

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

脊髓損傷患者功能性電刺激系統之研發與應用 -

子計劃一：復健用多通道功能性電刺激系統之開發 (I)

The Development of a Multi-Channels Functional Electrical Stimulation System for Rehabilitation (I)

計畫編號：NSC 87-2213-E-002-067

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：郭德盛 教授

執行機構及單位名稱：國立臺灣大學 電機系

mail: Kuo@ccms.ntu.edu.tw

一、中文摘要

為因應肌肉神經傳導障礙的患者日益激增，且已由單一肌肉的神經傳導障礙轉變為區域性（上肢，下肢）的肌肉神經傳導障礙，而國內對於此類患者的治療仍侷限於傳統的物理治療方法，且尚無一套功能完整可供臨床復健治療的系統。有鑑於此，研製、整合一套復健用多通道功能性電刺激器，為求改善、增進此類患者復健治療的效益乃是一項刻不容緩的主題。

基於上述動機且為延續本所過去對肌電訊號分析處理及人機介面控制的研究成果，進而研製、整合一套復健用多通道功能性電刺激系統。其結構上包括：多通道電刺激訊號產生輸出及相關控制訊號輸入、多種選擇波型產生輸出、多重功能選擇控制（侵入式、非侵入式）、程式化的刺激強度及頻率等相關電路系統設計。第一年進行以電

腦為基礎的通用型刺激器系統軟、硬體之設計。

Abstract

The number of patients with motor impairment due to neurological disorders of the central nervous system has been increased recently in Taiwan. Currently conventional physical therapy was the only means applied to those patients with motor impairment in Taiwan. Functional electrical stimulation had been used to improve motor function for years in western country with results. Therefore, it is a important issue to develop a multi-channels electrical stimulator to meet the therapeutic means in rehabilitation.

From previous studies, we have got a lot of experience in electromyographic signal processing and the management of machines interface. These novel experience could be applied to this study. In this study, we are going to develop a new multi-channels functional stimulation system with the following features: multi-channels electrical signals output, human-machines control signals input, stimulation mode and waveforms selectable, frequency and intensity programmable.

二、緣由及目的

治療因脊髓損傷 (spinal cord injury; SCI) 所造成的癱瘓 (paralysis) 是一直以來很難迴避的問題之一。雖然目前缺乏修補受傷中樞神經系統的能力。但近年來的技術提供了以人工方式間接來恢復原運動功能 (motor function), 因此部份克服了脊髓損傷 (SCI)、中風 (stroke) 和相關損傷所造成另人注目的癱瘓問題。在過去十年間, 藉由相關文獻的揭露多個實驗室有關功能性電刺激器 (functional electrical stimulator; FES) 的研究進展, 進而引起公眾和病患在功能性的神經肌肉電刺激的系統 (functional neuromuscular stimulation; FNS) 的興趣。

癱瘓、電學和醫學長久以來就一直無法結合, 直到1791年 Galvani, 始以青蛙肌肉實驗來發展近代的電刺激架構, 他利用一條金屬線連結脊髓和肌肉以誘發肌肉的抽動, 藉此可以傳導組織間的電流和造成肌肉收縮的驅動力量, 有助於瞭解神經肌肉的功能和今日神經肌肉功能性電刺激器 (functional electrical stimulator) 存在的必要性。1961年 Liberson 提出一個垂足肢架 (foot drop orthosis) 的報告, 其利用一簡單的刺激器於步態擺動的階段時, 同時刺激腓骨神經 (peroneal nerve), 而其系統已是近代系統之雛型。[1] 在1970~1985年因應電子電腦科技技術成熟, 許多研究者相繼著手於更複雜的功能性電刺激器, 其中包括各種開回路式 (open loop)、閉回路式 (close loop) 機制的系統 [2~3]。

基於上述文獻回顧以及本研究群多年來對電刺激器及人機介面控制的經驗, 加上國內現階段肌肉神經傳導障礙患者日益激增且對功能性電刺激器的需求, 研製、整合一套功能完整的復健用多通道功能性電刺激系統, 以求改善、增進此類患者復健治療的效益, 乃是本研究最終之目標。

