

逢 甲 大 學
自動控制工程學系碩士班
碩 士 論 文

利用紅外線熱像測溫影像處理系統進行孵
化雞蛋及病雞篩選之研究



The Identification and Filtering
of Fertilized Eggs and Sick Chicken
with Thermal Imaging Camera.

指導教授：林宸生教授

研 究 生：葉柏廷

中 華 民 國 一 百 零 一 年 六 月

致謝

兩年的碩士班時光雖然不長，但是卻能學習到許多的事情。在碩士班兩年的生活中，感謝自動控制系上的許多教授在教課與研究實作上給予幫忙與建議，及自控系辦的助教們，替我們解決了一些學業外較瑣碎的事，使我們能專心的在研究上。在這裡要特別感謝我的指導老師林宸生教授，在研究過程中給予我很多的幫助與教導，並且在光電及影像處理的領域上面，給予許多意見和研究方向，使我的研究可以如期的完成。在這碩士班的時間裡在老師的鼓勵和督導下，參加了很多全國性的比賽、研討會和展覽，例如全國 AOI 自動化光學檢測專題競賽、第三屆特殊教育教材教具、輔具暨電腦輔助教學軟體設計比賽和許多相關領域的研討會，藉由這些比賽及研討會，使這兩年碩士班生活增加了許多的回憶。

感謝逢甲大學電機工程學系的陳德請教授能在計劃進行過程中，常常給予寶貴的建議，讓我們能充實不少知識。藉由多次的溝通，可使得計畫的結果更佳出色，內心是十分感謝。

謝謝家人在我這兩年的碩士班期間，不管生活上或者是課業上所遇到的問題，都能在背後不斷的支持我和鼓勵我。也要謝謝國立彰化師範大學的建宏、英濠、及舒婷學妹能在我最困惑時給予 Matlab 程式指導，真的是非常的感謝你們大家。

學習過程中，謝謝學長書賢、國豪、安琮在程式上經驗的傳授，以及對未來職場上的工作給予相當意見。謝謝學弟國安、宇晨、振民、宏霖，讓我在碩士班時光中因有了你們，使得實驗室多了許多開心的氣氛。最後也要謝謝同學士緯、原彰、智聰、科廷，在研究和生活上遇到困境時，能夠互相的打氣加油並給予鼓勵。希望將來大家都能有很好的有一番作為，祝福彼此，共勉之。

葉柏廷 謹誌於

逢甲大學資訊電機學院

中華民國一百零一年六月

中文摘要

本研究利用紅外熱像儀拍攝的熱影像來分辨受精蛋好壞及判斷雞隻是否生病，利用開發工具撰寫的判斷程式進行影像處理與分析，完成受精蛋孵化率自動檢測系統及判斷生病雞隻系統的開發。受精蛋孵化率自動檢測系統的進行步驟為熱影像拍攝、截取圖後偵測待測物旁的溫度、藉由所偵測到的溫度差異利用模糊理論去求得最佳二值化閾值，以灰階共生矩陣取得受損雞蛋的特徵值，再利用 Sobel 運算子求的雞蛋邊緣後，做判斷孵化好壞雞蛋的顯示，本系統的準確度為 96%，檢測速度為 2 至 3 秒。而對於生病雞隻檢測系統方面，先用紅外熱像儀拍攝雞隻的熱影像，利用顏色分割求得出雞隻體溫資訊，再藉由程式判斷雞隻體溫是否過高，如果過高就判斷此雞隻是有問題的，反之則否。受精蛋熱影像清晰又易於判斷，使系統操作簡單，即使是無經驗的人，也能經由本系統的檢測來判斷雞蛋孵化的好壞。生病雞隻通常都會伴隨著發燒的症狀，因此藉由機器視覺代替人力的方式，可以實現省時、省力之目的，提升養雞場的檢測品質。

關鍵詞：紅外熱像儀、二值化、模糊理論、灰階共生矩陣、Sobel 運算子、顏色分割

Abstract

In this study, a thermal imaging system for the identification and filtering of fertilized eggs and sick chicken is presented. The system can detect the temperature of the target from the infrared image. The edge of the Sobel operator can seek the outline of eggs. The fuzzy theory is used to obtain the best threshold value for damaged eggs with the grayscale co-occurrence matrix. Then the system can make a judgment for the eggs is good or bad. In the sick chicken detection system, the thermal imaging with color segmentation can obtain the chickens body temperature information, and determine whether the chickens body temperature is too high or not. The system is easy to operate, even for people without experience, can also use this system to identify the bad eggs. Sick chickens are usually accompanied by symptoms of fever. With the machine vision in the testing process instead of person, time-saving can be achieved, and the quality can also be improved in the chicken farm.

Keyword : Thermal imaging system, Fuzzy theory, Gray Level Co-occurrence Matrix, Color segmentation

目錄

致謝.....	i
中文摘要.....	ii
Abstract.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	x
第一章、緒論.....	1
1.1 研究背景及動機.....	1
1.2 研究目的及其重要性.....	2
1.3 國內外相關研究.....	2
1.4 論文架構.....	9
第二章、研究理論與方法.....	10
2.1 孵化雞蛋之特性.....	10
2.1.1 孵化雞蛋的構造.....	10
2.1.2 孵化雞蛋之活胚與死胚的差異.....	11
2.2 紅外線熱像測溫儀之工作原理.....	13
2.3 二值化之原理.....	15
2.3.1 影像灰度.....	15
2.3.2 二值化的基本原理.....	15
2.4 模糊理論之原理.....	16
2.4.1 系統架構.....	17
2.4.2 模糊化.....	17
2.4.3 規則庫與模糊推論.....	20
2.4.4 解模糊化.....	20

2.5 孵化雞蛋邊緣檢測之原理.....	21
2.6 灰階共生矩陣之原理.....	23
2.6.1 灰階直方圖.....	23
2.6.2 灰階共生矩陣.....	24
2.6.3 灰階共生矩陣之特徵值擷取.....	26
2.7 檢測孵化雞蛋之原理.....	28
2.8 生病雞隻的特性.....	30
2.8.1 食用雞的特徵.....	30
2.8.2 造成雞隻發燒的原因.....	30
2.9 顏色分割之原理.....	32
2.10 生病雞隻檢測系統之原理.....	35
第三章、實驗架構與流程.....	37
3.1 紅外線熱像測溫儀偵測的架構.....	37
3.1.1 F30 面積式紅外線熱像測溫儀.....	39
3.2 DS1821 溫度感測器.....	42
3.3 受精蛋孵化率自動檢測之流程與程式介面.....	43
3.4 生病雞隻檢測系統之流程與程式介面.....	45
第四章、實驗結果與討論.....	47
4.1 受精蛋孵化率自動檢測系統.....	47
4.1.1 Sobel 運算子求邊緣分析.....	47
4.1.2 灰階共生矩陣分析.....	49
4.1.3 模糊理論求得二值化閾值分析.....	60
4.2 生病雞隻檢測系統.....	63
第五章、結論與未來展望.....	65
5.1 結論.....	65

5.1.1 受精蛋孵化率自動檢測系統.....	65
5.1.2 生病雞隻檢測系統.....	65
5.2 未來方向.....	66
參考文獻.....	67



圖目錄

圖 1.1 試驗用之火鶴花.....	3
圖 1.2 判斷及檢測的流程圖.....	4
圖 1.3 測量雞蛋的振動參數之裝置.....	5
圖 1.4 測量蛋殼光透性的光學系統.....	5
圖 1.5 監測步驟流程圖。.....	6
圖 1.6 小波變換對於雞蛋的共振信號 (a)蛋殼頂部有明顯裂痕的蛋 (b)正常的蛋.....	7
圖 1.7 在 540 nm 波長下健康與病變雞的輪廓圖像	8
圖 2.1 雞蛋之剖面圖.....	10
圖 2.2 雞胚的正常發育圖.....	11
圖 2.3 (a)活胚透視示意圖 (b)死胚透視示意圖	11
圖 2.4 紅外熱像儀拍攝的孵化雞蛋圖像.....	12
圖 2.5 紅外熱像儀拍攝的孵化雞蛋圖像作完二值化後的圖.....	12
圖 2.6 紅外線頻譜圖.....	14
圖 2.7 (a)影像二值化分析 (b)影像二值化後的結果	16
圖 2.8 模糊邏輯系統流程.....	17
圖 2.9 輸入的溫度歸屬函數.....	19
圖 2.10 輸出的二值化閥值強度歸屬函數.....	19
圖 2.11 Sobel 運算子	21
圖 2.12 Prewitt 運算子	21
圖 2.13 相片中的灰階直方圖.....	23
圖 2.14 8×8 之灰階影像	25
圖 2.15 各方向之灰階共生矩陣.....	25
圖 2.16 受精蛋孵化率自動檢測系統操作流程圖.....	29

圖 2.17 食用雞隻圖.....	30
圖 2.18 人體發燒的熱像圖.....	31
圖 2.19 雞隻的熱像圖.....	31
圖 2.20 (a)原始影像 (b)(c)運用顏色分割將藍球及紅球與背景分離.....	32
圖 2.21 擷取後雞隻熱影像的圖.....	35
圖 2.22 生病雞隻檢測系統操作流程圖.....	36
圖 3.1 紅外線偵測系統.....	37
圖 3.2 紅外熱像儀系統結構圖.....	38
圖 3.3 F30 面積式紅外線熱像測溫儀.....	39
圖 3.4 (a)狗的熱成像 (b)人的熱成像 (c)食用蛋的熱成像 (d)雞隻的熱成像 ..	40
圖 3.5 量測距離與 F.O.V.(field of view)	41
圖 3.6 溫度感測器的實體圖.....	42
圖 3.7 受精蛋孵化率自動檢測之系統流程圖.....	43
圖 3.8 受精蛋孵化率自動檢測程式介面圖.....	44
圖 3.9 程式介面圖.....	45
圖 4.1 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b)Sobel 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓	47
圖 4.2 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b) Prewitt 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓 ..	48
圖 4.3 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b) Robert 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓 ..	48
圖 4.4 (a)良好孵化雞蛋的灰階圖 (b)良好孵化雞蛋灰階直方圖 (c)良好孵化 雞蛋各像數點的曲線圖。	49
圖 4.5 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=1$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及 灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。	50
圖 4.6 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=2$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及 灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135	

度。	51
圖 4.7 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=3$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。	52
圖 4.8 (a)損毀孵化雞蛋的灰階圖 (b)損毀孵化雞蛋灰階直方圖 (c)損毀孵化雞蛋各像數點的曲線圖	53
圖 4.9 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=1$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。	54
圖 4.10 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=2$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。	55
圖 4.11 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=3$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。	56
圖 4.12 Matlab 歸屬函數圖 (a)輸入的溫度歸屬函數圖 (b)輸出的二值化強度歸屬函數圖	60
圖 4.13 孵化雞蛋檢測系統在各溫度所對應的最佳二值化閾值曲線圖	61
圖 4.14 (a)雞隻熱成像的圖 (b)顏色分割後的圖	63
圖 4.15 偵測到體溫過高時之介面圖	64

表目錄

表 1.1 論文架構表.....	9
表 2.1 溫度模糊化時所定義的述語.....	17
表 2.2 常用的模糊集合表示法.....	18
表 3.1 F30 紅外線熱像測溫儀的相關規格	41
表 3.2 DS1821 溫度感測器的功能與特色	42
表 3.3 程式介面介紹表.....	44
表 3.4 程式介面介紹表.....	46
表 4.1 像素距離 $d=1$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b) 損壞雞蛋特徵值數值表。	57
表 4.2 像素距離 $d=2$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b) 損壞雞蛋特徵值數值表。	58
表 4.3 像素距離 $d=3$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b) 損壞雞蛋特徵值數值表。	59
表 4.4 孵化雞蛋檢測系統在各溫度所對應之最佳二值化閾值.....	62
表 4.5 孵化雞蛋檢測系統之實驗結果表.....	62

第一章、緒論

1.1 研究背景及動機

在現今國內的日常飲食中，食用雞肉占有非常重要的地位，是相當重要的營養來源，是為維持身體健康的重要食品，所以在孵化雞蛋及雞隻健康的篩選方面就顯的格外重要，如何有效的提升篩選孵化雞蛋及雞隻健康的優劣狀況，是目前研究人員積極發展的目標[1]。

目前養雞場的工作情況來看，工作人員一次都要檢測上百顆甚至上千顆孵化的雞蛋，由於是人工檢測的關係，所以較為費時。資深的檢測人員可能要花費不少時間去做孵化雞蛋篩選，在這樣冗長且單調的工作中，檢測人員可能會因為眼睛及精神上的疲勞而有誤判篩選孵化雞蛋的情況，使得劣質食用雞蛋流入市場，而造成消費者購買問題的情況發生。而對於雞隻健康方面，一般養雞場的師傅則是以雞隻的活動狀況來做一個判別，當雞隻產生行動衰退、嘔吐或活動異常時，師傅就會比較警覺。但當雞隻數量太多或師傅經驗不足時，有時就要借由外力來做檢測，故本研究採用紅外線測溫儀來檢測雞隻是否有體溫過高的狀況，由於雞隻跟人一樣都是動物，所以當雞隻有不舒服狀況發生時往往會伴隨著發燒，比如說，雞隻中暑或最近很嚴重的禽流感等等都會有此情況，故可及時做防範處理。基於上面的因素，以機器視覺代替人力是現今較理想的解決方案之一。

本研究是利用紅外線偵測技術所製成的紅外線熱像測溫儀結合個人電腦，再利用 Borland C++ Builder 6.0 編譯器撰寫檢測程式。對於孵化雞蛋方面則是先做熱影像二值化處理後，利用 Sobel 運算子去算出孵化雞蛋的邊緣，再用感溫器測量待測雞蛋旁的溫度，並利用模糊理去微調二值化之閾值，以灰階共生矩陣計算受損雞蛋的特徵數值，再做孵化雞蛋篩選，當判斷完後再由檢測人員將劣質的蛋挑出即可。而雞隻健康方面的檢測，則是先找出熱影像中的雞冠及雞腳的位子後，再利用程式去檢測這兩個區域的溫度，當溫度大於我們所設的值後，程式會自行

判斷此雞隻有健康不良的狀況發生。由結合紅外熱像儀所做出的檢測方法可以大幅的縮短檢測時間及降低檢測雞蛋的難度外，還可以減少人力的需求及精神疲勞，最後達到提升利潤、效率及準確性之成果。

1.2 研究目的及其重要性

在國內目前孵化雞蛋及雞隻的檢測大多還是採用人工的方式，由於孵化雞蛋的生產量及雞隻數量過於龐大，檢測人員的工作量就會格外沉重，所以難免會有人為的疏失，而如果要再訓練一名專業檢測人員，可能要花費數個月甚至幾年的時間，因為要能夠成為專業的檢測人員，是需要長時間累積篩選孵化雞蛋及判斷雞隻活動狀況的經驗。所以這樣長時間的空窗期對於出產食用雞蛋及食用雞肉的養雞場來說，是無法承擔的風險，故以機器視覺代替人力是現今較理想的解決方案之一。利用紅外線熱像測溫儀與溫度感測器結合自行開發的程式去做篩選孵化雞蛋及生病雞隻檢測的工作，即使是對於養雞場作業流程不熟的人，也可以透過本程式去進行作業。這樣對於養雞業而言，不但能改善人手不足的缺點，還可以提升檢測的速度，相信這對養雞業來說是相當樂見其成的結果。

1.3 國內外相關研究

英國物理學家William Herschel 在1800年發現了紅外線，從此開闢了人類應用紅外線技術的源頭。在第二次世界大戰中，德國人研發了主動式夜視儀，這時為紅外線技術的發展打下了基礎。1950 年代銻化銦和碲化鎘汞光子探測器的發展，才開始出現高速掃描及即時顯示目標熱影像的系統。1960 年代早期，瑞典AGA 公司成功研製第二代紅外線成像裝置，在紅外線尋視系統的基礎上增加測溫功能，稱之為紅外線熱像，而到了現代紅外線熱像的技術可說是趨近成熟了。所以在國內的相關研究論文裡，由紅外線熱像技術所製成的紅外線熱像測溫儀

(Thermal Imaging Camera)的應用可以說是相當的多，像是金屬量測、地底量測、散熱裝置的量測、動植物的量測等等繁族不及備載。以下會根據紅外線熱像測溫儀幾個應用的不同而有完整的介紹。

1.紅外線溫度計用於火鶴葉溫量測之研究

國立中興大學生物產業機電工程學研究所的周檳源先生，應用具有非接觸式特點的紅外線熱像測溫儀[2]，來做火鶴葉溫量測，如圖1.1所示，經回歸校正後平均誤差可 0.3°C 。紅外線溫度計在葉溫量測的應用上除了可準確量測葉溫外並可藉火鶴葉溫的差異瞭解火鶴花的土壤水分狀況，對於土壤水分造成之葉溫差異，經實驗後發現在葉緣部位較為明顯。因單點是紅外線溫度計的量測數據為一範圍內之平均溫度，故需利用熱影像儀才可看出一葉片上不同部位之溫度分布。



圖 1.1 試驗用之火鶴花

2.應用紅外線熱影像偵測棒球投手運動訓練適應之研究

中國文化大學運動教練研究所趙桂嫻小姐利用紅外線熱影像與運動訓練適應日誌對於棒球投手在不同階段特定部位之體表溫度以及體重、心跳率、血壓與綜合指標恢復控制因子的變化[3]，並且瞭解個別樣本在紅外線熱像圖分佈情形，以提供教練對於掌握運動員訓練適應的一些反應和線索。

3.運用紅外線熱影像評估材料的疲勞極限

Loung 運用紅外線熱影像評估材料的疲勞極限 (Fatigue limit evaluation of metals using an infrared thermo graphic technique) [4]，其運用紅外線熱影像檢測現有之損壞處，以及金屬的疲勞過程，最後評估在極短時間內發生之疲勞極限。

4.雞蛋分類機器視覺系統

V.C. Patel、R.W. McClendon 及 J.W. Goodrum 等人利用機器視覺來判別雞蛋 (Development and evaluation of an expert system for egg sorting) 表面上的裂痕、血斑、污垢污漬等等[5]。最後則使用神經網路去做高精準度的分類檢測。圖 1.2 為判斷及檢測的流程圖。

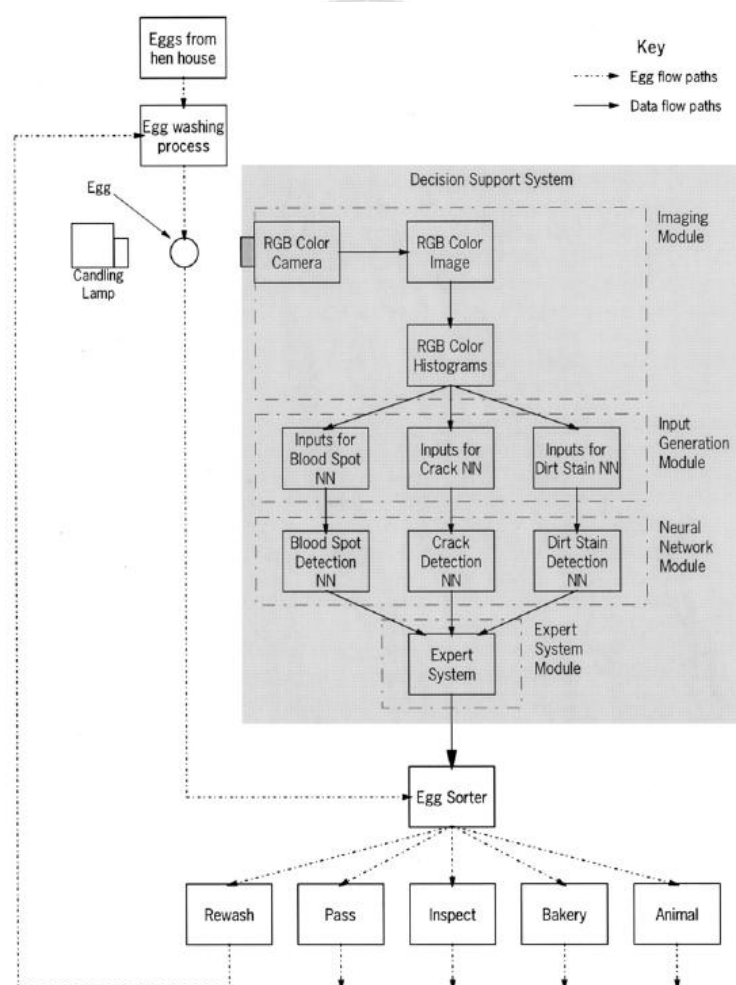


圖 1.2 判斷及檢測的流程圖

5.利用聲波共振和光透射譜技術測量蛋殼導電性

F.R. Bamelis、B. De Ketelaere、K. Mertens、B.J. Kemps、E.M. Decuyper、J.G. De Baerdemaeker 等人利用聲頻共振技術及量測蛋殼透光度技術(Measuring the conductance of eggshells using the acoustic resonance technique and optical transmission spectra)[6]，算出蛋殼的導電性，這兩項技術都具有非破壞性及快速兩種性質。圖 1.3 為測量雞蛋的振動參數之裝置。圖 1.4 為測量蛋殼光透性的光學系統。



