

# Application of Machine Vision of Hatching Eggs Images of Research

## 應用機器視覺探討種蛋孵化影像之研究

Guo-Hao Zeng<sup>1)</sup> Hung-Yi Chen<sup>2)</sup> Ching-Wei Cheng<sup>3)</sup>

曾國豪

陳鴻毅

鄭經偉

### Abstract

The purpose in this study was investigative of the feasibility by digital image used in egg hatching detection, and compared the difference in image capture view for the detection of egg hatching. Chose the Lohmann eggs as experimental subjects, and captured the profile and bottom view of the egg images daily by image capture system, that images were analyzed by RGB model. In the result show that the R, G value of the normal hatching eggs image decreased with the number of days increased. B value have unrelated with hatching. Established discriminant index with hatching eggs R, G value in the experimental group. Experimental results show that the later period suspension eggs could not be

determined, and G value were better than R value, the bottom images were better than profile images. At 6th day, the bottom images used G value to detection hatching eggs and early period suspension eggs that the accuracy were 94% and 100%. The method of this study can be effectively applied to the monitoring and early detection of hatching eggs.

**Key words:** Eggs, Hatching, Machine vision

### 摘要

本研究主要的目的為探討數位影像應用於種蛋孵化程度檢測之可行性，並分析取像角度對於種蛋孵化檢測之差異。以龍門蛋雞種蛋作為實驗對象，每日以影像擷取系統分別擷取種蛋側面及底面之照蛋影像，並以影像 RGB 模型

- 
- 1) Graduate Student, Dept. of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.. 國立中興大學生物產業機電工程學系碩士班研究生。
  - 2) Ph.D Graduate Student, Dept. of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.. 國立中興大學生物產業機電工程學系博士班研究生。
  - 3) Professor, Dept. of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C., Corresponding author. cwcheng@nchu.edu.tw  
國立中興大學生物產業機電工程學系教授，通訊作者。

進行分析。實驗結果顯示，正常孵化種蛋影像之 R、G 值之變化隨孵化天數增加而降低，而 B 值並不具判別意義。並以實驗組之出雛蛋 R、G 值建立判別指標，其結果顯示後期中止蛋皆無法有效判別，而出雛蛋及初期中止蛋 G 值之判別準確率較 R 值為佳，而底面取像較側面取像有較好之準確率。以第六天底部取像並以 G 值作為判別，其出雛蛋及前期中止蛋之判別準確率可達 94% 及 100%，本研究之結果可有效應用於種蛋孵化之監測及孵化初期之選別作業。

**關鍵詞：** 蛋、孵化、機器視覺影像

## 前言

禽肉與禽蛋在國內日常生活飲食中，都佔有極為重要的地位，亦是相當重要的營養來源。含有豐富的蛋白質，是維持身體健康的重要食品來源。目前國內對於禽肉與禽蛋的需求以雞類有擁有最大的禽肉與禽蛋市場。依據統計報告<sup>[1]</sup>指出 2011 年國內一年雞隻屠宰總數達 3 億 8 千多萬隻，以此數據估算成每日平均需孵出近百萬隻雞才足以供國內日常所需。

蛋雞場與肉雞場的雛雞來源目前多已由專業化的孵蛋場進行提供。孵蛋場的種蛋孵化率對於整體產業具有相當之重要性及經濟影響。目前在孵蛋產業中如何有效提升孵化率減少損失是重要的課題，因此完善的孵化機制是必需的<sup>[2]</sup>。一般而言孵蛋場的作業方式首先將種蛋入孵於孵化室內，配合適當的溫度及濕度控制使其發育並於 18 日後將其移至發生室內等待雛雞出生。而種蛋孵化狀況的監控，有多種方

法，包含了胚胎發育、氣室的變化<sup>[3]</sup>、重量的變化<sup>[5]</sup>等，而照蛋檢測是最為穩定的方式。

傳統照蛋作業採用人工利用強光透過種蛋後以肉眼進行檢查及判斷，通常第一次照蛋時間約在入孵後第 5-6 天左右，檢查種蛋受精情況，及辨別胚胎發育是否正常和有無破蛋，並即時將其取出<sup>[4]</sup>，第二次照蛋於入孵後 17~18 天進行，主要取出死胚蛋和第一次未挑出的無精蛋<sup>[6]</sup>。但人工肉眼檢測速率慢且容易造成疲勞，目前由於大型孵蛋場每週約需孵化 2 萬粒種蛋，因此許多孵蛋場已省略前期照蛋或僅在第 18 天由孵化室移至發生室時再進行無精蛋、破蛋、發育中止蛋的篩檢。但若無進行前期的照蛋作業，初期孵化失敗、破蛋及無精蛋仍會佔用 21 天的孵化資源，並且破蛋及中止蛋容易腐敗滋生細菌，腐敗蛋所產生的氣體亦影響整體孵化環境，當孵化室內含氧量降低 1% 時孵化率則降低 5%<sup>[4]</sup>。並且早期挑選出的無精蛋尚可出售食用或作為工業用蛋，孵化失敗蛋亦可作為飼料使用<sup>[5]</sup>。照蛋作業對於孵蛋產業不僅在孵化成本上有所節省外，透過異常胚胎和死胚的數量和分布情況可作為整體孵化條件設定與調整之判斷依據。

