

聲控式手電動輪椅之設計與研發

Design and development of the voice control type Manual/Electric Wheelchair

廖子源¹、郭聰源¹、陳沛仲¹、林聰益¹、韓宗仁²、吳政洋¹、張宗維¹

Tze-Yuan Liao¹, Tsung-Yuan Kuo¹, Pei-Chung Chen¹, Tsung-Yi Lin¹,

Tsung-Jen Han², Chin-Yang Wu¹, Chung-Wei Chang¹

¹ 南台科技大學機械工程系暨醫療輔具科技中心

Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University

² 成功大學醫學工程研究所

Institute of Biomedical Engineering, National Cheng Kung University

壹、摘要

目前肢體障礙族群常使用的行動輔具-輪椅，雖在市面產品之設計上已趨近成熟，但則有傳統手動輪椅的驅動機械效率低、長時間使用易造成手部運動傷害、且肢體障礙族群無法普遍使用等缺點。電動輪椅使用雖省力方便，但使用搖桿控制易造成局部傷害，且在長期缺少運動的情況下，亦容易造成患者心肺功能下降，同時亦有價格昂貴，維修不便等問題。

本研究針對看護式手動輪椅進行改良，使其具備「手動」與「電動」功能，並在電動操控模式上設計具「聲音控制」及「搖桿操控」兩種模式，可減少使用者之二次傷害與乏味感。本作品之特點為利用人性化與科技化之設計，使用方便，成本低廉；電控系統與機構以模組化設計，組裝容易且功能切換方便；使用安全性佳之驅動馬達，可避免輪椅行駛時之側滑現象發生。

關鍵字：肢體障礙族群、聲音控制、模組化

Abstract

The action which the limb obstacle ethnicity often uses is complemented to have at present - the wheelchair, although already the convergence has been ripe in the design of the business products, have traditional manual drive of wheelchair machinery weak using apt to cause hand sport injure, and limb obstacle ethnicity unable person who use shortcoming generally for a long time. It is convenient for the electronic wheelchair to use and saves effort, it is apt to cause some injury to use the control of rocker, and on condition

that lack the movement for a long time, it is also apt to cause patient's heart and lungs function to drop, also cost an arm and a leg at the same time, the inconvenient question of maintenance.

This research improves to the nursing type manual wheelchair, make it possess "manual function" and "electronic function", it is and in controlling electronically in way designing have "sound controlling" and "rocker control" two way, can reduce two injuring and dull senses of the user's. The characteristics of this works utilize the design of humanization and technicalization, easy to use, the cost is cheap; Automatically controlled system and organization are designed with the mould group, it is easy that assemble and the function is switched over convenient; The drive motor using security to be good, the slippery phenomenon of side when can prevent the wheelchair from going takes place.

Key words: Limb obstacle ethnicity、The sound controls、Mould group

貳、研究動機與目的

人體因先天發展缺陷，或後天疾病、損傷使軀幹或四肢異常者，稱之為肢體障礙者[1]。根據民國九十七年第六週之內政部通報指出，截至96年底止，領有身心障礙手冊者計有102萬760人，較95年底增加4.05%；身心障礙人口占總人口之比率已達4.45%，較95年底增加0.16個百分點，比率逐年上升。其中以肢體障礙者共40萬2,983人占身心障礙人數的39.48%，為最多數[2]，而此族群因喪失自主行動之能力，必須得依靠

行動輔具來協助移行。

目前市售之行動輔具大致可分為：步行器、拐杖、手動輪椅、電動輪椅與電動代步車等，其中以手動輪椅與電動輪椅之使用最為廣泛[3]，但市面上傳統的手動輪椅與電動輪椅，並不完全適合各種肢體障礙者使用。手動輪椅雖具有構造簡單、價格低廉與能夠保持使用者之肌耐力等優點，但驅動設計上因機械效率低，長時間使用易造成手部之運動傷害。此外，上肢癱瘓、偏癱之患者並無法使用此種輪椅，難以普及肢體障礙族群。至於電動輪椅操作方式大多以搖桿操控為主，搖桿的動作操控可細分為嘴部操作、下巴操作與手部操作等類型，其優點為可解決上肢障礙者在輔具使用上的不便。但有研究指出[4-6]，電動輪椅之操控方式，常因搖桿設計不符合人性化，在長時間操作下，因重複同樣姿勢與動作，易造成使用者局部傷害(嘴部、下巴、手部)與操作乏味等問題。此外，電動輪椅也因價格昂貴、維修不易等缺點，增加親屬之經濟負擔。

