



RRPB89080029 (Y.P)

子計劃三-高頸髓損傷者電腦人機介面之研製

The Implementation of Human-Computer Interfaces for Patients with High-Level Cervical Injuries

計畫編號：NSC 89-2614-E-032-008

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：蘇木春 副教授 淡江大學電機系

共同主持人：翁慶昌 教授 淡江大學電機系

計畫參與人員：黃海 陳信華 鄭萬旗 淡江大學電機系

e-mail：muchun@cc.tku.edu.tw

一、摘要

本子計劃的主要目標是為高頸髓損傷者設計各種合適的低價位電腦人機介面（鍵盤和滑鼠）。對某些高頸髓損傷者而言，他們無法很順利或甚至完全不能操作傳統的鍵盤或滑鼠。本計劃的第一年度的首要目標是先設計出只具有八個方向鍵和六個按鍵的「鍵盤和滑鼠的模擬器」，只要將此模擬器接上電腦，患者就可藉助這十四個按鍵自行切換成鍵盤或滑鼠的使用模式。有了這種模擬器後，高頸髓損傷者就可以透過簡單的控制介面（下巴移動、聲音信號或頭部轉動）來操作電腦。除了設計這個鍵盤和滑鼠的模擬器之外，在這一年度，我們還要完成「下巴控制介面」來搭配使用電腦，讓高頸髓損傷者可以藉由下巴的移動來使用電腦。

關鍵詞：輔具設計，脊髓損傷，人機介面，鍵盤，滑鼠

Abstract

The main goal of this project is to develop some low-cost human-machine interfaces (keyboard and mouse) for the spinal cord injured (SCI) disables. For the spinal cord injured disables, they cannot efficiently or even cannot operate traditional keyboard and mouse. During the first year, we are to develop a "keyboard & mouse emulator" with only eight direction buttons and six push buttons for the spinal cord injured disables. The user first connects the emulator to a computer and then he or she can only use the 14 buttons to operate the computer. By using some simple control interfaces (chin control, voice signals, or eye control), the SCI disables can use computers via the emulator. In addition to the emulator we also want to develop a chin control interface so that the SCI disables can move their chins to use computers in the first year.

Keywords: Assistive technology, Spinal Cord Injured Disables, human-machine interfaces, keyboard, mouse

二、計畫緣由與目的

在現今社會中，電腦扮演了十分重要的角色，我們日常生活的方式被不斷地改變，從娛樂（消費性電子產品及電玩業）、職業性工作（電腦工程師等）、到全球網際網路的普遍，都足以說明電腦所帶給人類的衝擊。當我們正享受電腦帶來的好處時，更不能忽視頸髓損傷者卻因而受到不公平的待遇，由於他們不能很順利地藉由一般的滑鼠及鍵盤來使用電腦，無法享受到電腦所能提供的種種益處，甚至因此而喪失許多工作機會，結果只能從事一些低收入的工作或者根本就無法找到工作。因此，如何針對高頸髓損傷者設計出良好的人機界面，是刻不容緩的課題。

目前國內所使用的各類輔具器材，大部分仰賴國外進口，是造成輔具成本高居不下之主因。常見的電腦輔具有以下幾種[1]-[3]：

1. 嘴桿、手桿和頭桿
2. 減敏感鍵盤
3. 超大鍵盤
4. 觸摸螢幕
5. 大球滑鼠和搖桿
6. 視覺掃描輸入 [4]-[8]、語音輸入[9]-[12]、頭部轉動輸入 [13]-[15]，或是氣體吹吸式輸入 (pneumatic puff/sip)等輸入方式。
7. 摩斯電碼鍵盤 [16]-[17]。
8. 視窗鍵盤模擬軟體

以上的設備，有的是費用昂貴；有的是不易維修（因為是國外進口）；有的是雖然實驗證明可行，但操作不夠人性化或不易操作；有的是需要記住每個鍵的摩斯編碼；有的價錢雖然不貴，但操作久了，會造成使用部位的運動傷害；有的是無法鍵入中文；有的是使用視窗鍵盤模擬軟體，會有無法看到整個螢幕畫面的困擾，因為視窗鍵盤的尺寸通常必須夠大，高頸髓損傷者才方便使用等問題。因此，要研發屬於適用於本土就業型態或個人負擔得起的人機介面是一項刻不容緩的重大工程。

