

# 行動電話操控使用摩斯碼

楊正宏  
國立高雄應用科技大學  
電子工程系  
[chyang@cc.kuas.edu.tw](mailto:chyang@cc.kuas.edu.tw)

許志偉  
國立高雄應用科技大學  
電子工程系  
[casper@taco-e.com.tw](mailto:casper@taco-e.com.tw)

## 摘要

隨著科技的發達，為了身心障礙者亦能享受到科技所帶來舒適和便利，因此輔助器具 (Assistive Devices, 簡稱輔具) 所扮演的角色更不容忽視。摩斯碼 (Morse Code) 是目前被廣泛應用於身心障礙者溝通的輔具技術之一，本研究利用微處理器搭配 GSM (Global System for Mobile communications, GSM) 模組，設計一套完全以摩斯碼為輸入、操控的行動電話，使障礙者能藉此使用 (撥/接) 電話、(收/發) 簡訊等基本功能。在本文中，考慮八位元微處理器的運算能力和執行速度，更將文獻中提出的相關辨識演算法加以精簡和改良，取其能自我學習的精神，簡化複雜運算，提出摩斯碼半邊辨識演算法，以提昇微處理器的工作效益。

**關鍵詞：**摩斯碼，微處理器，嵌入式系統，輔具，GSM 模組

## Abstract

Even though advances in technology are rapid and major breakthroughs are made on an almost daily basis the implementation of this advanced technology often disregards the requirements of people with physical disabilities. The development of assistive tool that incorporate the latest technology is thus necessary for this user group. Assistive devices that incorporate Morse code are widely used for communication. In this research, we developed a microcontroller with GSM (Global System for Mobile communications) that can be used to control the entire functions of a mobile phone system. This device can be used to execute basic function, such as dialing and answering the phone, or sending or receiving short text messages. This document considers problems related to the execution speed and capabilities of an 8-bit microcontroller, and proposes simplifications and improvements of the related algorithm. An algorithm for half-side Morse code

recognition is introduced, which increase the capability of the microprocessor effectively.

**Keywords:** Morse Code, Microcontroller, Imbedded System, Assistive Devices, GSM Module.

## 1. 前言

近年來，科技發展日新月異，各種資訊產品與設備提升了人們生活，便利了資訊的傳遞；對於身心障礙人士 [13, 14]，乃期望能透過資訊科技輔助，相對能改善其生活、學習與工作等各方面不便之處。根據政府機關的統計調查結果 [10]，在 97 年 6 月底前，領有殘障手冊者約佔總人口數 4.5%，其中肢體障礙者佔 38.94% 為最多數之一，然而實際的身心障礙人口數目，則可能高於殘障手冊的發放人數。然而在科技發達的時代，大部分的控制均利用鍵盤輸入，因此為使特殊弱勢殘障人士的生活與適應力，能跟上社會時代進步的 E 化腳步，特殊的輔具的研究開發是需要的 [11, 12]。輔具 [15] 泛指能夠提升、維持或改善身心障礙者日常生活功能的物品、設備零件或產品系統。通訊編碼的應用方面，摩斯碼為國際性通訊碼，其操作具備簡單、快速、成本低特性，極適合做為障礙者與外界溝通的輔助工具 [4, 8]。因此本研究提出以行動電話為例，摩斯碼為控制方法實做行動電話的基本功能。

## 2. 相關背景簡介

### 2.1 摩斯碼

摩斯碼是由美國電報發明家摩斯 (Samuel F. Morse) 發明的 [2, 3]，是藉由短音 (點, dot)、長音 (劃, dash)，及間隔 (space) 三者組合而成，以代表字母、數字及標點符號。標準摩斯碼規定長短音比例是 3:1，而且長短間隔比例亦為 3:1。

摩斯碼使用條件即需能維持一定的打字速度，但隨著障礙者本身的條件或疲勞引起打字速度上之差異，所以需要配合智慧型的辨識演算法來提昇辨識的正確性 [2, 3, 9, 17]。

### 2.2 GSM 系統

GSM 亦稱為泛歐式行動電話，因其規格最早是由歐洲幾個主要國家所協定，即是第二代行動電話中最受人矚目、而使用率也最廣的一個規格。GSM 使用 Narrowband TDMA (Time Division Multiple Access, TDMA)，這使得一個無線電頻率中可同時打八通電話。GSM 在 1991 年起開始採用，到了 1997 年底，GSM 服務已遍佈全球超過 100 個國家，並為歐洲及亞洲工業上的標準。GSM 所提供的服務有通話，與 PSTN (Public Switched Data Network, PSTN) 或 ISDN (Integrated Services Digital Network, ISDN) 相容，可傳簡訊 (Short Message Service, SMS)，為傳送 160bytes 文字訊息給其他用戶。

