

# 手語教學互動系統

## An Interactive System for Sign Language Teaching and Learning

陳世中<sup>1</sup> Shih-Chung Chen<sup>1</sup>許銘杉<sup>2</sup> Ming-Shan Hsu<sup>2</sup>張光寒<sup>1</sup> Kuang-Han Chang<sup>1</sup>

梁治國<sup>1</sup> Chih-Kuo Liang<sup>1</sup>林淑玟<sup>3</sup> Shu-Wen Lin<sup>3</sup>黃瓏珣<sup>4</sup> Tsan-Shiun Huang<sup>4</sup>羅錦興<sup>5</sup> Ching-Hsing Luo<sup>5</sup>

南台科技大學電機工程研究所<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Southern Taiwan University<sup>1</sup>

南台科技大學生物醫學工程研究所<sup>2</sup> Institute of Biomedical Engineering, Southern Taiwan University<sup>2</sup>

台南大學特教系<sup>3</sup> Department of Special Education National Tainan University<sup>3</sup>

成功大學職能治療系<sup>4</sup> Department of Occupational Therapy National Cheng Kung University<sup>4</sup>

成功大學電機工程系<sup>5</sup> Department of Electrical Engineering National Cheng Kung University<sup>5</sup>

### 一、中文摘要

為了能讓聾啞人士能與一般人溝通，並且使特教系人員能方便學習手語，我們希望能建立一套符合台灣手語的手語教學互動系統，要完成手語教學互動系統的第一步驟，就是製作符合我們需求的資料手套。一般市售的資料手套昂貴，對於實際上的使用，不符合經濟效益，本文研製一雙成本低廉並能高速傳輸資料的 USB/RS232 之介面資料手套，以及相關人機介面互動的軟硬體手語教學系統。

**關鍵詞：**台灣手語、USB/RS232

### Abstract

In order to help the disabled to communicate with normal people and make it easier for special education staff to learn sign language, we hope to complete an interactive sign language teaching and learning system that matches the way we use in Taiwan. The first step is to create a new data glove which meets our requirement. It is very expensive of data gloves in the business market generally. We implemented a pair of data gloves with USB/RS232 interface in our research and design the hardware and software for the interactive sign language teaching and learning system.

**Keywords:** Sign Language, USB/RS232

### 二、緣由與目的

手語對聾啞人士在生活中是不可缺少的溝通方式，因此為了讓聾啞人士與一般人溝通，本研究在於發展手語教學互動系統，所發展硬體部份的系統以自製一雙 USB 介面的資料手套，經由 USB 控制盒，將所接收的資料傳送到電腦端，軟體部分由 LabVIEW、EON Studio 和 3D Studio MAX 所結合，並連結語音發聲系統，辨識結果以文字顯示、語音發聲和 3D 動畫顯示手勢的手的搖

動軌跡。

### 三、研究方法

系統架構如圖 1.所示，分為 3 個部份：(1)資料手套(2)硬體控制盒 USB Control Box(3)顯示資料手套所接收的資料與辨識結果的人機介面視窗。

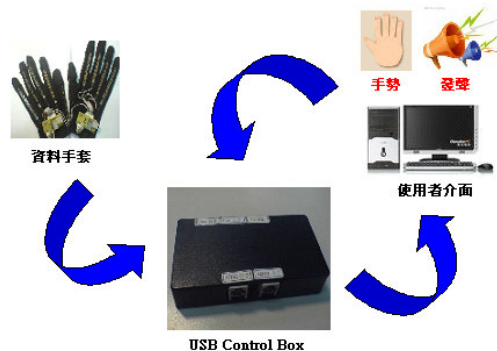


圖 1.系統架構圖

#### 3-1 資料手套製作

如圖 2.所示，製作一雙資料手套，每隻手套中，每根手指包含手指彎曲的彎曲感測器及 2 顆加速度傳感器。圖 3.所示，我們可以看到，彎曲感測器縫製固定處，皆為手指關節地方，而縫製關節的好處，當戴上資料手套活動或筆劃手勢時比較靈活方便。加速度傳感器則放置在手腕關節附近，當手部比畫動作時，便於判斷手部活動的空間位置與軌跡。