圖 1.3 測量雞蛋的振動參數之裝置

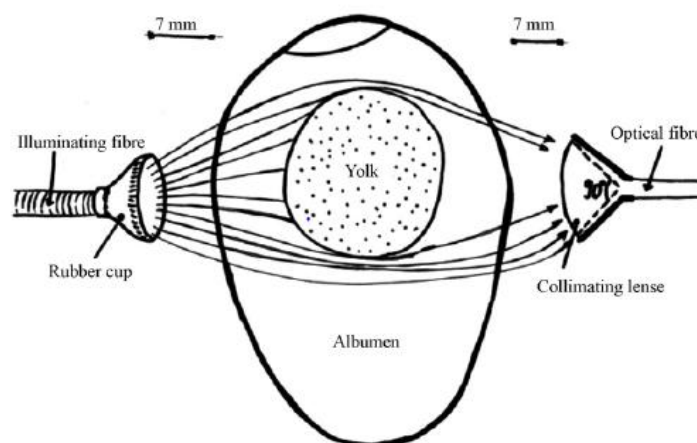


圖 1.4 測量蛋殼光透性的光學系統

6. 以數據為基底的智能控制圖監測每天雞蛋重量之設計

浙江大學的 K. Mertens、B. Ostyn、B. Kemps 等人依據雞蛋重量隨母雞年齡的增長而增加為基礎[7]，將母雞群分類成一大雞群(約 500 隻母雞)一小雞群(72 隻母雞)去做分類實驗以測數據，最後根據實驗出來的數據去做出智能控制圖(Data-based design of an intelligent control chart for the daily monitoring of the average egg weight)。圖 1.5 為監測步驟流成圖。

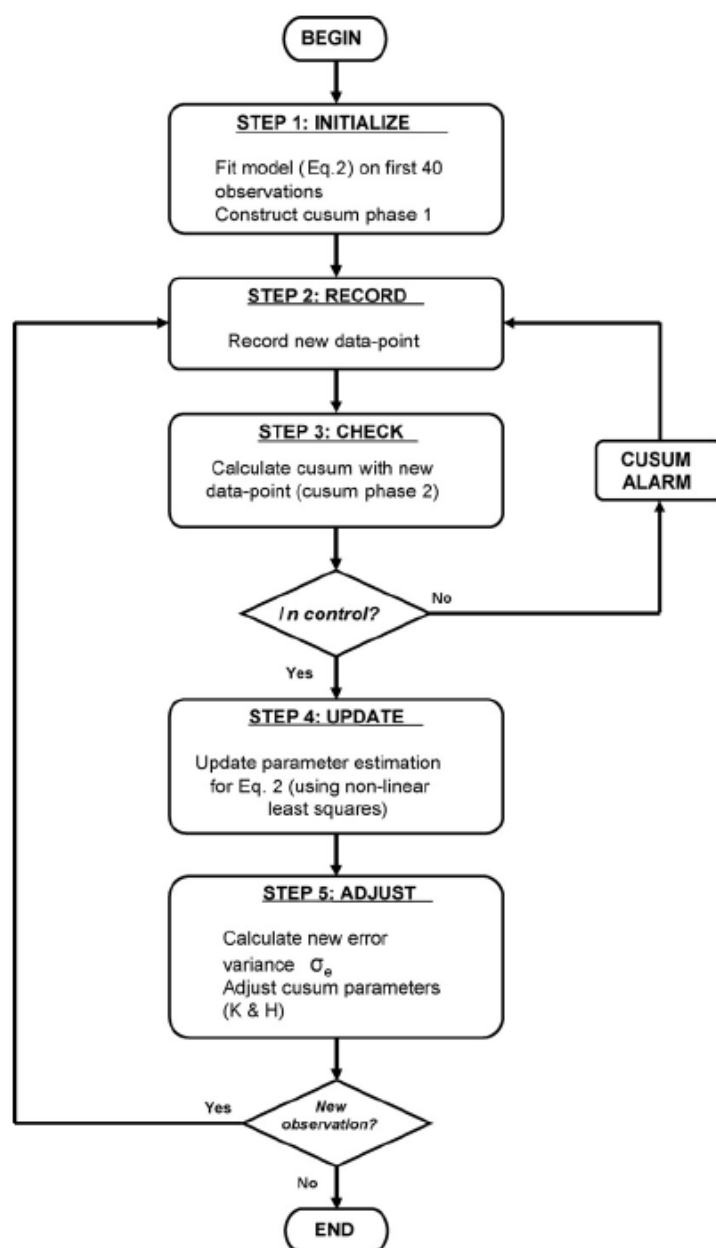


圖 1.5 監測步驟流成圖。

7.利用連續小波轉換的支持向量機做蛋殼裂紋檢測

中國武漢大學的 D. Xiaoyan、W. Qiaohua、C. Hong、X. Hong 等人利用連續小波轉換的支持向量機(SVM)系統，搭配傅立葉頻率分析去檢測蛋殼裂痕的震動響應(Eggshell crack detection using a wavelet-based support vector machine)，進而做蛋殼裂痕的檢測[8]。圖 1.6 為小波變換對於雞蛋的共振信號，(a)為蛋殼頂部有明顯裂痕的蛋，(b)為正常的蛋。

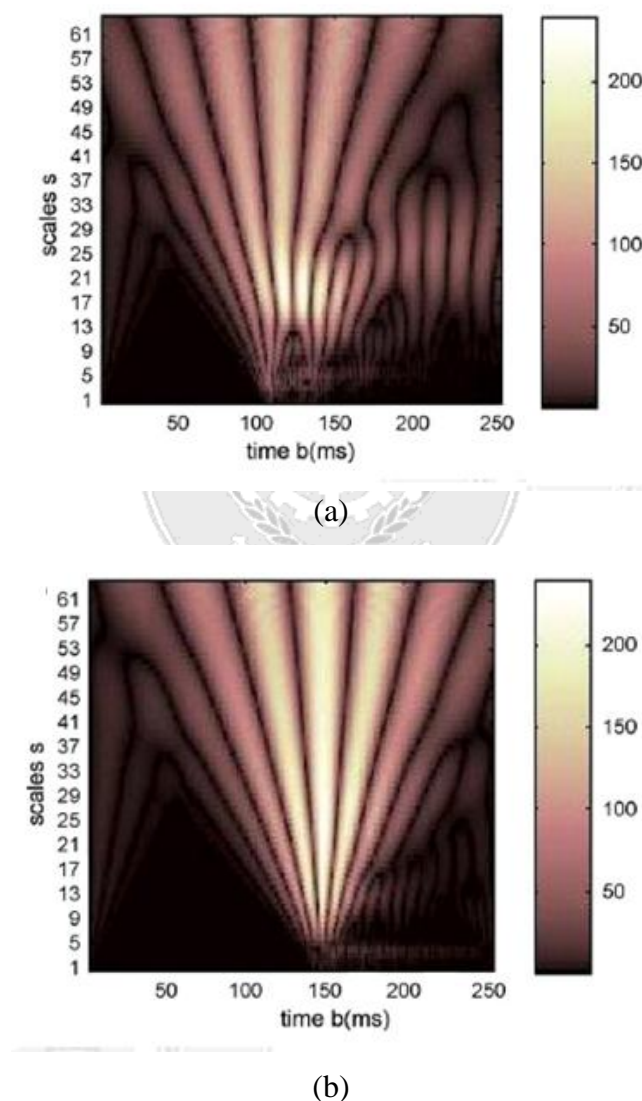


圖 1.6 小波變換對於雞蛋的共振信號 (a)蛋殼頂部有明顯裂痕的蛋 (b)正常的蛋

8.利用多光譜圖像做雞隻病變鑑定系統

Chun-Chieh Yang、Kuanglin Chao、Yud-Ren Chen 及 Howard L. Early 等人利用雞隻所發出之光譜經過圖像採集，圖像處理算法制定，調整和分析圖像設計一套多光譜成像系統(Systemically diseased chicken identification using multispectral images and region of interest analysis)[9]，用來判斷雞隻的身體狀況。圖 1.7 為在 540 nm 波長下健康與病變雞的輪廓圖像。

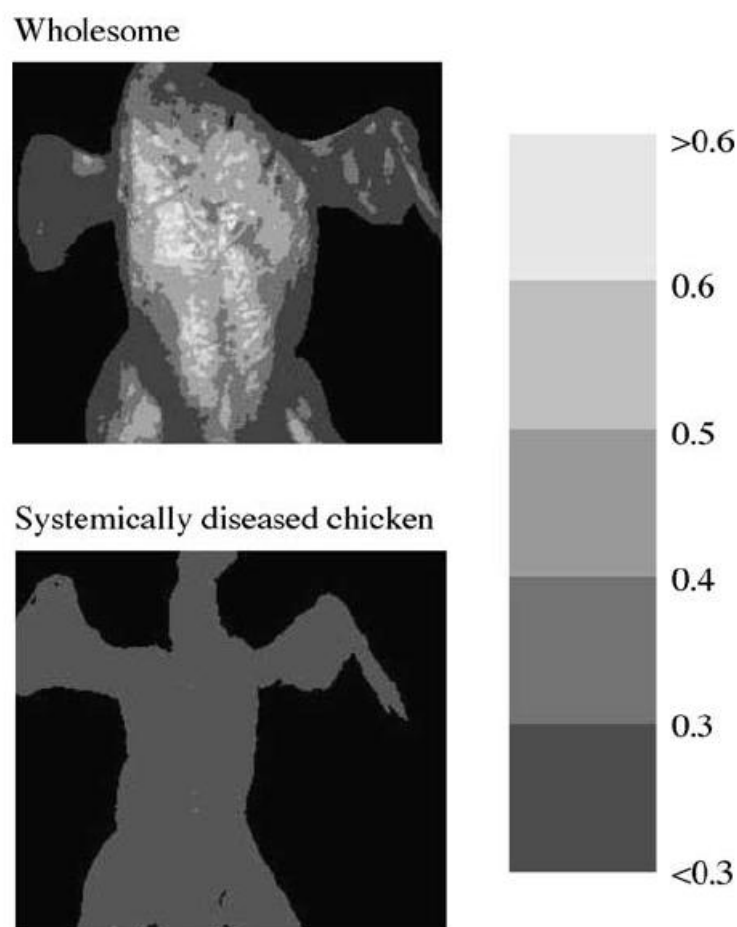


圖 1.7 在 540 nm 波長下健康與病變雞的輪廓圖像

1.4 論文架構

本論文一共分五個章節，其內容大致如表 1.1 所示。

章節	內容
第一章 緒論	說明本文的背景、研究動機、目的與重要性，及研究相關的文獻回顧。
第二章 研究理論與方法	將說明本研究所應用在孵化雞蛋檢測及生病雞隻檢測等方面。
第三章 實驗架構與流程	將說明使用的檢測方法、系統架構、研究設備等等。
第四章 實驗結果與討論	將針對本研究所提出的檢測方法其成果如何，並對研究結果的探討。
第五章 結論與未來展望	總結本研究之成果以及未來的研究方向與其應用。

表 1.1 論文架構表

第二章、研究理論與方法

2.1 孵化雞蛋之特性

2.1.1 孵化雞蛋的構造

蛋為一生物學容器，在容器內蘊涵著物種繁衍所需要之有機及無機物質[10]。而容器的包裝部分我們稱為蛋殼，而從胚胎發育至雛雞所需要的養分，如：胺基酸、脂肪、礦物質及維生素等等皆儲存在蛋黃及蛋白(albumen)內，供給授精蛋所需的養分，圖 2.1 為雞蛋之剖面圖。

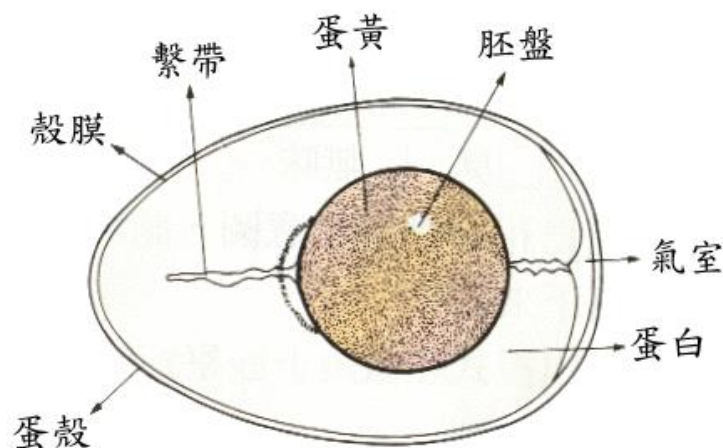


圖 2.1 雞蛋之剖面圖

而隨著受精雞蛋的孵化，蛋殼內的構造也會有所改變，氣室會隨著孵化期的進展而變大，裡面的胚胎也會因吸收養分而結構變的較為結實，圖 2.2 為雞胚的正常發育圖[11]。

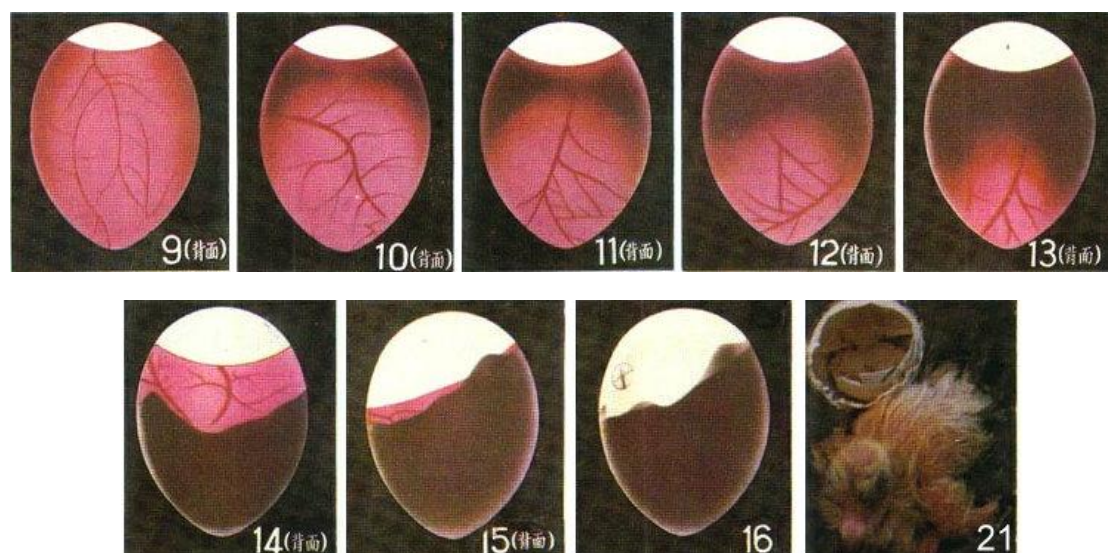


圖 2.2 雞胚的正常發育圖

2.1.2 孵化雞蛋之活胚與死胚的差異

在本研究中，我們研究的對象皆為孵化兩個禮拜的授精雞蛋，由圖 2.2 可得知一般正常孵化兩個禮拜的活胚氣室與胚胎應為分層清楚，而在探照燈下胚胎的形狀應該為一致性且不透明且氣室清晰可見[12]，如圖 2.3(a)。而死胚由於發展不正常，所以氣室會與胚胎混在一起，在探照燈下的形狀則成混濁狀且不一致性也不透明。如圖 2.3(b)。

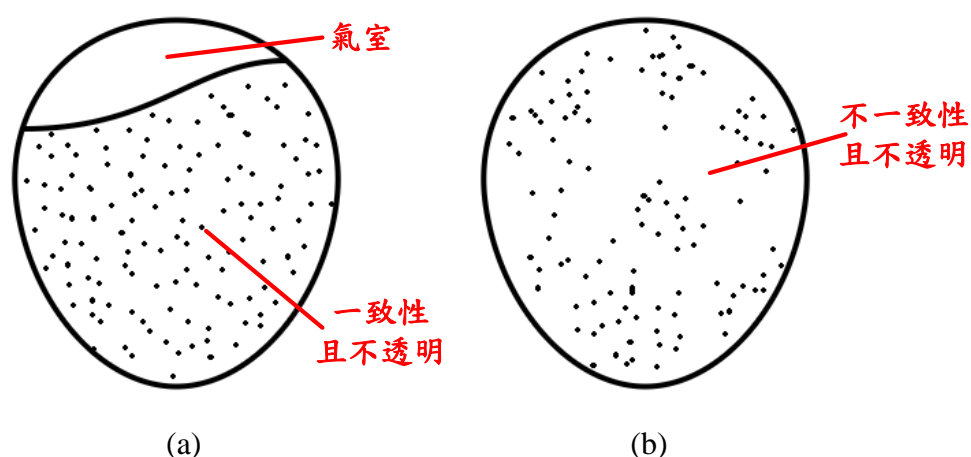


圖 2.3 (a)活胚透視示意圖 (b)死胚透視示意圖

我們在拍攝孵化雞蛋的時候，都是從雞蛋育溫箱裡拿出來一段時間的。由於

死胚較活胚的散熱速度快，所以在利用紅外線熱像測溫儀拍攝孵化雞蛋時，會發現死胚的溫度會低於活胚，在紅外線熱像測溫儀上成像就會有顏色上的區別，如圖 2.4，故我們就是利用這點差異透過影像二值化後，如圖 2.5，去做孵化雞蛋的好壞判斷。

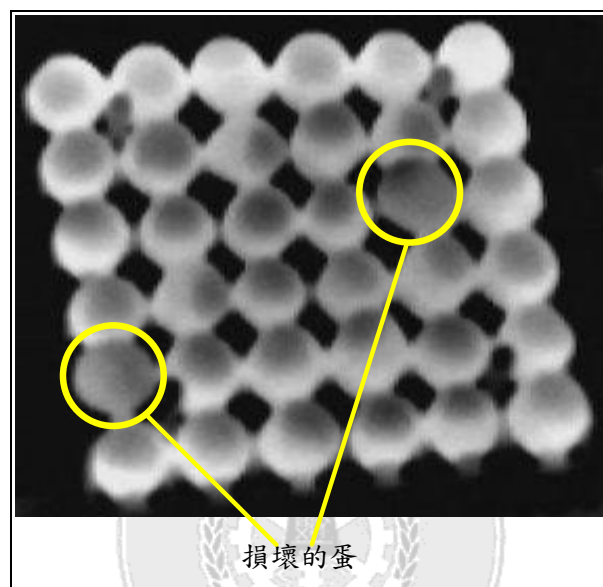


圖 2.4 紅外熱像儀拍攝的孵化雞蛋圖像

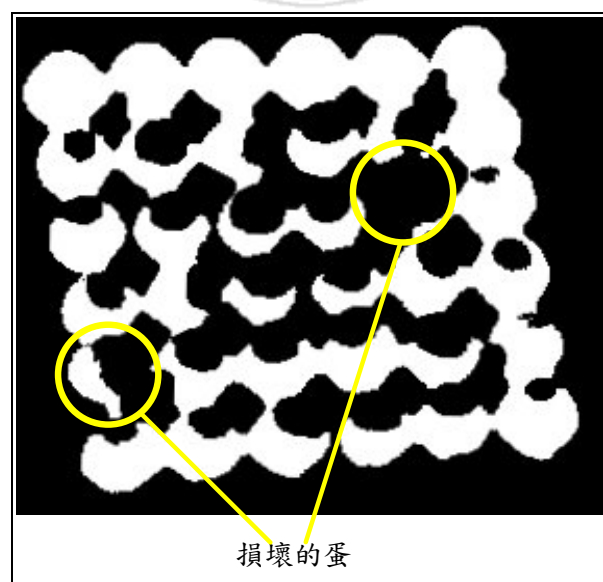


圖 2.5 紅外熱像儀拍攝的孵化雞蛋圖像作完二值化後的圖

2.2 紅外線熱像測溫儀之工作原理

依據Max Planck所導出的黑體放出的輻射能與該物體之溫度還有放射出的能量波長關係式：

$$W(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 [\exp(\frac{hc}{\lambda KT})]} \quad (2.1)$$

其中 $W(\lambda, T)$ 為黑體頻譜放射能(blackbody monochromatic emissive power)。

c = 真空中的光速(2.9979×10^8 m/ sec)。

h = 蒲朗克常數(6.6256×10^{-34} W · sec²)。

k = 波茲曼常數(1.3805×10^{-23} W · sec/ K)。

λ = 波長(m)。

T = 絕對溫度(K)。

根據上面公式我們可以得知，只要物體的溫度大於絕對零度(-273.15°C)的物體，其 $W(\lambda, T)$ 就會大於零，也就是說只要一個物體的溫度大於絕對零度就會輻射出電磁波。而但當物體所輻射出電磁波時，隨著本身溫度與材質特性的不同（如：物體表面粗糙度、金屬材質等等）[13]，其所輻射電磁波之強度與波長分布特性亦隨之改變，其中波長約略介於 $0.75\mu\text{m}$ 到 $1000\mu\text{m}$ 間之電磁波概稱為「紅外線」，而紅外線又是熱輻射的主要表現形式，人類視覺可查覺之「可見光」則約略介於 $0.4\mu\text{m}$ 到 $0.75\mu\text{m}$ 之間。有關於紅外線頻譜位置說明如圖2.6所示。另外待測物所發射出的熱輻射在到達紅外線熱像測溫儀之前，必經的路徑為地球上的大氣。由於在此傳送的過程中紅外線能量會受到大氣組成物質（特別是水蒸氣、二氧化碳、甲烷、二氧化氮、臭氧等物質）對紅外線的吸收與散射作用綜合影響，可能會影響紅外線熱像測溫儀所接收到的紅外線強度。

