

定位辨識技術研究

A Research of position identification

卜文正

黃俊豪

陳彥翔

勤益科技大學

勤益科技大學

勤益科技大學

puo@mail.ncut.edu.tw

a7511581@yahoo.com.tw

a587587hinean@yahoo.com.tw

摘要

文中提出一位置辨識理論，將經過電力線(PLC)傳輸至監控中心之紅外線感測物體位置之電氣信號，推論物體目前之位置。同時文中引用一種全新的通訊編碼理論-PK 編碼理論，讓資料在電力線傳送時，不必先設定鮑率，且具備自動容錯的功能，架構出新型電力線之 PK 雙向通訊介面，並藉由 VB 程式所建立之人機介面顯示出物體的位置。最後由實作之結果，驗證研究之可行性。

關鍵字：電力線、紅外線、RS232、PK

一、前言

滑鼠的出現讓電腦由命令列介面模式(CUI model)進入圖控介面模式(GUI model)，改善電腦軟體操作介面，更方便電腦使用，而觸控面板的出現，則是簡化電腦之硬體結構，讓電腦更易於攜帶，但是它們只能在電腦前操作。雖然已經有利用 RF/藍芽技術開發之無線滑鼠/鍵盤商品，唯讓電腦的操作範圍僅能從 1 公尺到數公尺，而且它必須依靠電池才能操作，無法適用在需要遠距離(10 公尺以上)監控之電腦應用。另外，常見的觸控技術如表 1 所示，有電阻式、電容式、音波式、紅外線式與電磁式等五種。

表 1 觸控技術與成本

	PC (17吋)	NB (14.1吋)	Netbook (10.1吋)
電阻式 (4線or 5線)	19~24美元	16~21美元	15~18美元
電容式 (投射式)	40~55美元	30~45美元	20~25美元
音波式	60~120美元	N/A	N/A
紅外線式	100~150美元	N/A	N/A
電磁式	115~165美元	90~130美元	N/A

(來源：拓璞產業研究所，2009/4)

其中電阻式因為便宜所以過去全球觸控面板市場約有 90%採用電阻式技術。

而電腦與外界常利用串列通訊介面傳送資訊，其優點為可降低線材成本、且適用於遠距離傳輸，缺點為傳送速度慢，其中以 RS-232/RS-485 介面為最常使用[1]。RS232 介面為了提高抗雜訊能力、避免雜訊干擾產生誤動作，所以採用雙極性、負邏輯方式來設計，規範 3V~+15V 為邏輯『0』(Mark/OFF); -3V~-15V 為邏輯『1』(Space/ON)，在此範圍內可提供良好的抗雜訊能力，因為成本低、傳送速度不快、抗雜訊能力高，所以常被運用在 PLC 等工業通訊與儀表、數據機、電子產品通訊的應用中。並且在單晶片應用中，因為利用 RS232 介面進行串列通訊時，其動作信號均是 TTL 準位，與標準的 RS232(邏輯 0 為+12V，邏輯 1 為-12V)不相容，因此如圖 1 所示，必須加上位準轉換 IC(如 MAX232)，方可使單晶片(如 89S51)之 UART 介面與 PC 之 COM PORT 進行通訊[1]。

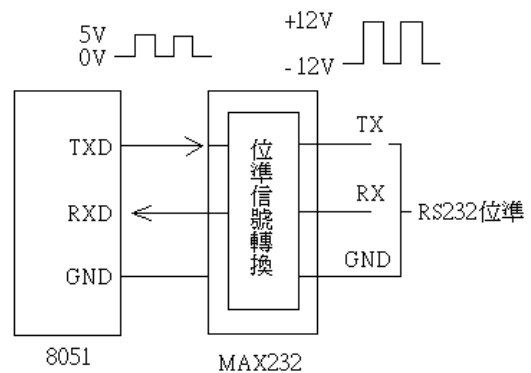


圖 1 8051 串列傳送位準轉換圖

同時 RS232 介面在進行資料傳送前，受限甚多，除了須符合電氣規範外，傳送之封包，如圖 2 所示，還必須針對資料傳送與接收端之設備 RS232 介面設定相同的

起始位元、資料長度、同位位元、停止位元[1]。就上述條件中傳送與接收兩端若有不同的設定值，便不能進行資料之傳輸。因此通訊前必須針對 RS232 介面設定相同的鮑率(Baud Rate)，增加使用上之複雜度。