### 2.3 AT 命令

AT (Attention, AT) 命令集 [6] 是從 TE (Terminal Equipment, TE) 或 DTE (Data Terminal Equipment, DTE) 向 TA (Terminal Adapter, TA) 或 DCE (Data Circuit Terminating Equipment, DCE) 發送。通過 TA，TE 發送 AT 命令來控制 MS (Mobile Station, MS) 的功能，與 GSM 網路業務進行雙向溝通。通過 AT 命令可進行呼叫通話、簡訊、電話簿、數據業務、傳真等方面控制。

## 3. 系統設計

本系統設計是利用摩斯碼的輸入來控制 GSM Module，以達成行動電話各項功能的輔具系統 (圖 1)。使用者以鍵盤按壓及放開的方式輸入摩斯碼至微處理器，微處理器則可視為摩斯碼和 GSM Module 控制溝通的介面，當 GSM Module 向行動電話系統商基地台註冊登入後，即可使用電話或簡訊等行動電話的功能，以下分為硬體架構、軟體架構、摩斯碼半邊辨識演算法三個方向做說明。

### 3.1 硬體架構

硬體架構(圖 2)，以微處理器 Atmel AVR ATmega128 為核心 [1,16]，利用 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter，非同步串列傳輸)為傳輸介面與 SIMCOM SIM300 GSM Module 溝通[5]，下達 AT 命令來控制 GSM 模組，以達到行動電話的各項功能。搭配摩斯碼輸入(圖 4)和 LCD

Module 顯示畫面(圖 5)，除了行動電話功能外，本系統尚有另一功能，即可將經由辨識後的摩斯碼輸出至其他設備 (如個人電腦等)，使得系統可作更進一步擴充應用，此功能是利用微處理器的第二個 UART Port 來完成輸出介面。

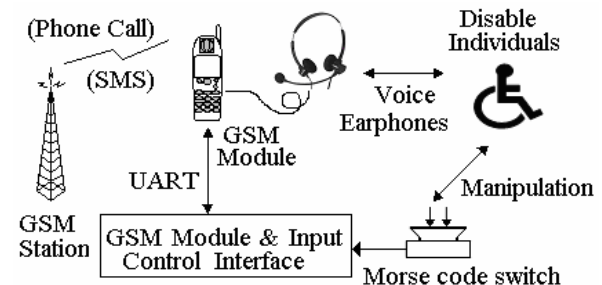


圖 1 障礙者行動通訊示意圖

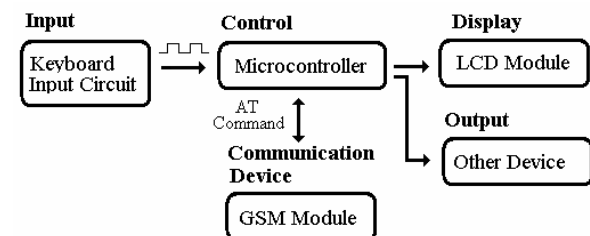


圖 2 硬體架構示意圖

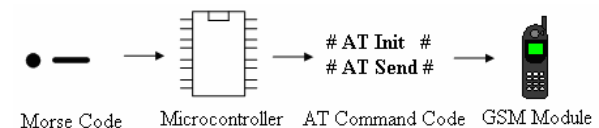


圖 3 摩斯碼控制示意圖

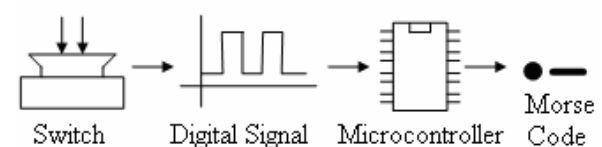


圖 4 摩斯碼輸入示意圖

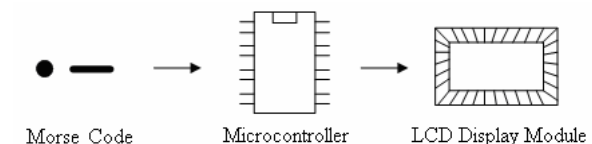


圖 5 LCD 顯示示意圖

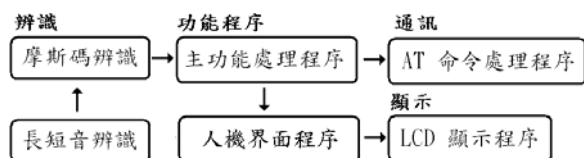


圖 6 軟體架構圖

### 3.2 軟體架構

軟體功能(圖 6)，當摩斯碼輸入後，經由長短音的辨識，再由摩斯碼對字元的轉換，將結果輸入至主功能的處理程序中，主功能程序則依照字元內容，透過人機介面程序在 LCD 顯示器上顯示，或者透過 AT 命令處理程序下達 AT 命令和 GSM Module 溝通，進而能使用行動電話的各項功能。

