

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
致謝 .....	iii
目錄 .....	iv
圖例 .....	vi
表格 .....	ix
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 相關研究回顧.....	2
1.2.1 機器人與人互動發展現況.....	2
1.2.2 使用技術發展現況.....	3
1.3 問題描述 .....	8
1.4 章節說明 .....	12
第二章 人臉追蹤演算法.....	13
2.1 人臉追蹤系統.....	13
2.2 適應性膚色搜尋法.....	14
2.2.1 感興趣區域 .....	14
2.2.2 色彩轉換與分割 .....	17
2.2.3 色彩分佈閾值 .....	18
2.2.4 形態學 .....	21
2.2.5 膚色區域投影 .....	24
2.2.6 適應性膚色搜尋 .....	29
2.3 人臉追蹤之行為控制.....	36
2.4 結論與討論.....	40

第三章	人臉偵測演算法.....	41
3.1	人臉偵測系統.....	41
3.2	膚色搜尋及選取.....	41
3.3	專注式串聯法.....	44
3.4	人臉偵測結果.....	47
3.5	結論與討論.....	49
第四章	嵌入式影像平台系統設計.....	50
4.1	嵌入式影像平台系統.....	50
4.2	CMOS 影像感測器.....	52
4.3	DSK6416 介面擴充電路.....	54
4.3.1	振盪時脈產生器.....	55
4.3.2	緩衝記憶體 (AL422B).....	55
4.3.3	RS232 傳輸介面.....	58
4.4	FPGA 介面電路控制器.....	59
4.5	TI DSK6416 影像處理卡.....	66
4.5.1	外部記憶介面 (EMIF).....	67
4.5.2	加強型直接記憶體存取控制器 (EDMA).....	68
4.6	實驗結果與測試.....	71
第五章	實驗結果.....	73
5.1	未使用適應性膚色之人臉追蹤實驗結果.....	73
5.2	使用適應性膚色之人臉追蹤實驗結果.....	74
5.3	家用機器人與人互動實驗結果.....	81
第六章	結論與未來工作.....	85
6.1	結論.....	85
6.2	未來展望.....	86
	參考文獻.....	87

## 圖例

圖 1-1 利用統計模型還原之人臉集合[18].....	7
圖 1-2 亮度對色度分佈之影響.....	10
圖 2-1 人臉追蹤之流程圖.....	14
圖 2-2 感興趣區域之設定.....	15
圖 2-3 膚色區域搜尋及追蹤條件設定.....	16
圖 2-4 膚色分割測試及結果.....	17
圖 2-5 平均亮度對平均色彩之分佈圖.....	18
圖 2-6 平均亮度對上下 Y 閾值之分佈圖.....	19
圖 2-7 平均亮度對上下 Cr 閾值之分佈圖.....	20
圖 2-8 平均亮度對上下 Cb 閾值之分佈圖.....	20
圖 2-9 膨脹過程示意圖.....	22
圖 2-10 侵蝕過程示意圖.....	22
圖 2-11 閉合運算及開啟運算測試.....	24
圖 2-12 膚色分割測試.....	25
圖 2-13 膚色色彩於 Y 軸的第一次投.....	25
圖 2-14 特定色彩於 X 軸的第一次投影.....	26
圖 2-15 特殊的特定色彩區塊排列.....	27
圖 2-16 特殊特定色彩區塊經兩次投影後的結果.....	27
圖 2-17 特定色彩於 Y 軸的第二次投影.....	28
圖 2-18 特定色彩區域搜尋測試.....	28
圖 2-19 感興趣區域及色彩分割及投影示意圖.....	29
圖 2-20 適應性膚色視窗搜尋及色彩分割結果.....	30
圖 2-21 適應性膚色視窗之設定.....	31

圖 2-22 適應性視窗之選取示意圖.....	32
圖 2-23 適應性膚色搜尋法之流程圖.....	34
圖 2-24 適應性膚色搜尋法之示意圖.....	35
圖 2-25 影像平面及人臉位置坐標.....	37
圖 2-26 影像追蹤控制器系統架構圖[22].....	38
圖 2-27 機器人行為決策架構圖.....	39
圖 3-1 人臉偵測系統流程圖.....	41
圖 3-2 膚色分割測試.....	42
圖 3-3 色彩投影法.....	43
圖 3-4 人臉偵測串聯法.....	44
圖 3-5 正面人臉之特徵.....	45
圖 3-6 正面人臉特徵判斷流程.....	47
圖 3-7 正面人臉偵測之示意圖.....	48
圖 4-1 影像系統架構圖.....	51
圖 4-2 EVT202 CMOS 感測器.....	52
圖 4-3 不同參數下 CMOS sensor 擷取到的影像畫面.....	54
圖 4-4 外部之振盪器及產生控制訊號示意圖.....	55
圖 4-5 緩衝記憶體之外觀及對應之資料及控制訊號埠[26].....	56
圖 4-6 AL422B 元件方塊圖[26].....	56
圖 4-7 擴充介面卡之 RS232 傳輸介面.....	59
圖 4-8 FPGA 發展板之外觀[25].....	60
圖 4-9 FPGA 介面控制電路架構圖.....	61
圖 4-10 8-bit YCrCb VGA 時序圖[24].....	62
圖 4-11 8-bit YCrCb QVGA 時序圖[24].....	62
圖 4-12 FPGA 控制器產生寫入及讀取記憶體之時序圖.....	64
圖 4-13 記憶體寫入資料控制訊號時序圖.....	64

圖 4-14 記憶體讀取資料控制訊號及觸發 DSK6416 之觸發訊號.....	66
圖 4-15 DSK6416 發展板之外觀[23].....	67
圖 4-16 DSK6416 發展板之外部記憶體讀取控制時序圖[29].....	68
圖 4-17 實際量測之 DSK6416 反應時序圖.....	68
圖 4-18 一維影像資料搬移法[31].....	69
圖 4-19 二維影像資料搬移法[31].....	69
圖 4-20 嵌入式影像平台擷取資料之流程圖.....	70
圖 4-21 嵌入式影像平台系統圖.....	70
圖 4-22 VGA 灰階影像.....	71
圖 4-23 QVGA 彩色影像擷取及影像處理測試.....	72
圖 5-1 固定膚色分佈閾值之人臉追蹤結果.....	74
圖 5-2 適應性膚色搜尋法進行人臉追蹤之結果.....	75
圖 5-3 機器人頭部追蹤系統.....	76
圖 5-4 機器人頭部左右及上下移動之追蹤結果.....	76
圖 5-5 左側光源之人臉追蹤流程圖.....	77
圖 5-6 光源在人臉左側之追蹤結果.....	77
圖 5-7 右側光源之人臉追蹤流程圖.....	78
圖 5-8 光源在人臉右側之追蹤結果.....	78
圖 5-9 光源閃爍之人臉追蹤流程圖.....	79
圖 5-10 光源在人臉前方閃爍之追蹤結果.....	79
圖 5-11 室內光源開啟及關閉之人臉追蹤流程圖.....	80
圖 5-12 室內光源開啟及關閉之人臉追蹤.....	80
圖 5-13 光源在人臉後方之追蹤結果.....	81
圖 5-14 家用機器人之外觀及其硬體設備.....	82
圖 5-15 家用機器人與人之互動.....	83

## 表格

表 1-1 單張影像人臉偵測方法[12].....	4
表 4-1 先前實驗室與本論文設計之 FPGA 控制器之比對表.....	63

