

# 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. 力覺回饋系統.....	5
2.1 力覺回饋系統架構.....	5
2.2 機械夾爪.....	6
2.3 力感測夾爪系統.....	10
2.3.1 馬達驅動系統.....	10
2.3.2 力感測系統.....	13
2.4 力回饋搖桿系統.....	15
2.5 控制介面卡.....	17
2.6 作業平台.....	19
3. 系統分析與鑑別.....	20
3.1 夾爪馬達系統轉矩判定.....	20
3.2 夾爪齒輪傳動位移實驗.....	23
3.3 力感測器校正實驗.....	25

3.4	力感測器之雜訊處理.....	28
3.4.1	硬體方面.....	29
3.4.2	軟體方面.....	32
4.	輔助操控機制.....	37
4.1	夾取物體分析.....	37
4.2	阻抗控制理論.....	41
4.3	力量接觸模型.....	43
4.3.1	夾爪軟韌性.....	46
4.3.2	夾取速度.....	51
4.4	軟體實現.....	54
5.	實驗與討論.....	59
5.1	彈簧模擬實驗.....	59
5.2	物件夾取實驗.....	61
6.	結論.....	70
6.1	未來工作.....	70
	參考文獻.....	72



# 表 目 錄

表 2.1	夾爪馬達驅動系統硬體規格.....	12
表 2.2	力感測系統硬體規格.....	14
表 2.3	力回饋搖桿硬體規格.....	17
表 2.4	馬達控制卡PCI-1721 規格.....	18
表 2.5	計數卡PCI-1784 規格.....	19
表 4.1	物體之性質分類.....	39
表 4.2	夾爪系統在有無負載的驅動電壓及輸出轉矩.....	39
表 4.3	夾取各類物體所需要的驅動電壓.....	40



# 圖目錄

圖 1.1	遠端呈現系統示意圖.....	2
圖 1.2	力覺操控系統示意圖.....	3
圖 2.1	力覺回饋系統:(a)實現架構圖和(b)控制訊號流程圖.....	6
圖 2.2	Utah-MIT Hand 外觀[13].....	7
圖 2.3	(a)早期支點型夾爪和(b)現代支點型夾爪[4].....	8
圖 2.4	平行型夾爪:(a)小開度,(b)180°開度,(c)橫式,和(d)馬達驅動[4].....	9
圖 2.5	同心型夾爪:(a)三爪同心式和(b)迴轉型同心式[4].....	10
圖 2.6	機械夾爪:(a)示意圖,(b)上視圖,和(c)前視圖.....	11
圖 2.7	夾爪之馬達驅動系統架構圖.....	13
圖 2.8	力感測系統訊號流程圖.....	15
圖 2.9	力回饋搖桿:(a)前視圖和(b)側視圖.....	16
圖 2.10	力回饋搖桿系統架構圖.....	16
圖 3.1	夾爪機構傳動系統.....	21
圖 3.2	夾爪馬達轉矩與電壓命令關係.....	22
圖 3.3	夾爪機構傳動位移關係.....	24
圖 3.4	砝碼校正實況照片.....	26
圖 3.5	感測器電壓與力量關係.....	27
圖 3.6	感測器原始訊號.....	30
圖 3.7	排除電磁波干擾之電壓訊號.....	31
圖 3.8	排除電磁波干擾之力量訊號.....	31
圖 3.9	off-line 資料傳輸模式.....	32

圖 3.10	經過軟體處理後之電壓訊號.....	33
圖 3.11	經過軟體處理後之力量訊號.....	34
圖 3.12	on-line 資料傳輸模式.....	35
圖 3.13	訊號經過 on-line 處理後結果：(a)原始電壓訊號，(b)處理後之電壓雜訊，(c)原始力量訊號，和(d)處理後之力量雜訊.....	36
圖 4.1	夾爪設計圖：(a)小開度和(b)大開度.....	38
圖 4.2	搖桿受力情形：(a)搖桿的實體受力圖和(b)搖桿的虛擬受力圖.....	42
圖 4.3	夾爪力覺模擬：(a)真實情況和(b)模擬情況.....	43
圖 4.4	夾爪的力量接觸模型.....	44
圖 4.5	堅硬夾爪夾取物體的力量響應.....	47
圖 4.6	柔軟夾爪夾取物體的力量響應.....	48
圖 4.7	未加保護墊雞蛋受力圖.....	49
圖 4.8	感測器表面之泡棉保護墊.....	49
圖 4.9	加上保護墊雞蛋受力圖.....	50
圖 4.10	夾取橡膠球的力量變化圖：(a)低速和(b)高速.....	52
圖 4.11	夾取金屬塊的力量變化圖：(a)低速和(b)高速.....	53
圖 4.12	人機介面和程式流程圖.....	54
圖 4.13	力回饋搖桿與夾爪行為關係圖：(a)夾爪閉合，(b)接觸物體，(c)增加夾取力，和(d)到達臨界接觸力.....	56
圖 5.1	將回饋力模擬成虛擬彈簧：(a)夾爪移動位置和(b)搖桿與感測器力量響應.....	60
圖 5.2	夾取金屬塊：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	62
圖 5.3	夾取橡膠球：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	63

圖 5.4	夾取乒乓球：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	64
圖 5.5	夾取燈泡：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	65
圖 5.6	夾取番茄：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	66
圖 5.7	夾取直立之雞蛋：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	67
圖 5.8	夾取橫躺之雞蛋：(a)夾取實況照和(b)力量及位置響應圖.....	68

