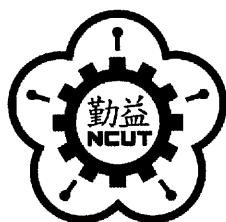


DT
448.6
4003
100
225093



國立勤益科技大學

電子工程系碩士班

碩士論文

猜拳遊戲手勢之影像辨識研究

A Study on Rock Paper and Scissors
Image Recognition Scheme



研究生：古証兆

指導教授：陳文淵 博士

中華民國 一 百 年 六 月

國立勤益科技大學圖書館



225093

國家圖書館

博碩士論文電子檔案上網授權書

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學電子工程系 99 學年度第三學期取得碩士學位之論文。

論文題目：猜拳遊戲手勢之影像辨識研究
指導教授：陳文淵

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無償授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一（專利申請案號：_____），請於____年____月____日後再將上列論文公開或上載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於 105 年 7 月 27 日後再將上列論文公開或上載網路。

授權人：古証兆

親筆簽名及蓋章：古証兆

民國 100 年 7 月 27 日

電話：

傳真：

聯絡地址：台中市大里區塗城路304巷57弄1之8號

E-Mail：mike0256x@gmail.com

國立勤益科技大學

博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學
電子工程系 多媒體 組 99 學年度第 二 學期取得碩士學位
之論文。

論文題目：猜拳遊戲手勢之影像辨識研究
指導教授：陳文淵

■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文 上傳 網路 公開 之範 圍及 時 間：	校內區域網路	<input checked="" type="checkbox"/> 立即公開
	校外網際網路	<input checked="" type="checkbox"/> 中華民國 105 年 7 月 27 日公開

授權人：古証兆

簽名：古証兆

中華民國 100 年 7 月 27 日

國立勤益科技大學
研究所碩士班
論文口試委員會審定書

本校 電子工程系 碩士班 古証兆 君

所提論文 猜拳遊戲手勢之影像辨識研究

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

論文口試委員會：

召集人： 王淑文

委員： 劉正忠

郭吳哲

李建樹

王淑文

指導教授： 林文卿

所 長： 

中華民國 一 百 年 六 月

國立勤益科技大學電子工程系研究所碩士班

猜拳遊戲手勢之影像辨識研究

研究生:古証兆

指導教授:陳文淵

中文摘要

本文提出利用影像處理技術來實現識別猜拳遊戲中剪刀、石頭、布的手勢辨識。首先由網路攝影機的影像序列中擷取包含有猜拳手勢的影像。經由膚色門檻濾除干擾並轉成二進制影像進行物件辨識。本演算法首先算出手指區塊數量並將其分類成 4 類：1)手指區塊數量為 1、3、4 的錯誤手勢。2)手指區塊數量為 0 的石頭手勢。3)手指區塊數量為 5 的布手勢及 4)手指區塊數量為 2 的剪刀手勢。由於剪刀的手勢有 10 種型態只有一種是正確的，因此本文採用兩種策略剔除錯誤型態：1)利用兩指間距排除法剔除可能的錯誤型態。2)使用手指斜率排除法剔除可能的錯誤型態。實驗結果顯示，本演算法是一種有效的剪刀、石頭、布影像識別法。

關鍵字：影像辨識、手勢、間距排除法、斜率排除法

A Study on Rock, Paper and Scissors Image Recognition Scheme

Student: Cheng-Chao Ku Advisors: Dr. Wen-Yuan Chen

National Chin-Yi University of Technology

Abstract

In this research, several image processing techniques are used to achieve recognition of Rock, Paper, and Scissor image identification. First, we extract the hand image from the video sequences. Next, the generalized threshold and skin color are employed to generate a binary image and filter-out interference. The distance between the tips of the two fingers is used to get rid of those obviously error states. However, several Scissors states are difficult to correctly judge. Successively, the segmentation, histogram, and angular criteria methods are used to distinguish the exactly Scissors hand signal. We use two strategies to judge whether the Scissors is correct or not. One is calculating the distance between two tips. The other is calculating the slope between two tips. Simulation results demonstrate that our scheme is an effective method for Rock, Paper, and Scissor identification.

Keywords: image identification, hand image, distance between two tips method, slope between two tips method.

致 謝

在勤益的日子過的非常快，大學四年加上研究所二年轉眼間已過了六年。就讀研究所其間承蒙指導教授陳文淵博士的教誨，尤其是在課業研究上給予極大的指導與幫助。更感謝口試委員王敬文博士、李建樹博士、郭英哲博士和劉正忠博士於百忙之中抽空參加本人的畢業口試，且校閱本人之畢業論文，提供珍貴意見並使得本文能夠更完整而嚴謹。

感謝實驗室的學長們，劉昆暢學長、林柏樑學長、謝昇原學長、胡冠男學長、詹殷忠學長，在讀碩士班的這段期間，不時的討論並指點我正確的方向，使我獲益匪淺。還有深深感謝顏秋宇、秦璿祐、羅智群、吳栢融、林佩蓉和廖裕國等同學們在研究討論和程式技術上的指導和協助。感謝實驗室的學弟郭東奕、林長盛、黃耀德和陳俊佑等在實驗室管理上的幫忙和生活上的笑果。

最後感謝我的家人，給予最大的鼓勵和支持，使我在攻讀碩士班期間無後顧之憂專心投入研究，讓我能順利完成碩士學位，最後，謹以此文獻給我摯愛的雙親。

古 証 兆 謹致

于國立勤益科技大學電子工程系研究所

中華民國一百年 六月 三十日

目 錄

中文摘要.....	i
Abstract	ii
致 謝.....	iii
目 錄.....	iv
圖 目 錄.....	v
表 目 錄.....	viii
第 1 章、 緒 論	- 1 -
1.1 研究背景	- 1 -
1.2 研究動機與目的	- 2 -
1.3 文獻探討	- 3 -
第 2 章、 數位影像處理	- 5 -
2.1 色彩空間轉換(Color Transfer)	- 5 -
2.2 影像濾波器(Image Filter)	- 8 -
2.3 形態學(Morphology).....	- 13 -
2.4 拓撲學(Topology)	- 18 -
第 3 章、 演算法	- 20 -
3.1 影像前處理	- 21 -
3.2 手指區塊擷取	- 24 -
3.3 手勢分類演算法	- 30 -
3.4 錯誤二指形態排除法	- 31 -
3.4.1 手指距離排除法	- 32 -
3.4.2 手指斜率排除法	- 34 -
第 4 章、 實驗結果	- 38 -
4.1 實驗環境	- 38 -
4.2 手勢距離較近之實驗結果	- 39 -
4.3 手勢距離較遠之實驗結果	- 50 -
4.4 不同方向之實驗結果	- 61 -
4.5 與其他方法之比較	- 66 -
第 5 章、 結論與未來方向	- 67 -
5.1 結論	- 67 -
5.2 未來方向	- 67 -
參考文獻.....	- 68 -
作者簡介.....	- 71 -

圖目錄

圖 2-1 常見十二色色環圖。	- 5 -
圖 2-2 RGB 顏色示意圖。	- 6 -
圖 2-3 YCbCr 顏色示意圖。	- 7 -
圖 2-4 濾波前後對照圖。	- 8 -
圖 2-5 低通濾波器。	- 9 -
圖 2-6 平均濾波器運算示意圖。	- 10 -
圖 2-7 中間值濾波器運算示意圖。	- 11 -
圖 2-8 高通濾波器。	- 12 -
圖 2-9 二值化運算示意圖。	- 14 -
圖 2-10 膨脹運算示意圖。	- 15 -
圖 2-11 侵蝕運算示意圖。	- 15 -
圖 2-12 閉合運算示意圖。	- 16 -
圖 2-13 斷開運算示意圖。	- 17 -
圖 2-14 像素鄰點示意圖。	- 18 -
圖 2-15 像素連通示意圖。	- 19 -
圖 3-1 手勢辨識演算法流程圖。	- 20 -
圖 3-2 去除背景流程圖。	- 21 -
圖 3-3 去除背景步驟圖。	- 22 -
圖 3-4 膚色偵測步驟圖。	- 23 -
圖 3-5 擷取手指區塊流程圖。	- 24 -
圖 3-6 侵蝕運算時使用的遮罩。	- 25 -
圖 3-7 面積較小二值化手勢影像侵蝕示意圖。	- 26 -
圖 3-8 面積較大二值化手勢影像侵蝕示意圖。	- 26 -
圖 3-9 距離較遠之手勢影像手指區塊切割示意圖。	- 27 -
圖 3-10 距離較近之手勢影像手指區塊切割示意圖。	- 28 -
圖 3-11 細線化手指圖與手指中點圖。	- 29 -
圖 3-12 細線化手指圖及手指中點圖。	- 29 -
圖 3-13 手勢分類演算法流程圖。	- 30 -
圖 3-14 端點數為 2 手勢的十種形態。	- 30 -
圖 3-15 錯誤形態排除演算法流程圖。	- 31 -
圖 3-16 手指距離排除法所需之資訊。	- 32 -
圖 3-17 經距離排除法後可排除圖中(d)(e)(g)(h)(i)(j)六種手勢形態。	- 33 -
圖 3-18 計算手指斜率排除法所需特徵點過程圖。	- 34 -
圖 3-19 手指斜率排除法實驗結果圖。	- 36 -
圖 3-20 手指斜率排除法實驗結果圖。	- 36 -
圖 3-21 手指斜率排除法實驗結果圖。	- 37 -
圖 3-22 手指斜率排除法實驗結果圖。	- 37 -

圖 4 - 1 羅技 QuickCam Pro 5000 網路攝影機。	- 38 -
圖 4 - 2 實驗結果圖(距離較近、手指區塊數為 0)。	- 39 -
圖 4 - 3 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)。	- 39 -
圖 4 - 4 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)。	- 40 -
圖 4 - 5 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)。	- 40 -
圖 4 - 6 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)。	- 41 -
圖 4 - 7 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)。	- 41 -
圖 4 - 8 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 42 -
圖 4 - 9 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 42 -
圖 4 - 10 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 43 -
圖 4 - 11 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 43 -
圖 4 - 12 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 44 -
圖 4 - 13 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 44 -
圖 4 - 14 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 45 -
圖 4 - 15 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 45 -
圖 4 - 16 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 46 -
圖 4 - 17 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2)。	- 46 -
圖 4 - 18 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3)。	- 47 -
圖 4 - 19 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3)。	- 47 -
圖 4 - 20 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3)。	- 48 -
圖 4 - 21 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 4)。	- 48 -
圖 4 - 22 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 4)。	- 49 -
圖 4 - 23 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 5)。	- 49 -
圖 4 - 24 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 0)。	- 50 -
圖 4 - 25 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)。	- 50 -
圖 4 - 26 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)。	- 51 -
圖 4 - 27 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)。	- 51 -
圖 4 - 28 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)。	- 52 -
圖 4 - 29 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)。	- 52 -
圖 4 - 30 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 53 -
圖 4 - 31 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 53 -
圖 4 - 32 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 54 -
圖 4 - 33 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 54 -
圖 4 - 34 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 55 -
圖 4 - 35 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 55 -
圖 4 - 36 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 56 -
圖 4 - 37 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 56 -
圖 4 - 38 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 57 -
圖 4 - 39 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2)。	- 57 -

圖 4 - 40 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) 。	- 58 -
圖 4 - 41 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) 。	- 58 -
圖 4 - 42 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) 。	- 59 -
圖 4 - 43 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 4) 。	- 59 -
圖 4 - 44 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 4) 。	- 60 -
圖 4 - 45 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 5) 。	- 60 -
圖 4 - 46 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 2) 。	- 61 -
圖 4 - 47 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 0) 。	- 62 -
圖 4 - 48 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 5) 。	- 62 -
圖 4 - 49 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 2) 。	- 63 -
圖 4 - 50 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 0) 。	- 63 -
圖 4 - 51 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 5) 。	- 64 -
圖 4 - 52 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 2) 。	- 64 -
圖 4 - 53 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 0) 。	- 65 -
圖 4 - 54 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 5) 。	- 65 -

表 目 錄

表 1 各集合空間公式即其示意圖。	- 13 -
表 2 二指手勢十種形態之手指長度與距離實驗數據。	- 33 -
表 3 二指手勢剩餘 4 種形態之斜率實驗數據。	- 35 -
表 4 網路攝影機基本參數。	- 38 -
表 5 與其他演算法比較表。	- 66 -

第1章、緒論

1.1 研究背景

猜拳遊戲有時也被叫做「剪刀、石頭、布」遊戲，是一種用手勢爭奪勝負的遊戲，是一種廣泛流傳的手技遊戲，跟「擲硬幣」、「擲骰子」相似。但猜拳不需要任何道具，常在意見分歧或無法平均分配時使用。常見的規則為兩個玩家先各自握緊拳頭，然後其中一人或者兩人一起共同念出「剪刀、石頭、布」，在說完「布」的同時，兩個玩家出示自己心中想好的手勢（「石頭」為握緊的拳頭、「剪刀」為中指和食指伸直，其餘手指握緊、「布」為五指伸直，張開手掌）。

每一個手勢代表一個「武器」，互相克制的原則是：

- * 剪刀被石頭敲鈍（石頭勝利）。
- * 布被剪刀剪開（剪刀勝利）。
- * 石頭被布包裹（布勝利）。
- * 如果雙方出一樣的手勢，就是和局，需再比一次。

1.2 研究動機與目的

猜拳是一種在兒童間常見的遊戲，此外也和擲硬幣、擲骰子等有相同效果，在眾人意見不同時，可作為一種公平的決策，且不需任何的道具輔助。猜拳是一種零和遊戲，假設贏家加一分、輸家扣一分、平手是零分，在遊戲結束後把所有人的分數加起來總和會为零。

猜拳時，在不知道對手意向的情形下，最好的方法應該為採取混合策略，隨機出剪刀、石頭或是布三種手勢，三者平均分配。假如雙方都這麼做，輸贏或平手的機率就會相同。猜拳遊戲之所以具有吸引力，是因為雙方在心理上都覺得自己有所選擇，具有主導權。但看似公平的規則下，卻可藉由觀察對手出拳前的手部行為，或者使用迷惑性的語言等干擾對手的行為，提高勝出率。

雖然猜拳是利用隨機結果來產生決策。但有時它並不隨機，因為遊戲者可以根據經驗，利用出拳的瞬間判斷對手的手法，所以說，玩這個遊戲是有一定技巧的。只要在出拳瞬間觀察到對手接下來會出手勢，就穩贏不輸。因此如果兩人背對背進行遊戲，透過電腦以影像辨識技術識別出猜拳手勢判斷勝負，或者分別跟電腦進行猜拳遊戲數次勝利次數較多者為贏家，則雙方可以在較公平的條件下分出勝負。

1.3 文獻探討

近年來影像辨識研究隨著多款體感類型遊戲主機 Wii、PlayStation 3 和 Xbox 360 紛紛上市，影像辨識研究的方向漸漸朝著取代傳統的遊戲介面邁進，2010 年微軟推出的 Kinect 只需利用攝影機和紅外線就能捕捉使用者的動作進行遊戲，更加證明了影像辨識利用在娛樂方面的可行性。

關於手勢辨識方面的研究分為兩大類，其一為辨識的物件為包括手臂的完整手勢，相關文獻有許常志先生[1]所提出的手部姿態辨識之研究是針對手臂區域追蹤。劉東樺先生[2]所提出的以適應性膚色偵測與動態歷史影像為基礎之即時手勢辨識系統，是針對手部區域運動方向辨識。薛威明先生[3]所提出的即時手勢辨識於數位娛樂設計之研究，是針對手掌方向位置辨識。

另一類辨識的物件為不包括手臂只辨識手掌區域，有王蔚強先生[4]所提出的基於型態學之手掌身分辨識是針對掌心中的掌紋比對。林罡旦先生[5]所提出的可攜式手型辨識系統是針對辨識簡單手勢但受限於只能在單純的背景中運行。黃建旻先生[6]所提出應用於互動遊戲手勢追蹤與辨識之研究利用將手勢建模再進行比對，但無法精準的排除錯誤手勢、曹文潔先生[7]所提出猜拳機利用統計掌心至手部邊緣的距離辨識所出的手勢為何，但受限於辨識物件手肘部分不能太大的情況下使用，本文提出的方法可有效的改善上述文獻不完整之處。

1.4 章節概要

本文共分為五章，第一章為緒論，其餘各章分別敘述如下：

第二章、相關原理探討

本章簡介文中所使用到的影像處理方法和基本原理，並介紹所使用的特徵擷取方法。

第三章、手勢辨識演算法

本章為詳敘本研究之辨識流程，全部共分兩大部份，第一部份重點在猜拳遊戲手勢的分類，第二部份的重點則為排除錯誤形態手勢。

第四章、實驗結果

本章說明猜拳影像辨識程式的軟硬體環境，和相關的實驗結果圖。

第五章、結論與未來方向

本章簡述結論以及未來可繼續改進及發展之方向。

第2章、數位影像處理

2.1 色彩空間轉換(Color Transfer)

色彩空間轉換是指將任何色彩空間中的顏色數據經過轉換相對應到另一個色彩空間中的顏色數據，同樣一種顏色在不同的色彩空間中可以用不同的數據表示同一顏色，常見的色彩空間有 RGB、YCbCr、YIQ、HSV、HSL 等。

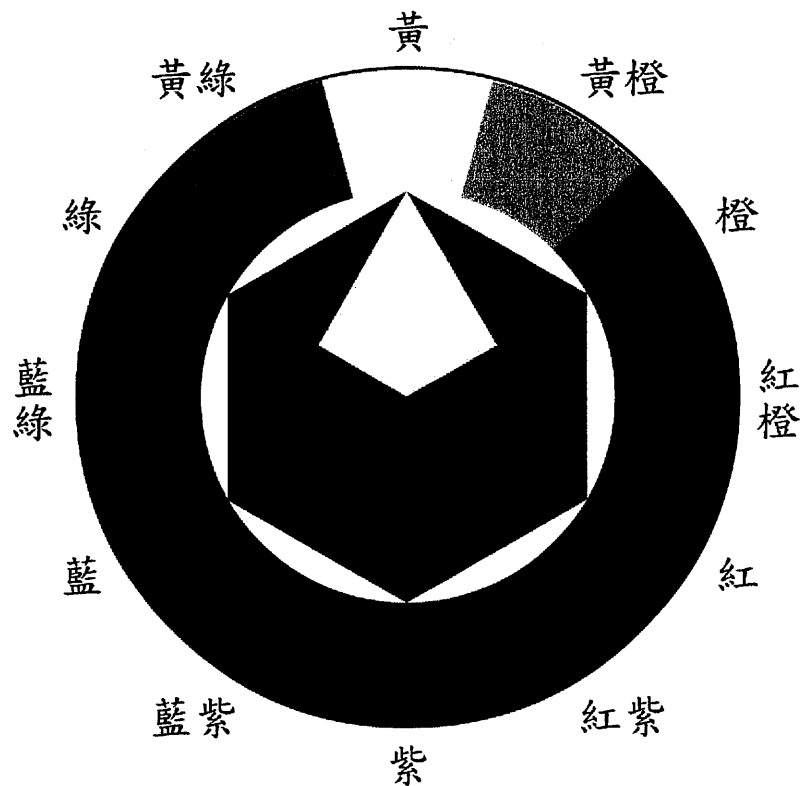


圖 2-1 常見十二色色環圖。

A. RGB 色彩空間

三原色是利用自然界中三種原色光(紅色、綠色、藍色)以不同的比例加總在一起，藉以混合出介於黑色光和白色光之間的各種色光，適用於 jpeg, bmp 等常見的影像儲存格式。液晶顯示器的螢幕光也是以 RGB 作為發色標準，都是採用 R (Red)、G (Green)、B (Blue) 相加混色的原理(RGB 取值範圍均為 0 到 255)。這種色彩的表示方法稱為 RGB 色彩空間。

根據三基色原理，任意一種色光 F 都可以用不同分量的 R、G、B 三色相加混合而成。 $F = r[R] + g[G] + b[B]$ ，其中，R、G、B 分別為三基色參與混合的系數。當三種基色分量都為 0 (min) 時混合為黑色光；而當三種基色分量都為 k (max) 時混合為白色光。

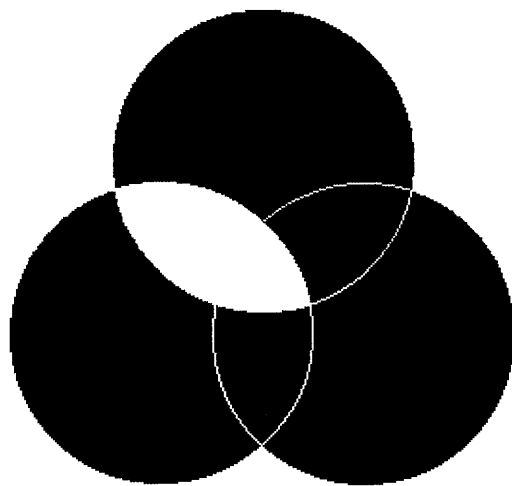


圖 2 - 2 RGB 顏色示意圖。

B. YCbCr 色彩空間

YCbCr 分別為一個亮度元素 Y 以及兩個彩色元素 Cb 與 Cr，Y 就是所謂的流明(luminance)、而 Cb 指藍色色度的濃度偏移量，Cr 指紅色色度的濃度偏移量成份。YCbCr 是利用亮度和色彩分離的關係來做影像分割，通常會用於影片中的影像連續處理，或是數位攝影系統中。YCbCr 不是一種絕對的色彩空間，是一種針對 RGB 資訊所做的編碼。真正的顏色顯示是根據實際 RGB 色盤 (colorant) 來決定的，下列方程式為 YCrCb 色彩空間和 R、G、B 色彩空間的轉換比例：

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

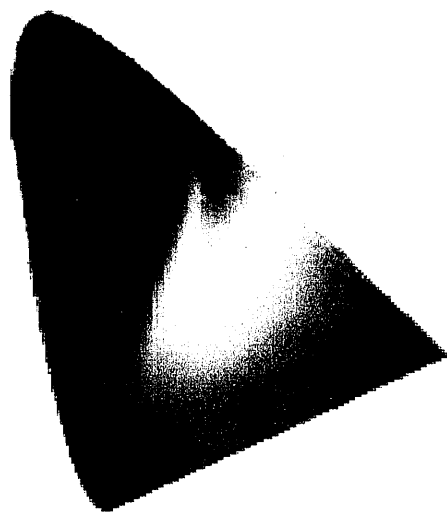


圖 2 - 3 YCbCr 顏色示意圖。

2.2 影像濾波器(Image Filter)

濾波器(filter) 可分為函數與遮罩兩部分，若新計算出的數值是對遮罩下的數值進行線性函數運算而來，那麼這個濾波器便稱為線性濾波器(linear filter)，反之則稱為非線性濾波器(nonlinear filter)，在空間濾波中的處理觀念是利用計算影像中相鄰近像素以獲取更多的資訊，此法主要的作用有二，分別為消除空間上的雜訊與突顯物件的邊界。在不同的雜訊之中必須選擇出最適合的濾波器，才能達到和預期效果相近的結果。常見的濾波器分為低通濾波器和高通濾波器兩種。



圖 2 - 4 濾波前後對照圖：(a)濾波前影像；(b)濾波後影像。

A. 低通濾波器(low-pass filter)

顧名思義是保留圖片中低頻部分並消除影像之高頻部分，圖片有可能會受到光線干擾或週遭環境等因素造成失真，進而影響演算法的結果。低通濾波的過程為將影像以低通濾波遮罩進行摺積運算，越大的遮罩其模糊的效果就越強，相當於濾波器的截止頻率越低，高頻部份被濾掉越多。

低通濾波器大多是用來除去影像中的胡椒鹽雜訊，因為雜訊多分布於高頻區間，這些雜訊屬於非常高頻的訊號，可先將影像通過低通濾波器的處理可將其作適當的衰減，使影像變得較為平滑些，進而將它去除，故又稱為平滑濾波器(smoothing filter)，可概分為線性與非線性濾波，最廣為人知的均值濾波器是屬於前者，常用於抑制雜訊的中值濾波器則屬於後者。

