

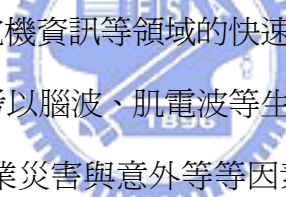
# 基於肌電波之人手與義肢控制

研究生：姚福偉

指導教授：楊谷洋 博士

國立交通大學電機與控制工程學系

## 摘要



隨著醫學、生物科技、電機資訊等領域的快速發展，我們對人體也因此有了更深層的了解，不禁讓研究人員思考以腦波、肌電波等生理訊號為基礎，建立新的人機介面的可能性，加上近年來由於職業災害與意外等等因素，導致肢體殘障人數數量的大幅增加，義肢的需求也日益增加，因此發展一有別於傳統的神經與肌肉系統之通訊與控制管道，讓神經或肢體受創的人有另一種與外界溝通的新選擇，勢必是一新的趨勢，因此我們希望藉由對肌電義肢的研究，能對肌電訊號在機器臂的控制上有更進一步的認識。基於此構想，我們計畫建立類似的義肢系統作為我們的工作平台，以實現視覺回饋的義肢控制作為初步的目標，希望能找到簡單的方法得到穩定的肌電波，用以控制義肢，進而實現建立新人機介面的目標，並將此人機介面應用到機器臂的控制上，使其成為人手的延伸。因此我們選擇具有設計簡單、重量輕及價格合理等優點的德國 OTTO BOCK 義肢以及國內的德林義肢作為實現的對象，而我們所實現的基於肌電波之人手與義肢控制系統經過實驗的印證，更確定了肌電波在機器臂控制應用上的可能性。

# Human Hand and Prosthesis Control Based on Electromyography

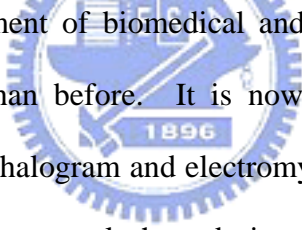
Student : Fu-Wei Yao

Advisor : Dr. Kuu-Young Young

Department of Electrical and Control Engineering

National Chiao Tung University

## Abstract

The logo of National Chiao Tung University is a circular emblem with a gear-like border. Inside the circle, there is a stylized building and the year '1896' at the bottom.

Along with fast development of biomedical and electrical engineering, we know our body functions much better than before. It is now possible to build a human machine interface based on electroencephalogram and electromyography. Meanwhile, the demand of prosthesis increases due to more people hurt during work or accident. In this thesis, we intend to study the prosthesis that is controlled by electroencephalogram or electromyography. We will first propose a human hand prosthesis control system based on electromyography, which is similar to the prosthesis control system. We will develop a new human machine interface and apply it for robot control. We experiment with five males who are 20 to 30 years old. We will prove system accuracy with human adaptation. Everyone exercise for 5、10 and 15 minutes respectively before experiment. The result is 92%、96% and 98% accuracy for 5、10 and 15 minutes exercise respectively. It is proving that the accuracy depends on human adaptation and this system is high performance with enough exercise time.

# 誌 謝

首先感謝學生的指導教授—楊谷洋博士，誠摯地感謝老師這兩年來的熱心指導，使學生的研究工作可以順利完成。同時，感謝口試委員們：羅佩禎老師、陳永昇老師、及梁勝富博士撥冗參與論文口試，並給予許多寶貴指導與建議。

還有同於『人與機器實驗室』彼此互相勉勵的夥伴們：洛樞、建亨、彥慶、柏駿、明杰、及學弟榮聰、政龍、猷長等，你們使得我的研究生生活更為多采多姿。最後，感謝我親愛的家人，在求學期間不斷地給予我關懷與鼓勵，使我能順利完成學業，謝謝你們！



# 目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌 謝	iii
目 錄	iv
表 目 錄	vi
圖 目 錄	vii
1. 導論.....	1
2. 肌電波訊號量測.....	7
2.1 手臂肌肉分佈與功能探討.....	7
2.2 電極擺設.....	11
2.3 肌電波量測儀器.....	14
2.3.1 ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡.....	14
2.3.2 iWorx ETH-256 生理訊號放大器.....	15
3. 濾波器.....	16
3.1 肌電波雜訊的種類.....	16
3.2 濾波器選擇.....	18
4. 指令轉換.....	31
5. 實驗與討論.....	36
5.1 實驗步驟.....	37
5.2 實驗結果與討論.....	40

5.2.1 第一次實驗：練習五分鐘後進行實驗.....	41
5.2.2 第二次實驗：練習十分鐘後進行實驗.....	51
5.2.3 第三次實驗：練習十五分鐘後進行實驗.....	62
6. 結論.....	76
6.1 未來展望.....	76
參考文獻.....	78