目前國內外已有諸多學者進行非破壞性產品檢測之研究其方法包含應用機器視覺<sup>[7, 11, 12]</sup>、聲波脈衝<sup>[8-9]</sup>、衝擊響應<sup>[10]</sup>及高光譜成像<sup>[13]</sup>等多種，但對於種蛋孵化之檢測研究多限制於種蛋之側面取像<sup>[14]</sup>或檢測設備之價格無法建立簡易且便宜並適用於目前種蛋孵化所使用之整盤式孵化自動化檢測之方法。因此本研究主要的目的為探討數位影像應用於種蛋孵化程度檢測之可行性，藉由簡易之網路攝影機作為取像

設備，並分析取像角度對於種蛋孵化檢測之差異。

## 材料與方法

### 一、實驗設備與材料

#### (一) 小型孵化箱：

永成孵化機承製所製造，其孵化容量為 100 粒蛋。

#### (二) 照蛋燈：

燈具型號：OLYMPUS TL2。鹵素燈泡 ( 型號：PHILIPS Projection lamp 6V15W ) 作為照蛋時打光使用。

#### (三) 網路攝影機：

30 萬像素網路攝影機像素，用於擷取透光蛋之影像使用，可搭配自行撰寫之軟體控制取像參數，如圖 1 所示。

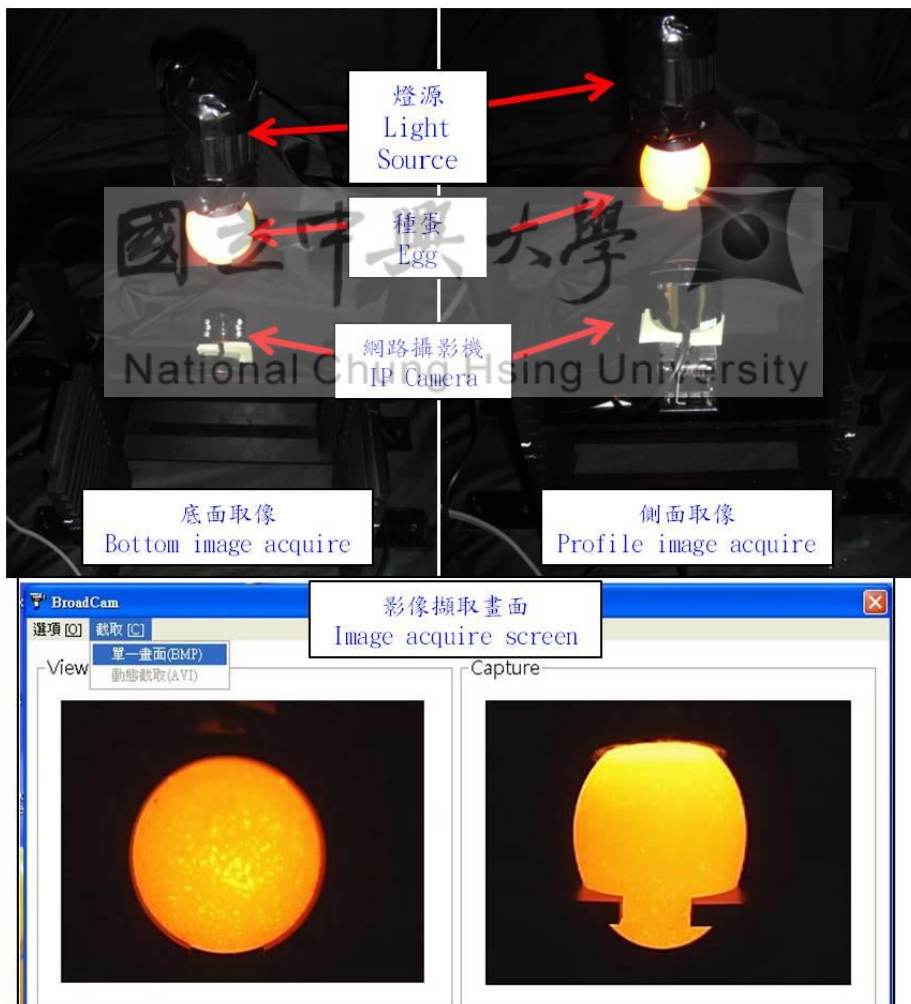


圖 1. 影像擷取系統

Fig. 1. Machine vision imaging system

(四) 暗箱：

自製暗箱，尺寸為 25cm X 25cm X 25cm。用於實驗過程中影像擷取時防止外界光源干擾。

(五) 照蛋架：

自製壓克力蛋架，配合取像攝影機及照蛋燈之位置及尺寸設計。

(六) 電子天平：

Mettler-Toledo 製造之電子天平，型號:PB303-S/FACT。精密度為 0.001g。量測範圍為 320g-0.02g。

(七) 電子式游標卡尺：

為中國製 Stainless hardened 電子式游標卡尺，精密度為 0.01mm。用於量測種蛋之長軸、短軸長度。

(八) 筆記型電腦：

含作業軟體，在此以 Windows XP 為作業

平台。

(九) 實驗用種蛋：

品種：龍門蛋雞，實驗組 30 粒，驗證組 40 粒。殼色為白色，來源為台中縣神岡鄉景旦養雞場。採購其低溫保鮮之種蛋。

(十) 影像分析軟體

本研究所使用之影像分析軟體為 Image J，為 National Institutes of Health 開發的免費軟體。可運行於 Microsoft Windows，Mac OS，Mac OS X，Linux，和 Sharp Zaurus PDA 等多種平台。

