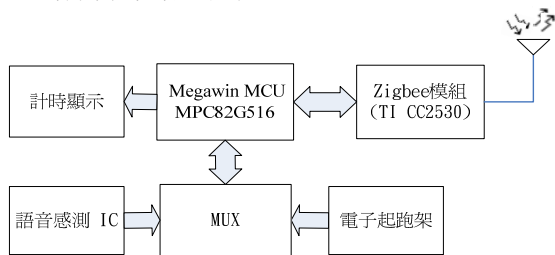


圖 2 起跑端子系統架構圖

- ▶ 遠端計時子系統: 子系統硬體架構圖如圖 3 所示，採用 Megawin MCU (MPC82G516)整合紅外線感測器與 Zigbee 無線收發模組。MCU 控制 Zigbee 無線收發模組接收來自起跑端子系統之起跑信號，當紅外線偵測跑步者到達感測點時，本子系統儲存到達計時間並同時回傳此資料至後端數據資料管理系統。

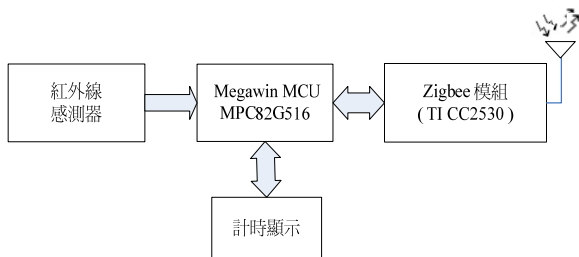


圖 3 遠端計時子系統架構圖

- ▶ 後端數據資料管理: 伺服器管理端架構如圖 4 所示，包括後端數據資料管理平台與 Zigbee 無線收發模組，其中 Zigbee 無線收發模組接收來自遠端計時子系統之計時信號，並以筆記型電腦架設後端數據資料管理平台，撰寫 Labview 及 MySQL 資料庫等軟體，完成人機操作介面以及資料分析處理功能。

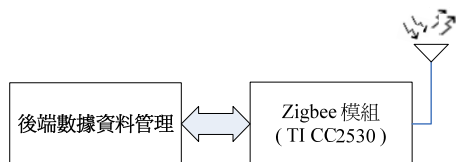


圖 4 後端數據資料管理架構圖

三、軟體設計

本系統整合前述硬體架構實現一跑步選手之訓練輔助系統之硬體電路，配合硬體與功能需求撰寫程式，依各子系統之功能，其程式流程說明如下：

- ▶ 起跑端子系統: 軟體流程如圖 5 所示，先偵測起跑信號(感應槍聲或電子起跑架信號)，當接收到起跑信號時開啓起計時器，並控制 Zigbee 無線收發模組以廣播方式傳送起跑訊號至遠端計時子系統。

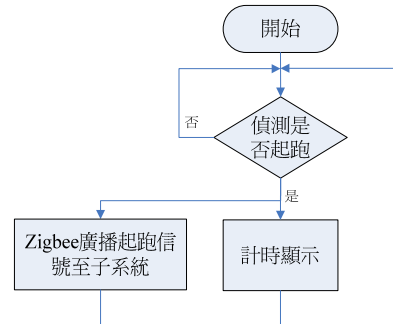


圖 5 起跑端子系統流程圖

- ▶ 遠端計時子系統: 軟體流程如圖 6 所示，程式主要先判斷是否接收到起跑端子系統之起跑信號，當接收到起跑信號時同步啓動計時器，當紅外線偵測跑步者到達感測點時，系統儲存到達計時間並同時回傳此資料至後端數據資料管理系統；系統可以儲存多組時間資料並可隨時選擇讀取這些資料。

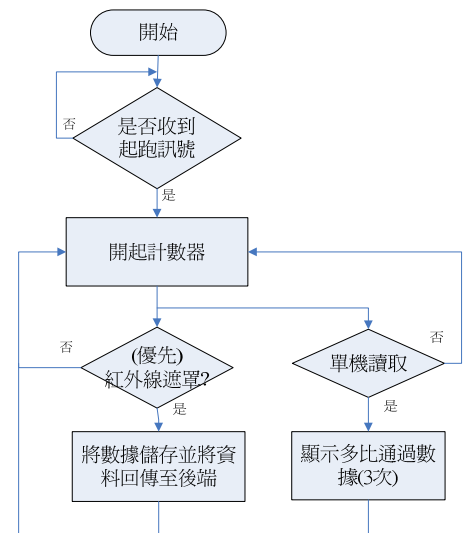


圖 6 遠端計時子系統流程圖

- ▶ 後端數據資料管理: 軟體流程如圖 7 所示，程式判斷是否接收到遠端計時子系統之計時信號，以 LabView 軟體程式做資料彙整與分析；分析之數據存入 MySQL 資料庫。