本子計畫的目的是設計並研製適合高頸髓損傷者使用之電腦人機面，依據不同程度頸髓損傷者

的特殊需求來研製電腦輸入方法。本計畫之第一年度將研發出『鍵盤和滑鼠的模擬器』和下巴控制介面。這些科技輔具設計關鍵技術可以被本國廠商所製作與生產，提供給高頸髓損傷者使用。

三、結果與討論

本系統主要針對手功能障礙者所設計，其目標是將一般鍵盤及滑鼠的功能，整合在同一系統內，以製作出適合手功能障礙人士使用的人機介面。

1. 方法

圖 1 為系統方塊圖。本系統的輸入介面有兩種，分別為特殊大鍵盤與特殊小鍵盤，使用者可由選擇開關決定使用特殊大鍵盤(適合部份頸髓損傷者使用)或是特殊小鍵盤(適合部份手臂肌肉無力者使用)。

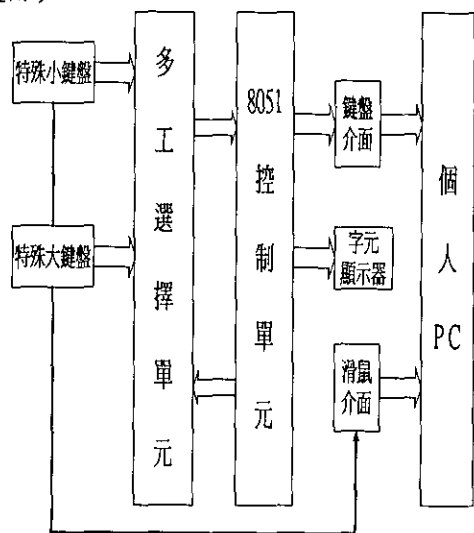


圖 1 系統方塊圖。

硬體電路共分 6 大部份。分別為介面選擇電路、特殊大(小)鍵盤電路、控制電路、字元輸出控制電路、顯示字元電路與滑鼠控制電路。

(1) 介面選擇電路：介面選擇電路的功能在於選擇是使用何種特殊鍵盤，由於所選擇的特殊鍵盤與主電源相接，使得特殊鍵盤在按下按鍵時能輸出 +5V 的訊號。另一方面，未與主電源相接的特殊鍵盤即使按下按鍵，也不會輸出訊號。

(2) 特殊大鍵盤與特殊小鍵盤的電路：特殊大鍵盤與特殊小鍵盤的電路均相同，差別只是按鍵面積的大小。如圖 2 所示共有八個方向鍵，分別為上、下、左、右、左上、左下、右上、右下。在八個方向鍵的中央有鍵盤與滑鼠的指示燈，當切換為鍵盤介面時，只有鍵盤的指示燈會亮；反之，切換為滑鼠模式時，只有滑鼠的指示燈會亮。M/K 鍵代表鍵盤與滑鼠的切換鍵；若切換為使用滑鼠模式時，右/2 鍵代表滑鼠的右鍵，若切換為鍵盤模式時，此鍵代表使用者要一次同時選擇兩個字元輸出到電腦，如同在標準鍵盤上一次按兩個鍵(一個特殊鍵

與一個字元鍵)，例如：Shift + A 或 Ctrl + C... 等；左/3 也是與 右/2 類似，切換到滑鼠時，此鍵是滑鼠的左鍵，切換到鍵盤時，為一次按三個鍵，例如：Ctrl + Shift + Del；左鍵按兩次 鍵的功用是當切換成滑鼠介面時，按一次 左鍵按兩次 鍵即等於滑鼠的左鍵連續按兩次。Enter 鍵的功能是將所選到的字元由 8051 送至電腦。

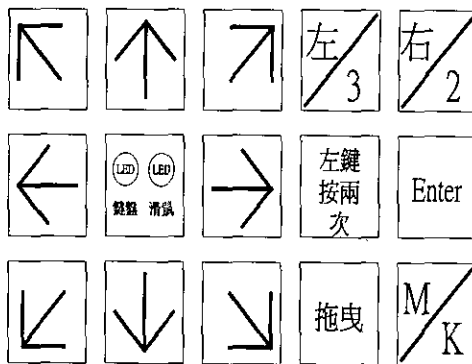


圖 2 大(小)鍵盤的鍵面規劃。

圖 3 為特殊鍵盤的電路，控制電路依序由 0000 至 0110 傳送控制信號至 IC4067A 中的選擇端，偵測所選擇的 Channel 為 high 或是 low，若按鍵被按下為 high，反之則為 low，之後將訊號傳回控制電路。