### 3.3 摩斯碼半邊辨識演算法

摩斯碼長短音之輸入方式，是以按壓按鍵時間的長短作為長短音的依據，按鍵放開即為靜音的輸入。本文提出以摩斯碼為控制的行動電話，乃可攜式設備，為了達成“可攜”之目的，本系統採用微處理器來處理各功能程序，因系統採用 8 bit 微處理器，無法擁有個人電腦般高速運算能力，無法運行文獻中各式準確度和複雜度都很高的辨識演算法，針對此問題本文提出摩斯碼半邊辨識演算法，著重於辨識度效益而以降低運算之複雜度。

目前文獻之辨識方法有羅和施(LS)方法[2]，施和羅(SL)方法[3]，類神經網路 BPN 方法[17]，模糊支持向量機(Fuzzy support vector machine) [9]，都會分為元素及字元辨識兩部份來處理。在元素辨識部份，首先將資料分類成 Tone 音與 Space 音兩組序列，並各自處理長短音辨識，其中長短音辨識又分為臨界值更新(Base Update)，與臨界值微調(Base Fine Tuning)兩個流程(圖 7)。

摩斯碼辨識主要針對有聲和靜音兩部份之長短音辨識，本研究依照二分法予以區隔，若不是短音，則為長音，如此辨識演算法只需針對短音或長音擇一處理，作臨界值微調更新運算即可，另一個輸入值則可忽略不計，如此可降低運算時間，本系統採用短音動作，只需判斷短音輸入，則會進入臨界值更新程序，如此可使臨界值和使用著打字實際狀況更加契合。此外在靜音部份，代表摩斯碼中各元素之間的斷點，以及摩斯碼對字元轉換的斷字條件，同樣是依照使用者輸入時間的長短作為判斷，作法同有聲部份的長短音處理，當靜音輸

入為一個長靜音時，則判斷為摩斯碼各元素已輸入完畢，接著將摩斯碼元素提取後作對應字元的轉換輸出，以完成整個辨識的程序，反之為各元素間之斷點，研究流程如(圖 8)所述。

摩斯碼半邊辨識演算法考慮到微處理器的效能，設計全以整數運算為基礎，而且使用邏輯右移指令“LSR”(Logical Shift Right)以代替除法指令(圖 9)，8 Bit 除法動作只需一個機械週期就能完成，在辨識演算過程中，唯一使用除法動作是在更新短音臨界值中所作的算術平均數，由於邏輯右移指令只能適用於除 2<sup>n</sup>，所以短音資料暫存器必須設定為 2<sup>n</sup> 個，如此加總後向右位移 n 位元即為其算術平均數。

累加過程中也並非處理所有短音臨界值均需重新加總，採用方法是將前次加總值減掉要移除之舊短音資料暫存器內容，再加上目前新的短音資料暫存器內容，也就是利用一個佇列(Queue)結構，以先進先出的觀念來操作儲存短音資料暫存器，因此便無須利用迴圈加總動作，亦可提升運算時間。

短音資料暫存器目的是要讓此半邊辨識演算法能夠有自我學習、更新的功能所設計的暫存器佇列，以取框方式運作，即每次的短音辨識後，會移出最舊的資料，並且加入目前新資料，如此演算法就能參考到目前輸入短音資料，作為下次判斷之依據。就算使用者因疲勞因素，按鍵敲擊的速度越來越慢，又或使用者對於摩斯碼熟練度上升，而加快敲擊速度，演算法也能作自我的調適與修正。

