การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ
CROCODILE IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING

โดย

นายนฤสรณ์ เข็มกายี

นางสาวปภาวรินท์ จี่พิมาย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ

CROCODILE IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING

โดย

นายนฤสรณ์	เข็มกายี	58010655
นางสาวปภาวรินท์	จี่พิมาย	58010726

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

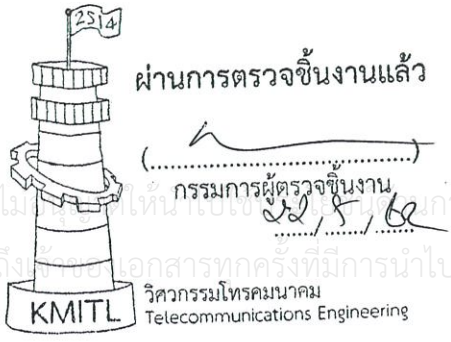
ปีการศึกษา 2561

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

15/05/62



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

22/5/62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ

CROCODILE IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING

ผู้จัดทำ

1. นายนฤสรณ์ เข็มกายี 58010655
2. นางสาวปภาวรินท์ จี่พิมาย 58010726

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ ซึ่งอาจไม่สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากขาดความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงจาก รศ.ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ชุติมา ขมวิลัย นักวิชาการประมงชำนาญการพิเศษ กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง รวมถึงนักศึกษาปริญญาโทที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในระหว่างการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวของผู้จัดทำ เพื่อน ๆ นักศึกษา และผู้เกี่ยวข้องที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสมอมา ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย จึงขออภัยมา ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด

นายนฤสรณ์ เข็มกายี
นางสาวปภาวรินท์ จี่พิมาย
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ
CROCODILE IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING

โดย นายนฤสรณ์ เข็มกายี 58010655
นางสาวปภาวรินท์ จี่พิมาย 58010726

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จึงนำเสนอโปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ โดยมีรายละเอียดตั้งแต่วิธีการเก็บรูปจระเข้ตัวที่สนใจเพื่อใช้เป็นชุดข้อมูล และตัวโปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ที่มี 2 ส่วน คือ ส่วนการ Pre-processing โดยใช้การประมวลผลภาพ ซึ่งจะนำรูปภาพอินพุตไปปรับให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม จากนั้นส่งต่อให้ส่วนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ โดยส่วนนี้จะนำรูปภาพที่ผ่านส่วนการ Pre-processing มาทำการตัดสินใจว่าเป็นรูปของจระเข้ตัวที่สนใจหรือไม่ ซึ่งส่วนนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี วิธีแรกจะใช้โครงข่ายประสาทเทียม และวิธีที่สองจะใช้วิธีการประมวลภาพแบบอื่น ๆ จากนั้นนำผลการทดลองทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาวิธีพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าโปรแกรมนี้จะสามารถแก้ปัญหาผลข้างเคียงจากการฝังไมโครชิพเพื่อระบุตัวตนจระเข้ได้

ABSTRACT

This project offers a program for crocodile identification. There are the details of how to get images from interested crocodiles to use as a data set and the program, which will have two parts. The first part is pre-processing part, which gets the image and use image processing for the appropriate format. The second part is crocodile identification part, which gets the image from the first part and decides

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

whether the imported image is the interested crocodile. In crocodile identification part, we will do experiments using two methods: Convolutional Neural Network (CNN) and other image processing, then we will compare between the result of CNN and the result of other image processing to find the appropriate method for crocodile identification. This program will be able to solve the side effects of microchip implant for crocodile identification.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		X
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**2**
	2.1 การประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESSING)	2
	2.2 จระเข้ (CROCODILE)	15
	2.3 CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)	22
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**26**
	3.1 การออกแบบ	26
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	32
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**33**
	4.1 ผลการทดลองการเลือกรูปแบบพื้นหลังที่จะนำไปเก็บข้อมูลจระเข้โดยวิเคราะห์จากการถ่ายภาพจริง	33
	4.2 ผลการทดลองการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ	48
	4.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ระหว่าง NEURAL NETWORK กับการประมวลผลภาพต่าง ๆ	54
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**56**
	5.1 สรุปผล	56
	5.2 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม		**57**
ภาคผนวก ก	การเลือกรูปแบบพื้นหลังที่นำไปใช้ในการเก็บรูปภาพจระเข้	60
ภาคผนวก ข	โปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ NEURAL NETWORK	63
ภาคผนวก ค	โปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 หลักการทำงานของการประมวลผลภาพ 2
2.2 รูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ 3
2.3 รูปภาพที่ผ่านการคืนสภาพของรูปภาพ 3
2.4 รูปภาพที่ผ่านการบีบอัดรูปภาพ 4
2.5 ตัวอย่าง STRUCTURE ELEMENT 4
2.6 รูปภาพที่ผ่านการประมวลผลด้านโครงสร้าง 6
2.7 รูปภาพที่มีรูปเหรียญเป็นเทมเพลต และใช้ TEMPLATE MATCHING 7
2.8 การทำ CROSS-CORRELATION ระหว่างรูปที่ต้องการตรวจจับกับเทมเพลต 8
2.9 การเรียงระดับสีของ GRAYSCALE แต่ละขนาดบิต 9
2.10 แบบจำลองระบบสี RGB 10
2.11 แบบจำลองระบบสี HSV 10
2.12 SOBEL MASK ในแนวนอน 11
2.13 SOBEL MASK ในแนวตั้ง 11
2.14 LAPLACIAN MASK ที่นิยมใช้ 12
2.15 กราฟอธิบายอัลกอลิธึม HYSTERESIS THRESHOLDING 14
2.16 จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย 15
2.17 จระเข้น้ำเค็ม 16
2.18 ตะโขง 17
2.19 วัฏจักรชีวิตของจระเข้ 18
2.20 กระเป๋าที่ทำจากหนังจระเข้ 20
2.21 เนื้อจระเข้ที่ขายในประเทศจีน 20
2.22 ฟันเขี้ยวจระเข้ที่นิยมนำไปทำเป็นเครื่องราง 20
2.23 พวงกุญแจเท้าจระเข้ 21
2.24 น้ำมันจระเข้ใช้เพื่อนวด 21
2.25 ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเลือดจระเข้ ตรา วานิไทย 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.26	โครงสร้างโดยทั่วไปของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน	22
2.27	INPUT และ FILTER ของ CONVOLUTION LAYER	23
2.28	OUTPUT ของ CONVOLUTION LAYER	23
2.29	INPUT และ OUTPUT ของ MAXPOOL LAYER	24
2.30	FULLY CONNECTED LAYER	24
3.1	แผนผังการทำงานของระบบ	26
3.2	ผังงานการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอน PRE-PROCESSING	28
3.3	โครงสร้างของ CNN	28
3.4	ผังงานการทำงานในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ	31
4.1	รูปภาพที่ถ่ายในร่ม ทั้งหมด 27 แบบ	33
4.2	กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม	34
4.3	กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม	35
4.4	กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม	37
4.5	กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม 39

4.7 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม 40

4.8 รูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง ทั้ง 27 แบบ 40

4.9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 41

4.10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 42

4.11 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 44

4.12 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 45

4.13 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง 47

4.15 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายในร่มและกลางแจ้ง 48

4.16 รูปภาพเทมเพลตลายหนังหน้าท้องจระเข้ A 49

4.17 รูปที่ลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ที่จะนำมาทดสอบ 49

4.18 รูปภาพเทมเพลตที่ผ่านการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ 50

4.19 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปแรกที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 50

4.20 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สองที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 50

4.21 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สามที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 51

4.22 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สี่ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 51

4.23 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่ห้าที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 51

4.24 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ B ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 52

4.25 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ C ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 53

4.26 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ D ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ 53

4.27 ข้อความที่บอกว่ารูปลายหนังจระเข้เป็นตัวเดียวกันหรือคนละตัว 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 การเจริญเติบโตของจระเข้ 19

3.1 ชื่อในบล็อคที่ใช้เรียกเพื่อแสดงชนิดของ layer 30

4.1 ค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ของรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ที่นำมาทดสอบกับรูปเทมเพลต 52

4.2 ค่าที่มากที่สุดจากการ NORMALIZED CROSS-CORRELATION ของรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ B C และ D ที่นำมาทดสอบกับรูปเทมเพลต 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จระเข้เป็นสัตว์เศรษฐกิจครึ่งน้ำครึ่งบกชนิดหนึ่งที่มีมูลค่าต่อตัวสูง เนื่องจากอวัยวะสามารถนำมาจำหน่าย และใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน แต่เนื่องจากจระเข้ทั้ง 3 ชนิดในไทยได้แก่ จระเข้น้ำจืดพันธุ์ไทย จระเข้น้ำเค็ม และตะโขง เป็นสัตว์ที่อยู่ในรายชื่อในอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ CITES Appendix 1 ซึ่งมีรายละเอียดคือ ห้ามไม่ให้ทำการค้าระหว่างประเทศโดยเด็ดขาด ยกเว้นว่าจะสามารถเพาะพันธุ์ได้จนถึงรุ่นที่ 2 ก็จะอนุญาตให้ค้าระหว่างประเทศได้ โดยมีการตรวจสอบว่าจระเข้ตัวนั้นมากจากเพาะเลี้ยงหรือไม่ด้วยการฝังไมโครชิพเข้าไปในตัวจระเข้ ซึ่งไมโครชิพนี้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ข้อมูลจากคนเลี้ยงบางส่วนระบุว่าการฝังไมโครชิพมีโอกาสทำให้จระเข้ตายหรือเป็นหมันได้ โครงงานนี้จึงคิดค้นโปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ ซึ่งจะทำให้สามารถระบุตัวตนจระเข้ได้โดยไม่มีผลข้างเคียงต่อตัวจระเข้

1.2 วัตถุประสงค์

1) ออกแบบและพัฒนาวิธีการจัดเก็บรูปลายหนังหน้าท้องของจระเข้ให้เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้

2) ออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้จากรูปลายหนังหน้าท้องของจระเข้

3) ประมาณการณ์ความคลาดเคลื่อนของลายหนังหน้าท้องจระเข้เทียบกับระยะเวลาห่างจากเก็บรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ตัวนั้นครั้งล่าสุด

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) ระบุวิธีการจัดเก็บรูปลายหนังหน้าท้องของจระเข้ในช่วงอายุ 0-3 ปีบริบูรณ์ ให้เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ตัวนั้นในระยะเวลาห่างจากการเก็บรูปไม่เกิน 1 เดือน

2) สร้างอัลกอริทึมสำหรับการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ในช่วงอายุ 0-3 ปีบริบูรณ์ จากรูปลายหนังหน้าท้องของจระเข้ที่ถูกถ่ายห่างจากรูปในฐานข้อมูลไม่เกิน 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงหลักการการประมวลผลภาพที่ประกอบไปด้วยกระบวนการที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ไลบรารีที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ Template Matching การหาขอบภาพ และระบบสีต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในปริญญานิพนธ์ อีกทั้งข้อมูลของจระเข้ และ Convolutional Neural Network (CNN)

2.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ เป็นกระบวนการที่นำภาพมาจัดการและวิเคราะห์ให้เป็นข้อมูลทางดิจิทัล ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล

รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของการประมวลผลภาพ

หลักการทำงานที่สำคัญของการประมวลผลภาพเป็นดังรูปที่ 2.1 ซึ่งจะทำการรับภาพเข้ามา จากนั้นจะนำภาพเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้รูปภาพนั้นสามารถออกมาเป็นตามที่ต้องการ หรือสามารถนำรูปภาพนั้นไปใช้งานต่อได้

2.1.1 ตัวอย่างกระบวนการที่ใช้ในการประมวลผลภาพ

2.1.1.1 การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image Enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ เป็นการปรับปรุงให้รูปภาพที่นำเข้ามามีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งทำให้รายละเอียดที่มีในรูปภาพเด่นชัดขึ้น สามารถมองเห็นได้ง่ายขึ้นกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 รูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ [1]

2.1.1.2 การคืนสภาพของรูปภาพ (Image Restoration)

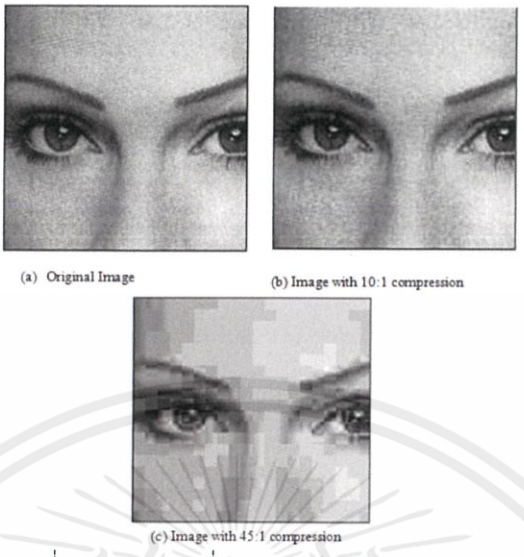
การคืนสภาพของรูปภาพ เป็นการปรับปรุงให้ภาพดีขึ้น ซึ่งรูปภาพที่เข้ามาจะมีการเสื่อม (Degradation) เกิดขึ้น จึงต้องทำการคืนสภาพรูปภาพให้เหมือนเดิม เพื่อง่ายต่อการมองเห็น

รูปที่ 2.3 รูปภาพที่ผ่านการคืนสภาพของรูปภาพ [2]

2.1.1.3 การบีบอัดรูปภาพ (Image Compression)

การบีบอัดรูปภาพ เป็นการนำรูปภาพไปบีบอัดให้ภาพมีขนาดที่เล็กลง หรือมีคุณภาพที่ลดลงแต่ยังสามารถใช้งานได้ ซึ่งช่วยในการส่งรูปภาพออกไป

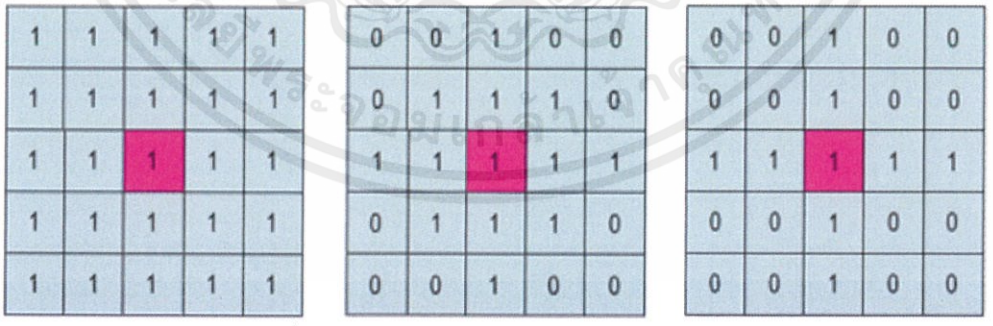
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปภาพที่ผ่านการบีบอัดรูปภาพ [3]

2.1.1.4 การประมวลผลด้านโครงสร้าง (Morphological Processing)

เป็นการประมวลผลภาพที่ใช้กับภาพ binary หรือภาพ Gray-scale ที่มีแนวโน้มจะเป็น binary โดยเป็นการประมวลผลด้านโครงสร้าง ด้วยการนำรูปภาพมาแยกส่วนประกอบของรูปภาพ เพื่อแสดงรูปร่างให้เป็นไปตามที่ต้องการ โดยนำ Structure Element เมตริกซ์ที่ถูกนิยามให้เป็นรูปร่างและขนาดต่าง ๆ สำหรับการทำ Morphological Operation ซึ่งในเมตริกซ์จะประกอบด้วย Binary 2 คือ 0 และ 1 ตัวอย่าง Structure Element ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่าง Structure Element [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morphological Operation พื้นฐานต่าง ๆ ได้แก่