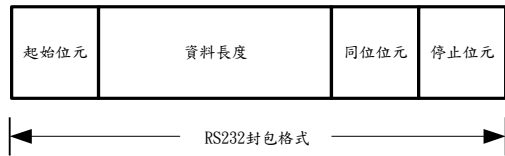


圖 2 RS232 資料封包定義

又PK通訊介面，採用PK編碼技術，不僅架構簡單，只需要一條通訊線即能進行雙向資料傳輸，因此適合於有線/無線式通訊，同時不須事先設定鮑率，改善使用的複雜度，解決通訊時，對環境與設備的依賴，而且傳送資料的長度也可以依所需而變動，有很強的擴充性，它也具備不錯的容錯能力，提高資料傳送之可靠度。建立更方便使用之串列通訊介面。此種傳輸僅需要8051一般之輸出入埠即可實現[2][3]。

另外，電力線通訊是一種廣大的網路資源，長久以來許多國家為了研究如何在電力線傳輸訊號上花了相當大的努力，電力線在一般建築物中擁有普遍的線路，如果成功開發，即可降低佈線成本。然而，利用電力線傳輸訊號仍面臨相當多的問題，主要由於電力線的阻抗隨機變化，對載波信號衰減很大，較難進行遠距離傳輸，也很難傳輸高頻或複雜度高之訊號，電力線中存在著大量無規律之雜訊，對於要在電力線中傳輸資料的系統來說，這些雜訊會造成資料在傳輸時的誤判或毀損，所以如何避開雜訊或是處理雜訊對於傳輸帶來的影響，在電力線通訊技術上來說是很重要的問題。電力線通訊被視為家庭網路化/自動化最大的助力[6-8]，因此不僅 HPA 聯盟於 2004 年成立後，便極力制定 HomePlug 1.0、HomePlug AV、HomePlug BPL、HomePlug Home Automation 等規範(Protocol) [5]，採用 OFDM 技術，建立電力線網路資源外，歐盟各國也組成電力線通訊研發聯盟(OPERA Open PLC European Research Alliance)制定標準，推動 PLC 通訊應用。電力線通訊一般簡稱 PLC(Power Line Communication)或 BPL(Broadband over Power Lines)，是利用電力線傳輸資料、視訊與語音信號

的一種通訊方式。此技術是將載有資料的高頻信號載入到電力線上，用電線進行資料傳輸，不用特別架設通訊用線路，省去佈線的問題，廣泛應用於輸電系統與配電系統[4]。電力線通訊同時也是實現家庭網路化的方法之一，利用低壓交流電(AC 110V/220V)電力線為通訊網路。目前，該技術主要應用於電錶、水、煤氣等自動抄表系統。電力線通訊在未來幾年有著極其誘人的前景和潛在的巨大市場，在 2001 年 6 月 26 日，Homeplug 電力線聯盟頒佈了 1.0 版技術規範開始，對 PLC 技術的產品和網路化家用電器產生重大的影響。電力線載波技術其最大之優點是免配線、施工方便，利用各處電力配線的線路來傳送資料；其缺點為易受雜訊干擾，信號衰減大等等。但無論如何，探討在電力線進行串列通訊的研究，是一個非常龐大的課題。

紅外線的應用是利用自然界物體皆可因本身的溫度而放射出紅外線，因其成本低廉、操作簡單方便，應用範圍非常廣泛，可應用於溫度感應、遙控、門禁管理、距離測量等等，本研究利用紅外線定位感測技術感測之電位來準確的判定物體之位置，並經由 PK 雙向通訊介面與電力線通訊介面傳送/接受資料，不需要事先設定鮑率(baud Rate)，不受電池續航力與使用環境(無線電通訊死角等)、地點之限制，改善前述之問題。研究最後再藉由 VB 軟體撰寫人機介面，顯示辨識出物體的位置數據，驗證本系統之可行性。

二、原理

A. PK 原理

為了解決RS232介面中資料封包與鮑率之設定問題，本研究中，採用PK通訊介面。其整體架構如圖3所示。依圖中，資料傳送端的架構中，具備傳送介面、誤差逾越值、誤差級距係數與編碼器四個單元，除傳送介面外，其他是負責PK調變編碼，其中編碼器之功能將傳送之資料進行編碼，誤差級距係數與誤差逾越值是防止雜訊干擾；資料接收的架構中，藉由分頻器將解調後訊號進行分離，形成高頻及低頻訊號，再藉由計數器計算出低頻訊號為『1』時之高頻脈波數，計數完成後再