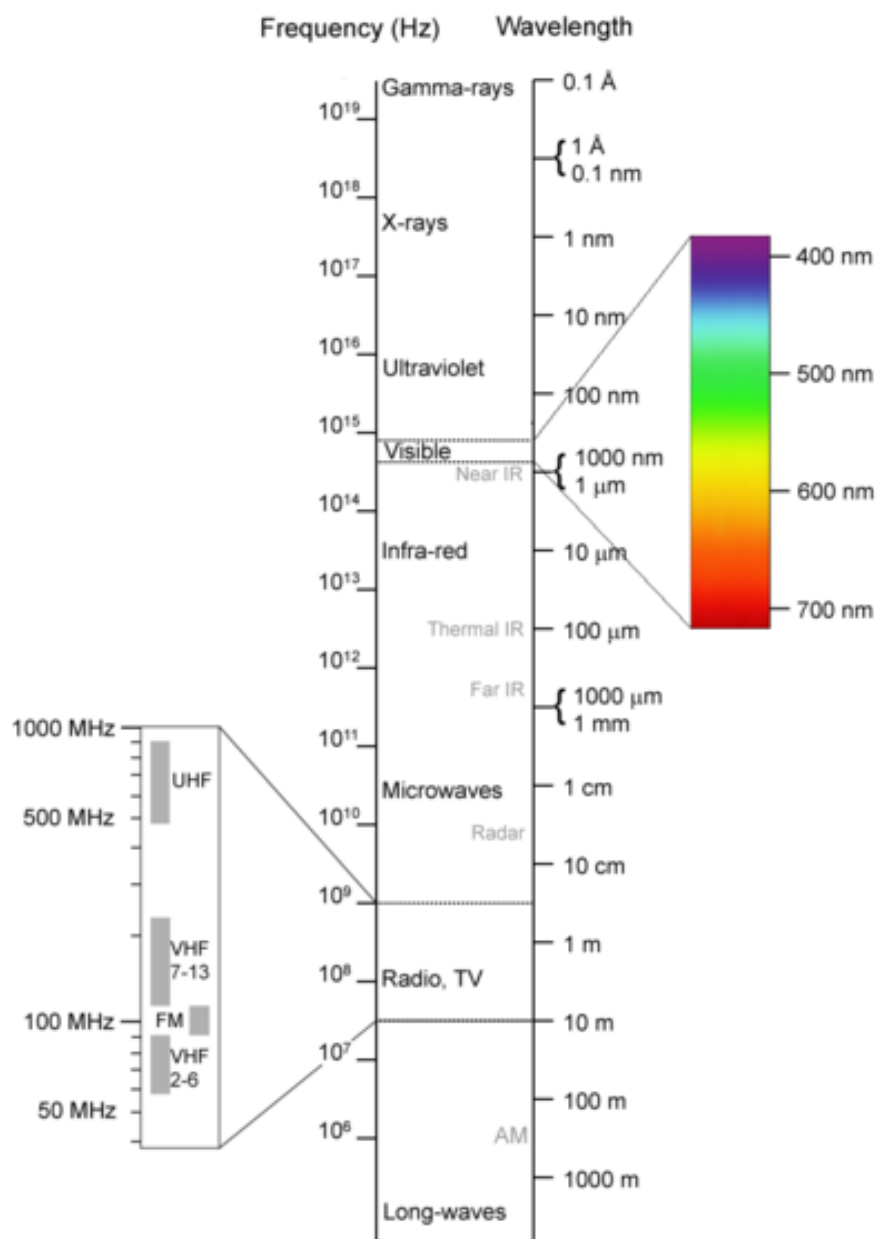


圖 2.6 紅外線頻譜圖

2.3 二值化之原理

2.3.1 影像灰度

顯示器上每個像素的顏色，都可以由紅色(R)、綠色(G)及藍色(B)這三個基本顏色混合而成，每一個顏色皆以 8bits 可分成 256 個階段，常以 0~255 表示從最暗到最亮的階段。這一些帶有顏色階段訊息之數字，被稱之為灰度，而在做二值化處理之前，所有的影像皆要轉換成灰度圖。

2.3.2 二值化的基本原理

影像處理應用上使用二值化之原因為將紅外線熱像測溫儀所拍攝的孵化雞蛋圖片，利用劣質與優良的孵化蛋氣室上的不同所造成成像的差異，再利用影像二值化使後續的處理動作將變得比較簡單。一般的灰階影像中每一個像數(Pixel)的灰度值為 256 階通常以 8bits 表示。而二值化又稱為灰度分割(Threshold)，是將灰階影像中每一個像數的灰度值做分類，即設定一個灰度分界值(二值化閾值)，凡是影像本身灰度值大於二值化閾值的便設為亮點，而灰度值低於二值化閾值的便設為暗點，如此可得到一個二元的影像[14-16]。其公式如下。

則 $m = \sum_{i=1}^n f(x, y)$

其中 m 為二值化閾值(Thresholding value)。

f 為輸入之影像。

n 為所有像素之數目。

$f(x, y)$ 為像素座標 (x, y) 的灰度值。

凡影像的灰度值低於所設的二值化閾值 m 時就令為 0，反之令為 255，如 2.2 式。

$$\begin{cases} \text{if } f(x, y) < m \text{ 則 } f(x, y) = 0 \\ \text{else } f(x, y) > m \text{ 則 } f(x, y) = 255 \end{cases} \quad (2.2)$$

圖 2.7(a)為影像二值化分析，圖 2.7(b)為影像二值化後的結果。

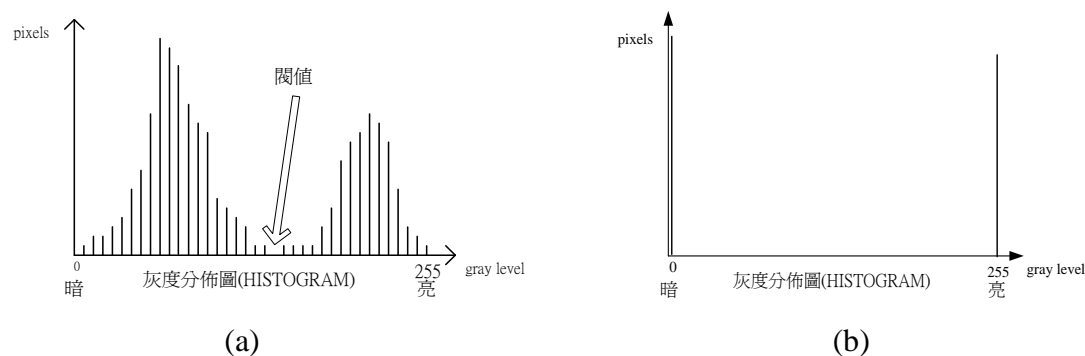


圖 2.7 (a)影像二值化分析 (b)影像二值化後的結果

而為了達成自動檢測的目的，所以再計算二值化閾值的部分，本論文採用模糊理論去取得測量當時溫度及溼度的資訊後，去求得二值化之最佳閾值。

2.4 模糊理論之原理

在數位邏輯中，一件事物只會用二元化來做判斷，答案都只有 0 或 1、True 或 false。但在現實世界中，人類主觀或思考過程常有 0 與 1 以外模稜兩可的答案，這種模糊的空間往往更符合現實世界之情況。故模糊理論正是利用這種模糊不清的狀況，訂定模糊集合及模糊邏輯來描述現實事物的等級，做判斷或控制，來達到更接近現實狀況及人性化的方法。模糊邏輯具有彈性大、容許不精確的資料訊息、可模仿任意複雜的非線性函數、包含專家經驗、可結合傳統控制技術、基於自然語言並接近人類思維等優點[17-20]。而在本研究裡我們則是利用模糊理論以求出，篩選孵化雞蛋程式裡的最佳二值化閾值。

2.4.1 系統架構

模糊邏輯系統流程如圖 2.8 所示。物理訊號必須經過模糊化過程及模糊推論，計算模糊化的輸出訊號，再經過解模糊化過程得到真實的輸出物理量。

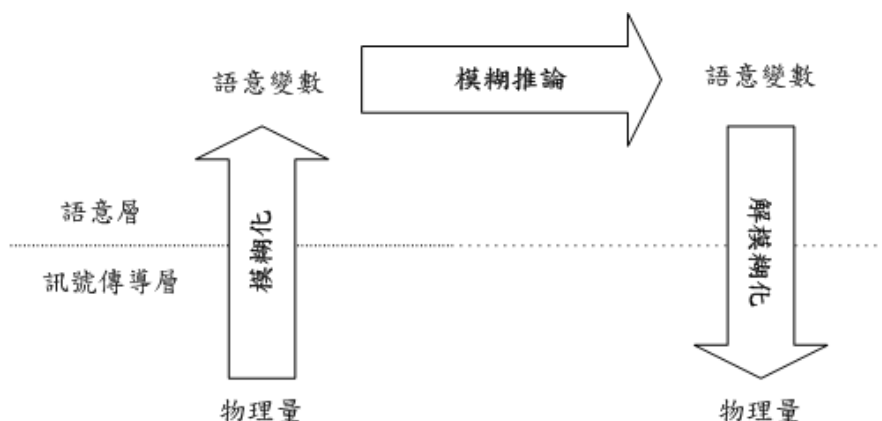


圖 2.8 模糊邏輯系統流程

2.4.2 模糊化

把物理界量測到的訊號轉換為 0 與 1 之間的模糊語言數值就稱為模糊化，因此利用模糊化的概念求得孵化雞蛋檢測程式最佳二值化之閾值，首先，將溫度感測器所測得的溫度數據進行模糊化，並將輸入和輸出變數定義好的每個述語賦予一個介於 0 和 1 間的程度數值範圍。表 2.1 為溫度模糊化時所定義的述語。

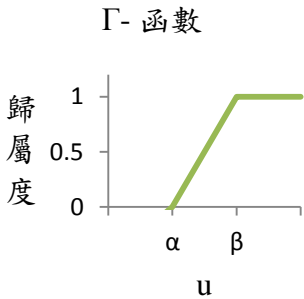
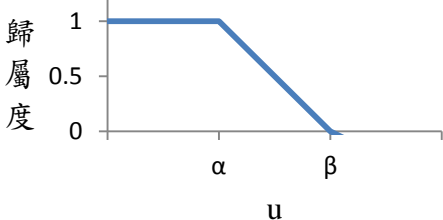
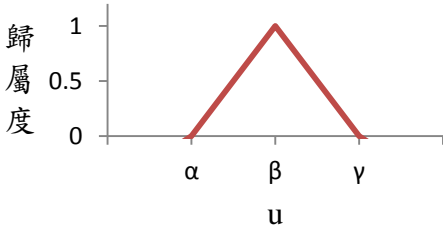
表 2.1 溫度模糊化時所定義的述語

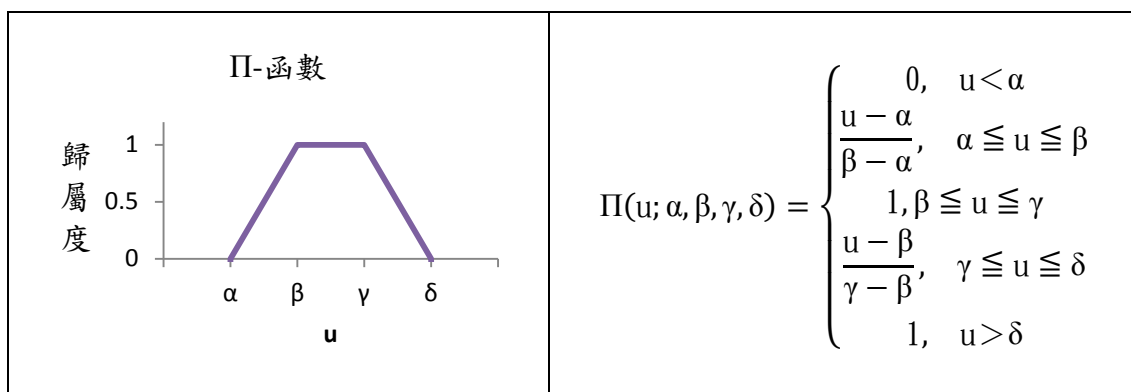
定義模糊集合	
語意變數	述語組
溫度	冷、剛好、熱
二值化閾值強度	小、中、大

將每一個元素對模糊集合的所屬程度都賦予一個介於0和1間的數值稱為歸屬函數值。

將輸入與輸出變數進行模糊化動作，定義出語意變數模糊化的各種程度，並依照不同的程度對應不同的歸屬程度值，進而規劃出各語意變數的歸屬函數，而此溫度及溼度數據的歸屬函數是由L-函數、 Γ -函數和 Λ -函數所組成，而三種函數值都介於0和1間。U為論域範圍，介於0和1間，u為U中的元素， α 、 β 和 γ 為參數。表2.2為常用的模糊集合表示法。

表 2.2 常用的模糊集合表示法

常用的模糊集合表示法	
<p>Γ-函數</p> 	$\Gamma(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0, & u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha}, & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1, & u > \beta \end{cases}$
<p>L-函數</p> 	$L(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 1, & u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha}, & \alpha \leq u \leq \beta \\ 0, & u > \beta \end{cases}$
<p>Λ-函數</p> 	$\Lambda(u; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0, & u < \alpha \\ \frac{u - \alpha}{\beta - \alpha}, & \alpha \leq u \leq \beta \\ \frac{u - \beta}{\gamma - \beta}, & \beta \leq u \leq \gamma \\ 0, & u > \gamma \end{cases}$



利用設計完成的歸屬函數，就可以讓檢測程式的自動二值化閾值依據此歸屬函數的公式進行變化。圖 2.9 為輸出的溫度歸屬函數，圖 2.10 輸出的二值化強度歸屬函數。

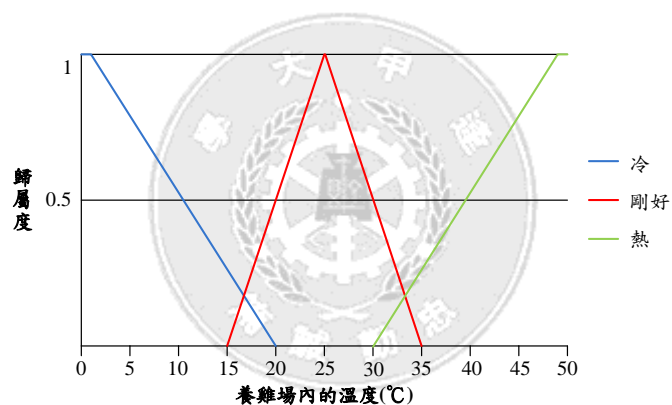


圖 2.9 輸入的溫度歸屬函數

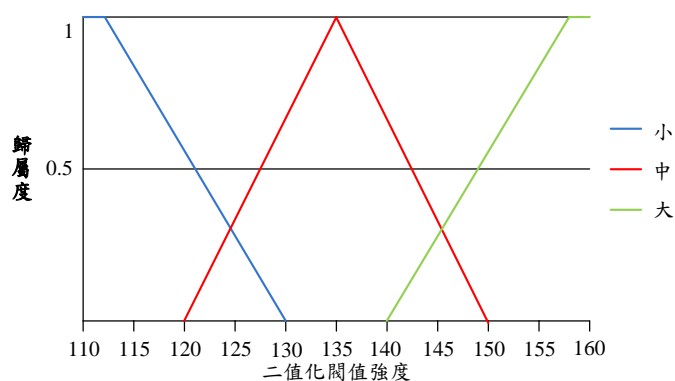


圖 2.10 輸出的二值化閾值強度歸屬函數

2.4.3 規則庫與模糊推論

原則上，兩個輸入變數若各有 5 個模糊集合，則可以產生 25 條規則，但是有時候可以剔除一些不可能發生的情況。模糊規則必須轉換為運算式才有可能加以實現，這道程序稱為模糊蘊含。模糊蘊含主要是以一個邏輯的運算式具體的實現 IF 和 THEN 的模糊關係，本論文建構的模糊控制系統中，使用 Mandani 蘊含作為實現的模糊關係的運算式，表 2.3 即是此蘊含的邏輯運算方式。

表 2.3 Mandani 蘊含的邏輯運算

邏輯運算
A and B : $\mu_{A \cap B} = \min\{\mu_A, \mu_B\}$
A or B : $\mu_{A \cup B} = \max\{\mu_A, \mu_B\}$
not A : $\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A$

每一個特定的輸入都有可能觸動規則庫中的數條規則，如何由被觸發的規則歸納出一個合理的結果，就稱為模糊推論。模糊蘊含和推論必需和在一起看才有意義。

2.4.4 解模糊化

由模糊化程序至控制規則激發和推論將得到數個規則推論結果的聯集，此聯集仍為一種模糊集合，最後需要一道轉譯程序把它變為真實的實際物理量輸出數值，將模糊推論產生的結果轉換為明確數值的過程，稱為解模糊化。好的解模糊化過程能夠模仿人類的決策和評估，平衡各個規則的推論結果。然而常用的解模糊化方法有重心法、最大平均法、中心平均法，而本論文採用的是重心法，式 2.3 為在連續論域下重心法的公式，其中 C 為模糊集合在模糊規則經過推論所得

到的結論， y^* 代表解模糊化輸出。

$$y^* = \frac{\int_Y \mu_c(y) y dy}{\int_Y \mu_c(y) dy} \quad (2.3)$$

2.5 孵化雞蛋邊緣檢測之原理

邊界檢測是影像處理中常見的使用方法之一，圖形邊界在圖像辨識上佔有很重要的地位，在圖像中描述一個物體，大部分使用兩種特徵描述形狀與紋理，而形狀即為物體的邊界，接下來介紹圖形處理中常用的運算邊界，並分析各邊界運算子的優點與實用性[21]。

1	2	1	-1	0	1
0	0	0	-2	0	2
-1	-2	-1	-1	0	1

圖 2.11 Sobel 運算子

1	1	1	-1	0	1
0	0	0	-1	0	1
-1	-1	-1	-1	0	1

圖 2.12 Prewitt 運算子

Sobel、Prewitt、Robert及Canny是圖形處理中常用的邊緣運算子，如圖 2.11-2.12所示，左圖為 G_y 縱軸方向的梯度運算子，右圖為 G_x 橫軸方向的梯度運算子，從圖中可看出，Sobel運算子對於靠近中央像素的鄰點像素給予較高的權重，故Sobel運算子比Prewitt運算子更強調中央點的圖形邊緣特性，也比Prewitt運算子有較好的抑制雜訊特性。使用Sobel 與Prewitt運算子分別求得圖形每點 G_x

和 G_y 後，則該點的梯度值如式(2.4)、式(2.5)所示：

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2.4)$$

$$\text{Edge}(G) = \begin{cases} 1, & G \geq th \\ 0, & G < th \end{cases} \quad (2.5)$$

其中： th 為門檻值，可用適應性演算法找尋門檻值，也可以自訂一個門檻值，當梯度大於門檻值即認定為邊緣。

Canny 運算子[22]是邊緣判斷效果最好的運算子，但邊緣判斷的方法比Sobel跟Prewitt來的複雜，Canny 邊緣判斷方法如下：

1. 依據圖形需求，給定一變異數 σ 的高斯濾波器平滑圖形，降低圖形雜訊。
2. 選擇Sobel運算子依照式(2.3)計算圖形每一點梯度 G ，並記錄每一點的邊緣角度方向值 $\alpha(G_x, G_y)$ ，邊緣角度計算如(2.6)所示：

$$\alpha(G_x, G_y) = \tan^{-1}(G_y/G_x) \quad (2.6)$$

3. 圖形邊緣點在梯度影像上會形成「山脊線」，利用式(2.3)將山脊線附近的像素設成零，使輸出圖形顯示出一條細長的線，此方法稱為非最大值(nonmaximal suppression)。
4. 得到細長的山脊線之後，給定兩個邊界的門檻值 $T1$ 與 $T2$ ，且 $T1 < T2$ ，大於 $T2$ 的山脊像素稱為「強」邊緣像素，大於 $T1$ 的山脊像素稱為「弱」邊緣像素。
5. 使用八連通的方式將強像素鄰近的弱像素連接成為同一邊界。由上述過程中不難發現，如要保留較細緻的邊界點，使用Prewitt 運算子計算梯度影像會是比較好的選擇，但同時也會保留圖形雜訊，故Canny 邊界偵測需要使用高斯濾波器將雜訊濾除。

由於Canny 邊界運算繁雜，不常應用於即時圖形處理，故本論文直接採用Sobel運算子做邊界偵測。

2.6 灰階共生矩陣之原理

2.6.1 灰階直方圖

直方圖(Histogram)概念源自於機率與統計，經過統計後得到一組數據，並將該數據依次序歸類於既定的隨機變數中，將隨機變數與該隨機變數發生的機率或次數關係的繪成圖形，便稱為直方圖，直方圖可以視為一個離散機率分布函數的圖形，可以從中觀察整體數據分佈的情況。在影像處理中，常將圖素灰階值設為隨機變數，透過灰階值的直方圖，進一步了解圖形亮度分配資訊，最後會計算灰階共生矩陣增加檢測時的數據。圖 2.13 顯示相片中的灰階直方圖。

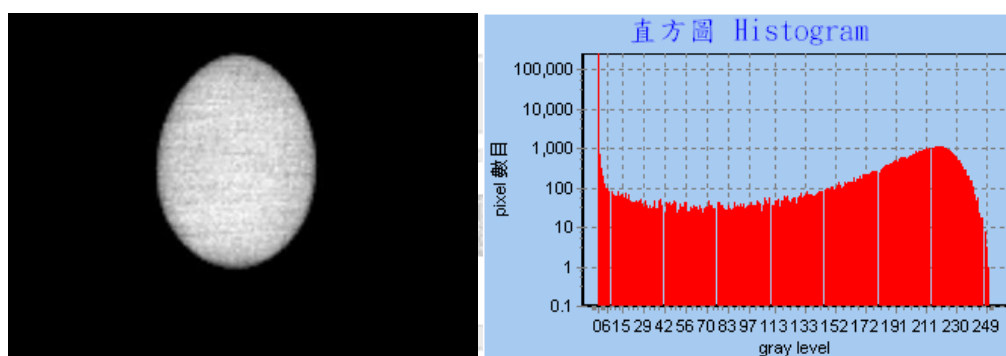


圖 2.13 相片中的灰階直方圖

2.6.2 灰階共生矩陣

影像經灰階處理後進行特徵截取，截取出影像的特徵指標。常用特徵截取方式可分為截取頻率特徵與截取空間特徵，以下解釋空間域特徵的共生矩陣特徵截取做法。一維的灰度直方圖(Histogram)計算方式僅顯示出灰階值之分佈情況，並未考慮紋理與空間的關係，由 Haralick et al.(1973)[23]提出灰階共生矩陣(gray level co-occurrence matrix)的二維計算方式，考慮灰階值位置的相互關係，使得紋理特徵的描寫更加完整。用此方法求得二階直方圖(Second Order Histogram)來截取相關特徵，作為流程檢測中分類的憑據。