二、實驗方法

(一) 基本物性量測：

將實驗組種蛋於購入第一天時，將每粒蛋進行編號並量測種蛋基本物性資料，包括種蛋蛋型之長軸、短軸大小及氣室位置，並每天量測種蛋失重率及每五日圈畫氣室變化，如圖 2

所示。

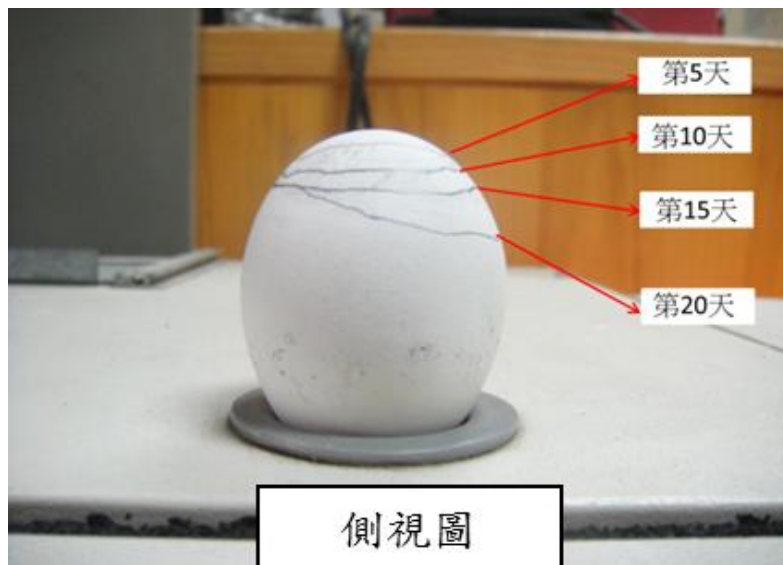


圖 2. 種蛋氣室變化圖

Fig. 2. Hatching Eggs changes in the air cell

## (二) 孵化箱條件設定：

小型孵化箱溫度設定為控制溫度  $38\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、濕度控制在  $36\pm 1\%$  下之孵化環境進行孵化作業。

## (三) 影像擷取：

本研究所使用之影像擷取系統架設及設備如圖 1，其組成包含照蛋燈源、暗箱、30 萬像素網路攝影機、以去光漆噴黑之自製壓克力蛋及配自行撰寫可固定網路攝影機影像擷取參數之影像擷取軟體。為取得每 24 小時之孵化影像變化，影像擷取實驗時間設定為每日早上 10 點，在不受外在光源干擾的暗箱中進行，並於蛋架及種蛋上進行記號標記，使每日取像角度及位置一致。影像之擷取由第 0 日齡（入孵前）至第 19 日齡後將種蛋移入發生室後結束 20 天照蛋實驗，並將所擷取影像進行分析。

## 三、影像分析：

每日所取得之底部及側面照蛋影像（從第 1 天到第 20 天）使用影像分析軟體 Image J 進行分析，首先讀取欲分析之影像檔案，運用其

軟體之內建邊界閥值設定功能將蛋架之影像濾除，保留種蛋透光影像進行面積內之 RGB 灰階值計算並與孵化結果進行比較。

## 結果與討論

### 一、物性量測及孵化實驗結果

種蛋之短、長軸、初始重量經量測後結果如表 1 所示。孵化實驗結果依其種蛋之孵化狀況進行分類，成功孵化為雛雞或有啄殼者定義為出雛蛋，其餘未成功孵化之種蛋將其蛋殼破壞後進行狀態確認，若其蛋黃無變化或有血管生長但軀體尚未成形定義為初期中止蛋，若軀體已成形定義為後期中止蛋。

### (一) 孵化結果

實驗組之孵化率為 63.3%，30 顆入孵種蛋計孵出 19 隻雛雞（出雛蛋）、初期中止蛋 6 顆、後期中止蛋 5 顆。對照組之孵化率為 58.9%，40 顆種蛋中人為損壞 1 顆有效共 39 顆其中出雛蛋共 23 顆、初期中止蛋 10 顆、後期中止蛋 6 顆，結果如表 2 所示。