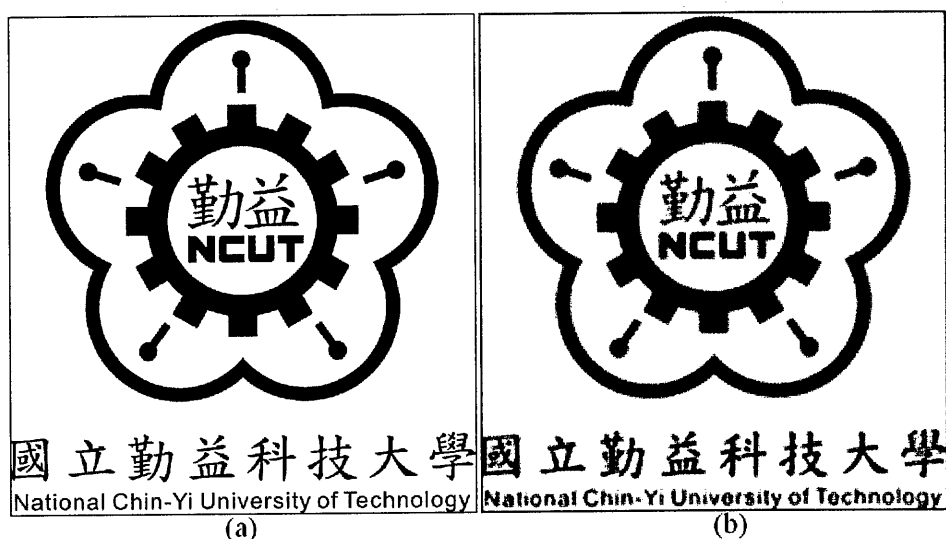


圖 2 - 5 低通濾波器：(a)濾波前影像；(b)濾波後影像。

B. 平均濾波器(mean filter)

平均濾波器是線性低通濾波器。含意是取出像素點 (x, y) 及其周圍的 8 個鄰點， $(x-1, y-1)$ 、 $(x-1, y)$ 、 $(x-1, y+1)$ 、 $(x, y-1)$ 、 $(x, y+1)$ 、 $(x+1, y-1)$ 、 $(x+1, y)$ 、 $(x+1, y+1)$ ，共 9 個點如圖 2-6 所示，將 9 個點的灰階平均值總和除於 9，即為新產生的 (x', y') 用於取代原本中心點 (x, y) 的數值，經由平均濾波器處理後便可以降低灰階圖片的銳利程度，而產生較為平滑的影像，達到抑制雜訊干擾的目的。

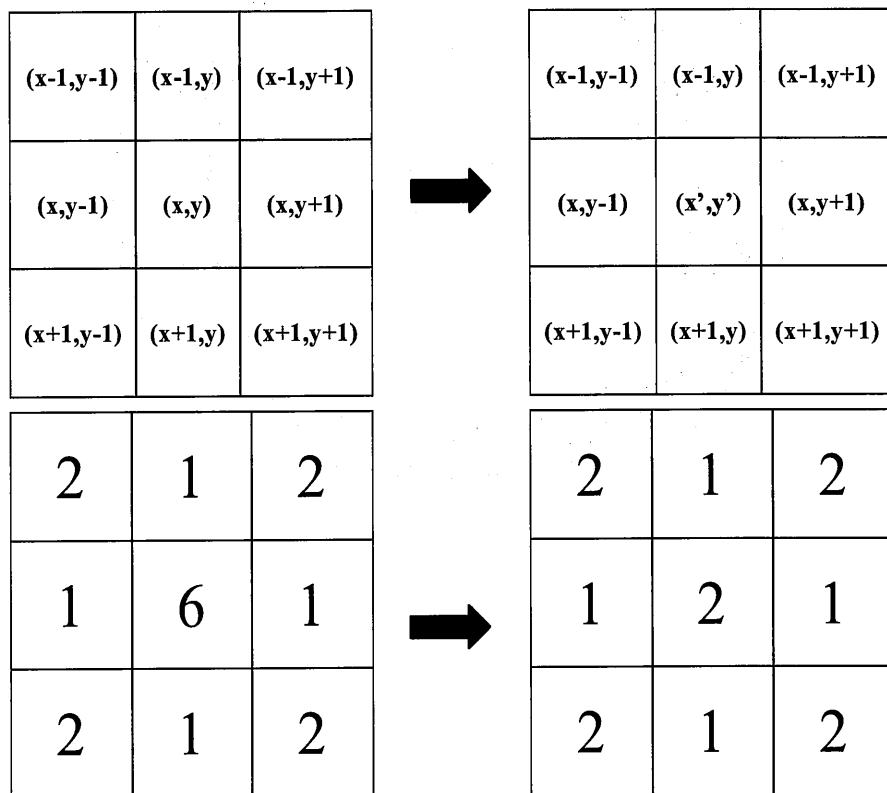


圖 2-6 平均濾波器運算示意圖。

C. 中值濾波器(median filter)

中間值濾波是非線性的濾波器。其含意為取出像素點 (x, y) 及其周圍的 8 個鄰點共 9 個點如圖 2-7 所示，將 9 個點的數值由小而大排序，用排序後第 5 順序的數值來取代中心點的像素值。在影像處理上具有統計意義，當所取出的 9 個點有較多偏暗的點時，也就是數值偏低時，則排序後的中間值也會是偏暗的點；反之，若 9 個點中有較多偏亮的點，也就是數值偏高時，則排序後的結果也會是較為偏亮的點，可以強迫影像中各點之數值與其鄰點更為相近，進而達到抑制雜訊的效果。

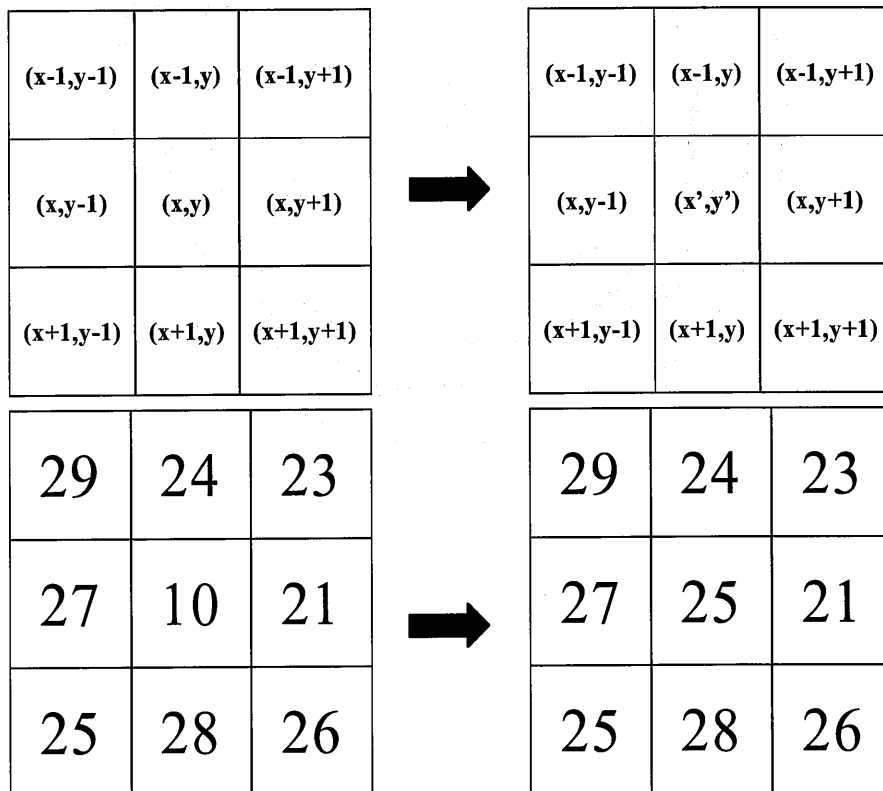


圖 2-7 中間值濾波器運算示意圖。

D. 高通濾波器(high-pass filter)

其運作原理與低通濾波器相反，是保持高頻率部分，主要功能為減少或消除低頻率部分的濾波器，大多是用以強化物件邊緣以及凸顯出影像中的高頻特性。例如一個模糊的影像可以採用高通濾波器使其輪廓明顯。影像清晰和影像的高頻特性有密切的關係，因此高通濾波通常被用來作影像的強化，此外高通濾波亦用來提升某些高頻特性及某些特徵的可視性。

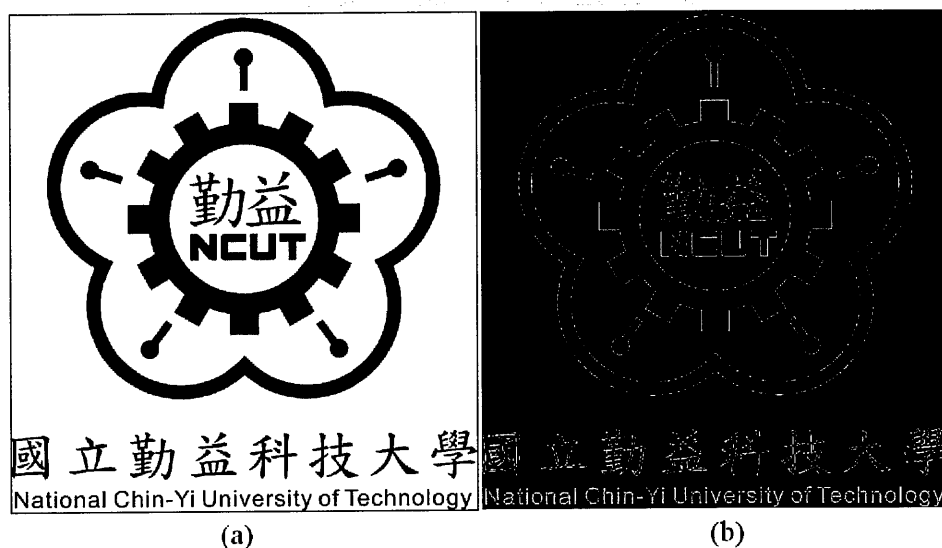
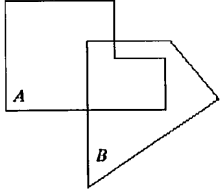
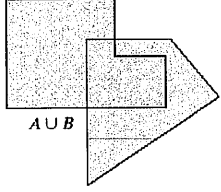
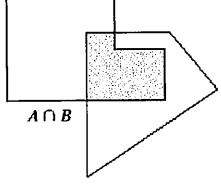
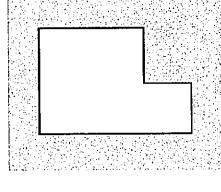
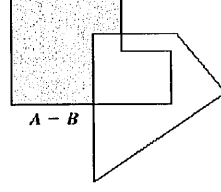


圖 2 - 8 高通濾波器：(a)濾波前影像；(b)濾波後影像。

2.3 形態學(Morphology)

在影像處理方面可利用集合空間抽取出影像中特定成份的演算法，常見的集合空間如表 1 所示，二值化(Binarization)、影像分割(Segmentation)、細線化(Thinning)、骨架抽出(Skeletonizing)都是影像處理上形態學的技术之一。

表 1 各集合空間公式即其示意圖。

<p>A 為 B 的子集合(subset) $A \subseteq B$</p>	
<p>A 及 B 的聯集(union) $C = A \cup B$</p>	
<p>A 和 B 的交集(intersection) $D = A \cap B$</p>	
<p>A 的補集(complement) $A^c = \{w w \notin A\}$</p>	
<p>A 的差集(difference) $A - B = \{w w \in A, w \notin B\} = A \cap B^c$</p>	

A. 二值化(Binarlization)

二值化是把一張灰階影像變成一張只有「黑、白」二值的影像。假定原來的灰階圖為 F ，其中任何一個像素 $f(i, j)$ 的亮度值都是介於 $[0, 255]$ 。此外再假定二值化的過程用的閾值 (threshold) 為 T ，灰階影像中的值凡是低於 T 則令為 0，灰階影像中的值凡是高於 T 的則令為 1，如圖 2-9 所示，有時會用來作為影像分割的工具。由於二值化影像較容易儲存、處理與辨認，因此二值影像處理在形態學及影像辨識處理中皆佔著重要的地位。



圖 2-9 二值化運算示意圖：(a)二值化前影像；(b)二值化後影像。

B. 膨脹運算(dilation)

在影像處理中膨脹主要是利用 OR 邏輯運算而成，假設 A 被 B 膨脹時，其中的 B 為結構元素(structuring element)，此方程式可定義為 $A \oplus B$ ，是表示只要 B 集合和 A 集合有重疊至少一個元素，這樣所形成的新集合即為 A 被 B 所膨脹的集合。而膨脹運算的目的，就是希望將物體的邊緣結構往外擴張，使目標物輪廓較為平滑。

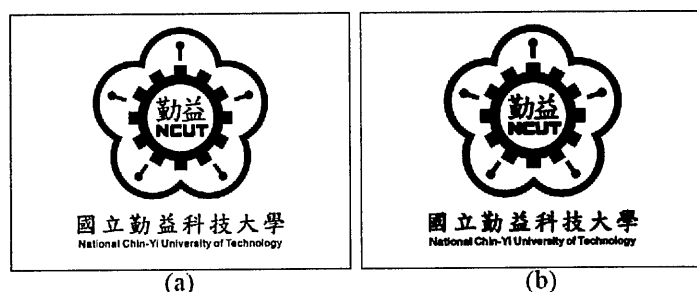


圖 2 - 10 膨脹運算示意圖：(a)膨脹前影像；(b)膨脹後影像。

C. 侵蝕運算(erosion)

相異於膨脹運算的便是侵蝕運算，主要是利用 XOR 邏輯運算，假設 A 被 B 侵蝕時，此方程式可定義為 $A \ominus B$ ，是表示 B 集合將不斷的向 A 集合位移，但是 B 集合位移後仍然包含在 A 集合中，運算後 A 集合邊緣結構將往內收縮，而侵蝕運算的目的，使細長狹窄的部分被截斷。

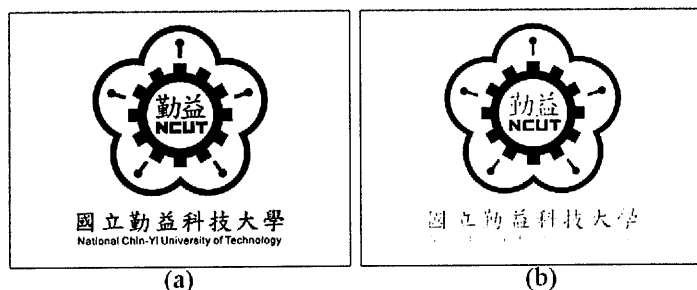


圖 2 - 11 侵蝕運算示意圖：(a)侵蝕前影像；(b)侵蝕後影像。

D. 閉合(closing)

利用上述的兩種的運算：1)使影像擴大的膨脹，2)使影像收縮的侵蝕，即可加以組成的斷開運算，斷開運算的數學式定義為 $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$ ，其中 A 和 B 為空間兩集合，A 被 B 閉合的意思為 A 先被 B 膨脹之後的結果再被 B 侵蝕，因為先作膨脹運算，所以 A 中原本相近的被截斷區域會相連在一起，之後再經由侵蝕運算去除多餘的雜訊，因此閉合運算的目的就是希望將小而暗的細節去除，保留不大受干擾的亮區。

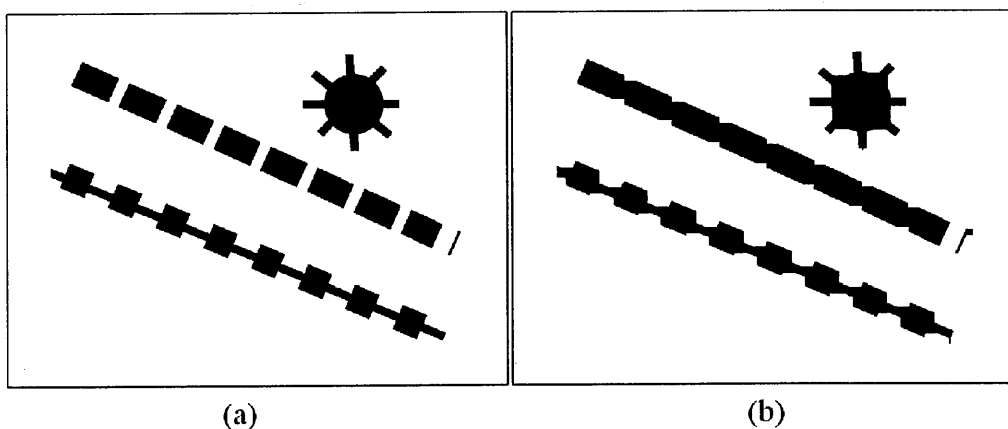


圖 2 - 12 閉合運算示意圖：(a) 閉合前影像；(b) D. 閉合後影像。

E. 斷開運算(opening)

利用上述的兩種的運算：1)使影像擴大的膨脹，2)使影像收縮的侵蝕，即可加以組成的斷開運算，斷開運算的數學式定義為 $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$ ，其中 A 和 B 為空間兩集合，A 被 B 斷開的意思為 A 先被 B 侵蝕之後的結果再被 B 膨脹，因為先作侵蝕運算，所以 A 中的細長或是狹窄的部分會被截斷，之後再經膨脹運算則被截斷的 A 輪廓將較平滑，因此斷開運算的目的就是希望影像的輪廓平滑化，切除狹窄連接線同時消去一些小凸起，將小而明亮的細節(相對於主要物件的尺寸) 去除，保留其餘的灰階和亮度較大的區域。

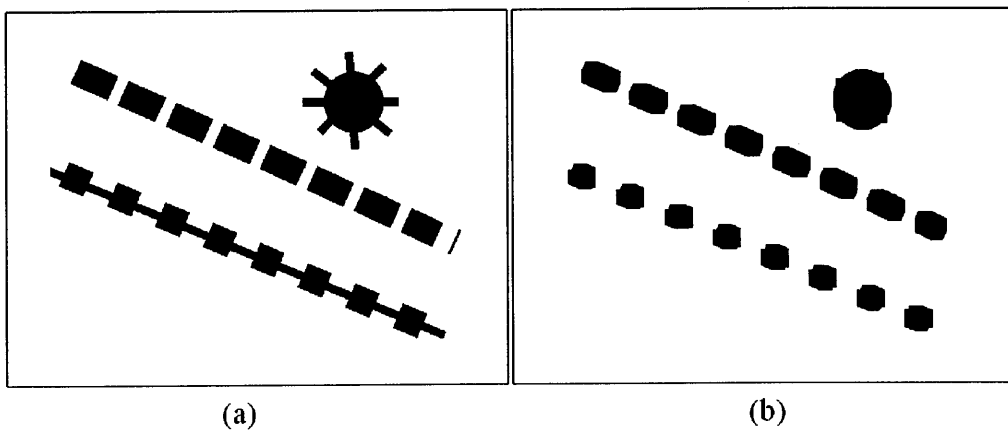


圖 2 - 13 斷開運算示意圖：(a) 斷開前影像；(b) 斷開後影像。

2.4 拓撲學(Topology)

對不同特性的影像需用不同的影像處理技術，常見的特性有物體的個數、大小、形狀、顏色、是否有空洞等等。針對影像特性的檢查稱為數位拓撲學(digital topology)或影像拓撲學(image topology)。

A. 近鄰

對像素鄰點的定義，分為 4-近鄰(4-neighbors)和 8-近鄰(8-neighbors)兩大類，所謂的 4-近鄰：則是同一像素在上、下、左、右四個方向有連通；而 8-近鄰：則是同一像素在上、下、左、右、左上、左下、右下、右上 8 個方向有連通，如圖 2-14 所示。

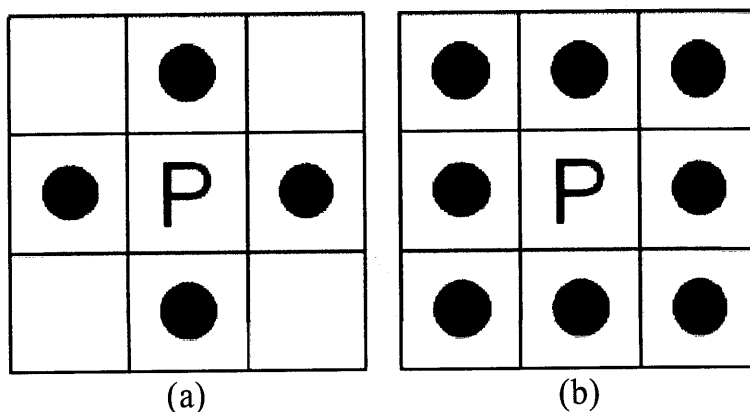


圖 2 - 14 像素鄰點示意圖：(a)像素 P 的四個 4-近鄰；(b)像素 P 的八個 8-近鄰。

B. 相鄰

假設像素 P 與 Q 若互為 4-近鄰指 P 旁的黑點，則他們能用近鄰的方式去相連起來，互為 4-相鄰，則 P 與 Q 稱為 4-連通(4-connected)；若像素 P 與 Q 互為 8-近鄰指 P 旁的黑點，則他們能用近鄰的方式去相連起來，如圖 2-15 所示。路徑上像素互為 8-相鄰，則 P 與 Q 稱為 8-連通(8-connected)，一組互為 4-連通的像素集合也稱為 4-部分(4-component)，若為 8-連通就稱為 8-部分(8-component)，如下圖所示：設 P 與 Q 為任意兩個像素(不一定要相鄰)，P 與 Q 可以透過某些像素連接起來。

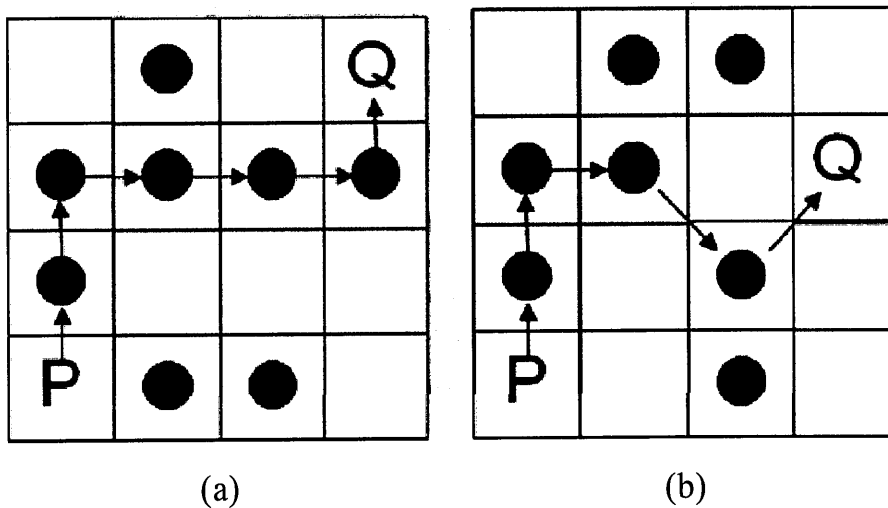


圖 2 - 15 像素連通示意圖：(a)P 與 Q 稱為 4-連通；(b)則 P 與 Q 稱為 8-連通。

第3章、演算法

本文提出的演算法如圖 3-1 所示，共分為四大部分，1)前處理：利用圖片相減、灰階化、計算平均誤差、保留相異區域，目的是為了去除背景，2)膚色偵測：利用廣義膚色門檻切割出手勢影像並轉成二值影像，3)手勢分類：演算流程為依輸入之二值影像面積大小選擇侵蝕運算遮罩、侵蝕手指區塊、切割出手指區塊、去除雜訊、利用細線化求得手指端點，依照手指區塊數量並將其分類成 4 類：A)手指區塊數量為 1、3、4 的錯誤手勢。B)手指區塊數量為 0 的石頭手勢。C)手指區塊數量為 5 的布手勢及 D)手指區塊數量為 2 的剪刀手勢。4)二指判斷：因二指手勢有 10 種形態，卻只有一種正確，透過 A)兩指距離排除法 B)兩指斜率排除法進行錯誤形態排除。