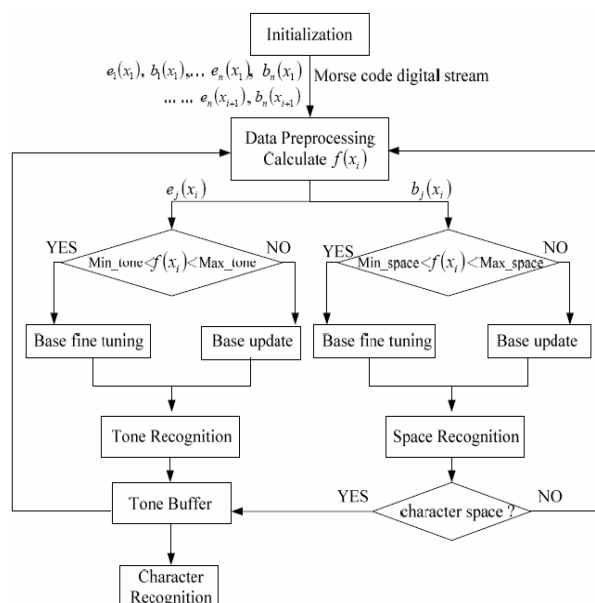


圖 7 一般摩斯碼之研究流程

$e_1(x_i), b_1(x_i), \dots, e_j(x_i), b_j(x_i), \dots, e_n(x_i), b_n(x_i), \leq j \leq n$   
 $e_j(x_i)$  : 表示鍵按下 dot 或 dash, 是字元  $x_i$  的第  $j$  個鍵按下值  
 $b_j(x_i)$  : 表示鍵放開 dot 或 dash 之間隔, 或字母與字母之間隔, 是字元  $x_i$  的第  $j$  個鍵放開值  
 $n$  : 在  $x_i$  中所輸入的所有摩斯碼

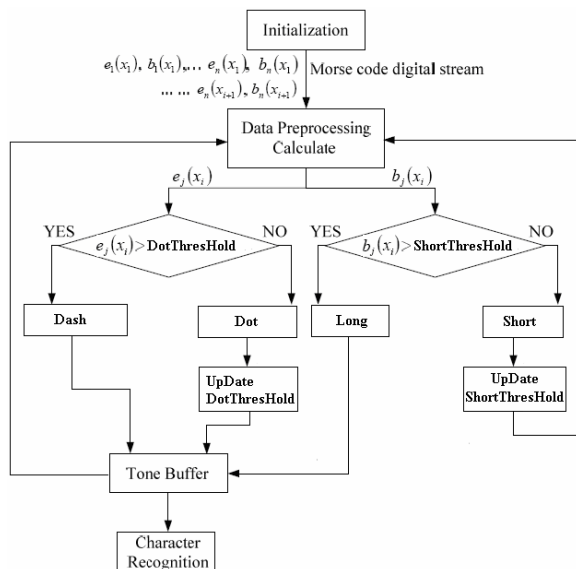
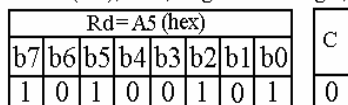


圖 8 摩斯碼半邊辨識流程

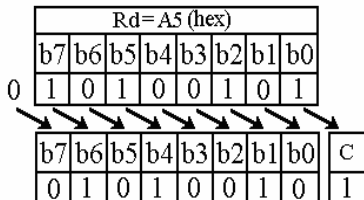
Instruction	Operands	Operation	Clock
LSR	Rd	$C \leftarrow Rd(0)$ $Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n=0$ to 6 $Rd(7) \leftarrow 0$	1

Rd : Destination ( and source ) register in the register file.  
 C : Carry flag in status register.

Ex : Rd=A5(hex), C=0, Logical Shift Right, Rd=?



Ans :



$\therefore Rd=1010010(bin)$   
 $=52(hex)$

圖 9 LSR 右移指令動作原理

由於摩斯碼是由使用者以單鍵不斷按下、放開而所產生的時間序列，因此可將摩斯碼輸入的時間序列表示為下列形式：  
 $e_1(x_1), b_1(x_1), \dots, e_n(x_1), b_n(x_1), \dots, e_n(x_{i+1}), b_n(x_{i+1})$  其中， $e_1(x_1)$  表示第一次鍵按下的時間， $b_1(x_1)$  表示鍵放開的時間，依此類推。在開始辨識之前需預先輸入幾筆資料，以作為辨識第一筆資料的初始臨界值，換言之，系統首先需要一個訓練機制，讓使用者輸入數筆摩斯碼來產生初始臨界值，接著計算出和下筆輸入資料的關係，並將資料流區分成 tone 音和 space 音兩個部份，當 tone 音的資料進入時，為了減少演算法的運算量，半邊辨識演算法主要採用 dot 音的資料作為判斷，假如 tone 音資料大於 dot 音的臨界值，即判斷為 dash 音，反之則為 dot 音，若經判斷輸入為 dot 音，則會進行臨界值更新程序，重新調整 dot 音的臨界值，而靜音部份則分為 Long 音和 Short 音來判斷，原理同上述 tone 音部份，Long 音表示摩斯碼各元素輸入完畢，會取出暫存 tone 音辨識結果，以查表的方式轉換成字元輸出，摩斯碼半邊演算法將分為“訓練機制、長短音辨識、更新臨界值、字元輸出”等四個部份來加以說明。

