



# รายงานการวิจัย

การศึกษาอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับ  
การลอกคราบของปูนิ่มในฟาร์มเลี้ยง

The image processing algorithm study to detect sloughing of  
sea crab for the farm to soft shell Crab

โดย

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์  
นางสาวรัตติกกร สมบัติแก้ว  
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

RCH  
QL  
444  
.M33  
ม 151 ก

ที่ปรึกษา

นายพลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

ศษพญ. 115285  
เลขทะเบียน 23 ก.พ. 2554  
ใน,เดือน,ปี

b. 10256448  
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การศึกษาอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับการลอกคราบ ของปูนีในฟาร์มเลี้ยง

## บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการตรวจสอบสถานะการลอกคราบของปูทะเล สำหรับฟาร์มเลี้ยงปูนีที่เลี้ยงในตะกร้า โดยอาศัยหลักการประมวลผลภาพ ระบบได้ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ (Webcam) ห่างจากตะกร้า เลี้ยงปู 25 ซม. เพื่อถ่ายภาพปูที่เลี้ยงในตะกร้าในสภาพแวดล้อมจริง โดยปัจจัยที่ศึกษาจะเกี่ยวกับ สีของน้ำในบ่อเลี้ยง การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในบ่อเลี้ยง ตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่ของปูในตะกร้า ความแตกต่างของสีตัวปูกับคราบปู ผลกระทบของแสงจากภายนอก และแสงที่ใช้ในการถ่ายภาพปูเพื่อให้ได้ภาพที่สามารถคัดแยกการลอกคราบได้ ซึ่งภาพที่ได้จะมีความละเอียด 320x240 พิกเซล (Pixel) เมื่อได้ภาพแล้วจะถูกส่งไปทำการประมวลผลภาพด้วยวิธีการแปลง RGB เป็น HSV โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก (Visual Basic) แล้วนับจุดพิกเซลของปู เพื่อแยกสถานะของปู โดยระบบตรวจสอบการลอกคราบของปูนีสามารถแยกสถานะของปูได้ 2 สถานะ คือ ลอกคราบกับไม่ลอกคราบ โดยคอมพิวเตอร์ ผลจากการทดลอง การหาค่า HSV ของปูเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการแยกสีของตัวปูออกจากพื้นหลัง มีค่าดังนี้ ค่า H = 20 ถึง 50 ค่า S = 20 ถึง 40 ค่า V = 40 ถึง 90 การทดลองหาพิกเซลของปูเพื่อแบ่งแยกสถานะ ปูที่ยังไม่ลอกคราบจะมีจำนวนพิกเซลในช่วงตั้งแต่ 6000 ถึง 9800 พิกเซล มีค่าเฉลี่ย ประมาณ 7800 พิกเซล ส่วนปูที่ลอกคราบแล้วจะมีจำนวนพิกเซลอยู่ในช่วงตั้งแต่ 10000 ถึง 14800 พิกเซล จะมีค่าเฉลี่ย ประมาณ 12000 พิกเซล ดังนั้นค่ากลางสำหรับแบ่งแยกสถานะจะมีค่าเท่ากับ 9900 พิกเซล

# THE IMAGE PROCESSING ALGORITHM STUDY TO DETECT SLOUGHING OF SEA CRAB FOR THE FARM TO SOFT SHELL CRAB

## ABSTRACT

The objective of this research was to study possible sloughing detection of sea crab for the farm to soft shell crab by using image processing. The system will capture a picture in the real environment by the webcam which was installed 25 cm far from a crab basket. We studied factors about a color of the water in a pond feeds, water level change in a pond feeds, a position or the movement of a crab in a basket, the difference of crab color and crab sloughing, the effect in the light from the outside environment, and the light that was used for crab photography to classify status of a sea crab. The captured picture with webcam has resolution of 320x240 pixels. Data was sent to computer by USB port, which then transformed a picture from RGB to HSV by Visual Basic program and counted the pixel number of a sea crab for separation of the status. The system can determine a classification status of a sea crab to two statuses as slough or no slough. From the experiment results, about the HSV value, we used the HSV value as database for color separation of sea crab from back ground color. The HSV values were as follows: H value was 20-50, S value was 20-40 and V value was 40-90. And the experiment to find the pixel number of a sea crab for status separation showed that the sea crab that doesn't slough has the average pixel number of 7800 pixel and the sea crab that sloughes has average pixel number of 14000 pixel. So the mean for separate status of sea crab was 9900 pixel.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุน จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุน การศึกษาอย่างเต็มที่ ตลอดจนใจกว้างใจเสมอมา ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ที่ปรึกษางานวิจัย และคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำงานวิจัย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณวรัญญา พรหมจรัส ที่ช่วยในการสนับสนุนค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย ทั้งยังช่วยเหลือในด้านการประสานงาน และคอยให้กำลังใจเสมอมา งานวิจัยสามารถสำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่ให้ความรู้ และโอกาสในการทำงาน

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

มนตรี ไชยชาญยุทธ์ และคณะ

30 กันยายน 2553

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายวัตถุประสงค์ของการจัดทำศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>4</b>
2.1 บทนำ.....	4
2.2 การสร้างบ่อและการทำแพรองรับตะกร้าสำหรับเลี้ยงปูน้ำม.....	4
2.3 พันธุ์ปูและการปล่อยปลูลงเลี้ยง.....	4
2.4 การให้อาหาร.....	5
2.5 การดูแล และการเก็บเกี่ยวผลผลิต.....	5
2.6 การประมวลผลภาพ และทฤษฎีสี.....	5
2.6.1 ทฤษฎีสี.....	6
2.6.1.1 โมเดล RGB.....	6
2.6.1.2 โมเดล HSV.....	7
2.6.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพต่างๆ.....	8
2.6.2.1 การปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale).....	8
2.6.2.2 การทำเทรช โฮลด์ (Thresholding technique).....	9
2.6.2.3 การปรับความคมชัดของภาพ (Contrast).....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.7 กล้องเว็บแคม (Webcam).....	12
2.7.1 ประเภทของเว็บแคม.....	12
2.7.1.1 แบ่งตามรูปทรงของกล้อง.....	12
2.7.1.2 แบ่งตามประเภทของขาตั้งกล้อง.....	12
2.7.1.3 แบ่งตามชนิดของเซ็นเซอร์ (Sensor).....	13
<b>บทที่ 3 แนวความคิด และการออกแบบ</b> .....	14
3.1 หลักการ และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	14
3.2 การออกแบบศึกษาอัลกอริทึม.....	15
3.2.1 การแปลงสีระบบ RGB เป็น HSV.....	16
3.2.3 การทำงานของระบบการแปลง RGB เป็น HSV.....	16
<b>บทที่ 4 วิธีการ และการทดลอง</b> .....	19
4.1 ข้อสันนิษฐาน และปัจจัยที่สำคัญในการทดลอง.....	19
4.1.1 สีของน้ำ.....	19
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อเลี้ยง.....	20
4.1.3 การเคลื่อนไหวในลักษณะท่าทางต่างๆของปู.....	20
4.1.4 สีของปูที่ลอกคราบกับยังไม่ลอกคราบ.....	21
4.1.5 ผลกระทบจากแสงภายนอก.....	21
4.2 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพ.....	22
4.2.1 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟสีส้ม.....	23
4.2.2 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟนีออนสีขาว.....	23
4.3 การทดลองประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม.....	24
4.3.1 การทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีการต่างๆ.....	24
4.3.1.1 การปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale).....	24
4.3.1.2 การทำเทรช โฮลด์ (Thresholding technique).....	25
4.3.1.3 การปรับความคมชัดของภาพ (Contrast).....	26
4.3.1.4 การแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV.....	26
4.3.2 การทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.3 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูเพื่อการแบ่งแยกสถานะ.....	28
4.3.3.1 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ยังไม่ลอกคราบ.....	28
4.3.3.2 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ลอกคราบแล้ว.....	29
4.4 ผลการทดลอง.....	30
4.4.1 ผลการทดลองของปูชุดที่ 1.....	30
4.4.2 ผลการทดลองของปูชุดที่ 2.....	33
4.4.3 ผลการทดลองของปูชุดที่ 3.....	33
4.4.4 ผลการทดลองของปูชุดที่ 4.....	34
4.4.5 ผลการทดลองของปูชุดที่ 5.....	34
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	36
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	36
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข.....	37
5.3 แนวทางการพัฒนา.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงผลการทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว .....	27
4.2 แสดงผลการทดลองหาค่าพิกเซล (Pixel) ของปูที่ยังไม่ลอกคราบ .....	28
4.3 แสดงผลการทดลองหาค่าพิกเซล (Pixel) ของปูที่ลอกคราบแล้ว .....	29
4.4 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 1 .....	32
4.5 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 2 .....	33
4.6 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 3 .....	33
4.7 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 4 .....	34
4.8 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 5 .....	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Color Model ของสีมาตรฐาน RGB .....	7
2.2 แสดงรูป โมเดลสี HSV .....	7
2.3 รูปตัวอย่างการปรับภาพระดับสีเทา (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข .....	9
2.4 รูปตัวอย่างการทำเทรชโฮลด์ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข .....	9
2.5 รูปตัวอย่างการปรับความคมชัดของภาพ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข .....	11
3.1 แสดงไดอะแกรมการทำงานของระบบการตรวจจับการลอคคราบของปุทะเลสำหรับฟาร์มเลี้ยง ปุนิมด้วยวิธีการประมวลผลภาพ .....	14
3.2. ภาพถ่ายจากกล้อง CCD ของปุทะเลที่ยังไม่ลอคคราบ 1 ตัวซึ่งเลี้ยงในตะกร้าเพื่อทำปุนิม .....	15
3.3 บล็อกไดอะแกรมการแปลงระบบสี RGB เป็น HSV .....	16
4.1 แสดงภาพลักษณะสีของน้ำในบ่อเลี้ยงปู .....	19
4.2 แสดงภาพลักษณะท่าทางของการเคลื่อนไหว .....	20
4.3 แสดงภาพลักษณะของสีปูที่ลอคคราบและยังไม่ลอคคราบ .....	21
4.4 แสดงภาพอุปกรณ์ในการทดลองการให้แสงสว่างในการถ่ายภาพ .....	22
4.5 แสดงภาพการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟสีส้ม .....	23
4.6 แสดงภาพการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟนีออน (Neon) สีขาว .....	23
4.7 แสดงภาพปูต้นฉบับที่จะนำมาประมวลผล .....	24
4.8 แสดงภาพปูที่ถูกทำการปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale) .....	25
4.9 แสดงภาพปูที่ถูกทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique) .....	25
4.10 แสดงภาพปูที่ถูกทำการปรับความคมชัดของภาพ (Contrast) .....	26
4.11 แสดงภาพปูที่ถูกทำการแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV .....	26
4.12 แสดงภาพลักษณะของปูที่ยังไม่ลอคคราบ 3 ลักษณะเพื่อนำมาหาค่าพิกเซล (Pixel) .....	28
4.13 แสดงภาพลักษณะของปูที่ลอคคราบแล้ว 3 ลักษณะเพื่อนำมาหาค่าพิกเซล (Pixel) .....	29
4.14 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 1 .....	30
4.15 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 2 .....	30
4.16 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 3 .....	31
4.17 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 4 .....	31
4.18 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 5 .....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมุติฐานของการศึกษา ทฤษฎี หรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและ แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

### 1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ

ปุ๋ยมูลสัตว์น้ำกร่อย ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เพราะปริมาณการจับในปี 2535-2539 มีจำนวน 4,243-6,200 ตัน คิดเป็นมูลค่า 358.0-700.8 ล้านบาท ปุ๋ยมูลสัตว์น้ำพบอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทั่วไป ทั้งด้านฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน ปัจจุบันพบมากในบางแหล่งเท่านั้น เช่น บริเวณอ่าวไทยพบมากที่จังหวัด ตรัง ชนบุรี ชุมพร นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ส่วนทางฝั่งอันดามันพบที่ ระนอง พังงา ตรัง กระบี่ และสตูล แต่มีปริมาณการจับลดลงเป็นลำดับ [1] ปุ๋ยมูลสัตว์น้ำเจริญเติบโตโดยการลอกคราบ ระยะเวลาในการลอกคราบของปู จะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของปู เช่นปูทะเลอายุ 34-38 วันจะลอกคราบทุกๆ 4 วัน เมื่อปูลอกคราบใหม่ๆ นั้นกระดองใหม่จะนิ่ม ผิวเปลือกอ่อนเรียกว่า "ปูนิ่ม" [2] ปูลอกคราบเป็นปูนิ่มทำให้มีมูลค่าเพิ่มเป็น 200-300 บาท/กก. เพราะสามารถรับประทานได้ทั้งตัว

การเลี้ยงปูนิ่มในประเทศไทยในช่วงก่อนปี 2529 [3] ไม่ได้ได้รับความสนใจจากเกษตรกรมากนัก เนื่องจากมีอัตราการรอดต่ำ แต่ละรุ่นต้องใช้เวลาประมาณ 60-90 วัน การเลี้ยงปูนิ่มเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงปี 2529-2540 เนื่องจากชาวประมงมีการจับปูขนาดเล็กขึ้นมาจำหน่ายในราคา ถูก คือขนาดต่ำกว่า 120 กรัม ซึ่งเกษตรกรจะขายในราคา 20-40 บาท/กก. จึงคิดหาวิธีการเลี้ยงปูทะเลนิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรปูทะเลในธรรมชาติ กล่าวคือ การเลี้ยงปูนิ่มจะสร้างบ่อ เช่นเดียวกับบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งขนาดและรูปบ่อ แต่มีทางเดินบริเวณกลางบ่อ เพื่อสะดวกในการตรวจเช็คปูนิ่มและให้อาหารสำหรับการสร้างแพ ใช้ท่อ PVC มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1-2 นิ้ว มาต่อกันเป็นแพยาว 5-10 เมตร เพื่อรองรับตะกร้าที่มีความกว้างเท่ากับ 22.5 เซนติเมตรยาว 30 เซนติเมตร สูง 15.1 เซนติเมตร พันธุ์ปูควรมีขนาดระหว่าง 6.5-7.5 ซม. และแข็งแรงมาเลี้ยง ก่อนที่จะทำการปล่อยปูลงเลี้ยงในตะกร้า และเมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 1 เดือน ปูจะเริ่มลอกคราบจำนวนมาก การตรวจและเก็บปูนิ่มจะดูทุก 4 ชม. เพราะปูที่ลอกคราบไปแล้วประมาณ 6 ชม. กระดองจะเริ่มแข็ง ไม่สามารถจำหน่ายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บปุ๋ยมี่มีความสำคัญหากค้ำเนินช้ำปุ๋ยมี่จะมี่ได้คุณภาพที่เรียกว่า ปุ้กระดษ เพราะปุ้ที่ลอกคราบไปแล้วประมณ 5-6 ชม. กระดองจะเริ่มแข็ง จะมี่สมำรถขยได้ ฉะนั้นจึงต้องใช้คนงำนจำนวนมำกในกำรตรวจคว่ำปุ๋ยมี่แต่ละตะกร้ำนั้นลอกคราบหรือยัง ทำให้ต้องใช้ต้นทุนสูงสำหรับกำรจ้ำงคนงำน นอกจกนี้กำรใช้คนงำนยังมีควมผิดพลาดในกำรตรวจจับได้มำก