1) Erosion ใช้ในการลบติ่งบริเวณขอบของ region อธิบายบายได้ดังสมการ 2.1

ให้ A เป็น Binary Image

B เป็น Structure Element

Erosion ของ A และ B เขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $A \ominus B$

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\} \tag{2.1}$$

2) Dilation ใช้ในการเพิ่มขอบให้หนาขึ้น อธิบายได้ดังสมการ 2.2

ให้ A เป็น Binary Image

B เป็น Structure Element

Dilation ของ A และ B เขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $A \oplus B$

$$A \oplus B = \{z \mid \{\hat{B}\}_z \cap A \neq \Phi\} \tag{2.2}$$

3) Opening เป็น การทำ Erosion ก่อน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำ Dilation โดยปกติใช้ในการแยก region ใหญ่ ๆ ให้เป็น region ย่อย ๆ อธิบายได้ดังสมการ 2.3

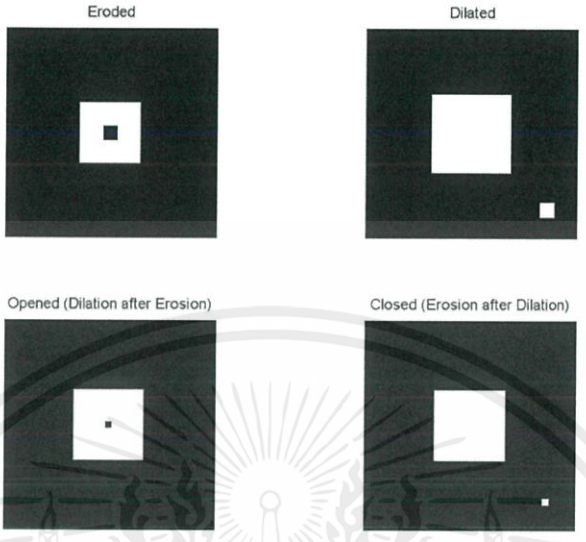
$$A \bullet B = (A \ominus B) \oplus B \tag{2.3}$$

4) Closing เป็น การทำ Dilation ก่อน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำ Erosion โดยปกติใช้ในการต่อส่วนแคบ ๆ ของ region อธิบายได้ดังสมการ 2.4

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการนำ Morphological Operation พื้นฐานไปใช้งาน



รูปที่ 2.6 รูปภาพที่ผ่านการประมวลผลด้านโครงสร้าง [5]

2.1.2 ไลบรารีที่ใช้งาน

2.1.2.1 Library OpenCV

OpenCV หรือ Open Source Computer Vision เป็นไลบรารีที่เป็น Open Source ซึ่งใช้งานในด้านการประมวลผลภาพ ซึ่งมีด้วยกันหลายภาษา ได้แก่ C++ Java และไพธอน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงาน Computer Vision ได้ โดยมีคำสั่งในการเรียกใช้งาน คือ import cv2

2.1.2.2 Library NumPy

NumPy หรือ Numeric Python เป็นไลบรารีส่วนเสริมที่สำคัญมากที่สุดของ Python ซึ่งมีฟังก์ชันในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ครบครัน โดยมีคำสั่งในการเรียกใช้งาน คือ import numpy as np

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 Library Imutils

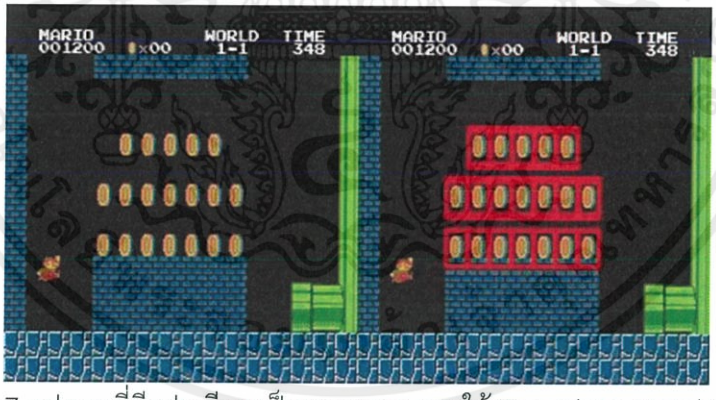
Imutils เป็นไลบรารีที่อำนวยความสะดวกในการประมวลผลภาพพื้นฐาน เช่น การย้ายตำแหน่ง (Translation) การหมุน (Rotation) การเปลี่ยนแปลงขนาดรูปภาพ (Resizing) เป็นต้น ซึ่งใช้งานได้ง่ายกว่าการใช้ไลบรารี OpenCV โดยมีคำสั่งในการเรียกใช้งาน คือ Import imutils

2.1.2.4 Library Matplotlibs

Matplotlib เป็นไลบรารีที่ใช้ในการวาดกราฟและแผนภาพ อีกทั้งยังสามารถจัดการรูปภาพ และสร้าง GUI อย่างง่าย โดยมีคำสั่งในการเรียกใช้งาน คือ from matplotlib import pyplot as plt

2.1.3 Template Matching

Template Matching เป็นเทคนิคของการประมวลผลภาพ เพื่อหาว่าส่วนใดในรูปภาพที่ตรงกับเทมเพลต ซึ่งมักจะนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพ การจับขอบของรูปภาพ เป็นต้น



รูปที่ 2.7 รูปภาพที่มีรูปเหรียญเป็นเทมเพลต และใช้ Template Matching [6]

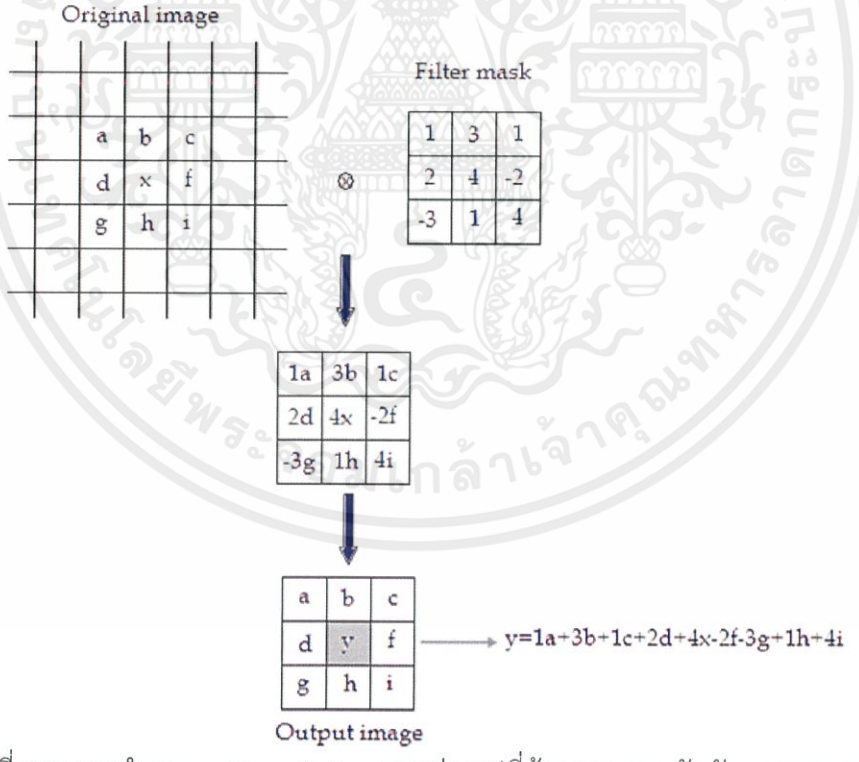
วิธีการพื้นฐานของ Template Matching จะใช้เทมเพลตกับรูปภาพที่ต้องการจะตรวจจับ ซึ่งมักจะใช้รูปภาพที่เป็น Grayscale และใช้วิธีการ Cross-Correlation โดยตำแหน่งที่สูงที่สุด จะเป็นตำแหน่งที่ส่วนของรูปภาพตรงกับเทมเพลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของวิธีการ Cross-Correlation เป็นหลักการที่ใช้งานทั่วไป โดยจะกำหนดให้รูปภาพที่ต้องการนำมาตรวจจับเป็น F โดยที่ตำแหน่ง (i, j) เป็นตำแหน่งพิกัดของแต่ละพิกเซลในรูปภาพนั้น ส่วนที่เป็นเทมเพลตนั้น I โดยที่ตำแหน่ง (x, y) เป็นตำแหน่งพิกัดของแต่ละพิกเซลในเทมเพลตนั้น เราจะนำจุดศูนย์กลางของเทมเพลตไปวางที่ตำแหน่ง (i, j) ของรูปภาพที่ต้องการตรวจจับแล้วคำนวณผลรวมระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของ F และ I ทั้งหมด จากนั้นจะขยับไปจนทั่วรูปภาพที่ตรวจจับทั้งภาพ โดยตำแหน่งของรูปภาพที่ต้องการตรวจจับมีค่าที่ได้จากการ Cross-Correlation มากที่สุด ตำแหน่งนั้นจะเป็นตำแหน่งที่เทมเพลตและส่วนในรูปภาพตรงกันมากที่สุด ซึ่งวิธีการนี้ ในบางครั้งจะเรียกว่า Linear Spatial Filtering และเรียกเทมเพลตว่า Filter Mask

สมการที่ใช้ในการ Cross-Correlation เป็นดังสมการที่ 2.5

$$F \otimes I(x,y) = \sum_{j=-N}^{N} \sum_{i=-N}^{N} F(i,j) I(x+i, y=j) \qquad (2.5)$$



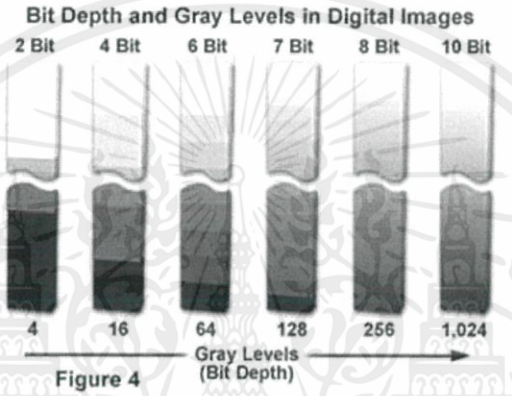
รูปที่ 2.8 การทำ Cross-Correlation ระหว่างรูปที่ต้องการตรวจจับกับเทมเพลต [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ระบบสี (Color Model)

2.1.4.1 Grayscale

ระบบสี Grayscale เป็นระดับของสีเทาที่จะแสดงความเข้มของสี (Intensity) โดยทั่วไปจะใช้ขนาด 8 บิต มีค่า 0-255 ซึ่งจะให้ 0 เป็นสีดำหรือระดับสีที่มีความเข้มสีที่น้อย และ 255 เป็นสีขาวหรือระดับสีที่มีความเข้มสีที่มาก (รวมเป็น 256 เฉดสีเทา)

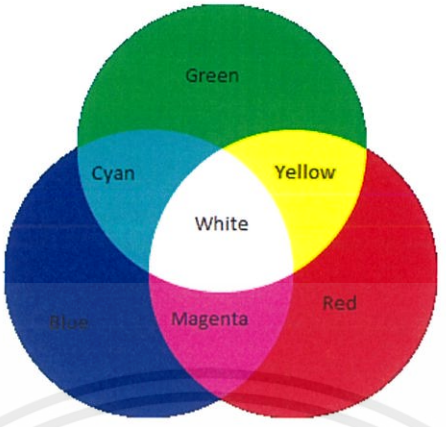


รูปที่ 2.9 การเรียงระดับสีของ Grayscale แต่ละขนาดบิต [8]

2.1.4.2 RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยสามสีหลัก ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งเมื่อนำสีหลักมาผสมกันจะได้สีใหม่ขึ้นมา ได้แก่ สีแดงผสมกับสีเขียว จะได้สีเหลือง (Yellow) สีเขียวผสมกับสีน้ำเงิน จะได้สีฟ้า (Cyan) สีน้ำเงินผสมกับสีแดง จะได้สีม่วง (Magenta) ระบบสี RGB เป็นระบบสีแสงที่หากเรานำสีทั้ง 3 มาผสมกันในปริมาณความสว่างของแสงเท่ากัน จะได้ออกมาเป็นสีขาว เรียกว่าระบบสี RGB เป็นแบบ Additive ซึ่งหากผสมทั้ง 3 สีที่ไม่เท่ากัน จะได้สีออกมาตามสัดส่วนของปริมาณความสว่างของแสง

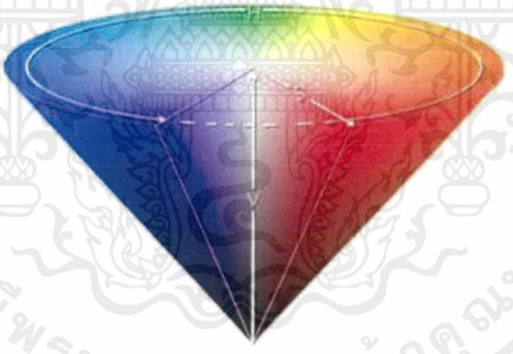
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แบบจำลองระบบสี RGB [9]

2.1.4.3 HSV

ระบบสี HSV เป็นระบบสีที่พิจารณาด้วยองค์ประกอบสามส่วน ได้แก่ สีของภาพ (Hue) ปริมาณความอิ่มตัวของสี (Saturation) และค่าความสว่างของสี (Value)



รูปที่ 2.11 แบบจำลองระบบสี HSV [8]

2.1.5 การหาขอบภาพ (Edge detection)

ขอบภาพ คือ เส้นที่แบ่งระหว่างวัตถุกับพื้นหลังในภาพ หรือแยกวัตถุสองวัตถุออกจากกัน มองด้วยตาจะทำให้เห็นเป็นลักษณะ รูปร่าง ที่ชัดเจนออกมาจากพื้นหลัง การหาขอบภาพจะเป็นการประมวลผลภาพโดยการด้วยวิธีการหาความชันของความเข้มแสง (Intensity) ที่เกิดขึ้น เนื่องจากที่ขอบรูปจะเป็นบริเวณมีความแตกต่างของสีมาก (มีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างพิกเซลหนึ่งกับพิกเซลข้างเคียงมาก) จะเห็นขอบภาพได้ชัดถ้าค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงมีค่ามาก และจะเห็นขอบภาพหากได้ไม่ชัดเจนหากการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงมีค่าน้อย ซึ่งมีวิธีการคำนวณที่นิยมใช้ ดังนี้

2.1.5.1 Sobel operator

Sobel operator เป็นการผสมผสานกันของพิกเซลแบบ nonlinear โดยมีตัวกรอง (Filter) ในแนวแกนนอน (g_x) ตามสมการ 2.6 ซึ่งจะได้ mask ดังรูป 2.12 และตัวกรองในแนวแกนตั้ง (g_y) ตามสมการ 2.7 ซึ่งจะได้ mask ดังรูป 2.13

$$g_x(x,y) = -f(x-1,y-1) - 2f(x-1,y) - f(x-1,y+1) + f(x+1,y-1) + 2f(x+1,y) + f(x+1,y+1) \quad (2.6)$$

g_x:

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

รูปที่ 2.12 Sobel mask ในแนวนอน

$$g_y(x,y) = -f(x-1,y-1) - 2f(x,y-1) - f(x+1,y-1) + f(x-1,y+1) + 2f(x,y+1) + f(x+1,y+1) \quad (2.7)$$

g_y:

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

รูปที่ 2.13 Sobel mask ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 Laplacian