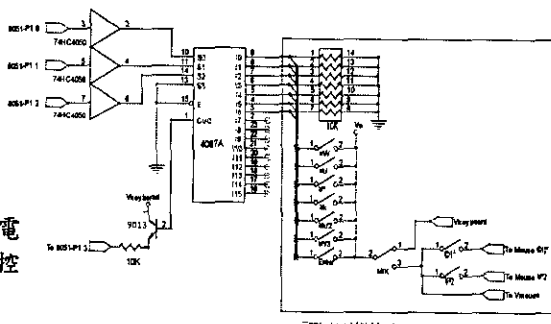


圖 3 特殊鍵盤的電路。

(3) 控制電路：如圖 4 所示，主要是由一顆微處理器 8051 所構成，8051 主要負責控制鍵盤輸出介面。8051 的 P1.0 ~ P1.2 輸出訊號選擇輸入介面(大鍵盤與小鍵盤)中多工器 4067A 的 channel，再由 8051 的 P1.3 讀取 4067A 中 channel 為 high 或為 low。8051 的 P2.0~P2.6 為控制顯示字元的 LED 矩陣，其中 P2.0~P2.3 是控制多工器 4067D 的選擇腳位；P2.4~P2.6 則控制 74138 的選擇腳位。由於 Shift、Ctrl、Del、Alt 這些特殊鍵是有可能一起動作(例如：Ctrl + Shift + Del)，所以特殊鍵的控制是各自獨立；P1.4~P1.7 分別為控制特殊字元 (Shift、Ctrl、Del、Alt) 的輸出與 LED 的顯示；P3.0~P3.7 為字元輸出控制電路中多工器的控制。

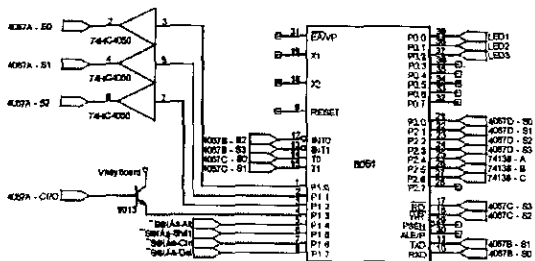


圖 4 控制電路。

(4) 字元輸出控制電路：一般市面上電腦鍵盤的按鍵電路是使用矩陣的架構，當按下任一按鍵時，陣列中的任一列與任一行迴路會導通，即可輸出字元碼給電腦。我們將字元定義為一般字元與特殊字元，一般字元為 A, B, C, D, ……F1, F2 等，特殊字元為 Shift, Del, Ctrl 和 Alt。而控制字元的電路也分為一般字元輸出控制電路與特殊字輸出電路兩部份，以下分別討論。

(a) 一般字元輸出控制電路：

如圖 5 所示，兩顆 IC4067 多工器做為鍵盤輸入介面中行與列連接的選擇器。8051 的 P3.0 ~ P3.3 控制 IC4067B 的 channel, P3.4 ~ P3.7 控制 IC4067C 的 channel, 當使用者按下 Enter 鍵時，IC4067B 與 IC4067C 會被致能，此時鍵盤輸出介面會送出字元碼至 PC。

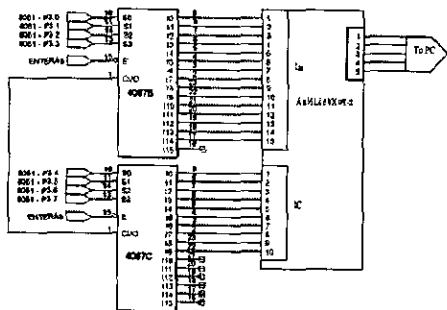


圖 5 一般字元輸出控制電路。

(b) 特殊字元輸出控制電路：

鍵盤輸出的特殊鍵共 4 個，分別是 Shift、Ctrl、Del 和 Alt。因為要與其他字元一起輸出，例如：Ctrl + Shift + Del、Ctrl + A ……等，故特殊鍵的輸出控制要各自獨立，而不像一般字元的輸出控制使用多工器。如圖 6 所示，IC 4066 控制端若為 high，則 A 端與 B 端是相互導通，使鍵盤介面送出特殊鍵訊號。

