

# EOG 單鍵摩斯碼輸入系統設計

吳崇民	顏順弘	黃科貴	涂亞辰	張世熙
崑山科技大學	崑山科技大學	崑山科技大學	崑山科技大學	崑山科技大學
cmwu	yen720619	guei.huang	eric912146	shchang
@mail.ksu.edu.tw	@gmail.com	@gmail.com	@yahoo.com.tw	@mail.ksu.edu.tw

## 摘要：

EOG 稱為眼電壓訊號，其用途通常用來量測生理狀況的依據，也有作為紀錄之用。本裝置系統，可分成輸入端介面與辨識主機，此研究將能替換輸入介面，其輸入裝置亦可換成一嘴控輸入，按鍵手控輸入...等。方便於各種罹患不同患者方便使用 EOG 輸入系統，是一種利用摩斯碼控制的裝置，利用眼球的轉動，轉變為摩斯碼控制訊號，初期預估可以使用在重大疾病的患者身上，例如運動神經元疾病，漸動人或肌肉萎縮患者(Amyotrophic Lateral Sclerosis, ALS)，由於裝置的輕薄短小，使用者可以輕易攜帶，可增加使用者的移動空間，不受環境的侷限。

**關鍵詞：**運動神經元疾病、眼電圖、摩斯碼

## 1.前言

由於社會的進步，生活水準的提高，人類在享受物質上的豐腴、心靈上的滿足時，有些『意外』卻在無形之中形成，雖然有時有事先防範之備，但是許多時候卻是無可避免，有如疾病的發生、事故的傷害...等等。在意外發生的過後，可能會有產生肢體上面的傷害，甚至有可能癱瘓，帶給患者的是許多生活方面上的不便，這可是成為患者本身喪失行動上的自由、言語上的溝通，也會使家屬或是醫療人員的不便，帶來莫大的堪憂。

為了因應患者生活，如今發展了多套醫療輔助系統[11~14]，讓醫療患者有機會可以改變生活，彌補患者溝通上面的不便，但是在輔助儀器多為使用上複雜、體積笨重，通常需要旁人協助完

成安裝，然而在價格方面，可說是讓人望之卻步。

藉由科技產業的發達，在資訊技術日新月異的今日，電腦已經入侵二十一世紀的家庭中心，成為家庭的必備工具之一，本研究報告就是利用簡單的眼球轉動，代替電腦上面的輸入系統(鍵盤，滑鼠...等等)，進而控制電腦，達到使用者可以依自己的意識，執行使用者的命令工作，能夠讓使用者安裝容易、攜帶方便，不必花大錢，也能享受生活上面的便利。

## 2.研究目的

此裝置主要代替電腦的鍵盤、滑鼠...等輸入介面，只要簡單的安裝步驟即能使用，此裝置的優點在於協助患者與家人、醫護人員，透過個人電腦或筆記型電腦的方式作為溝通，省去不必要的溝通錯誤與不明，更可以依照患者的意識，控制電腦，這無疑的讓患者也有機會瀏覽網路資訊，得知網路上最新資訊，甚至可以在網路上與人交流，減少患者對於疾病傷害的陰影，讓使用者可以感受到醫療設備的進步。

此裝置可以配合醫療工具，像是輪椅、救護鈴等醫療器具上，亦可以使用在其他電器設備，像是電視、冷氣等等，在未來也能加以運用在手機上，只要患者練習輸入摩斯碼，可以利用手機與外界溝通，也可在患者有緊急需求之時，能夠在最短的時間，通知讓患者友人及家人，知道患者的需要，讓患者也能享受跟正常人般的便利。

## 3.原理與分析

人體的全身皆有電氣的現象，每個生理小動

作都有微小的電壓產生，猶如心臟的跳動稱為心電圖，腦細胞的活動稱為腦波圖...等等。眼電圖法 (electro-oculogram, EOG) 是眾多量測眼球運動方法之一，其主要是測量視網膜色素上皮和角膜之間存在的電位(圖一)，也就是視網膜電位。量測的電壓數據大概介於 50 至 3500uV 之間，頻率為 dc-100Hz，眼球轉動範圍大約正負 30 度，並以 EOG 電壓的關係成正比，因此我們可以依照數據判斷眼球轉動的方向，甚至角度(圖二)。

