

具備 GPS、GSM 與 RFID 整合之循跡定位裝置

The Location and Tracking Device with GPS、GSM and RFID

黃雍軒 陳民哲 林旺俊 黃寶璋 許永和
國立虎尾科技大學 資訊工程系

論文摘要

在本研究中，提出一結合 RFID、GPS、GSM 及 USB 整合的可攜式循跡定位裝置。利用 RFID TAG 取代傳統手寫簽到，並利用 GPS 與 GSM 系統，監控中心隨時了解保全人員所在的時間及位置。巡邏人員所行走的路徑資訊，如 GPS 與 RFID TAG 可以隨時儲存在 USB 隨身碟中。本系統不僅適用於一般保全系統，亦可運用在貨運的運送系統上。

關鍵詞：GPS、RFID、GSM、USB 與循跡。

Abstract(英文摘要)

The purpose of this study was to design a portable location and tracking device that combined RFID, GPS, GSM, GSM and USB features for security system or cargo delivery. This designed portable location and tracking system applied RFID TAG for security guards to sign in automatically instead of traditional handwritten signature as well as for people in the remote security center to locate their time and positions using GPS and GSM system. The GPS and RFID TAG data that retrieved from the security guard's walking path are stored in the portable USB.

Keywords: GPS、RFID、GSM、USB、Location and Tracking

一、前言

由於現代社會治安每況愈下，犯罪與竊盜事件在大街小巷不定時的發生，此時商品的安全，生命安全的保障，全都依賴於警員或是保全人員的巡邏，因此，如何提高巡邏時的效率、減少犯罪與竊盜的情形發生，是本系統的開發的起因。

採用 RFID 技術導入電子式記錄，用 RFID TAG 取代舊式簽到本，透過 RFID Reader，將巡邏資料存為電子資料，減少手動簽到的麻煩。在巡邏時，GPS 將會隨時抓取衛星定位的資料，透過隨插即用的 USB 隨身碟，隨時記錄其行走的路徑、出發的時間以及經過的巡邏站用記事本檔案的方式儲存起來，並可透過 GSM 系統以發簡訊的方式，即時回傳 GPS 所收取到的封包資料給監控中心。

而每一位員警或是巡邏員在每一次巡邏後，透過 PC 端應用程式，可將巡邏員的巡邏路徑在次重現於螢幕上，且將此巡邏資料存放於資料庫集中管理，方便管理者管理或查閱。

透過本裝置的應用，可以大幅地提高員警或是保全人員的工作效率，防止工作人員的偷懶，降低犯罪或是竊盜的比例，也同時改善了目前日益惡化的治安現況。

本裝置透過「黑盒子」的理念，還可應用於貴重物品的保全以及宅配的送貨系統。在貴重物品的保全上，透過 GPS 和 GSM 系統，一旦貴重物品遭竊或者遺失，只需打電話連結到裝置上面的 GSM 系統，GSM 系統將會透過 GPS 系統即時回傳貴重物品現在的所在位址，方便保全人員做進一步的追尋。在宅配送貨系統的部分，把巡邏站設置 RFID TAG 的概念，衍生到各送貨地點，在各送貨地點設置 RFID TAG，利用宅配員所攜帶的本系統定位，送貨到一個定點時，就刷一次定點的 RFID TAG 記錄一次。而宅配中心，可利用 GSM 系統，透過本裝置的 GPS 定位功能，了解分佈在各地的宅配車，隨時做有效的調度，各宅配車所行走的路徑，將會透過資料庫系統記錄起來，一來方便規畫有效的行進路線，二來可以了解各宅配員在工作時是否有偷懶的狀況發生。

二、研究原理

2.1 USB 傳輸協定

在此研究中，需實現一個標準的 USB 通訊協定。在 USB 的傳輸中，因不同的周邊裝置的類型與應用，訂定了四種的傳輸類型，分別是控制型傳輸(Control Transfer)，中斷型傳輸(Interrupt Transfer)，巨量型傳輸(Bulk Transfer)以及等時型傳輸(Isochronous Transfer)。其中，需要特別注意的是慢速裝置僅支援控制型傳輸與中斷型傳輸而已。