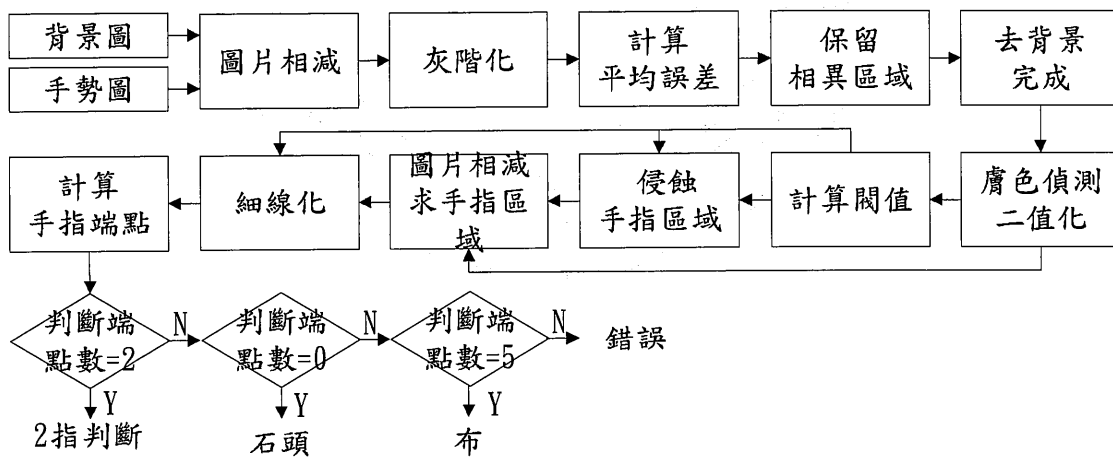


圖 3-1 手勢辨識演算法流程圖。

3.1 影像前處理

進行影像處理所需的圖像可從任意截取影像的裝置獲得，但擷取之影像的特徵點可能不明顯，在影像辨識前需先進行濾波、強化、切割等前置處理，以增進演算法的運算速度及辨識率。

3.1.1 去除背景

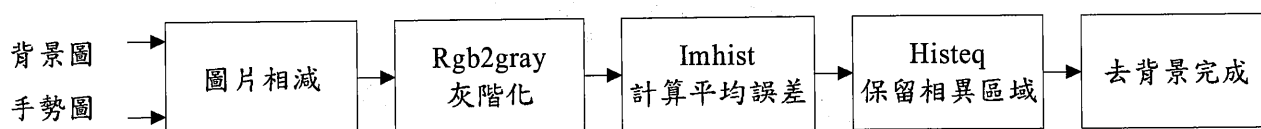


圖 3 - 2 去除背景流程圖。

本文使用背景相減法來去除背景，演算流程圖如圖 3 - 2 所示，此演算法需輸入兩張圖像進行運算，兩張圖像需在同一位置使用同樣角度拍攝，差別在於第一張為目標物尚未出現時拍攝如圖 3 - 3 (a)，第二張則是目標物出現後拍攝如圖 3 - 3 (b)，將輸入的手勢圖減掉背景圖，兩張圖像中相同的區域將被消除，但某些區域可能因光線產生變化，產生陰影導致無法被消除乾淨，如圖 3 - 3 (c)所示，其為圖 3 - 3 (a)和圖 3 - 3 (b)的相異區域，圖 3 - 3 (d)為圖 3 - 3 (b)和圖 3 - 3 (c)作 AND 運算後之結果。

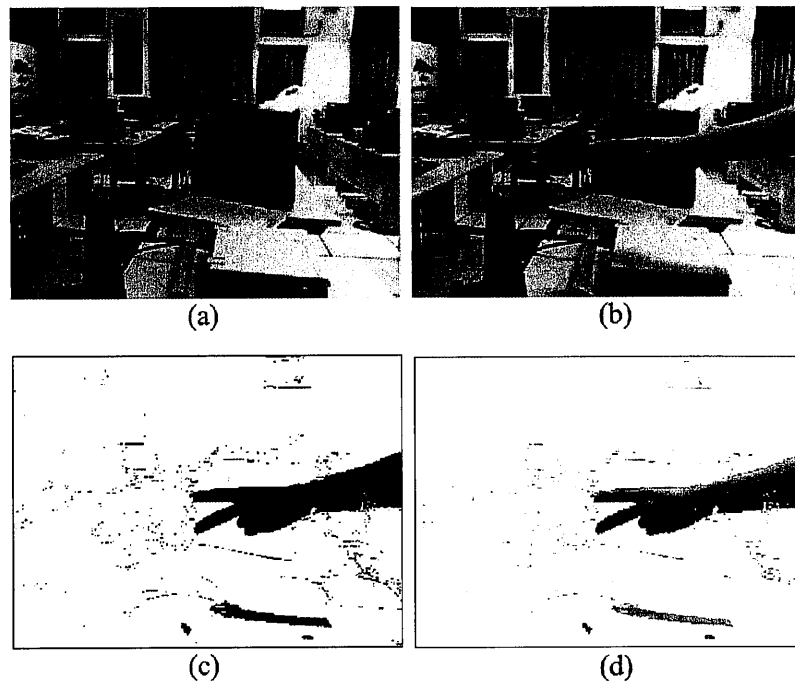


圖 3-3 去除背景步驟圖：(a)輸入之背景圖；(b)輸入之手勢圖；(c) 背景圖和手勢圖的相異區域圖；(d)去除背景完成圖。

3.1.2 膚色偵測

膚色偵測為顏色分割中常見的分類法，顏色分割是對影像中的顏色做分類，最簡單的方式為對影像作多重閾值，選擇性過濾出顏色門檻內之區塊。在膚色偵測前需先定義膚色在色彩空間之範圍，因膚色在 RGB 空間中容易受光源變化而有明顯改變，如在 RGB 空間進行膚色偵測會產生較大的誤差，經實驗後決定採用對光線強弱較不敏感的 YCrCb 色彩空間上做顏色分割，首先將輸入的影像依照下列公式從 RGB 色彩空間轉換到 YCbCr 色彩空間，YCbCr 中的 Y 指的是亮度空

間，Cb 與 Cr 為控制色彩的元素，Cb 指藍色色度、Cr 指紅色色度，故可以排除 Y 只針對 Cb 和 Cr 設定閾值，參考劉昆暢先生[9]中所提到的黃種人膚色區域為 $130 > Cb > 70$ 和 $175 > Cr > 130$ ，圖 3-4 (d) 為圖 3-4 (b) 和圖 3-4 (c) 進行 AND 運算後之結果。

本文之所以要進行膚色偵測是為了避免拍攝圖 3-3(a) 及 3-3(b) 時網路攝影機或其背景物件被移動，可能造成圖 3-3(c) 無法準確切割出手勢區塊，透過膚色偵測可確保切割出的相異區塊為手勢區域。

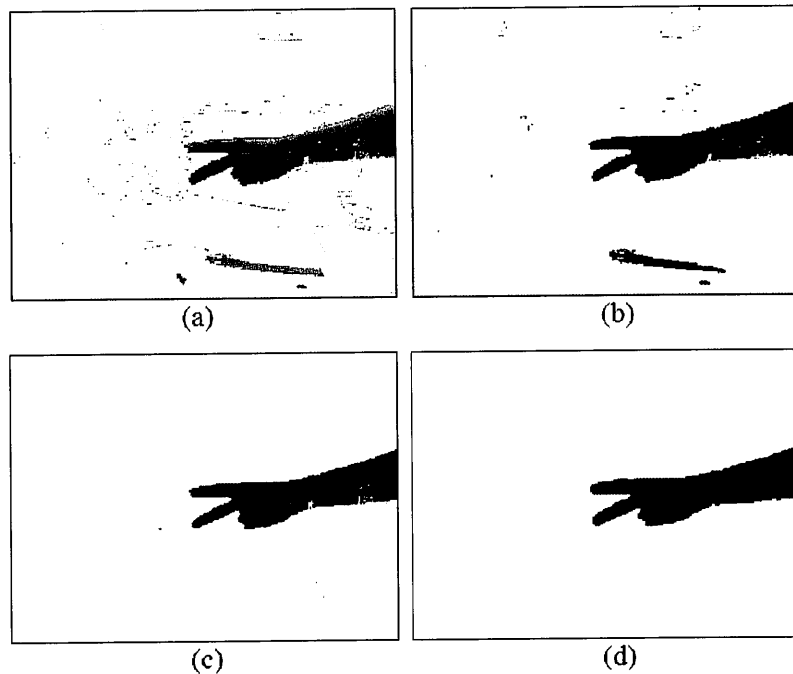


圖 3 - 4 膚色偵測步驟圖：(a)輸入之手勢圖；(b)黑色區域為符合 Cb 閾值之區域；(c)黑色區域為符合 Cr 閾值之區域；(d) 黑色區域為進行膚色偵測後之結果圖。

3.2 手指區塊擷取

本節將介紹如何從輸入的二值化手勢圖中切割出手指區塊，演算法的流程如圖 3-5 所示，共分為 5 大步驟，1)輸入影像：經 3.1.2 節膚色偵測後之二值化手勢圖；2)侵蝕運算：依輸入影像面積大小選擇侵蝕時所需的遮罩，以便加快侵蝕手指區塊處理速度；3)特徵切割：利用侵蝕前影像減去侵蝕後影像，即可切割出手指區塊；4) 細線化運算：對切割出手指區塊進行細線化運算後可得知手指長度，計算手指長度為排除錯誤剪刀手勢時的一個參考值；5)對細線化後之手指區塊進行侵蝕最終即可得到手指中點位置及數量，統計數量後便可將手勢分類以便接下來的處理，計算手指中點位置及手指長度為排除錯誤剪刀手勢時的一個參考值。細節將於 3.2.4 節再進行詳述。

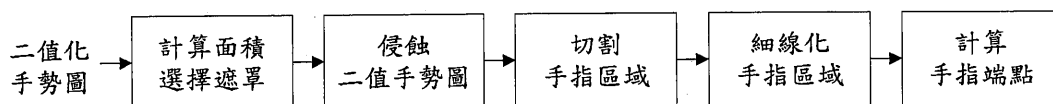


圖 3-5 擷取手指區塊流程圖。

3.2.1 自適應遮罩

因辨識目標大小與距離拍攝鏡頭遠近有關，較近時辨識目標較大，較遠時辨識目標相對較小，要對輸入影像進行侵蝕運算時需要使用的遮罩會因被侵蝕的目標大小有所不同，本文實驗圖大小為 320*240 共有 76800 個像素點，所以將輸入影像分成兩大類：1) 拍攝時較靠近鏡頭像素大小為小於 36000 且大於 14500 個像素點，其所占面積較大侵蝕遮罩使用圖 3 - 6 (a)。2) 為拍攝時距離鏡頭較遠像素大小為小於 14500 且大於 2000 個像素點，其所占面積較小侵蝕遮罩使用圖 3 - 6 (b)。

0	1	1	1	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	1	1	1	0

(a)

0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	0	0

(b)

圖 3 - 6 侵蝕運算時使用的遮罩：(a)辨識目標較大時使用(b) 辨識目標較小時使用。

3.2.2 侵蝕特徵區域

根據 3.3.1 節所選擇的遮罩對輸入之二值化手勢影像進行侵蝕，首先利用掃描影像邊緣便可得知輸入影像其手臂方向，侵蝕運算方向為從手指端向手臂端侵蝕，如此可將手指區塊慢慢消除並避免侵蝕過多的手臂區塊，如圖 3-7 及 3-8 所示，經實驗證明不論拍攝時手勢遠或近皆可有效的消除手指區塊。

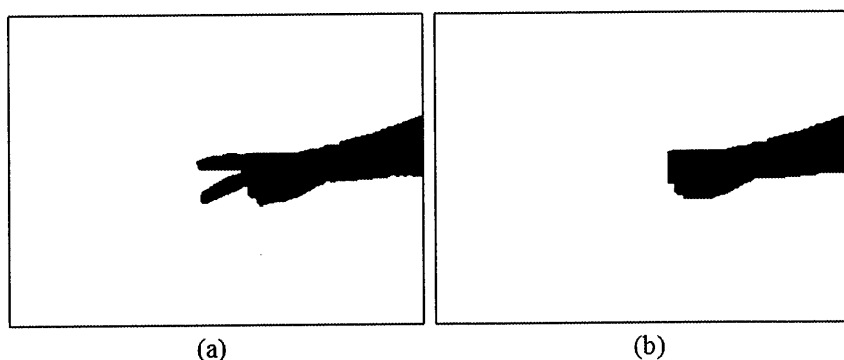


圖 3-7 面積較小二值化手勢影像侵蝕示意圖：(a)侵蝕手指區塊前；(b)侵蝕手指區塊後。

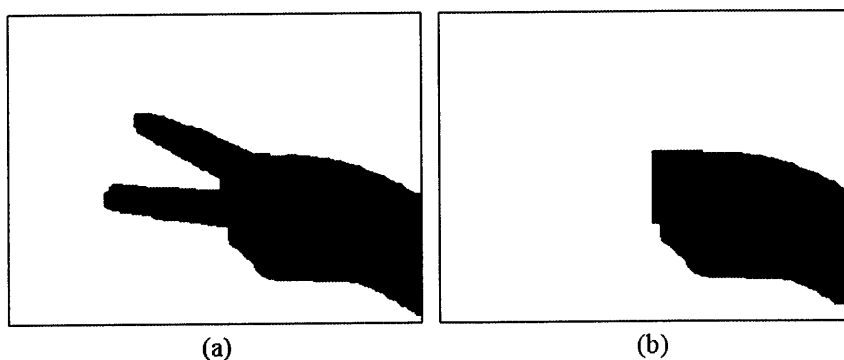


圖 3-8 面積較大二值化手勢影像侵蝕示意圖：(a)侵蝕手指區塊前；(b)侵蝕手指區塊後。

3.2.3 切割特徵區域

本文所提出的辨識特徵切割演算法為將侵蝕前二值化手勢影像如圖 3 - 9 (a)所示和侵蝕後二值化手勢影像如圖 3 - 9 (b)所示進行相減，便可間接的將手指區塊切割出來如圖 3 - 9 (c)所示，但是因進行侵蝕時某些非手指區塊也會被侵蝕，會造成相減後所得之影像中有些許雜訊產生，必須將多餘雜訊消除，消除後如圖 3 - 9 (d)所示，便可將手指區域從二值化手勢影像中完整的切割出來。

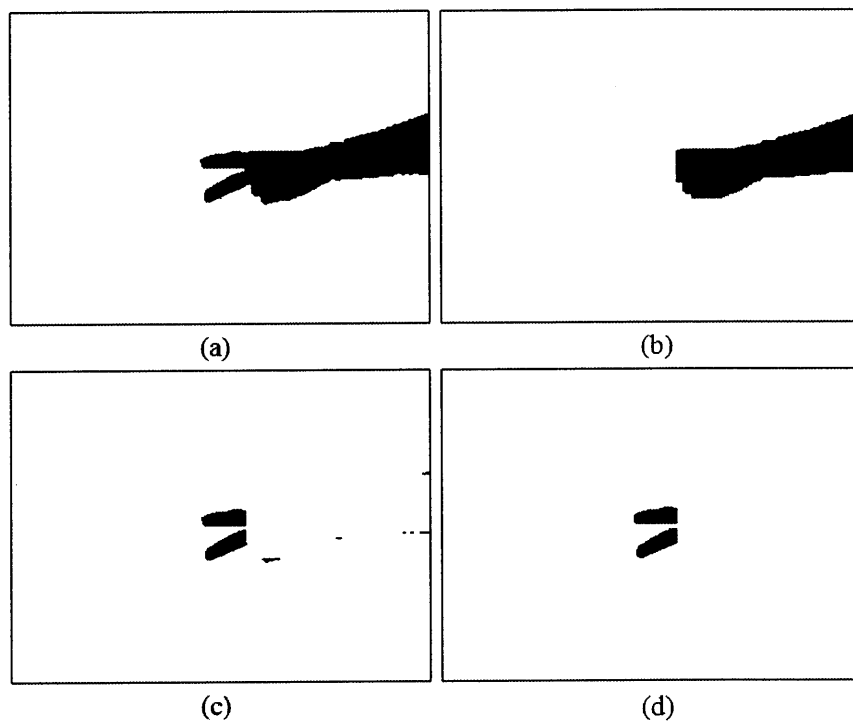


圖 3 - 9 距離較遠之手勢影像手指區塊切割示意圖：(a)侵蝕前二值化手勢影像；(b)侵蝕後二值化手勢影像；(c)侵蝕前和侵蝕後相減之影像；(d)完整切割出之手指區塊。

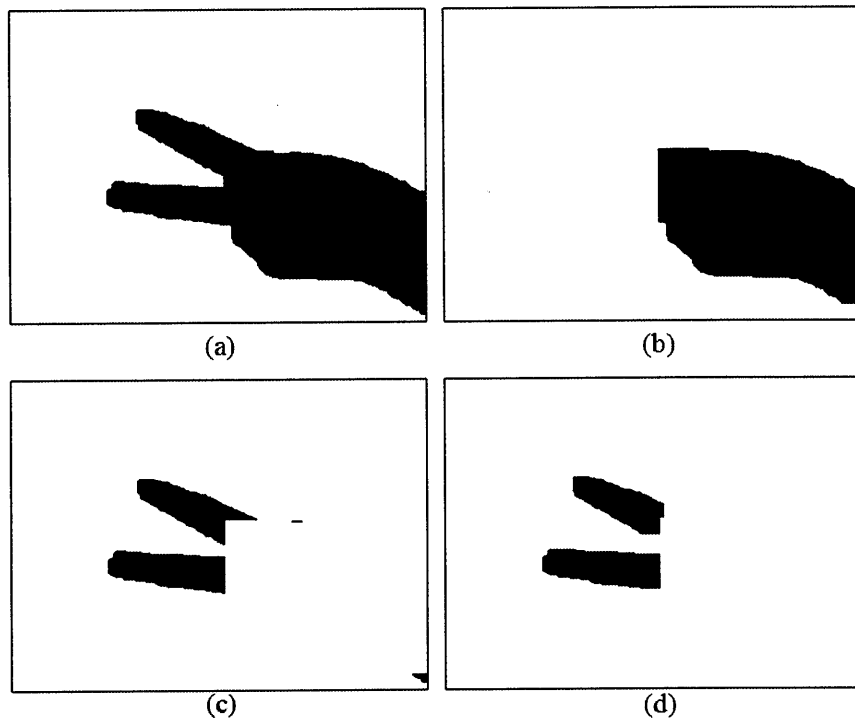


圖 3 - 10 距離較近之手勢影像手指區塊切割示意圖：(a)侵蝕前二值化手勢影像；(b)侵蝕後二值化手勢影像；(c)侵蝕前和侵蝕後相減之影像；(d)完整切割出之手指區塊。

3.2.4 計算特徵點

經上節演算法切割出辨識特徵，可得手指區塊二值圖，針對切割出之手指區塊進行細線化後，再計算其黑色區域面積大小即可計算出手指的長度為何(單位為 pixels) 如圖 3 -11(a)所示，接著對細線化手指圖進行侵蝕運算可得手指中點圖如圖 3 -11(b)所示。

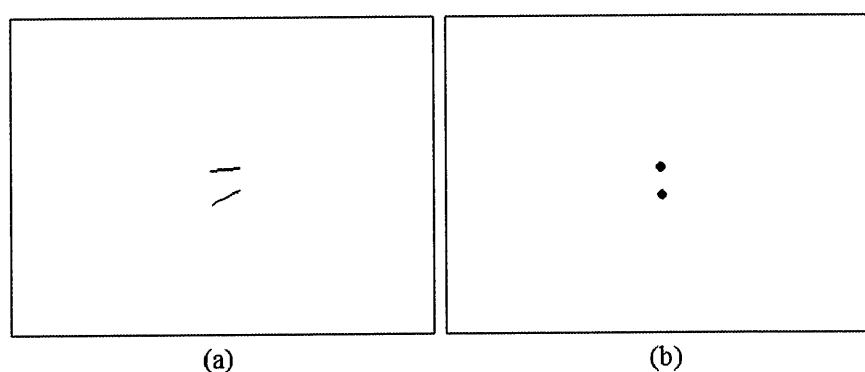


圖 3 - 11 細線化手指圖與手指中點圖：(a)將切割出的手指區塊圖細線化後之結果；(b)將細線化手指圖侵蝕後之手指中點圖。

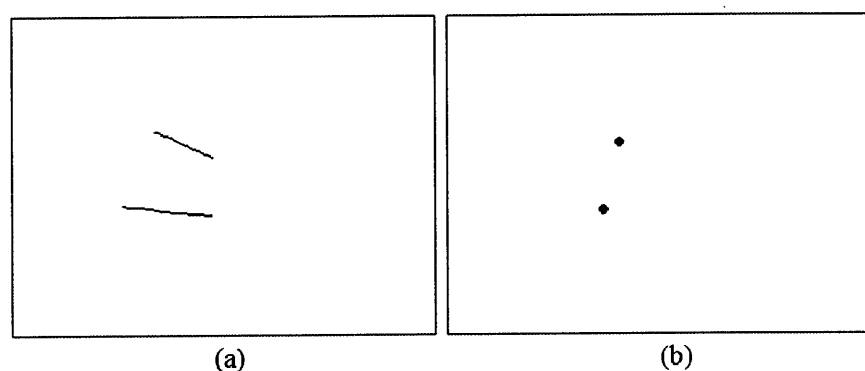


圖 3 - 12 細線化手指圖及手指中點圖：(a)將切割出的手指區塊圖細線化後之結果；(b)將細線化手指圖侵蝕後之手指中點圖。

3.3 手勢分類演算法

猜拳遊戲的手勢有「石頭」為五指握緊的拳頭、「剪刀」為中指和食指伸直，其餘手指握緊、「布」為五指伸直，張開手掌，除了上述三種之外皆為錯誤手勢，透過對圖 3-12(b)所有區塊進行標記即可統計出手指中點數量，便可快速將手勢進行分類並判斷是否為正確的猜拳手勢，1)端點數為 1、3、4 的歸類為錯誤手勢、2)端點數為 5 的歸類為布手勢、3)端點數為 0 的歸類為石頭手勢、4)端點數為 2 的歸類為剪刀手勢，其中端點數為 2 的剪刀手勢總共有 10 種形態如圖 3 - 14 所示，卻只有一種為正確的形態，所以還需要排除錯誤的形態，細節於 3.4 節加以敘述。

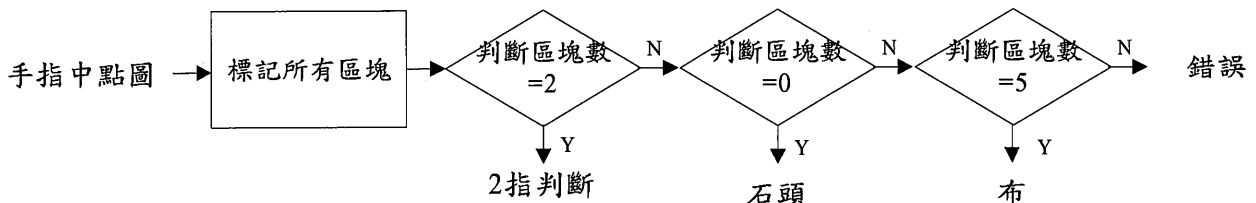


圖 3 - 13 手勢分類演算法流程圖。

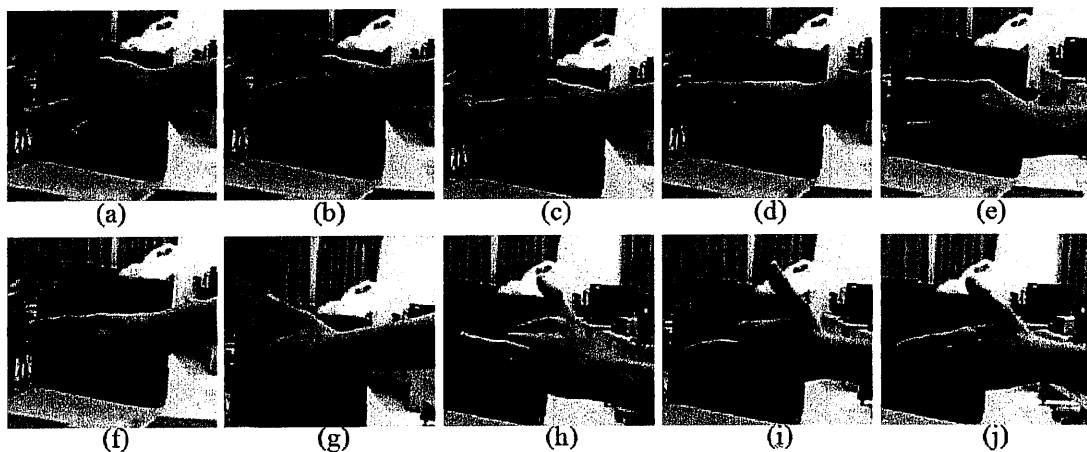


圖 3 - 14 端點數為 2 手勢的十種形態。

3.4 錯誤二指形態排除法

為了判斷被歸類到剪刀手勢是否錯誤，本文提出兩種演算法來排除錯誤的剪刀手勢：1)手指距離排除法是利用兩指間直線距離和兩手指長度平均的比例來判斷是否為正確得剪刀手勢，因正確的剪刀手勢就算使其兩手指張到最開，測量其手指中點距離不會大於兩手指長之和，經實驗發現，在被歸類為剪刀手勢的 10 種形態中，有 6 種明顯的不符合上述規則，便可將它歸類為錯誤手勢。2)手指斜率排除法：指的是利用計算兩手指中點和手臂中軸上兩參考點的斜率 M_{AD} 及 M_{BD} 和手臂中軸本身的斜率 M_{CD} 作比較，必須符合 M_{CD} 介於 M_{AD} 及 M_{BD} 才是正確的剪刀手勢，如果不符合就歸類到錯誤手勢，二指錯誤形態排除法流程圖如圖 3-15 所示。

