

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計畫(二)符合 M3S 多重控制電動輪椅之研發及應用

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-002-106-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立臺灣大學醫學院復健科

計畫主持人：賴金鑫

共同主持人：陸哲駒，郭德盛

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

總計畫：無障礙生活環境科技輔具之研發

子計畫一：具有多重控制能力的電動輪椅之研發與應用(II)

The development and application of an electrical wheelchair with multiple-control (II)

計畫編號：NSC93-2213-E-002-106-

執行期限：自民國 93 年 8 月 1 日起至民國 94 年 7 月 31 日

主持人：臺灣大學醫學院復健科 賴金鑫

共同主持人：華夏技術學院電子系 陳友倫

臺灣大學醫學院物理治療學系 陸哲駒

一、中文摘要

重度殘障者在電動輪椅操控上或反應上遠不及一般人，往往需要依靠看護或其他人的協助，才能避免一些不必要的危險發生，如可以發展一套具有安全回授系統之電動輪椅，將可以降低人為操作的疏忽，讓老年人或重度殘障者擁有更加獨立自主的行動力。

本系統利用感測器電路配合美國德州儀器公司所生產的 TMS320LF2407A 數位信號處理器控制做為核心。此數位訊號負責辨識搖桿訊號能量大小，來控制馬達轉向與速度。並佐以超音波及旋轉編碼器加強輪椅的安全性。

為了達到整合輔具於同一介面上，故使用 M3S(Multiple Master Multiple slave)系統做為本系統的運作核心，藉由此方式可降低系統之複雜性，以提升此輪椅系統的安全性。

關鍵詞：電動輪椅、多主多從

Abstract

The purpose of this study is to develop a safety feedback control system of a power wheelchair for the improvement of self-reliance in personal ambulation and the reduction of system errors due to operational faults. The core processor is a Texas Instrument TMS320LF2407A DSP (digital signal processor). The DSP reads the signal received from the joystick and carries out computations for the control of driving motors, both in direction and speed. An ultrasound module is used for the detection of obstacles in the rear side for safety. Optical encoders generate feedback signals in order to compensate the speed of the two motors by a PD control algorithm, which makes the speed of the power wheelchair independent of the weight load. This system is designed according to M3S (Multiple Master Multiple Slave) standards for a straightforward integration of additional modules and better expansion of a power wheelchair system.

Keywords: Powered Wheelchair, M3S

二、緣由與目的

至目前為止，科技醫療輔具的發展與研究已有一段歷史。在對於輔具整合的強烈需求下，各國也競相投入相當多的人力以及物力，因此訂定出許多輔具整合設計的規範及方法，以及輔具之間溝通的界面，所以一個歷經數個歐盟計畫、多個工會團體及私人機構所訂定出的復健輔具整合的規範-M3S(Multiple Master Multiple Slave)因此而誕生。[1]

台灣目前生產電動輪椅或代步車之廠商，其控制器皆由國外進口，雖然其具有良好之擴充性及維護容易等功能，然而價格高且核心技術不易取得，因此一般廠商無法善用數位控制器所提供之多元化功能，並且在輪椅設計組裝過程中無法提供馬達、輪椅結構及控制器最佳化之系統匹配。發展一操控性佳、安全性好並且具有安全回授系統的電動輪椅輔具，是有其研究意義與社會需求的。故本研究著重在開發符合 M3S 的多主多僕的電動輪椅系統，且著重在於符合 M3S 的安全機制的輸出及輸入裝置，以及多輸入裝置之控制權轉移的軟體撰寫。遵循 M3S 的規範，來建立我們的輪椅系統。

三、研究方法

本研究所使用的核心控制硬體設備為 TI(Texas Instruments)的 C2000 系列中的 LF2407A DSP 晶片作為我們開發的核心，它具有許多與外部電路溝通的界面模組以及豐富 digital I/O 的低功率消耗的晶片，且晶片內部具有 flash memory，且對於燒錄進去的程式碼有保護機制。[2]

DSP 開發平台為 Code Composer Studio，是 TI 專門為 TI DSP 晶片所設計的專業平台，可以用 C language 或 Assembly language 來撰寫 DSP

程式且具有功能豐富的 GUI。

四、結果及討論

目前本研究所開發之輪椅如下圖



圖 1 電動輪椅外觀圖

目前使用在輪椅上的輸入裝置有搖桿、頭控裝置，輸出裝置則有輪椅馬達。圖 2 為 M3S 與 DSP 硬體間的關係，因此所有的裝置接經由 DSP 與其他的裝置做溝通。