在 USB 應針對不同裝置的應用特性，個別地執行中斷傳輸，巨量傳輸，或等時傳輸。而如表 1 所示，則是各個傳輸方式與應用產品比較表。

而基本上針對不同裝置的應用特性，個別地執行中斷傳輸、巨量傳輸或等時傳輸，但並不是都一定要支援這些傳輸類型。最重要的是，之前皆須預先執行控制型傳輸，執行裝置列舉，以了解這個裝置的特性並設定新的位址。換言之，也即是每一個裝置皆須支援控制傳輸。在 USB 1.X 規格時，倘若 PC 主機同時連接了多種不同特性的裝置時，這 4 種傳輸類型就同時分佈於 1ms 的訊框內。如下圖 2 所示，在 USB 1.X 規格時，各種傳輸或是裝置在匯流排上分享頻寬的情形。

因此，本系統所要實現的 USB 主機端也需透

過韌體程式碼來實現控制傳輸。而相關的 USB 的通訊協定，必須以單晶微處理器來模擬一個 PC 主機上的南橋晶片組以及 USB 主機控制器。這對於韌體程式的撰寫是最大的負荷與技術的瓶頸。

表 1、USB 傳輸方式與應用產品比較表

傳送模式	中斷	巨量	等時	控制
傳輸速率, Mbps	12 (1.5, 低速)	12	12	1.5/12
資料的最大長度, Byte	1-64(1-8, 低速)	8/16/32/64	1-1023	1-64(1-8, 低速)
資料週期性	有	沒有	有	沒有
發生錯誤時再傳送	可	可	不可	可
應用裝置	鍵盤、滑鼠	印表機、掃描器	麥克風、喇叭	

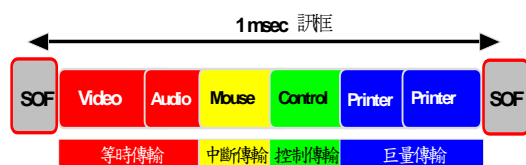


圖 2、各種傳輸類型或裝置共同分享頻寬的示意圖

2.2 FAT 檔案系統

由於我們存入的檔案需以標準的檔案格式存放，才能相容於 PC 主機的作業系統。因此，我們需瞭解 FAT 檔案系統的原理與概念。在 FAT 檔案系統中，包含各重要的紀錄資訊，MBR (Master Boot Record, 硬碟的主啟動紀錄)，其位置是位於第 0 磁柱 (Cylinder)、第 0 面 (Head)、第 1 個磁區 (Sector) 的。當 ROM BIOS 由硬碟來讀取控制程式時，第一個被載入執行的一段啟動程式執行碼即是放於此。此外，MRB 中，還有一份重要的資訊，即是稍後所要介紹的分割表，其位於啟動程式執行碼之後。

在硬碟的 FAT 檔案系統中，存在著四項重要的資訊。它們是磁碟作業系統 (DOS) 對硬碟管理所不可缺的。

在 MBR 中，總共佔用一個磁區，512 個位元組。但是其僅使用了 446 個位元組 (offset 0h~1BDh)，另外的 64 個位元組 (offset 1BEh~1FDh) 則是放置了 DPT (Disk Partition Table, 硬碟分割表)。而這四項資訊為：

- (1) 硬碟分割表 (Partition Table 簡稱 PTB 表)
- (2) 邏輯磁碟參數區 (BIOS Parameter Table, 簡稱 BPB 表)
- (3) 檔案配置表 (File Allocation Table, 簡稱 FAT 表)
- (4) 檔案描述表 (File Description Block, 簡稱 FDB 表)

2.3 Mass Storage 群組

當讀取到了端點 RFID 的訊號後，必須將 EEPROM 內的資料存入隨身碟中，此時就必須實現 USB Mass Storage 群組，所謂的 USB Mass Storage 群組裝置是屬於一種巨量傳輸的裝置。為了一開始讓主機辨識這個裝置是屬於 USB Mass Storage 群組裝置，必須在其裝置描述元的 bDeviceClass 欄位設定為 0x00，以及在介面描述元的 bInterfaceClass 欄位設定為 0x08。當主機執行完裝置列舉的工作後，即可瞭解此一裝置為 Mass Storage 群組裝置。