三、研究方法與進行步驟

研究中係發展一套以電腦為基礎 (computer base) 的多通道功能性電刺激器, 其硬體方塊圖如圖一所示, 主要包括下列幾大部分:

1. 主控電腦。
2. 輸入/輸出控制器。
3. 電壓放大器。
4. 隔離電流放大器。
5. 人機介面控制訊號輸入或回饋控制。

其中主控電腦主要用以產生不同刺激模式的電刺激波形, 同時, 可以以操作者輸入或病患接受訓練所得之回饋控制 (feedback control) 機制的方式決定電刺激器所輸出的波形強度 (intensity) 及頻率 (frequency), 進而形成一閉回路的功能性電刺激器系統; 輸入/輸出控制器分別包括 D/A, A/D 轉換器及相關的控制系統。電壓及電流放大器主要是將電腦所輸出的刺激波形提升至一定的刺激準位。而電刺激器主體將朝向模組化 (module) 的設計, 基本上以四個輸出通道為一模組, 以增加此電刺激器系統的可擴充性。

而在人機介面控制訊號輸入部分,即是藉此計畫延續、整合本研究群的人機介面控制的發展成果,進而以視覺或眼球運動等相關訊號輸入來控制電刺激器系統波形、強度及頻率的輸出。

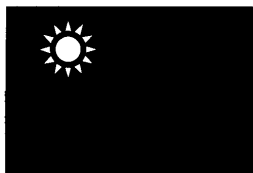
四、計畫成果自評

第一年業已完成肌肉神經傳導障礙的患者肌肉電訊號相關參數的特性分析,同時著手電以電腦為基礎的刺激器系統軟、硬體之設計與規劃,並進行電刺激器系統軟、硬體之雛形製作及初步功能測試,另外提供原型之電刺激器供其它相關子計畫試用。本計畫之初步研究成果將發表於國際電機電子工程師學會醫學工程學會大會上[4],也吸取許多寶貴經驗,完整的研究成果正積極準備發表中。另外,本研究開發之功能性電刺激系統也已取得中華民國發明專利(證書094415號),亦參加中華民國八十七年度全國發明展,榮獲金頭腦獎。

五、參考文獻

- [1] H. J. Chizeck, R. Kobetic, E. B. Marsolais, J. J. Abbas, I. H. Donner, and E. Simon, "Control of functional neuromuscular stimulation system for standing and locomotion in paraplegics," Proc. IEEE, vol. 76, no. 9, pp. 1155-1165, 1988.
- [2] G-C Chang, J-J Luh, G-D Liao, J-S Lai, C-K Cheng, B-L Kuo, and T-S Kuo, "A neuro-control system for the knee joint position control with quadriceps stimulation," IEEE Trans. Rehabil. Eng. vol. 5, no. 1, pp.2-11, 1997.
- [3] C-C Ku and K. Y. Lee, "Diagonal recurrent networks for dynamic systems control," IEEE Trans. Neural Networks. vol. 6, no. 1, pp.144-156, 1995.

- [4] M.H. Chang, Y.L. Chen, K.C. Wang, and T.S. Kuo, "Implementation of Fuzzy Control over FES-assisted Locomotion for CVA Patients" in Proceeding of 1998 IEEE Conference of Medical and Biomedical Engineering Society, Hong Kong, 1998.



中華民國專利證書

發明第 094415 號

發明名稱：下肢偏癱復健治療電刺激裝置

專利權人：陳友倫，郭德盛。

發明人：陳友倫，郭德盛，張恒雄。

專利權期間：自中華民國八十七年 四月二十一日
至一〇六年 八月二十七日 止

上開發明業經專利權人依專利法之規定取得專利權

經濟部中央標準局

局

長

陳明邦

中華民國



月

三

日

注意：專利權人未依法繳納年費者，其專利權自原繳費期限屆滿之次日起消滅。