表 1. 種蛋大小尺寸與重量

Table 1. The size and weight of hatching eggs

| 長軸 (mm)       | 短軸 (mm)       | 重量 (g)        |
|---------------|---------------|---------------|
| $57.4\pm 1.5$ | $43.5\pm 0.9$ | $61.5\pm 3.2$ |

表 2. 孵化結果表

Table 2. Incubation Results

|     | 初期中止蛋  | 後期中止蛋 | 出雛蛋    |
|-----|--------|-------|--------|
| 實驗組 | 共 6 顆  | 共 5 顆 | 共 19 顆 |
| 驗證組 | 共 10 顆 | 共 6 顆 | 共 23 顆 |

(二) 重量變化

將實驗組之孵化實驗結果進行分類，依分類結果分別將初期中止蛋、後期中止蛋、出雛蛋等三組之每日失重變化計算以式①後進行平均值計算，其結果出雛蛋至第 20 日失重率為 13.8%、初期中止蛋失重率為 13.7%、後期中止蛋失重率為 13.6%，每日失重率變化如表 3 所

示，由此可發現種蛋孵化情形與失重率變化無明顯意義。

$$\text{失重變化率} = \frac{\text{第 } n \text{ 日齡重量}}{\text{第 } 0 \text{ 日齡重量}} \times 100\% \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

二、影像分析結果

(一) 孵化過程中種蛋之顏色變化

表 3. 孵化與失重變化之關係

Table 3. The relation with weight loss rate and hatching

| 孵化天數 | 出雛蛋失重率 (%) | 初期中止蛋失重率 (%) | 後期中止蛋失重率 (%) |
|------|------------|--------------|--------------|
| 1    | 100        | 100          | 100          |
| 2    | 99.2       | 99.3         | 99.2         |
| 3    | 98.5       | 98.5         | 98.5         |
| 4    | 97.8       | 97.8         | 97.8         |
| 5    | 97.2       | 97.3         | 97.3         |
| 6    | 96.5       | 96.5         | 96.5         |
| 7    | 95.7       | 95.7         | 95.8         |
| 8    | 95.0       | 95.0         | 95.0         |
| 9    | 94.3       | 94.3         | 94.4         |
| 10   | 93.6       | 93.6         | 93.7         |
| 11   | 92.9       | 92.9         | 93.0         |
| 12   | 92.2       | 92.2         | 92.3         |
| 13   | 91.5       | 91.5         | 91.6         |
| 14   | 90.8       | 90.7         | 90.8         |
| 15   | 90.1       | 90.0         | 90.1         |
| 16   | 89.4       | 89.3         | 89.5         |
| 17   | 88.5       | 88.5         | 88.7         |
| 18   | 87.8       | 87.8         | 88.0         |
| 19   | 87.0       | 87.0         | 87.2         |
| 20   | 86.2       | 86.3         | 86.4         |
| 總失重率 | 13.8       | 13.7         | 13.6         |

將實驗組之孵化結果分類後，觀察其孵化過程中顏色變化可發現，每日所擷取之種蛋影像發現正常出雛蛋在第 2 天時，由於卵黃囊內血管開始發育，種蛋顏色逐漸產生變化，由側面影像如圖 3 觀察可發現種蛋由原本淡黃色約在第五天逐漸轉為橘色，第六天種蛋下半部轉為鮮紅色，第 11 天種蛋下半部轉為深紅色且胚胎已逐漸成形，而在第 13 天過後由於胚胎之成長種蛋顏色則越趨近於黑色透光度降低並且氣室位置也隨之降低，而由底部所擷取之影像顏色變化如圖 4。而初期中止蛋隨著發育停止顏色停止發生變化側面取像及底部取向分別如圖 5、圖 6，後期中止蛋則因後期死亡時其軀體皆已發育與正常出雛蛋有相同之影像變化。

## (二) 種蛋影像之 RGB 分析結果

將種蛋每日之側面及底部影像利用影像分

析軟體分析進行 RGB 分析後將 R、G、B 將分別以 0 到 255 的絕對數值呈現，將每日影像之平均 R、G、B 值依分類結果出雛蛋、前期中止蛋、後期中止蛋與每日側面及底部影像之連續變化結果分別如圖 7、圖 8、圖 9。

出雛蛋之側面影像 R 值於前 5 天無明顯變化於第 6 天起開始降低由 250 至第 20 天降至 76，而底部影像由第 6 天之開始降低由 249 至第 20 天降至 29。出雛蛋之側面影像 G 值於入孵後 1 天開始下降變化於第 1 天起開始降低由 243 至第 9 天降至 35 後即無明顯變化，而底部影像由第 1 天起開始降低由 238 至第 8 天降至 22 後即無明顯變化。出雛蛋之側面影像 B 值於入孵後 1 天開始下降由 87 至第 2 天降至 27 後即無明顯變化，而底部影像由第 1 天起開始降低由 34 至第 2 天降至 15 後即無明顯變化。由