(一) 訓練機制

摩斯碼是種特殊的編碼方式，使用者必須透過學習和訓練方能完整的輸入摩斯碼，另一目的則是產生第一筆辨識所需的短音臨界值  $DotThresHold$  (式 1) 及靜音部份的  $ShortThresHold$  (式 2)。在訓練機制下，使用者會依照提示輸入摩斯碼的 dot 和 dash 音，因為半邊辨識只針對短音資料作處理，因此在訓練的過程中，長音的資料是忽略不計的。

$$DotThresHold = 3 \times \frac{\sum_{i=1}^{MaxBuffer} e_{dot}(i)}{MaxBuffer} \quad (1)$$

$$ShortThresHold = 3 \times \frac{\sum_{i=1}^{MaxBuffer} e_{short}(i)}{MaxBuffer} \quad (2)$$

$DotThresHold$  : 有聲部份的短音臨界值

$e_{dot}(i)$  : 短音資料儲存暫存器

$ShortThresHold$  : 靜音部份的短音臨界值

$e_{short}(i)$  : 短音資料儲存暫存器

$MaxBuffer$  : 暫存器的最大值  $2^N$  個,  $N=5$

(二) 長短音辨識

半邊辨識的長短音辨識極為簡單、明瞭，根據輸入 tone 和 space 音的值和所對應的短音臨界值作比較即可(式 3,4)，當 tone 音辨識完成後將結果儲存至摩斯碼元素暫存器備用，space 音則主要判斷為摩斯碼元素的輸入狀況，當 Long 音輸入時，表示摩斯碼元素輸入完畢，則進入字元辨識的程序。

$$M_i(x_i) = \begin{cases} \text{Dot}, & \text{when } e_i(x_i) < \text{DotThresHold} \\ \text{Dash}, & \text{when } e_i(x_i) \geq \text{DotThresHold} \end{cases} \quad (3)$$

$$S_i = \begin{cases} \text{Short}, & \text{when } b_i(x_i) < \text{ShortThres Hold} \\ \text{Long}, & \text{when } b_i(x_i) \geq \text{ShortThres Hold} \end{cases} \quad (4)$$

$e_i(x_i)$  : tone 音的輸入

$b_i(x_i)$  : space 音的輸入

$M_i(x_i)$  : 摩斯碼元素暫存器

$S_i$  : space 音的辨識輸出暫存器

(三) 更新臨界值

根據摩斯碼的定義，dash 和 dot 比例是 3 : 1，但每個人的打字習慣不相同，所產生的比值也不盡相同，即使是受過訓練的正常人也很難長時間維持一定的速度，因此為了更有效率的處理臨界值的高低，考慮時間影響因素，以取框觀念來儲存短音的輸入值，如此臨界值則會隨著使用時間而有所變化(圖 10)。首先定義一個佇列的資料型態暫存器  $Qe_{dot}(x)$  大小同(式 1)  $MaxBuffer$ ，第一次辨識時將(式 1)中的  $e_{dot}$  依序分別複製到  $Qe_{dot}$  中，若有新的 dot 或 short 輸入則依下列三個步驟進行更新短音臨界值。

Step 1: Delete  $Qe_{dot}(top)$ ，刪除  $Qe_{dot}$  佇列裡最早的資料。

Step 2: Add  $e_{dot}$  value to  $Qe_{dot}$ ，將目前短音的資料  $e_{dot}$  加入到  $Qe_{dot}$  佇列中。

$$\text{Setp3: } \text{DotThresHold} = 3 \times \frac{\sum_{i=1}^{MaxBuffer} Qe_{dot}(i)}{MaxBuffer},$$