เป็น operator ที่ได้มาจากอนุพันธ์ลำดับที่สองแบบเจาะจง จุดเด่นของการคำนวณตรวจหาขอบภาพด้วยวิธีของ Laplacian นั้นใช้หลักการของค่าพิกเซลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือแตกต่างกันมาก วิธีการของ Laplacian จะทำงานต่อจากการกรองภาพด้วยวิธี Gaussian ที่ทำให้ได้ภาพที่ราบเรียบจากการกรองเอาสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการหรือสัญญาณรบกวนออกไป ใช้ mask ขนาด 3x3 เพื่อประมาณค่าของอนุพันธ์ลำดับที่สอง ทำให้การคำนวณมีความอ่อนไหวต่อสัญญาณรบกวน โดย mask ที่นิยมใช้แสดงได้ดังรูปที่ 2.14

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

1	-2	-1
2	-4	2
-1	2	-1

รูปที่ 2.14 Laplacian mask ที่นิยม

2.1.5.3 Canny edge detection

การค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เริ่มจากการกำจัดสัญญาณรบกวนเพื่อปรับภาพให้เรียบด้วยการใช้ตัวกรองเกาเซียน (Gaussian filter) หลังจากนั้นคำนวณค่าขนาด (magnitude) และทิศทาง (orientation) ของเกรเดียนของความเข้มแสง (ต่อจากนี้ในหัวข้อ 2.4 จะเรียกว่า เกรเดียน) โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ต่อมาใช้ Non-maxima suppression กับขนาดของเกรเดียน เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง ในขั้นตอนสุดท้ายใช้การกำหนดจุดอ้างอิงด้วยอัลกอริทึม Hysteresis Thresholding เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ ซึ่งแต่ขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การกำจัดสัญญาณรบกวน เป็นการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วย Gaussian filter โดยถ้า Gaussian mask มีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อย ๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หาขนาด และทิศทางของเกรเดียน โดยนำภาพที่ผ่าน Sobel mask ทั้งแนวตั้งและแนวนอนไปหาอนุพันธุ์อันดับหนึ่งในทิศทางแนวตั้ง (g_x) และทิศทางแนวนอน (g_y) จากนั้นนำรูปทั้งสองมาใช้คำนวณหาขนาดของเกรเดียน (G) และทิศทางของเกรเดียน (θ) ดังสมการ 2.8 และ 2.9

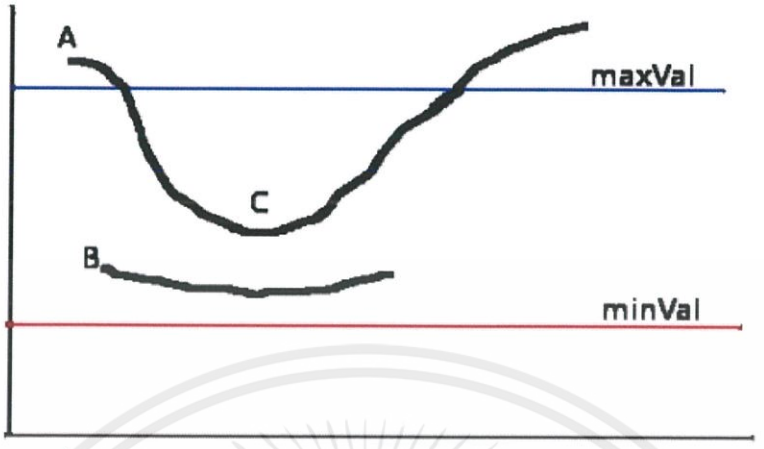
$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \tag{2.8}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{G_x}{G_y}) \tag{2.9}$$

3) Non-maxima suppression การหาขอบโดย Canny method จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับเกรเดียน ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำ Non-maxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น local maxima points ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

4) Hysteresis Thresholding ภาพที่ได้หลังจากข้อ 2.4.3.4 อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ เนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า threshold ขึ้นมา 2 ค่า คือ maxVal และ minVal โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า maxVal จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า minVal จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า > maxVal) มีค่ามากกว่า minVal แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วย ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 กราฟอธิบายอัลกอลิทึม Hysteresis Thresholding [10]

2.1.6 Signal-to-Noise Ratio

Signal-to-Noise Ratio (SNR) คือ อัตราส่วนที่ใช้วัดเปรียบเทียบระดับของสัญญาณที่ต้องการ (signal) กับระดับของสัญญาณรบกวน (noise) ซึ่งการคำนวณค่า SNR นั้นมีหลายวิธี แต่ที่นิยมในการหาค่า SNR ของรูปภาพ คือ การคำนวณจากค่าความแปรปรวนของรูปภาพเดิมก่อนนำไปเพิ่มสัญญาณรบกวนต่อค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวน ดังสมการที่ 2.10

$$SNR = 10\log_{10}\frac{\sigma^2_{signal}}{\sigma^2_{noise}}db = 20\log_{10}\frac{\sigma_{signal}}{\sigma_{noise}}db \qquad (2.10)$$

สามารถสร้างรูปภาพที่มีค่า SNR เป็นตามที่ต้องการ โดยกำหนดค่า SNR เพื่อทำการเพิ่มหรือลดสัญญาณรบกวน แล้วได้ภาพตามที่ต้องการ ดังสมการที่ 2.11

$$\sigma_{noise} = \frac{\sigma_{signal}}{\sqrt{10^{\frac{SNR}{10}}}} \qquad (2.11)$$

ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมได้กำหนดว่ารูปภาพที่มีค่า SNR เท่ากับ 32.04 dB เป็นภาพที่คุณภาพที่ดีอย่างมาก และรูปภาพที่มีค่า SNR เท่ากับ 20 dB เป็นภาพที่มีคุณภาพที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 จระเข้ (Crocodile)

จระเข้เป็นสัตว์เลื้อยคลานขนาดใหญ่ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Crocodylidae ซึ่งในปัจจุบันจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีมูลค่าสูง อันเนื่องมาจากอวัยวะทุกส่วนสามารถนำมาจำหน่ายได้ โดยเฉพาะเนื้อ หนัง และเลือด

2.2.1 จระเข้ในประเทศไทย

จระเข้มีหลากหลายสายพันธุ์ตามลักษณะแหล่งที่อยู่ ในประเทศไทย มีจระเข้ 3 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย จระเข้น้ำเค็ม และตะโขง ซึ่งมีความดุร้ายที่ต่างกันออกไป

2.2.1.1 จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย (Crocodylus Siamensis)

จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย เป็นจระเข้ขนาดปานกลางค่อนไปทางใหญ่ มีขนาด 3-4 เมตร มีเกล็ดที่ท้ายทอย มักอาศัยตามแหล่งน้ำนิ่ง มีร่มเงา โดยปกติจะทานปลา และไม่ทำร้ายมนุษย์หากไม่ถูกการรบกวน

รูปที่ 2.16 จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย [11]

จระเข้น้ำจืดสายพันธุ์ไทย จัดเป็นสัตว์ที่เสี่ยงขั้นวิกฤติต่อการสูญพันธุ์ โดยจระเข้ตามธรรมชาติคาดว่ามีไม่เกิน 1-3 ตัวในแต่ละแหล่ง จึงทำให้ได้มีแหล่งเพาะพันธุ์จระเข้น้ำจืดขึ้นมาในไทย สำหรับสัตว์เศรษฐกิจหลายแห่ง เนื่องมาจากจระเข้น้ำจืดออกลูกที่เร็วกว่าจระเข้น้ำเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 จระเข้น้ำเค็ม (Crocodylus Porosus)

จระเข้น้ำเค็ม เป็นจระเข้ขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาด 4-5 เมตร ไม่มีเกล็ดที่ท้ายทอย มักอาศัยบริเวณน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม มีนิสัยดุร้ายมาก สามารถทำร้ายและโจมตีมนุษย์ได้โดยง่าย

รูปที่ 2.17 จระเข้น้ำเค็ม [12]

จระเข้น้ำเค็ม จัดเป็นสัตว์ที่เสี่ยงต่ำต่อการสูญพันธุ์ อีกทั้งในทางอุตสาหกรรม ต้องการหนังของจระเข้น้ำเค็มมาใช้งาน เพราะมีหนังที่ทนทาน จึงนิยมเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ แต่ต้องใช้เวลานานในการเลี้ยงจนได้ผลผลิตที่ดี

2.2.1.3 ตะโขง (Tomistoma Schlegelii)

ตะโขง มีขนาดลำตัวปานกลาง มีปากเรียวแหลมยาว จัดเป็นสัตว์ที่ไซเตสให้อยู่ในบัญชีรายชื่อหมายเลขหนึ่ง ซึ่งห้ามค้าขาย มีให้เพียงแค่ศึกษาเท่านั้น อีกทั้งไม่นิยมมาเป็นสัตว์เศรษฐกิจ เพราะหนังไม่มีราคาและขยายพันธุ์ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.18 ตะโขง [13]

2.2.2 ลักษณะทั่วไป

1. ผิวหนัง มีผิวหนังที่แข็งแรง ส่วนหัวติดกับกะโหลก ส่วนท้ายทอยมีปุ่มเกล็ดแข็งที่ใช้จำแนกชนิดจระเข้ ส่วนหลังเป็นเกล็ดหนาสี่เหลี่ยม

2. ปากและฟัน ปากมีลักษณะยาว อ้าได้กว้าง มีขากรรไกรและกรามที่แข็งแรง ส่วนฟันของจระเข้นั้น เป็นกรวยอยู่บนขากรรไกรบนล่าง ซึ่งไม่สามารถเคี้ยวอาหารได้ ทำหน้าที่เพียงงับอาหารเท่านั้น

3. จมูก มีลักษณะยาวตามปาก ใช้หายใจและดมกลิ่น มี 2 รูจมูก เปิดปิดได้เพื่อป้องกันน้ำเข้าจมูก

4. ตา อยู่ระดับเดียวกันกับจมูก เมื่อลอยน้ำส่วนตากับจมูกจะอยู่เหนือน้ำ มีลูกตาสีดำในเวลากลางวันและสีเหลืองในเวลากลางคืน มีหนังตาเพื่อให้สามารถลืมตาในน้ำได้

5. หู มี 2 ข้าง อยู่ด้านหลังของตา มีเนื้อเยื่อบางเพื่อควบคุมการเปิดปิดของรูหู

6. หาง มีลักษณะคล้ายใบพาย มีกล้ามเนื้อที่ช่วยในการว่ายน้ำและไว้กวาดใบไม้ในช่วงฤดูวางไข่ อีกทั้งยังใช้เป็นอาวุธต่อสู้ได้อีกด้วย

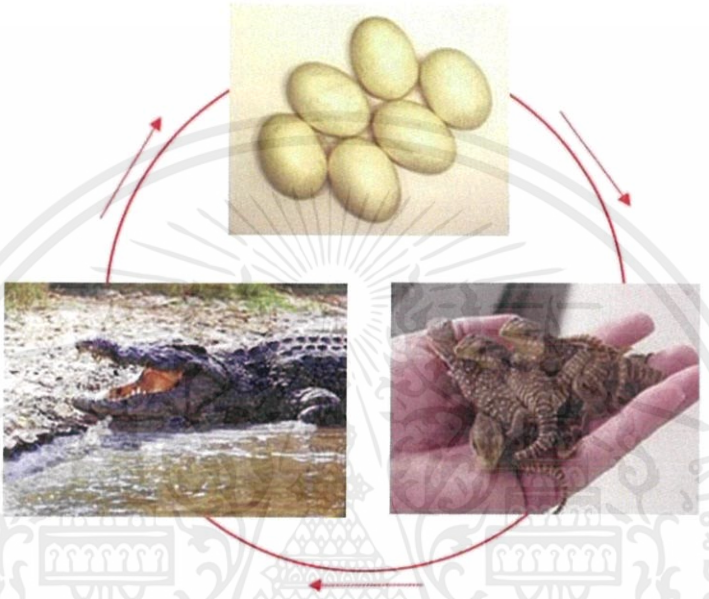
7. ขา มี 2 ขาหน้า และ 2 หลัง โดยขาหน้าจะมีนิ้วเท้า 5 นิ้ว ส่วนขาหลังจะมีนิ้วเท้า 4 นิ้ว ระหว่างนิ้วมีพังผืด ขาหลังมีกำลังมากกว่าขาหน้าเพราะต้องยันตัวและปีนป่าย

8. อวัยวะภายใน มีหัวใจทั้งหมด 4 ห้อง มีกระบังลมที่คล้ายกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ไม่มีกระเพาะปัสสาวะ จะกินอาหารแบบไม่เคี้ยวแต่จะใช้การฉีกเป็นชิ้นๆ แล้วกลืนลงคอ จึงทำให้ระบบการย่อยอาหารของจระเข้สามารถย่อยกระดูกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 วัฏจักรชีวิตและการเจริญเติบโตของจระเข้

โดยปกติจระเข้จะมีอายุเฉลี่ยราว 30 ปี ส่วนในแหล่งเพาะพันธุ์จะมีอายุเฉลี่ย 30-50 ตามการเลี้ยงดู เมื่อจระเข้เจริญวัยจะสามารถผสมพันธุ์ได้ และจระเข้ตัวเมียจะออกไข่ในทุกปี แล้วฟักออกมาเป็นตัว



รูปที่ 2.19 วัฏจักรชีวิตของจระเข้ [14]

จระเข้น้ำจืดและจระเข้น้ำเค็มมีวัยเจริญพันธุ์ที่ต่างกันไป โดยจระเข้น้ำจืดเพศผู้ เจริญพันธุ์เมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป จระเข้น้ำจืดเพศเมีย เจริญพันธุ์เมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป จะวางไข่ในทุกปี จนถึงช่วงอายุ 20-25 ปี จะเริ่มวางไข่น้อยลง ส่วนจระเข้น้ำเค็มเพศผู้ เจริญพันธุ์เมื่ออายุ 12 ปีขึ้นไป จระเข้น้ำเค็มเพศเมีย เจริญพันธุ์เมื่ออายุ 12-15 ปีขึ้นไป จะวางไข่ในทุกปี จนถึงช่วงอายุ 25 ปี จะเริ่มวางไข่น้อยลง

จระเข้จะมีฤดูผสมพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม และเริ่มวางไข่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนของทุกปี ซึ่งระยะเวลาในการฟักไข่ของจระเข้น้ำจืดประมาณ 70-80 วัน ส่วนจระเข้น้ำเค็มประมาณ 85-90 วัน จากนั้นลูกจระเข้จะทำการใช้ฟันเจาะไข่เจาะเปลือกไข่ให้เป็นรูออกมา

เมื่อลูกจระเข้ออกมาจากไข่ได้แล้ว จะมีการเจริญเติบโตเป็นไปตามตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเจริญเติบโตของจระเข้

อายุ	น้ำหนัก	ขนาดความยาว
1 สัปดาห์	มีน้ำหนักลดลงจากเดิมเล็กน้อย	เพิ่มจากเดิม 1 เซนติเมตร
1-2 เดือน	เพิ่มจากเดิม 35-50 กรัม	เพิ่มจากเดิม 3-5 เซนติเมตร
3 เดือน	350 กรัม	42 เซนติเมตร
4 เดือน	500 กรัม	46 เซนติเมตร
5 เดือน	650 กรัม	50 เซนติเมตร
6-7 เดือน	800 กรัม	55 เซนติเมตร
8 เดือน	1,500 กรัม	68 เซนติเมตร
9 เดือน	2,200 กรัม	76 เซนติเมตร
10 เดือน	3,000 กรัม	86 เซนติเมตร
11 เดือน	4,000 กรัม	98 เซนติเมตร
12 เดือน	5,000 กรัม	110 เซนติเมตร
2-3 ปี	12-20 กิโลกรัม	150-180 เซนติเมตร
3-5 ปี	12-20 กิโลกรัม	150-180 เซนติเมตร