共生矩陣或相互關係矩陣通常稱之為灰階共生矩陣(gray level co-occurrence matrix)。此根據觀察紋路影像中全部成雙成對的像素值，其明亮度值(Gray-Level)共同發生的次數。在這個計算過程中必須斟酌到兩個重要的條件：第一個為兩個像素值間的距離 d ，第二個為兩像素值間的角度 θ 。更精準的說，設有一個紋路影像 I ，且大小為 $N \times N$ ，影像內的明亮度值級數為 N_g ($N_g = (\text{最大明亮度值} - \text{最小明亮度值}) + 1$)。影像中有兩像素值座標點為 $I(k, l)$ 和 $I(m, n)$ ，它們的明亮度值分別為 i 和 j ，兩個像素值間的距離為 d ， $\#$ 表示集合元素的數量[24]，而這兩個像素值的角度我們考慮以下四種情況：角度 $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ 及 135° 。故未正規化前之灰階共生矩陣如，式 2.7 到式 2.10 所示，定義如下：

$$P(i, j, d, 0^\circ) = \frac{1}{\#} \left[\begin{array}{l} (k, l), (m, n) \ni I, \\ |k - m| = d, l - n = 0, \\ I(k, l) = i, I(m, n) = j \end{array} \right] \quad (2.7)$$

$$P(i, j, d, 45^\circ) = \frac{1}{\#} \left[\begin{array}{l} (k, l), (m, n) \ni I, \\ (k - m = d, l - n = -d) \text{ or } (k - m = -d, l - n = d), \\ I(k, l) = i, I(m, n) = j \end{array} \right] \quad (2.8)$$

$$P(i, j, d, 90^\circ) = \frac{1}{\#} \left[\begin{array}{l} (k, l), (m, n) \ni I, \\ k - m = 0, |l - n| = d, \\ I(k, l) = i, I(m, n) = j \end{array} \right] \quad (2.9)$$

$$P(i, j, d, 135^\circ) = \frac{1}{\#} \left[\begin{array}{l} (k, l), (m, n) \ni I, \\ (k - m = d, l - n = d) \text{ or } (k - m = -d, l - n = -d), \\ I(k, l) = i, I(m, n) = j \end{array} \right] \quad (2.10)$$

以圖 2.14 為例，有一 8X8 的影像 I ，其灰階值只有 0,1 與 2 三種，定義位移量 $d = 1$ ，角度 θ 分別為 0° 、 45° 、 90° 及 135° ，則所得的灰階共生矩陣如圖 2.15 所示。

$$I = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

圖 2.14 8x8 之灰階影像

		0	1	2			0	1	2
	0	16	0	12		0	0	10	14
$P(I,j,d,0^\circ)=$	1	0	16	12		1	10	0	14
	2	12	12	32		2	14	14	22

		0	1	2			0	1	2
	0	0	0	28		0	0	8	14
$P(I,j,d,90^\circ)=$	1	0	0	28		1	8	0	14
	2	28	28	0		2	14	14	20

圖 2.15 各方向之灰階共生矩陣

2.6.3 灰階共生矩陣之特徵值擷取

Haralick et al.具體提出 14 種測量是否存在紋理的特徵點，用來描述前文提到的灰階共生矩陣以利分類處理，下列五個測量孵化雞蛋所用到的特徵值：

1.熵(entropy)：

若灰階共生矩陣分佈數值越平均，則其熵值越大，代表影像內可能紋理會存在，其數學式為(2.11)式。

$$F_1 = - \sum_i \sum_j P(i, j, d, \theta) \times \log P(i, j, d, \theta) \quad (2.11)$$

2.能量(energy)：

當影像灰階值變化平坦且緩慢，灰階共生矩陣易集中在某一數值，則能量特徵值越大，表示影像內可能紋理不存在，其數學式為(2.12)式。

$$F_2 = \sum_i \sum_j P^2(i, j, d, \theta) \quad (2.12)$$

3.最大機率(Max probability)：

最大機率代表在灰階共生矩陣內各元素中出現最頻繁的值，值越大代表影像的分布越均勻，其數學式為(2.13)式。

$$F_3 = \text{MAX}_{i,j} [P(i, j, d, \theta)] \quad (2.13)$$

4.同質性(homogeneity)：

同質性特徵值可用來測量影像像素點間灰階值的相似程度，若像素間的灰階值對比程度很小，則其值會集中於灰階共生矩陣的中間區塊，其數學式為(2.14)式。

$$F_4 = \sum_i \sum_j (P(i, j, d, \theta) / 1 + |i - j|) \quad (2.14)$$

5. 相關性(correlation)：

用來測量影像內灰階值線性相依的大小，相關性高意味著像素的灰階值有線性關係，可以判斷出紋理的方向性，其數學式為(2.15)式。

$$F_5 = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y)C(i, j, d, \theta) / \sigma_x \sigma_y \quad (2.15)$$

其中：

$C(i, j, d, \theta)$ 為正規化後的灰階共生矩陣計算，如(2.16)式。

$$C(i, j, d, \theta) = P(i, j, d, \theta) / \sum_i \sum_j P(i, j, d, \theta) \quad (2.16)$$

σ_x 與 σ_y 分別為 $C(x)$ 與 $C(y)$ 的標準差。

μ_x 與 μ_y 分別為 $C(x)$ 與 $C(y)$ 的平均值。

$$C(x) = \sum_j C(i, j, d, \theta)。$$

$$C(y) = \sum_i C(i, j, d, \theta)。$$



2.7 檢測孵化雞蛋之原理

透過程式將拍攝中的影片擷取成待測物圖片，經過模糊理論分析當時的溫度，求得最佳二值化閾值後，在將待測物圖片做二值化處理，以灰階共生矩陣取得受損雞蛋的特徵值，接著用 Sobel 運算子求的孵化雞蛋邊緣，並將二值化後的圖片平均分為好幾個外框為紅色的方形區塊，每一個方形區塊則對應一顆孵化雞蛋，並在程式中將孵化雞蛋輪廓以外的部分去除，最後去計算每一個區塊雞蛋邊緣內的亮暗點數，當暗點數的值佔孵化雞蛋邊緣內的 50% 以上，則判定此區塊內的孵化雞蛋為受損並將外框顏色變更為黃色。反之程式則判斷孵化雞蛋為良好且外框依舊顯示紅色，如式 2.17 所示。我們可以根據下面判別式得知：

$$\begin{cases} m_1 \geq 0.5n & \Rightarrow \text{孵化雞蛋為良好，外框顯示為紅色。} \\ m_2 > 0.5n & \Rightarrow \text{孵化雞蛋為損毀，外框顯示為黃色。} \end{cases} \quad (2.17)$$

n ：雞蛋邊緣內的總像素

m_1 ：亮點像素

m_2 ：暗點像素

當程式檢測孵化雞蛋完成以後再由檢測人員去將損毀的孵化雞蛋取出即可，接著在重複上述過程便可檢測完所有的待測孵化雞蛋，圖 2.16 所示為系統操作流程圖。

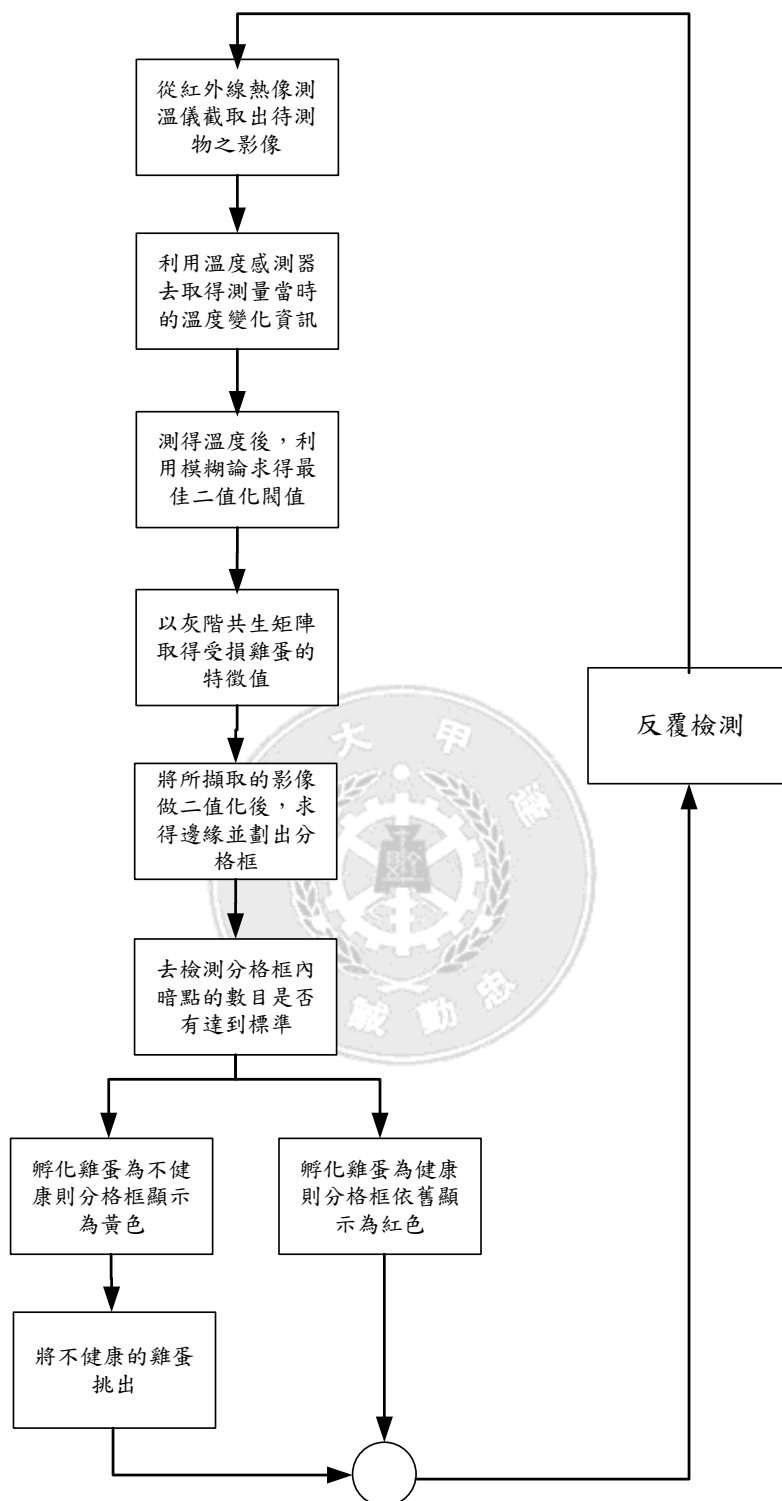


圖 2.16 受精蛋孵化率自動檢測系統操作流程圖

2.8 生病雞隻的特性

2.8.1 食用雞的特徵

一般來說，典型家雞的毛色都是棕色，如圖 2.17 所示。當中公雞的毛色較偏向深紅及有光澤，而且尾部的羽毛顏色呈深綠色、深藍色等較鮮艷的顏色，這些羽毛亦較長及向下垂。母雞的體色則較單調，羽毛沒有光澤，尾部羽毛亦較短及沒有雄雞的鮮艷羽毛。在體形上，雄雞比母雞稍大，母雞整體上較雄雞為胖。由於翅膀較一般鳥類為短小，故飛行能力較為薄弱，僅能短暫飛行。但他們的奔跑能力卻很強。成年後的雞的頭上和下喙都長有如火焰形狀的肉冠，當中雄雞的肉冠較大及較紅，母雞則比較細小及顏色較淡。鵪鶉雞剛出生時並沒有肉冠，身上亦只有純黃色，或帶有深褐色、灰色的斑紋的絨毛，長大後會慢慢長出羽毛取代絨毛。



圖 2.17 食用雞隻圖

2.8.2 造成雞隻發燒的原因

一般養雞場內的雞隻如果有發燒症狀發生時，輕則造成食用雞生長品質不好，重則會造成食用雞死亡，為了避免雞隻發燒的情況互相傳染，所以提早發現做處理是當仁不二。而造成雞隻發燒的原因有很多，如生病、中暑、養雞場內通風不

佳等等因素，越早發現就可以做隔離或者改善養雞場環境等動作。而雞隻發燒的部位跟人不大相同，人類的發燒可從額頭或耳朵裡發現的，如圖 2.18 所示，而雞隻發燒的地方則在雞冠到雞喙與雞腳上，如圖 2.19 所示，所以要辨別雞隻有無體溫過高的問題，就要從這兩個部分去做觀察。

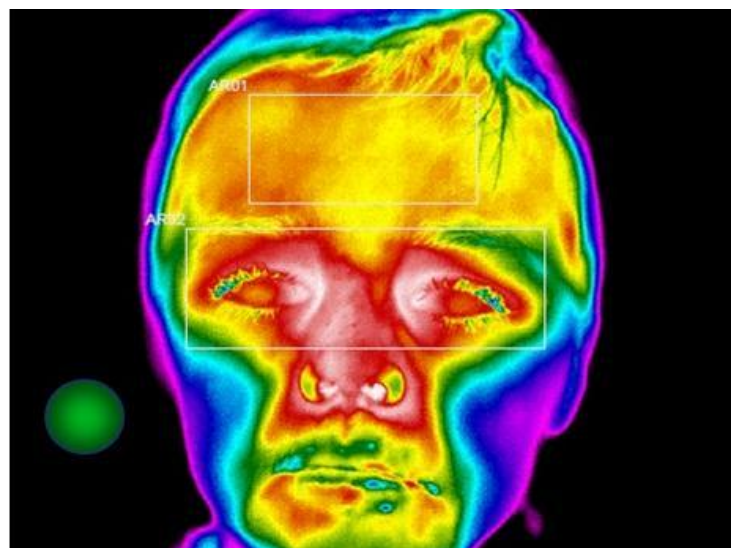


圖 2.18 人體發燒的熱像圖

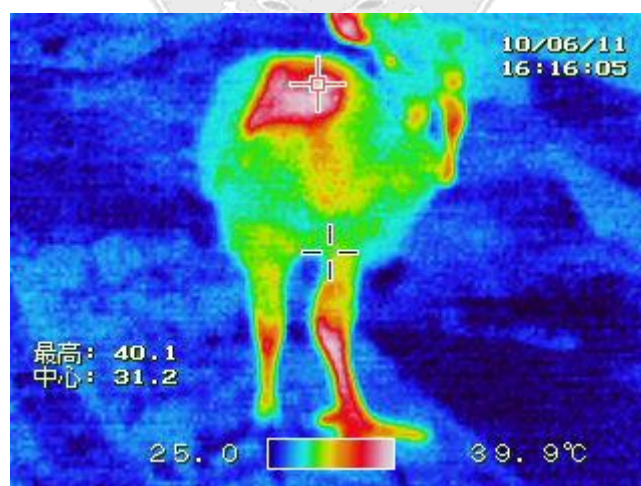


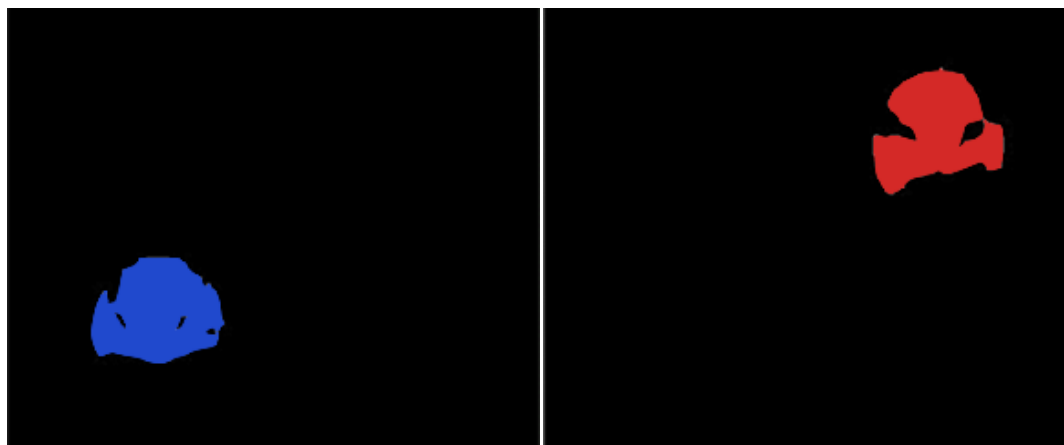
圖 2.19 雞隻的熱像圖

2.9 顏色分割之原理

顏色分割簡單來說就是判斷出影像中的所有顏色(圖 2.20(a))，並且做分類(圖 2.20(b)(c))，最基本的方法是將影像的顏色長條圖(Color histogram)裡做多重的閾值設定，根據顏色的分佈狀況做出選取，將所要測得的指定顏色區域從影像中選擇出來。對於設定想要測得之指定顏色分析來說，要找出指定顏色的區域就必須定義其顏色的閾值範圍為何[25]。



(a)



(b)

(c)

圖 2.20 (a)原始影像 (b) (c)運用顏色分割將藍球及紅球與背景分離

在 RGB space 裡定義的影像顏色會因為環境光源強弱關係的影響而有高低的差異，故直接在 RGB space 上作顏色的分割則會有非常大的誤差值，因此許多研究就採用對環境光線強弱影響較不敏感的色彩空間(Color space)來對顏色做分割，如：正規化 RGB、HSL、YCrCb、YIQ...等[26]，以下是顏色偵測常用的色彩空間：

1.正規化 RGB (Normalized RGB)

由於在 RGB space 呈現的影像，會因環境光源亮度分布不均的影響，使得物體本身相同顏色的地方，在影像中所呈現的顏色卻有所差別，所以我們針對 R 與 G 予以正規化，就能使 R 與 G 對光線的靈敏度減少，其公式為：(式 2.18、2.19)

$$r_N = \frac{R}{R+G+B} \quad (2.18)$$

$$g_N = \frac{G}{R+G+B} \quad (2.19)$$

只要將正規化所得到的 r_N 與 g_N 與原本的 B，代替原先的 RGB space，就能使顏色對環境光源的影響度減少，針對特定顏色做適當的閾值選取，就能把特定顏色的範圍從影像中分離出來，由於 B 對環境光源的影響度較小，在此可以忽略。

2.HSL

在 HSL 色彩空間中，H 代表色度(Hue)，S 代表飽和度(Saturation)，L 則代表亮度(Luminance)。HSL 最大的優點為分離了影像中色彩和亮度的部分，對於顏色分割有很好的效果，因此有些人臉偵測[27]的系統都會運用此 HSL 色彩空間，但 HSL 系統最大的缺點為電腦運算複雜度較高，所以不適合需要即時運算的系

統。由於亮度已經被獨立出來，彼此之間的關聯性很小，故適合拿來做影像前處理，但由於電腦絕大部分都是以 RGB 色彩空間來表示，所以必須經由 RGB 色彩空間轉換到 HSL，如式 2.20 到式 2.22 所示。轉換過程較為複雜，其公式如下：

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (2.20)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)] \quad (2.21)$$

$$L = \frac{R+G+B}{3} \quad (2.22)$$

3.YCrCb

YCrCb 為修改 YUV 色彩空間所得到的，JPEG 圖檔壓縮用的即為 YCrCb 模型。Y、Cb、Cr 分別為一個亮度元素(Luminance)Y 以及兩個彩色素 Cb(Blueness)與 Cr (Redness)，如式 2.23 所示，YCbCr 與 R、G、B 之間的關係如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.148 & -0.291 & 0.439 \\ 0.439 & -0.368 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (2.23)$$

4.YIQ

YIQ 跟 YCbCr 差異不大，為 NTSC(National Television Standards Committee)傳送影像時所使用的標準規格。跟 YCbCr 一樣，如式 2.24 所示，YIQ 與 RGB 也是屬於線性關係，公式如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.594 & -0.275 & -0.327 \\ 0.212 & -0.523 & 0.313 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

顏色偵測中顏色分割的主要目的就是要將選擇的特定顏色與背景分離開來，但在畫面中若含有類似特定顏色的物體，則單純使用顏色偵測會產生些許誤差，所以在顏色分割處理完後還需搭配其他的方式才能增加系統的可靠度。

2.10 生病雞隻檢測系統之原理

透過程式將拍攝中的影片擷取成待測物熱影像圖片，開啟程式輸入所截取得待測物熱影像圖片當時的最高溫及最低溫後，程式會將每種顏色去訂出其個別的溫度數值為何，再透過顏色分割取得出待測物熱影像圖片的顏色資訊，最後再去判斷此雞隻的體溫是否為過高，當雞隻體溫過高時程式會警告操作者，此雞隻可能為有問題。反之，當雞隻體溫為正常範圍內，程式會判斷此雞隻為正常。圖 2.21 為擷取後雞隻熱影像的圖，圖 2.22 為系操作流程圖。