經由解碼器辨識出編碼訊號，最後透過比較器進行傳輸資料的整波[2][3]。

資料傳送時，針對不同之傳輸媒介(電力線、紅外線、光纖等等)而外加的電路。編碼器編碼的方法，只是

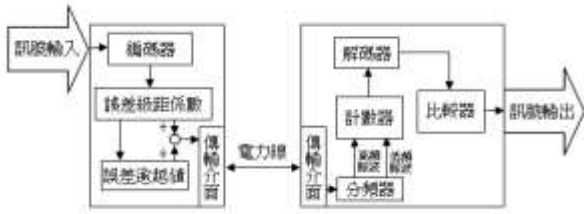


圖 3 PK 編碼/解碼單向通訊架構

將資料轉換成對應之十進制數字 Numb。在傳送中，為了防止雜訊影響其結果，增加傳送可靠度，必須加上錯誤偵測碼，但本研究目標便是想簡化編碼，所以捨去如經緯冗餘碼(CRC)、漢明碼(Hamming Code)等必須經過複雜費時計算的技術，當然也避免 RS232 封包太過簡單、僅用位元碼來偵察資料的正確性，而採用 PK 調變技術中之錯誤偵測機制。其方法是將剛才編碼後之 Number 值，依表 2 所示之環境，乘上誤差級距係數，再加上一誤差逾越值[2][3]。

表 2 傳輸環境與誤差級距係數

傳輸環境	相對之誤差級距係數
劣	16 以上
差	16
普通	8
佳	4
優	2

誤差級距係數之選擇，常依通訊設備與通訊時之傳送媒介與媒介距離有關，一般選擇『8』即可。而誤差逾越值之設計，目的同樣再增加傳送之可靠度。誤差逾越值為

$$\text{誤差逾越值} = \text{誤差級距係數} / 2 \quad (1)$$

資料經編碼後，再加上偵測碼，得到一個數值 N

$$\begin{aligned} N &= \text{Numb} * \text{誤差級距係數} + \text{誤差逾越值} \\ &= (\text{numb} + 1/2) \text{誤差級距係數} \end{aligned} \quad (2)$$

因此 PK 介面傳送端即輸出相對於 N 值之脈波數至電力線傳輸介面，經由電力線，到達 PK 介面接收端之電力線傳輸介面，完成傳送端資料傳送工作。若定義傳輸速

度為 ξ ， f_s 為傳送資料編碼後之脈波速度，則推論得

$$\xi = \frac{8f_s}{N} \text{ Bps} \quad (3)$$

這樣的設計，讓傳輸速度是變動的，以 PK 調變編碼理論計算其資料傳輸速度，其最快的傳送速度，例如 Numb=0、 $f_s = 200\text{KHz}$ ，在一般傳輸環境下，誤差級距係數=8，誤差逾越值=4，依(3)式計算其傳輸速度 ξ

$$\xi = \frac{8(200\text{KHz})}{\text{Numb} * 8 + 4} = \frac{1600\text{KHz}}{4} = 400\text{KBps}$$

最慢的傳輸速度，例如 Numb=255、 $f_s = 200\text{KHz}$ ，在一般傳傳輸環境下，誤差級距係數=8，誤差逾越值=4，依(3)式計算其傳輸速度 ξ

$$\xi = \frac{8(200\text{KHz})}{\text{Numb} * 8 + 4} = \frac{1600\text{KHz}}{2044} \approx 783\text{Bps}$$

因此依本文所提出之方法，進行通訊過程中，會出現一連串之脈波，而且脈波頻率 f_s 並無限制，只要脈波數量正確即可，若脈波頻率 f_s 高，傳輸頻寬便增加；反之，傳輸頻寬便減少。

圖 3 中所示，資料接收端之傳輸介面，在接收到一連串的脈波後，將此脈波送至分頻器，分頻器負責將此信號分離，得到高頻與低頻脈波，而低頻脈波用來當作同步信號，高頻脈波則送入計數器中，計算在低頻脈波為『1』時之高頻脈波數。計算完之數量，交由解碼器並依前述之編碼方式解碼，便能還原由資料傳送端傳來之資料，雙向通訊則以此類推。依本文提出之 PK 通訊介面，不用事先設定，即能適用於各種傳輸速率之設備，而且編碼後只有脈波數量，因此傳送之資料長度可以隨時變動，脈波頻率並無限制，具備高度之資料擴充性。同時，改善 RS232 介面需要專用 IC 來處理接收的資料的缺點，簡化對設備之依賴度[2][3]。