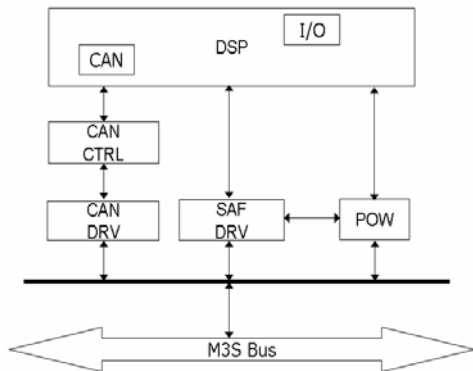


圖 2 M3S 與 DSP 之間的關係

輸入裝置方面，為了避免使用者由於自主或不自主所造成的急劇的啟動與停止，所造成的的不適感，因此搖桿及頭控裝置皆以類比作處理，以改善數位式操作所造成的不適感；至於安全方面，利用 DMS 及 KSY 的硬體偵錯及修正電路，與 M3S 中的 CCM 密切地整合，以達到做切換的機制，以達到 M3S 的安全規範。

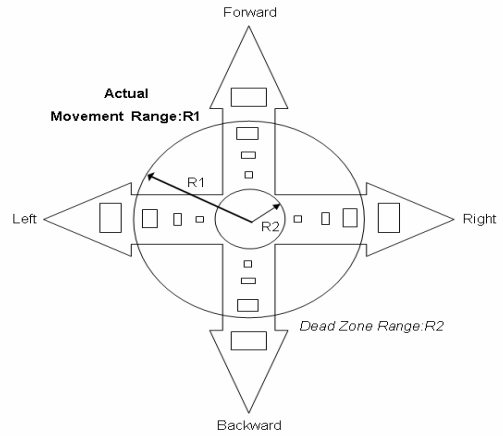


圖 3 輸入裝置的濾波處理

至於輸出裝置部分，馬達的驅動電路方面，以 PWM(Pulse Width Modulation)來做馬達的前後轉及加速的調控如圖 3，利用 DSP 內部去設定 PWM 的責任週期(Duty Cycle)，令 PWM 的責任週期是 50%時，馬達是停止的，而大於 50%時，馬達則屬於正轉，若小於 50%時，則為反轉；並且利用驅動 IC 抓取流過馬達的電流，當作控制的回饋電流，利用 Current Sense 的方式來做為回饋，以達到馬達輸出的一致性，而不受環境的影響。

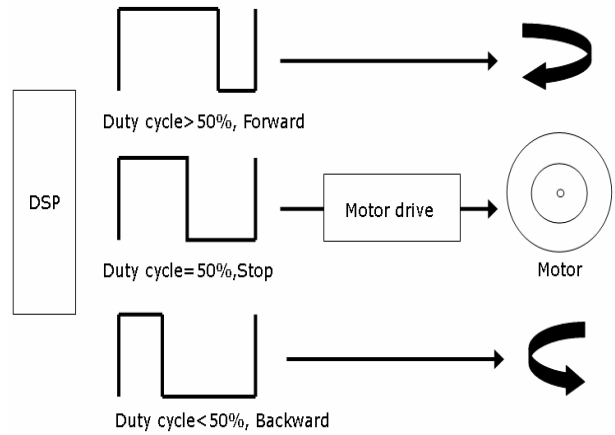


圖 4 馬達驅動原理

原型經由實地測試後，發現在 50Kg 負載時回轉半徑為小於 28cm；而於 U 型測試結果之場地(其中包括上升坡度約為 10 度，直線路徑長度為 370cm，走道寬度為 170cm，並且在寬度最長為 240cm 之 U 型走道)進行 180 度的轉彎，經由 50Kg 的受測者實地測試後，的確可以順暢轉彎與上

坡

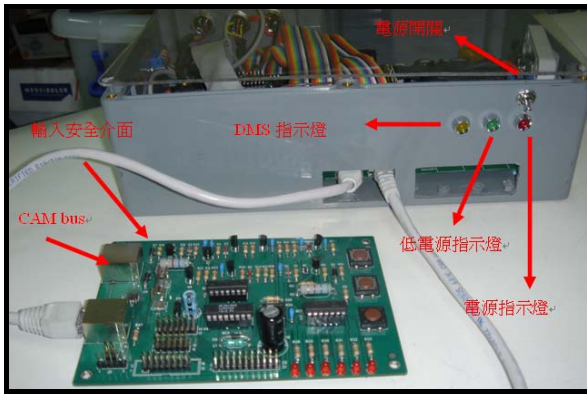


圖 5 輪椅控制器電路外觀

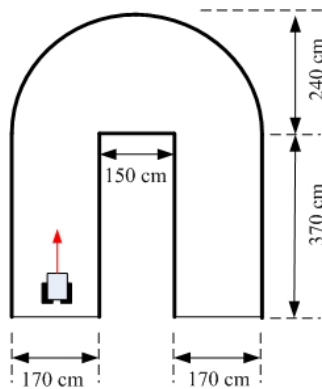


圖 6 U型測試路線



圖 7 連續實測照片

經測試後，目前已經做到了穩定的直線前進及旋轉半徑為 28cm 的原地旋轉，且不同速度時也能達到此效果。本研究之安全電路可正確發生其功效。當系統停止動作時，可讓使用者有 41 秒的緩衝時間，且當 KEY Switch 與 DMS 同時成立時，才可讓馬達運轉。此外經過測試後，可順利將訊息傳送給 CCM。