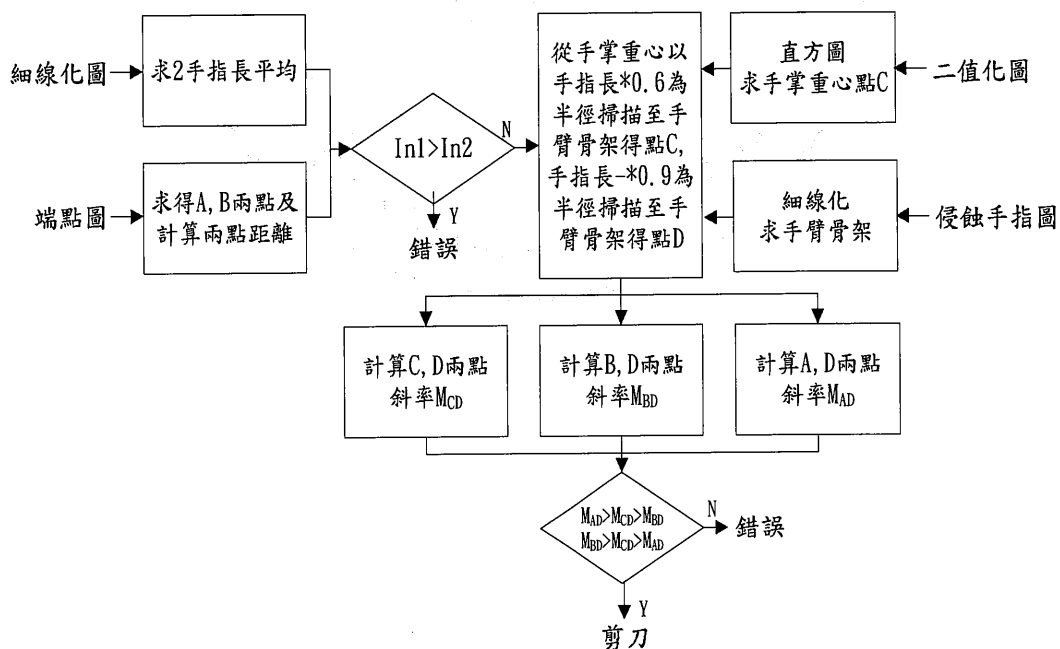


圖 3 - 15 錯誤形態排除演算法流程圖。

3.4.1 手指距離排除法

手指距離排除法是利用兩手指長度如圖 3 - 16(a)所示(單位為 pixels)與兩手指中點距離如圖 3 - 16 (b)所示(其 A 點到 B 點的直線距離由公式 1 計算而來)的關係來判斷是否為正確的剪刀手勢，因正確的剪刀手勢就算使其兩手指張到最開，測量其手之中點距離不會大於兩手指長之和，經過實驗發現，從表 2 中可明顯的看出，歸類為剪刀手勢的 10 種形態有 6 種形態不符合上述規則，可先剔除圖 3 - 14 (d) (e) (g) (h) (i) (j) 這 6 種兩指錯誤手勢，本系統對於正確型態的手勢均可正確判斷，但若使用者的手指刻意彎曲或併攏則有可能造成取得錯誤的特徵點並造成判斷錯誤。

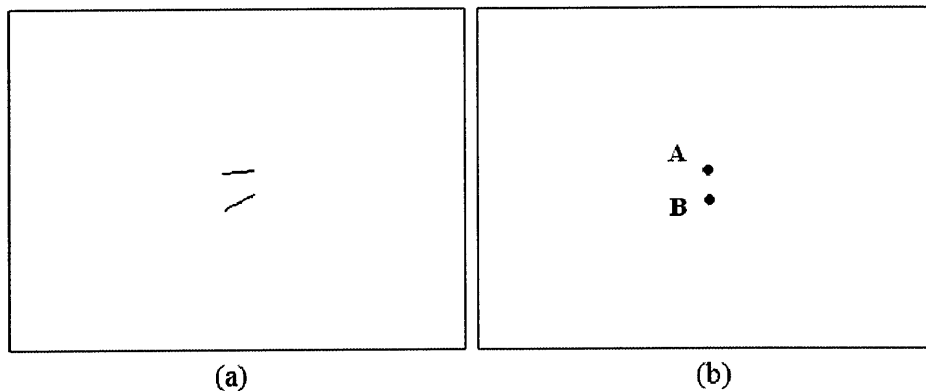


圖 3 - 16 手指距離排除法所需之資訊:(a) 手指長度[單位為 pixels] ;(b) 兩手指中點 A、B[線段 AB 長度依照公式 1 計算而來]。

$$\overline{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

A 點&B 點:為兩手指之中點

X_A: 為 A 點之 X 座標

Y_A: 為 A 點之 Y 座標

X_B: 為 B 點之 X 座標

Y_B: 為 B 點之 Y 座標

表 2 二指手勢十種形態之手指長度與距離實驗數據(單位為 pixels)。

二指手勢	A(手指長度)	B(手指距離)	B>A
圖 3-17 (a)	53	30.5287	No
圖 3-17 (b)	77	49.98	No
圖 3-17 (c)	71	49.0918	No
圖 3-17 (d)	90	96.2252	Yes
圖 3-17 (e)	70	74.1193	Yes
圖 3-17 (e)	113	52.3927	No
圖 3-17 (g)	74	134.6291	Yes
圖 3-17 (h)	70.7	138.4233	Yes
圖 3-17 (i)	77	126.0516	Yes
圖 3-17 (j)	84	135.0592	Yes

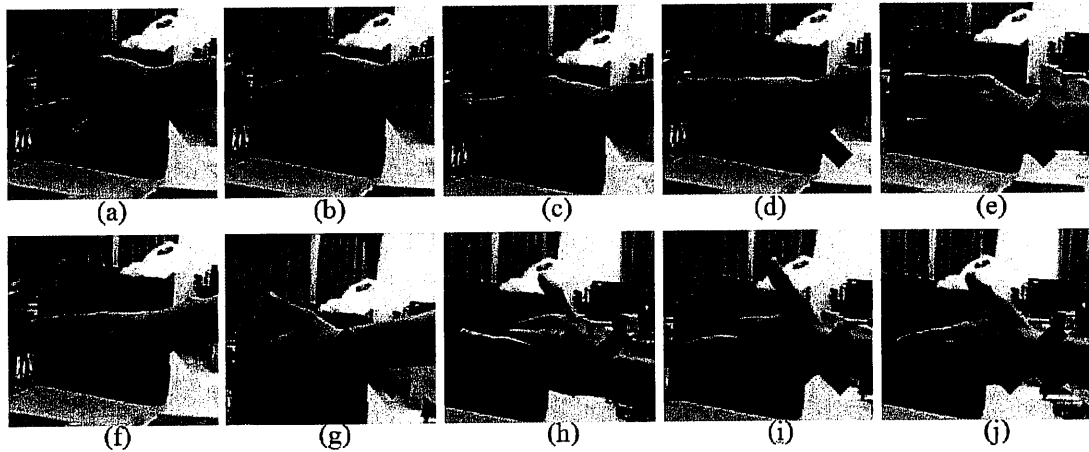


圖 3 - 17 經距離排除法後可排除圖中(d)(e)(g)(h)(i)(j)六種手勢形態。

3.4.2 手指斜率排除法

本節所介紹的演算法除需要有 3.5.1 節中所提到的 A、B 兩點外，還需要 C、D 兩個點，接下來將定義 C、D 兩點的位置，首先將 3.2.2 節膚色偵測結果圖當成輸入影像做直方圖匹配如 3-18 (a) 所示，接著從手指端向手臂端掃描可得知其手指端第一高峰位置，對照到輸入影像上即可求得手掌區域最寬的部分如 3-18 (b) 所示，再從紅線位置以紅線長度 0.6 倍往手臂端方向掃描於手臂骨架圖如 3-18 (c) 以藍線表示，以紅線長度 0.9 倍往手臂端方向掃描於手臂骨架圖如 3-18 (c) 以綠線表示，可得兩交叉點即為圖 3-18 (d) 中兩紅點 C、D。

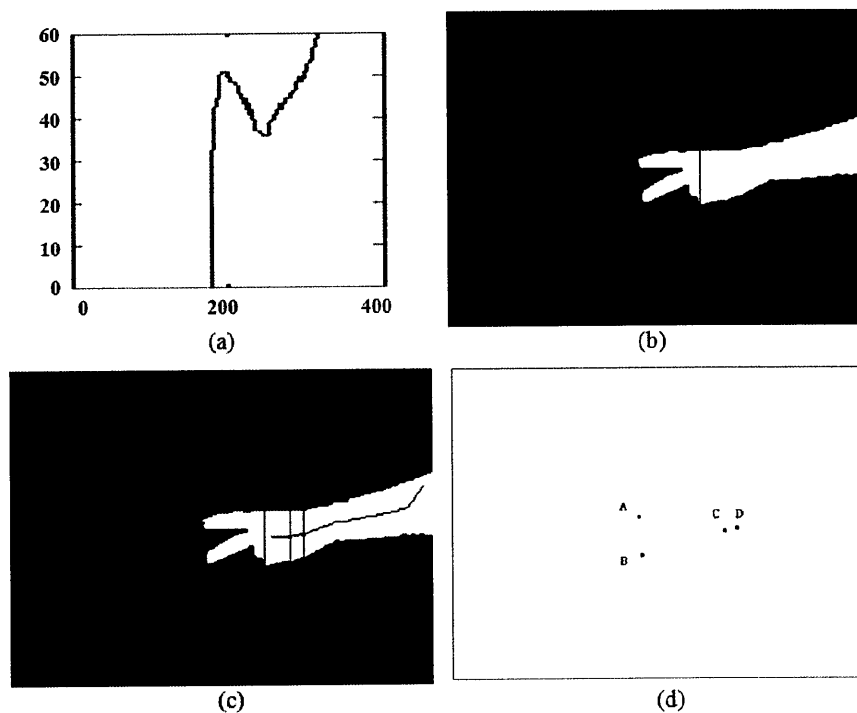


圖 3-18 計算手指斜率排除法所需特徵點過程圖：(a)直方圖；(b)二值化手勢圖；(c)手勢中軸圖；(d) A、B、C、D 特徵點示意圖。

利用圖 3 - 18 (d) 中 A、B、C、D 四點，以公式 2 的兩點斜率法計算出 D 點和其他 3 點之斜率， m_{CD} 為圖 3 - 18 (d) 兩紅點 C、D 之斜率、 m_{AD} 為圖 3 - 18 (d) 紅點 D 和綠點 A 之斜率、 m_{BD} 為圖 3 - 18 (d) 紅點 D 和藍點 B 之斜率，斜角為 α 之直線，可藉由斜率數值以三角函數 $\tan\alpha$ 計算出其角度，但是會產生兩個角度。

例如： $\tan((-pi/4)*3) = 1$ ； $\tan(pi/4) = 1$ 求出 45 度和 225 度兩個角度，因此以 D 點當原點，計算 A、B、C 3 點的座標分別在那一象限，若是第 2、3 象限則 +180 度，依此規則求出正確的角度，如果在第 3 象限則為 225 度，如果在第 1 象限則為 45 度。

最後依照上述規則求出，紅線的角度 $m_{CD} = 278.1301$ ；綠線的角度 $m_{AD} = 280.5610$ ；藍線的角度 $m_{BD} = 260.5377$ ，正確的剪刀其角度關係為 $m_{AD} < m_{CD} < m_{BD}$ 或 $m_{BD} < m_{CD} < m_{AD}$ ，如 m_{CD} 符合條件，則判定為正確剪刀手勢，如 m_{CD} 不符合條件，則判定為錯誤手勢。

$$m = \frac{(Y_A - Y_B)}{(X_A - X_B)} = \tan \alpha \quad \dots (2)$$

表 3 二指手勢剩餘 4 種形態之斜率實驗數據。

	M_{CD}	M_{AD}	M_{BD}	符合條件
圖 3-17 (a)	256.3730	287.2234	272.4687	No
圖 3-17 (b)	251.5651	282.6927	260.2476	No
圖 3-17 (c)	244.9164	267.8114	250.3462	No
圖 3-17 (e)	262.6942	263.7410	244.5678	Yes

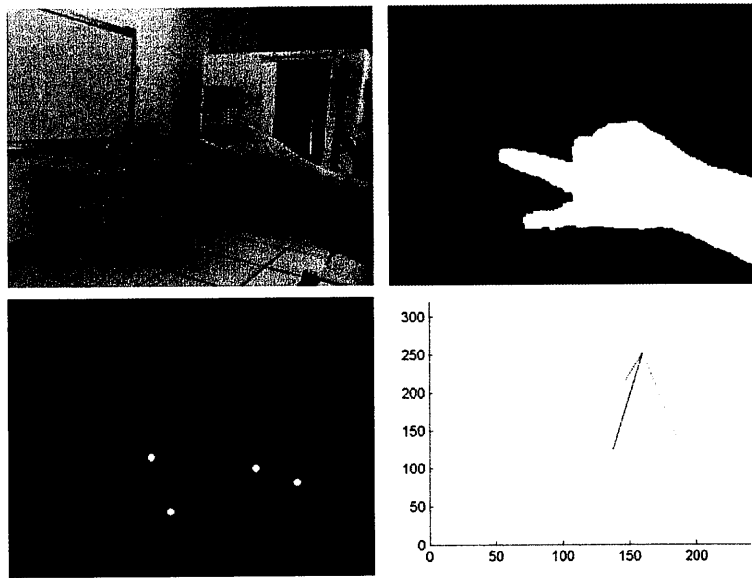


圖 3 - 19 手指斜率排除法實驗結果圖：(a)原始影像；(b)經演算法處理後影像；(c)A、B、C、D 四點位置圖；(d) m_{AD} 、 m_{BD} 、 m_{CD} 角度示意圖。

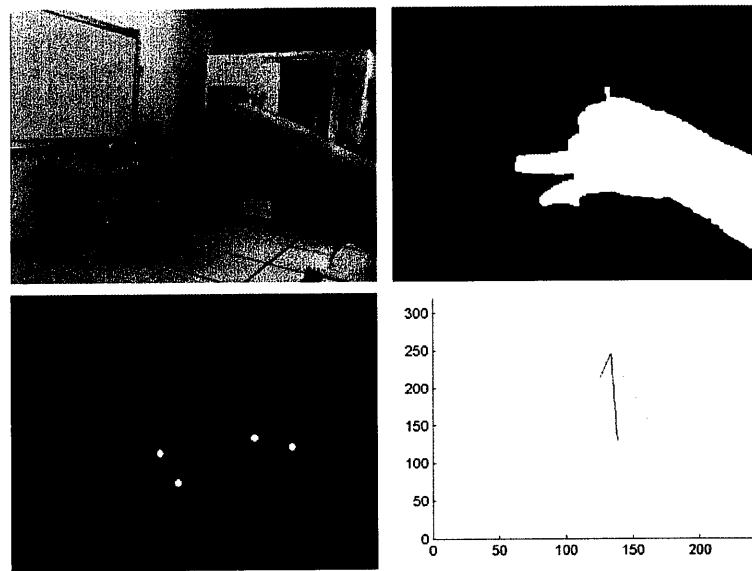


圖 3 - 20 手指斜率排除法實驗結果圖：(a)原始影像；(b)經演算法處理後影像；(c)A、B、C、D 四點位置圖；(d) m_{AD} 、 m_{BD} 、 m_{CD} 角度示意圖。

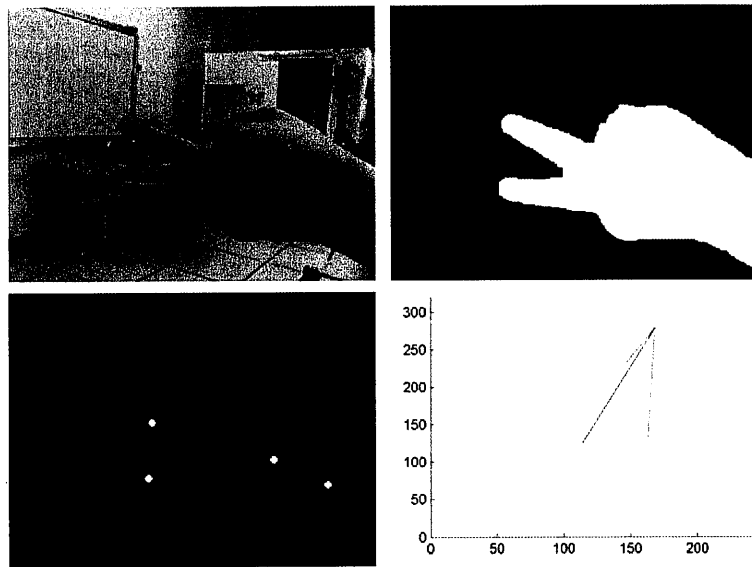


圖 3 - 21 手指斜率排除法實驗結果圖：(a)原始影像；(b)經演算法處理後影像；(c)A、B、C、D 四點位置圖；(d) m_{AD} 、 m_{BD} 、 m_{CD} 角度示意圖。

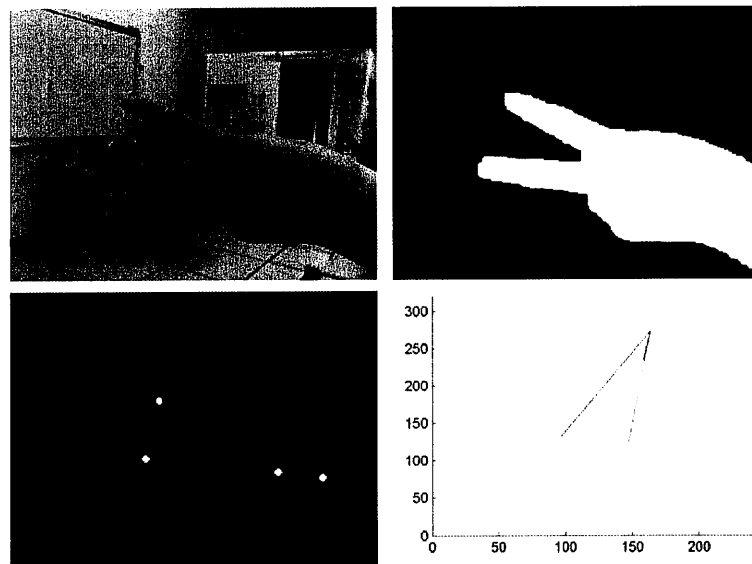


圖 3 - 22 手指斜率排除法實驗結果圖：(a)原始影像；(b)經演算法處理後影像；(c)A、B、C、D 四點位置圖；(d) m_{AD} 、 m_{BD} 、 m_{CD} 角度示意圖。

第4章、實驗結果

本實驗所使用之實驗參數限制如下所述，辨識時手需距離攝影機介於 30 公分到 150 公分之間或手勢區域面積介於 2000 像素到 36000 像素之間。剪刀手勢兩手指夾角需大於 20 度，否則將影響辨識用特徵點的正確性。

4.1 實驗環境

本實驗所使用的電腦個人硬體環境，CPU 為 Inter Core2 Quad Q9600 工作時脈 2.83GHz，記憶體大小 2.00 Gigabyte。軟體發展環境為 x86 架構 Windows XP 32bit 作業系統，使用 Matlab 編寫影像辨識程式。其輸入影像解析度大小皆為 320×240 pixels。所使用的網路攝影機型號為羅技 QuickCam Pro 5000 如圖 4-1 所示，其參數詳如表 4。