EOG 訊號所量測的數據因人而異，即使在相同的測量環境條件下，數據也因為許多因素而不盡相同。例如：眼睛周圍油脂分泌所影響的量測，這些相關的因素我們在此並不予探討。

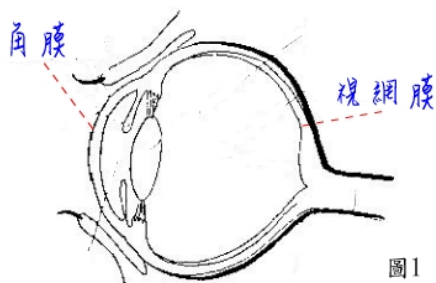


圖1

圖一 視網膜電路圖

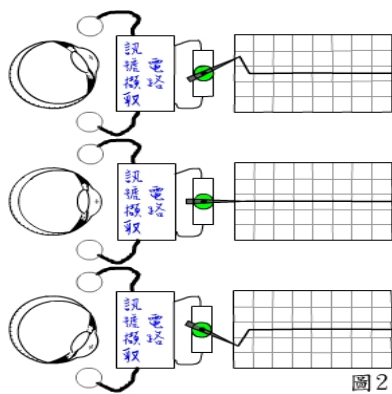


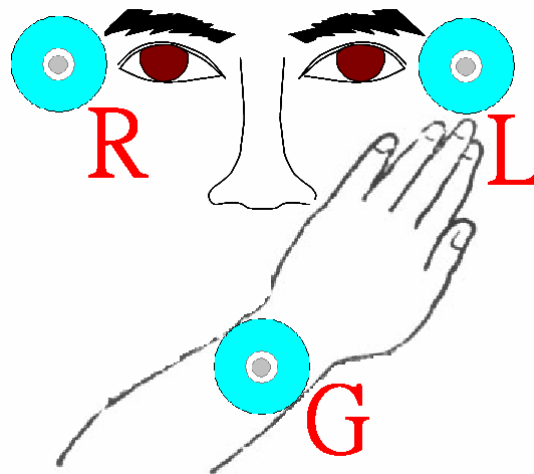
圖2

圖二 眼球轉動圖

#### 4. 系統軟硬體架構

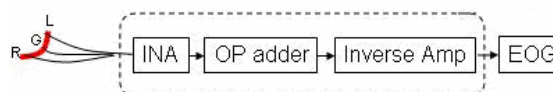
##### 4.1 EOG 訊號擷取的方法：

我們採用一般生理訊號專用的電極貼片(低週波訊號專用)，此貼片亦可以用來擷取心電圖、腦波圖...等生理訊號，將兩片感測貼片黏於受測者之太陽穴靠近眼角的位置，而接地貼片則貼於遠離心臟的四肢，以避免受到心跳訊號的干擾，黏貼位置如手掌或腳上。圖三為貼片黏貼位置。



圖三 貼片黏貼位置

EOG 訊號擷取電路方塊圖，如圖四所示，電路由儀表放大器、加法器、反向放大器所組成。



圖四 訊號截取方塊圖

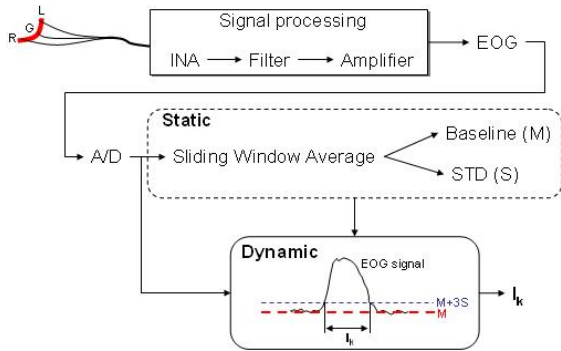
##### 4.2 利用訊號處理產生穩定的 EOG 控制訊號

由於 EOG 訊號常發生準位漂移現象，須以手動方式來消除直流偏壓準位，這對使用者非常不方便，因此本研究發展以訊號處理方式產生穩定的控制信號來設計眼控開關，達到系統可自動消除直流偏壓，讓個案可以輕鬆的操作本系統。