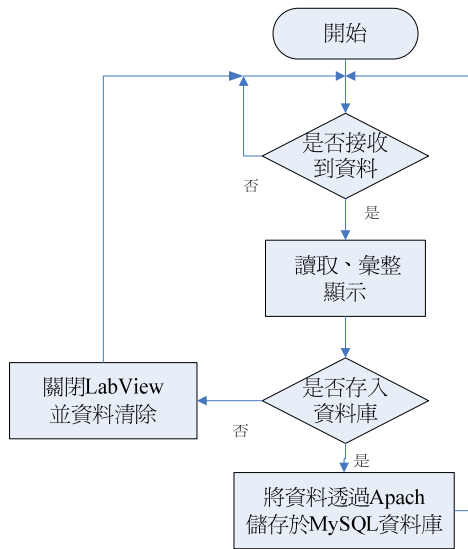


圖 7 後端數據管理流程圖

四、系統實現與測試

4.1 系統原型[3~6]

整合第二節的硬體設計及第三節軟體流程完成跑步訓練輔助系統原型，包括起跑端、遠端計時以及後端資料管理與分析等三個子系統，分別如圖 8 ~ 圖 10 所示。

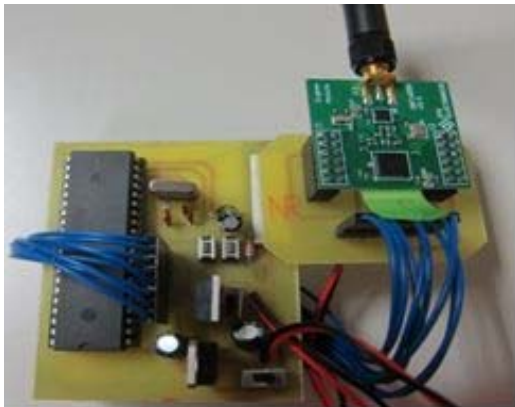


圖 8 起跑端子系統原型

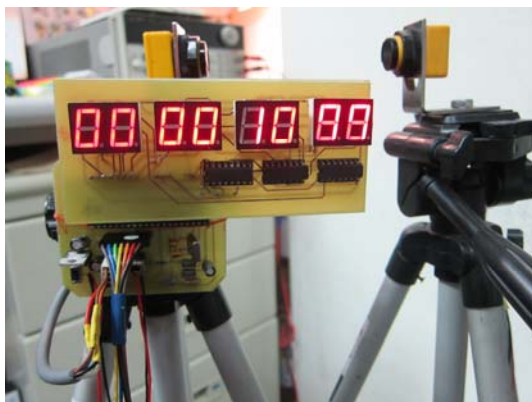


圖 9 遠端計時子系統原型



圖 10 後端數據資料管理平台

圖 11 展示遠端計時子系統之硬體外觀，當關閉開啓計時歸零，並等待 Zigbee 無線收發模組接收起跑訊號後開始計數；可使用按鍵控制選擇 Reset 及讀取 3 筆前次通過該點之碼錶數據(每按一次按鍵顯示一筆數值，第 4 次為返回碼錶即時顯示模式)。

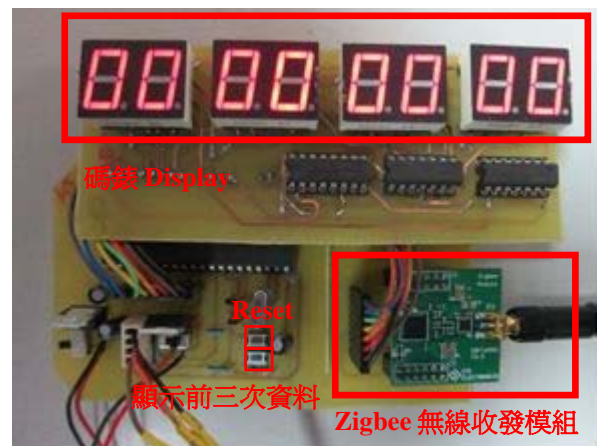


圖 11 遠端計時子系統之硬體外觀

系統原型製做與測試中，我們碰到 Zigbee 無線收發受到雜訊與 WiFi 信號的干擾非常嚴重，在此採用 Shorted 將外在雜訊透過鐵片接地方式降低雜訊干擾，並設計窄頻天線(天線之設計不在本文探討)改善接收訊號效果，減少無線傳輸時發生資料遺失的機率。