จกกำรที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษา และมีโอกศประสำนงำนกับ ศูนย์วิจัยและพัฒนำประมงทะเลอ่ำวไทยตอนกกลาง จังหวัดชุมพร และเกษตรกรผู้เลี้ยงปุ้เพื่อทำปุ๋ยมี่ในจังหวัดชุมพร(อีดปุ๋ยมี่ หาดทรายรี ชุมพร จึงได้ม่งเห็นปัญหำเกี่ยวกับระบบกำรตรวจจับกำรลอกคราบ และกำรจัดเก็บปุ๋ยมี่ดั่งนั้นทงคณะผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวคิด้กำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ทะเลในฟาร์มปุ๋ยมี่ โดยใช้วิธีกำรประมวผลภพ โดยในเบื่องต้นจะศึกษาถึงควมเป็นไปได้ และ อัลกอริทิมที่สมำรถใช้ในกำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ที่เลี้ยงในฟาร์ม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์แยกแยะและตรวจจับโดยมีวัตถุประสงค์ คือ

- เพื่อศึกษาอัลกอริทิมในกำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ทะเลในฟาร์มปุ๋ยมี่ด้วยวิธีกำรประมวผลภพ
- ศึกษาควมเป็นไปได้ และควมค้ำมค้ำในกำรกำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ทะเล ในฟาร์มปุ๋ยมี่ด้วยวิธีกำรประมวผลภพ
- เพื่อกำรสร้ำงมูดค้ำผลผลิตทงกำรเกษตร และประมง เพื่อกำรส่งออก
- เพื่อกำรพัฒนำศักภพในกำรแข่งขัน และกำรพึ่งพำตนเองของสินค้ำเกษตรประมง
- เพื่อเผยแพร์ผลงำนวิจัย เชิงประยุกต์โดยแนวทงใหม่
- กระตุ้นให้เกิดกำรวิจัยในเชิงวิศวกรรมระดับสูง และเผยแพร์ต่อสำขรณะ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ภายในปีงบประมาณ 2552-2553 จะทำกำรศึกษาควมเป็นไปได้ และควมค้ำมค้ำในกำรกำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ทะเลในฟาร์มปุ๋ยมี่ด้วยวิธีกำรประมวผลภพ และศึกษาอัลกอริทิมที่สมำรถในกำรตรวจจับกำรลอกคราบของปุ้ทะเลในฟาร์มปุ๋ยมี่โดยเก็บภพถ่ำยจกในฟาร์มเลี้ยงจริง หรือจำลองกำรเลี้ยงปุ้ในสภวะต่งต่ง เพื่อวิจัยข้อมูล

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

### 1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถตรวจจับการลอกคราบของปูทะเลเลี้ยงเพื่อทำปุ๋ยมันได้โดยการประมวลผลภาพ
- เพิ่มศักยภาพในการวิจัยสำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่ให้กับศึกษาระดับปริญญาตรีของ สจล. วิทยาเขตชุมพร
- เพิ่มคุณภาพ มาตรฐาน และประสิทธิภาพตรวจจับการลอกคราบของปูน้ำจืด
- เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการตลาด
- เผยแพร่ผลงานวิจัยในระดับนานาชาติ
- เป็นข้อมูลสนับสนุนให้หน่วยงานอื่นๆ และผู้สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการพัฒนาประเทศ

### 1.4.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- กรมส่งเสริมการเกษตร
- หน่วยงานภาครัฐ เอกชนและเกษตรกรทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย อาทิ เช่น การเลี้ยงปูน้ำจืด การประมวลผลภาพ และทฤษฎีสี โมเดล RGB โมเดล HSV การปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale) การทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique) การปรับความคมชัดของภาพ (Contrast) และกล้องเว็บแคม (Webcam)

#### 2.1 บทนำ

ปูทะเล มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ปูทะเล ปูดำ ปูขาว ปูทองเหลือง ปูทองโหลง ปูทองแดง เป็นต้น ลักษณะที่แตกต่างกันทั้งชื่อเรียกและลักษณะภายนอกนั้น อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน ปูทะเลพบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อย ป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยพบชุกชุมบริเวณที่เป็นหาดโคลน หรือเลนที่มีป่าแสมและโกงกาง ปูทะเลเจริญเติบโตโดยอาศัยการลอกคราบ เนื่องจากกระดองปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถขยายตัวออกไปได้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ มีเนื้อแน่นเต็มกระดอง ก็จะมีการลอกคราบเพื่อขยายขนาด เมื่อปูทะเลลอกคราบ กระดองใหม่จะนุ่ม ผิวเปลือกขุ่น เรียกว่า ปูนุ่ม [4]

#### 2.2 การสร้างบ่อและการทำแพรองรับตะกร้าสำหรับเลี้ยงปูน้ำจืด

การเลี้ยงปูน้ำจืดจะสร้างบ่อเช่นเดียวกับบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งขนาดและรูปบ่อ แต่มีทางเดินบริเวณกลางบ่อเพื่อสะดวกในการตรวจเช็คปูน้ำจืดและให้อาหารสำหรับการสร้างแพ ใช้ท่อ PVC มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1-2 นิ้ว มาต่อกันเป็นแพยาว 5-10 เมตร เพื่อรองรับตะกร้าที่มีความกว้างเท่ากับ 22.5 เซนติเมตรยาว 30 เซนติเมตร สูง 15.1 เซนติเมตร

#### 2.3 พันธุ์ปูและการปล่อยปูลงเลี้ยง

พันธุ์ปูควรมีขนาดระหว่าง 6.5-7.5 เซนติเมตร และแข็งแรงมาเลี้ยง ก่อนที่จะทำการปล่อยปูลงเลี้ยงในตะกร้าควรมีการปรับสภาพของปูให้เข้ากับแหล่งน้ำที่จะเลี้ยง เช่นเดียวกับการขุนปู จากนั้นจึงตัดเชือกมัดปูออกแล้วปล่อยลงตะกร้าและใช้ตะกร้าอีกใบหนึ่งครอบมัดด้วยเชือกให้สามารถเปิดได้สะดวกใส่ปู 1 ตัว/ 1 ตะกร้า ส่วนด้านบนของตะกร้ามีช่องให้อาหาร นำตะกร้าที่บรรจุปูไปวางเลี้ยงบนแพที่เตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลือ ปลาเบ็ดสับเป็นชิ้น ๆ มีขนาด 1-2 นิ้ว การให้อาหารจะให้ตัวละ 1-2 ชิ้นและวันละ 1 ครั้ง ระยะเวลาในการเลี้ยงปลูของแต่ละชุด จะใช้เวลาประมาณ 3 เดือน จึงสามารถเก็บผลผลิตได้เกือบทั้งหมด แต่เกษตรกรนิยมใส่ปุ๋ยทดแทนที่ว่างทันทีเพื่อประหยัดเวลาและพื้นที่

## 2.5 การดูแล และการเก็บเกี่ยวผลผลิต

หลังจากปล่อยปลูลงเลี้ยง จะต้องตรวจปลูลอกคราบในวันถัดไป และเมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 1 เดือน ปลูจะเริ่มลอกคราบจำนวนมาก การตรวจและเก็บปลูนี้มจะดูทุก 4 ชั่วโมง เพราะปลูที่ลอกคราบไปแล้วประมาณ 6 ชั่วโมงกระดองจะเริ่มแข็ง ไม่สามารถจำหน่ายได้ การตรวจเก็บปลูนี้ม จะสังเกตจากตะกร้าใดมีปลูอยู่ 2 ตัว แสดงว่าปลูลอกคราบแล้วต้องรีบทำการเก็บทันที นำไปแช่น้ำจืดที่สะอาดและใส่ภาชนะบรรจุเก็บที่อุณหภูมิไม่เกินกว่า -18 องศาเซลเซียส เพื่อให้คงความสดไว้เป็นระยะเวลานานหรือเก็บไว้ในช่องแช่แข็งในตู้เย็นประจำบ้านหรือตู้แช่ไอศกรีมเพื่อรอการจำหน่ายสำหรับอัตราการตายระหว่างการเลี้ยงอยู่ระหว่าง 6-10 เปอร์เซ็นต์

## 2.6 การประมวลผลภาพ และทฤษฎีสี

การประมวลผลภาพถ่าย (Image Processing) [5-6] ได้เริ่มมีการวิจัยอย่างแพร่หลาย และมีการนำมาประยุกต์ใช้งานมากขึ้น เช่น ในทางการแพทย์ได้มีการนำมาช่วยในการวินิจฉัยรักษาโรค โดยการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพถ่ายที่ได้จากเครื่อง X-Ray หรือ เครื่อง Computer Tomography (CT) [7-8] หรือในระบบการรักษาความปลอดภัยที่นำมาใช้ตรวจสอบความแตกต่างของบุคคล จากภาพถ่ายลายนิ้วมือ (Fingerprints) [9] ในทางการเกษตรก็มีการนำวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้งานเช่น งานวิจัยของศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้นำวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาวัดความแก่ของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง[10] หรืองานทางด้านการประมงเช่น การตรวจสอบปริมาณของกุ้งที่ยังมีชีวิตอยู่ในบ่อเลี้ยงโดยประมาณด้วยวิธีประมวลผลภาพ [11] เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์ถ่ายภาพในปัจจุบันมีราคาถูกลง ขณะที่ความละเอียดในการถ่ายภาพสามารถทำได้สูงขึ้น สามารถใช้งานได้ง่าย โดยอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการถ่ายภาพที่ใช้รับภาพ เปลี่ยนจากการถ่ายภาพลงบนแผ่นฟิล์ม (Film) มาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า CCD (Charge-Coupled Device) [12-14] ซึ่งจะทำหน้าที่ รับภาพและแปลงภาพที่ตกกระทบเป็นสัญญาณดิจิทัล บันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที ทำให้มีความสะดวก รวดเร็ว ในการนำภาพถ่ายนั้นมาวิเคราะห์และประมวลผล จึงสามารถสร้างระบบการประมวลผลภาพถ่ายอย่างต่อเนื่องที่มีความคมชัดสูงและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพโดยทั่วไปที่ได้จากการบันทึกภาพไม่ว่าจะบันทึกด้วยฟิล์ม หรือบันทึกด้วยกล้องดิจิทัล อาจจะได้ภาพที่ไม่ดี ดังนั้นจึงต้องทำภาพนั้นๆ ให้เป็นภาพดิจิทัล แล้วนำมาทำการประมวลผลภาพ เพื่อให้ภาพนั้นได้คุณภาพตามที่ต้องการ

การประมวลผลดิจิทัล เป็นการนำภาพดิจิทัลมาปรับปรุงสามารถกระทำได้หลากหลายวิธีการ เช่น การเพิ่มความคมชัดของภาพ การบูรณะภาพ เป็นต้น ซึ่งการกระทำของภาพสามารถกระทำได้สองลักษณะคือ การกระทำเชิงตำแหน่ง และการกระทำเชิงความถี่ การกระทำทั้งสองลักษณะนี้ให้คุณภาพที่ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล

## 2.6.1 ทฤษฎีสี

### 2.6.1.1 โมเดล RGB

โมเดลสี RGB [15] ประกอบด้วย 3 แม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และมีน้ำเงิน ถ้านำแต่ละแม่สีมาสร้างระบบพิกัด Color Space โดยแต่ละสีมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 (0 แสดงถึงสีดำ และ 1 แสดงถึงสีขาว) จะทำให้ได้ภาพการผสมสีทางแสง ดังรูปที่ 2.1

ถ้าแม่สีแต่ละแม่สีมีขนาด 8 บิต แม่สีสามสีรวมกันจะมีค่าเท่ากับ 24 บิต ซึ่งสามารถสร้างสีใหม่ได้ถึง 16,777,216 สี ดังนั้นภาพสีขนาด 24 บิต จะมีค่าสีของ Pixel อยู่ในช่วงที่ประกอบด้วย

$$R \text{ ระดับ } 0 \text{ จนถึง } 255 \quad (0 \leq R \leq 255)$$

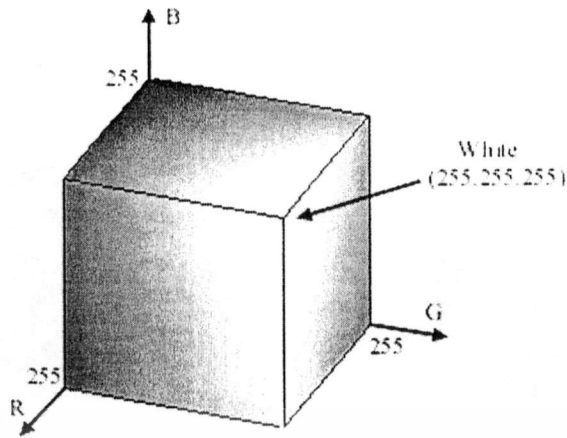
$$G \text{ ระดับ } 0 \text{ จนถึง } 255 \quad (0 \leq G \leq 255)$$

$$B \text{ ระดับ } 0 \text{ จนถึง } 255 \quad (0 \leq B \leq 255)$$

ในบางรูปภาพที่เป็นภาพระดับสีเทา หรือต้องการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทาสามารถใช้สมการ ดังนี้ เพื่อการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา

$$\text{GrayScale} = 0.299xR + 0.587xG + 0.114xB \quad (2.1)$$

จากสมการที่ (2.1) ค่าระดับสีเทามีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา สามารถใช้สมการอื่นๆ ได้อีกมากมาย ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการแปลงสีให้เป็นภาพระดับสีเทา



รูปที่ 2.1 Color Model ของสีมาตรฐาน RGB

จากรูปที่ 2.1 จะแสดงลักษณะของโมเดลสี RGB ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แกนคือ X Y และ Z โดย แกน X คือ R แกน Y คือ G และแกน Z คือ B และค่าสูงสุดในแต่ละแกนจะอยู่ที่ 255 ซึ่งถ้าทั้ง 3 แกนมีค่าเป็น 255 ทั้งหมดสีที่ได้จะเป็นสีขาว