EOG 單鍵輸入，如圖五所示，此輸入方式為取眼球往右移動之 EOG 訊號作為輸入訊號，當眼球靜止時(眼睛移動角度小於 15 度)，系統計算靜止訊號的平均值(M)和標準差(S)，以防止使用者看螢幕時的眼球移動而產生系統誤動作，當訊號大於臨界訊號準位(M+3S)時，便開始計時，直到訊號小於臨界訊號準位，擷取此時間差作為摩斯碼輸入訊號(I)，訊號長短由摩斯碼自動辨識系統辨識摩斯碼長短音後，轉換成可讀字元輸出。[1~5]

此輸入方式讓使用者以單方向輸入，減少眼球因移動而造成眼睛疲勞或不舒服，但在摩斯碼長

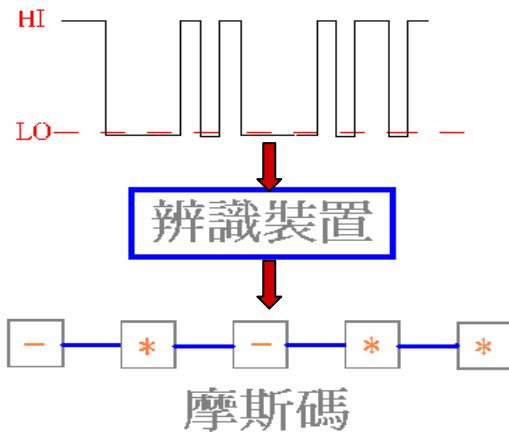
短音的控制上需要多花時間來練習才能達到穩定且快速的輸入。



圖五 EOG 單鍵輸入架構

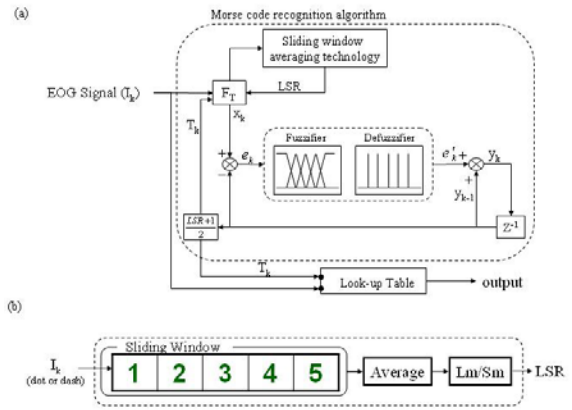
### 4.3 設計摩斯碼辨識裝置:

為了能夠正確的辨別使用者所輸入摩斯碼的長短音，我們設計一個辨識裝置，將使用者輸入的控制訊號，經由摩斯碼辨識演算法，正確的識別摩斯碼，再將摩斯碼轉換成電腦指令的(ASCII 碼)，如圖六所示。



圖六 控制訊號轉換

在辨識演算法[1~10]，為了讓訊號穩定，本研究將結合 sliding window average 及 fuzzy recognition 演算法，來辨識EOG摩斯碼訊號(如圖七)，圖中 $I_k$ 為摩斯碼輸入訊號、LSR為摩斯碼輸入訊號之長短音比例，預設值為 3、 $x_k$ 為正規化摩斯碼輸入，若輸入為長音，則依摩斯碼長短音的比例關係將長音正規化成短音輸入(輸入變數)、 $y_k$ 為摩斯碼短音的預測值，再將此變數值乘以 2(取 3:1 的中間值)，即為摩斯碼長短音的判別閾值，作為下一次輸入的長短音判別準位(輸出變數)、 $e_k$ 為輸入與預測值之間的誤差量(Fuzzy輸入變數)、 $e'_k$ 為預測值的修正量(Fuzzy輸出變數)、 $T_k$ :長短音判別閾值。