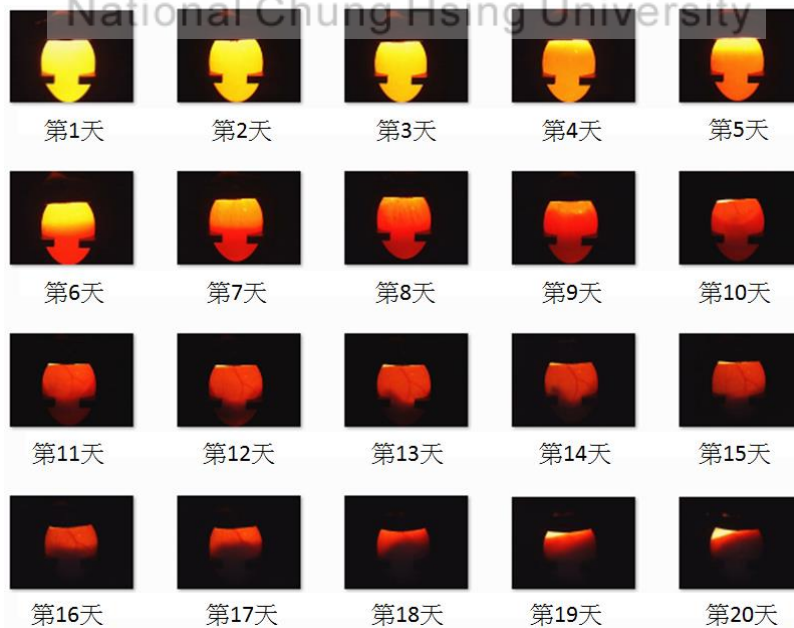


圖 3. 出雛蛋每日側面影像擷取圖

Fig. 3. Hatching eggs daily image by profile view

此可發現種蛋出雛蛋孵化之影像 RGB 值之變化，除 B 值外 R、G 值皆隨著孵化天數降低，而後期中止蛋之 R、G、B 變化趨勢則與出雛蛋相同。

初期中止蛋之側面影像 R 值於前 5 天無明顯變化於第 6 天起開始降低由 251 至第 11 天為 213 後即無明顯變化，底部取像之 R 值則由第 5 天 251 至第 20 日降低為 239 無太多變化。而以 G 值來看側面影像之 G 值於入孵後 1 天開始下降變化於第 1 天起開始降低由 238 至第 10 天降為 43 後即無明顯變化，而底部影像之 G 值由第 1 天起開始由 243 至第 8 天降至第 11 天為 108 後即無明顯變化。側面影像之 B 值於第 1 天為 31 至第 2 天為 15 後無明顯變化，而底部取像由第 1 天為 87 至第 2 天為 27 後並無明顯變化。由此可發現初期中止蛋之 R 值並無

大幅度變化，G 值於前 10 日有降低之趨勢，B 值亦無顯變化。

(三) 準確率驗證

由實驗組之 R、G、B 分析結果可發現 R、G 值與孵化程度有較高之關性，並隨其孵化天數增加而降低。因此本研究利用實驗組之正常出雛蛋側面及底面取像之 R、G 值加上兩倍標準差分別作為每日臨界值建立，並利用該 R、G 臨界值作為驗證組之出雛蛋、前期中止蛋與後期中止蛋之判別，其側面及底面取像 R、G 值之判別準確率分別如表 4 及表 5 所示。

由 R 值之驗證結果可發現側面影像於第 9 天正常出雛蛋之準確率可達 94%、初期中止蛋為 100%、後期中止蛋無法判別。而底部影像於第 8 天出雛蛋之準確率為 94%、初期中止蛋為 100%、後期中止蛋僅 25%無法有效判別，而底