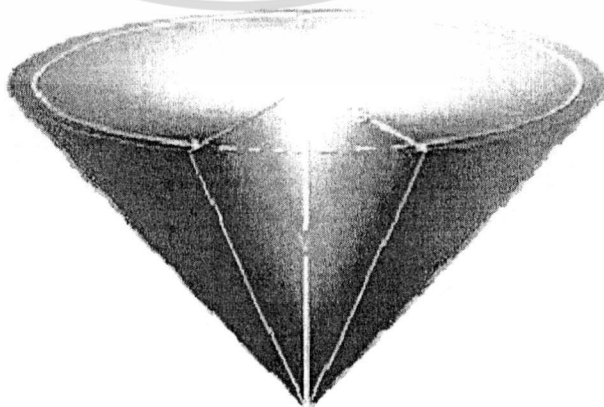
#### 2.6.1.2 โมเดล HSV

มีชื่อย่อเรียกว่า HSV ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

Hue คือ ค่าสีของสีหลัก (แดง, เขียว, น้ำเงิน)

Saturation คือ ค่าความบริสุทธิ์ของสี เป็นค่าที่บอกว่ามีสีขาวผสมอยู่มากน้อยเพียงใด ถ้ามีสีของผสมอยู่มากค่าความบริสุทธิ์ก็จะน้อย ถ้ามีสีขาวผสมอยู่น้อยค่าความบริสุทธิ์ก็จะมาก

Value คือ ค่าของความสว่าง ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ ประกอบกัน โดย  $V = \max(R, G, B)$  เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการอธิบาย ลักษณะของสี เพราะว่าความเข้มแสงขึ้นกับข้อมูลของโมเดลสี



รูปที่ 2.2 แสดงรูปโมเดลสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.2 จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของโมเดลสี HSV ซึ่งจะต่างจากโมเดลสี RGB ทางรูปทรงและแกน โดย H จะเป็นแนวเส้นรอบวง 360 องศา S จะเป็นแนวรัศมีจากจุดศูนย์กลาง และ V จะเป็นแกนแนวตั้ง ตั้งฉากกับแนวรัศมี S

## 2.6.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพต่างๆ

### 2.6.2.1 การปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale)

การปรับภาพระดับสีเทา[16]เป็นกระบวนการที่ทำให้ความเข้มของแม่สี ในภาพมีระดับเดียวกัน (Intensity Transformation) ก็คือในพิกเซลหนึ่งนั้นจะประกอบไปด้วยสี R,G,B จะเห็นได้ว่ามีถึง 3 ค่าใน 1 พิกเซล ซึ่งจะทำให้ยากในการประมวลผล ดังนั้นก็ควรทำให้ภาพ มีความเข้มสีในระดับเดียวกันทั้งหมดก่อน ด้วยการทำให้เป็น Gray Level (การทำให้แม่สี R,G,B ทั้ง 3 มีค่าเท่ากัน) ส่วนอัลกอริทึม(Algorithm) ที่ใช้ในการทำภาพระดับสีเทา นั้นนิยมใช้มีอยู่ 2 รูปแบบ วิธีที่ 1 ก็จะเป็นการเฉลี่ยค่าของแม่สีทั้งสาม ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ก็อาจจะมีความ ผิดเพี้ยนของสีได้ จึงมีแบบที่ 2 ซึ่งจะคิดตามความสว่างของแต่ละแม่สี โดยมีรูปแบบดังสมการ

$$R_R = \frac{R_s + G_s + B_s}{3} \quad (2.2)$$

$$G_R = \frac{R_s + G_s + B_s}{3} \quad (2.3)$$

$$B_R = \frac{R_s + G_s + B_s}{3} \quad (2.4)$$

หรือ

$$R_R = ((0.299 \times R_s) + (0.587 \times G_s) + (0.144 \times B_s)) \quad (2.5)$$

$$G_R = ((0.299 \times R_s) + (0.587 \times G_s) + (0.144 \times B_s)) \quad (2.6)$$

$$B_R = ((0.299 \times R_s) + (0.587 \times G_s) + (0.144 \times B_s)) \quad (2.7)$$

โดยที่  $R_R$  คือ ค่าเอาต์พุตพิกเซลสีแดง

$G_R$  คือ ค่าเอาต์พุตพิกเซลสีเขียว

$B_R$  คือ ค่าเอาต์พุตพิกเซลสีน้ำเงิน

$R_s$  คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีแดง

$G_s$  คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีเขียว

$B_s$  คือ ค่าอินพุตพิกเซลสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.3 รูปตัวอย่างการปรับภาพระดับสีเทา (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข

จากรูปที่ 2.3 เป็นรูปตัวอย่างการปรับภาพระดับสีเทาจะสังเกตเห็นได้ว่าภาพ (ก) จากเดิมที่มีสีต้น เมื่อถูกทำการปรับภาพระดับสีเทา ภาพที่ได้จะเป็นสีในเฉดสีเทาดังภาพ (ข) เนื่องจากสมการที่ (2.5) (2.6) และ (2.7) เป็นสมการปรับระดับภาพสีเทา โดยจะคิดตามความสว่างของแม่สี คือการนำค่าสี  $R \times 0.299$  และบวกกับค่า  $G \times 0.587$  และบวกกับค่า  $B \times 0.144$  ก็จะได้ค่าสีใหม่ที่ดีกว่าเป็นการเฉลี่ยสีของทั้งภาพ

#### 2.6.2.2 การทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique)

การทำเทรชโฮลด์[17] ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญ ในการประมวลผลภาพ ในส่วนของการทำเซกเมนต์ภาพ ซึ่งมีจุดประสงค์ของการทำเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพออกไปเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้นและส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลภาพ ในส่วนอื่นได้ต่อไป ซึ่งการทำเซกเมนต์ภาพ จะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกัน กับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพ ที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรชโฮลด์ ถือว่าเป็นการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่าย เทคนิคหนึ่งมีหลักการว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติ อยู่ในบางช่วงใด ๆ จะถูกจัดเป็นกลุ่มได้ โดย ที่ระดับความเข้มหนึ่งนั้นสามารถที่จะแบ่งแยกกลุ่ม ของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่ม ได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ(Object) ซึ่ง จะมีระดับความเข้มของภาพ  $g(x, y)$  ก่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้นหลัง(Background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพ  $g(x, y)$  ก่อนข้างสูง (สว่าง) ระดับความเข้มของภาพที่ถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ จะเห็นได้ว่าการที่แยกกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจนย่อมสามารถทำได้โดยการเลือกค่าเทรชโฮลด์ ที่มีค่าความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนฮิตโตแกรมระดับความเข้มของภาพแล้วทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพ ว่าถ้ามีค่า  $g(x,y)$  น้อยกว่าค่าเทรชโฮลด์ ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุ ที่แสดงได้ด้วยจุดดำ แต่หากว่าจุด  $g(x,y)$  นั้นมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าเทรชโฮลด์ ก็ถือว่าเป็นจุดภาพในส่วนพื้นหลัง ที่แสดงได้ด้วยจุดขาว ดังนั้น ข้อมูลภาพ  $g_{thr}(x,y)$  ที่ผ่านการทำเทรชโฮลด์สามารถนิยามได้ดังสมการที่ (2.8)

$$G_{thr}(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } g(x,y) < T \\ 1 & \text{if } g(x,y) \geq T \end{cases} \quad (2.8)$$

โดยที่  $g_{thr}(x,y)$  คือ ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นไบนารี

$g(x,y)$  คือ ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

T คือ ค่าเทรชโฮลด์เป็นค่าคงที่ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง L

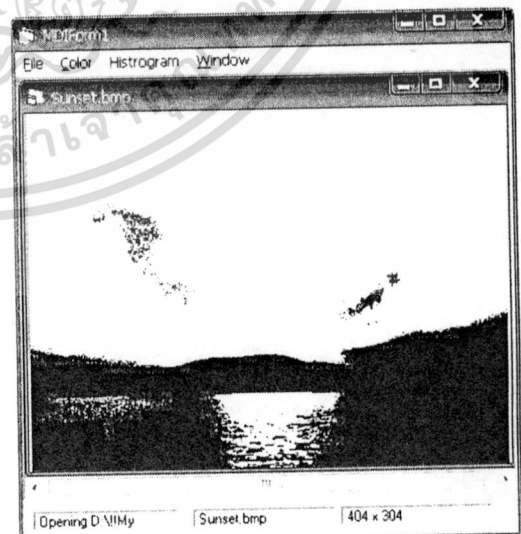
0 คือ จุดดำ (ส่วนที่เป็นวัตถุ)

1 คือ จุดขาว (ส่วนที่เป็นพื้นหลัง)

จะเห็นได้ว่าการทำเซกเมนต์ภาพ โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทรชโฮลด์ที่ใช้เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลด์ที่ไม่เหมาะสมแล้วภาพผลลัพธ์ที่ได้ อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการทำเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเทรชโฮลด์นี้ก็คือ การทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรชโฮลด์ที่เหมาะสม สำหรับภาพแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ได้ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรชโฮลด์ไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมกับภาพที่แตกต่างกันไป



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.4 รูปตัวอย่างการทำเทรชโฮลด์ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

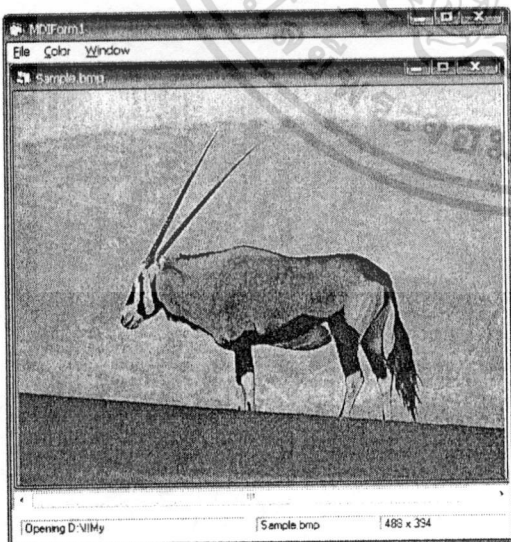
จากรูปที่ 2.4 เป็นรูปตัวอย่างการทำเทรสโพลด์จะสังเกตเห็นได้ว่าภาพ (ก) จากเดิมที่มีสีสีน เมื่อถูกทำการเทรสโพลด์ภาพที่ได้จะเป็นสีในช่วงสีขาวและดำคังภาพ (ข) เนื่องมาจากสมการที่(2.8) เป็นสมการทำเทรสโพลด์ คือถ้าสีของภาพ RGB มีค่าต่ำกว่าค่ากลางคือ 128 จะให้เป็น 0 คือสีดำแต่ถ้ามากกว่า 128 จะให้เป็น 255 คือสีขาว

2.6.2.3 การปรับความคมชัดของภาพ (Contrast)

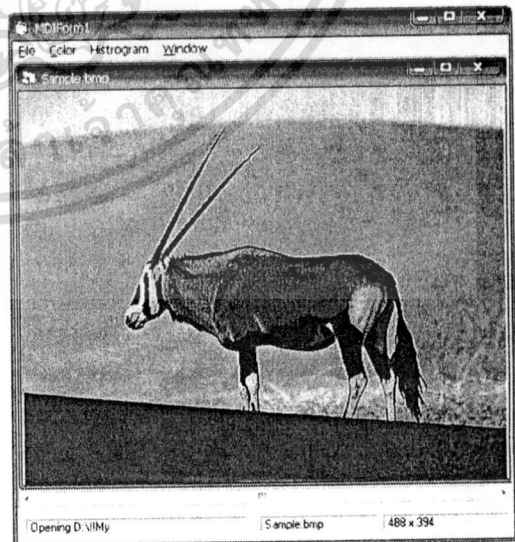
หลักการปรับความคมชัดของภาพแต่ละภาพนั้น สี Contrast ของภาพจะมีค่ากลางค่าหนึ่งเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยถ้าปรับความเข้มของสีให้สูงขึ้น จะหมายถึง การปรับค่าแม่สีให้ห่างจากค่ากลาง โดยถ้าค่าของแม่สีมากกว่าค่ากลางก็เพิ่มค่าของแม่สีให้มากขึ้นแต่ถ้าค่าของแม่สีน้อยกว่าค่ากลางก็ให้ลดค่าของแม่สีนั้นลง ส่วนการปรับความเข้มของสีให้ต่ำลงหมายถึง การปรับค่าสีของแม่สีให้เข้าใกล้ค่ากลางมากที่สุด โดยสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าค่าของแม่สีเดิมมีค่ามากกว่าค่ากลางจะปรับลดค่าของแม่สีนั้นลง แต่ถ้าค่าเดิมของแม่สีมีค่าน้อยกว่าค่ากลางก็ให้ปรับค่าของแม่สีนี้ให้สูงขึ้น โดยค่าของแม่สี เมื่อปรับแล้วจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 255

$$Rcolor = ((Scolor - factor) \times contrast + factor) \tag{2.9}$$

โดยที่ Rcolor คือ ค่าใหม่ของแม่สี  
 Scolor คือ ค่าเดิมของแม่สี  
 factor คือ ค่ากลาง  
 contrast คือ ค่าความเข้มของสี



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 รูปตัวอย่างการปรับความคมชัดของภาพ (ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ถูกแก้ไข เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.5 เป็นรูปตัวอย่างการปรับความคมชัดของภาพจะสังเกตเห็นได้ว่าภาพ (ก) จากเดิมที่มีสีสั่นปกติ เมื่อถูกทำการปรับความคมชัดของภาพแล้ว ภาพที่ได้จะมีลักษณะของสีที่เข้มขึ้น และมีความคมชัดมากกว่าภาพต้นฉบับดังภาพ (ข) เนื่องมาจากสมการที่ (2.9) เป็นสมการปรับความคมชัดของภาพ โดยการนำค่าสี RGB ของภาพมาทำการลบกับค่ากลางของระดับสีคือ 128 และนำไปคูณกับระดับค่าความเข้มที่เราต้องการเป็นค่าคงที่ซึ่งบวกกับค่ากลางของระดับสีคือ 128 ไว้แล้ว หากต้องการให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้นก็ปรับให้ค่าคงที่ความเข้มมีค่าสูง

## 2.7 กล้องเว็บแคม (Webcam)

เว็บแคม(Webcam)[18] หรือ ชื่อเรียกเต็มๆว่า Web Camera แต่ในบางครั้งก็มีคนเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference ก็แล้วแต่ความเข้าใจแต่ละคน เว็บแคมเป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้นักอื่นที่หนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อยๆ

### 2.7.1 ประเภทของเว็บแคม

อุปกรณ์อย่างกล้องเว็บแคมไม่ใช่จะเหมือนกันหมดทุกตัว แต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อ จะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ตามแต่ผู้ผลิตจะคิดค้นและออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานอย่างไร ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของเว็บแคมได้ดังนี้

#### 2.7.1.1 แบ่งตามรูปทรงของกล้อง

โดยปกติกล้องเว็บแคมส่วนใหญ่จะเป็นทรงกลม เนื่องจากเป็นรูปทรงต้นแบบที่ทำกันมานานและก็ทำให้รู้ได้ทันทีว่านี่คืออุปกรณ์เว็บแคม แต่ไม่จำเป็นที่กล้องเว็บแคมต้องเป็นทรงกลมเสมอไป เพราะบางครั้ง กล้องเว็บแคมก็จำเป็นต้องมีรูปทรงอื่นๆ เพื่อให้เข้ากับการใช้งานในบางลักษณะดังนั้น การเลือกรูปทรงให้เหมาะสมนั้น ก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของเราดีกว่า