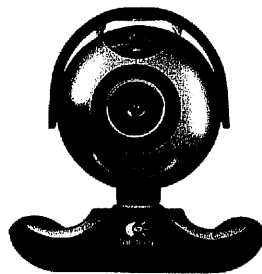


圖 4 - 1 羅技 QuickCam Pro 5000 網路攝影機。

表 4 網路攝影機基本參數。

感光元件	CMOS
攝像頭像素	130 萬
動態分辨率	640x480
接口類型	高速 USB2.0 標準

4.2 手勢距離較近之實驗結果

本實驗針對手離攝影機距離較近之狀態下(30 公分)進行實驗結果證明本方法正確有效，詳細實驗結果如下所示。

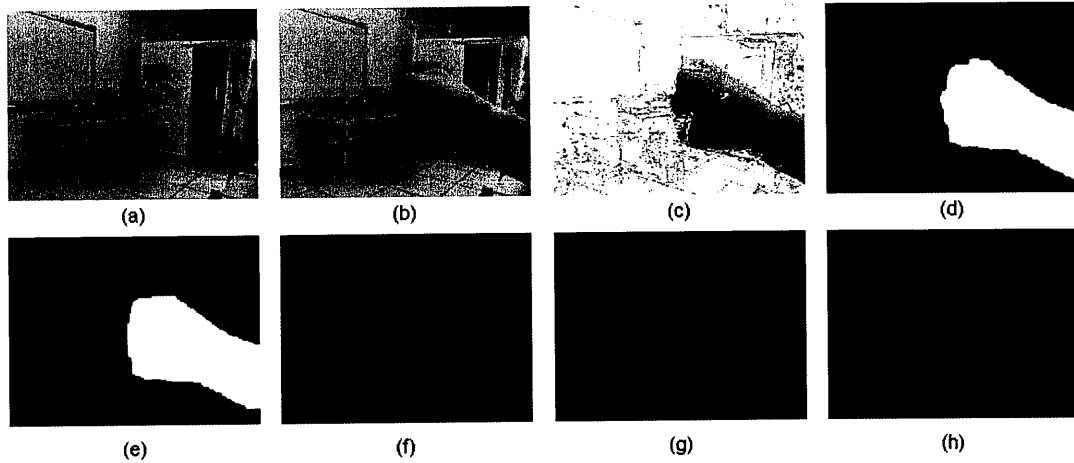


圖 4 - 2 實驗結果圖(距離較近、手指區塊數為 0)：

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

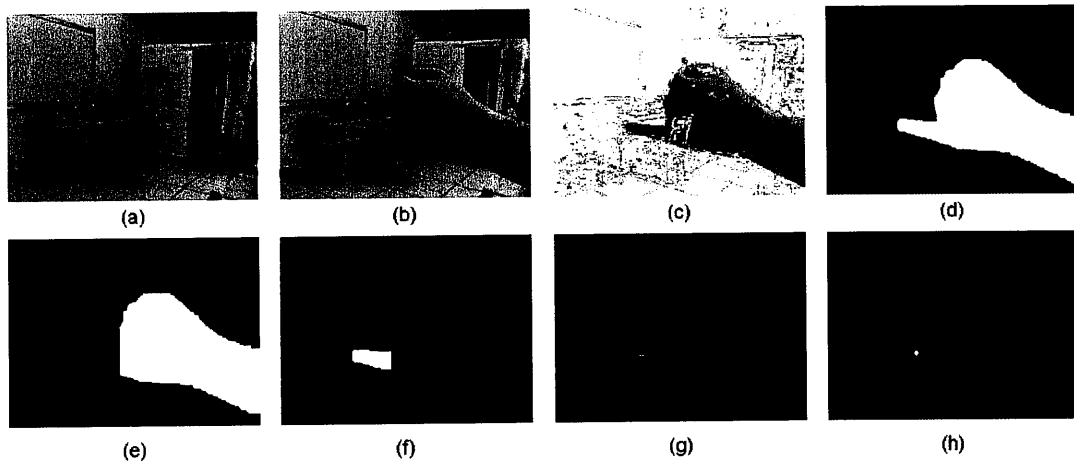


圖 4 - 3 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1)：

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

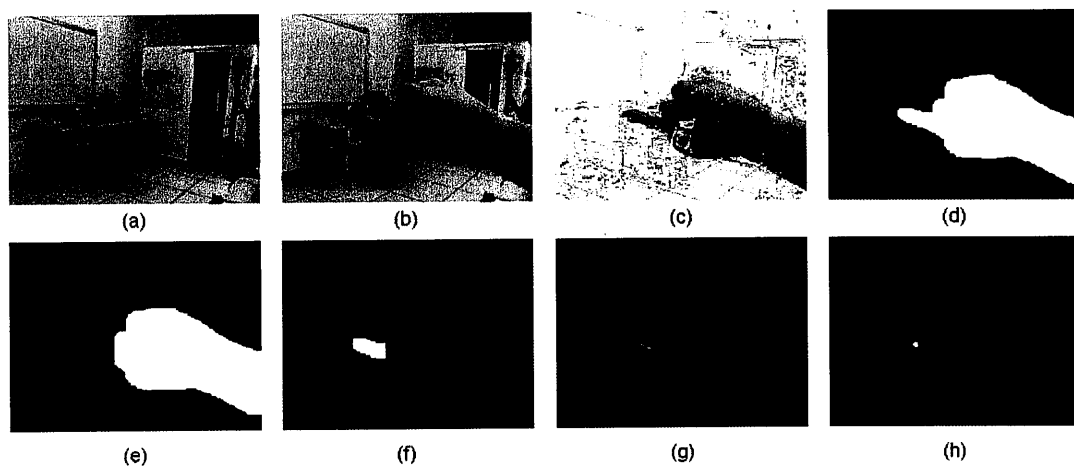


圖 4 - 4 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

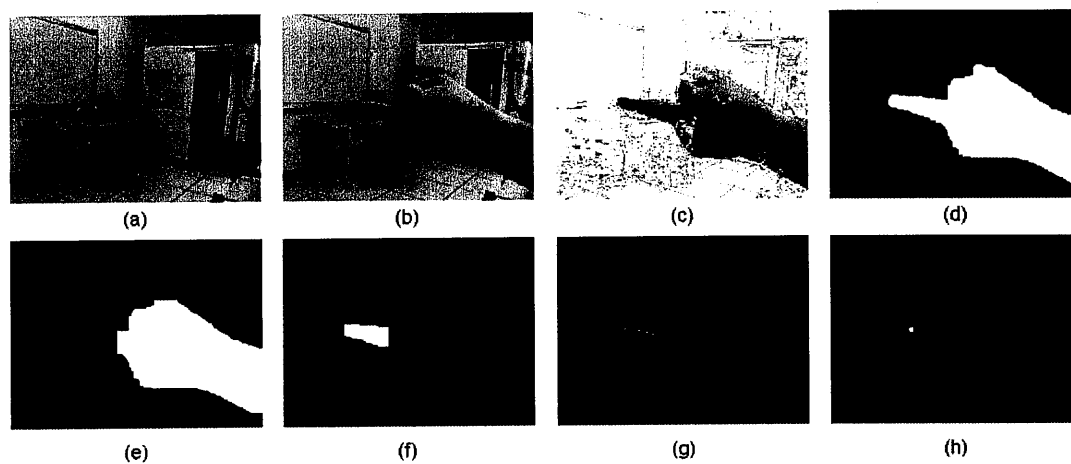


圖 4 - 5 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

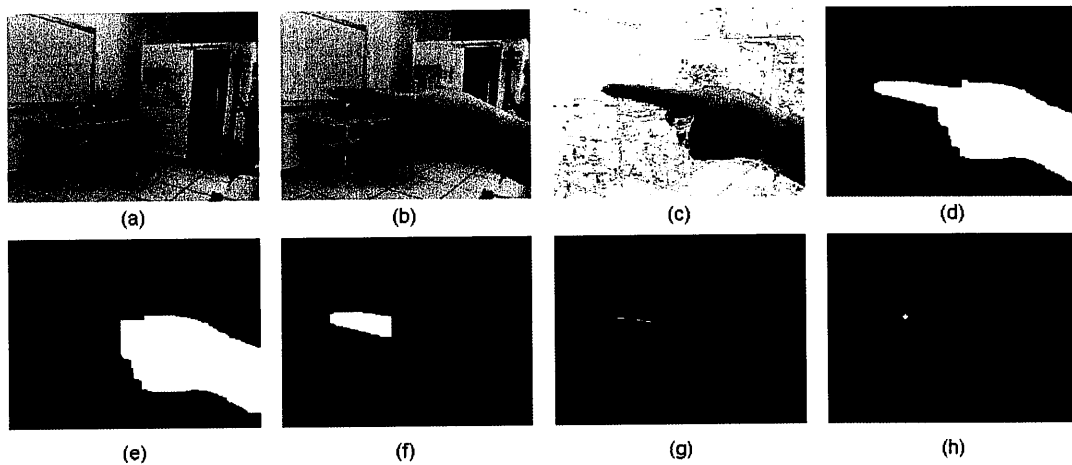


圖 4 - 6 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

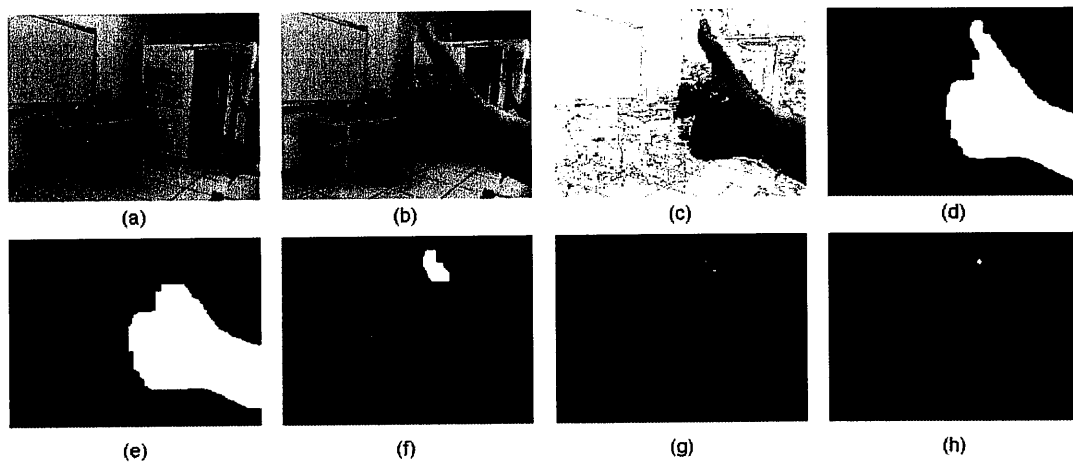


圖 4 - 7 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

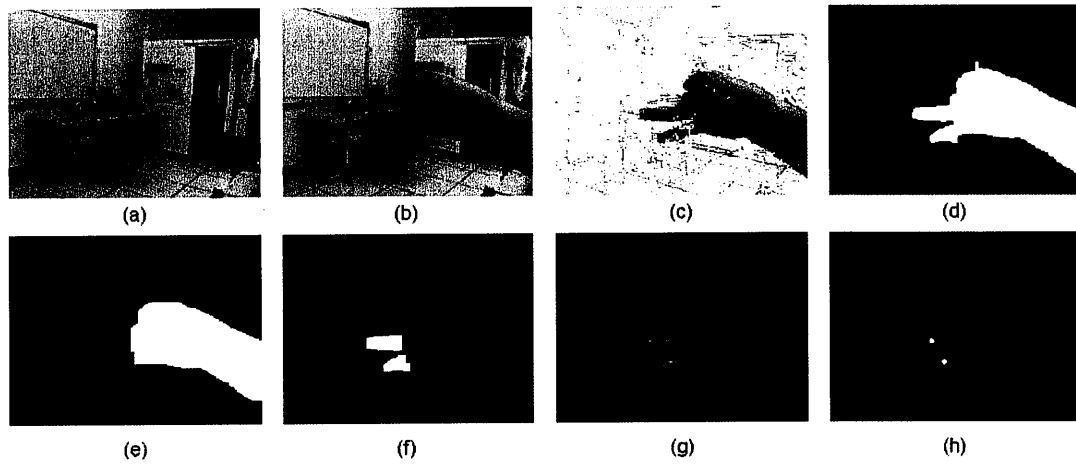


圖 4 - 8 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

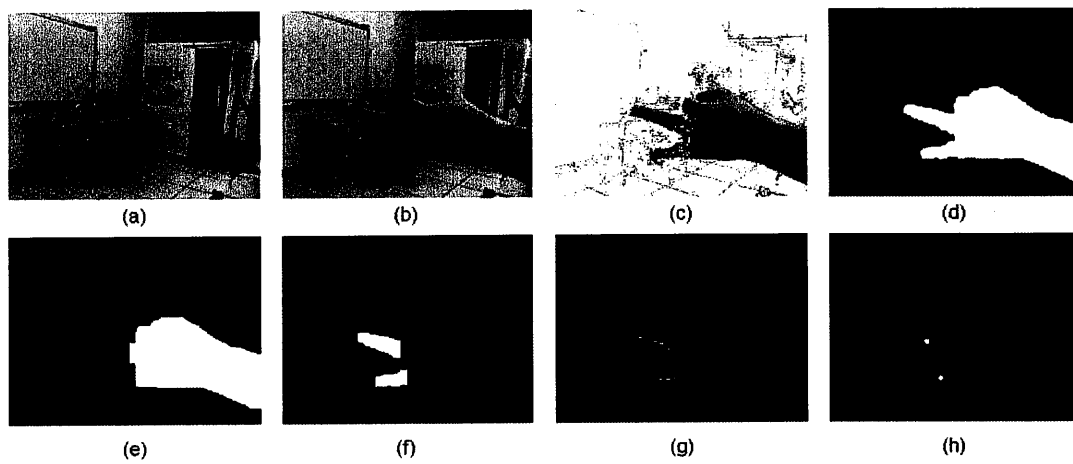


圖 4 - 9 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

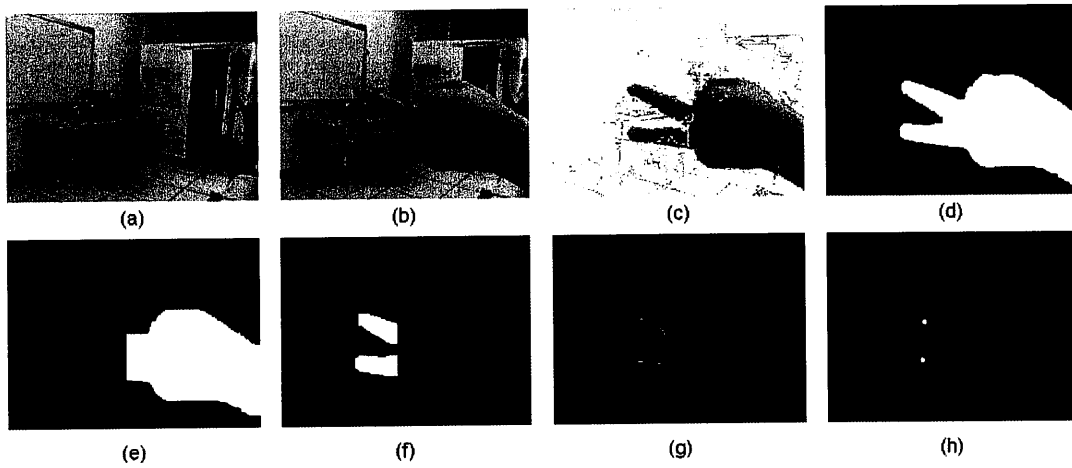


圖 4 - 10 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

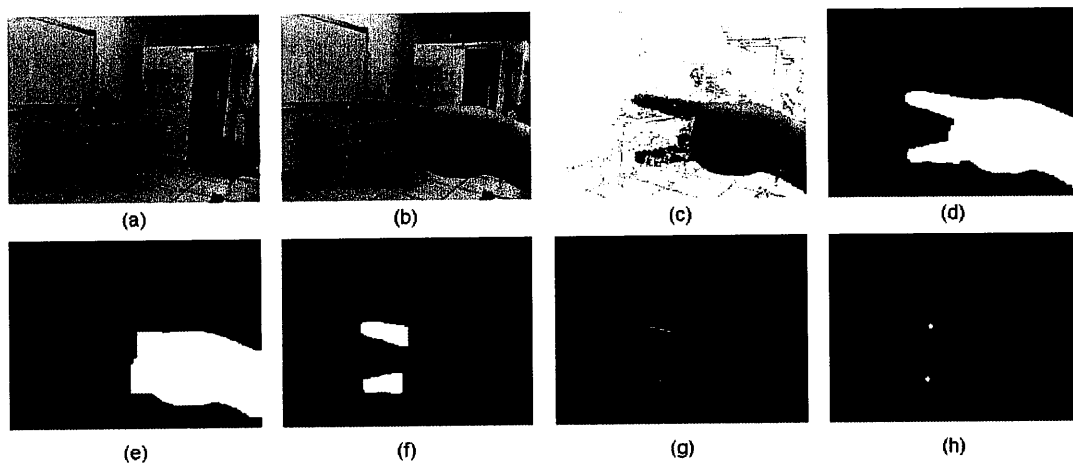


圖 4 - 11 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

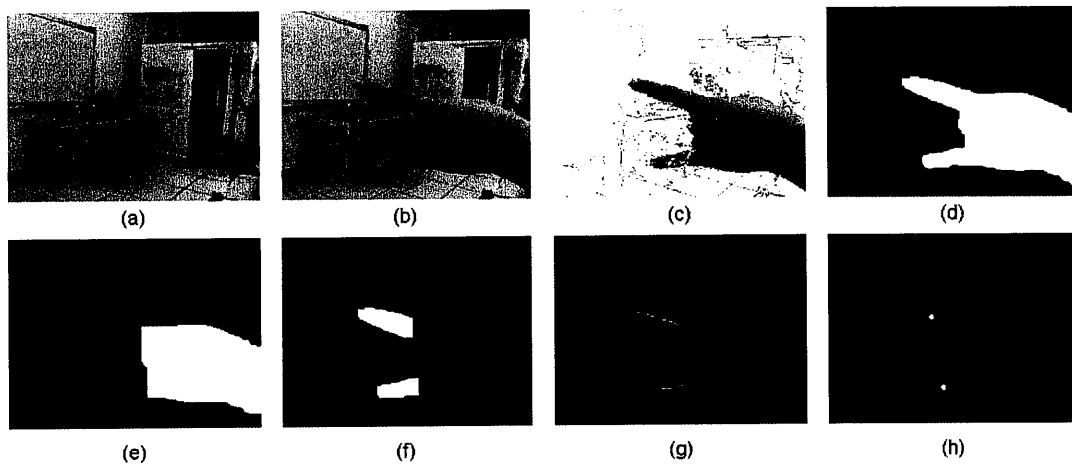


圖 4 - 12 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

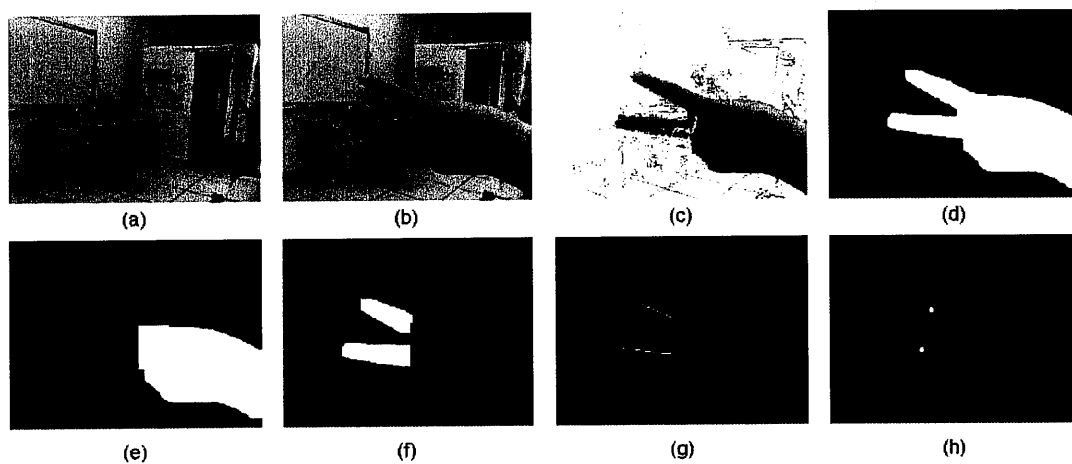


圖 4 - 13 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

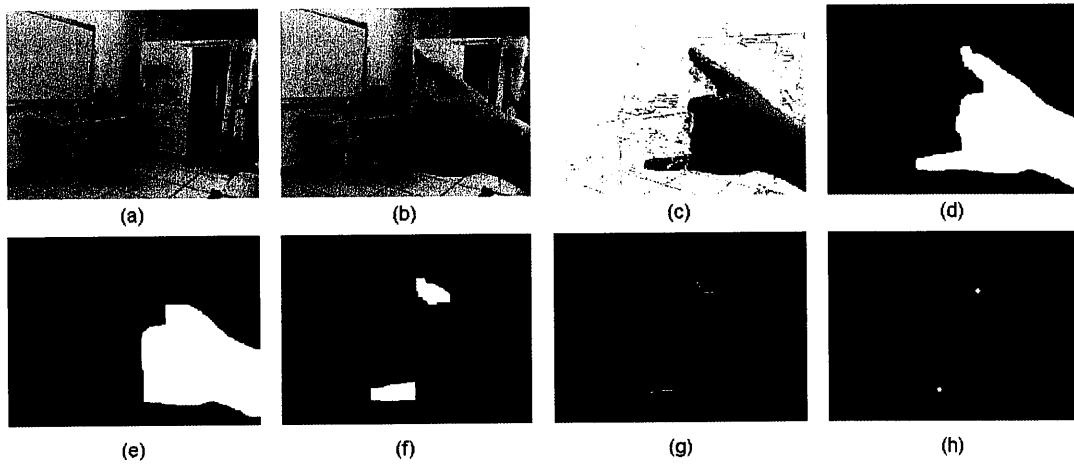


圖 4 - 14 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

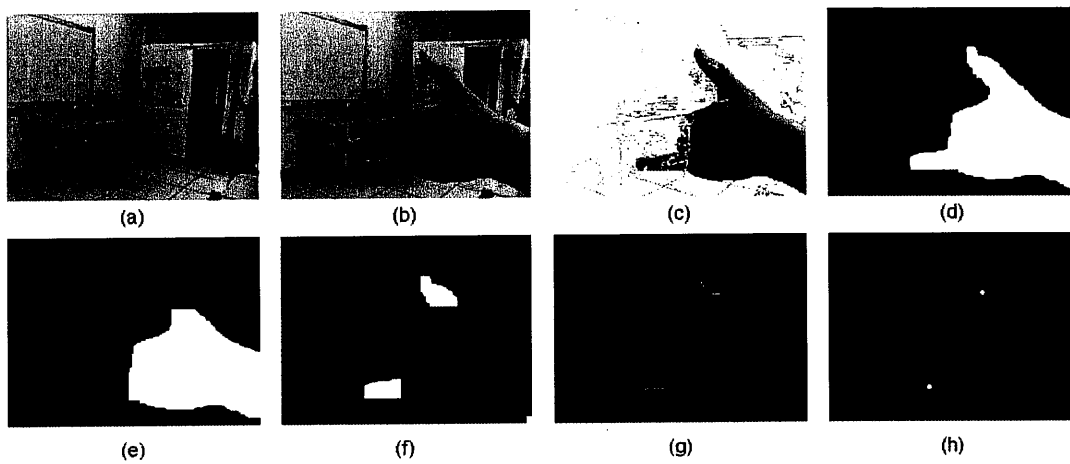


圖 4 - 15 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

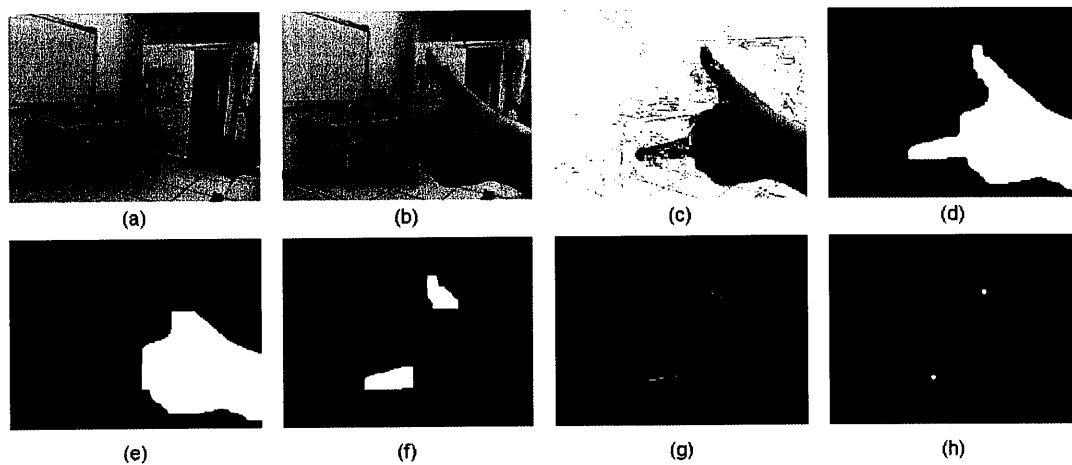