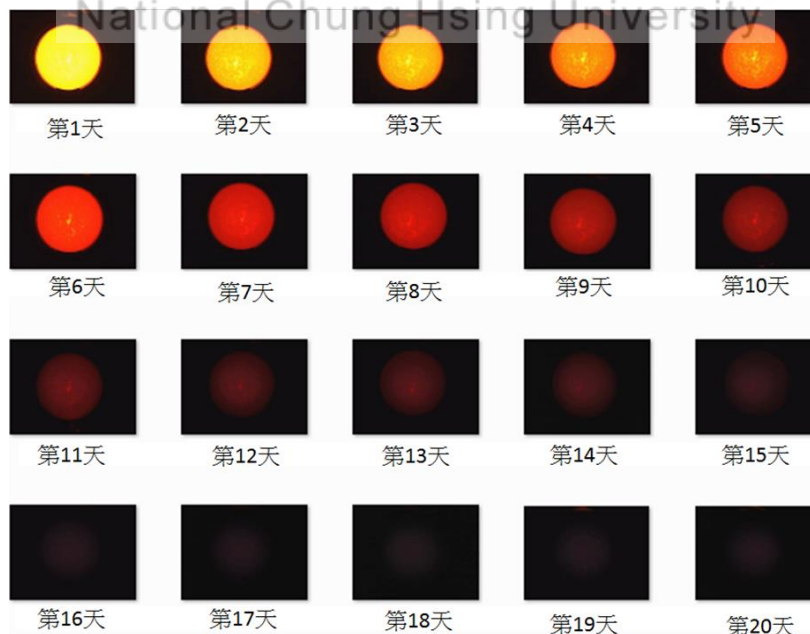


圖 4. 出雛蛋每日底部影像擷取圖

Fig. 4. Hatching eggs daily image by bottom view





圖 5. 初期孵化中止蛋每日側面影像擷取圖

Figure 5. Early period suspension egg the daily image by profile view

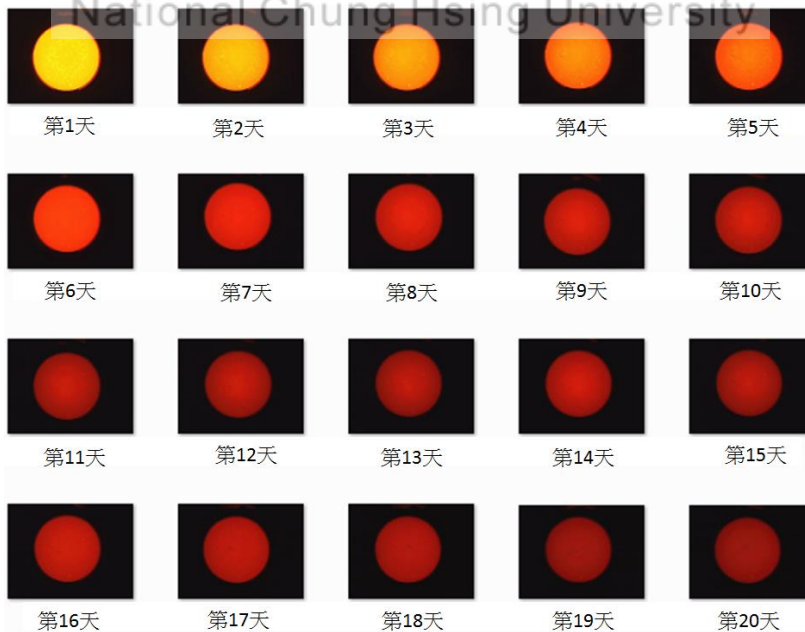


圖 6. 初期中止蛋每日底部影像擷取圖

Fig. 6. Early period suspension egg the daily image by bottom view



圖 7. 出雛蛋 RGB 值之每日變化

Fig. 7. The RGB value daily change by hatching eggs

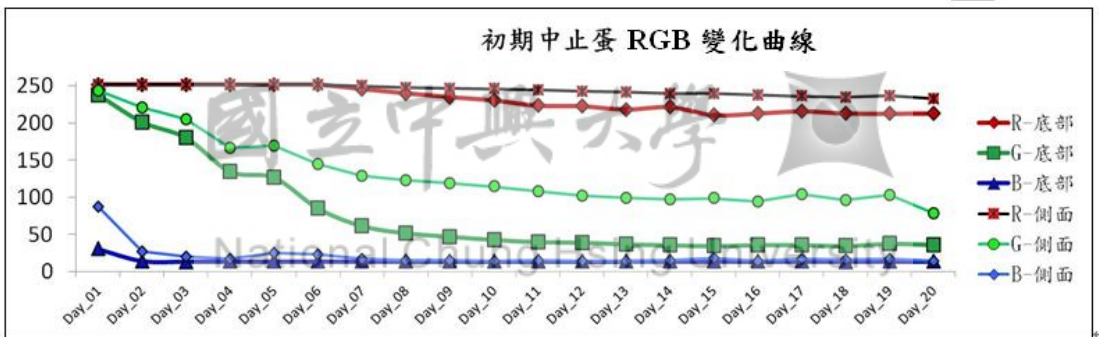


圖 8. 初期中止蛋-RGB 值之每日變化

Fig. 8. The RGB value daily change by early period suspension eggs

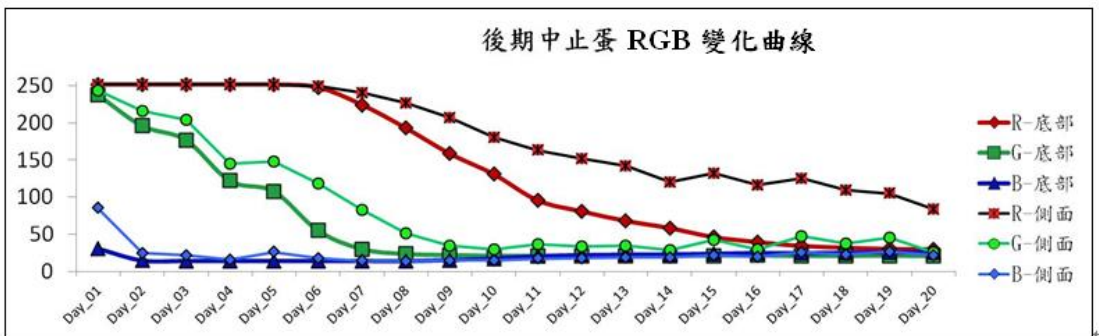


圖 9. 出雛蛋 RGB 值之每日變化

Fig. 9. The RGB value daily change by later period suspension eggs

表 4. 側面及底面取像之 R 值判別準確率

Table 4. Profile and bottom image take the R-value as discriminant accuracy

| 取像角度 | 側面取像 |      |              |              | 底面取像       |      |              |              |
|------|------|------|--------------|--------------|------------|------|--------------|--------------|
|      | 天數   | 臨界值  | 初期中止蛋<br>準確率 | 後期中止蛋<br>準確率 | 出雛蛋<br>準確率 | 臨界值  | 初期中止蛋<br>準確率 | 後期中止蛋<br>準確率 |
| 0    | 252  | 0%   | 0%           | 94%          | 252        | 10%  | 0%           | 88%          |
| 1    | 252  | 0%   | 0%           | 94%          | 252        | 10%  | 0%           | 94%          |
| 2    | 252  | 0%   | 0%           | 94%          | 252        | 0%   | 0%           | 94%          |
| 3    | 252  | 0%   | 0%           | 94%          | 252        | 0%   | 0%           | 94%          |
| 4    | 252  | 0%   | 0%           | 94%          | 252        | 0%   | 0%           | 94%          |
| 5    | 255  | 0%   | 0%           | 94%          | 257        | 0%   | 0%           | 94%          |