更新短音臨界值。

靜音部份之短音臨界值更新原理同上述說明。

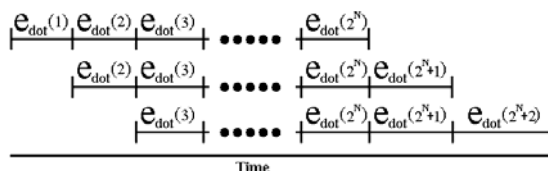


圖 10 時間因素的影響範圍

(四) 字元辨識

長短音辨識過程中，tone 音元素辨識結果會暫存起來，若有 space 音，則被辨識為長音(式 4)時，便取出辨識 tone 音時暫存結果  $M_i$ (式 3)，以查表方式判斷使用者所輸入字元或是符號。例如  $M_i() = \{ \bullet - - - - \}$  則查表轉換為數字“1”， $M_i() = \{ \bullet - \}$  查表轉換為英文字母“A”，若輸入為無法辨識之摩斯碼，在編輯模式中會以“?”來表示，功能選擇模式中則不反應輸入。

4. 結果與討論

本系統所開發之硬體成品(圖 11)，藉由單鍵鍵盤輸入，以按壓時間長短作為摩斯碼之長短音依據，藉以操作本系統之各項功能。



圖 11 硬體成品圖

本系統所設計之行動電話的各項功能，除摩斯碼訓練、操作設定和摩斯碼辨識輸出功能需另加說明外，其餘各項功能如(圖 12)所述。

摩斯碼訓練功能，為摩斯碼輸入的首要步驟，使用者需依照畫面上提示長短音符號，以單鍵鍵盤按壓輸入。此功能有兩個目的，其一是讓使用者練習摩斯碼輸入，另一為計算出使用者所敲擊摩斯碼之短音臨界值，練習完畢後可選擇是否將結果儲存至微處理器內含的快閃記憶體(Flash Memory)，若有儲存則下次再開機使用時，就無須重新練習，在每次開機時可設定直接提取此值使用，而系統使用時亦會隨著辨識演算法來調整此值。

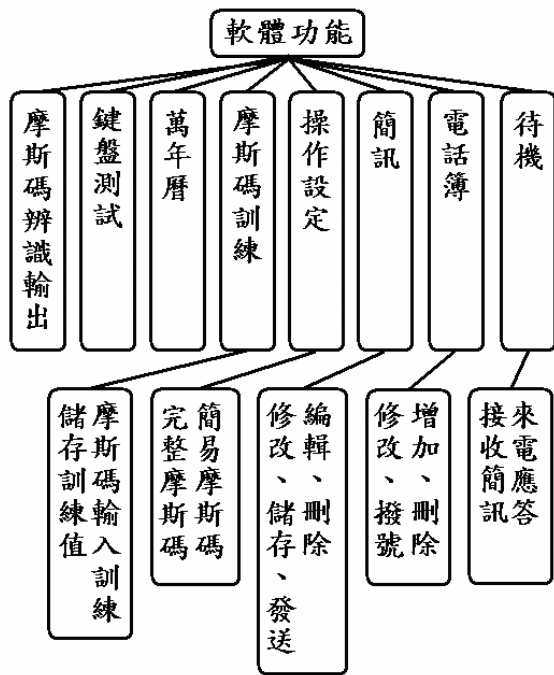


圖 12 軟體功能介紹

在軟體功能中所設計的操作設定，有簡易摩斯碼和完整摩斯碼兩種操作模式，以下逐一說明。

(一) 簡易摩斯碼

在此操作模式下，使用者只需學習六個功能碼（上、下、左、右、確定和離開）（表 1），即可操作系統，不需學習完整的 ASCII Code 所對應的摩斯碼，適合初學摩斯碼的使用者使用，在功能選擇操作方法（圖 13），使用“上”、“下”、“左”、“右”等功能碼來移動畫面上的箭頭游標，用以選擇所要執行的功能，“確定”為進入箭頭游標所指定的功能，“離開”則為退出功能回到上層功能目錄選單。在輸入電話簿或簡訊等編輯模式時，採用選字輸入法，也就是說畫面會出現 ASCII Code 字元，需以“上”、“下”等功能碼來換頁，“左”和“右”功能碼來選字，“確定”功能碼為輸入所選字元，“離開”功能碼為刪除上一輸入的字元，若編輯區字元數為零時再輸入“離開”功能碼則會離開此功能項目，畫面上會有一“↵”自定義的符號，當選字游標移動到“↵”時，再輸入“確定”功能碼則表示編輯輸入完成，會進行功能的下一個動作（圖 14）。

表 1 Morse Function Code Table

Function	Morse Code
Up	· - - · -
Down	· - - - · ·
Left	· - - · - - · ·
Right	· - - · - - ·
Enter	· - - · -
Escape	· · - - · ·