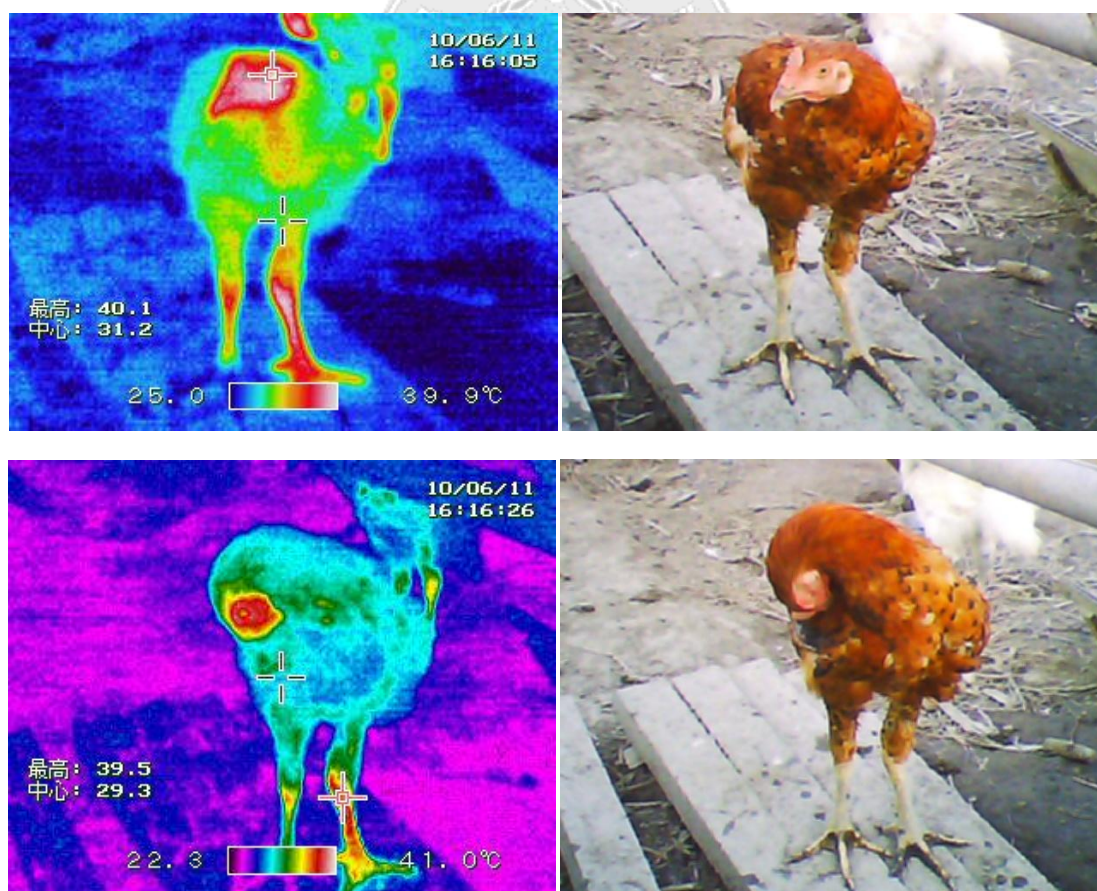


圖 2.21 擷取後雞隻熱影像的圖

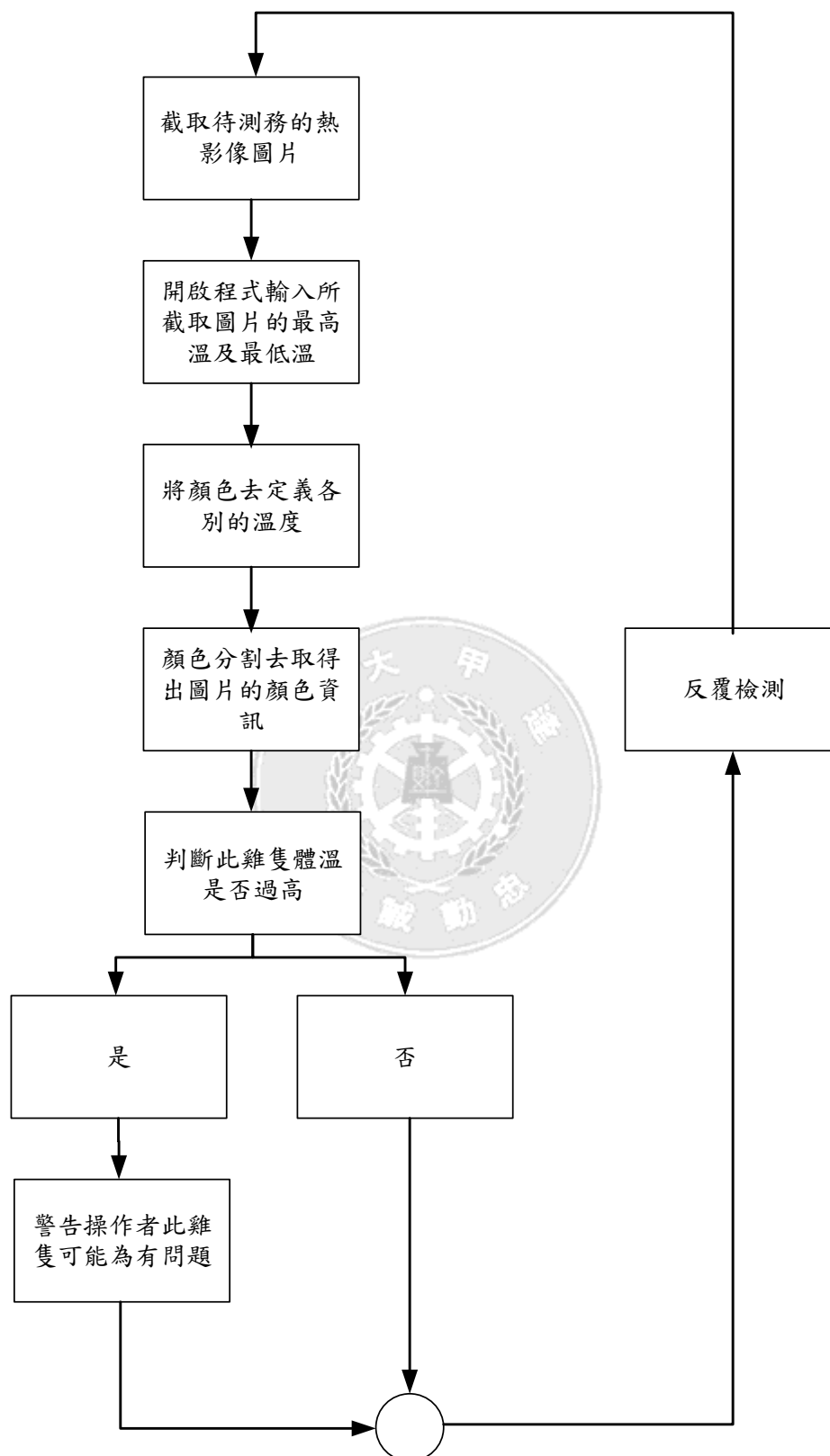


圖 2.22 生病雞隻檢測系統操作流程圖

第三章、實驗架構與流程

3.1 紅外線熱像測溫儀偵測的架構

紅外線熱像測溫儀（Thermal Imaging Camera）最主要的功能是用來偵測目標物的存在、測量目標物的溫度與溫度分布、跟蹤目標物的移動及取得目標物的訊息並加以識別等，為了探測、識別一個目標，目標和背景之間就必須有一個溫差足以使目標和背景變化區分開來。大氣中的干擾不能過強否則會使紅外線信號衰減和模糊。所以操作者必須把紅外熱像儀對準適當的角度與位置才能準確的拍攝。上述可由圖 3.1 紅外線偵測系統來表示[28]。

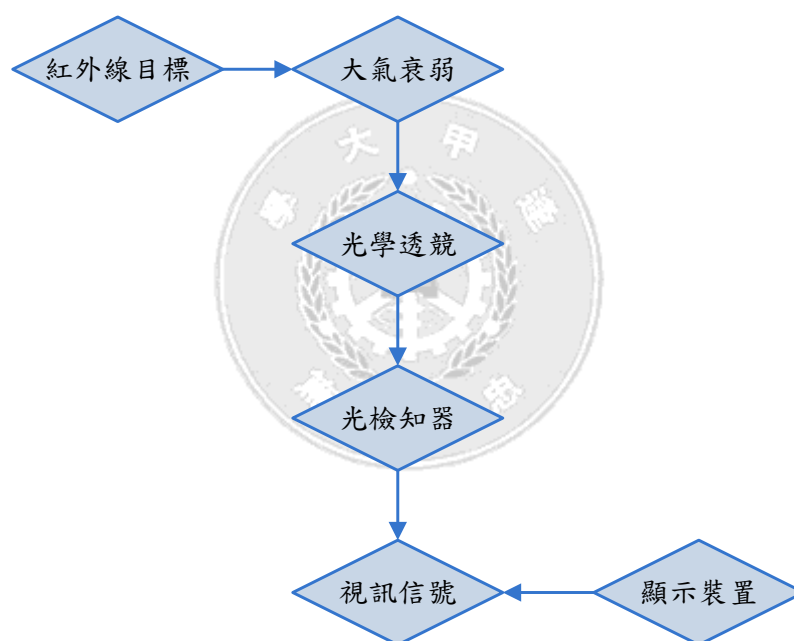


圖 3.1 紅外線偵測系統

我們在利用紅外線熱像測溫儀做孵化雞蛋篩選之研究中最主要是利用測量目標物（孵化雞蛋）的溫度分布來做檢測。紅外線熱像測溫儀的工作原理簡述如下：光學系統也就是指鏡頭，它將從外界蒐集來的紅外光，經波長及空間濾波，把光聚焦在位於交平面的探測器上，透過 A/D 轉換器將探測器輸出類比信號轉換成數位信號，數位電路將探測器上的一些缺陷做修正，以減少雜訊，經數位電

路處理後之信號，透過 D/A 轉換器轉換為類比信號，然後再經視訊信號格式轉換，以螢幕掃描方式作輸出。紅外熱像儀系統結構如圖 3.2 所示。

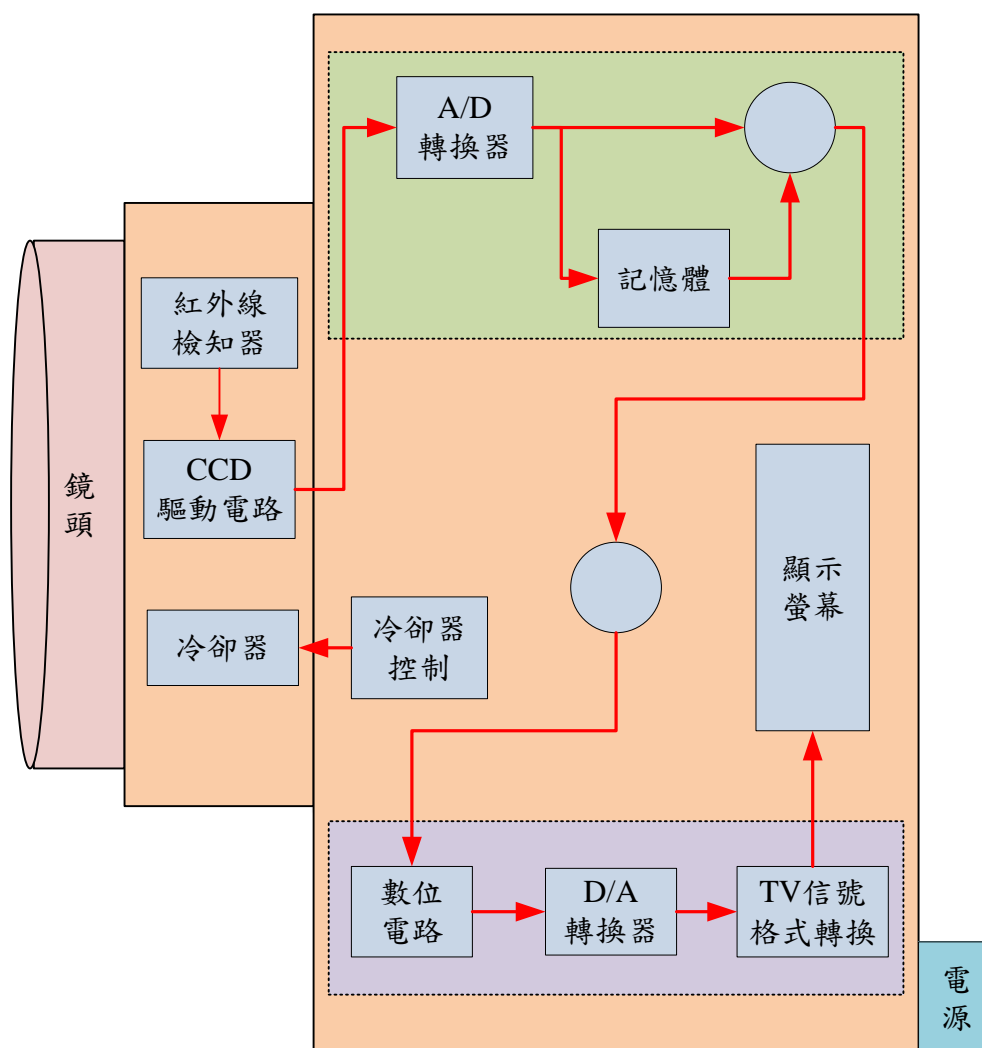


圖 3.2 紅外熱像儀系統結構圖

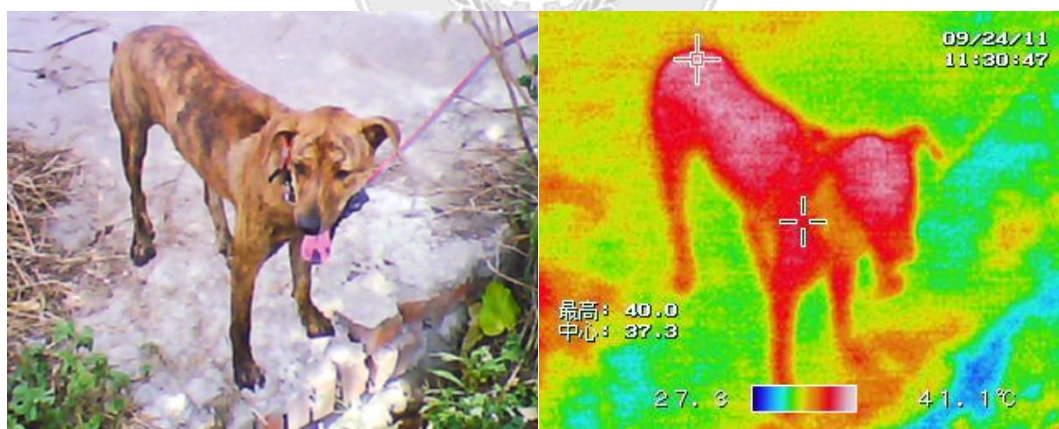
3.1.1 F30 面積式紅外線熱像測溫儀

由日本 NEC 公司所開發的 F30 面積式紅外線熱像測溫儀，如圖 3.3 所示，有著輕巧、攜帶方便、功能完善且操作靈巧等優點。



圖 3.3 F30 面積式紅外線熱像測溫儀

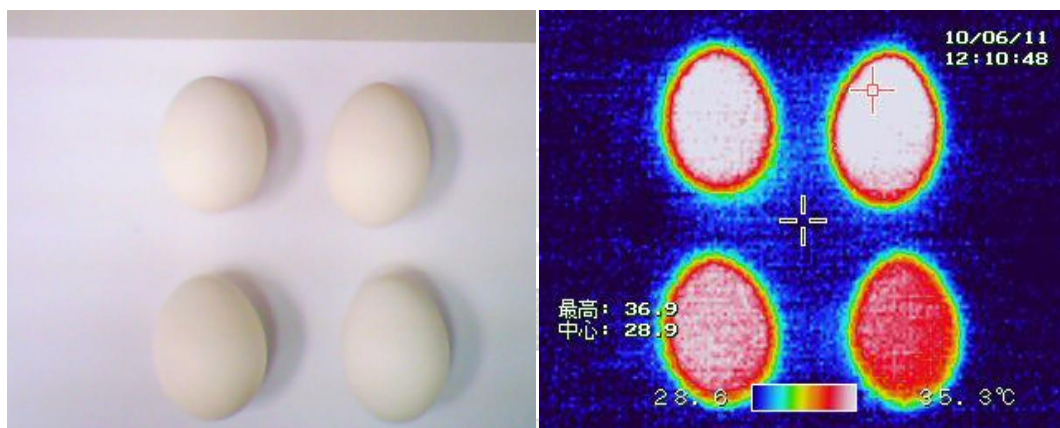
由紅外線熱像測溫儀所拍攝的圖片為圖 3.4(a)(b)(c)(d)所示。



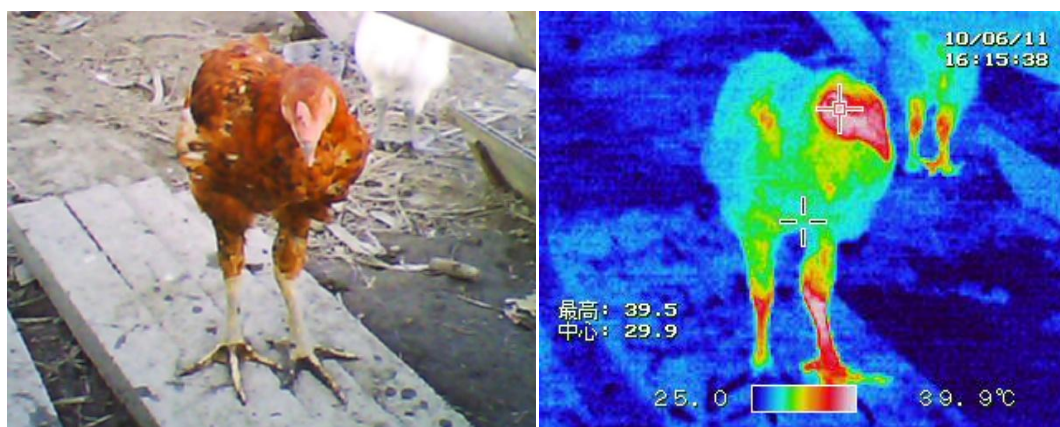
(a)



(b)



(c)



(d)

圖 3.4 (a)狗的熱成像 (b)人的熱成像 (c)食用蛋的熱成像 (d)雞隻的熱成像

圖 3.5 為量測距離的示意圖，而 F30 紅外線熱像測溫儀的相關規格如表 3.1 所示。

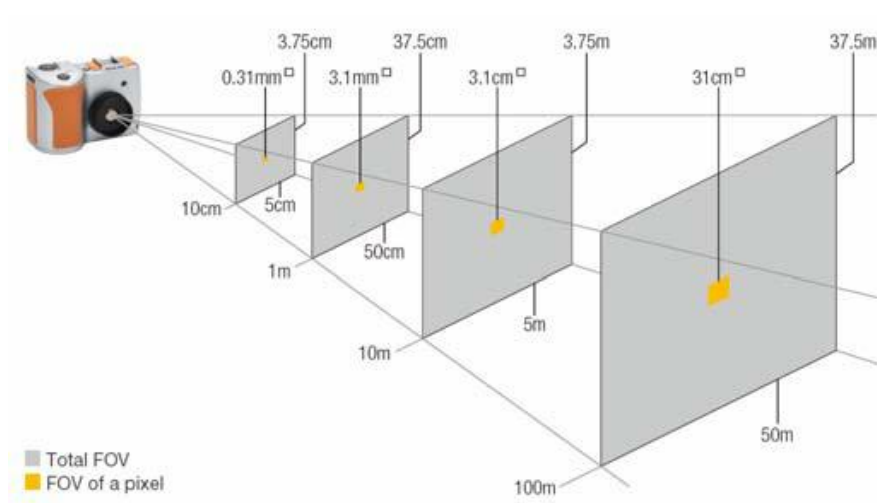


圖 3.5 量測距離與 F.O.V.(field of view)

表 3.1 F30 紅外線熱像測溫儀的相關規格

基本規格	測量的溫度範圍	-20~350℃
	紅外線偵測元件	Uncooled focal plane array
	能量測的光譜範圍	8~13μm
	螢幕像數	160(H)x120(V)pixels
	F.O.V.	28°(H)x21°(v)
	變焦範圍	10cm~∞
	精準度	±2℃ 或 ±2%
傳輸介面	USB2.0	有支援
	影像輸出	NTSC/PAL
產品規格	工作溫度	-15~50℃
	尺寸	約 100 x 65 x 45mm
	防水等級	IP43
	重量	約 300 克

3.2 DS1821 溫度感測器

本研究在偵測溫度方面，是使用向益眾科技股份有限公司購買所購買的 DS1821 溫度感測器，而圖 3.6 為 DS1821 溫度感測器的實體圖，表 3.2 為 DS1821 溫度感測器的功能與特性。

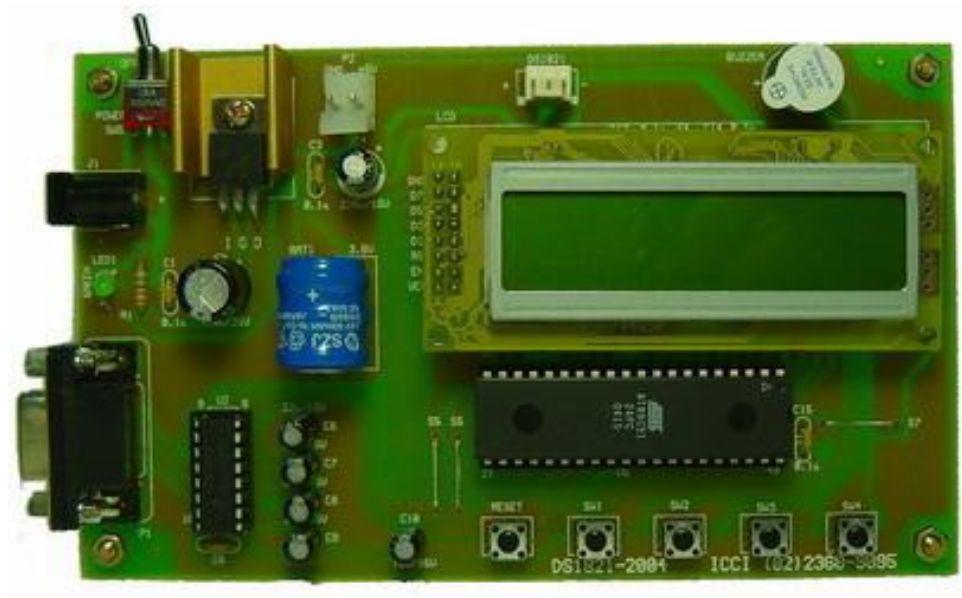


圖 3.6 溫度感測器的實體圖

表 3.2 DS1821 溫度感測器的功能與特色

功能與特色
1. 可感知周遭環境的溫度(-55℃—125℃)。
2. 以 8051 單晶片為主控制器，可學習 DS1821 溫度感測器的使用。
3. 使用 DS1302 萬年曆 IC 及中文 LCD 模組，可顯示時間及溫度。
4. 有內部電源電路，斷電後時間仍會繼續，重新開機時不須要調整時間。
5. 可透過 RS232 將溫度資料傳輸到 PC 端。