| 6    | 248  | 90%  | 25%          | 88%          | 244        | 80%  | 25%          | 94%          |
| 7    | 239  | 90%  | 38%          | 88%          | 218        | 90%  | 25%          | 94%          |
| 8    | 227  | 100% | 13%          | 88%          | 177        | 100% | 25%          | 94%          |
| 9    | 209  | 100% | 0%           | 94%          | 150        | 100% | 38%          | 94%          |
| 10   | 189  | 100% | 13%          | 88%          | 115        | 100% | 13%          | 94%          |
| 11   | 176  | 100% | 0%           | 94%          | 92         | 100% | 25%          | 94%          |
| 12   | 168  | 100% | 0%           | 88%          | 80         | 100% | 13%          | 94%          |
| 13   | 149  | 100% | 13%          | 82%          | 69         | 100% | 0%           | 94%          |
| 14   | 150  | 100% | 13%          | 76%          | 58         | 100% | 0%           | 94%          |
| 15   | 151  | 100% | 0%           | 94%          | 37         | 100% | 50%          | 94%          |
| 16   | 149  | 100% | 0%           | 94%          | 32         | 100% | 38%          | 94%          |
| 17   | 142  | 100% | 0%           | 94%          | 31         | 100% | 38%          | 94%          |
| 18   | 153  | 100% | 0%           | 94%          | 30         | 100% | 50%          | 88%          |
| 19   | 106  | 100% | 13%          | 94%          | 30         | 100% | 38%          | 94%          |

部影像優於側面取像之結果。

由 G 值之驗證結果可發現側面影像於第 8 天正常出雛蛋之準確率可達 94%、初期中止蛋為 100%、後期中止蛋無法判別。而底部影像於第 6 天出雛蛋之準確率為 94%、初期中止蛋為 100%、後期中止蛋僅 25% 無法有效判別，而底部影像優於側面取像之結果。

由以上結果可發現 R、G 值應用於判別初

期中止蛋中，G 值可獲得有較好之判別結果。

並比較側面及底部取像之判別結果可發現不論 R、G 值底部取像皆有較好之判別結果。造成差異之原因可能由於種蛋孵化後主要因蛋黃發育與其血管增生所產生而造成其顏色之變化，而其蛋黃位置因種蛋孵化皆採氣室端朝上以利發育之呼吸作用，蛋黃位置沉降於蛋之下半部固顏色變化下半部大於上半部，而以側面取像其