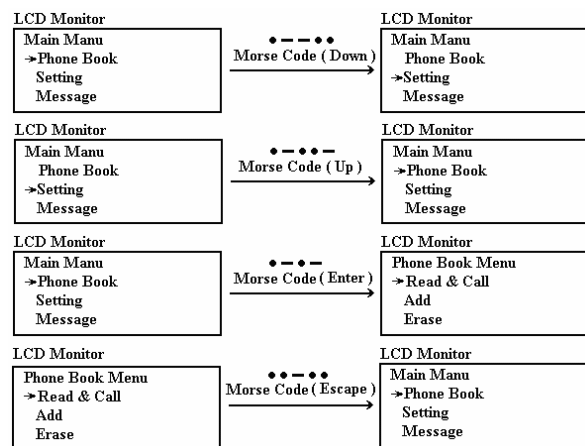


圖 13 功能選擇操作

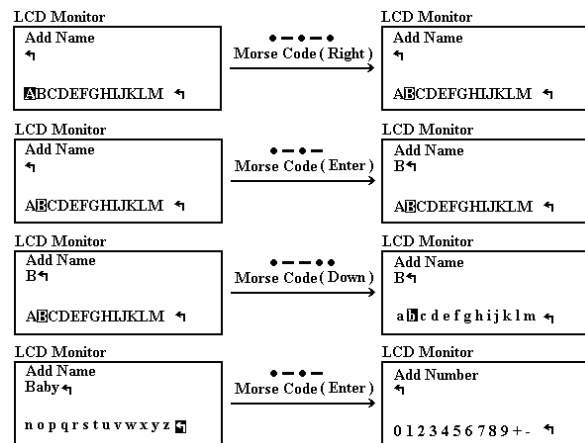


圖 14 新增聯絡人（選字輸入姓名）

(二) 完整摩斯碼

在此模式下，使用者需學習完整 ASCII Code 相對應的摩斯碼，外加上上述六個主要功能碼，平時操控仍以上述六個主要功能碼為主（圖 13），但進入編輯電話簿或簡訊時無須選字後再輸入“確定”等功能碼，以完整 ASCII

Code 相對應的摩斯碼輸入編輯，可加快輸入的速度，輸入“離開”功能碼，為刪除上一輸入的字元（圖 15），若編輯區字元數為零時則離開此功能項目。

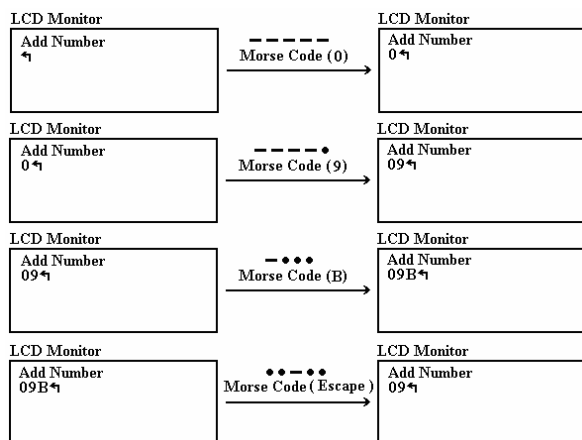


圖 15 新增電話號碼（摩斯碼字元輸入）

在摩斯碼辨識輸出功能中，使用者可以設定將辨識後的摩斯碼經由 UART 傳出至其他設備，未來計畫可藉由此輸出，進一步操控個人電腦或其他應用的設備，讓障礙者在不使用行動電話功能時，亦能應用此系統作為與其他設備的溝通輔具，期望能為障礙者提供更完善的服務。

障礙者在操作日常電氣用品時，常因本身的障礙，在鍵盤的操作不是那麼順利，又或者根本無法使用，導致無法完成一些自主性的需求，而需要求助他人。所以輔具是障礙者和外界溝通極重要的設備，本研究提出以摩斯碼為控制介面，實做一行動電話的各項功能，有下列四項特點：

#### （一）靈活的單鍵輸入

在單鍵的輸入方面，可將按鍵經過適當的擺放或加工，則可利用手按或是腳踏，甚至用嘴巴咬合來產生長短音的輸入訊號，如此就能夠操作本系統的各項功能，可視使用者的狀況來靈活運用。

#### （二）簡易的單鍵摩斯碼控制

除完整摩斯碼表輸入外，更特別為摩斯碼的初學者，設計出簡易摩斯碼控制方法，在此操作模式下，使用者只需學習六個功能碼，即可上手使用，不需要熟背全部的摩斯碼和字元對應表。又系統採用的摩斯碼半邊辨識演算