#### 2.7.1.2 แบ่งตามประเภทของขาตั้งกล้อง

โดยส่วนใหญ่ลักษณะของฐานตั้งกล้องจะเป็นแบบตั้งพื้นเสียส่วนใหญ่ โดยแบบแรก คือ แบบมีขาสำหรับวางบนพื้น อาจจะมีขา 3 ขา หรือ 4 ขา ก็แล้วแต่การออกแบบ แต่ฐานแบบ 3 ขาจะมีปัญหาตรงที่ วางแล้วยังไม่มั่นคงดีนัก และไม่สามารถหมุนตัวกล้องได้สะดวกนัก ถ้าต้องการเว็บแคมที่มีฐานมั่นคงและสามารถหมุนได้ง่ายๆ ก็ต้องเลือกแบบฐานทรงกลมขนาดใหญ่ ซึ่งแบบนี้จะมีข้อดีตรงที่ วางได้มั่นคงและยังสามารถหมุนแกน ของตัวกล้องได้ไม่จำเป็นต้องยกตัวกล้องหมุนไปมาให้เสียเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.7.1.3 แบ่งตามชนิดของเซ็นเซอร์ (Sensor)

สำหรับเซ็นเซอร์ที่กล้องเว็บแคมใช้นั้นจะมีหลักๆอยู่ 2 ชนิด คือ CCD และ CMOS แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในตอนนี้ก็คือ CMOS เนื่องจากเหตุผลหลายๆประการและตัวเซ็นเซอร์แบบ CMOS เองก็สามารถแบบออกได้ถึง 2 ชนิดด้วยกันคือ CLF Color CMOS Sensor ที่มีความละเอียดของพิกเซลเพียง 110,000 พิกเซล (367 x 291) เท่านั้น ในขณะที่ VGA Color CMOS Sensor ให้ความละเอียดที่สูงกว่าที่ 350,000 พิกเซล (655 x 493) ดังนั้น เวลาเลือกซื้อกล้องเว็บแคมก็ดูได้ทั้งความละเอียด ที่ระบุไว้ หรือชนิดของ CMOS ก็ได้ สำหรับเซ็นเซอร์แบบ CCD จะเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ใน กล้องดิจิทัล เพราะให้ความละเอียดที่สูงกว่าและก็มีสัญญาณรบกวนไม่มากเหมือนกับเซ็นเซอร์แบบ CMOS แบ่งตามรูปแบบการเชื่อมต่อ สำหรับการเชื่อมต่อของกล้องเว็บแคมในปัจจุบันส่วนใหญ่ จะเป็นอินเทอร์เฟซ(Interface)แบบ USB แทบทั้งสิ้น โดย USB ที่ใช้ก็จะเป็นเวอร์ชัน 1.1 เสียส่วนมาก แต่ก็จะมีเวอร์ชัน 2.0 ในบางรุ่น กล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะใช้การเชื่อมต่อในแบบ WiFi หรือ Wirelcss lan ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่โดยไม่ต้องคำนึงถึงสายให้วุ่นวาย



### บทที่ 3

## แนวความคิด และการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบทั้งหมดโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งส่วนแรก คือ หลักการ และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย ส่วนที่สองการออกแบบโปรแกรมซึ่งจะอธิบายถึงโฟลว์ชาร์ท (Flowchart) การเขียน โปรแกรมระบบการแปลงสี

### 3.1 หลักการ และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

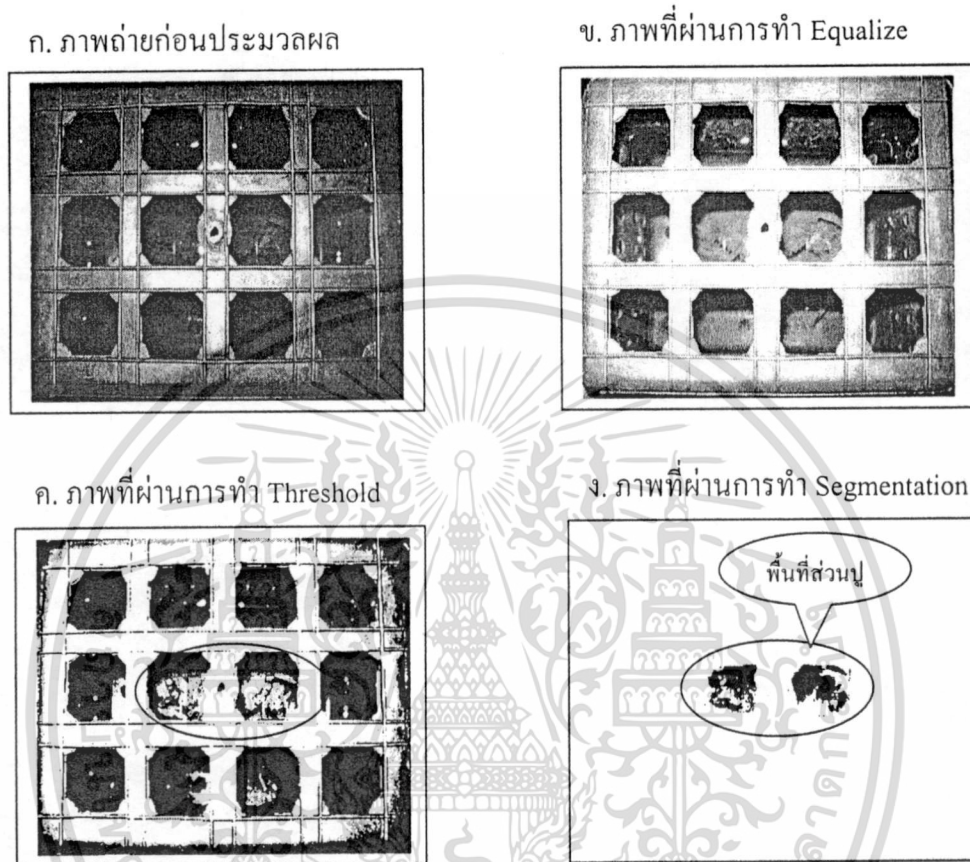
หลักการ และกรอบแนวความคิดของโครงการงานวิจัยเพื่อศึกษาอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับการลอกคราบของปูน้ำในฟาร์มเลี้ยง ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้อาศัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพด้วยกล้องซีซีดี(CCD camera) เป็นตัวตรวจจับภาพ (sensor) ซึ่งมีไดอะแกรมในการประมวลผลดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงไดอะแกรมการทำงานของระบบการตรวจจับการลอกคราบของปูทะเล สำหรับฟาร์มเลี้ยงปูน้ำด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

ในการตรวจจับการลอกคราบของปูทะเลในฟาร์มปูน้ำ มีหลักการและแนวความคิด คือ กล้อง ซีซีดี จะเป็นส่วนทำหน้าที่ถ่ายภาพปูในตะกร้าเลี้ยงปู เมื่อแพะเลี้ยงปูเลื่อนผ่านจุดติดตั้งกล้อง กล้องก็จะถ่ายภาพ(ภาพที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.2) และส่งข้อมูลภาพนั้นมายังชุดประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์จากภาพถ่ายที่ได้ว่ามีจำนวนพิกเซล(Pixels) ส่วนที่เป็นตัวปูกี่พิกเซล ซึ่งถ้าตะกร้าไหน มีการลอกคราบตะกร้านั้นจะมีพื้นที่หรือจำนวนพิกเซล ที่เป็นปูอยู่เกินกว่าค่ากลางมาตรฐานหรือมี พิกเซลที่เป็นตัวปูเป็นสองเท่าของปูยังไม่ลอกคราบ(ปูทะเลที่เลี้ยงเพื่อทำปูน้ำจะมีขนาดมาตรฐาน เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวันเวสสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากัน และค่ากลางต้องทำการเก็บข้อมูลภาพในแต่ละพฤติกรรมของปูเพื่อหาพิกเซลสูงสุดที่จะเป็นไปได้ในกรณีที่ยังไม่ลอกคราบ ซึ่งถ้าภาพที่ถ่ายมาตรวจมีพิกเซลส่วนตัวปูเกินค่ากลางแสดงว่าลอกคราบ) จากนั้นเมื่อประมวลผลแล้วก็แสดงผลว่าตะกร้าดังกล่าวลอกคราบหรือไม่ลอกคราบ



รูปที่ 3.2. ภาพถ่ายจากกล้อง CCD ของปูทะเลที่ยังไม่ลอกคราบ 1 ตัวซึ่งเลี้ยงในตะกร้าเพื่อทำปูนึ่ง

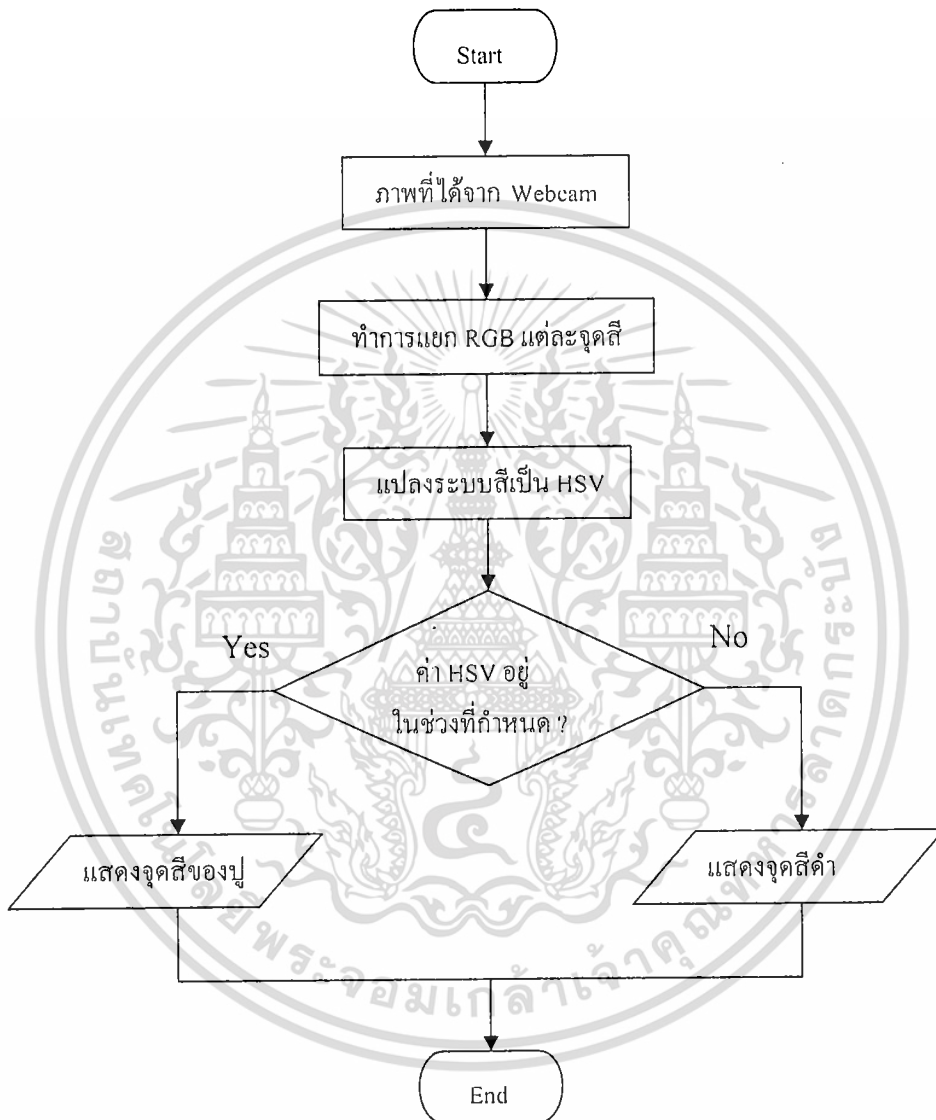
### 3.2 การออกแบบศึกษาอัลกอริทึม

ในการศึกษาอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับการลอกคราบของปูนึ่งในฟาร์มเลี้ยง ในงานวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาและทดลองประมวลผลภาพ โดยทดลองกับภาพที่ได้จากการออกแบบระบบจำลองเพื่อศึกษาในส่วนของผลกระทบของแสง และการทดลองในเบื้องต้น จากนั้นเมื่อได้อัลกอริทึมและ จะนำภาพที่ได้จากการเลี้ยงในฟาร์มจริงมาทำการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ประมวลผลภาพด้วยอัลกอริทึมหลายแบบด้วยกัน ซึ่งก็ได้ผลที่แตกต่างกันออกไปดังได้กล่าวในบทที่ 4 วิธีการที่สามารถประมวลผลภาพแล้วสามารถทำให้เห็นส่วนที่เป็นตัวปูได้เด่นชัดคือวิธีการการแปลงสีระบบ RGB เป็น HSV ดังนั้นในบทนี้จึงขอก้าวในส่วนรายละเอียดการแปลงสีระบบ RGB เป็น HSV เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 การแปลงสีระบบ RGB เป็น HSV

ในการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคม ภาพถ่ายที่ได้จะเป็นแบบระบบสี RGB จึงต้องทำการแปลงระบบสีเป็นระบบ HSV เพื่อทำการแยกส่วนของตัวปูออกจากตะกร้า จึงได้นำการแปลงระบบสีนี้มาช่วยในการตัดส่วนที่ไม่ใช่ตัวปูออกเพื่อนำไปประมวลผลต่อ



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการแปลงระบบสี RGB เป็น HSV

### 3.2.3 การทำงานของระบบการแปลง RGB เป็น HSV

จากรูปที่ 3.3 จะเป็นการแสดงบล็อกไดอะแกรมการแปลงระบบสี RGB เป็น HSV ซึ่งจะมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แทนค่าสี ทำการแยกสีโดยใช้ระบบ RGB เป็นการกำหนดค่า Percentage ของสีแดง / สีเขียว และ สีน้ำเงิน เพื่อแยกค่าสีที่ต้องการ
2. ทำการ Scaling หรือการปรับระดับ RGB ของภาพให้กระจายตลอดช่วง ระหว่าง ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด
3. ทำการกรองความถี่ต่ำผ่าน(Lowpass Filter) เพื่อให้มีการลดระดับของขอบภาพและลดสัญญาณรบกวน
4. ทำการแปลง โมเดลสีจาก RGB เป็น HSV เพื่อทำให้ค่าสีที่ได้ละเอียดมากขึ้น ในการนำไปวิเคราะห์
5. ทำการแปลงโมเดลสีจาก HSV เป็นระบบมัลเชล(Muncell) โดยที่ระบบนี้จะกำหนดค่าสีเป็นตัวเลข ทำให้สะดวกในการเรียกสี แทนชื่อสี จากนั้นทำการแสดงผลการวิเคราะห์