此外，所謂的 Mass Storage 群組裝置必須符合諸多的規格。為了實現 USB Mass Storage 群組，我們必須參考諸多的規格文件資料，如下所列：

1. Universal Serial Bus Mass Storage Class Bulk-Only Transport
2. Universal Serial Bus Mass Storage Class Control/Bulk/Interrupt (CBI) Transport
3. Universal Serial Bus Mass Storage Class Specification Overview
4. Universal Serial Bus Mass Storage Class UFI Command Specification

這些規格書皆可在 USB 官方網站中加以下載取得。因此，我們必須先具備 USB Mass Storage Device 的基本概念，其中包含了必須符合：

- SCSI 命令集：RBC, Transparent, SFF --8070 子集。
- 定義了 13 個可能的主機與裝置行為的組合。
- 定義 Bulk Only Transport (BOT) 與命令，以及 Bulk/Interrupt (CBI) transport 規格。

其中，需注意的是 BOT 規格指的是，僅具備巨量傳輸的 USB 裝置，而其包含了一個 IN 端點與一個 OUT 端點，且需透過 CBW-Data-CSW 來寫入或是讀取資料交易。這在我們目前常見的隨身碟或是硬碟皆是符合這種格式的。因此，我們即必須在端點描述元中，各規劃一個巨量 IN 端點與巨量 OUT 端點。這亦是一種屬於 Bulk Only Transport, BOT 的規格。如下圖 3 所示，即為這種規格的特性。

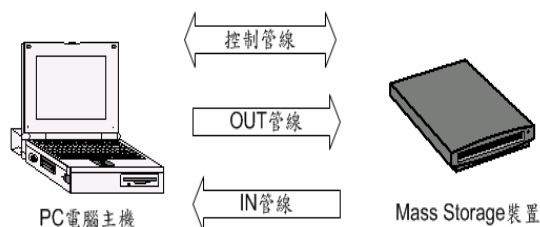


圖 3、BOT 規格的基本特性示意圖

其中，特別規範了 UFI 命令集裝置，這種符合 UFI 命令集裝置是可即插即拔的媒體 Mass Storage 次系統，其可透過 USB 介面來與 PC 主機連結。主機可透過交換命令區塊，資料與規格所定義的狀態

訊息來與UFI命令集裝置相互通訊。如此，即可透過Bulk-Only或是CBI搬移規格來藉由USB介面傳輸訊息或是資料。

UFI 命令是主機傳遞至UFI裝置的封包或是命令資料區塊。每一個命令區塊是 12-Bytes長度。許多的命令區塊是需要額外的參數或是CPU資料。一般都是藉由主機的巨量OUT端點來傳送至UFI裝置上的。而相對的，許多的命令區塊則是需要從UFI裝置傳回至PC主機的，此時就需要透過巨量IN端點來加以實現。

因此，我們可以針對所要執行的Mass Storage 群組裝置的相關應用，選擇適當的運算碼。例如，若是要格式化此硬碟的話，就可以設定運算碼為0x04。有了這些UFI命令後，我們就必須透過USB的控制傳輸來傳遞這個命令區塊。為了傳遞這命令區塊，我們就需根據命令/資料/狀態流程圖來加以實現，如圖4所示。這也是根據CBW-Data-CSW的順序來執行這個工作。其中，顯示了命令傳輸，資料IN，資料OUT與狀態傳輸。