本研究為改善使用手動輪椅時所產生上肢運動傷害與不適用上肢癱瘓者之問題，以及增加電動輪椅的功能，降低價格與維修性等。將對手動輪椅改良為具備「手動」與「電動」功能，讓需長時間使用輪椅者，在使用手動模式疲勞時，可切換至電動模式，以減少肩部的負擔。同時，為了讓上肢癱瘓、肢體障礙的使用者也能使用此型輪椅，在電動模式上可分成「聲音控制」與「搖桿控制」兩種模式，使輪椅具備多種功能性與降低乏味感。

參、研究方法及步驟

本研究透過使用者生活型態與從使用者之活動、興趣、意見等考量需求作為評估依據，進行各項概念設計，設計過程詳細分述如下：

3.1 概念設計

在機構與電控系統設計階段中，必需考量肢體障礙者於人因操作之合理性，進而著手執行輪椅骨架、機構電控整合與外型設計等。並使用Solid Works電腦輔助設計軟體進行輪椅機構模擬及工程圖繪製。

3.2 聲控/電控系統架構設計

本研究電動模式之電控系統設計，如圖1所示。輪椅之電動驅動模式可選擇聲音控制或搖桿控制。為了防止馬達誤動，除了必須打開電源開關外，馬達致能信號(Enable Signal)必須啟動，才能利用聲音或搖桿來驅動輪椅。另外，本設計以速度設定信號來控制輪椅的行進速度，達適時調整馬達的輸出功率，使輪椅能適應不同的週遭情況。而在聲音模組運用061A單晶片控制電路板，在使用上必須使微控制器先學習

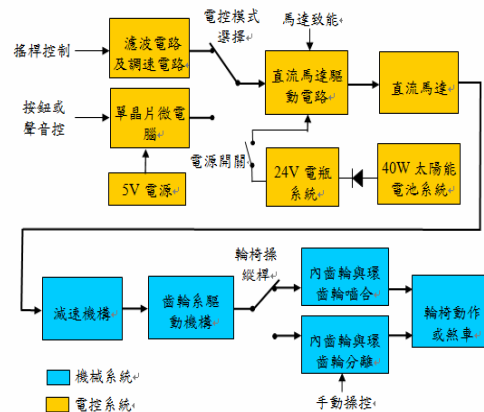


圖 1. 聲控與搖桿驅動控制圖

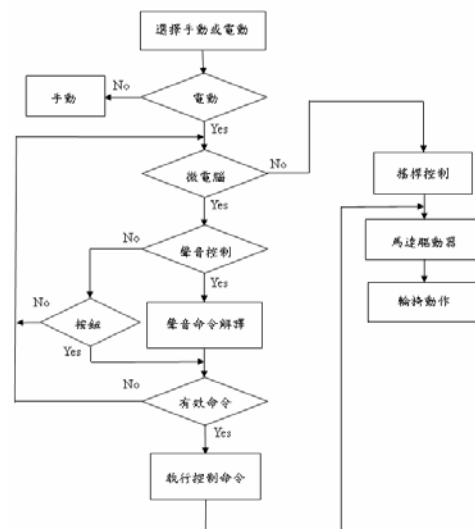


圖 2. 聲控/電控系統架構設計流程

3.3 手動/電動模式切換設計

本設計概念是在一般「手動輪椅」上外加一電動驅動模組與一機械離合裝置，如圖3所示，以作為手動與電動模式之切換，使輪椅可進行手動與電動操作的雙重便利性。手電動之切換功能主要是由一切換桿，來控制主動齒輪與被動齒輪的離合動作，以使輪椅可隨時選擇進行手動或電動模式運行。