สูตรที่ใช้ในการแปลงระบบสีจาก RGB ไปเป็น HSV คือ

$$H = \begin{cases} \text{undefined} & ; \text{if } \max = \min \\ 60^\circ \times \frac{g - b}{\max - \min} + 0^\circ & ; \text{if } \max = r \text{ and } g \geq b \\ 60^\circ \times \frac{g - b}{\max - \min} + 360^\circ & ; \text{if } \max = r \text{ and } g < b \\ 60^\circ \times \frac{b - r}{\max - \min} + 120^\circ & ; \text{if } \max = g \\ 60^\circ \times \frac{r - g}{\max - \min} + 240^\circ & ; \text{if } \max = b \end{cases} \quad (3.1)$$

$$S = \begin{cases} 0 & ; \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max - \min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max} & ; \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.2)$$

$$V = \max \quad (3.3)$$

โดยที่ R = ค่าของแม่สีแดงที่รับเข้ามา

G = ค่าของแม่สีเขียวที่รับเข้ามา

B = ค่าของแม่สีน้ำเงินที่รับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Max = ค่าสูงสุดของสีใดสีหนึ่งใน 3 สี

Min = ค่าต่ำสุดของสีใดสีหนึ่งใน 3 สี

H = Hue = สี หรือความรู้สึกที่ต่างกันของการเห็นสี

V = VALUE = ค่าที่ใช้บอกความมืดหรือความสว่างของสี

S = SATURATION = ค่าความบริสุทธิ์หรือความเข้มของสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### วิธีการ และผลการทดลอง

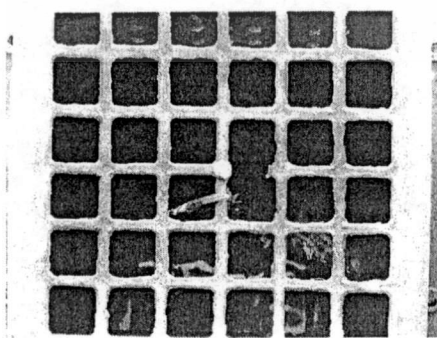
ในบทที่ 4 จะเป็นการทดลองทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปู โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกคือ ข้อสันนิษฐานและปัจจัยที่สำคัญในการทดลองจะเป็นตัวกำหนดในการออกแบบการตรวจสอบการลอกคราบของปู ส่วนที่สองคือการทดลองการให้แสงในการถ่ายภาพจะทดลองโดยการให้แสงลักษณะต่างๆและดูผลจากภาพถ่ายที่ได้ว่านำไปประมวลผลต่อได้หรือไม่ ส่วนที่สามคือการทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีการต่างๆ ส่วนที่สี่คือผลการทดลองจากการตรวจสอบปู 5 ชุด

#### 4.1 ข้อสันนิษฐาน และปัจจัยที่สำคัญในการทดลอง

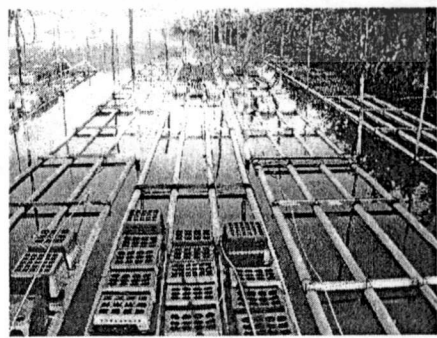
ข้อสันนิษฐานและปัจจัยของการทดลองการตรวจสอบการลอกคราบของปูนี้จะมาจากลักษณะระบบนิเวศน์ของการเลี้ยงปูนี้มเป็นสำคัญรวมถึงผลกระทบจากแสงสว่างภายนอกที่มีต่อการประมวลผลภาพ โดยจะมีข้อสันนิษฐานดังนี้

##### 4.1.1 สีของน้ำ

ในการที่เครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูจะทำงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมก็คือ สีของน้ำ หากน้ำมีความใสสามารถมองเห็นตัวปูได้ชัดเจน ก็จะช่วยให้การประมวลผลภาพมีถูกต้องแม่นยำ จากการที่ได้สอบถามกับเจ้าของฟาร์มเลี้ยงปู จึงได้ทราบว่าสีของน้ำที่อยู่ในบ่อเลี้ยงจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเพราะเนื่องจากในทุกๆเดือนจะมีการถ่ายน้ำออกทางประตูน้ำและสูบน้ำใหม่เข้ามาในปริมาณที่ไม่มาก และยังมีเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ น้ำในบ่อเลี้ยงจะมีความใสได้นั้นขึ้นอยู่กับการบำบัดน้ำอยู่เป็นประจำเพื่อให้ น้ำมีออกซิเจนอยู่เสมอ รวมถึงการรักษาความสะอาดบริเวณขอบบ่อไม่ให้มีสิ่งปฏิกูลอยู่



(ก)



(ข)

#### รูปที่ 4.1 แสดงภาพลักษณะสีของน้ำในบ่อเลี้ยงปู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 (ก) จะเป็นการแสดงภาพปูที่อยู่ในตะกร้าเลี้ยงที่สถานที่จริง จะสังเกตเห็นได้ว่าเราสามารถมองเห็นตัวปูได้แต่อาจจะยังไม่ชัดเจน แต่ในการตรวจสอบการลอกคราบของปูจริงๆแล้ว จะใช้ไฟเป็นอุปกรณ์สำหรับส่องดูเพื่อความชัดเจน ในรูปที่ 4.1 (ข) เป็นการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของแพที่มีตะกร้าเลี้ยงปูอยู่ และสีของน้ำในบ่อเลี้ยงก็จะมีควมใสพอสมควรเนื่องจากเป็นฟาร์มเลี้ยงแบบเปิด ถ้าหากเป็นในฟาร์มเลี้ยงแบบปิด น้ำจะมีคุณภาพสูงกว่านี้และน้ำจะมีความใสมาก

จากข้อสันนิษฐานสามารถสรุปได้แล้วว่า การเปลี่ยนแปลงของสีน้ำ มีโอกาสเป็นไปได้น้อยมากและสีของน้ำในบ่อที่ใช้เลี้ยงปูในปัจจุบันค่อนข้างมีคุณภาพและมีความใสพอสมควร จึงได้นำน้ำเค็มที่มีความใสมาใช้ในการทดลอง

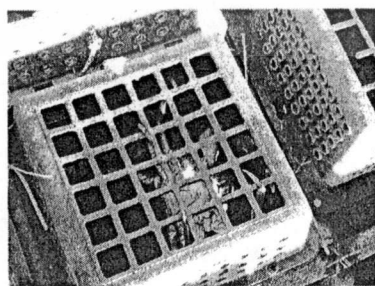
#### 4.1.2 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อเลี้ยง

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อเลี้ยงนั้น จากการที่ได้สอบถามเจ้าของฟาร์มเลี้ยงปูแล้ว ทราบว่า น้ำในบ่อเลี้ยงปูจะเป็นนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่แต่อาจจะมีเครื่องปั้มน้ำเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำและในบางเดือนอาจจะมีการถ่ายน้ำเก่าออกและสูบน้ำใหม่เข้ามา

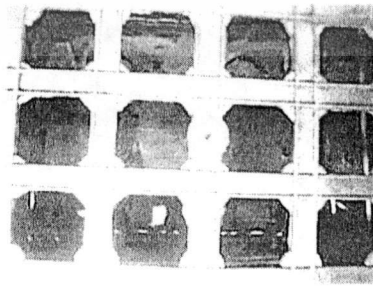
ดังนั้นจึงสรุปข้อสันนิษฐานได้แล้วว่าระดับน้ำแถบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย แต่ถ้ามีก็อาจจะน้อยมากจนไม่มีผลใดๆต่อการประมวลผลของเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปู

#### 4.1.3 การเคลื่อนไหวในลักษณะท่าทางต่างๆของปู

ข้อสันนิษฐานในข้อนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะมีผลโดยตรงต่อการประมวลผลภาพเพื่อแบ่งแยกสถานะของปู เนื่องจากปูมีลักษณะนิสัยชอบหลบซ่อนและเดินไปมาเป็นลักษณะนิสัยของการเอาตัวรอด และเมื่อนำมาเลี้ยงในตะกร้ามันก็จะป็นปายตะกร้าดังรูปที่ 4.2 (ก) จากที่ได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของปูและจากการสอบถามจากเจ้าของฟาร์มเลี้ยงปู มีข้อมูลที่ตรงกันว่า เมื่อถึงระยะที่ปูลอกคราบแล้ว มันจะเริ่มอดอาหารและไม่เคลื่อนที่ เพื่อที่จะลอกคราบออกและหลังจากที่มันได้ลอกคราบแล้วตัวของมันก็จะมีลักษณะนึ่มเป็นเหตุที่ให้เรียกว่าปูนึ่ม มันจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เลยเพราะร่างกายมันยังไม่แข็งแรงพอดังรูปที่ 4.2 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.2 แสดงภาพลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวของปู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อถึงระยะที่ปลอกคราบเป็นปูนี้มแล้ว มันจะไม่สามารถเคลื่อนที่หรือปีนป่ายได้ จึงทำให้การถ่ายภาพเพื่อนำภาพไปประมวลผลสามารถทำได้และแบ่งแยกสถานะได้

#### 4.1.4 สีของปูที่ลอกคราบกับยังไม่ลอกคราบ

ปูที่เครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูนี้สามารถแบ่งแยกสถานะได้นั้น คือปูดำชนิดเดียวเท่านั้น เพราะเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูนี้ได้เอาปูดำเป็นฐานข้อมูลหลักในการศึกษา และปัจจุบันฟาร์มส่วนใหญ่จะนิยมเลี้ยงปูดำ เพราะอดทน แข็งแรงและให้เนื้อเยื่อกว่าปูชนิดอื่น สีของปูดำจะมีสีดำปนน้ำตาลดังรูปที่ 4.3(ก) และจากข้อสันนิษฐานว่าเมื่อปูได้ลอกคราบแล้วสีของปูตัวที่ลอกคราบออกมาใหม่จะมีลักษณะสีที่แตกต่างจากคราบเก่าหรือไม่ หลังจากที่ได้ทำการถ่ายภาพและได้นำมาเปรียบเทียบกันแล้ว ลักษณะของสีปูตัวที่ลอกคราบออกมาใหม่มีสีที่อ่อนกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับคราบเดิมแล้วดังรูปที่ 4.3(ข) ทางด้านซ้ายมือจะเป็นคราบของปูส่วนทางด้านขวามือจะเป็นปูที่เพิ่งลอกคราบจะมีลักษณะสีที่อ่อนกว่า

ดังนั้นจากข้อสันนิษฐานนี้จะได้นำไปทดลองหาค่าเฉลี่ย HSV ของปูที่ลอกคราบออกมาใหม่และคราบของปูในหัวข้อที่ 4.2.2 ต่อไป



รูปที่ 4.3 แสดงภาพลักษณะของสีปูที่ลอกคราบและยังไม่ลอกคราบ

#### 4.1.5 ผลกระทบจากแสงภายนอก

ผลกระทบของแสงจากภายนอกเป็นสันนิษฐานอีกข้อหนึ่งที่คิดว่าน้ำจะมีผลต่อการถ่ายภาพเพื่อนำไปประมวลผลต่อ เมื่อได้ทดลองถ่ายภาพแล้วผลปรากฏว่า แสงภายนอกจะมีความสว่างมากกว่าแสงไฟสำหรับการถ่ายภาพ และอาจจะมีผลตรงการสะท้อนของน้ำ

ดังนั้นจากข้อสันนิษฐานที่ว่าแสงจากภายนอกอาจจะมีผลกระทบต่อประมวลผล จึงมีความเป็นไปได้ และจากการออกแบบโครงสร้างเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปู จึงได้มีแผ่นกันแสงปิดไว้ทุกด้านเพื่อกันแสงจากภายนอกเข้ามารบกวน

## 4.2 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพ

ในการทดลองนี้ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะจะมีผลต่อการประมวลผลภาพโดยตรง จากที่ได้ศึกษาข้อมูลในการตรวจสอบการลอกคราบของปูแล้ว ปกติโดยทั่วไปผู้เลี้ยงเมื่อถึงเวลาเก็บผลผลิตก็จะใช้ไฟหลอดสีส้มส่องดูปูในตะกร้าที่ละตะกร้า พร้อมกับดึงเชือกเพื่อลากแพเลี้ยงปูไปพร้อมๆกัน ในการทดลองนี้จึงได้ใช้ลักษณะของการส่องไฟให้เหมือนกับการใช้จริง โดยมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ตะกร้าเลี้ยงปูพร้อมขาจับก๊อ้ง
2. ก๊อ้งเว็บแคม
3. โครงอะลูมิเนียมเพื่อติดตั้งไฟในการให้แสง
4. ไฟสีส้มที่ใช้ส่องปูในปัจจุบัน
5. หลอดไฟนีออน(Neon)สีขาว
6. กะละมังใส่น้ำ
7. ปู



(ก)

(ข)

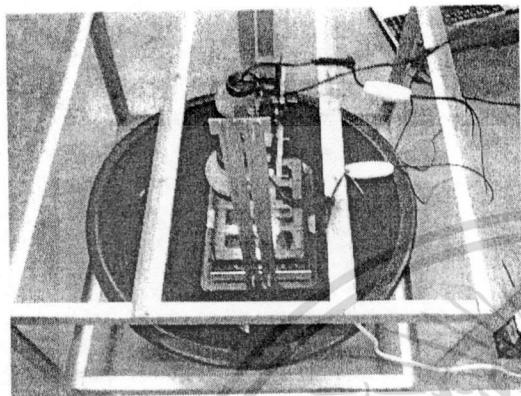
รูปที่ 4.4 แสดงภาพอุปกรณ์ในการทดลองการให้แสงสว่างในการถ่ายภาพ

จากรูปที่ 4.4 (ก) ขาจับก๊อ้งที่ยึดกับตะกร้าจะอยู่สูงจากตะกร้า 25 ซม. เพราะเป็นความสูงที่เมื่อถ่ายภาพแล้วเหมาะสมที่สุดหากสูงหรือต่ำกว่านี้ก็จะทำให้มีผลต่อการประมวลผลภาพได้ เช่น ถ้าก๊อ้งวางสูงกว่าระดับ 25 ซม. จะมีผลการแบ่งแยกสถานะเพราะภาพที่ถ่ายได้มีขนาดเล็ก จากรูปที่ 4.4 (ข) จะสังเกตเห็นได้ว่าไฟสีส้ม และไฟนีออนสีขาว ได้ถูกติดตั้งในระดับเดียวกับก๊อ้งเว็บแคมเพื่อให้แสงมีความทั่วถึงทั้งตะกร้า ส่วนระดับน้ำในกะละมังก็จะอยู่ที่ระดับครึ่งตะกร้า เหมือนกับที่เลี้ยงจริงในฟาร์ม และก็จะมิหลังคาปิดด้านบนเพื่อกันแสงอีกด้วย