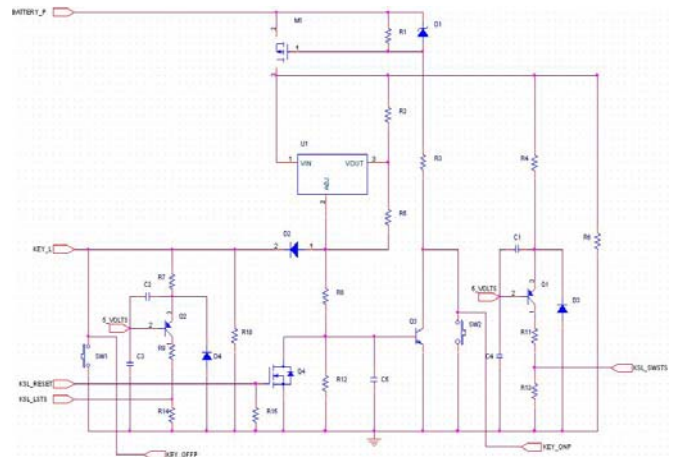


圖 8 KEY Switch 線路圖

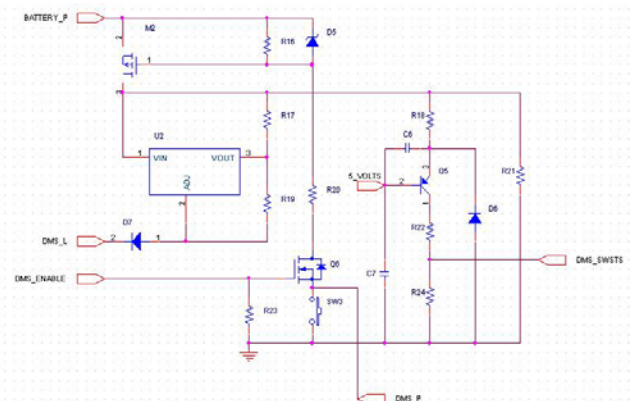


圖 9 DMS 線路圖

五、結論

本研究內容主要是利用 DSP 處理器結合了搖桿與安全回授裝置之控制法則，安全回授裝置可分為五個部分，第一部分為光學編碼器 PD 法則控制，直走時兩輪等速；第二部分為超音波避障，輪椅後退時遇到障礙物可以停止，且當障礙物離開時，可以再進行後退動作；第三部分為 DSP 程式撰寫，目前已加入看門狗計時器，以解決 DSP 重置不良之情況發生；第四部分為電源管理裝置，其目的為限制系統電源低於 20V 時，會發出警告給使用者，通知使用者將輪椅充電，且當系統高於 25A，則進行緊急斷電動作；第五部分為記錄器裝置，其目的為下載輪椅內之數據方便做輪椅參數之調整。

經測試後，目前已經做到了穩定的直線前進及旋轉半徑為 28cm 的原地旋轉，且不同速度時也能達到此效果。本研究之安全電路可正確發生其功效。當系統停止動作時，可讓使用者有 41 秒的緩衝時間，且當 KEY Switch 與 DMS 同時成立時，才可讓馬達運轉。相信此一系統的完成，可替身心障礙人士帶來更多的便利，並可減少許多因人為操作不當所帶來的意外發生。

六、成果自評

本計畫為三年期計畫之的第二年，目標為進一步改進利用電動輪椅系統，以增強控制系統的穩定性，且在臨床初步驗證其實用性。未來將加裝LCD顯示裝置，可提供必要資訊給使用者，以增加其便利性。

目前本研究初步的臨床評估結果證實其為一可使用的系統，確可改善重度肢體障礙，無法方便操控傳統電動輪椅者的困擾，安全度亦較第一年有顯著的提昇，操作亦更簡便。具體研究實作內容資料準備完善申請專利中。

七、參考文獻

- [1] M3S Reference Manual Version 2.00-revision 9
July 1997.
- [2] TMS320F243/F241/C242 DSP Controllers
Reference Guide, System and Peripherals, Texas
Instruments, 2000