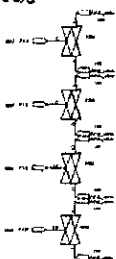


圖 6 特殊字元輸出控制電路。

(5) 字元顯示電路：如圖 7 所示，控制電路中 8051

的 P2.0 ~ P2.3 是控制字元顯示器的行，其經由 IC4067D 多工器解碼後，使被選擇到的該行電壓接到 +5V，而 8051 的 P2.4 ~ P2.6 是控制字元顯示器的列，其經由 74LS138 解碼後，使被選擇到的該列電壓接到 0V，以上選擇的行與列所交叉的 LED 會亮，而未選擇的 LED 均不會亮。本字元顯示器共包含了 36 個字元鍵(如數字鍵及字母鍵)，46 個功能鍵(如 F1, F2, …, Esc 等)，以及 4 個特殊鍵。使用者只要使用 8 個方向鍵便可任意選擇所要敲擊的鍵，此時該鍵的 LED 會呈現亮的狀態，然後使用者只須按下 Enter 後，便可輸出該字元至電腦或執行該特殊鍵之功能。

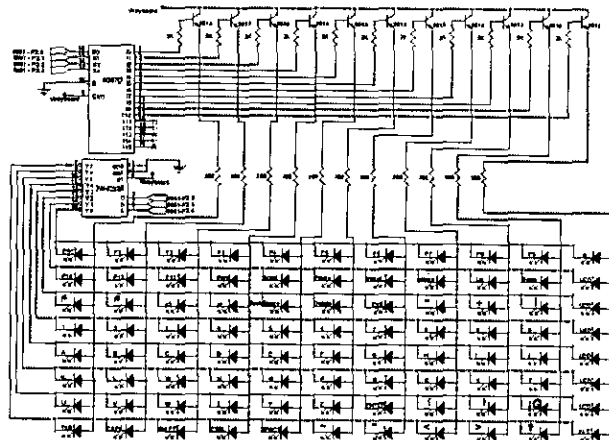


圖 7 字元顯示電路。

(6) 滑鼠控制電路：

由於手功能障礙者移動滑鼠無法像平常人一樣靈活操控，所以我們將滑鼠設計成按鍵式移動，設計有上、下、左、右、右上、右下、左上、左下共八個方向的大按鍵控制滑鼠移動，同時也加入了滑鼠左鍵、右鍵及左鍵連按兩下的功能。讓手功能障礙者能簡單操控滑鼠一切動作。

如圖 8 所示，我們以震盪電路、延遲電路及電子開關來模擬滑鼠原有的方向輸入部份。由 uA741 所組成的震盪電路，作為滑鼠移動時光遮斷器輸出的脈波，並選用讓游標移動快慢的適當頻率。然後藉由一階帶通濾波電路來達成頻率的延遲，得到與震盪頻率有個相位差的頻率，並在兩者間做好直流的抵補及單一增益。在滑鼠的內部，控制上或下、左或右移動就是由這兩個相位差頻率控制。滑鼠的左右鍵就直接從滑鼠內部接到按鍵面板的左鍵與右鍵。在左鍵拖曳功能我們在左鍵按鍵並聯一種能 hold 住的托曳按鍵，當托曳鍵被按下時滑鼠左鍵等於一直被按住直到托曳鍵被按上為止。左鍵 double click 是由兩級 4538 單擊電路所組成的。當連續按兩下鍵被按到時，這時會觸發第一個單擊電路產生一個約 50ms 脈波輸出，再利用此反向脈波經 RC 電路延遲 100ms 後去觸發下一級的單擊器產生下一個脈波輸出。同時將接到滑鼠的左鍵輸入，這就可模擬滑鼠左鍵的 double click 功能。

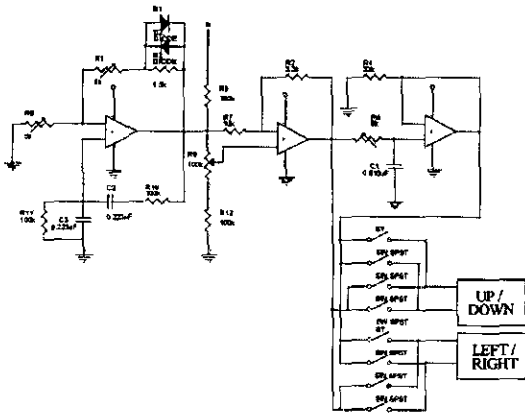


圖 8 滑鼠電路。

2. 結果

為了解本系統和一般標準鍵盤輸入速度上的差異，我們分別使用標準的鍵盤及本系統的特殊鍵盤測試五位自願者輸入一篇論文英文摘要的第一段落(It is difficult... buttons on a keyboard.)之輸入速度。此摘要共含 132 個英文字和 25 個標點符號，表 1 為本實驗之測試結果，平均速度分別是 0.94 分鐘（一般鍵盤），6.08 分鐘（大鍵盤）和 6.1 分鐘（小鍵盤）。