3.3 受精蛋孵化率自動檢測之流程與程式介面

為了能夠使用紅外線熱像測溫儀來做孵化雞蛋檢測，利用 Borland C++ Builder 6.0 編譯器，來撰寫紅外線熱像測溫儀與個人電腦連線的介面程式[29]，及利用影像二值化加入模糊理論，並以灰階共生矩陣取得受損雞蛋的特徵值，及使用 Sobel 運算子求得雞蛋邊緣做孵化雞蛋檢測等功能之軟體程式。透過 USB 連接埠 (PORT)，利用影像擷取卡連結紅外熱像測溫儀與個人電腦，在透過 RS232 將溫度感測器與個人電腦做連結，並利用模糊理論求的最佳二值化閾值，以灰階共生矩陣計算受損雞蛋的特徵數值後，做影像二值化與自定義判斷式來檢測雞蛋的孵化完成(健康)與否，達到以機器視覺代替人工檢測。圖 3.7 為孵化雞蛋檢測之系統流程圖、圖 3.8 為程式介面圖、表 3.3 為程式介面介紹表。

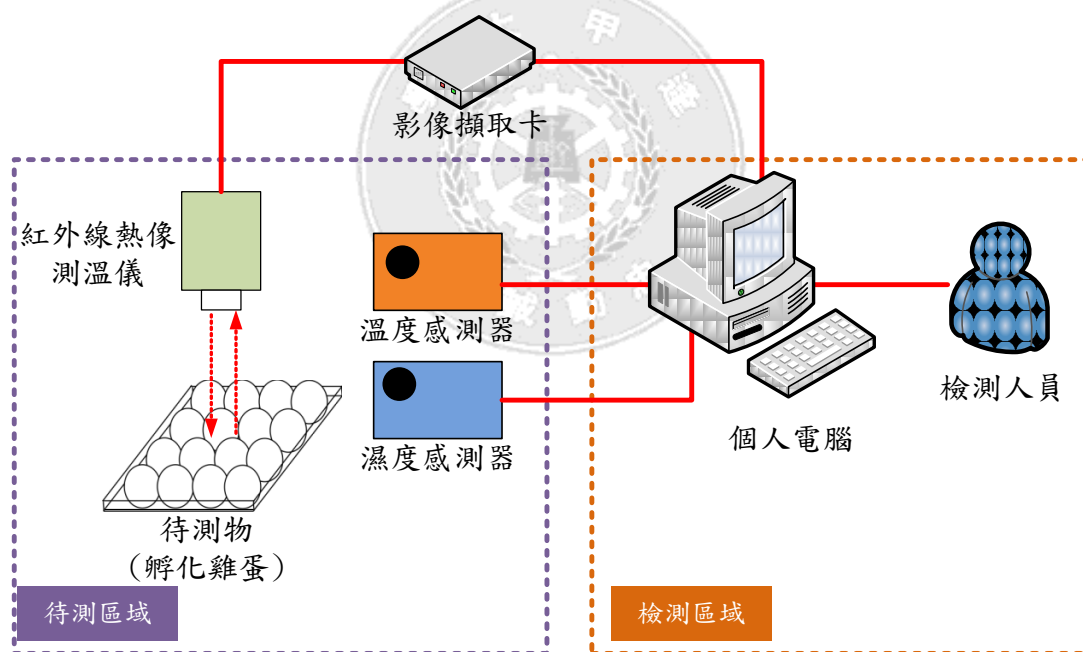


圖 3.7 受精蛋孵化率自動檢測之系統流程圖

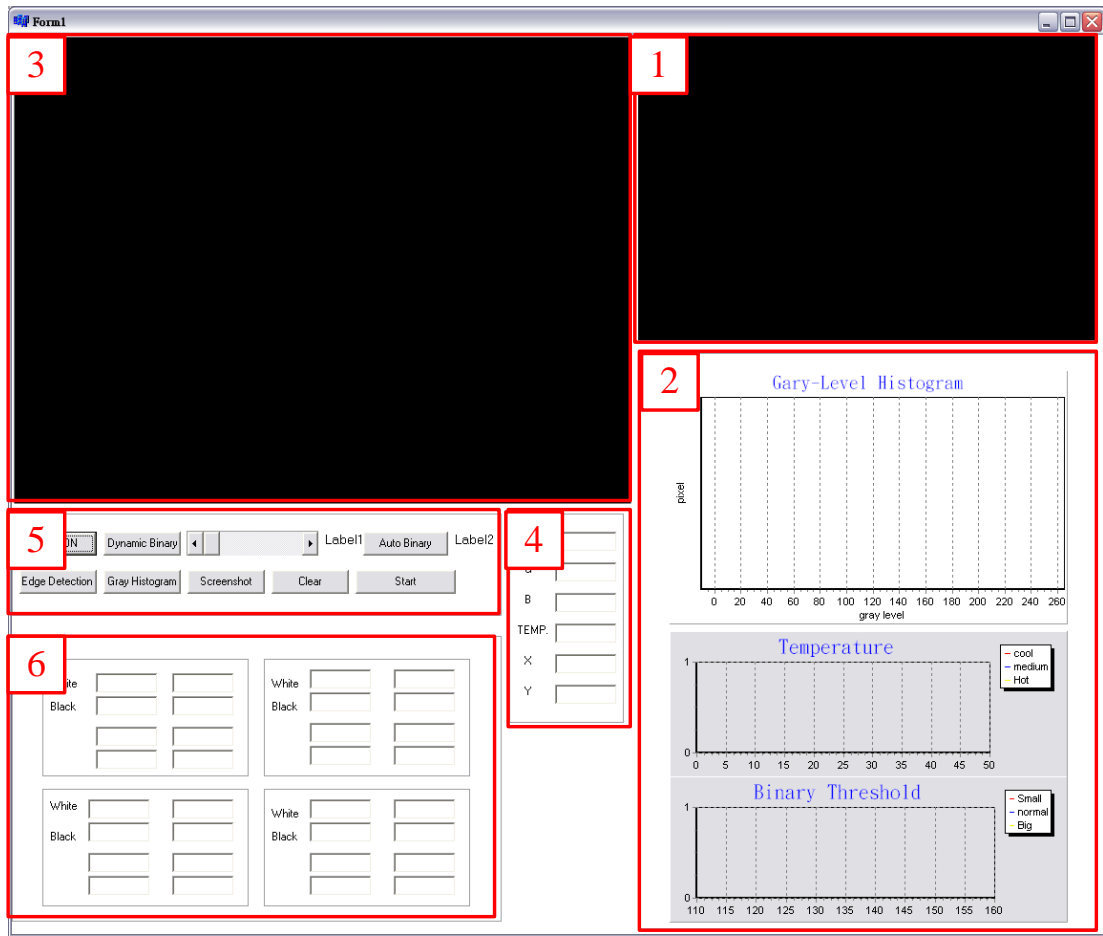


圖 3.8 受精蛋孵化率自動檢測程式介面圖

表 3.3 程式介面介紹表

1	為紅外線熱像測溫儀所拍攝到的畫面。
2	顯示影像之灰階分佈圖、模糊歸屬函數圖。
3	由紅外線熱像測溫儀所擷取下來的圖，並做檢測孵化雞蛋的動作。
4	影像座標、顏色分量及溫度顯示區。
5	程式執行按鈕區。
6	計算每一格裡面亮點與暗點的數量並顯示在螢幕上。

3.4 生病雞隻檢測系統之流程與程式介面

為了能夠使用紅外線熱像測溫儀來做生病雞隻檢測，利用 Borland C++ Builder 6.0 編譯器，來撰寫紅外線熱像測溫儀與個人電腦連線的介面程式。首先開啟程式輸入所截取得測物熱影像圖片當時的最高溫及最低溫後，程式會將每種顏色去訂出其個別的溫度數值為何，再透過顏色分割取得出待測物熱影像圖片的顏色資訊，最後再去判斷此雞隻的體溫是否為過高，當雞隻體溫過高時程式會警告操作者，此雞隻可能為有問題。反之，當雞隻體溫為正常範圍內，程式會判斷此雞隻為正常。圖 3.9 為程式介面圖，表 3.4 為程式介面介紹表。

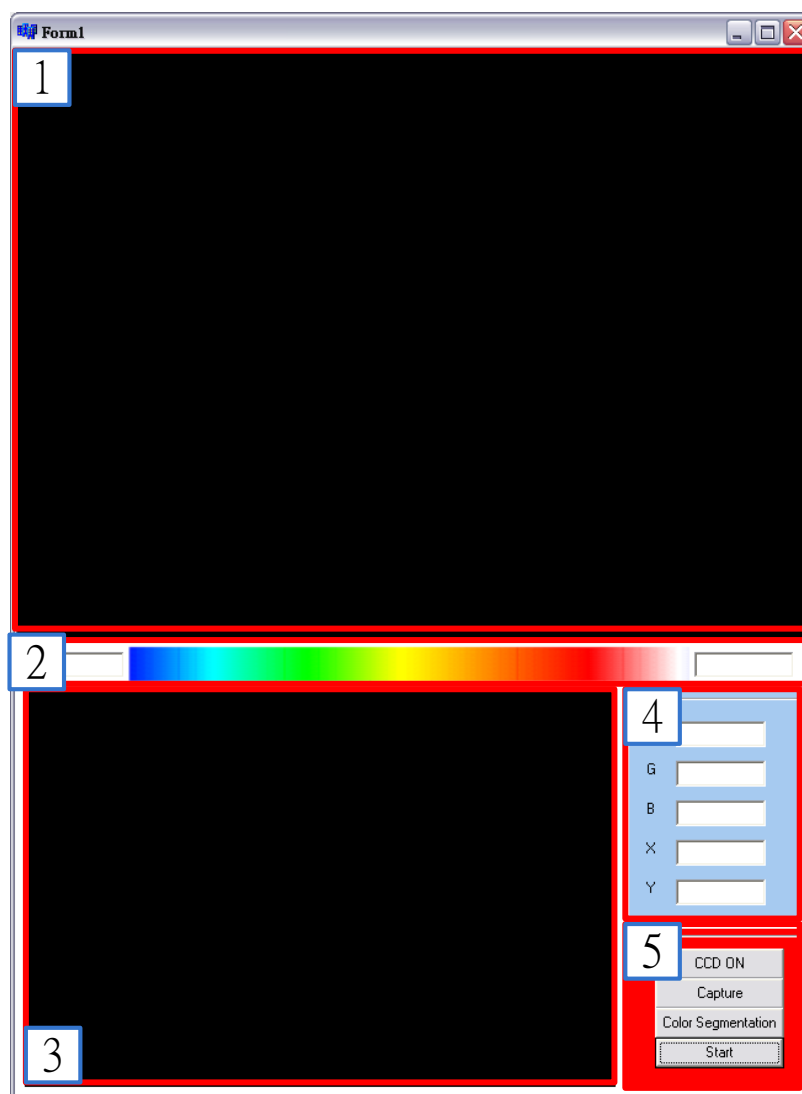


圖 3.9 程式介面圖

表 3.4 程式介面介紹表

1	由紅外線熱像測溫儀所擷取下來的圖。
2	輸入該設定之顏色。
3	為紅外線熱像測溫儀所拍攝到的畫面。
4	影像座標、顏色分量顯示區。
5	程式執行按鈕區。



第四章、實驗結果與討論

在本章節，我們將會討論兩個系統分析：受精蛋孵化率自動檢測系統分析及生病雞隻檢測系統分析兩種。在受精蛋孵化率自動檢測系統分析方面將討論模糊理論求二值化閾值、灰階共生矩陣求特徵值及 Sobel 運算子求孵化雞蛋輪廓這三種分析。而在生病雞隻檢測系統方面則探討顏色分割的分析。

4.1 受精蛋孵化率自動檢測系統

4.1.1 Sobel 運算子求邊緣分析

在做受精蛋孵化率自動檢測時，必須先求得此孵化雞蛋之輪廓，以利求得較精準的判斷，而以下將會展列出幾種邊緣偵測後的結果，最後則討論何種的運算子比較適合用在受精蛋孵化率自動檢測上。圖 4.1 (a)為孵化雞蛋熱成像圖 (b)為用 Sobel 運算子算出孵化雞蛋熱成像的邊緣，圖 4.2 (a) 孵化雞蛋熱成像圖 (b)為用 Prewitt 運算子算出孵化雞蛋熱成像的邊緣，圖 4.3 (a) 孵化雞蛋熱成像圖 (b)為用 Robert 運算子算出孵化雞蛋熱成像的邊緣。

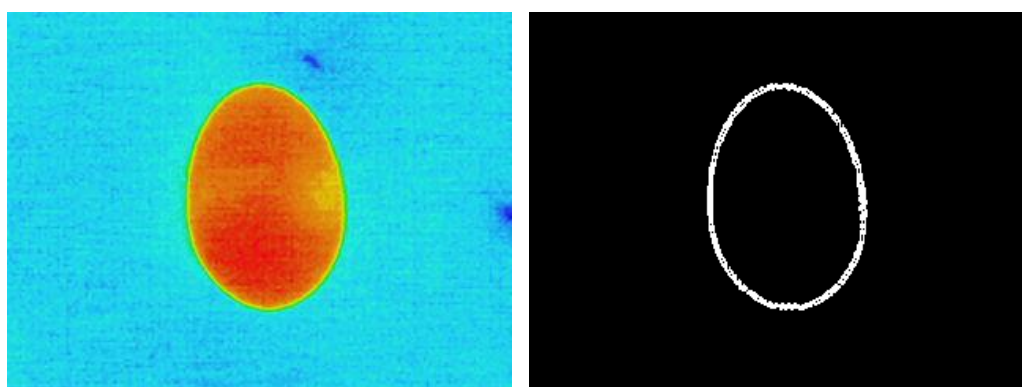


圖 4.1 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b)Sobel 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓

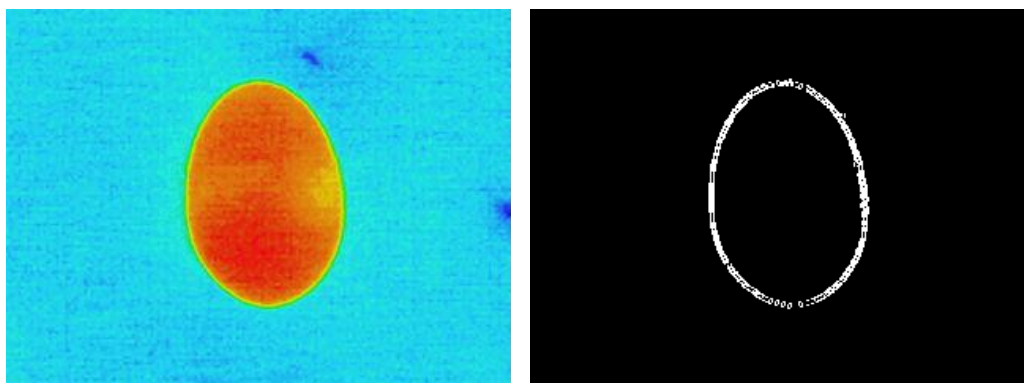


圖 4.2 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b) Prewitt 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓

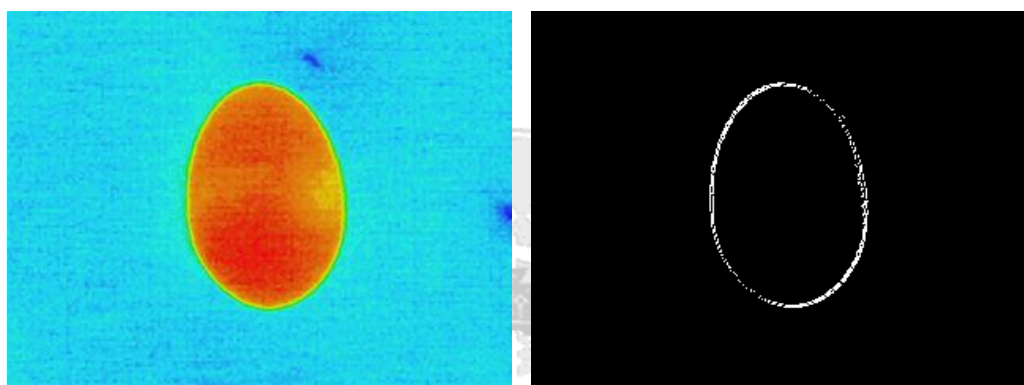


圖 4.3 (a)孵化雞蛋熱成像圖 (b) Robert 運算子算出孵化雞蛋熱成像的輪廓

由上圖可看出 Sobel 運算子運算出來的邊緣最為完整且清楚。而 Prewitt 運算子測得的邊緣清楚但較不完整。最後是 Robert 運算子計算出來的邊緣最不清楚且不完整，故由上列的比較圖可看出效果最好的是 Sobel 運算子，其次是 Prewitt 運算子，最差的則是 Robert 運算子。

4.1.2 灰階共生矩陣分析

在做受精蛋孵化率自動檢測時，利用灰階共生矩陣特徵值擷取出來數據，來佐證受精蛋孵化率自動檢測系統的精準度。本章節會展示出用 Matlab 程式所跑出的數據。圖 4.4 (a)為良好的孵化雞蛋灰階圖 (b)為孵化雞蛋灰階直方圖 (c)為孵化雞蛋各像數點的曲線圖，圖 4.5 為像素點距離 $d=1$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度，圖 4.6 為像素點距離 $d=2$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度，圖 4.7 為像素點距離 $d=3$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度。

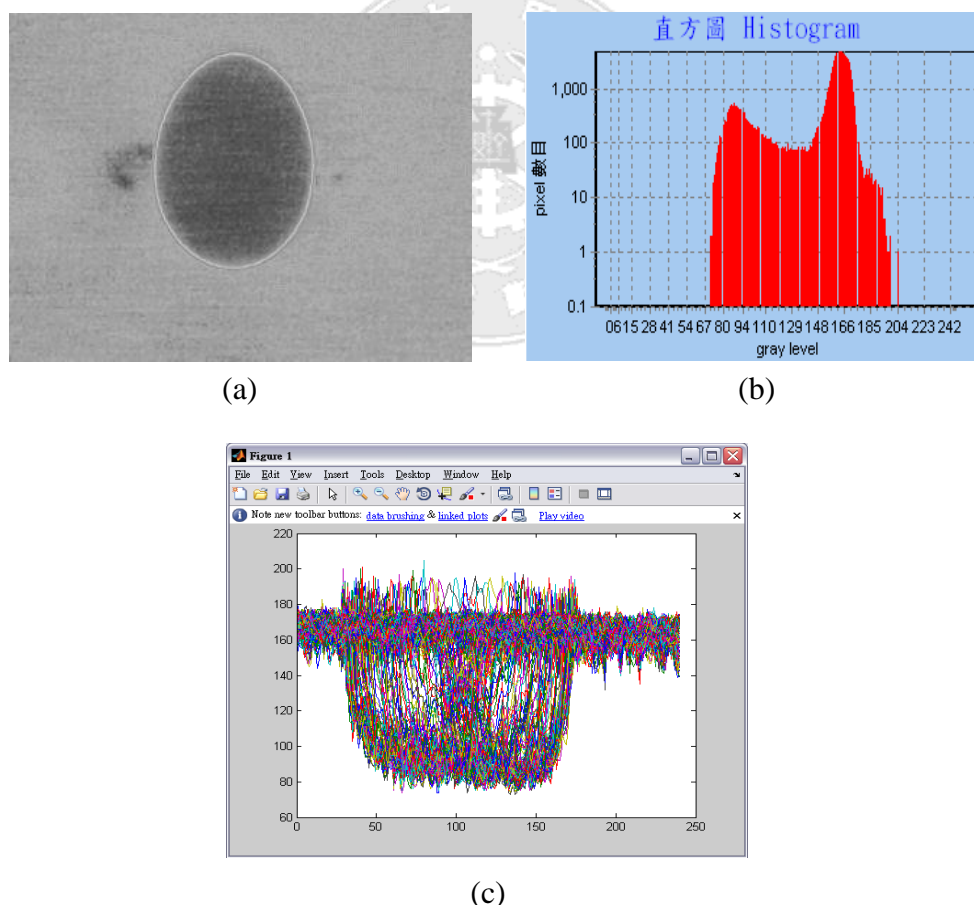
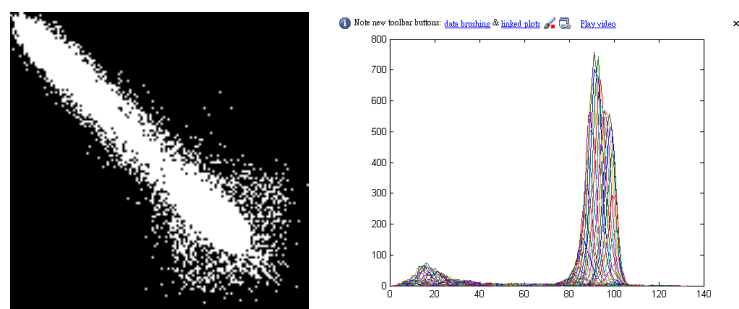
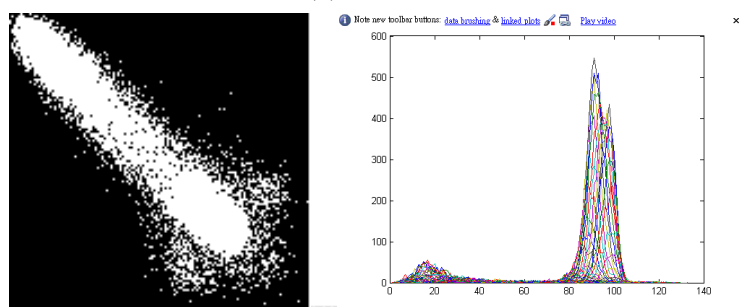