圖 2.雙手資料手套實體圖

#### 3-1-1 彎曲感測器

彎曲感測器是一種會隨著彎曲度而改變電阻值的特殊感測元件，。在平放時的電阻值大約 10K 歐姆，隨著彎曲的程度，電阻值在某段範圍也呈

彎曲感測器



圖 3.彎曲感測器放置於手部關節剖析圖

現線性變化，彎曲感測器彎曲到 90 度時的電阻值大約介於 30K 至 40K 歐姆。

### 3-1-2 加速度傳感器

加速度傳感器是一顆能夠感測三軸加速度而輸出 X 軸、Y 軸與 Z 軸方向的加速度值晶片，故稱之為加速度傳感器。因為該 IC 本身就可以偵測加速度，所以不需再加其他額外的感測器。只需提供一組+3V 的電源，該晶片就會不斷的送出目前所感測到的三軸加速度資料。可廣泛的應用在斜度測量、慣性導航、地震監測裝置和交通安全系統等領域。輸出訊號為類比信號，其輸出電壓與三個傳感軸各自所感受到的加速度成正比。這些訊號可直接傳輸給微控制器，經過微控制器處理，A/D 轉換及加速度運算公式，便可獲得所需資料。

### 3-2 USB 控制盒

USB 控制盒硬體架構如圖 4.所示，系統主要是透過微控制器完成所有硬體控制，包含控制切換多工器來接收資料手套端的訊號。在實際電路圖中，是由微控制器分別控制 4 顆多工器，接收資料手套訊號，其中，2 顆多工器負責連接左右手彎曲感測器，另 2 顆多工器，則負責連接左右手加速度傳感器。其硬體實際電路圖為圖 5.所示。

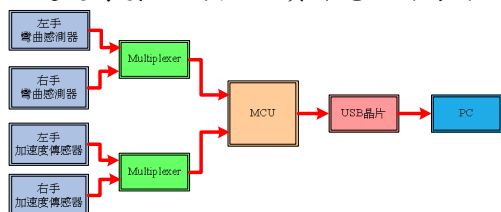


圖 4.USB Control Box 方塊圖

### 3-3 軟體架構

本文軟體部分是使用 LabVIEW 這套軟體

來進行人機介面的撰寫如圖 6.所示，在演算法的部份分為 2 個部分：

(1)在英文字母手語辨識方面本研究使用倒傳遞類神經網路來進行數據分析。



圖 5.USB Control Box 實際電路圖

(2)在台灣文字手語辨識方面，本研究使用 Fuzzy 模糊演算法與資料庫比對來進行數據分析，再結合 3D MAX 與 EON 來即時顯示 3D 手勢與手運動軌跡，架構出一完善的手語教學互動系統。

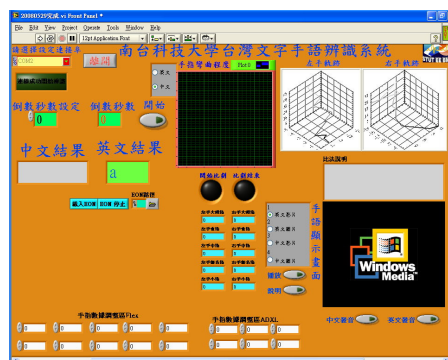


圖 6. LabVIEW 人機介面

### 3-3-1 倒傳遞類神經網路

倒傳遞網路是將 Widrow-Hoff 學習規則廣義化到多層具非線性可微分轉移函數網路中而創造出來的。我們可用輸入向量或其相對應的目標向量來訓練網路，直到網路能夠逼近於一個或一組函數，或是能夠用指定的輸出來聯想輸入的向量，或藉由你所定義的適當方式來分類輸入向量。倒傳遞網路具有偏權值，隱藏層具有雙彎曲轉移函數，輸出層具有線性轉移函數，如此使得網路能夠逼近於有限個不連續點的任何函數。而目前在台灣手語辨識系統中又分為 2 種不同的語句，第一種是英文字母的辨識，第二種是台灣文字手語的辨識，在此我們倒傳遞網路是用來辨識英文字母而非台灣文字手語，那要如何辨識我們以下將一一說明。