ในช่วง 3 ปีของจระเข้ จะเริ่มเจริญเติบโตลดลง และสามารถแยกเพศของจระเข้ได้ตลอดจนอายุ 4-5 ปีขึ้นไป จะเป็นช่วงชะลอการเจริญเติบโต

2.2.4 ประโยชน์จากจระเข้

1. หนัง มักจำหน่ายในรูปแบบหนังหน้าท้อง และหนังด้านหลัง ซึ่งหนังหน้าท้องมีราคาที่สูงกว่าหนังด้านหลัง เนื่องจากมีสีสันและลวดลายที่ดีกว่า อีกทั้งจระเข้แต่ละตัวจะมีลายหนังหน้าท้องที่ต่างกันออกไป ไม่ซ้ำลายกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 กระเป๋าที่ทำจากหนังจระเข้ [15]

2. เนื้อ มีด้วยกัน 2 ประเภท คือ เนื้อสด และเนื้อแห้ง ที่สามารถนำไปประกอบอาหารได้ เพราะมีรสชาติคล้ายเนื้อหมู และเนื้อไก่ แต่มีโปรตีนที่สูงและไขมันที่ต่ำกว่า ทำให้มีราคาสูงพอสมควร

รูปที่ 2.21 เนื้อจระเข้ที่ขายในประเทศจีน [16]

3. กระดูกและฟัน นำไปเป็นส่วนผสมของยากวาดคอในเด็กอ่อน และใช้ไปเป็นเครื่องประดับและเครื่องราง

รูปที่ 2.22 ฟันเขี้ยวจระเข้ที่นิยมนำไปทำเป็นเครื่องราง [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นิ้วเท้า นำมาทำเป็นพวงกุญแจหรือเครื่องประดับ

รูปที่ 2.23 พวงกุญแจเท้าจระเข้ [18]

5. ไขมัน มีประโยชน์หลายด้าน เช่น น้ำมันนวด แก้อยฟกช้ำ รักษาแผลน้ำร้อนลวก ครีมบำรุงผิว ครีมกันแดด

รูปที่ 2.24 น้ำมันจระเข้ใช้เพื่อนวด [19]

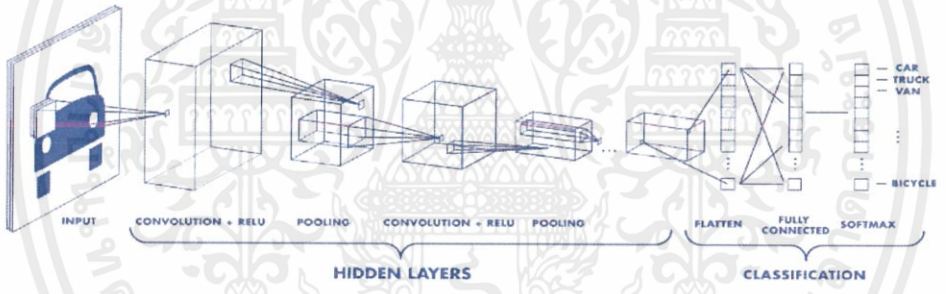
6. เลือด มีสรรพคุณทางยาที่มากกว่าส่วนอื่น จึงนำไปทำเป็นส่วนผสมสมุนไพรและอาหารเสริม สรรพคุณเลือดจระเข้ ได้แก่ เสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคเอดส์ ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด รักษาแผลพุพอง ช่วยสมานแผลได้เร็ว ทำให้ระบบไหลเวียนเลือดดี และช่วยควบคุมโรคมะเร็งไม่ให้ลุกลาม นิยมไปแปรรูปเป็นรูปแบบแห้ง

รูปที่ 2.25 ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเลือดจระเข้ ตรา วานิไทย [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน (Neural Network) เป็นอัลกอลิทึมในรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีกระบวนการเรียนรู้ด้วยการ Cross-Correlation 2 มิติ ระหว่างเมตริกซ์ข้อมูลของรูปภาพที่นำมาใช้เป็นฐานข้อมูล กับเมตริกซ์ Filter หรือ Kernel ซึ่งเป็นโครงสร้างของ CNN ตัวนั้น ซึ่งเหมาะกับการนำมาใช้จดจำรูปภาพ โครงสร้างโดยทั่วไปของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันเป็นดังรูปที่ 2.26 ซึ่งจะประกอบด้วย Hidden Layers จำนวนหลายชั้นต่อกันตามแต่โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันตัวนั้น แล้วจบด้วยส่วน Classification ซึ่งจะเป็นการให้คำตอบในการจำแนกประเภทของวัตถุจากโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน

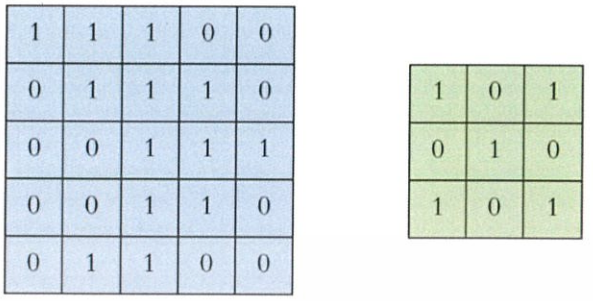


รูปที่ 2.26 โครงสร้างโดยทั่วไปของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน [25]

จากรูปที่ 2.26 ส่วน Hidden Layers แต่ละชั้นประกอบด้วย Convolution Layer ตามด้วย ReLU ตามด้วย Pooling Layer (ซึ่งในโครงงานนี้จะกล่าวถึงการ Pooling ด้วยวิธี Maxpool) ซึ่งรูปแบบโครงสร้างดังกล่าวนี้จะต่อกันซ้ำ ๆ เป็นจำนวนหลายชั้นต่อกันตามแต่โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันตัวนั้น เมื่อหมดโครงสร้างส่วน Hidden Layers แล้วจะต่อด้วยโครงสร้างส่วน Classification ซึ่งประกอบด้วย Flatten Layer ตามด้วย Fully Connected Layer ตามด้วย Softmax Layer

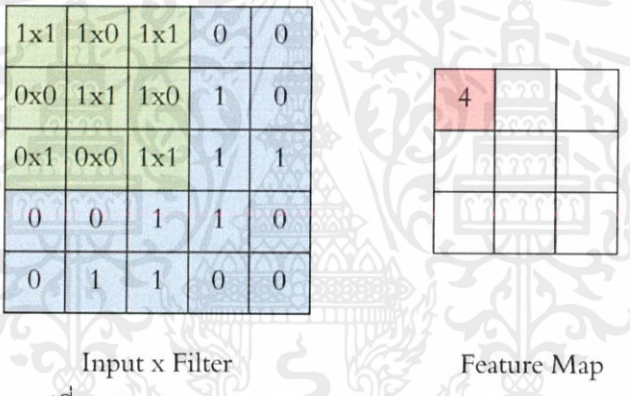
2.3.1 Convolution Layer เป็น Layer ที่มี Filter มาทำการ Correlation 2 มิติ กับ เมทริกซ์รูป Input ดังรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 Input และ Filter ของ Convolution Layer [26]

จะได้ Output ของ Layer เป็นผลจากการทำ Correlation 2 มิติ ดังรูปที่ 2.28

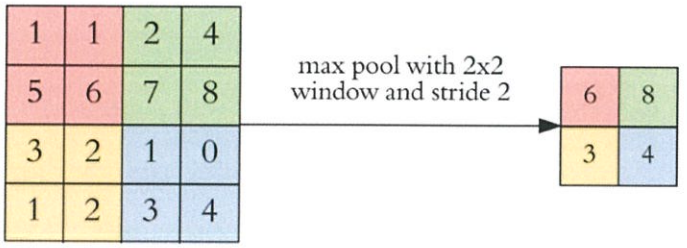


รูปที่ 2.28 Output ของ Convolution Layer [26]

2.3.2 ReLU เป็น activation function สำหรับปรับค่า Output จาก Convolution Layer ให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานใน Layer ต่อ ๆ ไปในโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน

2.3.3 Maxpool Layer เป็นการลดขนาดของเมทริกซ์ Input ให้เล็กลง โดยให้ผลลัพธ์เป็นค่าสูงสุดจากค่าในช่องทั้งหมดที่ Filter ไปประกบด้วย ดังรูปที่ 2.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

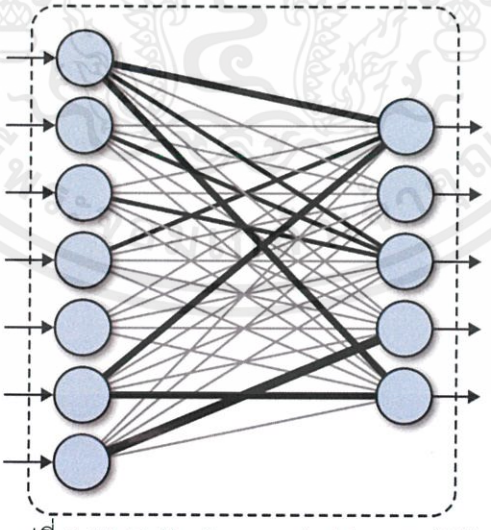


รูปที่ 2.29 Input และ Output ของ Maxpool Layer [26]

จากรูปที่ 5 เมื่อเมทริกซ์ Input มาประกบกับ Filter ของ Maxpool Layer ขนาด 2x2 จะได้ผลลัพธ์ตัวแรกเป็น 6 (สีแดง) จากนั้น Filter จะเลื่อนไป 2 (ซึ่งหมายถึง Stride = 2) จะได้ผลลัพธ์ตัวที่สองเป็น 8 (สีเขียว) จากนั้นจะเลื่อนลงมายังช่องสีเหลืองซึ่งได้ผลลัพธ์เป็น 3 และช่องฟ้าซึ่งได้ผลลัพธ์เป็น 4 ตามลำดับ

2.3.4 Flatten Layer เป็น Layer ที่จะทำการคลี่เมทริกซ์ Input ออกมาเป็นเวกเตอร์ยาว ซึ่งมีแถวเดียวเท่านั้น

2.3.5 Fully Connected Layer หรือในที่นี้คือ Dense Layer เป็น Layer ที่นำ Input ที่คลี่แล้วมาผ่าน Network ซึ่งมีลักษณะเป็น Neural Network ที่โหนด Input (แทนข้อมูลตัวเลข 1 ตัว) กับโหนด Output เชื่อมต่อถึงกันหมด ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 Fully Connected Layer [27]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 Softmax Layer เป็น Layer ที่รับตัวเลขมาจาก Output ของแต่ละโหนดของ Fully Connected Layer แล้วนำตัวเลขเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อพิจารณาเป็นคำตอบของ Neural Network

2.3.7 Dropout layer เป็น layer ที่จะสุ่มหยุดการทำงานของบางโหนด ด้วยการให้ output ออกมาเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

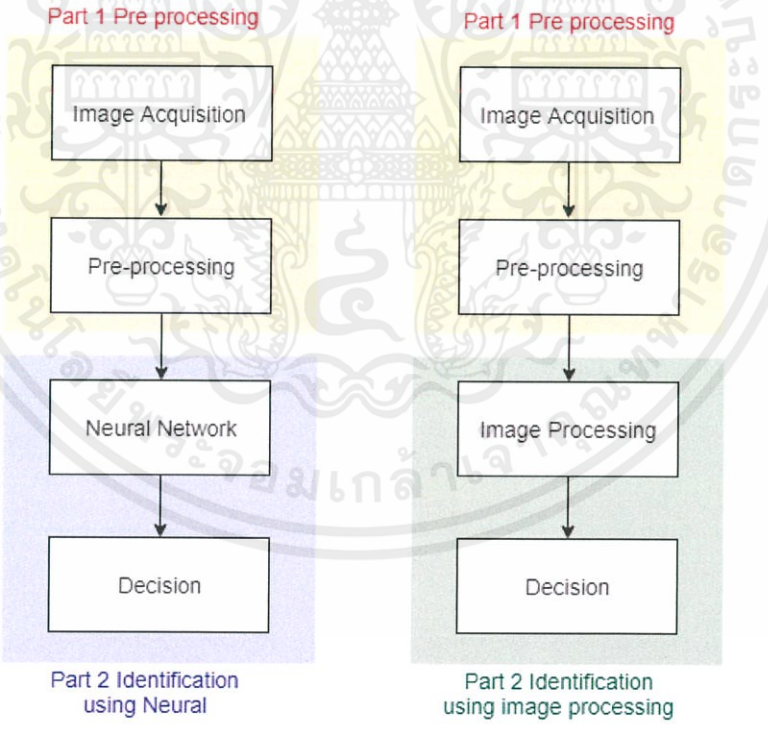
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 หลักการทำงาน

การทำงานของระบบเริ่มจากการนำรูปภาพจระเข้เข้าสู่โปรแกรม ซึ่งรูปภาพจะผ่านการ Pre-processing ที่ทำให้ได้เพียงรูปภาพตำแหน่งของลายหนังหน้าท้องออกมา จากนั้นส่งต่อให้ส่วนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้เพื่อทำการตัดสินใจว่าเป็นรูปของจระเข้ตัวที่สนใจหรือไม่ ซึ่งส่วนนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี วิธีแรกจะใช้โครงข่ายประสาทเทียม และวิธีที่สองจะใช้วิธีการประมวลภาพแบบอื่น ๆ จากนั้นนำผลการทดลองทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาวิธีพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ที่เหมาะสม โดยระบบการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.1



(ก) (ข)

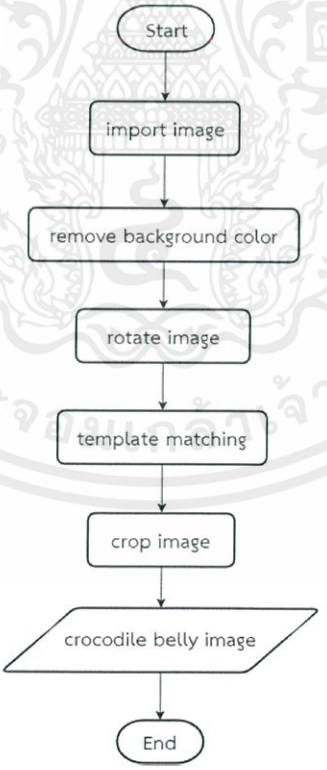
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานของระบบซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกคือการ Pre-processing ขั้นตอนที่สองคือการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี วิธีแรกใช้โครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ ซึ่งแผนผังการทำงานของระบบที่ใช้วิธีนี้จะแสดงด้วยรูปที่ 3.1 (ก) วิธีที่สองใช้การประมวลผลภาพในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ ซึ่งแผนผังการทำงานของระบบที่ใช้วิธีนี้จะแสดงด้วยรูปที่ 3.1 (ข)

3.1.2 การทำงานของโปรแกรมในขั้นตอน Pre-processing

หลังจากได้รับภาพเข้ามา รูปภาพจะเข้าสู่โปรแกรมโดยผ่านขั้นตอน Pre-processing ซึ่งจะทำการนำรูปที่เข้ามานั้นไปลบพื้นหลังออก เพื่อให้เหลือเพียงตัวจระเข้ในการนำไปวิเคราะห์ จากนั้นจะทำการหมุนรูปภาพให้ตรงกับรูปภาพเทมเพลตที่เป็นรูปหนังลายท้องจระเข้ แล้วนำรูปภาพที่ถูกหมุนและรูปภาพที่เป็นเทมเพลตมาผ่านเทคนิค Template Matching เพื่อหาตำแหน่งของหนังลายท้องจระเข้ แล้วทำการครอปรูปภาพให้เหลือเพียงแต่รูปลายหนังจระเข้ตัวนั้น เพื่อจะนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งผังงานการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอน Pre-processing แสดงดังรูปที่ 3.2