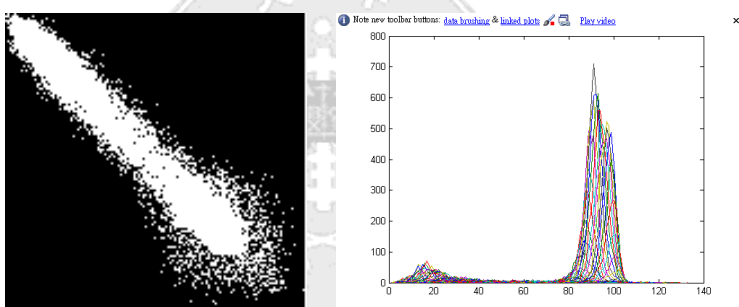
圖 4.4 (a)良好孵化雞蛋的灰階圖 (b)良好孵化雞蛋灰階直方圖 (c)良好孵化雞蛋各像數點的曲線圖。



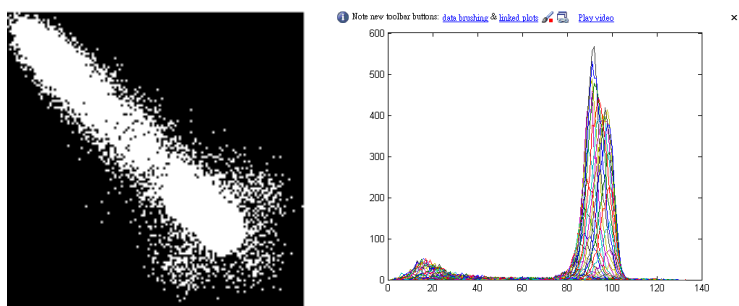
(a)



(b)



(c)



(d)

圖 4.5 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=1$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

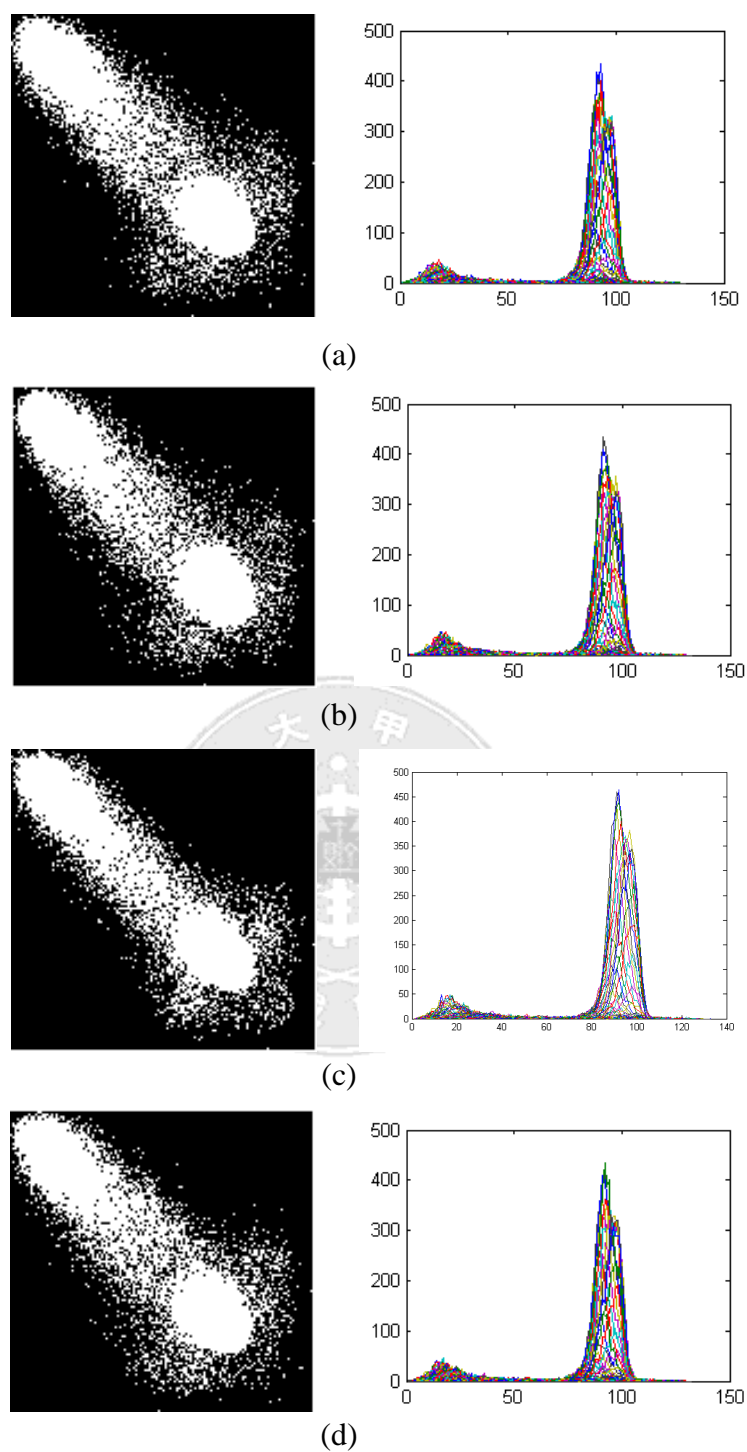


圖 4.6 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=2$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

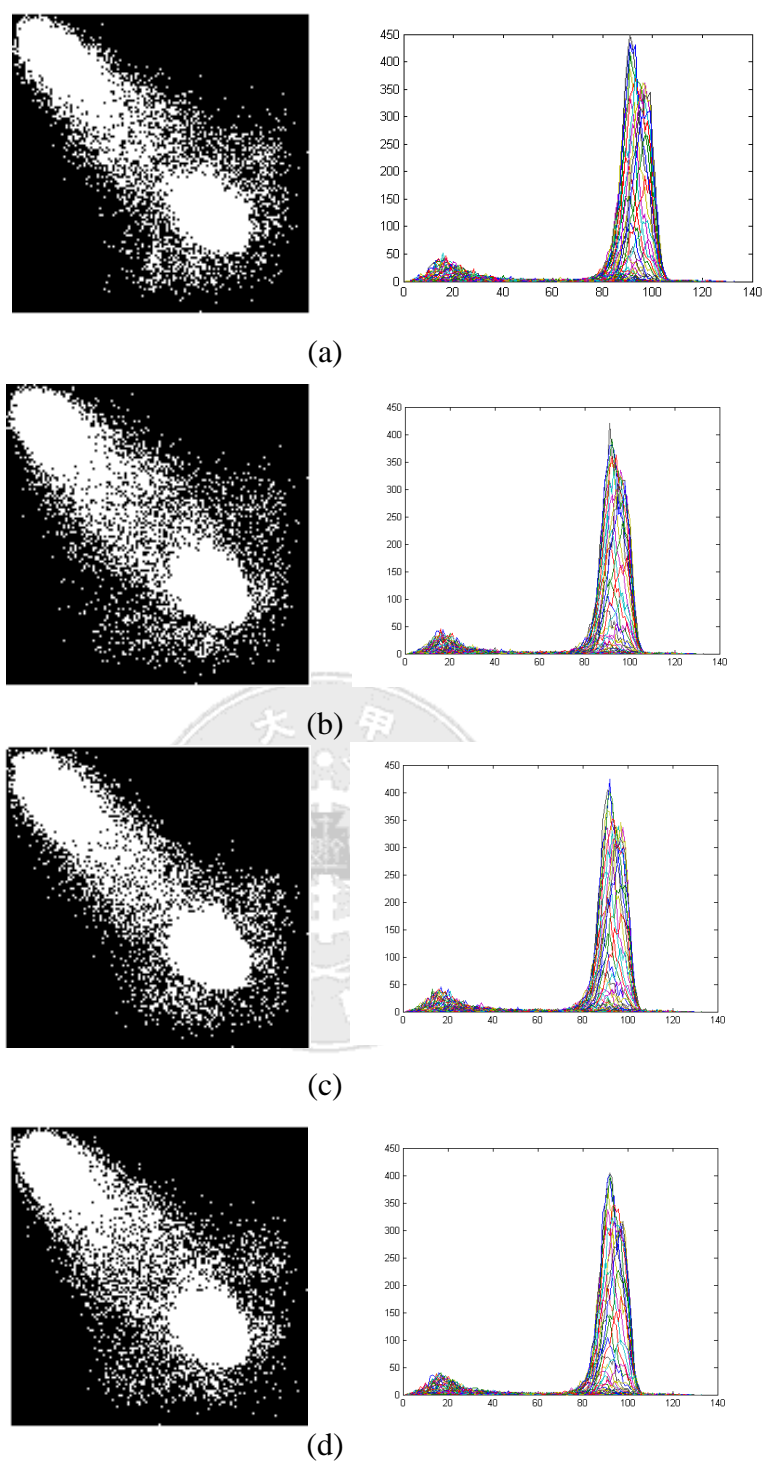


圖 4.7 良好孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=3$ ，在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

圖 4.8 (a)為損毀孵化雞蛋的灰階圖 (b)為孵化雞蛋灰階直方圖 (c)為孵化雞蛋各像數點的曲線圖，圖 4.9 為像素點距離 $d=1$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度，圖 4.10 為像素點距離 $d=2$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度，圖 4.11 為像素點距離 $d=3$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度(d)角度 90 度(e)角度 135 度。

。

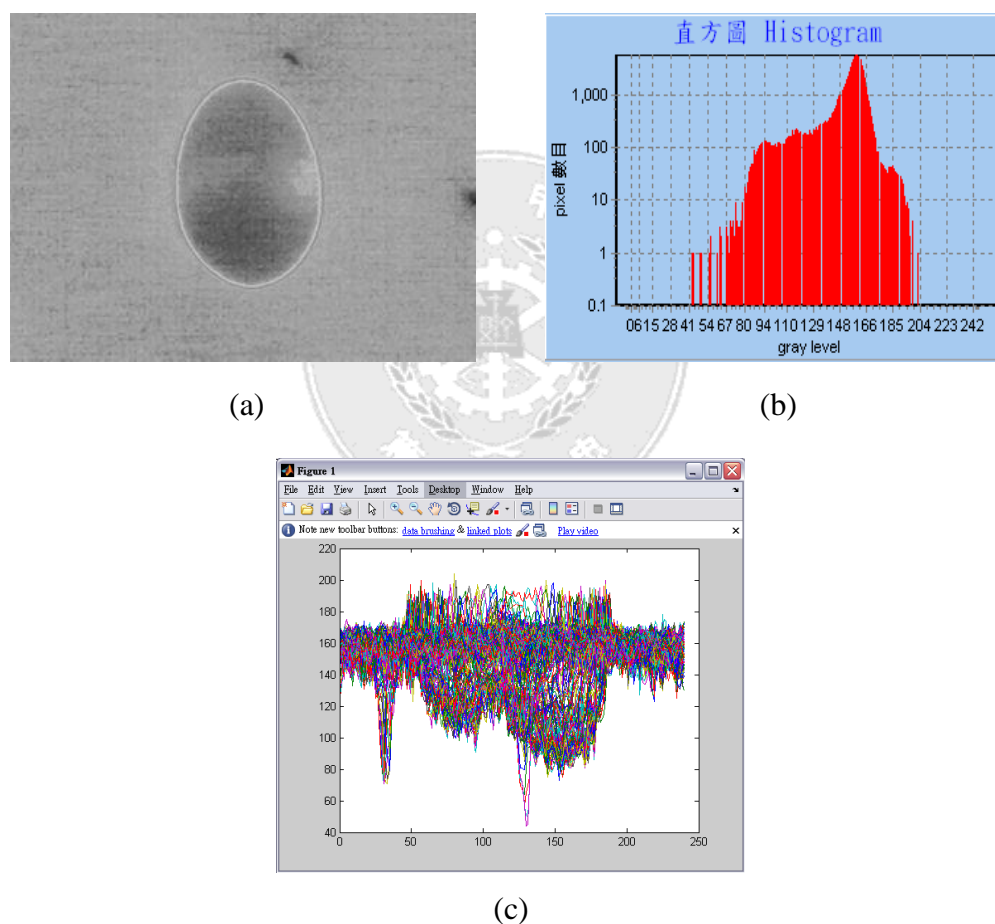


圖 4.8 (a)損毀孵化雞蛋的灰階圖 (b)損毀孵化雞蛋灰階直方圖 (c)損毀孵化雞蛋各像數點的曲線圖

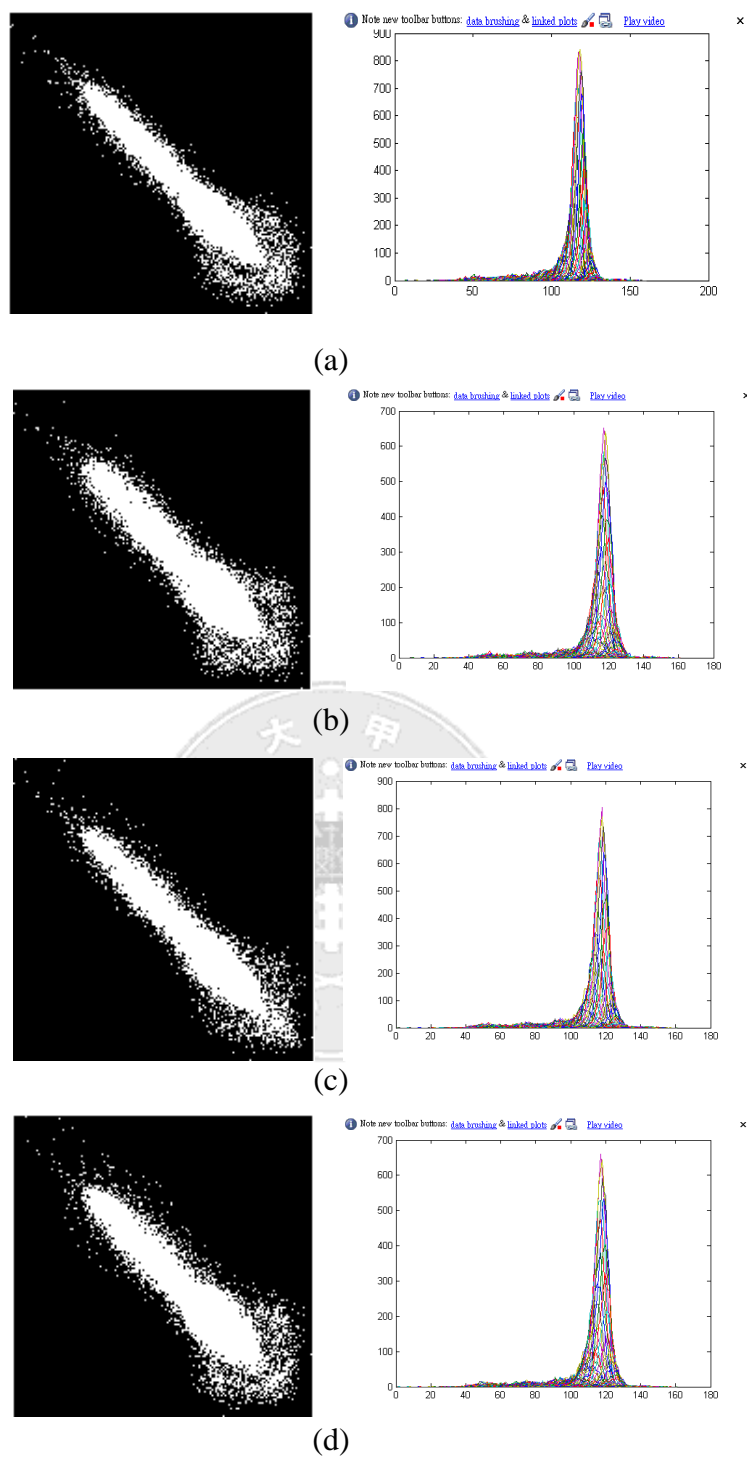


圖 4.9 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=1$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

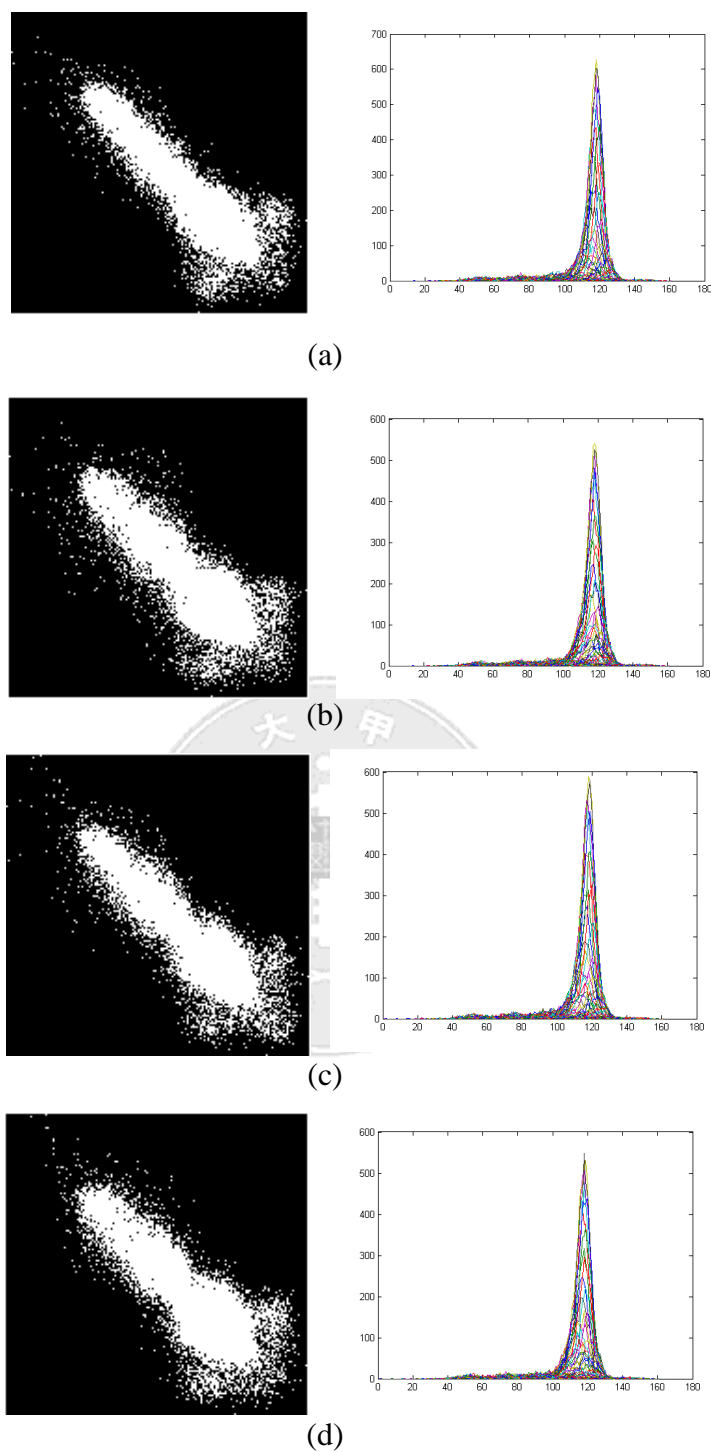


圖 4.10 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=2$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