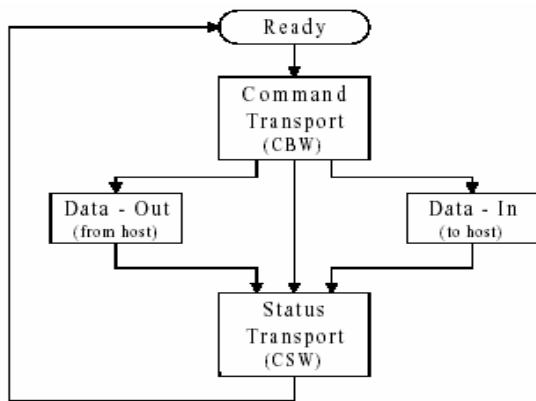


圖4、命令/資料/狀態流程圖

2.4 GPS 原理

GPS 由 3 個獨立的部分組成：

1. 空間部分：21 顆工作衛星，3 顆備用衛星
2. 地面支撐系統：1 個主控站，3 個注入站，5 個監測站
3. 使用者設備部分：接受 GPS 衛星發射信號，以獲得必要的導航和定位資訊，經資料處理，完成導航和定位工作

GPS 定位的基本原理是根據高速運動的衛星瞬間位置作為已知的起算數據，採用空間距離後方交彙的方法，確定待測點的位置。

2.4.1 NMEA 0183 格式

GPS 的通信介面協定採用美國的 NMEA (National Marine Electronics Association) 0183 ASCII 碼格式協議。NMEA0183 是一種航海，海運方面關於數位信號傳遞的標準，此標準定義了電子信號所需要的傳輸協定，傳輸資料時間。下面描

述其資料封包的格式定義，包括串列傳輸速率選擇，秒脈衝輸出及 RTCM 定義輸出。下表 2 是封包的格式

表 2、NMEA 0183 格式

NMEA 種類	說明
GPGGA	位置資訊
GPGLL	地理位置-經度及緯度
GPGSA	GNSS DOP
GPGSV	當前 GPS 衛星狀態
GPRMC	最簡特性
GPVTG	對地方向及對地速度

2.4.2 GPS 定位資訊的解析

GPS 接收機只要處於工作狀態，就會源源不斷地把接收並計算出的 GPS 導航定位資訊通過串列埠傳送到電腦中。這些接收資訊在沒有經過分類提取之前是無法加以利用的，因此必須通過程式將各個欄位的資訊從緩存位元組流中提取出來，將其轉化成有實際意義的，可供高層決策使用的定位資訊資料。與其他通訊協定類似，對 GPS 進行資訊提取，必須首先明確其封包結構，然後才能隻據其結構完成對各定位資訊的提取。

本實驗使用的 GPS 模組，其發送到電腦的資料主要有封包頭，封包尾和封包內資料組成。隻據資料封包的不同，封包頭也不相同，主要有 \$GPGGA, \$GPGSA, \$GPGSV, 以及 \$GPRMC 等，這些封包頭標識了後續封包內資料的組成結構，各封包均以 Enter 符和換行符作為封包尾標識一封包的結束。通常，我們所關心的定位資料如經緯度，速度，時間等均可從 \$GPGGA 封包中獲得。

2.5 GSM 簡介

GSM 為全球無線通訊系統(Global System for Mobile Communications)的縮寫。在行動電話系統發展的初期，各國都有不同的網路通信協定及系統架構，如歐洲共同市場所採用之類比式行動電話系統，就有各式各樣種類繁多的不同系統，使會員國之間的跨國連線變得相當複雜。

因此，歐洲郵電管理會議 (CEPT) 研議產生行動電話標準，以便制定一共同行動電話系統，能夠在歐洲各國間均可越區使用，所以 GSM 系統因此而產生。

2.5.1 GSM 簡訊原理

簡訊是制定在無線通訊網路環境下，傳送有別於傳統語音(voice)的短訊息(Short Message)，主要包含兩項特點：

1. 將傳統通訊頻道中，劃分出140位元組的長度來傳送簡訊，因此簡訊最大傳送的長度限制即是140位元組，以7位元定義一個字元，最大可傳送簡訊長度為160字元。
2. 視通訊狀態選擇不同頻道傳輸簡訊，當手機處於通話狀態時，可以使用不同頻道傳送簡訊給處於通話狀況的手機。