4.2 系統測試

系統原型進行以下功能測試，以驗證成品具有所規劃之功能並正常運作。

- 紅外線遮罩測試:當紅外線產生遮罩時則點亮 LED 燈號，圖 12 為偵測成功之情況。
- 資料回傳測試:進行遠端計時子系統回傳至後端資料數據管理之傳輸測試，圖 13 顯示跑到該子系統佈建位置之時間，圖 14 顯示後端資料數

據管理系統所接收到之資料數據，比較圖 13 與 14 之數值可知資料回傳成功。

- 後端管理平台:後端數據資料管理平台如圖 15 所示，平台中可輸入跑者姓名、日期、總距離、各端距離。接收起跑端起跑信號同步開啓計時，平台上具備彙整與分析各個遠端計時子系統回傳的數據資料與顯示，並可依當日測試狀況決定是否儲存至 MySQL 資料庫，同時具備分析平均速度與短距離之順時數度等功能。



圖 12 紅外線感測燈號顯示

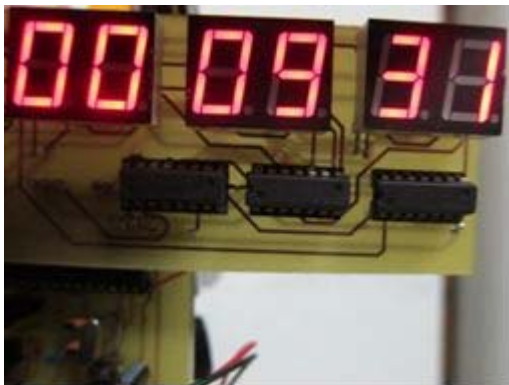


圖 13 遠端計時子系統之數值

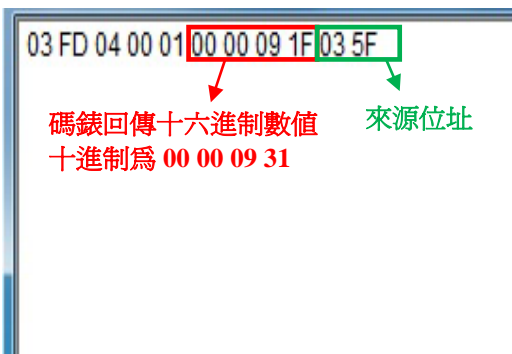


圖 14 後端資料數據管理接收數值



圖 15 後端資料數據管理平台

結論

本論文以循序漸進的方式設計與整合 Zigbee 無線傳輸模組、Megawin 控制單晶片(MPC82G516)、紅外線感測及語音感測等元件，從系統設計、程式撰寫與系統測試，完成一跑步選手之訓練輔助系統，本系統採用 Shorted 將外在雜訊透過鐵片接地方式降低雜訊干擾，並設計窄頻天線改善接收訊號效果，減少無線傳輸時發生資料遺失的機率。本系統可以應用於訓練跑步選手之任意距離組合之分段記時，所有訓練數據存於後端資料管理系統，協助使用者了解個人練習與訓練狀況。

相較於現有產品，本系統具下列特色:

- 機動性：本系統使用 Zigbee 無線收發模組取代有線傳輸，可以便捷佈建並做任意距離之組合。
- 操作簡易：具備簡易操作之人機介面。
- 資料儲存、分析與管理功能：所有訓練數據存於後端資料管理系統，具備資料儲存、分析與管理功能，此功能有助於分析影響跑步訓練效果中的各種因素，例如運動強度(intensity)、頻率(frequency)與持續時間(duration)等，協助使用者了解個人練習與訓練狀況。

參考資料

- [1] 多用途簡易型計時計分系統 2013 年 5 月參閱。
<http://www.seiko-sts.co.jp/ch-h/products/sports/multi-timing-systems/>
- [2] 許獻聰、余兆棠、劉仲鑫、顏春煌，行動無線通訊與應用，國立空中大學，2013 年 1 月。
- [3] 蔡朝洋、蔡承佑編著，單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用(C 語言)，全華圖書，2010。
- [4] 張義和編著，Protel DXP 2004 電腦輔助電路設計全紀錄，全華圖書，2004。
- [5] 賴麒文，如何設計視窗界面的工具軟體：使用 BC++ 基礎篇，文魁，2007。
- [6] 陳湘揚、陳國益，網頁系統設計 PHP& MySQL，基峯，2008。