#### 3-3-1-1 網路架構

設計並訓練網路來辨識 26 個英文字母，表 1

是透過資料手套讀取手指彎曲的數據建構而成的資料矩陣實際手勢照片如圖 11.所示。那我們的類神經網路需要 26 個輸入層和 1 個輸出層，而網路使用的是一個兩層 tansig 函數如圖 7.所示 / purelin 函數如圖 8.所示的網路，而經常跟前 2 者搭配使用的最後一種函數如圖 9.所示，它們通常使用在神經元如圖 10.所示的限制函式中。那本研究在隱藏層中使用 10 個神經元，而選取 10 這個數目，是根據網路是不是學習容易且辨識出來結果高不高來決定的，如果網路學習困難就要增加神經元個數，而在輸出層中我們使用了 26 個神經元。

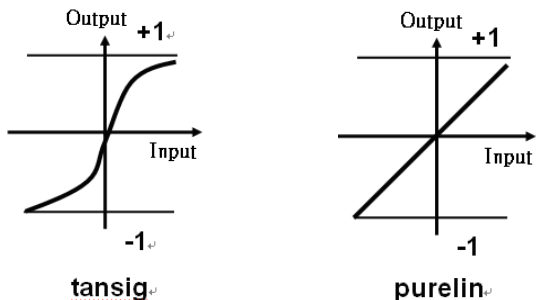


圖 7.正切雙彎曲轉移函數 圖 8.線性轉移函數

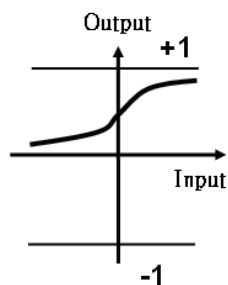


圖 9.對數雙彎曲轉移函數

表 1. 26 個字母資料矩陣

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
左拇指	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
左食指	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
左中指	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167
左無名指	162	162	162	162	162	162	162	162	162	162
左小指	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
右拇指	165	191	185	182	197	158	163	166	163	171
右食指	197	169	167	165	166	166	167	165	166	164
右中指	196	214	166	166	166	166	212	165	166	163
右無名指	196	208	206	166	166	166	210	204	166	165
右小指	190	210	207	211	166	166	214	205	190	166
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
左拇指	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
左食指	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165

	U	V	W	X	Y	Z
左中指	167	167	167	167	167	167
左無名指	162	162	162	162	162	162
左小指	153	153	153	153	153	153
右拇指	188	190	188	198	196	165
右食指	190	190	193	199	222	200
右中指	217	190	193	197	210	196
右無名指	208	207	183	188	203	188
右小指	215	208	209	186	169	186
左拇指	166	166	166	166	166	166
左食指	165	165	165	165	165	165
左中指	167	167	167	167	167	167
左無名指	162	162	162	162	162	162
左小指	153	153	153	153	153	153
右拇指	158	183	170	159	182	197
右食指	222	215	168	183	221	167
右中指	218	216	203	183	222	166
右無名指	209	205	168	180	211	206
右小指	216	210	168	180	214	207