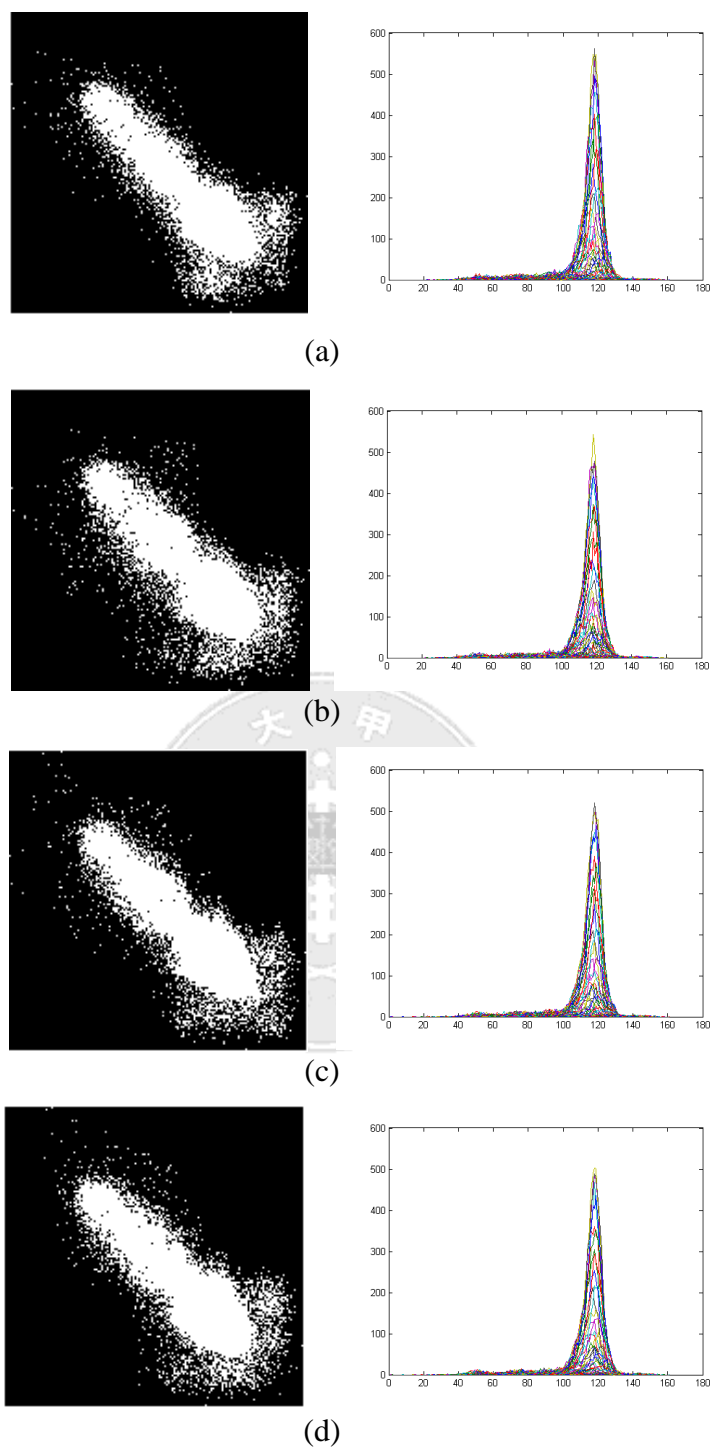


圖 4.11 損毀孵化雞蛋灰階圖像素點距離 $d=3$ 在各角度的灰階共生矩陣圖及灰階明亮度曲線圖 (a)角度 0 度 (b)角度 45 度 (c)角度 90 度 (d)角度 135 度。

在計算完良好及損毀蛋的灰階共生矩陣後，我們對於各角度的熵、最大機率、能量、同性質、相關性這幾種特徵值數值列了下列表格。表 4.1 為像素距離 $d=1$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

表 4.1 像素距離 $d=1$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	2.394581053	7.9107647	0.553525366	13.51570047	6304.831081
45 度	2.667281045	1.683689933	0.500689212	14.54338326	6716.685259
90 度	2.397140979	5.818713646	0.562703163	14.1702523	6610.53568
135 度	2.64441837	1.094132409	0.503869859	14.54872515	6711.388083

(a)

角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	1.703216268	6.42396205	0.692331236	8.439050782	3869.882856
45 度	1.940729525	0.638973009	0.646920872	8.362922614	3783.477037
90 度	1.729756699	4.262203411	0.6956584	8.458054175	3853.705738
135 度	1.946964068	0.586450398	0.643687882	8.375539601	3785.36778

(b)

在像素距離 $d=1$ 時，良好雞蛋的熵及最大機率這兩種特徵值比損壞雞蛋來的稍大，而在相關性與同性質的特徵值數據，良好雞蛋遠大於損壞雞蛋。在能量方面的特徵值數據，損毀雞蛋是大於良好雞蛋。

表 4.2 為像素距離 $d=2$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

表 4.2 像素距離 $d=2$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	2.822729293	0.815915090	0.457309047	14.69601061	6756.604695
45 度	3.006095107	0.893585521	0.412537839	14.44396055	6539.479192
90 度	2.849003440	0.901798248	0.458214852	14.52557039	6619.776662
135 度	3.018495568	0.693716309	0.410408459	14.40816895	6515.126170

(a)

角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	2.044609301	0.458955479	0.627287359	8.277053044	3742.826285
45 度	2.239313424	0.209413566	0.581276172	8.006194302	3569.803141
90 度	2.128492504	0.255416691	0.605926894	8.110895259	3646.237912
135 度	2.225751252	0.256064233	0.587413309	8.043069236	3595.645899

(b)

在像素距離 $d=3$ 時，良好雞蛋的熵及最大機率這兩種特徵值比損壞雞蛋來的稍大，而在相關性及同性質的特徵值數據，良好雞蛋遠大於損壞雞蛋。在能量方面的特徵值數據，損毀雞蛋是大於良好雞蛋。

表 4.3 為像素距離 $d=3$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

表 4.3 像素距離 $d=3$ 時各角度特徵值數值表 (a)良好雞蛋特徵值數值表 (b)損壞雞蛋特徵值數值表。

角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	2.993003187	0.768071632	0.411480043	14.65884358	6680.399116
45 度	3.095423668	0.794813838	0.381862136	14.24759222	6417.141645
90 度	3.005716563	0.837318711	0.415142123	14.49190451	6551.882438
135 度	3.115198672	0.543863263	0.372855159	14.13968385	6358.007460

(a)

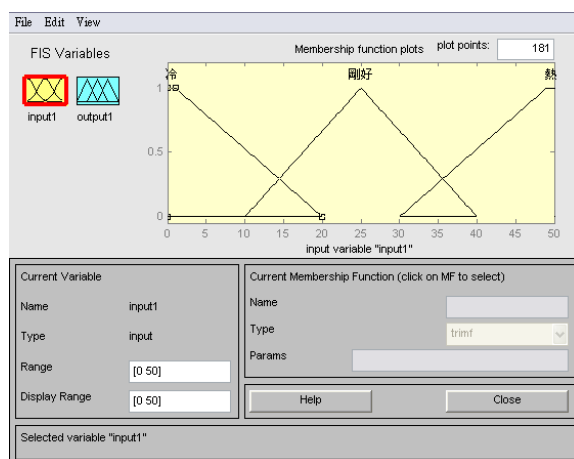
角度	熵	最大機率	能量	同性質	相關性
0 度	2.173694134	0.262731247	0.597688173	8.192003785	3669.985391
45 度	2.310383625	0.236232471	0.563953552	7.943527829	3524.743926
90 度	2.229026401	0.252977370	0.583348410	8.140204893	3636.592702
135 度	2.281150660	0.170509293	0.570632497	7.973685239	3540.509910

(b)

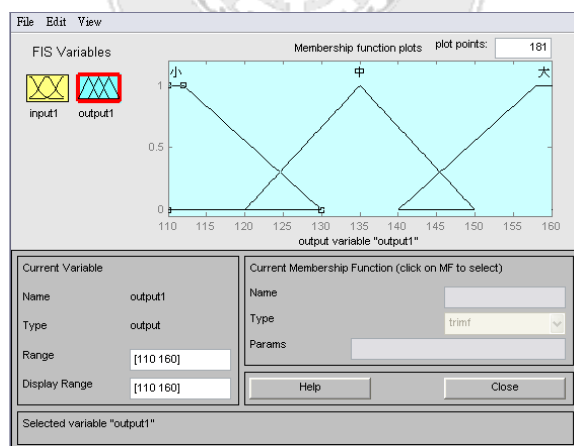
在像素距離 $d=3$ 時，良好雞蛋的熵及最大機率這兩種特徵值比損壞雞蛋來的稍大，而在相關性及同性質的特徵值數據，良好雞蛋遠大於損壞雞蛋。在能量方面的特徵值數據，損毀雞蛋是大於良好雞蛋。這裡所用來運算的孵化雞蛋圖片大小皆為 320×240 ，在上述三種特徵值比較數據可看出良好雞蛋與損毀雞蛋的差異性，此時以像素距離 $d=1$ 的比值差異性最大且效果最好。

4.1.3 模糊理論求得二值化閾值分析

在做受精蛋孵化率自動檢測時，由於周遭溫度會影響紅外線熱像儀的取像結果，造成孵化雞蛋熱像圖二值化後的差異，故利用溫度的模糊理論來求最佳的二值化閾值，以增加本系統的精確性。本節將會討論在多種溫度下之二值化閾值為何。圖 4.12 為 Matlab 模糊歸屬函數系統 (a)為溫度的歸屬函數圖，(b)為輸出的二值化強度歸屬函數圖。



(a)



(b)

圖 4.12 Matlab 歸屬函數圖 (a)輸入的溫度歸屬函數圖 (b)輸出的二值化強度歸屬函數圖

本系統是設定溫度為 25°C 時二值化閾值為 135，而隨著溫度的改變二值化閾值也會隨之變動，如當溫度達到 35°C 時二值化閾值就會降至為 125，當溫度降為

11°C	146	33°C	132
12°C	144	34°C	131
13°C	143	35°C	130
14°C	141	36°C	129
15°C	140	37°C	127
16°C	139	38°C	126
17°C	138	39°C	125
18°C	137	40°C	124
19°C	136	41°C	123
20°C	135	42°C	122
21°C	135	43°C	121
22°C	135	44°C	120

表 4.4 孵化雞蛋檢測系統在各溫度所對應之最佳二值化閾值

經反覆 50 次的拍攝檢驗，發現未使用模糊理論求最佳二值化閾值的系統，其準確性為 90%，大約 50 次會有 6 次會出現誤判的情形發生。而使用模糊理論由最佳二值化閾值的系統，其準確性會上升至 96%，大約 50 次會誤判 2 次。所以由此數據顯示，系統加入模糊理論求得最佳二值化閾值，的確會提高其準確度，而本系統的檢測速度為 2 至 3 秒。表 4.5 為經過 50 次反覆檢測後的結果表。

反覆 50 次檢測	使用模糊理論求最佳二值化閾值	準確度
方法一	無	90%
方法二	有	96%

表 4.5 孵化雞蛋檢測系統之實驗結果表

4.2 生病雞隻檢測系統

在做生病雞隻檢測系統檢測時，必須先做雞隻熱像圖顏色分割，以求得此圖的顏色資訊，而求得此圖的顏色資訊後，就可開始做系統之檢測。圖 4.14 (a)為雞隻熱成像的圖 (b)為顏色分割後的圖。

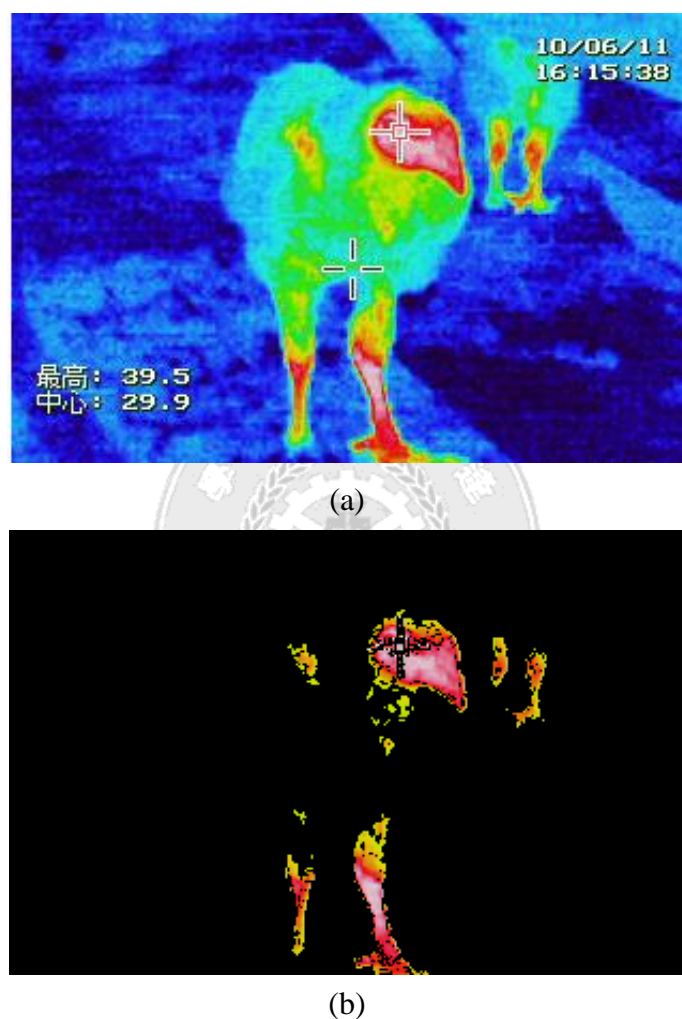


圖 4.14 (a)雞隻熱成像的圖 (b)顏色分割後的圖

取完顏色分割後，系統會根據所設定此雞隻的體溫，而自行判斷雞隻體溫是否有過高的狀況發生，當系統判斷出此雞隻體溫過高時，則會給予警告，反之則否。圖 4.15 為偵測到體溫過高時之介面圖。

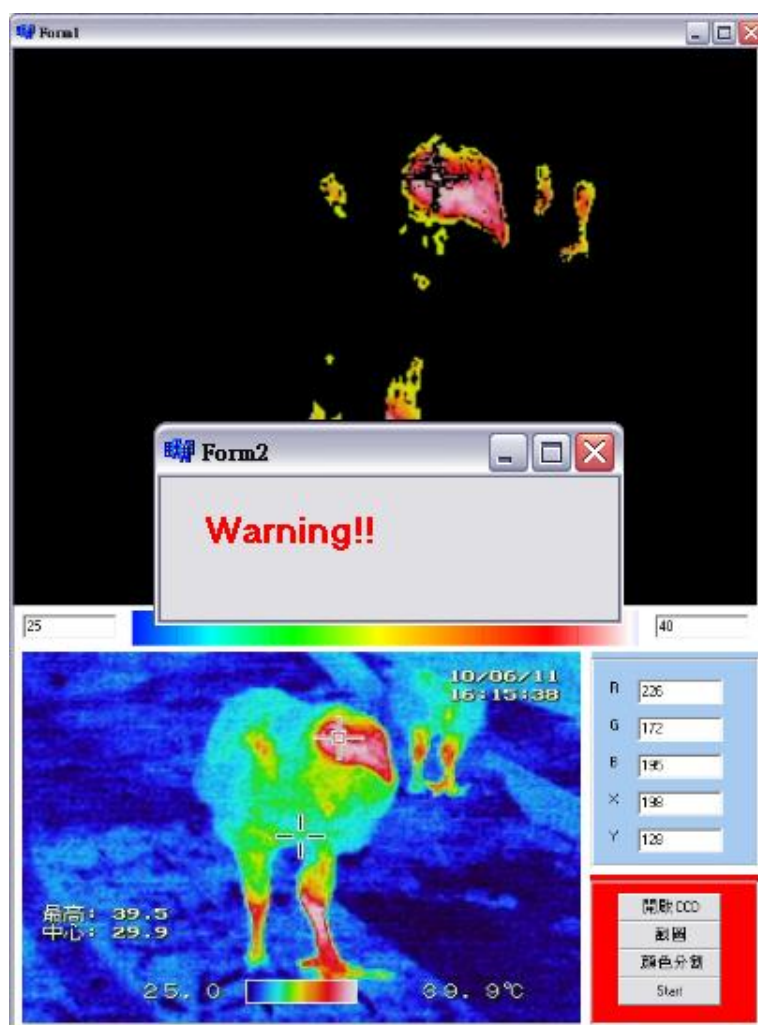


圖 4.15 偵測到體溫過高時之介面圖

第五章、結論與未來展望

5.1 結論

5.1.1 受精蛋孵化率自動檢測系統

受精蛋孵化率自動檢測系統，可分為硬體紅外線熱像測溫儀，及軟體受精蛋孵化率自動檢測系統這兩個部分。利用紅外線熱像測溫儀截取孵化雞蛋的熱圖像，首先利用 Sobel 運算子去算出孵化雞蛋的邊緣，再用感溫器測量待測雞蛋旁的溫度，並利用模糊理去微調二值化之閾值，灰階共生矩陣計算受損雞蛋的特徵數值，接著再做孵化雞蛋篩選，當判斷完後再由檢測人員將劣質的蛋挑出即可，本系統的準確度為 96%，檢測速度為 2 至 3 秒。利用此方法可大幅縮短工作人員檢測的時間，及可用於無經驗的工作人員這兩種好處。

5.1.2 生病雞隻檢測系統

生病雞隻檢測系統，可分為硬體紅外線熱像測溫儀，及軟體生病雞隻檢測系統這兩個部分。先用紅外熱像儀拍攝雞隻的熱影像，利用顏色分割求得出雞隻體溫資訊，再藉由程式判斷雞隻體溫是否過高，如果過高就判斷此雞隻是有問題的，反之則否。用此方法檢測雞隻是否生病是可行的，由於雞隻跟人一樣生病時通常會伴隨著發燒，如最近很嚴重的禽流感就是這樣。此檢測裝置可過濾掉大多有問題的雞隻，故這套系統可用於第一道防線的篩選，其準確性在未來可在作進一步之驗證。

5.2 未來方向

因考慮到以受精蛋孵化率自動檢測系統準確度的問題，改善模糊理論裡溫度所定的參數，及去養雞場取得較準確的孵化雞蛋邊緣內暗點數之比例。相信改善以上兩點，便會讓檢測系統的準確性為之提升，達到使誤判孵化雞蛋的機率降低之目標。而在紅外線熱像測溫儀做生病雞隻檢測方面，希望可以多收集生病雞隻的樣本，以利發覺各種病之間的差異，好提升檢測的成功率。



參考文獻

- [1] 張善勝，*蛋品加工學*，華香園出版社，1986。
- [2] 周檳源，*紅外線溫度計用於火鶴葉溫量測之研究*，國立中興大學生物產業機械工程學研究所，碩士論文，2003。
- [3] 趙桂嫻，*應用紅外線熱影像偵測棒球投手運動訓練適應之研究*，私立中國文化大學運動教練研究所，碩士論文，2004。
- [4] M. Luong, "Fatigue limit evaluation of metals using an infrared thermo graphic technique," *Mechanics of Materials*, Vol. 28, pp.155-163, 1998.
- [5] C.C. Yang, K. Chao, Y.R. Chen, and H.L. Early, "Systemically diseased chicken identification using multispectral images and region of interest analysis," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 49, pp.255–271, 2005.
- [6] F.R. Bamelis, B. De Ketelaere, K. Mertens, B.J. Kemps, E.M. Decuypere, J.G. De Baerdemaeker, "Measuring the conductance of eggshells using the acoustic resonance technique and optical transmission spectra", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 62, pp.35–40, 2008.
- [7] K. Mertens, I. Vaesen, J. L. offel, B. Ostyn, B. Kemps, B. Kamers, F. Bamelis, J. Zoons, P. Darius, E. Decuypere, J. De Baerdemaeker, B. Deketelaere, "Data-based design of an intelligent control chart for the daily monitoring of the average egg weight", *Computers and electronics in agriculture*, Vol. 61, pp.222–232, 2008.
- [8] D. Xiaoyan, W. Qiaohua, C. Hong, X. Hong, "Eggshell crack detection using a wavelet-based support vector machine", *ANIMAL BEHAVIOUR*, Vol. 70, pp.135–143, 2010.
- [9] V.C. Patel, R.W. McClendon, and J.W. Goodrum, "Development and evaluation of an expert system for egg sorting," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 20, pp.97–116, 1998.
- [10] 馬春祥、吳和光、鄭鄧貴，*家禽之生殖*，國立編譯館，1997。

- [11] <http://www.saige.com/blog/zhohuaxinge/article-2948.aspx>，授精蛋圖片。
- [12] 馬春祥、吳和光、*家禽學實習手冊*，合記圖書出版社，1991。
- [13] 苗沛元，“夜視新境界—新一代紅外線熱像儀簡介”，*軍品科技新知*，105期，73-84頁，1998。
- [14] L. Dong, and G. Yu, “An optimization-based approach to image binarization ,” *Fourth International Conference on Computer and Information Technology*, pp. 165 -170, 2004.
- [15] C. M. Tsai, and H. J. Lee, “Binarization of color document images via luminance and saturation color features ,” *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 11, pp.434-451, 2002.
- [16] J. Bai, Y. Q. Yang, and R. L. Tian, “Complicated Image's Binarization Based on Method of Maximum Variance,” *2006 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, pp. 3782-3785, 2006.
- [17] 林俊良，*智慧型控制分析與設計*，全華圖書股份有限公司，2005。
- [18] B. Chen, and L. L. Zhang, “A fuzzy neural network architecture for fuzzy control and classification ,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 2, pp. 1168-1173, 1996.
- [19] K. Y. Cai, and L. Zhang, “Fuzzy Reasoning as a Control Problem,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 16, pp. 600-614, 2008.
- [20] Y. C. Chang, S. M. Chen, and C. J. Liao, “Fuzzy Interpolative Reasoning for Sparse Fuzzy-Rule-Based Systems Based on the Areas of Fuzzy Sets,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 16, pp. 1285-1301, 2008.
- [21] 徐士中，*任意背景下的人臉偵測*，國立台灣科技大學電機工程系，碩士論文，2006。
- [22] J. Canny, “A computational approach to edge detection,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, pp.679-698, 1986.

- [23] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. H. Dinstein, "Textural features for image classification," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 3, pp. 610-621, 1973.
- [24] D. A. Clausi, and Y. Zhao, "Grey level co-occurrence integrated algorithm (GLCIA): a superior computational method to rapidly determine co-occurrence probability texture features," *Computers & Geosciences*, Vol. 29, pp. 837-850, 2003.
- [25] J. Chung, K. Shim, "Color Object Tracking System for Interactive Entertainment Applications," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 497-500, 2006.
- [26] 陳信嘉，以亮度/色彩對比為基礎的影像分析技術之研究，國立交通大學電子工程學系電子研究所，博士論文，2006。
- [27] R. Sami, T. Philip, S. Bernhard, B. Andrew, "Computationally Efficient Face Detection", *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Vision*, Vol. 2, pp. 695-700, 2001.
- [28] 林宸生、陳德請，近代光電工程導論，全華圖書科技有限公司，2003。
- [29] 蔡孟凱，C++ *Builder 6* 完全攻略，金禾資訊股份有限公司，2006。