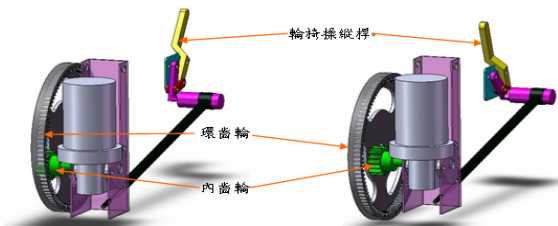


圖 3. 手電動切換機構模擬圖

肆、結果與討論

本輪椅實體主要由齒輪系驅動機構、兩組 50 W 直流馬達、輪椅手電動操縱桿、電控箱、搖桿、開關控制盒與單晶片 SPCE061A 控制板所組成一「聲控式手電動輪椅」，如圖 4 所示。在功能上可分為 (1) 電控模式下的聲音控制模組與搖桿控制模組；(2) 手動模式/電控模式切換功能，其功能詳細分述如下：

4.1 聲音控制模組功能

本模組運用 061A 單晶片之語音辨識功能，透過使用者所發之聲音(如上、下、左、右)，經由耳掛式麥克風輸入訊號至單晶片內微電腦控制，如圖 5 所示，而訊號輸出至左右兩邊之驅動馬達，控制輪椅的行駛動作與方向，其控制電路之關係，如表 1 所示。此外，為讓單晶片之微電腦較易分辨使用者的聲控指令，正確控制輪椅方向與安全性，本模組配置有聲波記憶功能，其操作流程，如圖 6 所示。實際控制為本輪椅所配置之單晶片開機後，預先初始化各個腳位(PIN)，並且設定腳位之輸出與輸入。再經由單晶片判定是否記憶語音聲波，若無語音記憶，則要求使用者從新作語音之訓練紀錄；若已有語音紀錄則直接載入語音模式。接下來單晶片判別是否為聲音命令，若為有效命令執行語音辨識與執行的動作，不是為有效命令則重回聲音命令的判別。本研究之聲控模組透過學習與聲波記憶後，可有效避免使用者因發音腔調、聲音大小聲之不同而造成無法辨識或辨識錯誤等問題，而經實際測試後，亦能順利達成聲音操控輪椅之目的。

表 1. 輪椅動作與 IOA 埠的狀態表

IOA5	IOA4	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	訓練值	輪椅動作
1	1	1	1	1	1	63	重新學習聲音命令
1	1	1	0	1	0	58	輪椅前進
1	1	1	0	0	1	57	輪椅後退
1	1	0	0	1	1	51	輪椅左轉
1	0	1	0	1	1	43	輪椅右轉
0	1	1	0	1	1	27	輪椅停止動作



圖 4. 聲控手電動輪椅實體圖



圖 5. 聲控用耳掛式麥克風

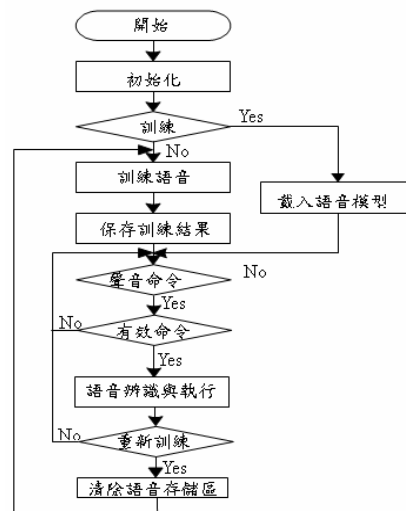


圖 6. 聲控記憶操作圖

4.2 搖桿控制模組功能

電控模式的第二功能為搖桿控制，如圖 7 所示，使用者可利用搖桿控制輪椅之行駛方向，具有簡單與靈敏等操控特性。為了讓本輪椅能安全的控制行駛與避免輪椅運動速度過快，因此在搖桿模組內利用脈波寬度調變技術 (PWM)，此技術為可精準控制脈波中 ON(VCC)的開啟時間，保持本輪椅之速度安定性。且在控制盒內配置 IC 電路，如圖 8 所示，使具有調速功能，以利使用者可以根據需求調整適當的速度。其電路控制由單晶片 061A 傳遞 PWM 信號至 74LS244 作輸出訊號之動作，此訊號為防止送出的控制信號衰減而不能驅動馬達。而當 IOA8 和 IOA9 輸出低電位，輪椅是停止狀態。IOA8 輸出高電位，IOA9 輸出低電位，輪椅之作動為前進或後退狀態；當 IOA8 輸出低電位，IOA9 輸出高電位，輪椅向左轉；當