2.5.2 GSM簡訊傳送流程架構說明

整簡訊傳送架構大致為四部份如圖5所示：

- 終端設備 (TE)
- 基地台(BSS)
- 簡訊服務中心 (SMSC)
- 公共交換電話網路工作(PSTN)

終端設備為語音或資料通訊設備如電腦、手機等，而簡訊服務中心則常被包含於基地台中，或者在相近地區，如此一來藉由通訊設備所發出的簡訊資料便可藉由基地台送出給其他通訊設備，而其中的SMSC對於簡訊的處理方式為先存後傳，將接受到的資訊儲存後經由ROUTING的方式送出。

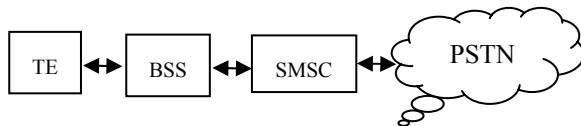


圖5、簡訊傳送流程架構示意圖

2.6 RFID 規格

現階段全球RFID可使用的頻率可包含：小於135KHz、13.56MHz、860MHz~930MHz、2.45GHz與5.8GHz。

- 小於135KHz傳輸距離約10公分，其通訊速度慢。在許多國家法規中，此頻段是屬於開放頻帶，所以不涉及法規開放和執照申請的問題，因此使用最廣，主要使用寵物、門禁管制和防盜追蹤。
- 13.56MHz薄化標籤的最佳效果傳輸距離為1公尺以下，代表性應用為會員卡、識別證、飛機機票和建築物出入管理。
- 860MHz~930MHz 此頻段的通信距離最長，傳輸最遠可達7公尺，可大幅提高現階段的應用層次，通訊品質佳，適合供應鏈品項管理，但會受水氣的影響。

在系統是使用135KHz的標籤來測試。

三、系統架構設計

為了實現本系統，將其架構分為硬體與軟體等兩大部分來依序加以介紹：

3.1 硬體設計

硬體架構部分(如圖6所示)，是以8051為模組中心，利用UART介面分別接收RFID訊號、GSM訊號以及GPS不斷傳送的衛星定位訊號，透過LCD顯示出現時的衛星座標及RTC時間IC的資料，再將UART所接收到的資料暫存至EEPROM內。最後再透過SL811HSUSB主晶片組的結合，將EEPROM的資料以文字檔TXT的儲存格式儲存到USB隨身碟。利用本身的定位功能以及RFID Reader的資料驗證功能，本系統僅須在固定的巡邏地點上放置RFID標籤條碼，即可將巡邏中的路徑、巡邏的範圍、地點及時間一起記錄到擴充記憶體與USB隨身碟中，並儲存成檔案格式。

以下我們針對各部份的硬體做進一步地介紹：

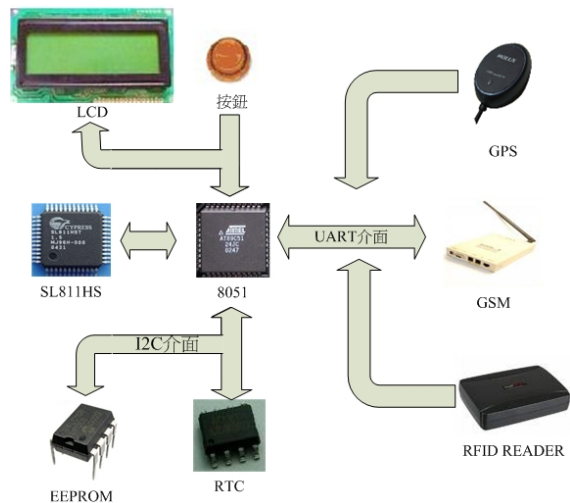


圖6、系統架構圖

3.1.1 RTC 電路設計

在此，所採用HT1380/HT1381 IC是一個串列的timekeeper IC，其提供秒、分、時、天、日期、月與年等訊息。HT1380/HT1381具備低功耗，且能操作在兩種模式下：具備AM/PM顯示的12-hour模式以及24-hour模式。如下圖7為其IC的架構圖。