圖 4 - 16 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

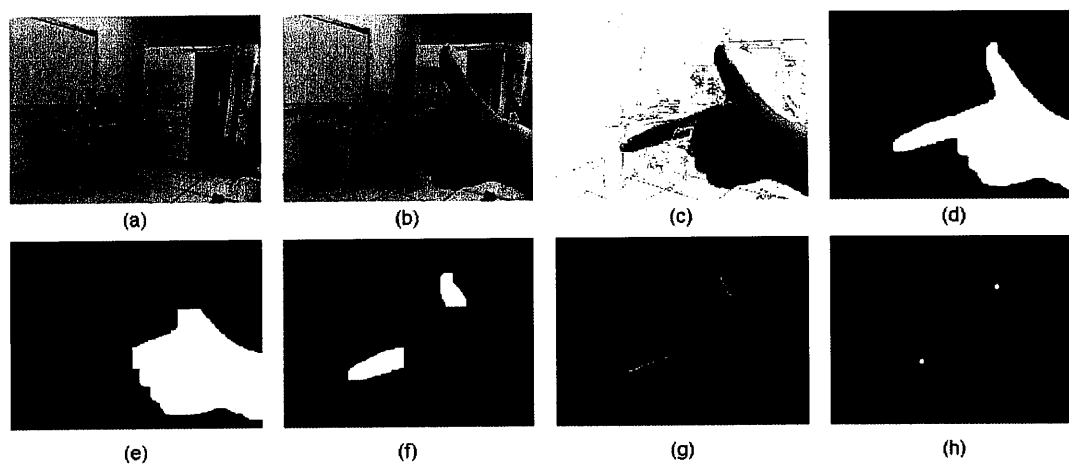


圖 4 - 17 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

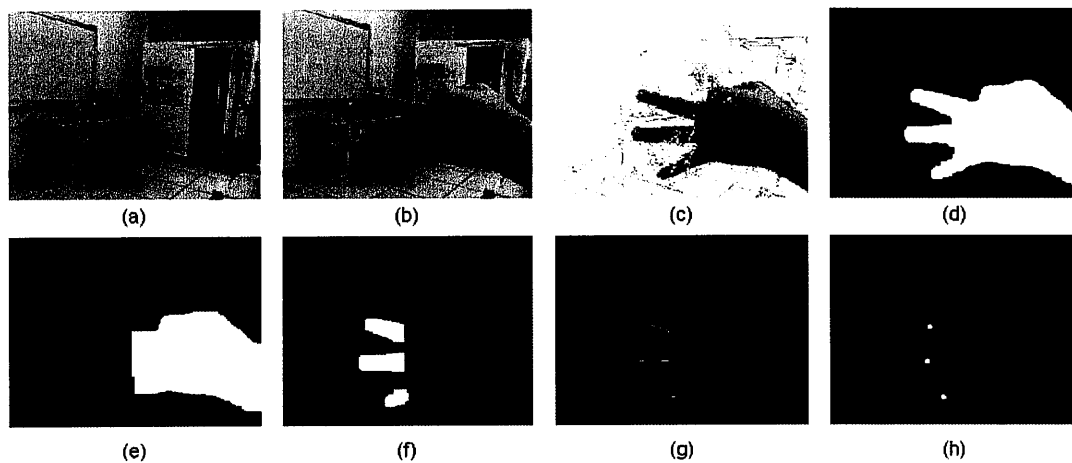


圖 4 - 18 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

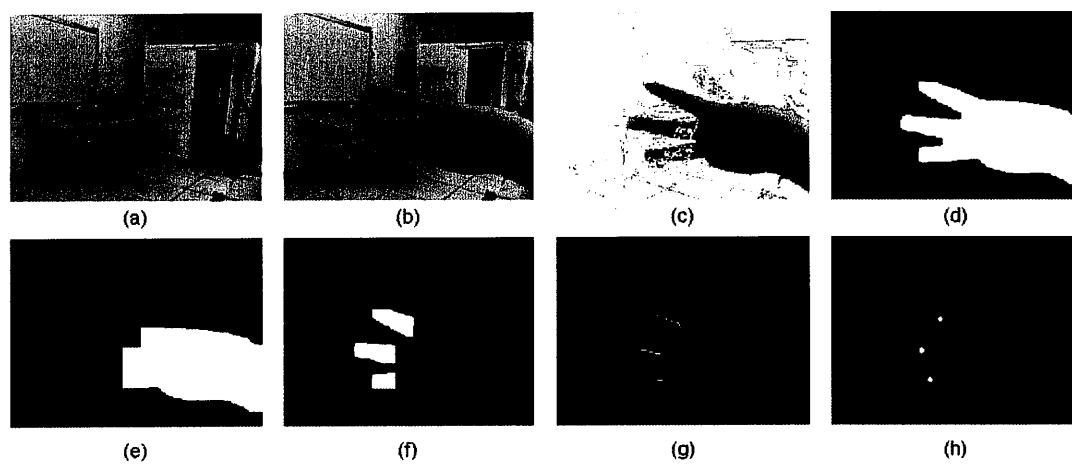


圖 4 - 19 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

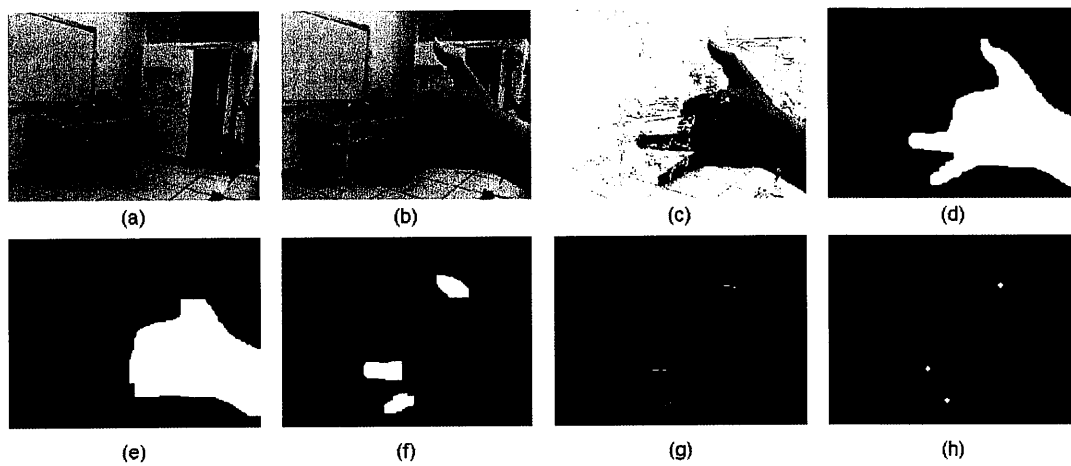


圖 4 - 20 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

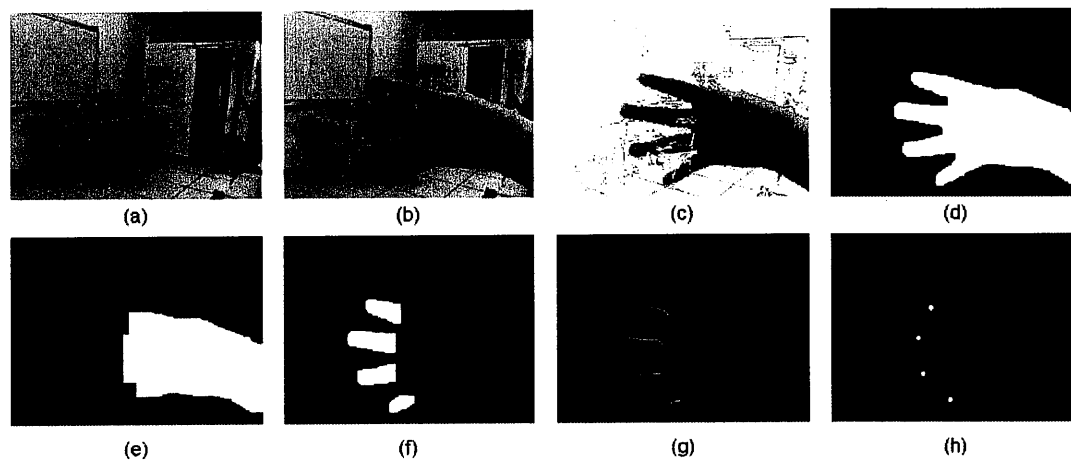


圖 4 - 21 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 4) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

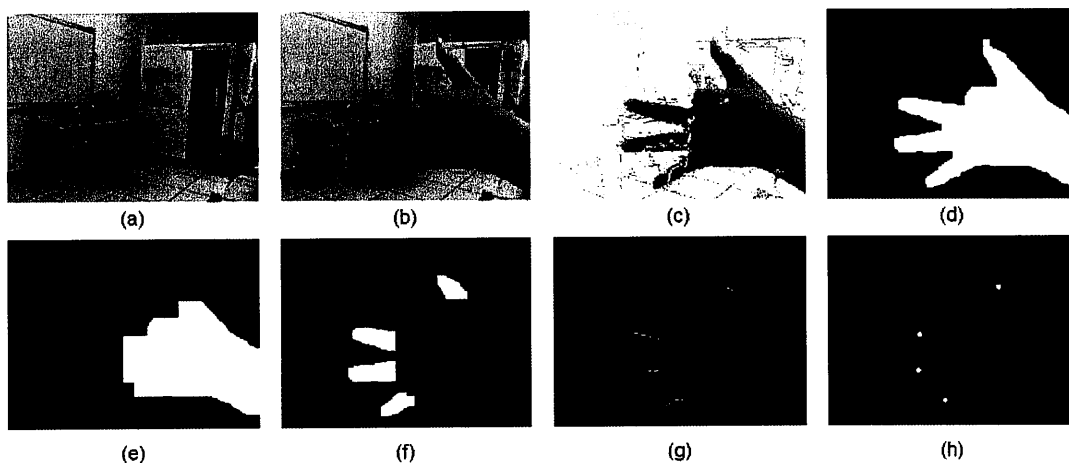


圖 4 - 22 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 4) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

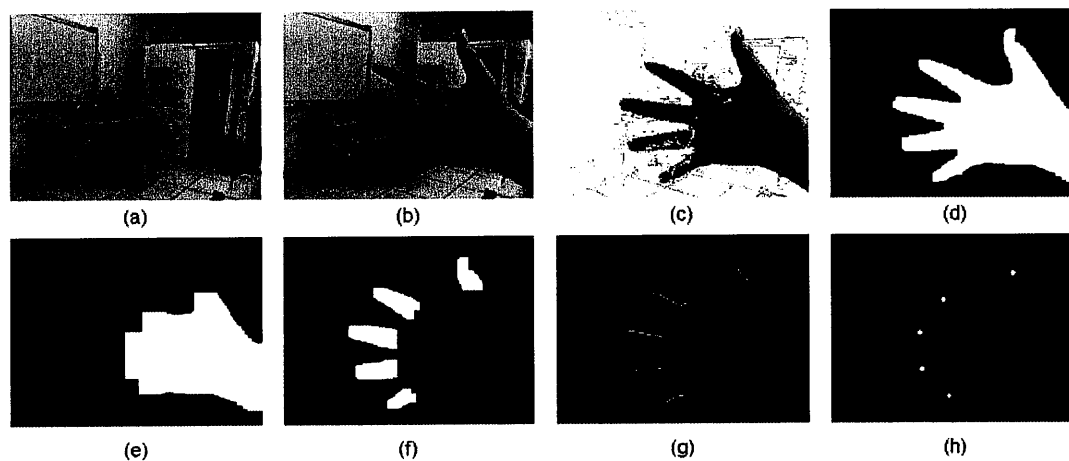


圖 4 - 23 實驗結果圖 (距離較近、手指區塊數為 5) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

4.3 手勢距離較遠之實驗結果

本實驗針對手離攝影機距離較遠之狀態下(150 公分)進行實驗結果證明本方法正確有效，詳細實驗結果如下所示。

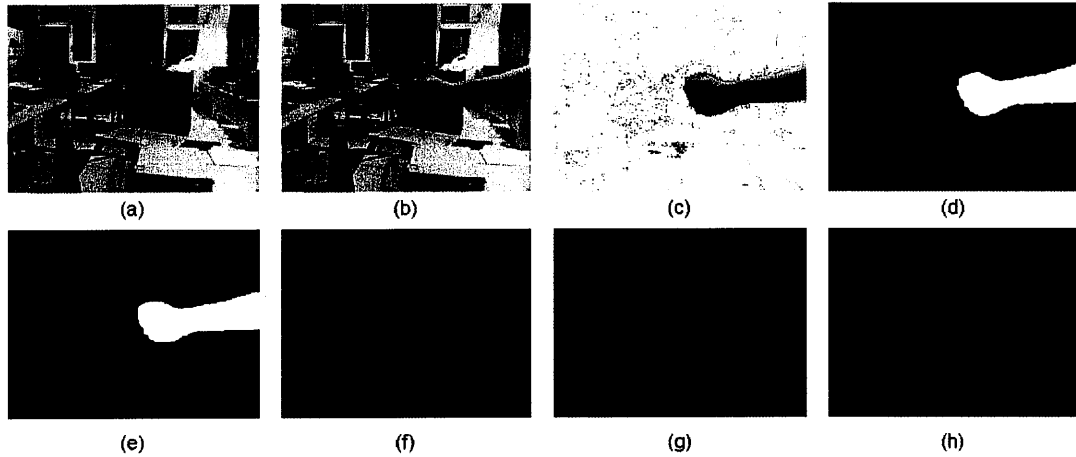


圖 4 - 24 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 0)：

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

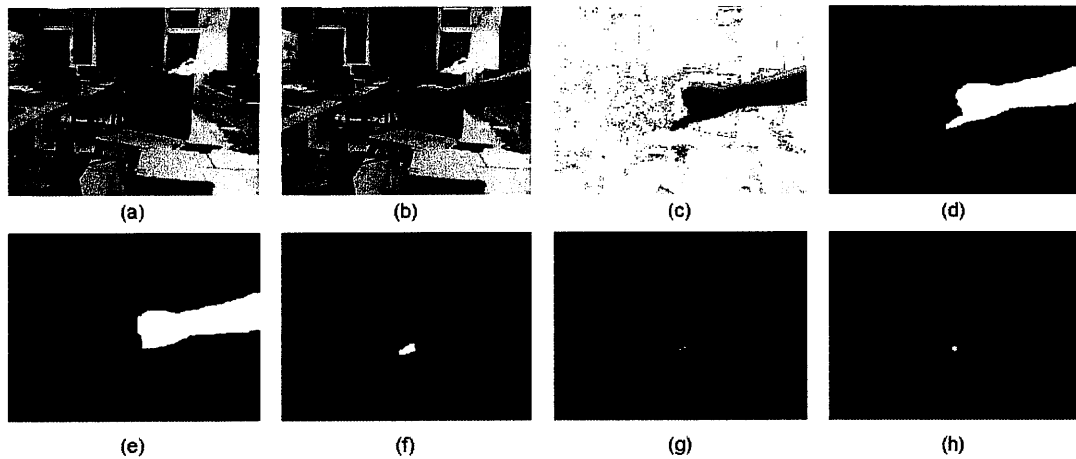


圖 4 - 25 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1)：

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

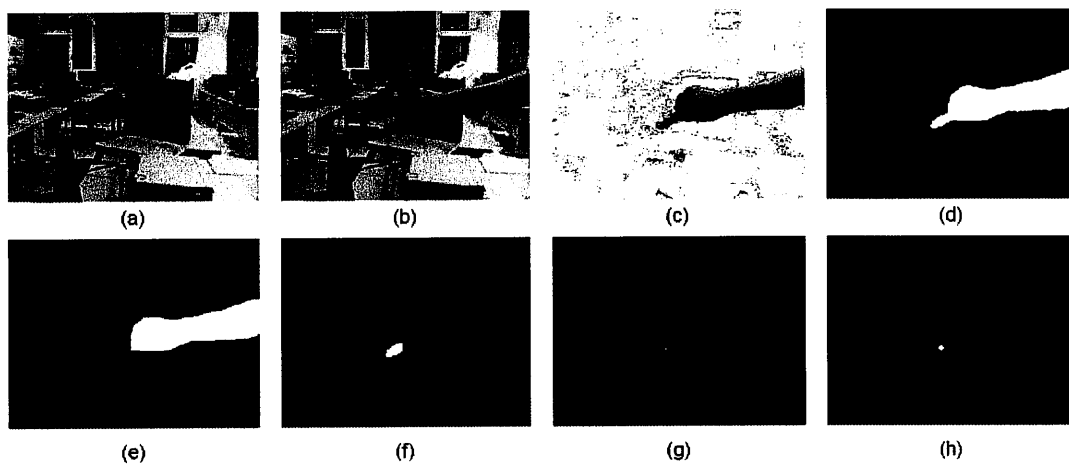


圖 4 - 26 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

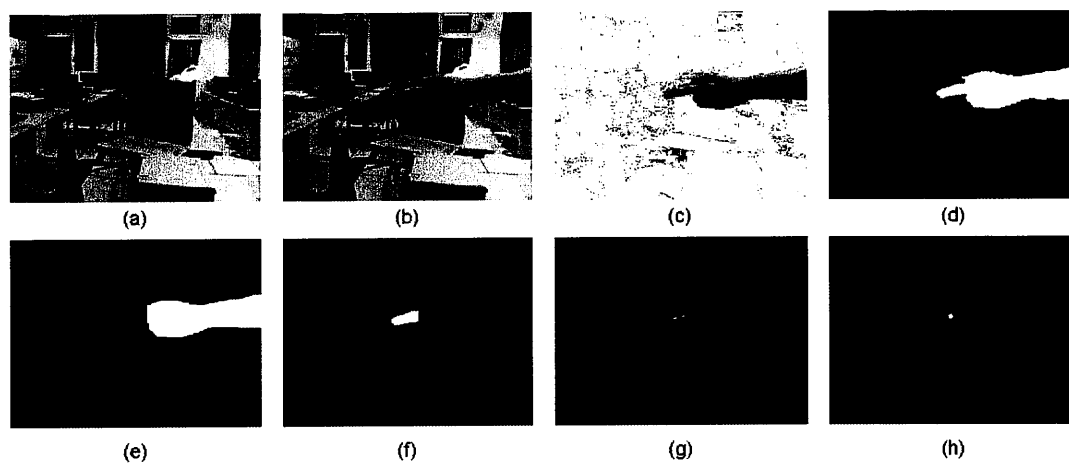


圖 4 - 27 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

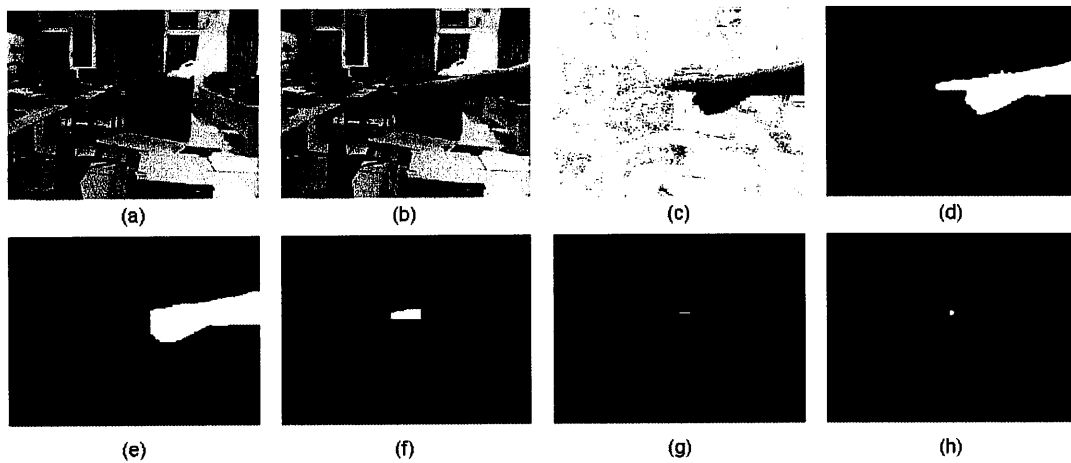


圖 4 - 28 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

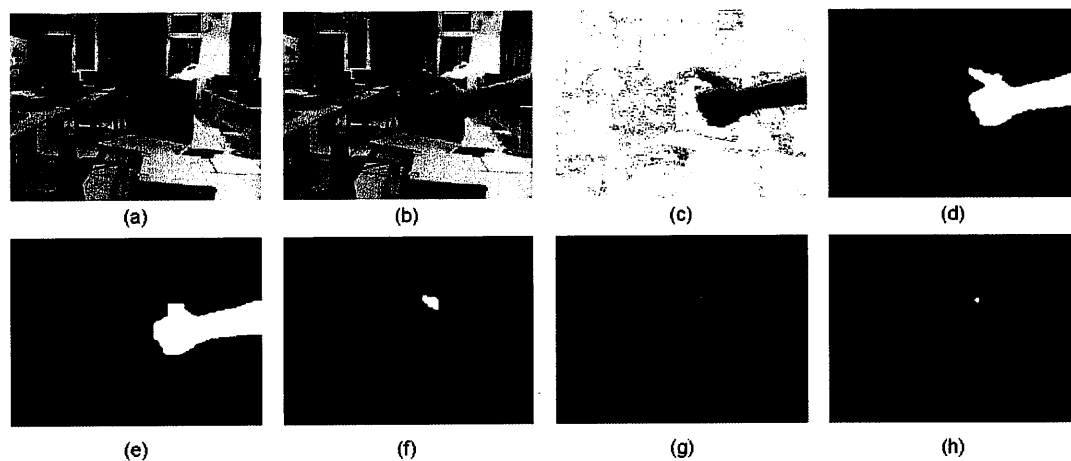


圖 4 - 29 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 1) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