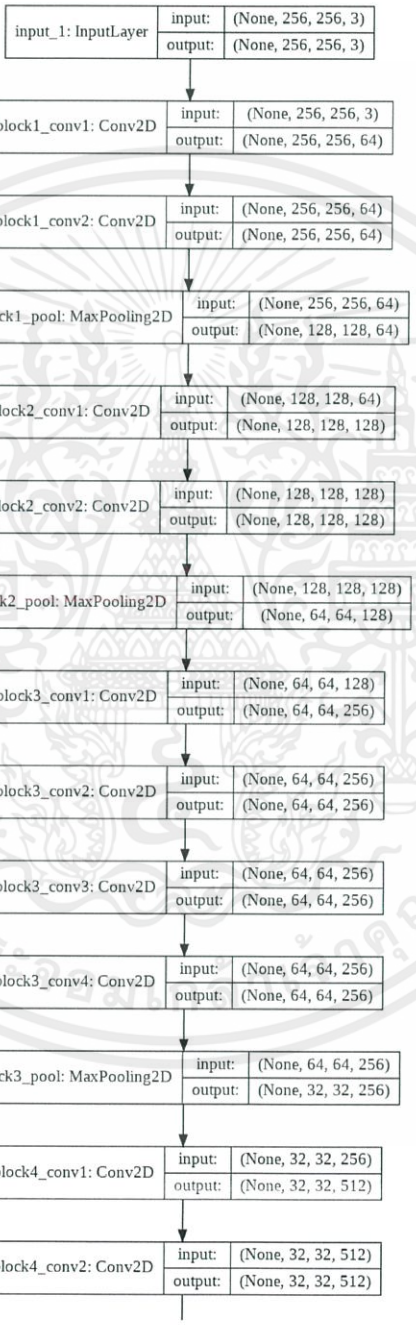


รูปที่ 3.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอน Pre-processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

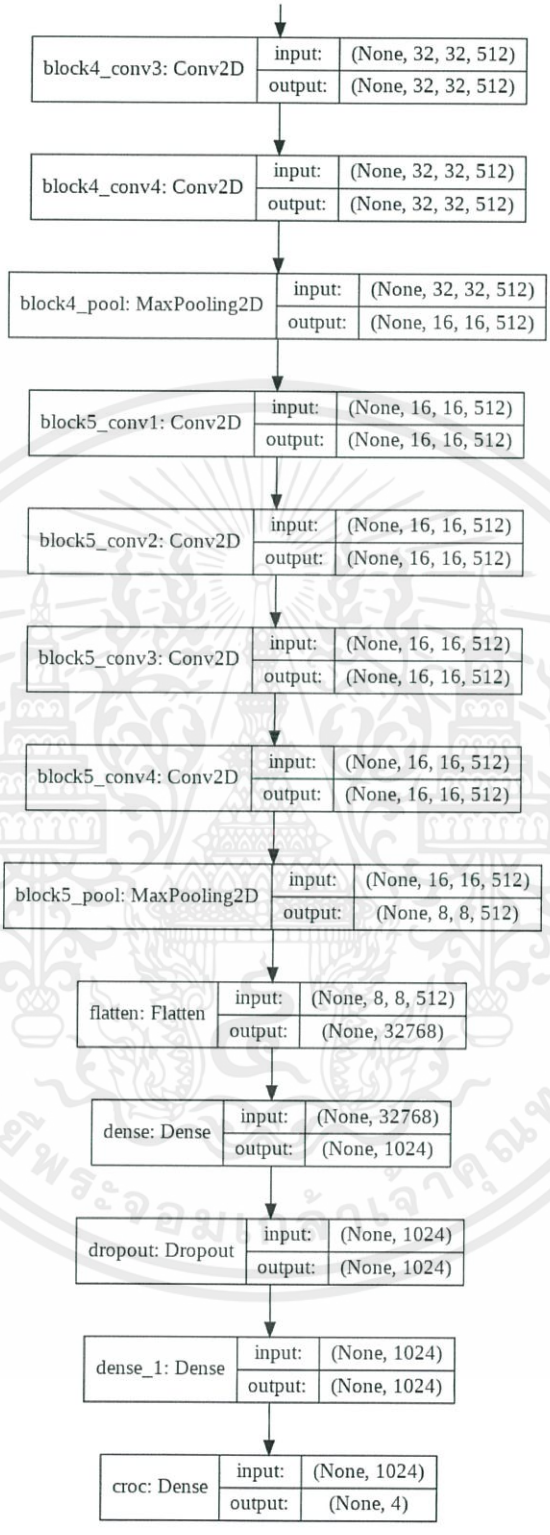
3.1.3 การออกแบบ Neural Network

ออกแบบ Neural network สำหรับใช้พิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยเลือกใช้ Convolutional Neural Network (CNN) ซึ่งมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของ CNN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างของ CNN (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.3 แสดงแผนผังโครงสร้างของ CNN ที่ใช้ในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ โดยหนึ่ง layer ของ CNN แทนด้วยหนึ่งบล็อกซึ่งแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของ layer นั้น ได้แก่ (ชนิดของ layer) (มิติของเมตริกซ์ input และเมตริกซ์ output (คำว่า None แสดงถึงเมติกซ์ input และเมตริกซ์ output ตามปกติ ไม่มีความหมายพิเศษ)) ตามลำดับ สำหรับชนิดของ layer มีชื่อที่ใช้ในบล็อคเพื่อเรียก layer แต่ละชนิด ดังตารางที่ 3.1

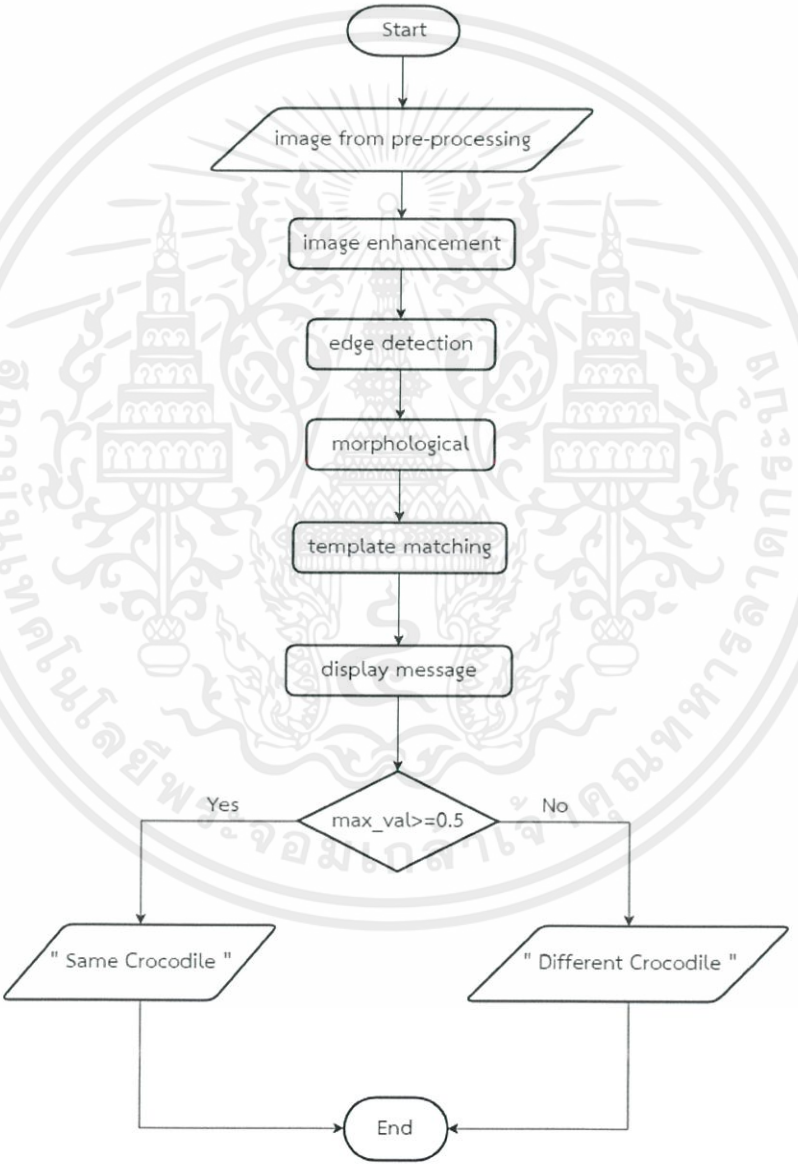
ตารางที่ 3.1 ชื่อในบล็อคที่ใช้เรียกเพื่อแสดงชนิดของ layer

ชื่อในบล็อค	ชนิดของ layer
Input_1: InputLayer	Layer ที่รับเมตริกว์ input เข้ามา
blockX_convY: Conv2D (X เป็นเลขลำดับของกลุ่ม layer ที่มีรูปแบบวนซ้ากัน และ Y เป็นเพียงเลขลำดับของ layer ในกลุ่มนั้น ไม่มีความหมายพิเศษ)	Convolution Layer
blockX_pool: MaxPooling2D (X เป็นเลขลำดับของกลุ่ม layer ที่มีรูปแบบวนซ้ากัน ไม่มีความหมายพิเศษ)	Maxpool Layer
flatten: Flatten	Flatten Layer
dense: Dense	Fully Connected Layer
dropout: Dropout	Dropout Layer
croc: Dense	Fully Connected Layer (เป็น layer ชั้นสุดท้าย ให้ output เป็นผลการตัดสินใจของ CNN ในการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ

ในส่วนการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี โดยการประมวลผลภาพต่าง ๆ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ โดยจะรับภาพลายมาจากส่วน Pre-processing แล้วมาทำการตัดสินใจว่าเป็นรูปของจระเข้ตัวที่สนใจหรือไม่ ซึ่งผังงานการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 ผังงานการทำงานในขั้นตอนพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 โปรแกรมที่ใช้ ได้แก่ Anaconda version 5.3.1 และ Spyder version 3.3.2

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การเลือกรูปแบบพื้นหลังที่จะนำไปเก็บข้อมูลจระเข้โดยวิเคราะห์จากการถ่ายภาพจริง

ทดสอบโดยการนำกระดาษสีพื้นหลังและรูปแบบพื้นหลังต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบ มาทดสอบถ่ายภาพ ว่ารูปแบบไหนที่เหมาะที่สุดในการเก็บข้อมูลจระเข้ ซึ่งจากเดิม มี 21 รูปแบบ ได้ทำการเพิ่มรูปแบบสี่เหลี่ยม 4 จุด ให้มี 2 ขนาด ได้แก่ สี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว อีกทั้งได้กำหนดให้ตารางกริดใหญ่มีความกว้าง 2 นิ้ว และตารางกริดเล็กมีความกว้าง 1 นิ้ว รวมเป็น 27 รูปแบบ ซึ่งได้ทำการทดสอบใน 2 สภาวะแสง ได้แก่ ในร่มกับกลางแจ้ง

3.3.2 การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ

ทดสอบการทำงานในการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ ว่าได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร

3.3.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ระหว่าง Neural Network กับการประมวลผลภาพต่าง ๆ

ทดสอบผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ระหว่าง Neural Network การประมวลผลภาพต่าง ๆ ว่าแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียต่างกันอย่างไร และวิธีไหนที่เหมาะสมจะนำไปใช้ในการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

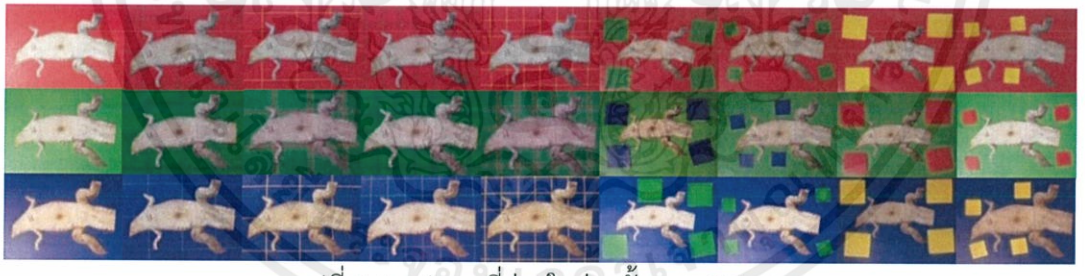
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการเลือกรูปแบบพื้นหลังที่จะนำไปเก็บข้อมูลจระเข้โดยวิเคราะห์จากการถ่ายภาพจริง

เนื่องจากการเก็บข้อมูลจระเข้เป็นรูปภาพที่ถ่ายจากกล้อง ซึ่งรูปภาพที่ถ่ายจริงจะมีแสงและเงาเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จึงได้ทำการทดสอบ โดยการนำกระดาษสีพื้นหลังและรูปแบบพื้นหลังต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบ มาทดสอบถ่ายภาพ ว่ารูปแบบไหนที่เหมาะที่สุดในการเก็บข้อมูลจระเข้ ซึ่งจากเดิม มี 21 รูปแบบ ได้ทำการเพิ่มรูปแบบสี่เหลี่ยม 4 จุด ให้มี 2 ขนาด ได้แก่ สี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว อีกทั้งได้กำหนดให้ตารางกริดใหญ่มีความกว้าง 2 นิ้ว และตารางกริดเล็กมีความกว้าง 1 นิ้ว รวมเป็น 27 รูปแบบ ซึ่งได้ทำการทดสอบใน 2 สภาวะแสง ได้แก่ ในร่มกับกลางแจ้ง เป็นดังนี้

4.1.1 รูปภาพที่ถ่ายในร่ม

ได้ทำการถ่ายรูปภาพในร่ม ทั้ง 27 รูปแบบ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 รูปภาพที่ถ่ายในร่ม ทั้งหมด 27 แบบ

จากรูปที่ 4.1 ได้นำรูปภาพ 27 แบบ มาแยกวิเคราะห์ตามรูปแบบพื้นหลัง ได้แก่ ไม่มีรูปแบบพื้นหลัง ตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว ตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว สี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว ซึ่งจะวิเคราะห์ว่าในแต่ละรูปแบบพื้นหลัง สีพื้นหลังใดที่มีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด

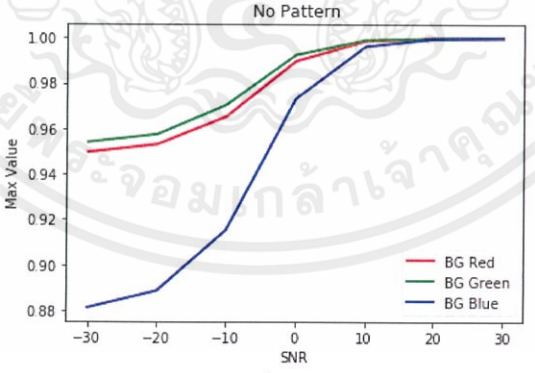
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคงทนต่อสัญญาณรบกวน จะพิจารณาจากค่า SNR ของรูปภาพในแต่ละเงื่อนไขของรูปภาพกับสัญญาณรบกวน ซึ่งตามมาตรฐานอุตสาหกรรมนั้นได้กำหนดว่ารูปภาพที่มีค่า SNR เท่ากับ 32.04 dB เป็นภาพที่คุณภาพที่ดีอย่างมาก และรูปภาพที่มีค่า SNR เท่ากับ 20 dB เป็นภาพที่มีคุณภาพที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบในรูปภาพที่มีค่า SNR อยู่ระหว่าง -30 dB ถึง 30 dB โดยรูปภาพที่มีค่า SNR ลดลงไปนั้น จะทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไป ทำให้ได้รูปภาพที่มีค่า SNR ลดลงตามที่ต้องการ