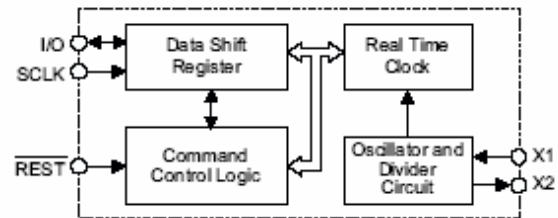


圖7、HT1380/HT1381 IC 硬體架構示意圖

由於其所提供的串列介面與I2C介面是相容的，因此控制上是相當地簡易。如下圖8與9分別為其單一位元傳輸與突發模式傳輸的序列波形圖。

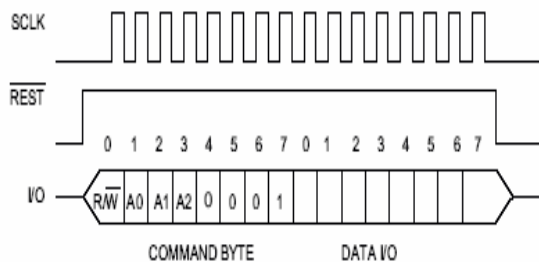


圖8、單位元傳輸序列波形圖

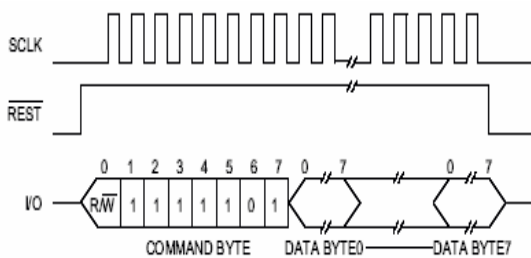


圖9、突發模式傳輸序列波形圖

而透過 I2C 相容的串列介面,我們即可讀取或是設定 HT1380/HT1381 IC 所內含的各個暫存器內容,以瞭解相關的資訊。

3.1.2 GSM、GPS 與 RFID 的 UART 電路設計

由於本系統用到同時應用了 GPS 與 RFID 以及 GSM 模組,所以在僅有一個的 UART 埠,若要同時傳收這三個部分的資料,這三者間 UART 埠的切換優先順序非常重要。我們使用了 4717 高速類比切換 IC,快速的切換三者的資料。其中,以 RFID 優先順序較高,次者為 GSM,最後為 GPS。因此,當 RFID Reader 讀到 TAG 時,GPS 就會切換過去,停下來讀取。直到目前的 RFID Reader 將資料存入到 EEPROM 後,才繼續將 UART 埠切過來,將 GPS 的資料存入到 EEPROM 中。

而 GSM 的部分是做為資料傳輸的工具,當監控中心遠端撥號過來,GSM 將會傳一筆"RING"的字串,系統若收到由 UART 所接收進來的"RING"字串,此時將會把 RFID 的最高優先權給取消,並以 GSM 為最高優先權,然後切換 UART 的使用權給 GPS 抓取一筆 GPS 值,讓 GSM 回傳此 GPS 的定位資料給監控中心。

3.2 軟體設計

在軟體部分,如圖 10 為整體裝置的軟體流程示意圖,以下分為系統操作以及後端路徑模擬部分做介紹:

3.2.1 系統操作

系統操作分為以下五個部分做介紹:

■系統初始化

系統開機後,系統會將針對 UART 傳輸速率、RTC 時間 IC 以及 USB 介面的隨身碟,進行初始化的動作。

■巡邏功能

剛開始要求輸入巡邏員的身分(RFID Tag),輸入之後,將開始致能 GPS,開始接收 GPS 衛星定位的值,若進入檢測站,再按一次巡邏功能鈕,讀取巡邏站的 RFID Tag,此時,GPS 衛星定位的資料和巡邏站檢測資料以及 RTC 的時間資料,將會暫時存入 EEPROM 內,當巡邏結束後,按一下巡邏結束鈕,此時會將 EEPROM 內的資料,透過 P89C61X2 去控制 USB 主晶片組 SL811HS,將資料存到隨身碟內。