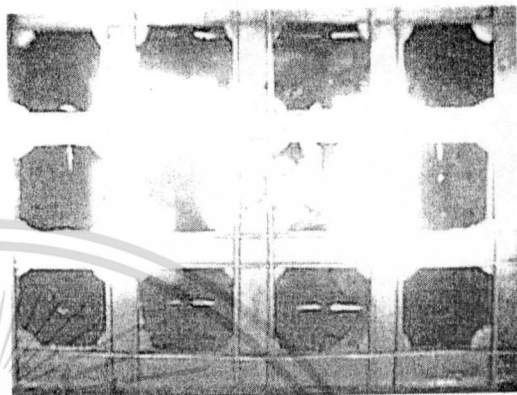
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟสีส้ม

ในการทดลองนี้จะใช้ไฟส่องสว่างสีส้มเหมือนกับที่ใช้จริงในการตรวจสอบการลอกคราบของปู จำนวน 2 ดวงเพื่อให้แสงมีการกระจายทั่วทั้งตะกร้า และอยู่สูงจากตะกร้าในระดับเดียวกันกับกล่องเว็บแคม ดังแสดงในรูปที่ 4.5 (ก)



(ก)

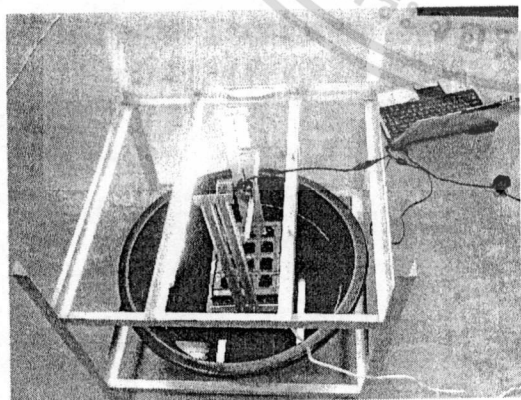


(ข)

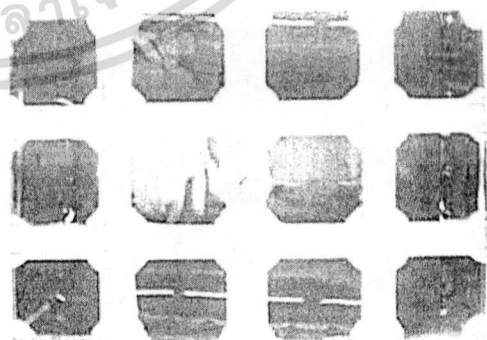
รูปที่ 4.5 แสดงภาพการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟสีส้ม

เมื่อทำการถ่ายภาพด้วยกล้องเว็บแคมแล้ว ผลคือ แสงสามารถส่องผ่านและสามารถมองเห็นตัวปูได้ แต่ภาพที่ได้จากการให้แสงสีส้มนั้นไม่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ เนื่องจากแสงมีความสว่างมากเกินไป จนแสงได้บดบังส่วนของตัวปูไปเสียส่วนใหญ่และเกิดเงาสะท้อนจากน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 (ข) จึงทำให้สรุปได้ว่าการให้แสงสว่างด้วยไฟสีส้มนี้ไม่สามารถนำมาใช้ได้

#### 4.2.2 การทดลองการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟนีออนสีขาว



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 แสดงภาพการให้แสงสว่างเพื่อการถ่ายภาพด้วยไฟนีออนสีขาว

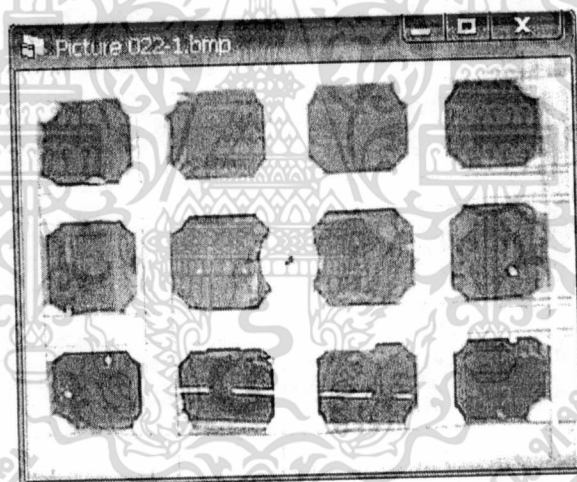
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองนี้จะใช้ไฟนีออนสีขาวเป็นตัวให้แสงสว่างในการถ่ายภาพปูในตะกร้า โดยจะใช้ไฟ 2 ดวงวางขนานกันในระดับเดียวกับกล้องเว็บแคมดังรูปที่ 4.6 (ก) และเมื่อทำการถ่ายภาพด้วยกล้องเว็บแคมแล้วแล้ว ผลคือแสงสามารถส่องผ่านตะกร้าและมองเห็นตัวปูได้อย่างชัดเจน ไม่มีการบดบังของแสงและเงาสะท้อนในน้ำดังรูปที่ 4.6 (ข) จึงทำให้สรุปได้ว่าการให้แสงสว่างด้วยไฟนีออนสีขาวนี้สามารถที่จะนำภาพที่ถ่ายไปประมวลผลต่อได้

### 4.3 การทดลองประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม

#### 4.3.1 การทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีการต่างๆ

เมื่อได้ภาพที่มีองค์ประกอบเหมาะสมในการนำไปประมวลผลแล้วก็จะนำไปประมวลผลโดยในหัวข้อนี้ จะประกอบไปด้วยการทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีต่างๆเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุด ที่สามารถจะนำภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วไปทำการแบ่งแยกสถานะของปูได้ และภาพที่จะนำไปประมวลผลคือ รูปที่ 4.7

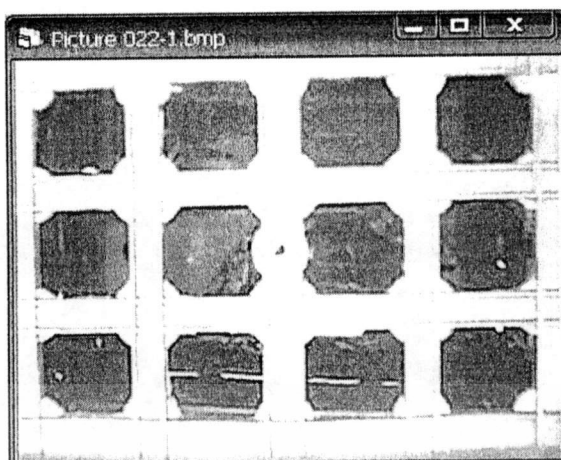


รูปที่ 4.7 แสดงภาพปูต้นฉบับที่จะนำมาประมวลผล

##### 4.3.1.1 การปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale)

การปรับภาพระดับสีเทาเป็นกระบวนการที่ทำให้ความเข้มของแม่สีในภาพมีระดับเดียวกัน ด้วยวิธีการปรับความตามความสว่างของแม่สี วิธีการนี้เป็นการประมวลผลภาพเบื้องต้นที่ทดลองเพื่อดูลักษณะความแตกต่างของสีปูกับตะกร้า เมื่อดูผลจากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่า สีของตัวปูมีลักษณะความเข้มของสีในย่านเดียวกับส่วนล่างของตะกร้าเลี้ยงปู และส่วนของฝาปิดตะกร้าเลี้ยงปู จะมีความสว่างเด่นชัดขึ้นมา จึงสามารถสรุปได้ว่าการประมวลผลด้วยการปรับภาพสีเทาไม่สามารถทำให้สีของตัวปูเด่นชัดขึ้นมาได้ และไม่สามารถนำไปแบ่งแยกสถานะของปูได้

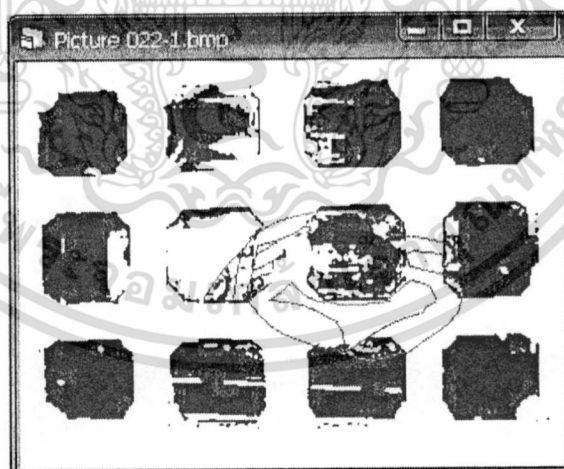
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงภาพปูที่ถูกทำการปรับภาพระดับสีเทา (Gray Scale)

#### 4.3.1.2 การทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique)

จากการทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีการปรับภาพระดับสีเทานั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ ในการทดลองนี้จึงได้นำวิธีการประมวลผลภาพด้วยการทำเทรชโฮลด์ เพื่อแยกตัวปูออกจากพื้นหลัง เพราะวิธีการทำเทรชโฮลด์มีคุณสมบัติในการแบ่งแยกกลุ่ม ของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ(Object) ซึ่ง จะมีระดับความเข้มของภาพค่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้นหลัง(Background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพค่อนข้างสูง (สว่าง) จึงได้นำวิธีการประมวลผลนี้มาทดลอง

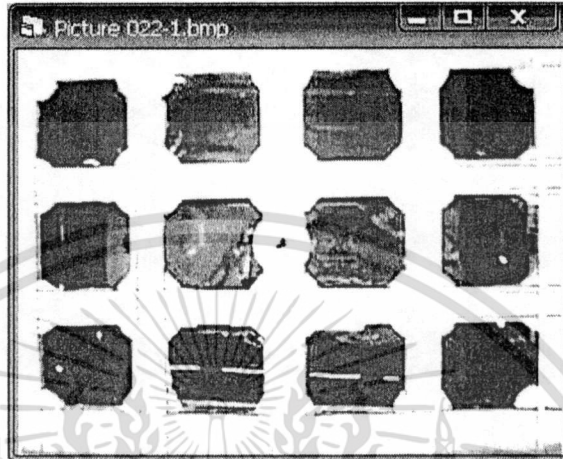


รูปที่ 4.9 แสดงภาพปูที่ถูกทำเทรชโฮลด์ (Thresholding technique)

ผลจากการประมวลผลด้วยวิธีการทำเทรชโฮลด์ ผลคือภาพที่ได้ผ่านการประมวลผลแล้วจะมีลักษณะสีใน 2 ช่วงคือขาวกับดำ และเมื่อดูจากรูปที่ 4.9 แล้ว จึงสามารถสรุปได้ว่า การประมวลผลภาพด้วยวิธีการทำเทรชโฮลด์ไม่สามารถแยกตัวปูออกจากตะกร้าได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.1.3 การปรับความคมชัดของภาพ (Contrast)

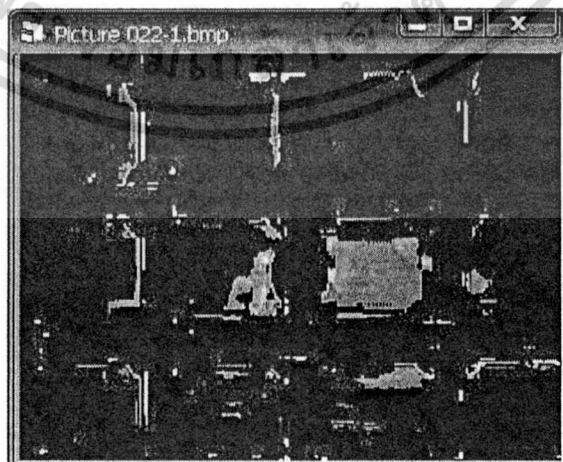
การประมวลผลด้วยวิธีการปรับความคมชัดของภาพนี้ เป็นวิธีการที่จะสามารถปรับภาพให้มีความเข้มและคมชัดมากขึ้น เนื่องจากการประมวลผลด้วยวิธีนี้จะทำการปรับค่าของแม่สีให้สูงขึ้นกว่าค่ากลางของแม่สี



รูปที่ 4.10 แสดงภาพปูที่ถูกทำการปรับความคมชัดของภาพ (Contrast)

ผลจากการประมวลผลด้วยวิธีปรับความคมชัดของภาพ ผลคือ จากรูปที่ 4.10 ภาพที่ได้ผ่านการประมวลผลแล้ว จะมีสีที่เข้มขึ้นและมีความคมชัดเป็นอย่างมาก สีของตัวปูมีความชัดจนมากขึ้นสามารถที่จะนำภาพไปประมวลผลเพื่อการแบ่งแยกสถานะต่อไปได้ แต่อาจจะต้องนำภาพไปประมวลผลต่ออีกหลายขั้นตอน จึงสามารถสรุปได้ว่าการประมวลผลภาพด้วยวิธีปรับความคมชัดของภาพนั้นสามารถที่จะนำไปประมวลผลต่อได้ แต่อาจจะต้องยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด

#### 4.3.1.4 การแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV



รูปที่ 4.11 แสดงภาพปูที่ถูกทำการแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมาตรฐานสีแบบ RGB จะมีค่าแสงและค่าความสว่างผสมอยู่ด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการแปลงมาตรฐานแบบ RGB ให้เป็นแบบ HSV (hue, saturation, value) ซึ่งค่า hue หมายถึง โทนสี ค่า saturation หมายถึง ค่าความสดสีที่เกิดจากแสงขาว และค่า value แสดงถึง ค่าความสว่างของภาพ มาช่วยในการแยกสีของตัวปูออกจากภาพ เมื่อทำการประมวลผลแล้ว ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.11 จากภาพจะเห็นว่าสีของตัวปูได้มีความเด่นชัดขึ้นมาอย่างชัดเจนและส่วนที่ไม่ใช่ตัวปูก็จะกลายเป็นสีดำ ซึ่งวิธีการนี้สามารถจะนำไปแบ่งแยกสถานะของปูได้ แต่เนื่องจากค่าสี RGB ของปูแต่ละตัวอาจมีค่าไม่เท่ากันและทำให้ค่า HSV ไม่เท่ากันด้วย ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว เพื่อจะนำไปเป็นค่าสำหรับแยกสีของปูออกจากพื้นหลัง

#### 4.3.2 การทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว

เมื่อได้วิธีการในการประมวลผลภาพแล้วก็จะสามารถนำไปแบ่งแยกสถานะของปูได้ แต่เนื่องจากปูแต่ละตัวที่ได้นำมาทดลองอาจมีสีที่ไม่เท่ากันหรืออาจจะเป็นผลจากการให้แสงในการถ่ายภาพไม่คงที่ จึงต้องทำการหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการแยกสีของตัวปูออกจากพื้นหลัง และเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการเขียนโปรแกรม โดยจะทดลองกับปูจำนวน 10 ตัว