# 表 目 錄

表 1.1	美觀手、功能手與電子手優缺點比較表.....	3
表 5.1	五位實驗者性別、年齡、伸指肌臨界值與屈指淺肌臨界值資料..	36
表 5.2	帶通、帶拒以及低通濾波器預設的參數值.....	39
表 5.3	第一次實驗：練習五分鐘後進行實驗的結果.....	51
表 5.4	第二次實驗：練習十分鐘後進行實驗的結果.....	62
表 5.5	第三次實驗：練習十五分鐘後進行實驗的結果.....	73
表 5.6	五位實驗者於三次實驗的動作正確率.....	74
表 5.7	五位實驗者於三次實驗的詳細動作狀況.....	75



# 圖 目 錄

圖 1.1	基於肌電波之人手與機器手臂控制系統概念圖.....	3
圖 1.2	基於肌電波之視覺回饋義肢控制系統架構圖.....	4
圖 1.3	國內市面上的義肢：(a) Otto Bock hand 的終端器具和 (b) 德林義肢的終端器具.....	5
圖 1.4	所設計之虛擬義肢：(a) 開啓狀態和 (b) 關閉狀態.....	5
圖 2.1	手腕及手掌各種動作的定義.....	8
圖 2.2	負責手腕屈曲的肌肉.....	8
圖 2.3	負責手腕伸展的肌肉.....	9
圖 2.4	負責手腕外展的肌肉.....	9
圖 2.5	負責手腕內收的肌肉.....	10
圖 2.6	負責手指伸展的肌肉.....	10
圖 2.7	負責手指屈曲的肌肉.....	10
圖 2.8	(a) 長條型電極與 (b) 圓形電極.....	13
圖 2.9	二頭肌運動神經區、肌腱附著區、側面邊緣區以及肌腹位置圖.....	13
圖 2.10	(a) DAQ-2213/2214 資料擷取卡和(b) Termination board DIN-68S/1M 連接板.....	15
圖 2.11	iWorx ETH-256 生理訊號放大器.....	15
圖 3.1	(a) 乾淨的肌電波, (b) 有心跳干擾的肌電波, (c) 有 60 赫茲電源干擾的肌電波, 和 (d) 有人為移動干擾的肌電波.....	18
圖 3.2	Butterworth、Chebyshev 一型、Chebyshev 二型、Elliptic、Bessel 濾波器實現的帶通、帶拒與低通濾波器的頻率響應圖.....	20
圖 3.3	五位實驗者的帶通濾波器輸出波形圖：(a) 一號實驗者, (b) 二號實驗者,	

	(c)三號實驗者, (d) 四號實驗者, 和(e) 五號實驗者.....	23
圖 3.4	五位實驗者的帶拒濾波器輸出波形圖： (a) 一號實驗者, (b) 二號實驗者, (c)三號實驗者, (d) 四號實驗者, 和(e) 五號實驗者.....	26
圖 3.5	五位實驗者伸指肌的肌電波分別經過十種不同截止頻率的平滑濾波器濾波 後的圖形： (a) 一號實驗者, (b) 一號實驗者, (c) 一號實驗者, (d) 一號實驗 者, 和 (e) 一號實驗者.....	30
圖 4.1	來自其他肌肉的肌電波干擾.....	33
圖 4.2	非單一波峰訊號.....	33
圖 4.3	指令轉換單元控制流程圖.....	35
圖 5.1	量測儀器連接圖.....	37
圖 5.2	實驗一： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊 號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌 於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、 O:Open 以及 L:Lose).....	42
圖 5.3	實驗二： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊 號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌 於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、 O:Open 以及 L:Lose).....	44
圖 5.4	實驗三： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊 號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌 於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、 O:Open 以及 L:Lose).....	46
圖 5.5	實驗四： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊	



號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose)..... 48

圖 5.6 實驗五： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose)..... 50

圖 5.7 實驗一： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號,和 (c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose) ..... 53

圖 5.8 實驗二： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號,和 (c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose) ..... 55

圖 5.9 實驗三： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號,和 (c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose) ..... 57

圖 5.10 實驗四： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號,和 (c) 指令推行單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose) ..... 59

圖 5.11	實驗五： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號,和 (c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose) .....	61
圖 5.12	實驗一： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose).....	64
圖 5.13	實驗二： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose).....	66
圖 5.14	實驗三： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose).....	68
圖 5.15	實驗四： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、O:Open 以及 L:Lose).....	70
圖 5.16	實驗五： (a) 伸指肌於系統各步驟的輸出訊號(原始訊號、帶通濾波後的訊號、帶拒濾波後的訊號、整流後的訊號、低通濾波後的訊號), (b) 屈指淺肌於系統各步驟的輸出訊號, 和(c) 指令推衍單元輸出指令(C:Close、S:Stop、	

O:Open 以及 L:Lose)..... 72