IOA8 輸出高電位，IOA9 輸出高電位，輪椅向右轉。IOA8 和 IOA9 輸出電位和輪椅動作之關係，如表 2 所示。經實際測試後亦證實本設計可順利由搖桿控制輪椅，並兼具可調速之功能。



圖 7. 搖桿控制盒

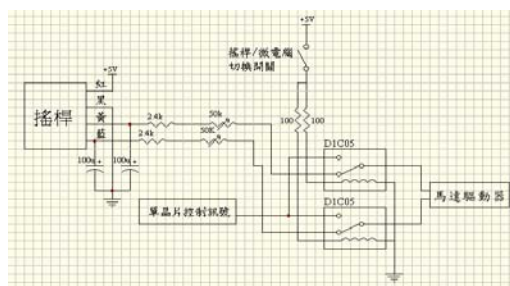


圖 8. 搖桿控制 IC 電路圖

表 2. 控制信號與輪椅動作關係

IOA9	IOA8	控制信號與輪椅動作關係
0	0	$O_x = 2.5\text{ V}$, $O_y = 2.5\text{ V}$, 輪椅停止動作
0	1	$O_x = O_y = \text{PWM (IOB9)}$, 輪椅前進或後退
1	0	$O_x = 1\text{ V}$, $O_y = 4\text{ V}$, 輪椅向左轉
1	1	$O_x = 4\text{ V}$, $O_y = 1\text{ V}$, 輪椅向右轉

4.3 手/電動兩用功能:

本功能運用連桿、齒盤、小齒輪、馬達與減速機構所結合而成，如圖 9 所示。其作動方式為經由連桿連結齒盤，使其與馬達之上齒輪作離合之動作，即可選擇手動模式與電動模式的切換。本設計經測試已成功兼具手/電動之功能，當在手動模式下時，操作方法傳統輪椅相同，而使用者在感覺疲勞時，即可切換連桿機構至電動模式，此時，即改由電控模式進行輪椅的操控，並讓使用者可達到休息與省力之功效，本設計透過手/電動的切換可建立良好之心肺功能，有效降低使用者二次運動傷害的產生。此外，本設計亦加裝一減速機構，可有效降低馬達轉速與提高輸出扭力，使本輪椅具有良好之爬坡性與安全性。



圖 9. 手電動切換機構

伍、結論

本研究之目的為將聲控模組結合於具手電動功能之輪椅，可有效改善肢體障礙族群無法全面使用市面上所銷售之輪椅的隱憂。同時針對「手動輪椅」的缺點加以改進，結合「電動輪椅」的功能，且創新加入聲控模式與搖桿模式切換功能，成為具可手動、聲控與搖桿選擇切換之輪椅，讓需長時間使用輪椅者，在使用手動模式疲勞時，可切換至電動模式功能，以減少肩部的負擔，而聲控模式除可避免搖桿長時間使用下所產生局部傷害外，並讓上肢癱瘓與肢體障礙者能使用聲控模式來操控輪椅，達到輕鬆移行之目的，解決市面上無適用於此族群之輪椅問題，且模組化之設計，能有效降低成本，落實大眾化與人性化之理念。本研究之輪椅將能增進使用者自主能力與身心之健康，並減少親屬之負擔。

陸、參考文獻

- Commare Mc, Miranda A, Touzeauc (1997). *The Outcome of walking in stable neuromuscular deficiencies*. Dev Med Child Neurol, 39:253-258
- 中華民國內政部內政通報 <http://www.moi.gov.tw/stat/>
- La Plante, M.P., Hendershot, G.E. and Moss, A.J. (1992), *Assistive technology devices and home accessibility features: Prevalence payment need and trends*, Advance data from vital and health statistics.. Hyattsville, Maryland: National Center for Healthy Statistics, 217:118-123.
- N.L.Lee and D.Keating (1994), *Controllers for use by disabled people*, computing and control Engineering Journal, pp.121-123.
- J.J.Vasa (1982), *Electronic aids for the disabled and the elderly*, Med.Instrum, Vol.16, no.3, pp.263-264.
- C.Thornett (1989), *Technical aids for the disabled*, IEEReview, pp165-168.