法，更是依照 8 Bit 微處理器的特性加以優化處理，在不失自我學習的功能和辨識準確度下，大幅縮短辨識時間。

#### （三）成本低廉

本系統所採用摩斯碼半邊辨識演算法的複雜度低，故不需搭配高階的微處理器，一般 8 bit 微處理器就足以完成行動電話各項功能，且 GSM Module 又因半導體的技術成熟，不僅體積縮小，價格又低廉，所以系統不需很高的建製成本。

#### （四）摩斯碼辨識輸出

系統設計有摩斯碼辨識輸出的功能，可將使用者輸入摩斯碼，經辨識後以 UART 輸出，未來再開發個人電腦端的應用程式，即可成為障礙者操作電腦的另一選擇，又或設計一環境控制系統[14]，可以藉由此功能去操控其他設備，讓障礙者的生活有更多的便利與自主性。

## 5. 結論

本文實做以摩斯碼為控制基礎的行動電話，目的在於提供障礙者一個能配合本身條件使用之行動電話，重視障礙者對於“用”的權利，亦對於輔具開發能夠引起共鳴。在未來發展方面，由於系統採用英文開發介面，因此在日後研究，會採用以中文介面搭配中文字形和繪圖型 LCD 顯示器，並以摩斯碼為基礎，開發適合的中文輸入法，使得系統更易使用。系統雖有設計摩斯碼辨識輸出功能，但在應用設備端，未來期望能和個人電腦結合，作為操控電腦的介面，亦可開發環境控制系統，讓使用者可藉此自主性的控制其他家電設備，提昇便利之生活環境。

## 6. 參考文獻

- [1] Atmel Corporation, (2008) ATmega128 Microcontroller Datasheet, [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2467.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf)
- [2] Luo C. H. and C. H. Shih, (1996) Adaptive Morse-coded single-switch communication system for the disabled, Int. J. of Biomed. Comput. Vol. 41, pp.99-106.
- [3] Shih C. H. and C. H. Luo, (1997) A Morse-Coded recognition system with LMS and matching algorithms for persons with disabilities, Int. J. of Medical Informatics, Vol. 44, pp. 193-202.

- [4] R. Bower, et al. (Eds), (1998) The Trace Resour-cebook-Assistive Technology for Communication, Control, and Computer Access, Trace Research & Development Center, Universities of Wisconsin -Madison, Waisman Center.
- [5] SIM Technology, (2006) SIM300 Hardware Interface Description Doc ID: SIM300\_HD\_V3.04.
- [6] SIM Technology, (2006), SIM300 AT Command Set Software Specification, Doc ID: SIM300\_ATC\_V1.05.
- [7] Yang, C. H., L. Y. Chuang, and C. H. Luo (2004), Internet A56ccess for Disabled Persons using Morse Code, International Journal of Computer and Applications, Vol. 26, No. 1, pp. 10-16.
- [8] Yang, C. H., L. Y. Chuang and C. H. Luo (2003), Morse Code Application for Wireless Environmental Control System for Severely Disabled Individuals, IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering, Vol. 11, No. 4, pp. 463-469.
- [9] Yang, C. H., L. C. Jin and L. Y. Chuang (2006), Fuzzy Support Vector Machines for Adaptive Morse Code Recognition, Medical Engineering & Physics, Vol. 28, pp. 925-931.
- [10] 中華民國內政部全球資訊網,九十七年第三十四週內政統計通報(97年6月底身心障礙者人數統計), [http://www.moi.gov.tw/stat/news\\_content.aspx?sn=1324](http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=1324)
- [11] 吳亭芳,民 91,肢體障礙者電腦輔具評量以訓練成效之研究(Assessments and interventions of computer access for persons with physical disabilities), 1-6.
- [12] 吳雅萍,民 92,極重度多重障礙學生運用輔助性科技之個案研究(A case study for a student with Profoundly Multiple Disability to Use the Assistive Technology), pp. 1-10.
- [13] 脊髓損傷潛能發展中心 <http://www.scsrc.org.tw/>
- [14] 脊髓損傷醫訊 <http://www.cc.nctu.edu.tw/~hesci/hospital/life/assist.htm>
- [15] 陽光科技輔具團隊 <http://chluo4.ee.ncku.edu.tw/assistive.htm>.
- [16] 郁文工作室,民 93 ,全華科技圖書(股)公司,嵌入式 AVR 程式設計.
- [17] 傅篤棟,(2003)類神經網路系統自動辨識不穩定摩斯碼,博士論文,成功大學