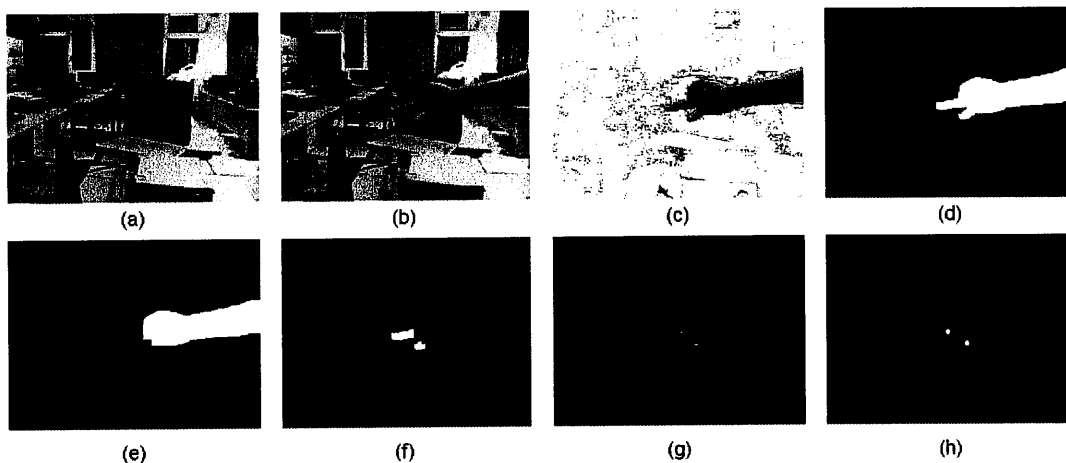


圖 4 - 30 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

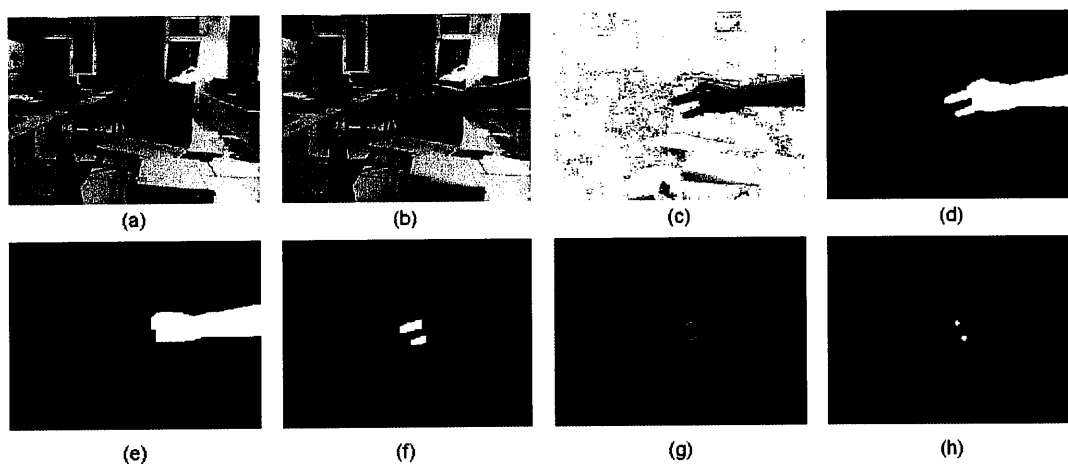


圖 4 - 31 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

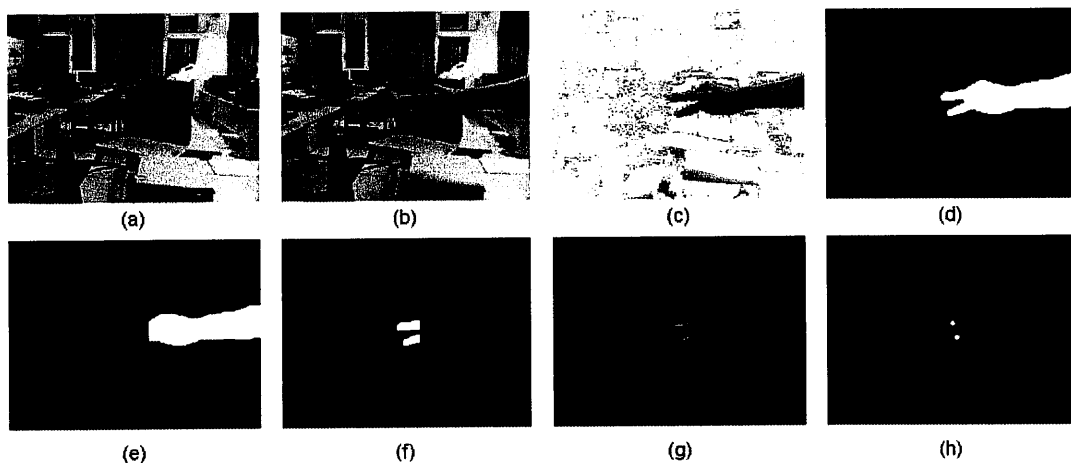


圖 4 - 32 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

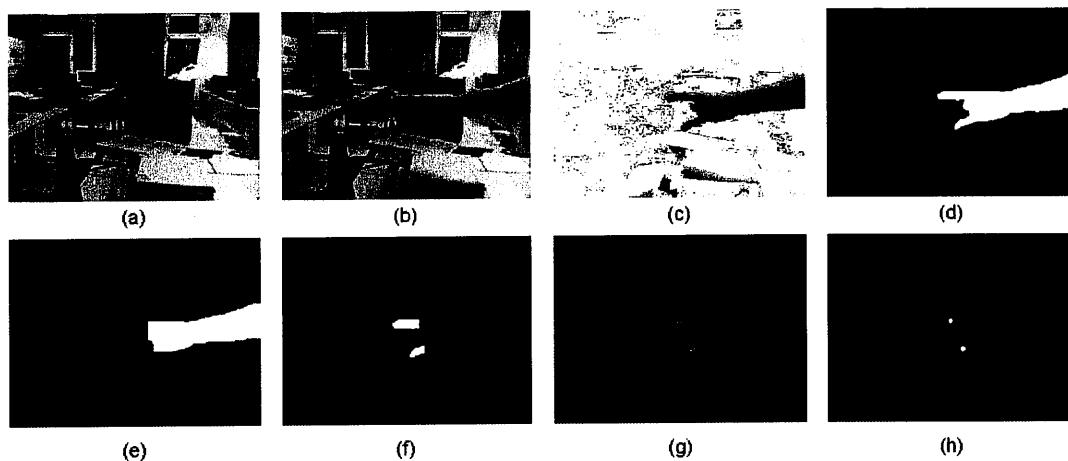


圖 4 - 33 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

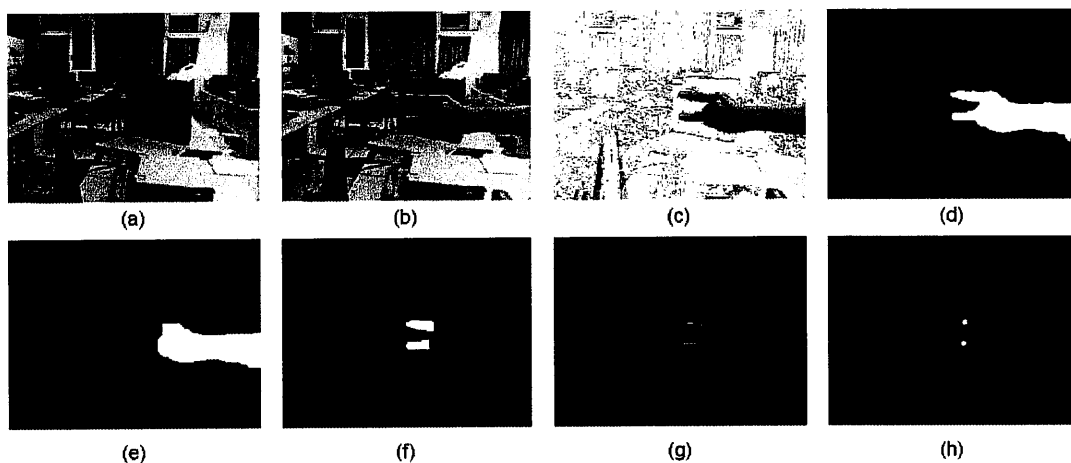


圖 4 - 34 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

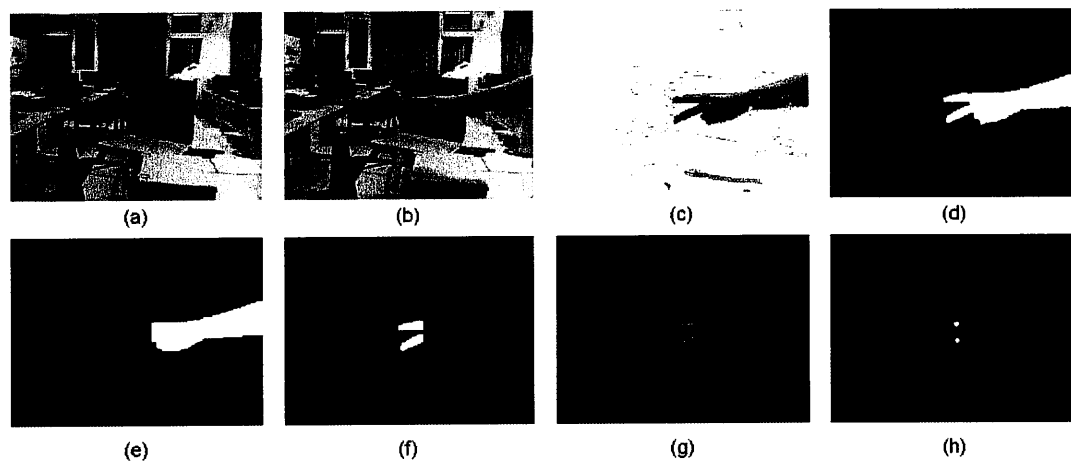


圖 4 - 35 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

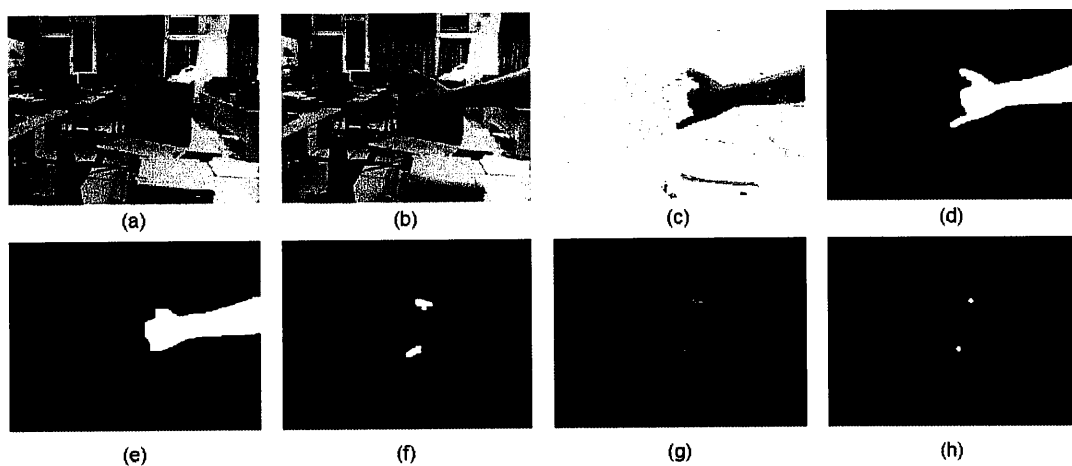


圖 4 - 36 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

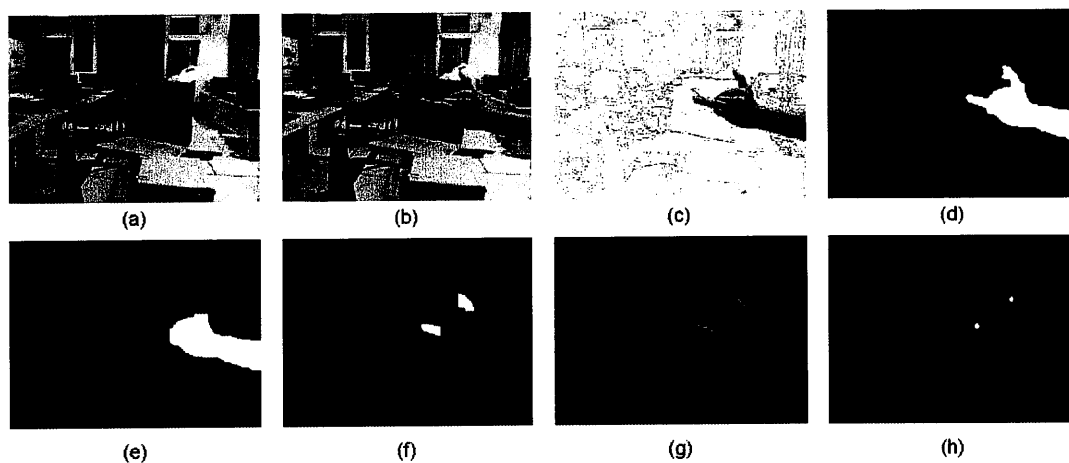


圖 4 - 37 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

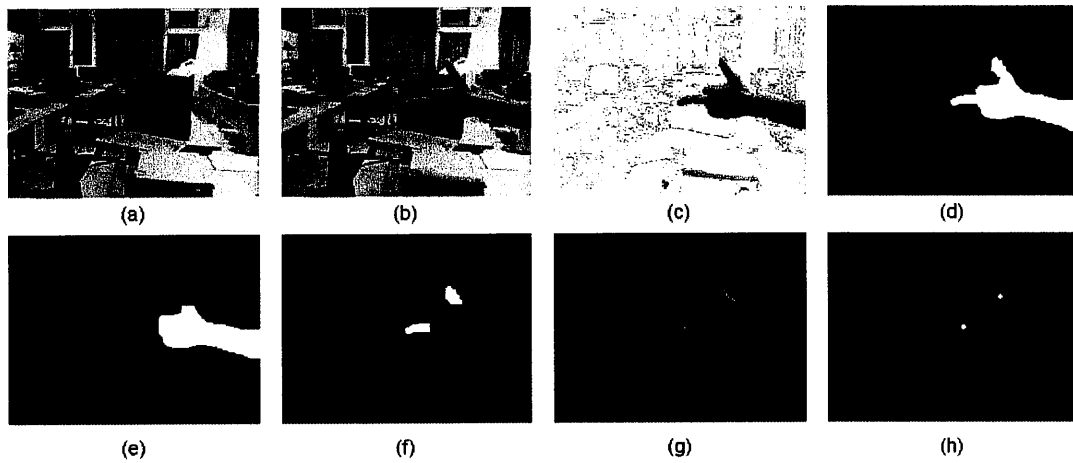


圖 4 - 38 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

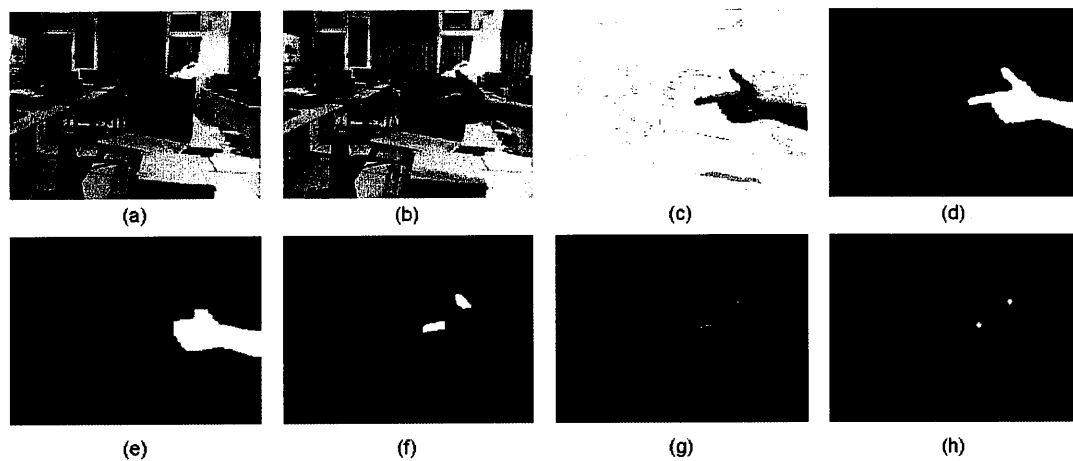


圖 4 - 39 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

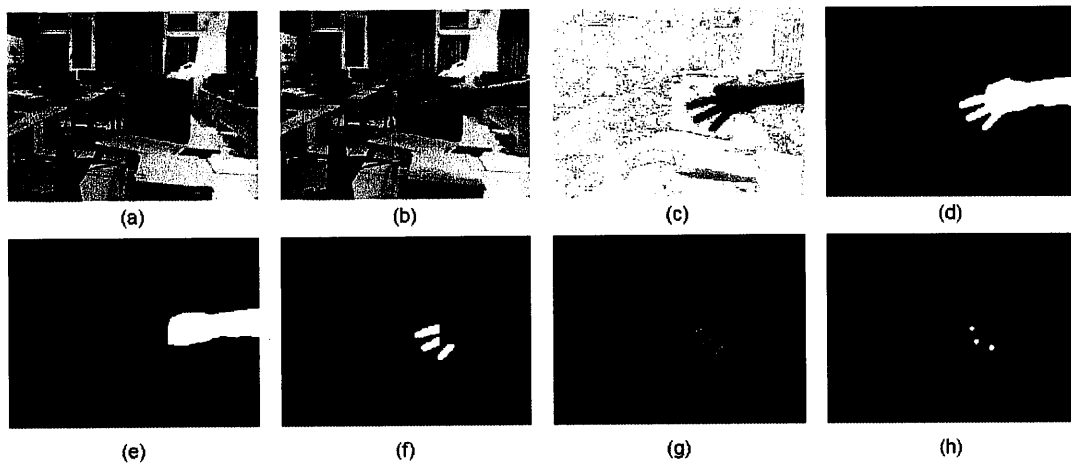


圖 4 - 40 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

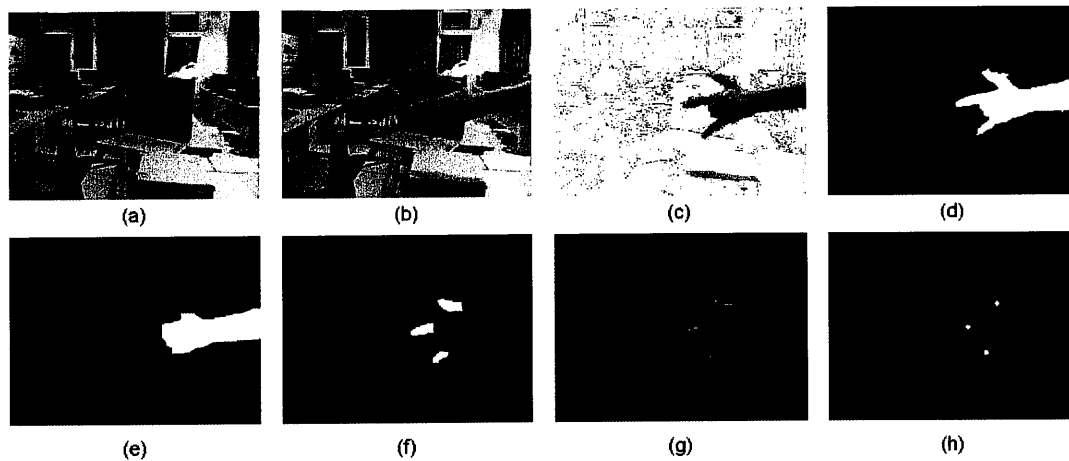


圖 4 - 41 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

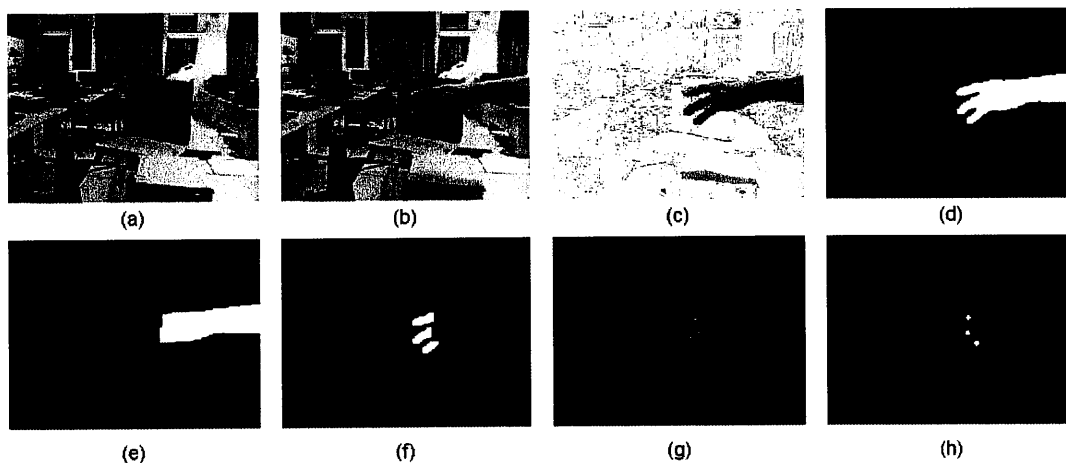


圖 4 - 42 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 3) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

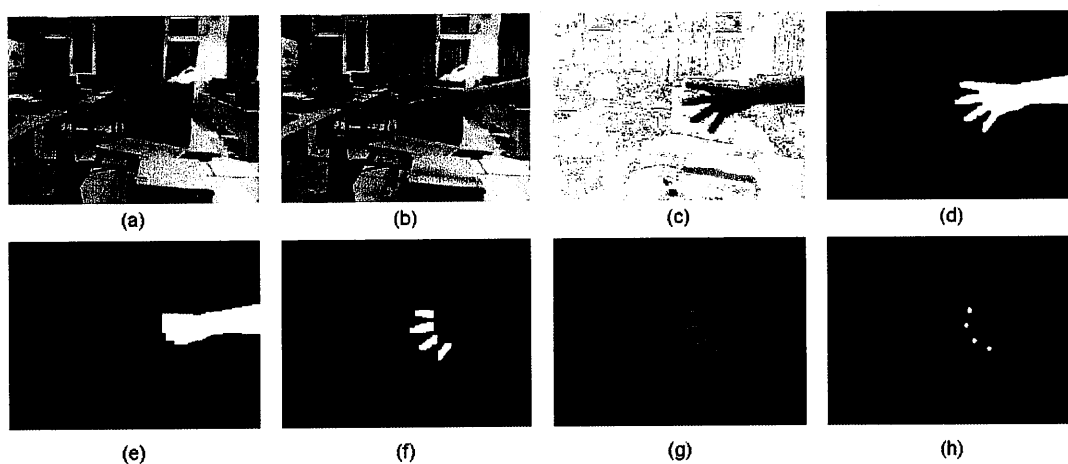


圖 4 - 43 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 4) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

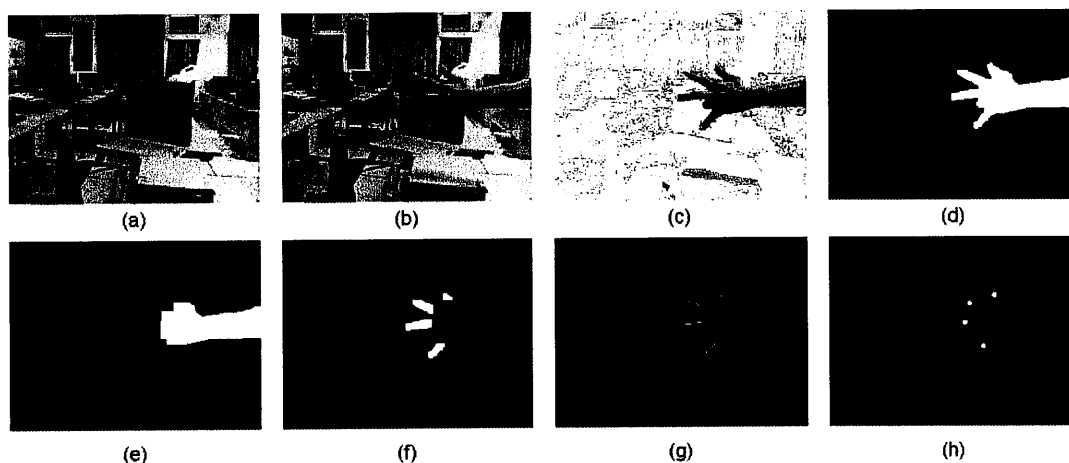


圖 4 - 44 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 4) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

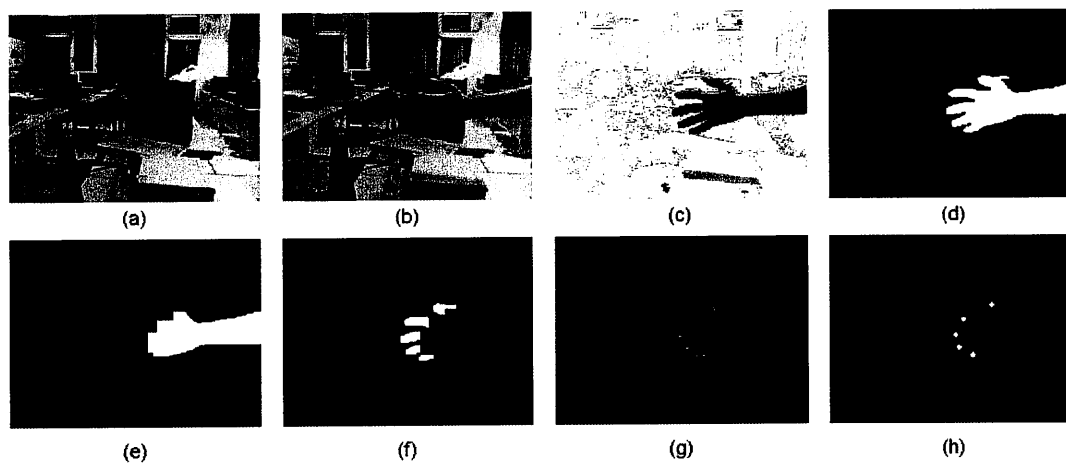


圖 4 - 45 實驗結果圖 (距離較遠、手指區塊數為 5) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

4.4 不同方向之實驗結果

本演算法在手勢分類演算法中所使用之特徵點為手指區塊，不論手勢在輸入影像中方向為何，均可成功切割出其手指區塊，在二指手勢排除法中所使用的特徵點手指長度及手指間距都是以切割出的手指區域計算得來，其輸入方向並不影響辨識結果，故本演算法針對不同方向手勢之輸入影像進行實驗，結果如下。