โดยจะทำการนำสมการที่ 2.11 ในบทที่ 2 มาพิจารณาเพื่อกำหนดค่า SNR ของรูปภาพที่ต้องการ แล้วทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปเพื่อให้ได้รูปภาพที่มีค่า SNR ตามที่ต้องการ ซึ่งจะใช้หลักการนี้ไปทำการทดสอบในแต่ละกรณีของการทดสอบความคงทนของสัญญาณรบกวน

4.1.1.1 กรณีไม่มีรูปแบบพื้นหลัง

กรณีไม่มีรูปแบบพื้นหลัง จะได้พื้นหลังเป็นสีเดียวล้วน เมื่อทำการนำรูปภาพที่พื้นหลังเป็นสีแดงไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว และสีน้ำเงิน เพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.2



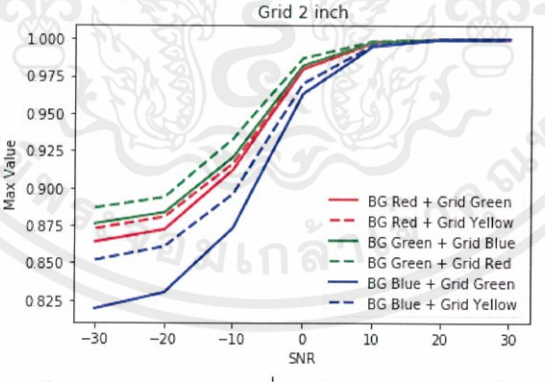
รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ -7 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -5 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ 2 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียวจะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียวจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.1.2 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว จำเป็นต้องมีเส้นตารางกริดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน และเส้นตารางกริดเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

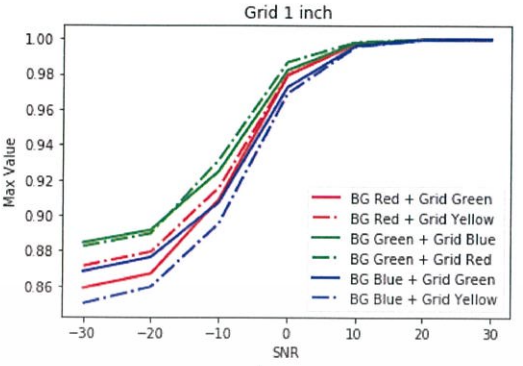
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -2 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตาราง กริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 4 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ 6 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.1.3 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว จำเป็นต้องมีเส้นตารางกริดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน และเส้นตารางกริดเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

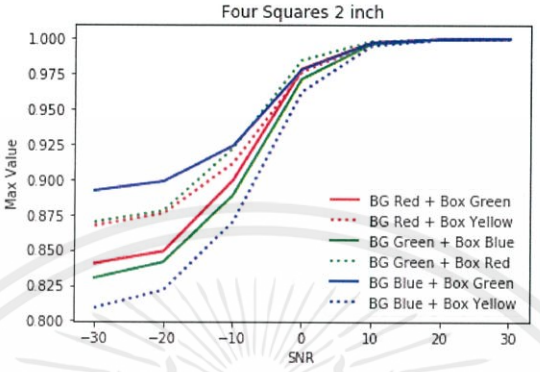
จากรูปที่ 4.4 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 2 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.1.4 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด จำเป็นต้องมีสี่เหลี่ยม 4 จุดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

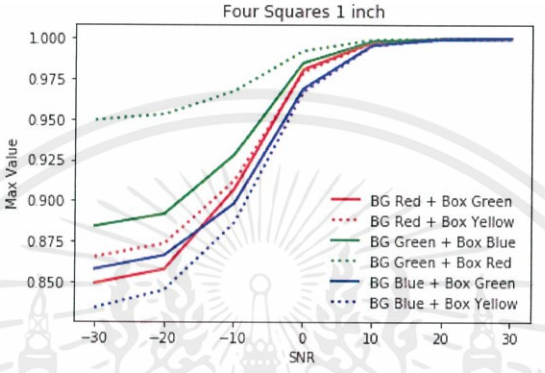
จากรูปที่ 4.5 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -0.5 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ 3 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 5 dB แต่เนื่องจากค่ามีความใกล้เคียงกันมาก แต่รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียวมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียวจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.1.5 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 จุด

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 จุด จำเป็นต้องมีสี่เหลี่ยม 4 จุดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน และสี่เหลี่ยมเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

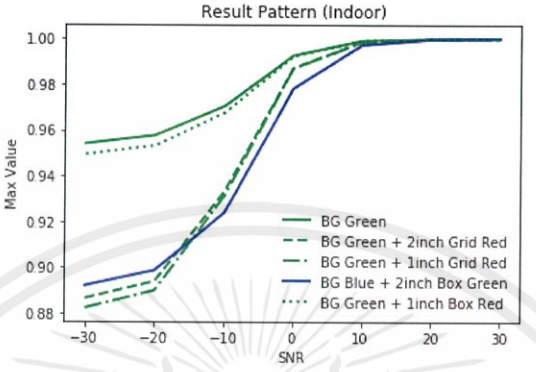
จากรูปที่ 4.6 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -5 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 4 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.1.6 ทุกกรณี

เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของทุกกรณี ได้แก่ รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลัง รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้ว รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้ว รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียวที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้าง 2 นิ้ว และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้ว เอามาเปรียบเทียบกัน ได้กราฟดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

จากรูปที่ 4.7 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังจะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า แต่เนื่องจากต้องการรูปแบบพื้นหลังเพื่อช่วยในการวัดขนาด ทำให้รูปที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้ว เป็นรูปแบบพื้นหลังที่เหมาะนำไปใช้ในการเก็บรูปภาพที่ถ่ายในร่ม

4.1.2 รูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

ได้ทำการถ่ายรูปภาพกลางแจ้ง ทั้ง 27 รูปแบบ ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 รูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง ทั้ง 27 แบบ

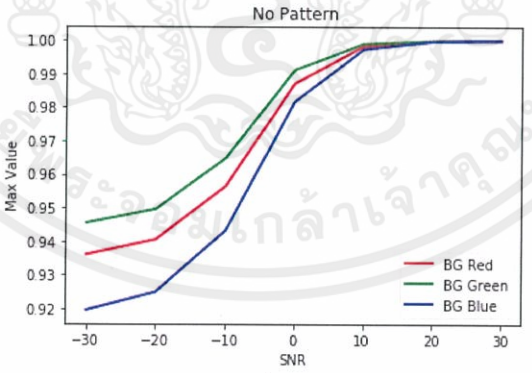
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 ได้นำรูปภาพ 27 แบบ มาแยกวิเคราะห์ตามรูปแบบพื้นหลัง ได้แก่ ไม่มีรูปแบบพื้นหลัง ตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว ตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว สี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว ซึ่งจะวิเคราะห์ว่าในแต่ละรูปแบบพื้นหลัง สีพื้นหลังใดที่มีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด

เช่นเดียวกับรูปภาพที่ถ่ายในร่ม จะทำการนำสมการที่ 2.11 ในบทที่ 2 มาพิจารณาเพื่อกำหนดค่า SNR ของรูปภาพที่ต้องการ แล้วทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปเพื่อให้ได้รูปภาพที่มีค่า SNR ตามที่ต้องการในช่วง -30 dB ถึง 30 dB ซึ่งจะใช้หลักการนี้ไปทำการทดสอบในแต่ละกรณีของการทดสอบความคงทนของสัญญาณรบกวน

4.1.2.1 กรณีไม่มีรูปแบบพื้นหลัง

กรณีไม่มีรูปแบบพื้นหลัง จะได้พื้นหลังเป็นสีเดียวล้วน เมื่อทำการนำรูปภาพที่พื้นหลังเป็นสีแดงไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว และสีน้ำเงิน เพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.9



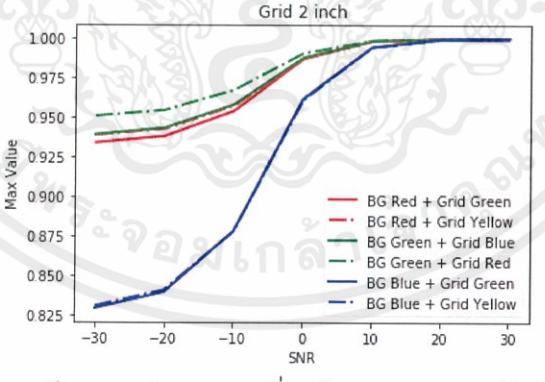
รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ -5 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -2 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียวจะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียวจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.2.2 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว จำเป็นต้องมีเส้นตารางกริดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน และเส้นตารางกริดเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 2 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

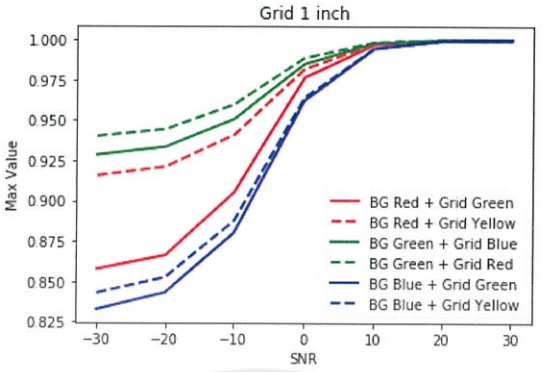
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -5 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 6 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.2.3 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว จำเป็นต้องมีเส้นตารางกริดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน และเส้นตารางกริดเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นตารางกริดที่มีความกว้าง 1 นิ้ว และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

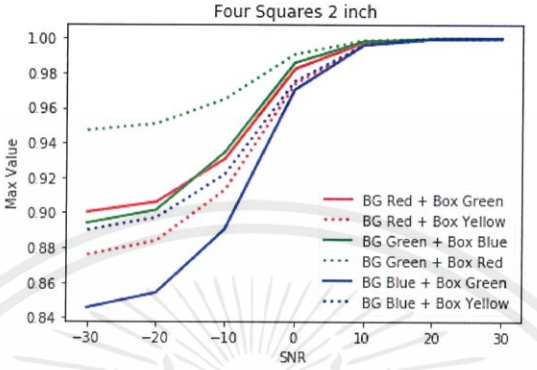
จากรูปที่ 4.11 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -3 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตาราง กริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ 1 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน เส้นตารางกริดเป็นสีเขียว และเส้นตารางกริดเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 5 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.2.4 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 จุด จำเป็นต้องมีสี่เหลี่ยม 4 จุดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปจระเข้ที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมาทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 2 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

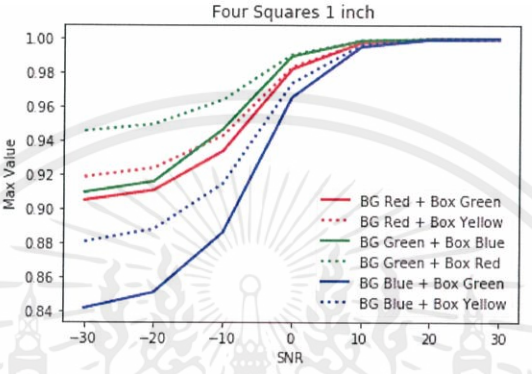
จากรูปที่ 4.12 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -5 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 1 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ 3 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.2.5 กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 จุด

กรณีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 จุด จำเป็นต้องมีสี่เหลี่ยม 4 จุดที่มีสีแตกต่างจากสีพื้นหลังเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นนำรูปจระเข้ที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองไปผ่านสัญญาณรบกวนที่ทำให้มีค่า SNR อยู่ในช่วง -30 ถึง 30 dB จากนั้นนำรูปภาพเดิมก่อนผ่านสัญญาณรบกวนกับรูปภาพที่ผ่านสัญญาณรบกวนมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการ Normalized Cross-Correlation กัน เพื่อตรวจสอบความตรงกันตามเทคนิค Template Matching ว่ามีมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการทดลองในพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน และสี่เหลี่ยมเป็นสีแดง และพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลืองเพื่อเปรียบเทียบในแต่ละสีพื้นหลัง ได้กราฟดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งแต่ละรูปภาพมีรูปแบบพื้นหลังเป็นสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง 1 นิ้ว 4 อัน และสีพื้นหลังที่ต่างกันของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

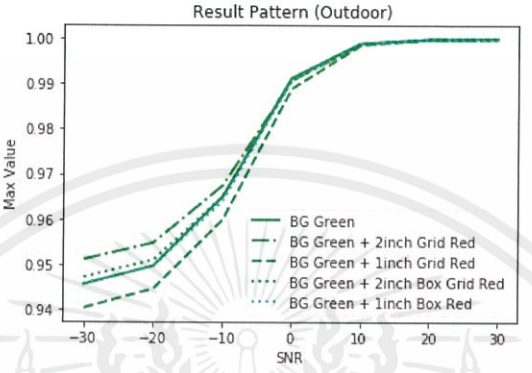
จากรูปที่ 4.13 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า หากเราให้ค่า 0.98 เป็นค่าที่ยอมรับได้ว่ารูปภาพทั้งสองมีความเหมือนกัน รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีค่า SNR อยู่ที่ -3 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีน้ำเงิน จะมีค่า SNR อยู่ที่ -1 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีแดง สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว และสี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 0 dB รูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเหลือง จะมีค่า SNR อยู่ที่ 2 dB และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีน้ำเงิน สี่เหลี่ยมเป็นสีเขียว จะมีค่า SNR อยู่ที่ 5 dB ทำให้วิเคราะห์ได้ว่ารูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดง จะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า

4.1.2.6 ทุกกรณี

เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของทุกกรณี ได้แก่ รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลัง รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้ว รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นตารางกริดสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้ว รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้ว และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้ว เอามาเปรียบเทียบกัน ได้กราฟดังรูปที่ 4.14

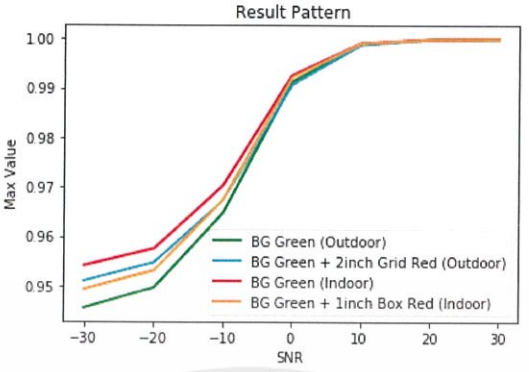


รูปที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

จากรูปที่ 4.14 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้ว จะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้วจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า อีกทั้งมีรูปแบบพื้นหลังที่ช่วยในการวัดขนาดได้ ทำให้รูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้ว เป็นรูปแบบพื้นหลังที่เหมาะนำไปใช้ในการเก็บรูปภาพที่ถ่ายกลางแจ้ง

เมื่อได้รูปแบบพื้นหลังที่เหมาะในแต่ละสภาวะแสง ซึ่งได้แก่ รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังที่ถ่ายในร่ม รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว สี่เหลี่ยมเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 1 นิ้วที่ถ่ายในร่ม รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังที่ถ่ายกลางแจ้ง และรูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้วที่ถ่ายกลางแจ้ง เอามาเปรียบเทียบกัน เพื่อเลือกว่ารูปแบบพื้นหลังและสภาวะแสงแบบไหนที่เหมาะจะนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจระเข้ ได้กราฟดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพที่ถูกสัญญาณรบกวนกับค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งเลือกรูปแบบและสีพื้นหลังที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบของรูปภาพที่ถ่ายในร่มและกลางแจ้ง