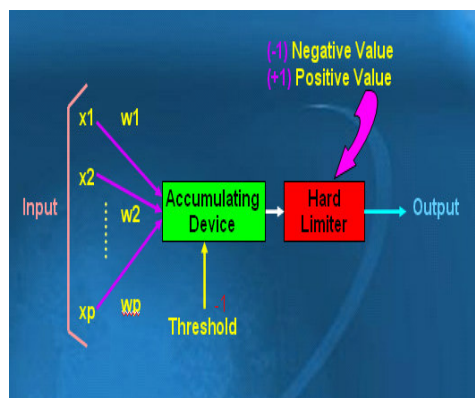


圖 10.神經元模型



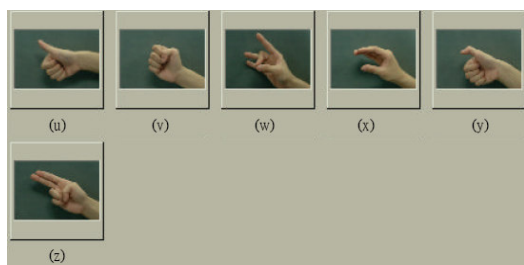


圖 11. 靜態 26 個英文字母圖

而網路訓練的過程，首先，創建一個能夠處理雜訊輸入向量的網路，最好是用理想的和雜訊的輸入向量來訓練網路。要做這件事，首先要用理想的輸入向量來訓練網路如圖 12. 流程圖裡①。再用雜訊輸入向量來訓練網路的同時流程圖裡②，也用兩組相同無雜訊的參數，來訓練網路流程圖裡③。使用這兩組相同無雜訊的參數，是要維持網路擁有將理想輸入向量進行分類的能力。很不幸的是，在所期望的訓練後，網路可能是犧牲了將無雜訊輸入向量適當分類，而學會將某些困難的雜訊輸入向量分類。因此，用剛才的理想輸入向量，再次訓練網路。這樣確保了當提供一個理想的英文字母時，網路能完美的回應。所有執行的訓練，都是使用具有適應性學習速率和動量的倒傳遞函數。當我們使用資料手套，截取到一組連續性的資料時，將資料輸入辨識引擎演算法系統架構，加以辨識流程圖裡④，當輸出辨識結果如果為正確時流程圖裡⑦，顯示出結果，並且啟動發聲功能，如果辨識結果錯誤流程圖裡⑥，則重新調整訓練參數，再次訓練，以達到最佳系統辨識引擎參數的取得。



圖 12. 辨識演算法系統訓練流程圖

### 3-3-2 Fuzzy 模糊演算法

近年 Fuzzy 模糊演算法，已成功應用在各種領域之中，尤其是控制系統與圖樣識別 (pattern recognition) 等領域。因此我們把數據傳到電腦後，透過一些數值運算後，才能變成有用的數據供我們來使用觀察，那我們首先使用 Fuzzy 模糊演算法來對每根手指所量測到的數據做運算，之

後再作判斷來決定手指所比劃的動作。我們使用模糊理論來判斷手指彎曲的程度，那我們手指彎曲程度分為(1)直、(2)微彎、(3)彎、(4)握這 4 等級，如圖 13.所示：

#### 3-3-2-1 3D 虛擬實境顯示

Studio Max 模型製作及 EON Studio 控制，以下為手模型的製作過程：(1)製作簡單幾何模型 (Objects)在座標上並調整大小(Scale)、角度(Rotate)及位置(Move)。(2)切割(Slice)：切割模型以模型

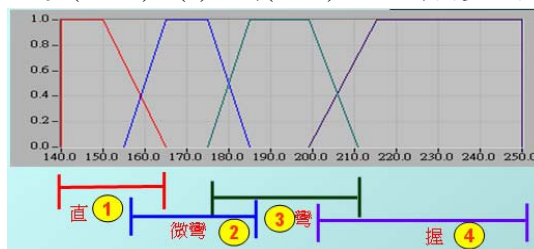


圖 13. Fuzzy 閾值範圍圖

離型。(3)網面修編(Edit Patch)：模型網面化以利於修編模型。(4)推拔(Taper)：將每跟手指由下往上漸漸消瘦。(5)平滑(Smooth)：去除稜角使手掌模型圓滑。(6)鏡射(Mirror)：將右手模型製作完成後，以鏡射方法完成左手。最後將所有的模型結合，即完成了我們需要的手掌模型，如圖 14.，再交給 EON Studio 進行控制。虛擬實境 (Virtual Reality)，原理是先經由電腦圖學建立 3D 物件模型，產生和實際環境相同的三度空間立體場景，然後藉由程式的撰寫及輸出入介面模擬實際的情況，建立一個人們可控制的世界，使用者可以在此空間中，藉由硬體介面與虛擬物件產生互動。

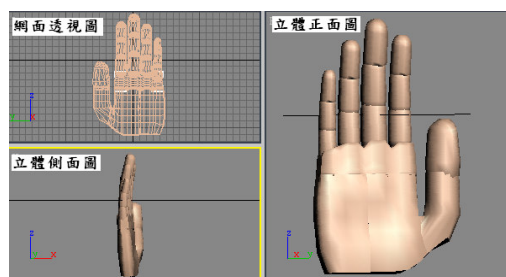


圖 14.3D Studio Max 手掌模型完成圖

### 四、結果與討論

首先，萬一有很多資料庫內建手勢符合誤差閾值時，我們先取其中最小誤差者為其辨識結果，但是，若有兩個以上相同的最小誤差答案時，則我們會透過以右手大姆指作為最高優先權，依序為右手小指、左手大姆指、左手小指、右手加