B. 紅外線定位

本研究中利用紅外線感測電路感測出之電壓信號來辨識物體之位置，其中，如圖 4 所示，因為單顆之紅外

現接收器，會因為紅外線發送器之位置不同而感測出不同之電壓，如圖 5 所示，圖五所示，為紅外線定位辨識平台，分別具有兩個分據固定一段距離之接收器(R1、R2)與一個移動式之發射器。

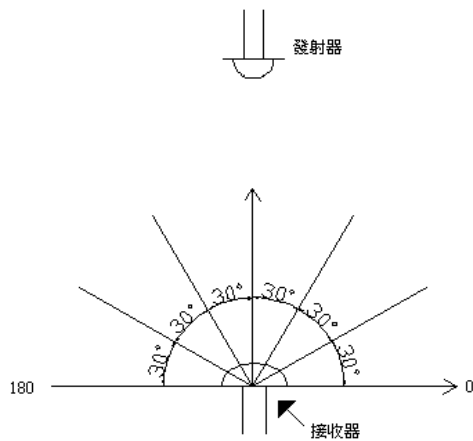


圖 4 紅外線感測操作方式圖

紅外線定位辨識若要使判別之位置越準確，在同一時間，感測之數據理論上應越多越精準，本研究是以一顆紅外線發射器(主動式)與兩顆紅外線接收器(R1、R2)

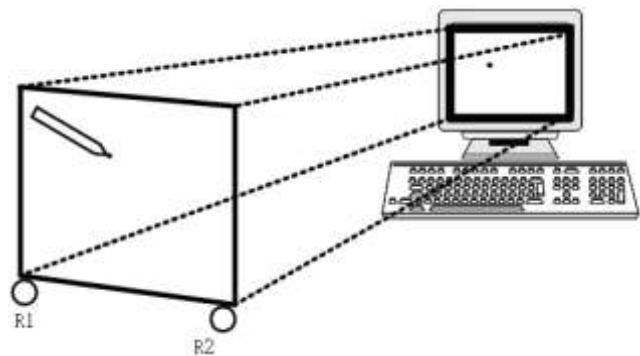


圖 5 紅外線定位結構圖

作為紅外線感測介面，並依據其接收器(R1、R2)之距離不同，繪出如圖 6 至圖 8 之電位圖，其定位概念如圖 9 所示。

因此根據圖 6 至圖 8 之電位圖，可將接受到之電壓信號轉換為相對距離(r_1, r_2)。同時將圖 5 重新繪成圖 9，推導定位之方程式。圖 9 中 X_1 與 X_2 代表移動式發射器在水平軸(定義為 X 軸)中分別與接受器(R1、R2)之距離， y_1 代表移動式發射與水平軸之距離(定義為 Y 軸)， θ_1 與 θ_2 代表 r_1 、 r_2 和 X_1 及 X_2 間的角度， θ_3 與 θ_4 代

表 r_1 、 r_2 和 y_1 間之角度。定義 $d = X_1 + X_2$ (R1 與 R2 的距離)， $r_1 = X_1$ = 接收端(R1)的感測等效距離， $r_2 = X_2$ = 接收端(R2)的感測等效距離，其中

$$r_1 \sin \theta_1 = r_2 \sin \theta_2 = y_1 \quad (4)$$

根據式(4) y_1 之關聯求得式(5)

$$r_1 \cos \theta_1 = r_2 \cos \theta_2 = d \quad (5)$$

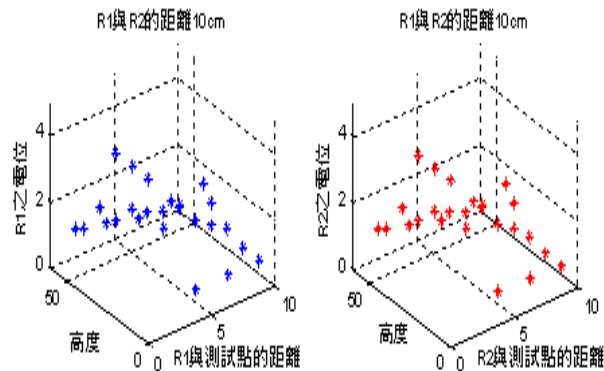


圖 6 紅外線感測電位圖(R1 與 R2 距離 10cm)