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว

ปูตัวที่	H	S	V
	ค่าสูงสุด 360	ค่าสูงสุด 100	ค่าสูงสุด 100
1	20	31	45
2	22	35	46
3	29	36	43
4	33	28	63
5	22	21	51
6	26	31	62
7	47	26	81
8	48	26	84
9	32	26	56
10	39	37	94
ค่าเฉลี่ย	32	30	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

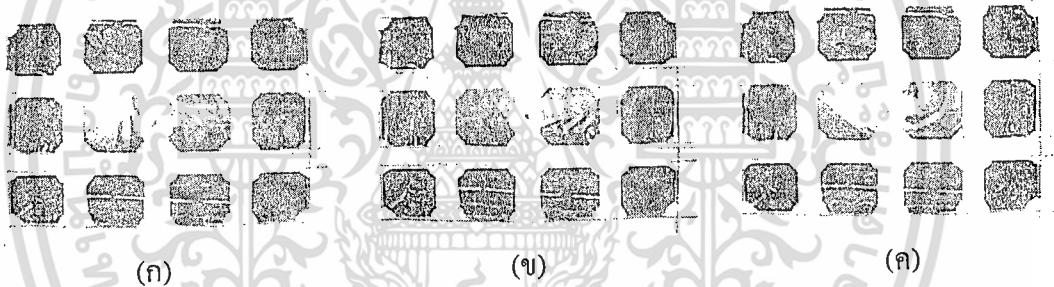
จากผลการทดลองในการหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว ผลที่ได้คือ ค่า HSV ของปูแต่ละตัวจะมีค่าสูงและต่ำต่างกันไป ดังนั้นเราจึงทำการหาค่าเฉลี่ยของปูทั้ง 10 ตัวโดยค่าต่างๆที่ได้คือ  $H = 32$   $S = 30$   $V = 63$  นั่นคือค่าเฉลี่ยที่ถือว่าเป็นค่ากลางของค่า HSV แต่ค่าที่เราจะนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมจะเป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด เพื่อที่จะนำไปกำหนดช่วงของสีตัวปู โดยค่า  $H = 20$  ถึง  $50$   $S = 20$  ถึง  $40$   $V = 40$  ถึง  $90$  และจะนำค่านี้ไปเป็นฐานข้อมูลในการเขียนโปรแกรมต่อไป

#### 4.3.3 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูเพื่อการแบ่งแยกสถานะ

หลังจากได้ภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพและเหลือแต่ตัวปูเพียงอย่างเดียว ก็จะทำให้การแบ่งแยกสถานะของปูโดยใช้การนับจำนวนพื้นที่ของตัวปูต่อขนาดภาพ โดยจะทำการนับเป็นพิกเซล(Pixel) เพื่อที่จะหาค่ากลางในการแบ่งแยกว่าปูตัวไหนลอกคราบและยังไม่ลอกคราบ

##### 4.3.3.1 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ยังไม่ลอกคราบ

จะทดลองโดยการนับพิกเซลของปูที่ยังไม่ลอกคราบ คือปูหนึ่งตัว โดยจะทดลองกับปูจำนวน 5 ตะกร้า และแต่ละตะกร้าจะทำการนับค่าพิกเซล 3 ครั้งดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงภาพลักษณะของปูที่ยังไม่ลอกคราบ 3 ลักษณะเพื่อนำมาหาค่าพิกเซล(Pixel)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ยังไม่ลอกคราบ

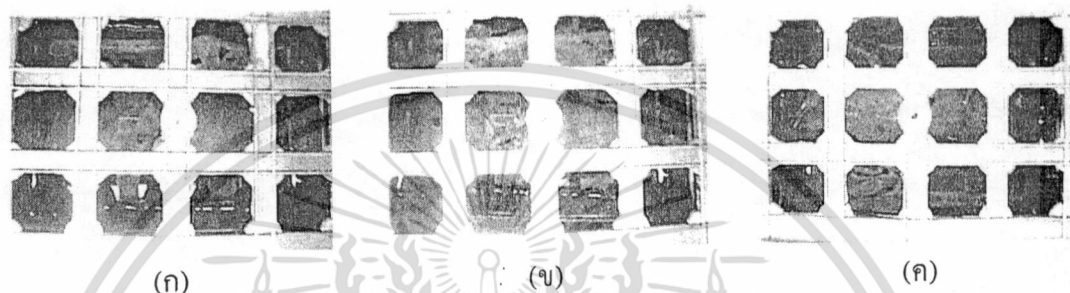
ปูตัวที่	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 1	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 2	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7916	9186	8741	8614
2	8729	9731	7809	8756
3	7185	7556	5929	6890
4	8450	7294	6788	7510
5	8415	7413	6489	7439
ค่าเฉลี่ย	8139	8236	7151	7842

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ปูที่ยังไม่ลอกคราบหรือปูหนึ่งตัวจะมีค่าพิกเซลอยู่ที่ประมาณ 6500 ถึง 9800 พิกเซล ดังนั้นค่าเฉลี่ยของปูที่ยังไม่ลอกคราบหรือปูหนึ่งตัวจะมีค่าประมาณปูหนึ่งตัวจะมีค่าประมาณ 7800 พิกเซล

#### 4.3.3.2 การทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ลอกคราบแล้ว

จะทดลองโดยการนับพิกเซลของปูที่ยังลอกคราบแล้ว คือปูสองตัว โดยจะทดลองกับปูจำนวน 5 ตะกร้า และแต่ละตะกร้าจะทำการนับค่าพิกเซล 3 ครั้งดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดงภาพลักษณะของปูที่ลอกคราบแล้ว 3 ลักษณะเพื่อนำมาหาค่าพิกเซล(Pixel)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ลอกคราบแล้ว

ปูตัวที่	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 1	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 2	ค่าพิกเซลของปู ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	10475	10206	9889	10190
2	14095	14618	14472	14395
3	13825	14587	12955	13789
4	13086	12331	12727	12715
5	10414	10220	10206	10280
ค่าเฉลี่ย	12379	12392	12050	12274

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ปูลอกคราบแล้วหรือปูสองตัวจะมีค่าพิกเซลอยู่ที่ 10000 ถึง 14800 พิกเซล ดังนั้นค่าเฉลี่ยของปูที่ลอกคราบแล้วหรือปูสองตัวจะมีค่าประมาณ 12000 พิกเซล

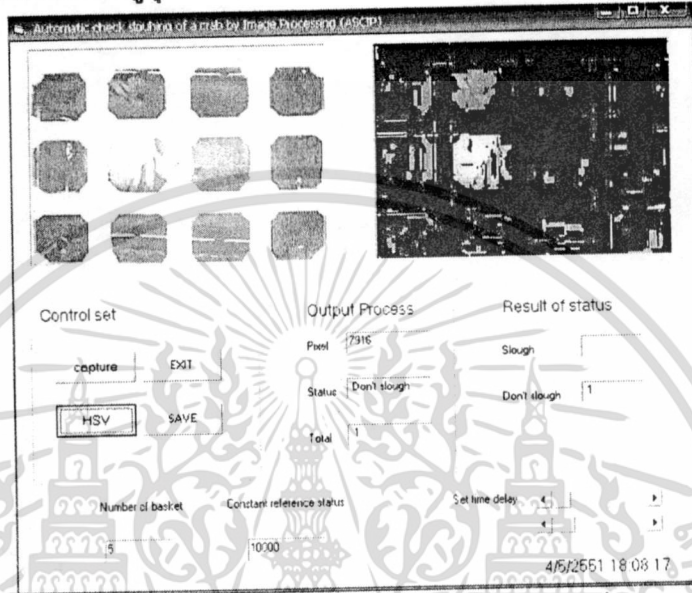
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และ 4.3 สามารถสรุปได้แล้วว่า ค่าสูงสุดของปูที่ยังไม่ลอกคราบหรือปูหนึ่งตัวจะมีค่าประมาณ 9800 พิกเซล และค่าต่ำสุดของปูที่ลอกคราบแล้วหรือปูสองตัวจะมีค่าประมาณ 10000 พิกเซล ดังนั้นค่ากลางสำหรับแบ่งแยกสถานะ ลอกคราบหรือไม่ลอกคราบจะมีค่าเท่ากับ 9900 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ในวงจำกัดเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลการทดลอง

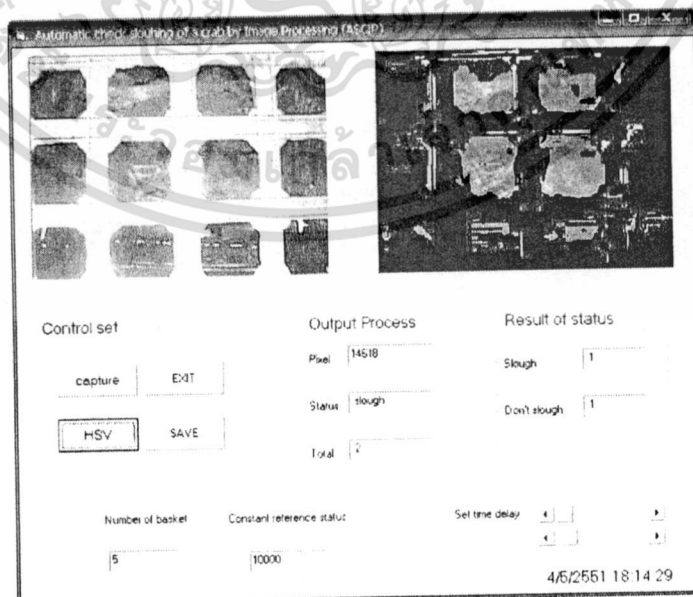
ในหัวข้อนี้จะเป็นผลการทดลองจากการประมวลผลทั้งระบบ โดยจะทดลองกับปูจำนวน 5 ตะกร้า และปูแต่ละตะกร้าจะมีสถานะที่ต่างกันออกไป โดยผู้คุมการวางตะกร้าเพื่อดูผลการทดลองว่าสถานะของปูจริงกับสถานะของปูหลังการประมวลผลตรงกันหรือไม่

##### 4.4.1 ผลการทดลองของปูชุดที่ 1



รูปที่ 4.14 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 1

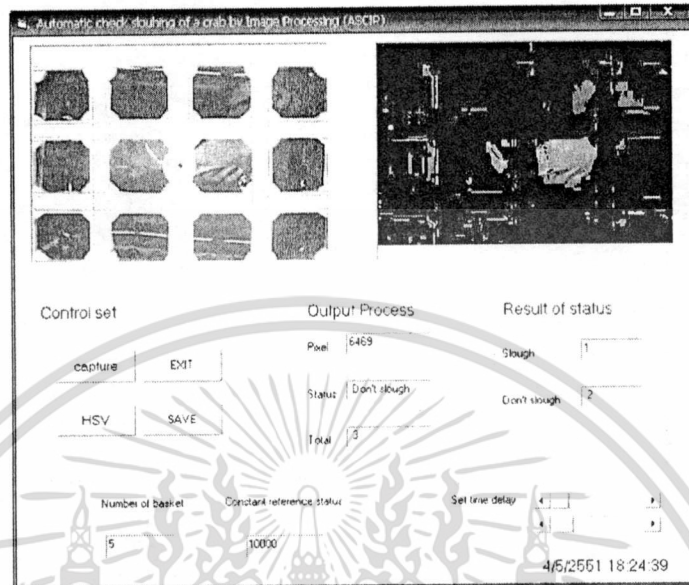
จากรูปที่ 4.14 ปูตะกร้าที่ 1 สถานะจริงคือยังไม่ลอกคราบหลังการประมวลผลแล้วสถานะที่ได้คือยังไม่ลอกคราบ จำนวนพิกเซลเท่ากับ 7916 พิกเซล



รูปที่ 4.15 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.15 ปูตะกร้าที่ 2 สถานะจริงคือลอกคราบหลังการประมวลผลแล้วสถานะที่ได้คือลอกคราบ จำนวนพิกเซลเท่ากับ 14618 พิกเซล



รูปที่ 4.16 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 3

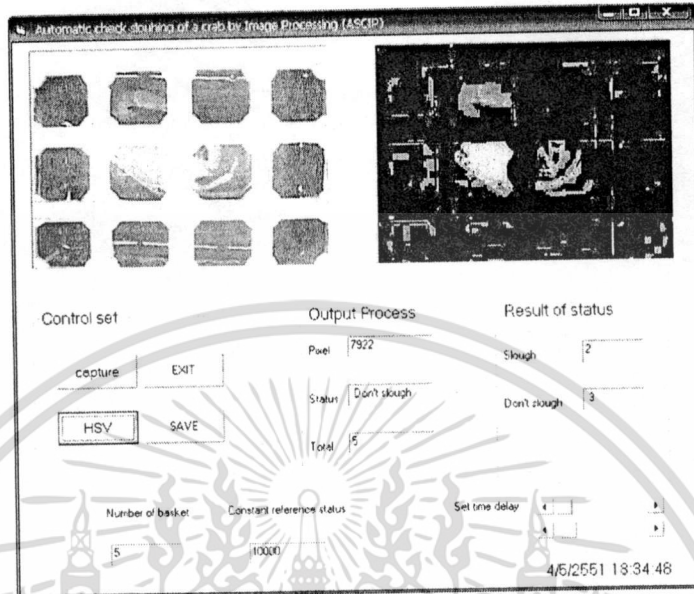
จากรูปที่ 4.16 ปูตะกร้าที่ 3 สถานะจริงคือยังไม่ลอกคราบหลังการประมวลผลแล้วสถานะที่ได้คือยังไม่ลอกคราบ จำนวนพิกเซลเท่ากับ 6469 พิกเซล



รูปที่ 4.17 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.17 ปูตะกร้าที่ 4 สถานะจริงคือลอกคราบหลังการประมวลผลแล้วสถานะที่ได้คือลอกคราบ จำนวนพิกเซลเท่ากับ 13086 พิกเซล



รูปที่ 4.18 แสดงภาพการประมวลผลปูตะกร้าที่ 5

จากรูปที่ 4.18 ปูตะกร้าที่ 5 สถานะจริงคือยังไม่ลอกคราบหลังการประมวลผลแล้วสถานะที่ได้คือยังไม่ลอกคราบ จำนวนพิกเซลเท่ากับ 7922 พิกเซล

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 1

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปูจริง	สถานะของปูหลังการประมวลผล	จำนวนพิกเซล
1	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7916
2	ลอกคราบ	ลอกคราบ	14618
3	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	6469
4	ลอกคราบ	ลอกคราบ	13086
5	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7922

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 การตรวจสอบการลอกคราบของปูในปูชุดที่ 1 ผลที่ได้คือสามารถแบ่งแยกสถานะได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ใส่ปูไว้ในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้า โดยสถานะจริงของปูกับสถานะของปูหลังการประมวลผลมีค่าที่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 ผลการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 2

ในการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 2 เราจะใส่ปุ๋ยในตะกร้าจำนวน 5 ตะกร้าตามสถานะดังนี้ ตะกร้าที่ 1,3,5 เป็นปุ๋ยที่ลอกคราบแล้วหรือปุ๋ยสองตัว ตะกร้าที่ 2,4 เป็นปุ๋ยที่ยังไม่ลอกคราบหรือปุ๋ยหนึ่งตัว ผลจากการประมวลผลจะแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 2

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปุ๋ยจริง	สถานะของปุ๋ยหลังการประมวลผล	จำนวนพิกเซล
1	ลอกคราบ	ลอกคราบ	14095
2	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7185
3	ลอกคราบ	ลอกคราบ	13825
4	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	8729
5	ลอกคราบ	ลอกคราบ	13086

จากผลการทดลองการตรวจสอบการลอกคราบของปุ๋ยในปุ๋ยมุขที่ 2 ผลที่ได้คือ สามารถแบ่งแยกสถานะได้อย่างถูกต้องตามที่ใส่ปุ๋ยไว้ในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้า โดยสถานะจริงของปุ๋ยกับสถานะของปุ๋ยหลังการประมวลผลมีค่าที่ตรงกัน

#### 4.4.3 ผลการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 3

ในการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 3 เราจะใส่ปุ๋ยในตะกร้าจำนวน 5 ตะกร้าตามสถานะดังนี้ ตะกร้าที่ 1,2,3 เป็นปุ๋ยที่ลอกคราบแล้วหรือปุ๋ยสองตัว ตะกร้าที่ 4,5 เป็นปุ๋ยที่ยังไม่ลอกคราบหรือปุ๋ยหนึ่งตัว ผลจากการประมวลผลจะแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองของปุ๋ยมุขที่ 3

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปุ๋ยจริง	สถานะของปุ๋ยหลังการประมวลผล	จำนวนพิกเซล
1	ลอกคราบ	ลอกคราบ	10206
2	ลอกคราบ	ลอกคราบ	14618
3	ลอกคราบ	ลอกคราบ	14587
4	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	9186
5	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	9731

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองการตรวจสอบการลอกคราบของปูในปูชุดที่ 3 ผลที่ได้คือ สามารถแบ่งแยกสถานะได้อย่างถูกต้องตามที่ใส่ปูไว้ในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้า โดยสถานะจริงของปูกับสถานะของปูหลังการประมวลผลมีค่าที่ตรงกัน

#### 4.4.4 ผลการทดลองของปูชุดที่ 4

ในการทดลองของปูชุดที่ 4 เราจะใส่ปูในตะกร้าจำนวน 5 ตะกร้าตามสถานะดังนี้ ตะกร้าที่ 4,5 เป็นปูที่ลอกคราบแล้วหรือปูสองตัว ตะกร้าที่ 1,2,3 เป็นปูที่ยังไม่ลอกคราบหรือปูหนึ่งตัว ผลจากการประมวลผลจะแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 4

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปูจริง	สถานะของปูหลังการประมวลผล	จำนวนฟีกเซล
1	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7556
2	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7294
3	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	7413
4	ลอกคราบ	ลอกคราบ	12331
5	ลอกคราบ	ลอกคราบ	10220

จากผลการทดลองการตรวจสอบการลอกคราบของปูในปูชุดที่ 4 ผลที่ได้คือ สามารถแบ่งแยกสถานะได้อย่างถูกต้องตามที่ใส่ปูไว้ในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้า โดยสถานะจริงของปูกับสถานะของปูหลังการประมวลผลมีค่าที่ตรงกัน

#### 4.4.5 ผลการทดลองของปูชุดที่ 5

ในการทดลองของปูชุดที่ 5 เราจะใส่ปูในตะกร้าจำนวน 5 ตะกร้าตามสถานะดังนี้ ตะกร้าที่ 1,2,4,5 เป็นปูที่ลอกคราบแล้วหรือปูสองตัว ตะกร้าที่ 3 เป็นปูที่ยังไม่ลอกคราบหรือปูหนึ่งตัว ผลจากการประมวลผลจะแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองของปูชุดที่ 5

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปูจริง	สถานะของปูหลังการประมวลผล	จำนวนฟีกเซล
1	ลอกคราบ	ลอกคราบ	14472
2	ลอกคราบ	ลอกคราบ	12955
3	ยังไม่ลอกคราบ	ยังไม่ลอกคราบ	6788

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ลำดับของตะกร้า	สถานะของปูจริง	สถานะของปูหลังการ ประมวลผล	จำนวนพิกเซล
4	ลอกคราบ	ลอกคราบ	12727
5	ลอกคราบ	ลอกคราบ	10206

จากผลการทดลองการตรวจสอบการลอกคราบของปูในปูชุดที่ 5 ผลที่ได้คือ สามารถแบ่งแยกสถานะได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ใส่ปูไว้ในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้า โดยสถานะจริงของปูกับสถานะของปูหลังการประมวลผลมีค่าที่ตรงกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการให้แสงในการถ่ายภาพ สรุปได้ว่าไฟสีส้มหรือไฟที่ใช้ในการส่องดูปูเพื่อตรวจสอบการลอกคราบของปูที่ใช้จริงนั้น ไม่สามารถนำมาใช้กับเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูได้เนื่องจากแสงมีความสว่างมากเกินไป จนแสงได้บดบังส่วนของตัวปูไปเสียส่วนใหญ่และเกิดเงาสะท้อนจากน้ำ จึงทำให้ภาพที่ได้ไม่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ และการทดลองการให้แสงในการถ่ายภาพด้วยไฟนีออนสีขาว สรุปได้ว่า แสงสามารถส่องผ่านตะกร้าและมองเห็นตัวปูได้อย่างชัดเจน ไม่มีการบดบังของแสงและเงาสะท้อนในน้ำ สามารถที่จะนำภาพที่ถ่ายไปประมวลผลต่อได้ จึงทำให้สรุปได้ว่าการให้แสงสว่างด้วยไฟนีออนสีขาวนี้สามารถนำมาใช้ได้

จากการทดลองประมวลผลภาพด้วยวิธีต่างๆ สรุปได้ว่า การประมวลผลด้วยการปรับภาพสีเทาไม่สามารถทำให้สีของตัวปูเด่นชัดขึ้นมาได้ และไม่สามารถนำไปแบ่งแยกสถานะของปูได้ การประมวลผลภาพด้วยวิธีการทำเทรซโฮลด์ไม่สามารถแยกตัวปูออกจากตะกร้าได้ การประมวลผลภาพด้วยวิธีปรับความคมชัดของภาพนั้นสามารถที่จะนำไปประมวลผลต่อได้ แต่อาจจะยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด การแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV เมื่อทำการประมวลผลแล้ว ภาพที่ได้จะมีลักษณะสีของตัวปูที่มีความเด่นชัดขึ้นอย่างชัดเจนและส่วนที่ไม่ใช่ตัวปูก็จะกลายเป็นสีดำ ซึ่งวิธีการนี้สามารถจะนำไปแบ่งแยกสถานะของปูได้ จึงสามารถสรุปได้ว่า การแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV สามารถที่จะนำไปใช้ประมวลผลภาพได้เพื่อการแบ่งแยกสถานะของปู

จากการทดลองหาค่า HSV ของปูแต่ละตัว ทำให้ได้ช่วงของค่า HSV ที่จะนำไปเป็นฐานข้อมูลในการแยกสีตัวปูออกจากพื้นหลัง มีค่าดังนี้ โดยค่า  $H = 20$  ถึง  $50$   $S = 20$  ถึง  $40$   $V = 40$  ถึง  $90$  การทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ยังไม่ลอกคราบ การเก็บข้อมูลภาพจะมีการเก็บในลักษณะพิกเซลหรือจุดภาพซึ่งจากการทดลองการแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV จะเห็นว่าส่วนที่ไม่ใช่ปูจะกลายเป็นจุดสีดำ ส่วนที่เป็นภาพปูจะมีจุดสีที่ต่างไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนับจุดภาพหรือพิกเซลที่ไม่ใช่สีดำทั้งนี้ภาพปูในขณะที่ยังไม่ลอกคราบจะมีจุดภาพที่เป็นตัวปูค่าหนึ่ง แต่เมื่อปูลอกคราบจะเสมือนมีปูสองตัวอยู่ในตะกร้าเลี้ยงดังนั้นจุดภาพที่เป็นตัวปูจะมีจำนวนมากขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองกับปูตัวอย่างสรุปได้ว่า ปูที่ยังไม่ลอกคราบจะมีค่าพิกเซลอยู่ที่ประมาณ 6500 ถึง 9800 พิกเซล ดังนั้นค่ากลางเฉลี่ยของปูที่ยังไม่ลอกคราบจะมีค่าพิกเซลประมาณ 7800 พิกเซล และการทดลองหาค่าพิกเซลของปูที่ลอกคราบแล้ว โดยการนับพิกเซลของปูที่ลอกคราบแล้ว ผลการทดลองสรุปได้ว่า ปูลอกคราบแล้วจะมีค่าพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ที่ 10000 ถึง 14800 พิกเซล ดังนั้นค่ากลางเฉลี่ยของปูที่ลอกคราบจะมีค่าพิกเซลประมาณ 12000 พิกเซล ดังนั้นค่ากลางสำหรับแบ่งแยกสถานะ ลอกคราบหรือไม่ลอกคราบจะมีค่าเท่ากับ 9900 พิกเซล

ผลการทดลองจากเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูโดย ทดลองกับปูจำนวน 5 ชุด ผลคือเครื่องตรวจสอบการลอกคราบของปูสามารถที่จะตรวจสอบสถานะของปูได้จริงและมีความถูกต้องโดยสถานะจริงของปูและสถานะของปูหลังการประมวลผลมีค่าตรงกัน

## 5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

1. การออกแบบ โครงสร้างและอุปกรณ์การขับเคลื่อนรางตะกร้าเลี้ยงปูยังไม่มีเสถียรภาพพอ อาจจะต้องแก้ไขโดยการออกแบบ โครงสร้างใหม่ให้มีเสถียรภาพมากขึ้น
2. โปรแกรมที่นำมาประมวลผลภาพ ภาพที่ได้อาจจะยังมีสิ่งรบกวน(Noise)ในภาพอยู่ อาจจะต้องแก้ไขโดยการเขียน โปรแกรมเพิ่มเพื่อเอาสิ่งรบกวนในภาพออก
3. การให้แสงในการถ่ายภาพยังไม่สามารถกระจายแสงให้ได้ทั่วถึงทั้งตะกร้าเลี้ยงปู อาจจะต้องแก้ไขโดยการ ออกแบบการให้แสงในการถ่ายภาพให้ดีขึ้นกว่าเดิม

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

จากการทดลองการแบ่งแยกสถานะของปูสามารถที่จะแบ่งแยกได้จริงโดยไม่มี ความผิดพลาด แต่ถ้าหากนำไปใช้จริงอาจจะยังไม่สามารถนำไปใช้ได้เนื่องจาก ในลักษณะการเลี้ยงจริงจะเลี้ยงปูเป็นจำนวนมากและในแต่ละแพ็คจะมีตะกร้าเลี้ยงปู 4 แถว แต่ในการทดลองของโครงการนี้ ได้ใช้การทดลองเพียงแถวเดียว ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาในส่วนของการเพิ่มการตรวจสอบการลอกคราบของปูในแบบ 4 แถว และรวมถึงการออกแบบ โครงสร้างใหม่เพื่อให้ได้ผลที่สามารถจะนำไปใช้จริงได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] [Online]. Available : [http://www.nicaonline.com/articles3/site/view\\_article.asp?idarticle=86](http://www.nicaonline.com/articles3/site/view_article.asp?idarticle=86)
- [2] บรรจง เทียนส่งรัมย์และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ปูทะเล ซีววิทยา การอนุรักษ์ทรัพยากรและการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน. ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, สกว. 264 หน้า
- [3] [Online]. Available : <http://www.thaicrab-trf.com>
- [4] [Online]. Available : <http://ranong.doe.go.th>
- [5] Morimoto Kazuya and Matsutani Takashi, "Image Processor", US. Patent No. 6944358, Sep 13, 2005.
- [6] Vinay K. Ingle and John G. Proakis, "Digital Signal Processing Using MATLAB V.4<sup>th</sup>", PWS Publishing Company, 1997.
- [7] Roger H. Johnson and Alan C. Nelson, "Optical Tomography of small objects using parallel ray and post Specimen Optical Magnification", US. Patent No. 6944322, Sep 13, 2005.
- [8] K.C. Gendreau, G.Y. Prigozhin, R.K. Huang, and M.W. Bautz, "A Technique to Measure Trap Characteristics in CCD's Using X-Ray", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 42, No. 11, Nov 1995, Page: 1912-1917.
- [9] Michael Schiller and Emmily S. Ginsberg, "Fingerprint Verification Method" US. Patent No. 4581760, April 8, 1986. [9]
- [10] กรกฏ วัฒนวิเชียร และ นภดล อรุณยะเดช, "การวัดความแก่ของผลส้มโอพันธุ์ชวบน้ำผึ้ง", NECTEC, Technical Journal, Vol. 3 No. 12, Nov, 2001- Feb, 2002.
- [11] Boles W.W., Geva S., Busch A., "An image processing approach for estimating the number of live prawn larvae in water", Signal Processing and Its Applications, 1999. ISSPA '99. Proceedings of the Fifth International Symposium on Vol. 2, 22-25 Aug. 1999 Page(s):571 – 574.
- [12] Marvin H. White, Ingham A. Mack, Gerald M. Borsuk, and Member, "Charge-Coupled Device (CCD) Adaptive Discrete Analog Signal Processing", IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-27, No.2, Feb 1979, Page: 390-405.
- [13] K. Shinoda, M. Hamasaki, T. Asaida, F. Nagumo, "A CCD Chip for EFP and Colour TV Camera Applications, Sony Broadcast LTD., UK, Sony Corporation, Japan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14] Sohei Manabe, Yosiyuki Mastunaga, Akihiko Furukama, and Member, "A 2-Million-Pixel CCD Image Sensor Overlaid With an Amorphous Silicon Photo Conversion Layer", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 38, No. 8, Aug 1991, Page: 1765-1771.
- [15] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood., Digital Image Processing, Prentice Hall
- [16] สิทธิโชค ยอดระดับ. 2550. การเขียนโปรแกรม **Digital Image Processing** ด้วย **Visual Basic**. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2550.
- [17] จีรวรรณ ร่วมวิเชียร. 2549. "การแยกขนาดของวัตถุโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.
- [18] Webcam. 2550. "Webcam รู้จักกันเพิ่มอีกนิด" [Online]. Available: [http://www.tlcthai.com/webboard/view\\_topic.php?mode=quote&comment=9&index=5&table\\_id=1&cate\\_id=4&post\\_id=1667](http://www.tlcthai.com/webboard/view_topic.php?mode=quote&comment=9&index=5&table_id=1&cate_id=4&post_id=1667)