表 1：實驗結果：時間的單位是分鐘。

	1	2	3	4	5	平均
鍵盤	0.5	1.5	0.7	0.5	1.5	0.94
大鍵盤	4	7	5.4	6	8	6.08
小鍵盤	5	7	6.5	5	7	6.1

3. 結論

本計劃已開發出低價位的具有八個方向鍵和六個按鍵的「鍵盤和滑鼠的模擬器」，只要將此模擬器接上電腦，使用者就可藉助這十四個按鍵自行切換成鍵盤或滑鼠的使用模式。這種模擬器的優點是不須像單鍵式摩斯碼輸入般地必須記住各個鍵的摩斯碼，而只須看燈亮顯示的鍵是否是所要鍵入的鍵而已，因此，使用上會很簡單。有了這種模擬器後，高頸髓損傷者就可以透過簡單的下巴移動控制介面來操作電腦。

四. 計劃成果自評：

所開發出低價位的具有八個方向鍵和六個按鍵的「鍵盤和滑鼠的模擬器」已發表在 2000 年之中華醫學工程期刊，可申請專利亦有學術的價值。此外，亦研發出下巴控制介面。因此，已達成本計劃之目標。

五、參考文獻

[1]張彙，“工作用輔具”，輔具之友通訊，No. 7，pp. 4-15，1998。

- [2] A. M. Cook and S. M. Hussey, *Assistive Technologies: Principles and Practice*. Baltimore: Mosby, 1995.
- [3] D. A. Anson, *Alternative Computer Access: A Guide to Selection*, Philadelphia, 1997.
- [4] EyeWare, <http://www.assistivetech.com/p-eyeware.htm>.
- [5] J. Goldberg, H. Joseph, J. Schryver, “Eye-gaze control of the computer interface: discrimination of zoom intent,” *Proceedings of the Human factors and Ergonomics Society Designing for Diversity*, pp. 1370-1374, 1993.
- [6] J. Wang, “Integration model of eye-gaze, voice and manual response in multimodal user interface,” *Journal of Computer Science and technology*, vol. 11, pp. 512-518, 1996.
- [7] F. Hatfield, et al, “Principles and guidelines for the design of eye/voice interaction dialogs,” *Proceedings of the Annual Symposium on Human Interaction with complex Systems*, pp. 10-19, 1996.
- [8] C. S. Lin, C. C. Chien, and N. Lin, “The method of diagonal-box checker search for measuring one’s blink in eyeball tracking device,” *Optics and lasers in Technology*, pp. 295-301, 1998.
- [9] C. Yerrapragada and P. Fisher, “Voice controlled smart house,” *IEEE Int. Conf. On Consumer Electronics*, pp. 154-155, 1993.
- [10] K. Birmingham and B. Shatit, “Implementing voice-activated control with DSPs,” *Electronic Design*, vol. 43, pp. 4863-4872, 1995.
- [11] K. Staton, et al, “A voice-controlled wheelchair for the handicapped,” *Midwest Symposium on Circuits and Systems*, pp. 669-672, 1990.
- [12] M. C. Su, C. T. Hsieh, and C. C. Chin, “A neuro-fuzzy approach to speech recognition without time alignment,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 98, no. 1, pp.33-34, 1998.
- [13] 蘇木春，楊孟達，胡家銘，“以超音波偵測頭動之人機介面”，*中華醫學工程學刊*，vol. 18，pp.，1998。
- [14] W. Y. Liou and J. H. Chen, “Man-machine interface-Eye Mouse”，*中華民國 84 年醫學工程科技研討會*，pp. 235-236，台南。
- [15] 陳友倫，張恒雄，黃美娟，鄧復旦，郭德威，“新開發之殘障者人機界面”，*The Biomedical Engineering Society 1997 Annual Symposium*，pp. 146-147, 1997。
- [16] T. Hauck, “SAM: an improved input device,” *Johns Hopkins APL Technical Digest*. 13: 490-3, 1992。
- [17] C. H. Luo, C. H. Shih, and C. T. Shih, “Chinese mouse code communication auxiliary system for the Disabled” *Chinese Journal of Medical and Biological Engineering*, 16:2, pp.214- 23, 1996。