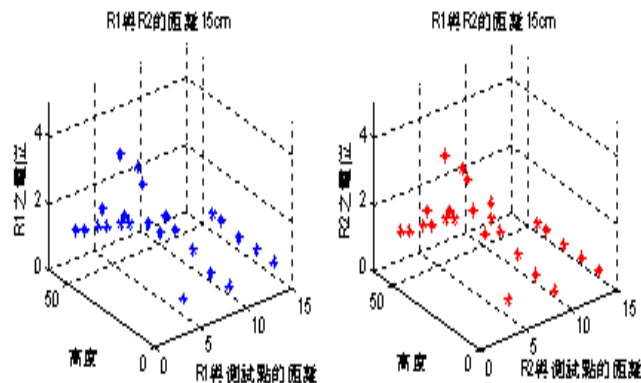


圖 7 紅外線感測電位圖(R1 與 R2 距離 15cm)

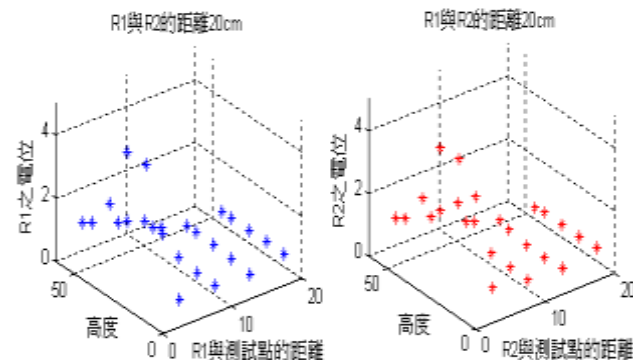


圖 8 紅外線感測電位圖(R1 與 R2 距離 20cm)

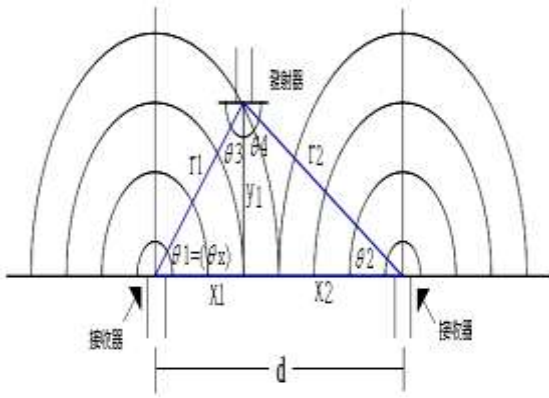


圖 9 紅外線定位概念圖

因為 $d = X1 + X2$ 之關係求得(2)式。當 r_1, r_2, d 已知，而且(4)、(5)式互為正交，所以由(4)式知式(6)

$$\frac{r_1}{r_2} \sin \theta_1 = \sin \theta_2 \quad (6)$$

整理得到

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left[\frac{r_1}{r_2} \sin \theta_1 \right] \quad (7)$$

將(7)式代入(5)式後整理得到(8)式

$$r_1 \cos \theta_1 + r_2 \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{r_1}{r_2} \sin \theta_1 \right) \right] = d \quad (8)$$

依式(8)可推論出公式(9)

$$f(\theta_1) = d - r_1 \cos \theta_1 - r_2 \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{r_1}{r_2} \sin \theta_1 \right) \right] \quad (9)$$

當

$$f(\theta_x) = 0 = d - r_1 \cos \theta_x - r_2 \cos \left[\sin^{-1} \left(\frac{r_1}{r_2} \sin \theta_x \right) \right] \quad (10)$$

則 $\theta_1 = \theta_x$ 為解，並推得

$$y_1 = r_1 \sin \theta_x, \quad x_1 = r_1 \cos \theta_x, \quad x_2 = d - x_1。$$

以單顆紅外線感測之電位變動特性推廣出圖 9 之定位概念圖，並藉由兩組紅外線接收器在各種角度與距離的不同產生出的電位差異，推導出以上公式。其結論可得 $y_1, X1$ 及 $X2$ 距離關係式並藉由 VB 撰寫之人機介面辨識出物體所在座標。

其中在傳送外線感測之電位資料中，PK 通訊介面在執行資料傳送接收時，須與介面內之電力線傳輸介面互相配合才可順利傳輸，傳輸過程可參考圖 10，電力線傳

輸介面又分為電力線傳送端與電力線接收端。傳送端是將電線上原有的 AC110V60Hz 的訊號加上 PK 編碼調變後之脈波信號作為傳輸資料，經由放大電路後送到耦合電路，利用中週變壓器與隔離電容將資料間接耦合到電源線上完成傳送工作。