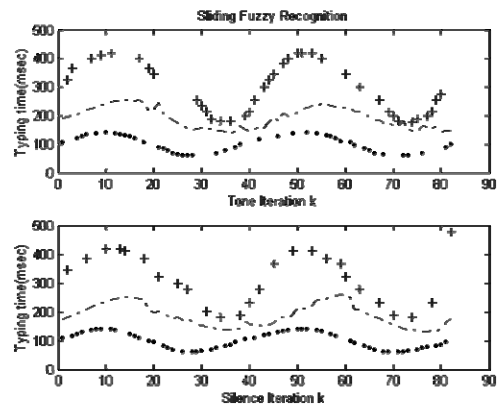


圖七 滑動型摩斯碼模糊辨識演算法

## 5.結果

### 5.1 摩斯碼辨識演算法測試

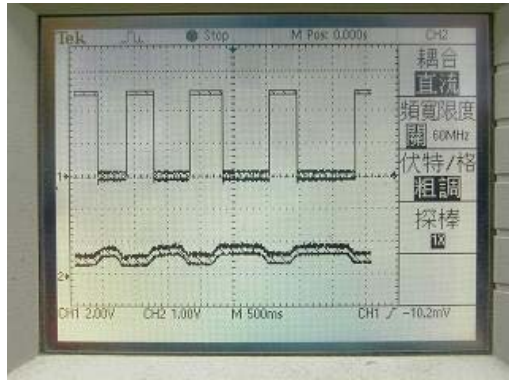
為了測試辨識系統的效能，本研究設計 a-z 的摩斯碼序列，其中長音 300ms，短音 100ms，再以 sin 函數作為序列變動之變化，振幅為 100，如此序列長短音比例會在 3:1~2:1 之間變化，圖八為滑動型摩斯碼模糊辨識演算法之辨視情形，隨著訊號的變化，辨識演算法會修正長短音之判斷閾值，以正確的區分摩斯碼長音和短音。



圖八 滑動型摩斯碼模糊辨識演算法辨識圖

### 5.2 摩斯碼轉換辨識結果

將 EOG 原始訊號擷取後，經由轉換後產生摩斯碼控制訊號，圖九中上方波形為對應轉換波形，下方波形為原始 EOG 波形。



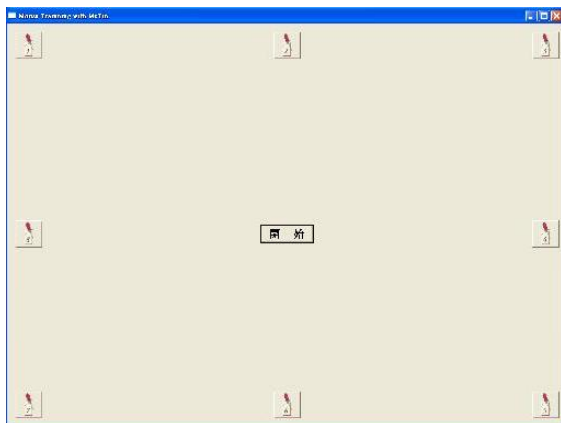
圖九 原始 EOG 波形與轉換控制波形

### 5.3 個案研究

本系統將EOG生理訊號利用訊號處理技巧轉換為穩定的控制訊號，完成EOG摩斯碼輸入介面，並應用於在個案研究上，圖十為摩斯碼系統可讓個案輸入A~J共10個字母並計算輸入時間與正確率，圖十一為摩斯碼滑鼠移動訓練系統來記錄滑鼠移動至八個點所需要的時間。表1個案輸入A~J共10個字母所需的輸入時間與正確率，表2為個案控制滑鼠在8個方向移動所需的時間。



圖十摩斯碼字元輸入訓練程式



圖十一 摩斯碼滑鼠移動訓練程式

表1 個案輸入A~J 10個字母之輸入時間與正確率

次數	實驗者 A	正確率 (%)	實驗者 B	正確率 (%)
1	96 sec	74%	101 sec	74%

2	96 sec	77%	89 sec	87%
3	83 sec	100%	89 sec	83%
4	98 sec	77%	90 sec	87%
5	90 sec	90%	96 sec	84%
6	89 sec	84%	84 sec	100%
7	92 sec	74%	92 sec	81%
8	95 sec	77%	95 sec	79%

表2 個案每次操作滑鼠完成八個方向所需時間

次數	實驗者 A	實驗者 B	次數	實驗者 A	實驗者 B
1	102 sec	166 sec	6	103 sec	98 sec
2	162 sec	99 sec	7	131 sec	132 sec
3	119 sec	202 sec	8	137 sec	128 sec
4	80 sec	168 sec	9	246 sec	159 sec
5	95 sec	108 sec	10	138 sec	176 sec