■設定功能

此部分主要針對 I2C 介面的 EEPROM 和 RTC 時間 IC 做基本的設定:

●RTC 時間

透過 I2C 介面,去設定 RTC 時間 IC 的現在的年分、月份、日期、小時、分鐘以及秒。用時間 IC 配合衛星定位,可以隨時的紀錄行進間的路徑。

●EEPROM

透過 I2C 介面,將可對 EEPROM 做資料的格式化。EEPROM 的使用目的在於,將 GPS 衛星定位資料和 RFID 的巡邏資料存取下來之外,假若隨身碟的資料存取失敗,還可以經由 EEPROM 再次存取到隨身碟,讓資料有雙備份的效果

■Report

當保全人員遇到特殊狀況,可以利用此功能,將現在 GPS 衛星定位的位址,透過 GSM 系統回傳給監控中心,監控中心即可利用此筆資料,針對不同的狀況,做不同的回應。再者,監控中心若隨時想知道保全人員的行蹤,可以利用透過撥打電話的方式,和本系統的 GSM 連結。GSM 一偵測到監控中心的連線,就立即將保全人員的位址,回傳給監控中心。透過此功能可以提高問題處理速度和監控保全人員的效果。

3.2.2 後端路徑模擬

後端路徑模擬程式是利用 VB 應用程式設計一套簡單的監控保全人員的程式。將 USB 隨身碟中所存入的 GPS 資料進行分析,利用簡易的路徑計算,先將 A、B 兩點 GPS 的精度、緯度做相差運算,再取 A、B 點平方合再取平方根的值,即可求取 A、B 兩點的距離。

將兩點轉換成圖形路徑顯示於螢幕上。經由 ACC 資料庫系統將這些資料所彙整的資料庫,可以方便管理者管理保全人員的巡邏紀錄,與提供管理的資訊。

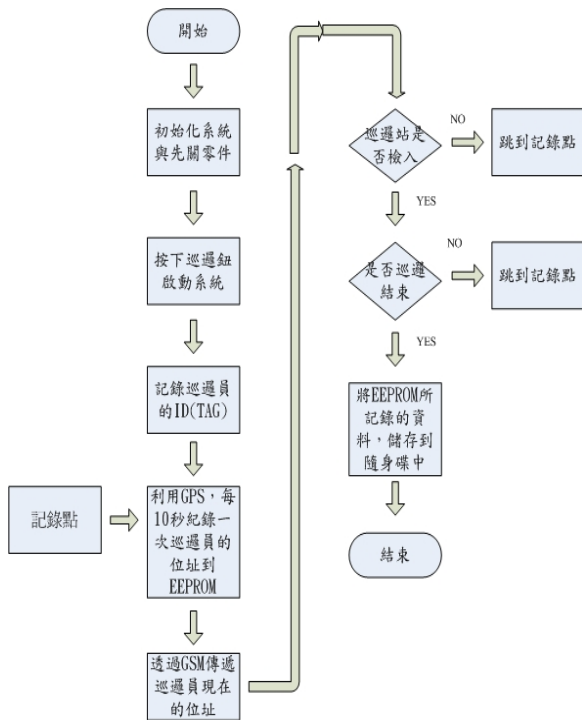


圖 10、系統的操作流程圖

四、系統測試與結果

本系統的測試包含下列兩部分：

- 隨身碟的建檔

從 UART 抓取到的 RFID 和 GPS 的資料後，會先將讀到的資料暫放在 EEPROM，之後轉存到隨身碟中。為了確定隨身碟所存的資料是我們要保存的，我們在 EEPROM 轉存到隨身碟的時候，把要儲存的資料透過 UART 介面先傳輸一份給電腦，之後再和隨身碟內的製作 TXT 檔案內容做比較。如圖 11 所示，為 TXT 檔案的內容。其中，包含 GPS 以及 RFID 資料。