圖 10 電力線傳輸處理過程

信號在電力線中傳送，為了將脈波信號傳送至電力線，要將電力信號與脈波信號隔離，傳送端與接收端是由低電壓電子元件組成，而電力信號為 AC110V 若直接相接則會燒毀傳送端與接收端之電子元件，加入中週變壓器與隔離電容即可改善，還可隔離傳送端與接收端之雜訊，對電力線傳輸而言，這些雜訊會造成傳輸時的毀損或誤判，所以如何隔離電力信號、處理雜訊、避開雜訊對於傳輸帶來的影響，是很重要的問題，在本研究是以中週變壓器與隔離電容來改善，圖 11 所示為中週變壓器之硬體結構。

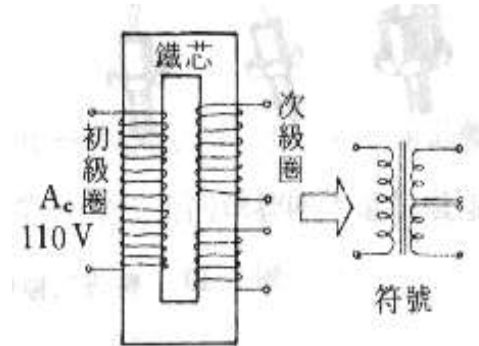


圖 11 中週變壓器架構

中週變壓器由初級圈、次級圈和鐵芯等三個部分所構成，如圖所示，常用有三種：電源變壓器最主要的功能是将交流電壓升高或降低，以符合我們的需要，一般使用於電器用品輸入端。輸出變壓器是加在強放級與喇叭之間，作為功率傳輸用的。中週變壓器在次級圈的兩端附加一個電容器，形成 455KHz 的諧振電路，所以中週變壓器只能讓 455KHz 整數倍的交流信號通過。

當資料經由電源線傳送到接收端後，首先會經過耦合電路，將 455kHz 的載波訊號從電源線耦合出來，並

限制 60Hz 電力信號通過，再經過濾波電路，濾除資料以外的雜訊頻率，資料經電源線傳送，再透過濾波，訊號強度衰減了許多，所以必須經由訊號放大電路，將訊號放大到可辨識程度後，再透過整波電路結合比較器，將訊號還原成原始脈波資料，在由 PK 通訊介面接收端來讀入此資料，即此便完成接收工作。圖 12 為定位系統操作流程圖。

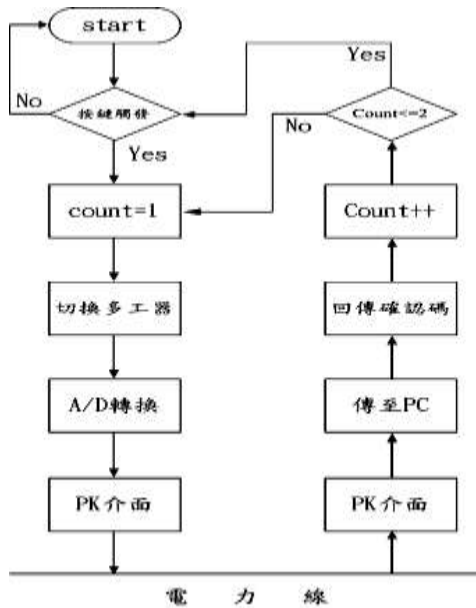


圖 12 定位系統操作流程圖

三.實作與結果

本研究中利用紅外線定位電路感測之電位作來辨識物體之位置。紅外線定位電路包含紅外線發射端與紅外線接收端兩部分，發射端由紅外線發射器射出紅外線，接收端則利用紅外線接收器接收射入之紅外線，再經由接收端將集聚的紅外線信號轉換成電信號，微弱的電信號經放大處理與 A/D 轉換器(ADC0804)轉換為 8bit 數位資料，再經過 PK 介面編碼處理後，透過電力線(PLC)傳輸至另一組 PK 介面，同時回傳一筆確認指令碼，通知紅外線感測端進行第二組資料傳輸，再將兩筆資料藉由 VB 介面辨識出物體的位置。

實驗中，如圖 13、14、16 所示，將感測介面與雙向通訊介面 1 組合成感測端通訊介面 1，如圖 13、15、17 所示，再將感測介面與雙向通訊介面 2 組合成感測端通