表 5. 側面及底面取像之 G 值判別準確率

Table 5. Profile and bottom image take the G-value as discriminant accuracy

| 取像角度 |     | 側面取像         |              |            | 底面取像 |              |              |            |
|------|-----|--------------|--------------|------------|------|--------------|--------------|------------|
| 天數   | 臨界值 | 初期中止蛋<br>準確率 | 後期中止蛋<br>準確率 | 出雛蛋<br>準確率 | 臨界值  | 初期中止蛋<br>準確率 | 後期中止蛋<br>準確率 | 出雛蛋<br>準確率 |
| 0    | 238 | 100%         | 100%         | 6%         | 254  | 0%           | 0%           | 94%        |
| 1    | 220 | 80%          | 25%          | 29%        | 236  | 0%           | 0%           | 94%        |
| 2    | 226 | 20%          | 13%          | 76%        | 229  | 0%           | 0%           | 88%        |
| 3    | 158 | 90%          | 38%          | 35%        | 191  | 0%           | 0%           | 94%        |
| 4    | 168 | 80%          | 25%          | 65%        | 158  | 10%          | 13%          | 94%        |
| 5    | 146 | 70%          | 0%           | 94%        | 70   | 80%          | 13%          | 94%        |
| 6    | 113 | 80%          | 0%           | 94%        | 34   | 100%         | 25%          | 94%        |
| 7    | 77  | 100%         | 13%          | 88%        | 26   | 100%         | 13%          | 94%        |
| 8    | 64  | 100%         | 0%           | 94%        | 23   | 100%         | 25%          | 94%        |
| 9    | 58  | 100%         | 0%           | 94%        | 22   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 10   | 63  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 11   | 52  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 12   | 56  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 88%        |
| 13   | 49  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 14   | 59  | 100%         | 0%           | 94%        | 22   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 15   | 53  | 100%         | 0%           | 94%        | 22   | 100%         | 0%           | 82%        |
| 16   | 62  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 13%          | 94%        |
| 17   | 57  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 94%        |
| 18   | 59  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 88%        |
| 19   | 36  | 100%         | 0%           | 94%        | 21   | 100%         | 0%           | 94%        |

所擷取之面積較大也易將未改變顏色之蛋白部分進行擷取及計算，且容易受到蛋之氣室變化所造成之誤差。

### 結論

本研究以數位影像探討種蛋孵化影像之顏色變化，並以不同角度分別擷取種蛋之側面影

像及底面影像後以 RGB 模型進行分析。結果顯示種蛋影像之 R、G 值之變化隨孵化天數增加而降低，其中 G 值有較好之判別準確率而 B 值並不具判別意義。而以照蛋燈進行氣室端照蛋由側面取像及底部取像之比較結果顯示底面取像有較好之準確率，以第六天進行底部取像並以 G 值作為判別其出雛蛋及前期中止蛋之判

別準確率可達 94% 及 100%。本研究之結果可有效應用於種蛋孵化之監測及孵化初期之選別作業。

### 謝誌

本研究承蒙行政院農業委員會 101 農科-2.1.5-牧-U1(2)之經費補助，特申謝意。

### 參考文獻

1. 行政院農業委員會。2011。農業統計年報。
2. 夏良宙。1995。影響種雞蛋孵化率的營養因子。飼料營養雜誌。第 10 期 P.23-29。
3. 馬春祥編著。1980。家禽學上冊。國立編譯館主編出版。P.179-192。
4. 張善勝。1995。蛋品加工學。華香園出版社。
5. 童連編著。2010。家禽孵化技術。五洲出版社。P.27-35 ; P.181-202。
6. 劉志春編著。1989。雞類飼養與繁殖。五洲出版社。P.42-46。
7. 鄭人嘉。2004。影像處理技術應用於種蛋孵化過程監測之研究。國立中興大學生物產業機電工程學研究所。
8. Coucke, P. M., G. M. Room, E. M Decuypere and J. G. De Baerdemaeker. 1997. Monitoring embryo development in chicken eggs using acoustic resonance analysis. *Biotechnol. Prog.*, 13: 474-478.
9. Li, C. W., J. C. Chang, C. W. Cheng and L. C. Hsieh. 2010. A Novel Non-Destructive Technology for Inspecting Eggshell Cracks Using Impulsive Response Time. *Food Science and Technology Research*. Vol.17(1): 1-10.
10. Chen, Y. C., M. L. Hu and C. W. Cheng. 2011. Applying non-destructive techniques to inspect preserved egg products by decay rates. *Journal of Food Engineering* 104:30-35
11. Das K and M. D. Evans. 1992a. Detecting fertility of hatching eggs using machine vision I: Histogram characterization method. *Trans. ASABE*, 35(4): 1335-1341.
12. Das K and M. D. Evans. 1992b. Detecting fertility of hatching eggs using machine vision II: neural network classifiers. *Trans. ASABE*, 35(6): 2035-2041.
13. Smith, D. P., K. C. Lawrence and G. W. Heitschmidt. 2008. Fertility and embryo development of broiler hatching eggs evaluated with a hyperspectral imaging and predictive modeling system. *Int. J. Poult. Sci.*, 7(10): 1001-1004.
14. Zhihui Zhu and Meihu Ma. 2011. The identification of white fertile eggs prior to incubation based on machine vision and least square support vector machine. *African Journal of Agricultural Research*, 6(12): 2699-2704.

Received: September 27, 2012.

Accepted: March 5, 2013.