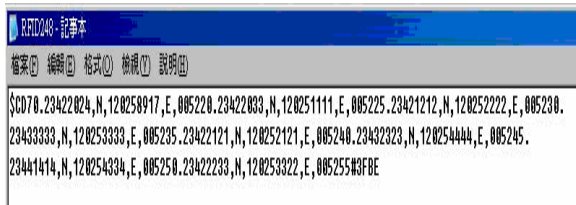


圖 11、隨身碟內所記錄的GPS以及RFID資料

- VB 模擬路線測試

緊接著，可以試著讀取TXT檔案，並將其內容所含的路徑及時間，作進一步地的模擬路線行徑，如圖 12 所示。

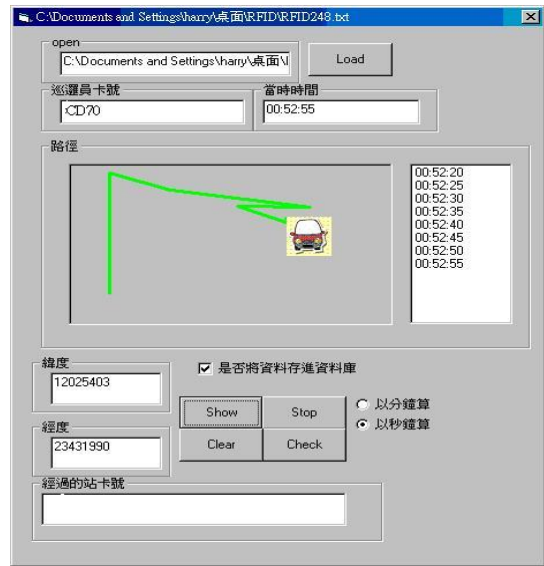


圖 12、VB 程式模擬路徑

如圖 13 所示，當路徑行走完畢後，同時以儲存了一筆資料庫的檔案，紀錄了巡邏員的 RFID 卡號、剛才路徑的每一點座標以及時間。

RFID	X	Y	Time	Station
CD70	21798540	10002000	060601	start station
CD70	21828550	10002020	060602	start station
CD70	21958577	10002040	060701	start station
CD70	22338585	10002060	060720	start station
CD70	22418591	10002080	060730	start station
CD70	22828721	10002200	060810	start station
CD70	21888757	10002220	060820	start station
CD70	21688789	10002250	060840	3FBE

圖 13、資料庫存檔內容

五、結論

現今市面上的保全系統，雖然部份系統以投入 RFID 電子記錄式的系統，不過大部份依然是使用手寫簽到的方式，對於管理者來說，保全人員的巡邏績效，完全僅只能透過不完整的簽到資訊做判斷。換句話說，保全人員要偷懶，管理者無法從片面的資料得知。再者，以 RFID 投入的保全系統，設置方式為在各個巡邏點設置 RFID Reader，再讓保全人員用刷卡的方式做記錄。但這樣的系統，僅適用於巡邏站少的架構。巡邏站多的話，建構成本將會大幅的暴增，不符合經濟效應。

本系統的保全概念為將 RFID Tag 設置在各個巡邏地點，用 RFID Tag 取代 RFID Reader，大幅降低建置成本。而本系統獨特的地方在於，不只是利用 GPS 了解現在的 GPS 定位點，而是透過連續抓取的 GPS 資料，將定位的資訊轉化為圖型資料，讓所行走的路徑可以重現於 PC 電腦上，再來，透過 GSM 系統，可以將定位的資料，即時傳遞定位訊息給監控中心，方便監控中心調度配置。

而本系統不僅適用於一般保全系統，並可延伸「黑盒子」的概念運用在貨運的運送系統上。

五、參考文獻

- [1] 許永和編著，”微處理機與 USB 主從介面之設計與應用”，全華科技圖書公司。
- [2] 許永和編著，”微處理機-USB週邊裝置設計與應用”，長高電腦圖書。
- [3] 許永和編著，”Visual Basic 程式設計，USB 介面之完全解決方案系列三”，長高電腦圖書。
- [4] <http://www.spatialtech.com.tw/>。群鉅科技有限公司，GPS 精度分析
<http://www.spatialtech.com.tw/CC/index-c.html>
- [5] Universal Serial Bus，<http://www.usb.org/home>