### 6. 結論

在臨床的應用上，個案已可透過本系統正確的輸入字元，但由於運用眼球運動來輸入訊號，造成長時間使用後，眼睛容易疲累，且降低控制訊號的穩定度，如何改善這些狀況，是本研究日後將繼續進行的課題，除了依據個案給予的意見修改本系統功能及加強使用的教育訓練外，在輸入方式部份，本研究將繼續研發其他的輸入介面(如腦波輸入開關)，以滿足其他症狀或症狀較嚴重的患者，使其皆可透過不同的輸入介面，讓個案可藉由此系統利用摩斯碼輕鬆的與外界溝通及操控週遭的家電用品如電視冷氣等，以完成一個符合使用者需求的溝通輔具。

### 7. 致謝

感謝國科會計畫編號 NSC94-2213-E-168-018-經費上之補助，特申謝忱。

### 8. 參考文獻

- [1] C. H. Luo and C. H. Shih, "Adaptive Morse-coded single-switch communication system for the disabled," International Journal of Bio-Medical Computing, Vol. 41, pp. 99-106, 1996.
- [2] C. H. Shih and C. H. Luo, "A Morse-code recognition system with LMS and matching algorithms for persons with disabilities," International Journal of Medical Informatics, Vol. 44, pp. 193-202, 1997.
- [3] C. H. Luo and M. C. Hsieh, "Morse Code Typing Training of a Teenager with Cerebral Palsy using Microcomputer Technology,"

- Augmentative and Alternative Communication, Vol. 15, pp. 1-6, 1999.
- [4] M. C. Hsieh and C. H. Luo, "Morse Code Text Typing Training of a Teenager with Cerebral Palsy using a Six-Switch Morse Keyboard," *Disability and Technology*, Vol. 10, pp. 31-25, 1999.
- [5] M. C. Hsieh, C. H. Luo, and C. W. Mao, "Unstable Morse code recognition with adaptive variable-ratio threshold prediction for physically disabled persons," *IEEE Trans. Rehab. Eng.*, Vol. 8, No 3, pp. 405-413, 2000.
- [6] D. T. Fuh and C. H. Luo, "Unstable Morse code recognition system with back propagation neural network for person with disabilities," *J. Med. Eng. & Tech.*, Vol. 25, No. 3, pp. 118-123, 2001.
- [7] D. T. Fuh and C. H. Luo, "Unstable Morse code recognition system with Expert-Gating Neural network," *Biomedical Engineering Applications Basis and Communications*, Vol. 14, No. 1, pp. 12-19, 2002.
- [8] C. M. Wu and C. H. Luo, "Morse code recognition system with fuzzy algorithm for disabled persons," *J. Med. Eng. & Tech.*, Vol. 26, No. 5, pp. 202-207, 2002.
- [9] C. M. Wu, C. H. Luo, S. W. Lin, S. C. Chen, M. C. Hsieh, C. T. Chao, and C. C. Tai, "Morse code recognition system with adaptive fuzzy algorithm for the disabled," *J. Med. & Bio. Eng.*, Vol. 22, No. 4, pp. 205-210, 2002.
- [10] C.W.Tao and Jinshuih Taur, Design of Fuzzy Controllers with Adaptive Rule Insertion, *IEEE Trans. Syst., MAN, and CYBERN.-PART B : CYBERN.*, Vol 29, No. 3, JUNE 1999
- [11] Tecce JJ, et al"Eye movement control of the computer function" *Int Psychophysiology*. Vol 29,pp 319-325,1988
- [12] Barschdorff, D., Gerhardt,D. "Rapid Eye Movement Detection In Infants Using A Neural Network" 18<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Amsterdam 1996 4.1.3: Neural Network Based Analysis of Various Signals
- [13] Gregg Norris, MSEE and Eric Wilson, MSEE "The Eye Mouse, An Eye Communication Device" 1997 IEEE
- [14] Rafael Barea, Luciano Boquete, Manuel Mazo, *Member*, IEEE, and Elena López "System for Assisted Mobility Using Eye Movements Based on Electrooculography" *IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering*, Vol. 10, No. 4, DECEMBER 2002