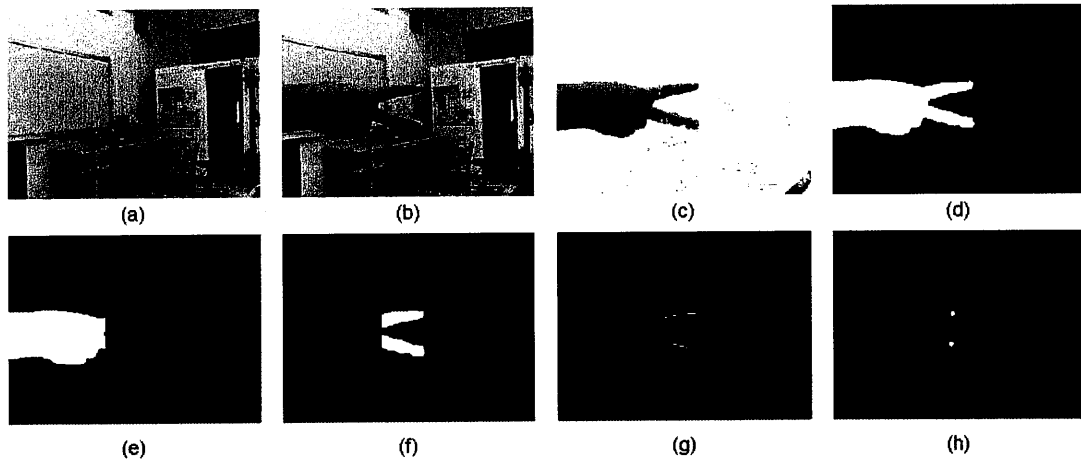


圖 4 - 46 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

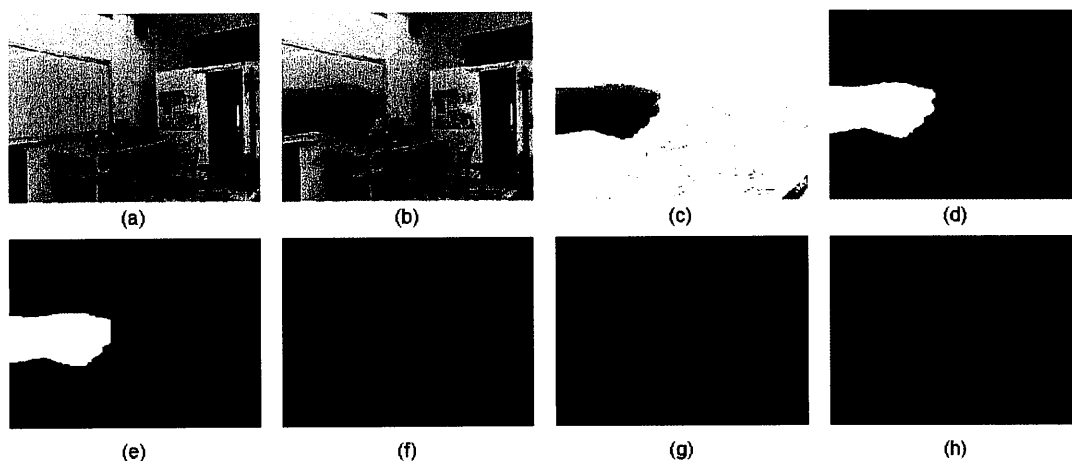


圖 4 - 47 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 0) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

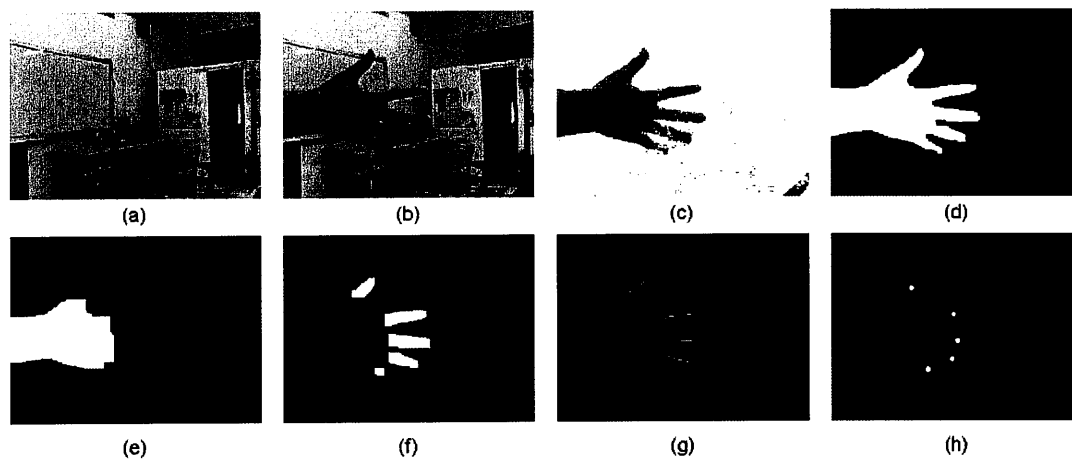


圖 4 - 48 實驗結果圖 (手指端朝右、手指區塊數為 5) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

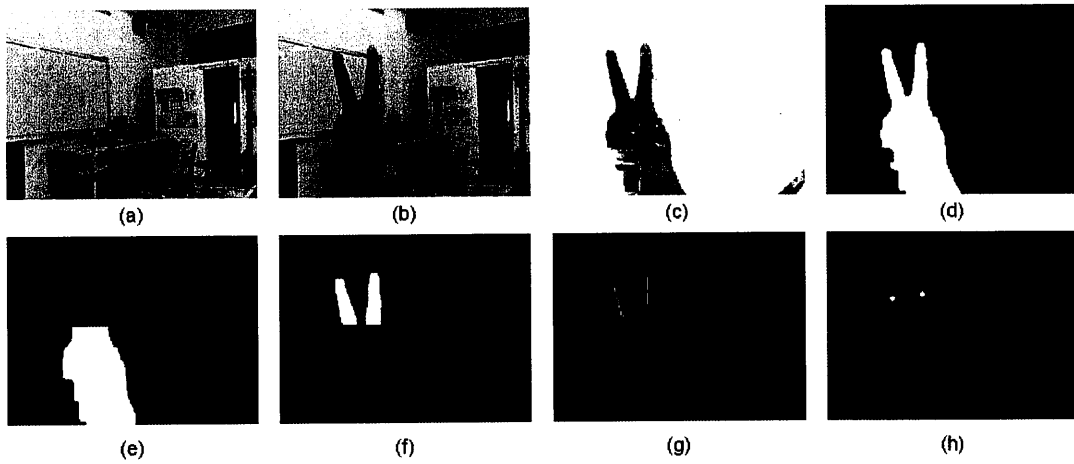


圖 4 - 49 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

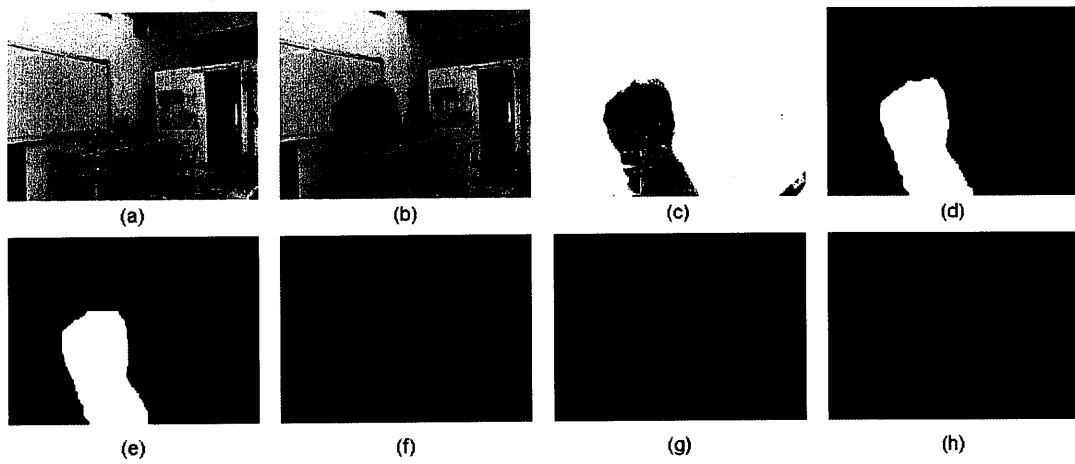


圖 4 - 50 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 0) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

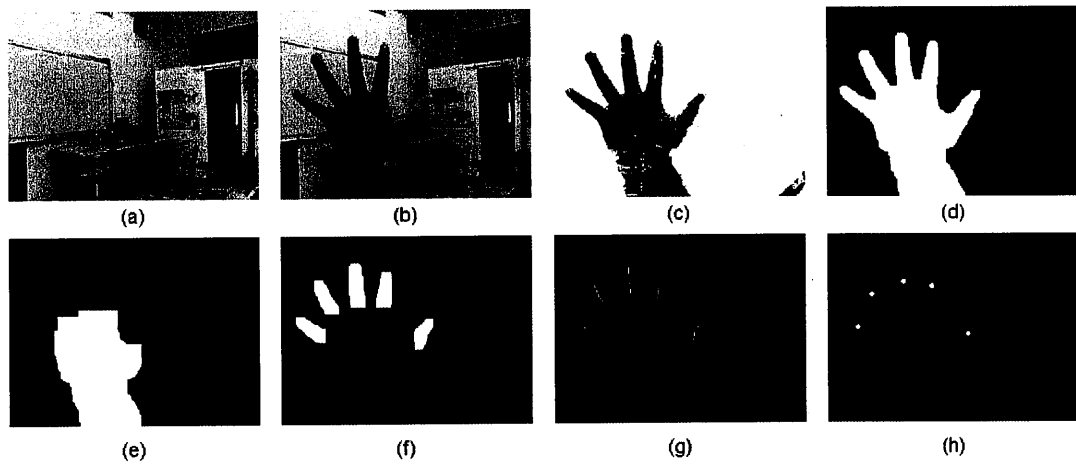


圖 4 - 51 實驗結果圖 (手指端朝上、手指區塊數為 5) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

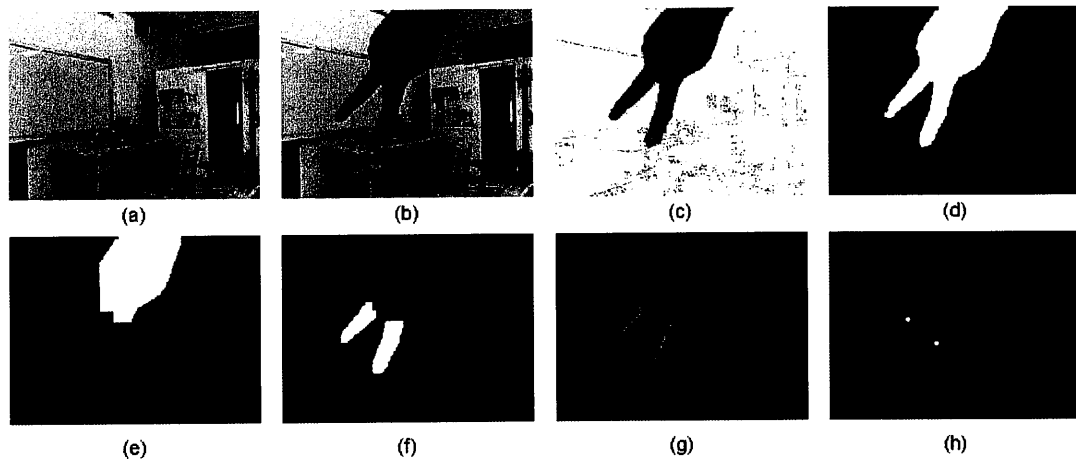


圖 4 - 52 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 2) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

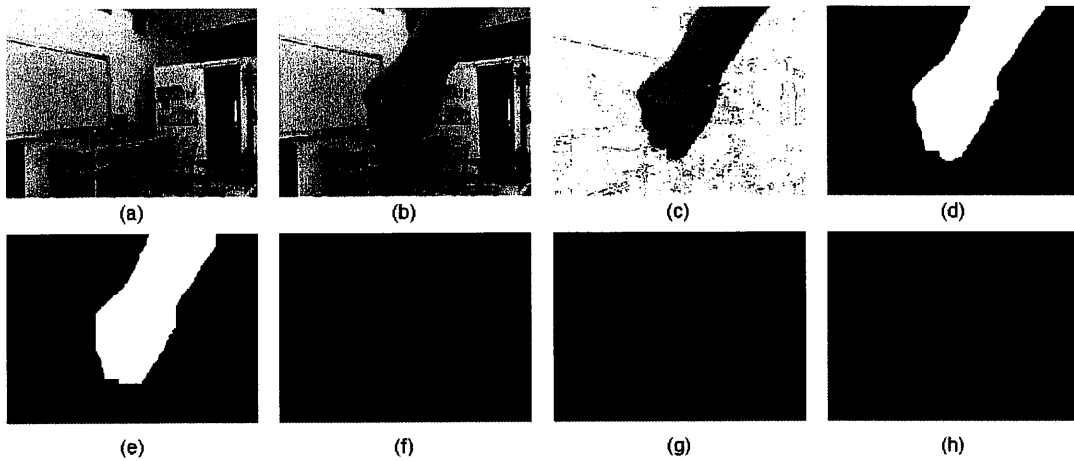


圖 4 - 53 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 0) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

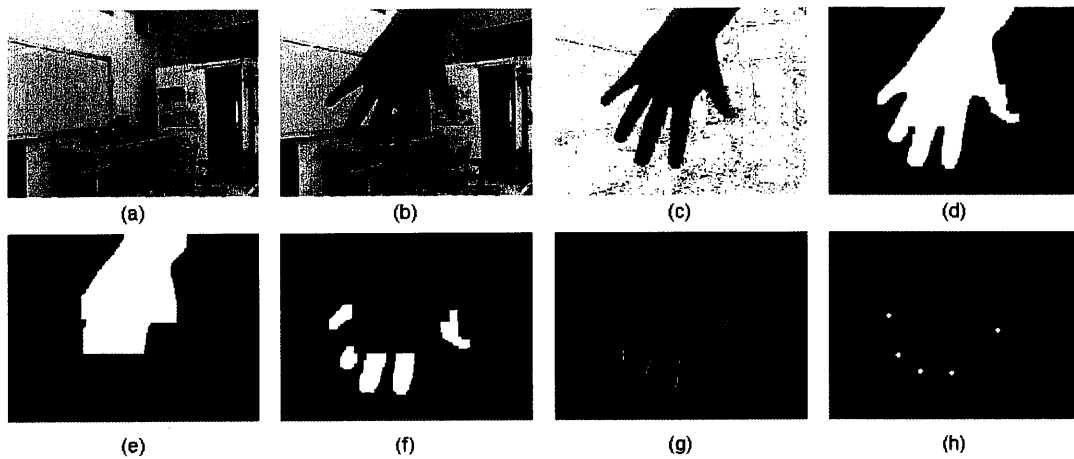


圖 4 - 54 實驗結果圖 (手指端朝下、手指區塊數為 5) :

(a)背景圖；(b)手勢圖；(c)手勢圖減背景圖；(d)膚色偵測圖；(e)侵蝕手指圖；(f)手指區塊圖；(g)手指區塊細線化圖；(h)手指中點圖。

4.5 與其他方法之比較

本文提出的演算法改善了下列論文中不完善部分：林昱旦先生[1]所提到受限於只能在單純的背景中運行，本文使用背景相減和膚色偵測等影像辨識技術，可在複雜背景中完整切割出欲辨識的手勢區域、曹文潔先生[6]所提到辨識物件手肘區域不能太大，本文提出的手勢分類演算法主要是利用切割出手指區塊並計算其數量便可將手勢快速分類成錯誤手勢、石頭手勢、布手勢、剪刀手勢 4 類，手肘區域大小並不影響辨識結果、黃建旻先生[8]所提到無法精準的排除錯誤手勢，本文除了利用手勢分類演算法可排除手指數為 1、3、4 的錯誤手勢，另外為了辨識出剪刀手勢是否正確，提出指間距離排除法及手指斜率排除法可以有效的來排除錯誤的剪刀手勢。

表 5 與其他演算法比較表。

	林昱旦先生[1]	曹文潔先生 [6]	本文
攝影裝置	影像感測器	網路攝影機	網路攝影機
解析度	640*480 (pixel)	320*240 (pixel)	320*240 (pixel)
FPS	15	30	30
辨識距離	50~130(CM)	未提	30~150(CM)
裝置校正	需要	未提	不需
背景環境	單純	複雜	複雜
膚色偵測	YUV	YCbCr	YCbCr
辨識特徵點	指間對應位置	掌心至手掌邊緣 各點距離	手指區域數量 & 特徵點之間斜率

第5章、結論與未來方向

5.1 結論

本文提出一種可以有效的辨識出猜拳遊戲中「剪刀、石頭、布」三種猜拳遊戲手勢之演算法，辨識距離約為 30 公分~150 公分之間，使用背景相減和膚色偵測等影像辨識技術，即使為複雜背景也可完整切割出欲辨識的手勢區域，本演算法所使用之特徵點為手指區塊故不受輸入手勢影像方向之限制，手勢分類演算法利用計算切割出手指區塊的數量並可快速將手勢分類成錯誤手勢、石頭手勢、布手勢、剪刀手勢 4 類，可快速的排除手指區塊數為 1、3、4 的錯誤手勢，此外提出指間距離排除法及手指斜率排除法，可以有效的來排除錯誤的剪刀手勢，辨識出剪刀手勢是否正確。

5.2 未來方向

本文仍有改進的空間，如所輸入的手勢影像皆在正常光源下拍攝，如果光源產生劇烈變化將對手部區塊切割產生很大的影響、本文中所輸入之手勢影像手腕部分皆為正常的角度，雖然手指斜率排除法中所使用手臂中軸上的點位於手掌裡，但手腕部分過於彎曲，也會對辨識結果產生影響。本文使用的影像擷取裝置為網路攝影機，我們希望能將此辨識技術結合網際網路，遠距離的進行原本需要面對面才能玩的猜拳遊戲。

參考文獻

- [1] 許常志，手部姿態辨識之研究，碩士論文，義守大學，台灣，2010 年
- [2] 劉東樺，以適應性膚色偵測與動態歷史影像為基礎之即時手勢辨識系統，碩士論文，大同大學，台灣，2009 年
- [3] 薛威明，即時手勢辨識於數位娛樂設計之研究，碩士論文，國立台北教育大學，台灣，2009 年
- [4] 王蔚強，基於型態學之手掌身分辨識，碩士論文，國立暨南大學，台灣，2008 年
- [5] 林昱旦，可攜式手型辨識系統，碩士論文，國立中央大學，台灣，2005 年
- [6] 黃建旻，應用於互動遊戲手勢追蹤與辨識之研究，碩士論文，華梵大學，台灣，2009 年
- [7] 曹文潔，猜拳機，碩士論文，國立中央大學，台灣，2007 年
- [8] 劉昆暢，結合膚色和骨架化之手掌辨識，碩士論文，國立勤益科技大學，台灣，2010 年
- [9] 王科植，結合 Adaboost 與 SIFT 特徵之手勢辨識系統，碩士論文，國立台灣大學，台灣，2007 年
- [10] 繆紹綱，數位影像處理活用-MATLAB，全華圖書股份有限公司，2007.09 初版八刷
- [11] 繆紹綱，數位影像處理運用 MATLAB，東華書局，2005.09 初版
- [12] 徐曉佩，數位影像處理，高立圖書有限公司，2005.06 初版
- [13] 吳成柯等，數位影像處理，儒林圖書公司，1993.02 初版
- [14] Yung-Wei Kao; Hui-Zhen Gu; Shyan-Ming Yuan, "Integration of Face and Hand Gesture Recognition", Convergence and Hybrid Information Technology, 2008. ICCIT '08. Third International Conference on , vol.1, no., pp.330-335, 11-13 Nov, 2008.

- [15] Antonis A. Argyros and Manolis I.A. Lourakis, "Vision-Based Interpretation of Hand Gestures for Remote Control of a Computer Mouse", HCI/ECCV 2006, LNCS 3979, pp. 40-51, 2006.
- [16] A. Kumar and D. Zhang, "Personal recognition using hand shape and texture", IEEE Transaction on Image Procddsing, vol. 15, no. 8, pp. 2454-2461, 2006.
- [17] E. Yörük, E. Konukoçlu, B. Sankur, and J. Darbon, "Shape-based hand recognition", IEEE Trans. on Image Processing, vol. 15, no. 7, pp. 1803-1815 2006.
- [18] A. Kumar and D. Zhang, "Combing fingerprint, palmprint and hand-shape for user authentication", 18th International Conference on Pattern Recognition, vol. 4, pp.549-552, 2006.
- [19] T. Coogan and A. Sutherland, "Transformation invariance in hand shape recognition", 18th International Conference on Pattern Recognition, vol. 3, pp. 485-488, 2006.
- [20] W. Xiong, K. A. Toh, W. Y. Yau, X. Jiang, "Model-guided deformable hand shape recognition without positioning aids", Pattern Recognition, vol. 38, no. 10, pp. 1651-1664, 2005.
- [21] Manresa, C., Varona, J., Mas, R., & Perales, F. J. "Hand Tracking and Gesture Recognition for Human-Computer Interaction", Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, 5(3), 96-104, 2005.
- [22] X. Liu and K. Fujimura, "Hand gesture recognition using depth data", in Proc. 6th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 529-534, 2004.
- [23] Vezhnevets, V., Sazonov, V., & Andreeva, A. "A Survey on Pixel-Based Skin Color Techniques", Proc. Graphicon-2003, Moscow, Russia, September, 85-92, 2003.
- [24] E. J. Holden and R. Owens, "Recognizing Moving Hand Shapes", in Proc. on 12th International Conference on Image Analysis and Processing, pp. 14-19, 2003.
- [25] C. C. Chang, I. Y. Chen, and Y. S. Huang, "Hand pose recognition using curvature scale space", in Proc. 16th International Conference on Pattern Recognition, pp. 386-389, 2002.

- [26] A. Wong and P. Shi, "Peg-free hand geometry recognition using hierarchical geometry and shape matching", Proc. of IAPR Workshop on Machine Vision Applications, pp. 281-284, 2002.
- [27] L. Bretzner, I. Laptev, and T. Lindeberg. "Hand gesture recognition using multi-scale colour features, hierarchical models and particle filtering", In Proc. Face and Gesture, pp. 423-428, Washington DC, 2002.
- [28] C. L. Huang and S. H. Jeng, "A model-based hand gesture recognition system", Proceedings of Machine Vision and Applications, vol. 12 pp. 243-258, 2001.
- [29] B. Martinkauppi, M. Laaksonen, and M. Sorian. "Behavior of skin color under varying illumination seen by different cameras at different color spaces", Machine Vision Applications in Industrial Inspection IX, Martin Hunt, Editor, Proceedings of SPIE vol. 4301 pp. 102-112, 2001.
- [30] Iannizzotto, G., Villari, M., & Vita, L. "Hand tracking for human-computer interaction with Graylevel VisualGlove", Turning back to the simple way, ACM International Conference Proceeding Series; 15, 1-7, 2001.
- [31] Wu, Y., & Huang, T. S. "Hand modeling, analysis and recognition", IEEE Signal Processing, 18(3), 51-60, 2001.
- [32] L. Gupta and S. Ma, "Gesture-based interaction and communication: automated classification of hand gesture contours", IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics- Part C, vol. 31, no. 1, pp. 114-120, 2001.

作者簡介

姓名:	古証兆	
出生日期:	民國 76 年 4 月 23 號	
學歷:	國立勤益科技大學 電子工程系碩士班 98/9~100/7 國立勤益科技大學 電子工程系 94/9~98/6	
專長:	影像處理、影像辨識和嵌入式系統	
E-mail:	mike0256x@yahoo.com.tw	
<p>參與發表論文:</p> <p>[1] Chin-Ho Chung, Wen-Yuan Chen, Jheng-Jhao Gu(古証兆), and Ciou-Yu Yan, "Video Game Interface Using Image Identification Technique" 2009 International Conference on Advanced Information Technologies (AIT) 2009, pp. 37-1~37-6, 24 -25 April 2009. (ISBN:978-986-7043-13-9)</p> <p>[2] Wen-Yuan Chen, Chin-Ho Chung, Sheng-yuan Heish, and Cheng-Chao Ku, "Rock, Paper and Scissors Image Identification Scheme," The 4th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science(NISS 2010), May 11-13, pp. 748~753, AICIT, Gyeongju, Korea, 2010.</p> <p>[3] Wen-Yuan Chen, Kun-Chang Liu, Chin-Yu Yen, Cheng-Chao Ku, Rock-paper-scissors Playing Game Identification, The 5th Intelligent Living Technology Conference (ILT2010) ,pp. 1510~1516, Taichung, Taiwan, 2010</p> <p>[4] Wen-Yuan Chen, Cheng-Chao Ku, and Chiu-Yu Yen "The 3D Game Associate with Human Body Control Using Image Detection Technique",The 18th National Conference on Fuzzy Theory and Its Applications,pp.476~481, Hualien,Taiwan, 2010</p> <p>[5] Chiu-Yu Yen, Cheng-Chao Ku, Wen-Yuan Chen, "The Toy Gun Sight Motion Detection by Image Processing Techniques", The 1st Conference on Applications of Innovation & Invention, Taichung, Taiwan, Nov., 2011,submitted.</p>		