訊介面 2。以兩台感測端通訊介面建立實作平台。

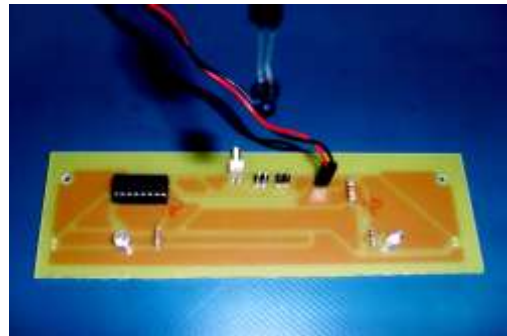


圖 13 感測介面



圖 14 雙向通訊介面 1



圖 15 雙向通訊介面 2



圖 16 感測端通訊介面 1



圖 17 感測端通訊介面 2

進行定位辨識時，必須要有相對 r_1, r_2 之電位信號兩筆資料，首先，由按鍵觸發後，進行第一筆資料傳輸，先讀入感測端通訊介面 R1 的紅外線感測之訊號數位化後經 PK 介面傳送，而圖 18 所示為 PK 介面之輸出波形。圖 19 所示，為 60KHz~300KHz 之載波，時作中頻率須根據傳送距離作改變。圖 20 所示，為傳送訊號調變後之波形，再經過電力線傳輸至感測端通訊介面 2，同時感測端通訊介面 2 之 PK 介面中之分頻器將此信號分為高頻和低頻，其中，圖 21(a)所示，即為解調後的高頻信號，為 R1 傳送之數位信號，而圖 21(b)所示，即為低頻信號，充當 PK 介面通訊時之同步信號，在此同步信號中 PK 介面將 R1 傳送之數位信號解碼還原為 r_1 ，之後，回傳一筆確認碼，通知感測端通訊介面 1，傳送 R2 之 r_2 數位資料，圖 22 所示即為將 r_1, r_2 帶入(10)式後之定位系統追蹤狀況。過程中完全不用設定傳送端與接收端之資料傳送設定，證明使用 PK 通訊介面之便利性，同時也說明 PK 通訊介面之除錯機制簡單但是有效，能正確的傳送資料與接收資料。

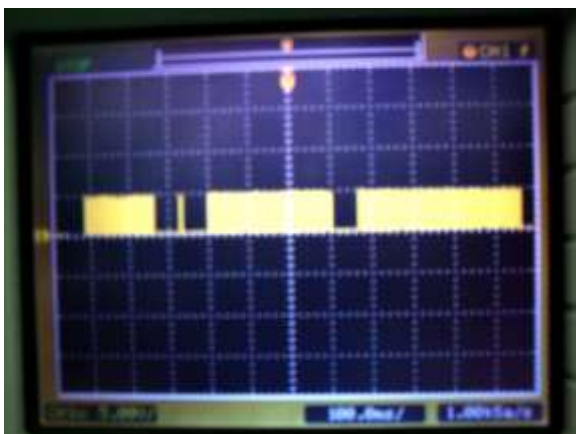


圖 18 傳送之紅外線信號

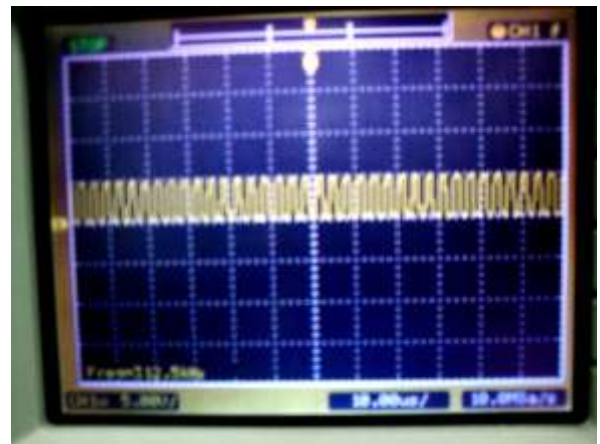


圖 19 附上資料的高頻載波



圖 20 經過高頻載波調變的載波信號

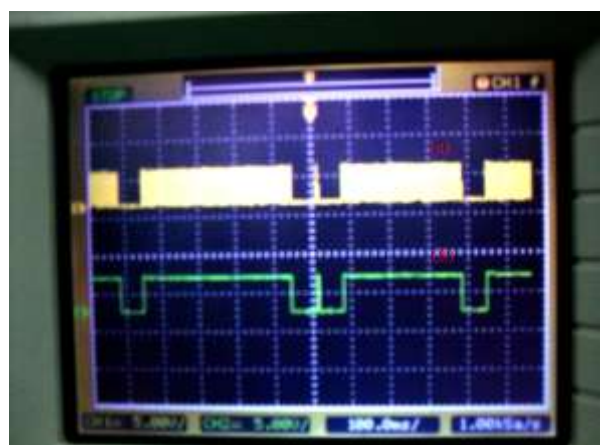


圖 21 (a)解調後的高頻信號
(b)同步信號

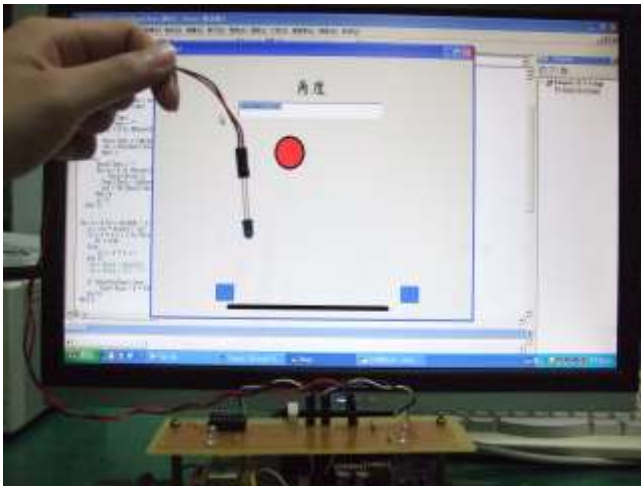


圖 22 定位系統之追蹤情形

四、結論

本研究利用紅外線定位感測實驗將此可行性驗證，紅外線既普遍且成本低，電路架構又簡單，所以才以它感測之訊號當作傳輸之資料。PK 通訊介面進行串列通訊，使用 PK 通訊沒有像 RS232 通訊那樣的複雜設定，而且傳送資料的長度可以隨時變動，脈波頻率並無限制，具備高度之資料擴充性。而且不用事先設定，即能適用於各種傳輸速率之設備，因為編碼簡單又具備容錯機制，大幅改善 RS232 缺點。在低速設備中，只需要一條線即能進行雙向通訊，且架構成本低，極俱商業性。

另外，PK 通訊介面在進行通訊時，是以電力線作為傳輸媒介，電力線在一般建築物中皆佈滿了電力線的插頭，是最方便現成的傳輸系統，不須額外的佈線就可利用此傳輸媒介。因此，也解決一般生活中所使用的有線式通訊設備等需要重新佈線的麻煩，可降低佈線成本又使生活空間更雅觀，在競爭的消費商場裡的确是帶來了無限商機。又可應用在輸電系統、配電系統與自動抄表，還可以運用在家庭自動化與寬頻網路、影音傳輸、智慧型住宅等民生用途中，家庭自動化的運用相當廣泛，包括空調、音響、照明、無線通訊、家電、保全等等，電力線通訊在未來幾年有著極誘人的前景和潛在的巨大市場。

參考文獻

- [1] 陳明榮，單晶片 8051 KEIL C 實作入門，文魁資訊股份有限公司，台北市，2006。
- [2] 卜文正，黃俊豪，林俊孝，“利用 PK 串列通訊介面進行節能控制研究”，2009 綠色科技工程與應用研討會，pp.14-18，2009，台中。
- [3] 卜文正，李育嫻，“新型串列通訊技術之研究”，第四屆智慧生活科技研討會，台中，pp. 11-16，2009。
- [4] 卜文正，王孟輝，陳鴻誠，賴秋庚，“電力線載波並列通訊技術研究”，第廿二屆電力工程研討會，pp. 1070-1074，2001。
- [5] 電信國家型科技計劃辦公室，電信科技與產業發展 II，國立台灣大學，台北，台灣，2009，pp. 192-204。
- [6] Andreadou, N. and Pavlidou, F.-N., “PLC Channel: Impulsive Noise Modelling and Its Performance Evaluation Under Different Array Coding Schemes,” IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 24, Issue 2, pp.585-595, April 2009.
- [7] Franklin, G. A., “A Practical Guide to Harmonic Frequency Interference Affecting High-Voltage PowerLine Carrier Coupling Systems,” IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 24, Issue 2, pp.630-641, April 2009.
- [8] Hai Xu, and Yang Shiyuan, “A Lossely Synchronous-coded OFDM System for Powerline Communications in Homenetworks,” IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 21, Issue 4, pp. 1912-1918, Oct. 2006.