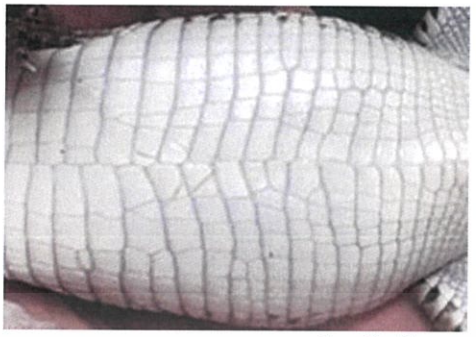
จากรูปที่ 4.15 เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟ พบว่า รูปภาพที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังที่ถ่ายในร่มจะมีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนมากที่สุด เพราะถึงแม้ว่ารูปที่มีพื้นหลังสีเขียว ไม่มีรูปแบบพื้นหลังที่ถ่ายในร่มจะถูกสัญญาณรบกวนไปมาก แต่สามารถหาความเหมือนกันของภาพได้ดีพอกับรูปที่มีพื้นหลังสีอื่น ๆ ที่สัญญาณรบกวนน้อยกว่า แต่เนื่องจากต้องการรูปแบบพื้นหลังเพื่อช่วยในการวัดขนาด ทำให้รูปที่มีพื้นหลังสีเขียว เส้นตารางกริดเป็นสีแดงที่มีความกว้าง 2 นิ้วที่ถ่ายกลางแจ้ง เป็นรูปแบบพื้นหลังที่เหมาะนำไปใช้ในการเก็บรูปภาพจระเข้

4.2 ผลการทดลองการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ

นอกจากการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ Neural Network แล้ว ผู้จัดทำได้ทำการทดลองโดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ โดยนำหลักการ ได้แก่ การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image Enhancement) มาปรับปรุงให้รูปภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้น การหาขอบภาพ (Edge Detection) มาทำการหาลายบนหน้าท้องจระเข้ การประมวลผลด้านโครงสร้าง (Morphological Processing) มาทำการปรับปรุงลายบนหน้าท้องจระเข้ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

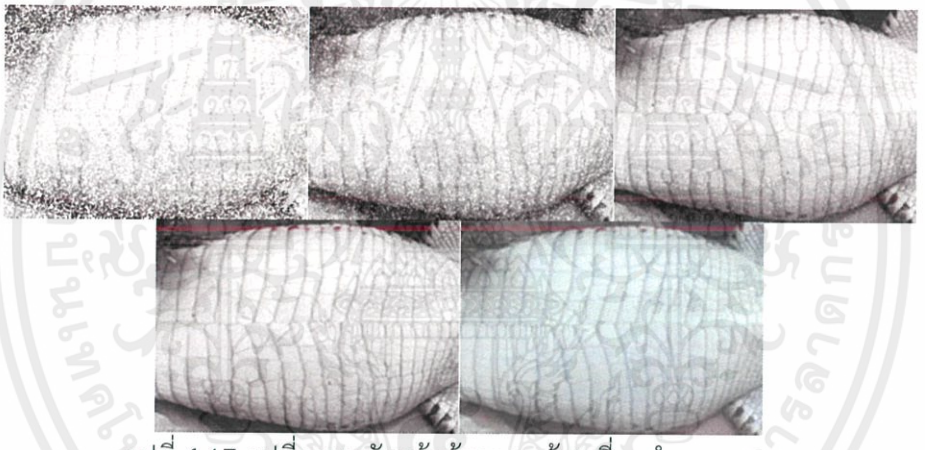
เนื่องจากรูปภาพที่จะนำมาทดสอบมีจำนวนที่น้อยจึงได้ทำการ Image augmentation ขึ้นมา เช่น การเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปในภาพ การปรับความความสว่างของภาพ เป็นต้น ทำให้ได้จำนวนรูปที่จะนำไปทดสอบมากขึ้น ซึ่งรูปภาพเทมเพลตที่จะนำไปทำการ Image augmentation เป็นดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 รูปภาพเทมเพลตลายหนังหน้าท้องจระเข้ A

จากรูปที่ 4.16 เป็นรูปภาพเทมเพลตลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ที่จะเก็บเป็นฐานข้อมูล ซึ่งจะทำการ Image Augmentation ออกมา 5 รูป เพื่อนำไปทดสอบ เป็นดังรูปที่ 4.17

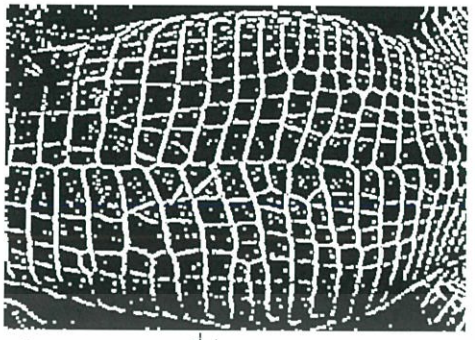


รูปที่ 4.17 รูปที่ลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ที่จะนำมาทดสอบ

จากรูปที่ 4.17 ซึ่งรูปแรกเป็นรูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพเท่ากับ -20 dB รูปที่สองเป็นรูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 0 dB รูปที่สามเป็นรูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 10 dB รูปที่สี่เป็นรูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 20 dB และรูปที่ห้าเป็นรูปที่ปรับความสว่างของรูปภาพ

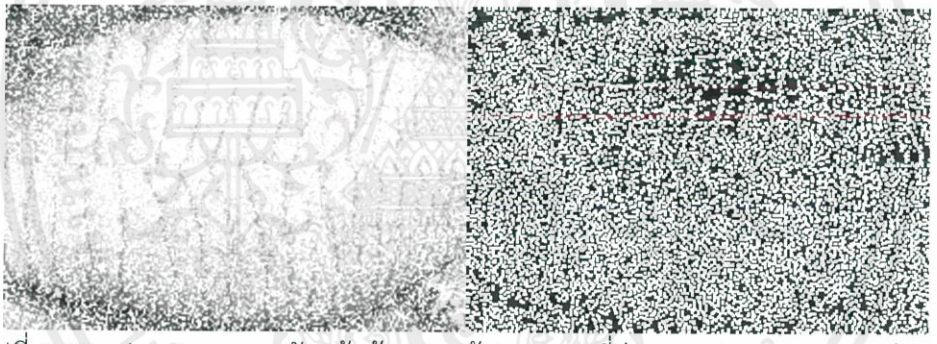
เมื่อทำการนำรูปภาพเทมเพลตไปผ่านโปรแกรมการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ จะได้รูปภาพเป็นดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

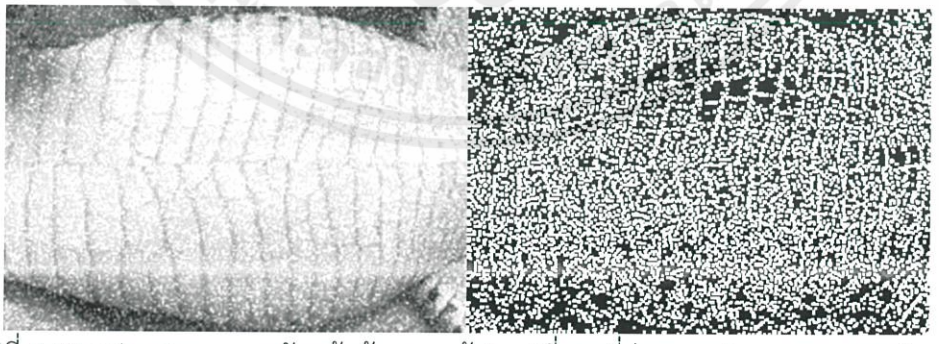


รูปที่ 4.18 รูปภาพเทมเพลตที่ผ่านการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.18 รูปเทมเพลตที่ผ่านการทำการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ ทำให้ได้ลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ออกมา โดยส่วนลายเส้นจะเป็นสีขาว และส่วนอื่นจะเป็นสีดำ จากนั้นนำรูปภาพทดสอบทั้ง 5 รูป ไปผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ เช่นเดียวกับรูปเทมเพลต แสดงรูปต้นฉบับกับรูปที่ผ่านการประมวลผลภาพ ดังรูปที่ 4.19 4.20 4.21 4.22 และ 4.23

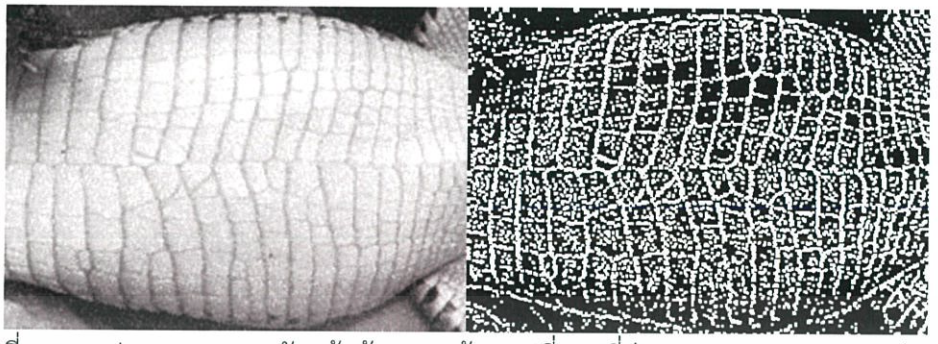


รูปที่ 4.19 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปแรกที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ

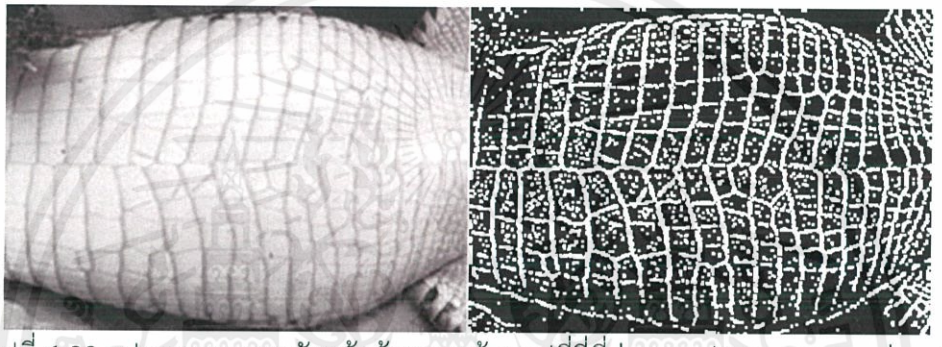


รูปที่ 4.20 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สองที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ

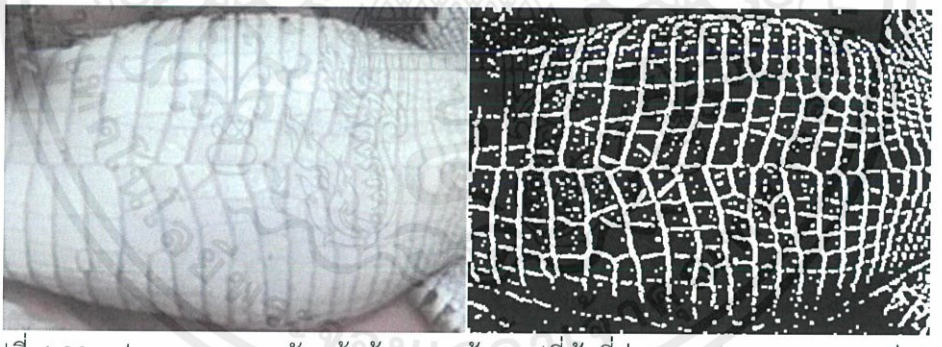
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สามที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ



รูปที่ 4.22 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่สี่ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ



รูปที่ 4.23 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ A รูปที่ห้าที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ

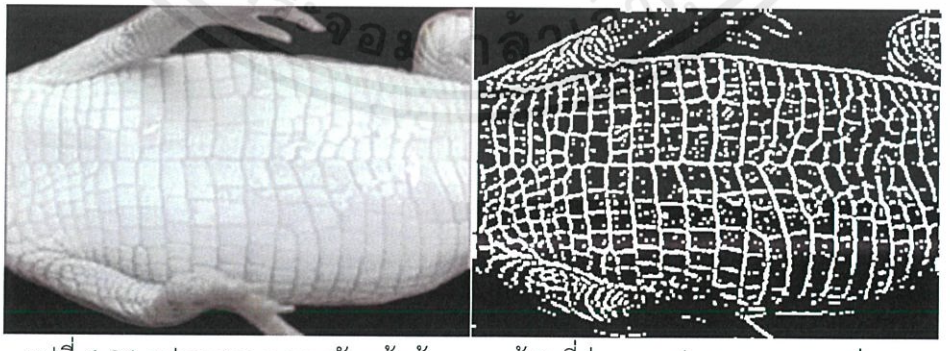
รูปภาพที่ได้ในรูปที่ 4.19 4.20 4.21 4.22 และ 4.23 จะถูกนำไปทำการ Template Matching กับรูปภาพเทมเพลตที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ ซึ่งได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation เป็นดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ของรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ A ที่นำมาทดสอบกับรูปเทมเพลต

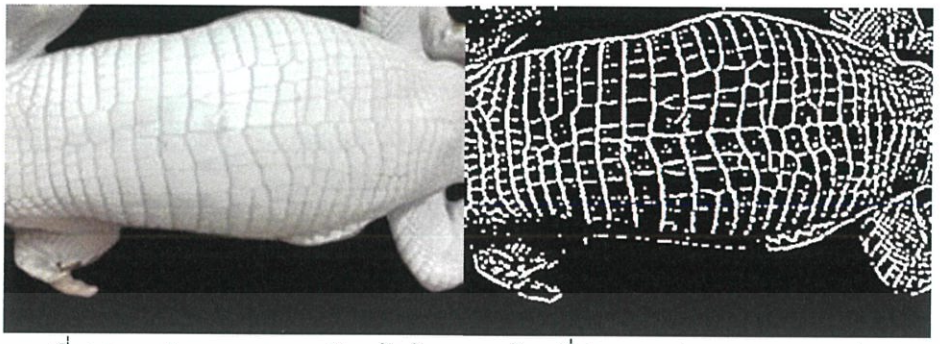
รูปที่นำมาทดสอบ	ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation
รูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพเท่ากับ -20 dB	0.517876386642456
รูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 0 dB	0.5722759366035461
รูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 10 dB	0.6994748115539551
รูปที่ทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปจนทำให้มีค่า SNR ของภาพ เท่ากับ 20 dB	0.8328717350959778
รูปที่ปรับความสว่างของรูปภาพ	0.7641769051551819

เมื่อทำการทดสอบรูปลายหนังจระเข้ตัวอื่นที่แตกต่างไป ทั้งหมด 3 ตัว เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ที่กำหนดให้เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ B รูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ C และ รูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ D ตามลำดับ ซึ่งจะเอารูปภาพดังกล่าวไปผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ เช่นเดียวกับรูปเทมเพลต แสดงรูปต้นฉบับกับรูปที่ผ่านการประมวลผลภาพ ดังรูปที่ 4.24 4.25 และ 4.26

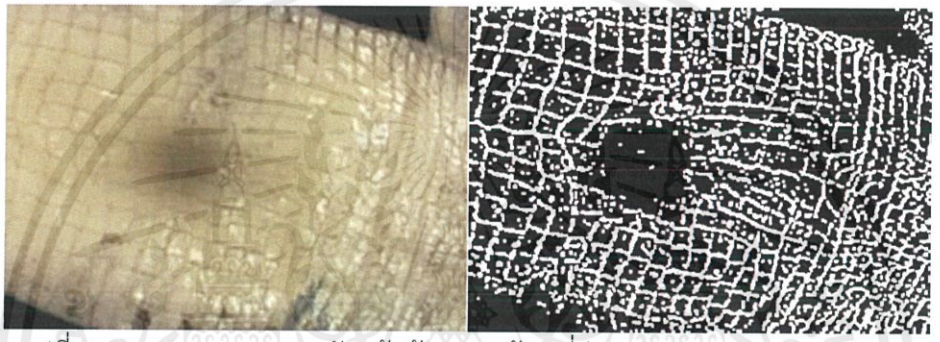


รูปที่ 4.24 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ B ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ C ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ



รูปที่ 4.26 รูปทดสอบลายหนังหน้าท้องจระเข้ D ที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ

รูปภาพที่ได้ในรูปที่ 4.24 4.25 และ 4.26 จะถูกนำไปทำการ Template Matching กับรูปภาพเทมเพลตที่ผ่านการประมวลผลภาพต่าง ๆ ซึ่งได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation เป็นดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ของรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ B C และ D ที่นำมาทดสอบกับรูปเทมเพลต

รูปที่นำมาทดสอบ (เทียบกับรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ A)	ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation
รูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ B	0.3501322567462921
รูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ C	0.33699849247932434
รูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ D	0.36751052737236023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบในกรณีที่เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ A พบว่า ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation นั้นจะมากกว่า 0.5 ขึ้นไป และในกรณีที่เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ตัวอื่นที่ไม่ใช่ A นั้นจะมีค่าน้อยกว่า 0.5 จึงได้ทำการวิเคราะห์ว่าถ้ารูปนั้นมีค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะจัดว่าเป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ตัวเดียวกันกับรูปที่เป็นเทมเพลต และจะมีข้อความขึ้นมาว่า ‘Same Crocodile’ หากค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation น้อยกว่า 0.5 จะจัดว่าเป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้คนละตัวกับรูปที่เป็นเทมเพลต และจะมีข้อความขึ้นมาว่า ‘Different Crocodile’ ดังรูปที่ 4.27

```
In [241]: runfile('D:/1/Project4_term1_1/pattern/edgedetection.py', wdir='D:/1/
Project4_term1_1/pattern')
Different Crocodile

In [242]: runfile('D:/1/Project4_term1_1/pattern/edgedetection.py', wdir='D:/1/
Project4_term1_1/pattern')
Same Crocodile
```

รูปที่ 4.27 ข้อความที่บอกว่ารูปลายหนังจระเข้เป็นตัวเดียวกันหรือคนละตัว

4.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้ระหว่าง Neural Network กับการประมวลผลภาพต่าง ๆ

การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ Neural Network จะใช้การรู้จำโดยจะทำการรับรูปภาพเข้าไปเพื่อจำว่ารูปที่เข้าไปเป็นรูปของลายหนังหน้าท้องจระเข้ตัวนี้ (data set) เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมจึงจะสามารถมาใช้วิเคราะห์ว่ารูปที่นำมาทดสอบ (test set) เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ที่ได้ทำการรู้จำเข้าไปหรือไม่

ผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ Neural Network พบว่า ผลการวัดค่าความแม่นยำ จากการใช้ test set จำนวน 40 รูป พบว่า Neural Network สามารถทำนายได้ถูกต้องจำนวน 34 จาก 40 รูป ได้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 0.85 หรือ 85%

ข้อดีของการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ Neural Network คือ สะดวกในการใช้งาน เพราะเมื่อทำการรู้จำแล้ว จะมีฐานข้อมูลในการช่วยวิเคราะห์และการตัดสินใจ ส่วนข้อเสีย คือ เวลาที่ใช้ในขั้นตอนรู้จำจำเป็นต้องใช้เวลานาน เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบ อีกทั้งการทำงานโดยใช้ Neural Network นั้นไม่สามารถแสดงได้โดยตรงว่าส่วนไหนดีหรือส่วนไหนความปรับปรุง จึงต้องลองผิดลองถูกเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

ส่วนการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ จะใช้หลักการการประมวลผลภาพ ได้แก่ การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image Enhancement) มาปรับปรุงให้รูปภาพมีคุณภาพที่ดีขึ้น การหาขอบภาพ (Edge Detection) มาทำการหาลายบนหน้าท้องจระเข้ การประมวลผลด้านโครงสร้าง (Morphological Processing) มาทำการปรับปรุงลายบนหน้าท้องจระเข้ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น แล้วจากนั้นจะใช้เทคนิค Template Matching มาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจว่ารูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ที่ทดสอบเหมือนกับรูปเทมเพลตลายหนังหน้าท้องจระเข้เพียงใด

ผลลัพธ์การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ จะตัดสินจากค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation ซึ่งได้ทดลองแล้วพบว่า ในกรณีที่เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้เดียวกัน ค่าที่มากที่สุดจากการ Normalized Cross-Correlation นั้นจะมากกว่า 0.5 ขึ้นไป และในกรณีที่เป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ที่ไม่ใช่ตัวเดียวกัน นั้นจะมีค่าน้อยกว่า 0.5

ข้อดีของการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพต่าง ๆ คือ หากมีข้อผิดพลาดหรือต้องการปรับปรุงในขั้นตอนใดสามารถปรับเปลี่ยนและแก้ไขได้ตรงจุด เช่น รูปภาพมีความมืดมากเกินไป สามารถใช้การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image Enhancement) มาแก้ไขจนทำให้ภาพดีขึ้นสามารถนำไปใช้งานต่อได้ ส่วนข้อเสีย คือ คุณภาพรูปภาพที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ขั้นตอนในการแก้ไขและปรับปรุงรูปภาพต่างกันออกไป ซึ่งบางรูปภาพอาจจะแก้ไขด้วยวิธีการนี้ดี แต่บางรูปภาพอาจจะแก้ไขด้วยวิธีการนี้ไม่ดีได้ อีกทั้งไม่มีการเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลที่จะทำให้สามารถวิเคราะห์อัตโนมัติได้เหมือนการใช้ Neural Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพ จะนำรูปภาพเข้าสู่ขั้นตอนการ Pre-processing เพื่อให้ได้ลายหนังหน้าท้องจระเข้ จากนั้นจะนำรูปภาพที่ได้ไปผ่านการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้เพื่อทำการตัดสินใจว่าเป็นจระเข้ตัวที่สนใจหรือไม่ ในส่วนนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การใช้โครงข่ายประสาทเทียม และการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ พบว่า การใช้โครงข่ายประสาทเทียมนั้น จะทำการรับรูปภาพเข้าไปเพื่อรู้จำว่ารูปที่เข้าไปเป็นรูปของลายหนังหน้าท้องจระเข้ตัวนี้ เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมจะนำไปวิเคราะห์ว่ารูปที่นำมาทดสอบเป็นรูปลายหนังหน้าท้องจระเข้ที่ได้ทำการรู้จำเข้าไปหรือไม่ ซึ่งทำให้สะดวกในการใช้งาน เพราะเมื่อทำการรู้จำแล้ว จะมีฐานข้อมูลในการช่วยวิเคราะห์และการตัดสินใจ ส่วนการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ จะใช้เทคนิค Template Matching มาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจว่ารูปที่ทดสอบเหมือนกับรูปเทมเพลตเพียงใด ซึ่งหากมีข้อผิดพลาดหรือต้องการปรับปรุงในขั้นตอนของการประมวลผลภาพ สามารถปรับเปลี่ยนและแก้ไขได้ตรงจุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าการพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ นั้น คุณภาพรูปภาพที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ขั้นตอนในการแก้ไขและปรับปรุงรูปภาพต่างกันออกไป ซึ่งบางรูปภาพอาจจะแก้ไขด้วยวิธีการนี้ดี แต่บางรูปภาพอาจจะแก้ไขด้วยวิธีการนี้ไม่ดีได้ ทำให้ขั้นตอนที่ใช้ต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะกับแต่ละรูปภาพ ซึ่งเกิดความยุ่งยาก

การทำการพิสูจน์อัตลักษณ์ของสิ่งใด ๆ ด้วย Neural Network ควรเตรียม/หา dataset ให้ได้ในจำนวนที่มากเพียงพอ ไม่อย่างนั้นผลลัพธ์ที่ได้อาจจะสื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Corrado Ameli. "Example of Image Contrast Enhancement."
https://www.researchgate.net/figure/Example-of-Image-Contrast-Enhancement_fig8_320894716.

[2] Color Experts International, Inc. "Broken Photo Restoration On Photoshop."
https://www.colorexpertsbd.com/blog/photo-restoration.

[3] SIPDT Developers. "Digital Image Compression."
https://sipdtdevelopers.wordpress.com/.

[4] The University of Auckland "Morphological Image Processing"
https://www.cs.auckland.ac.nz/courses/compsci773s1c/lectures/ImagePr ocessing- html /topic4.htm.

[5] Thomas.haslwanter. "Square Morphological."
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Square_Morphological.jpg.

[6] Alexander Mordvintsev & Abid K. "Template Matching."
https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_template_matching/py_template_matching.html.

[7] Maria E Lyra. "Linear spatial filter."
https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-filtering-process-in-spatial-domain-3441-Mean-filter-Mean-filter-is_fig4_221918148.

[8] NEXTSOFTWAREHOUSE. "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล."
https://nextsoftwares.wordpress.com/2014/05/22/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยว/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Brian Huang; Sabina Schill. “RGB Color Mixing.”
https://www.teachengineering.org/makerchallenges/view/spfun_rgbcolor_maker1.

[10] OpenCV “Canny edge detection”
https://opencv-python- tutroals.readthedocs.io/en/ latest/py_tutorials/py_imgproc/py_canny/py_canny.html.

[11] Wikipedia. “จระเข้น้ำจืด.”
https://th.wikipedia.org/wiki/จระเข้น้ำจืด.

[12] Wikipedia. “จระเข้น้ำเค็ม.”
https://th.wikipedia.org/wiki/จระเข้น้ำเค็ม.

[13] Wikipedia. “ตะโขง.”
https://th.wikipedia.org/wiki/ตะโขง.

[14] Samphrancrocodile. “วัฏจักรจระเข้.”
https://sites.google.com/site/samphrancrocodile/watcakr-crakhe.

[15] Hiso Outlet. “ความรู้เรื่องกระเป๋าหนังจระเข้ ความจริงในด้านที่คุณไม่เคยรู้.”
https://www.hisooutlet.com/blogs/news/16675629-.

[16] TV pool. ““จระเข้ปิ้ง” รสชาติมันจะคล้าย ๆ หมูปิ้งไหมนะ!!?.”
https://www.tvpoolonline.com/content/178210.

[17] เงินโบราณ. “ของเก่าของสะสมและเครื่องราง-ฟันจระเข้.”
http://forum.uamulet.com/view_topic.aspx?bid=7&qid=47235.

[18] sodaice20. “พวงกุญแจ เท้าจระเข้ หนังจระเข้ สีน้ำตาล.”
https://shopee.co.th/search?keyword=เท้าจระเข้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[19] loyalist9th. “Crocodile Oil 100%.”
https://www.ebay.com.au/itm/Crocodile-Oil-100-Moisturizer-Skin-Healing-Freckles-Scald-Burns-Rash-Eczema-/282537824420.

[20] panniny. “แคปซูลบำรุงสุขภาพเลือดจระเข้ “วานิไทย” ความภูมิใจของคนไทยสู่เวทีระดับโลก.” https://goodlifeupdate.com/healthy-body/76901.html.

[21] Pasusatdotcom. “จระเข้ (Crocodile).”
https://pasusat.com/จระเข้/.

[22] Wikipedia. “Template Matching.”
https://en.wikipedia.org/wiki/Template_matching.

[23] Animal-Farm. “การเจริญเติบโตของจระเข้.”
http://www.animals-farm.com/การเจริญเติบโตของจระเข/.

[24] Nipon Junprathad. “การขยายพันธุ์จระเข้.”
https://www.fisheries.go.th/if-nakhonsawan/ccd/ccd_breeding.htm.

[25] Arden Dertat. “Applied Deep Learning - Part 4: Convolutional Neural Networks.”
https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-4-convolutional-neural-networks-584bc134c1e2.

[26] Hanns, David, Jonathan, Daniele, Almat - Iteration JR. Research Catalogue (2019). “Tensorflow”
https://www.researchcatalogue.net/view/487048/531596/624/0

[27] Keras. “Keras: The Python Deep Learning Library.”
https://keras.io/.

[28] TensorFlow. “About TensorFlow.”
https://www.tensorflow.org/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[29] Know2Pro “Image Processing5: Morphological Operation”
https://www.scribd.com/doc/44698503/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2-Image-Processing-5

[30] ผศ.ดร. มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ “การหาขอบภาพ (Edge Detection)”
fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/240-373/Chapter8.pdf

[31] http://note005.blogspot.com “Image Processing การหาขอบภาพ (Edge detection)”
http://note005.blogspot.com/2011/08/image-processing-edge-detection.html

[32] Wikipedia. “Signal-to-noise ratio (imaging).”
https://en.wikipedia.org/wiki/Signal-to-noise_ratio_(imaging).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเลือกรูปพื้นหลังที่นำไปใช้ในการเก็บรูปภาพจระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบพื้นหลังรูปแบบต่าง ๆ

```
import cv2
import numpy as np
import math

img1 = cv2.imread('box_blue_yellow.png',0)
img1 = cv2.resize(img1,(600,450))
(means, std) = cv2.meanStdDev(img1)

stds = np.std(img1)
sn = means/stds
snr = 10*math.log10(means/stds)
var = stds**2
em = 0
sa = []

for snr in range (-30,40,10):

    sigma_noise = math.sqrt(var/(10**(snr/10)))
    img2 = np.zeros(img1.shape,np.uint8)
    cv2.randn(img2, 0, sigma_noise)
    Noise = cv2.add(img1, img2)

    result = cv2.matchTemplate(Noise,img1,cv2.TM_CCORR_NORMED)
    min_val, max_val, min_loc, max_loc = cv2.minMaxLoc(result)

    p = snr,max_val
    sa.append(p)
    np.savetxt('point.csv',sa,'%.4f',delimiter=',')
```

การพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบพื้นหลัง

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

x,y1,y2,y3,y4,y5,y6,y7,y8,y9,y10,y11,y12,y13,y14,y15,yy1,yy2,yy3,yy4,yy5,yy6 = np.loadtxt('dsnr.csv',delimiter=',',unpack=True)
plt.plot(x,y1, color='red', linewidth=2,)
plt.plot(x,y2, color='green', linewidth=2)
plt.plot(x,y3, color='blue', linewidth=2)


plt.legend(('BG Red','BG Green','BG Blue'),
           loc='lower right')
plt.ylabel('Max Value')
plt.xlabel('SNR')
plt.title('No Pattern')
plt.show()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้ Neural Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในขั้นตอน Pre-processing

```
import cv2
import imutils
import numpy as np

im_ref = cv2.imread('box_green_red.png',1)
im_input = cv2.imread('temp.png',1)

def redless(x):
    hsv = cv2.cvtColor(x,cv2.COLOR_BGR2HSV)
    lower = np.array([0,150,150], dtype=np.uint8)
    upper = np.array([180,255,255], dtype=np.uint8)
    color = cv2.inRange(hsv, lower, upper)
    image = (255-color)
    mask = cv2.bitwise_and(x, x, mask = image)

    return mask

f1 = redless(im_ref)
f1_gray = cv2.cvtColor(f1,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
f2_gray = cv2.cvtColor(im_input,cv2.COLOR_BGR2GRAY)

em=0
for angle in range(0, 361,1):
    rotated = imutils.rotate_bound(f1_gray,angle)
    a,b=rotated.shape[:2]
    a1=int((750-a)/2)
    b1=int((750-b)/2)
    pad=np.pad(rotated,((a1,a1),(b1,b1)),'constant',constant_values=0)
    result = cv2.matchTemplate(pad,f2_gray,cv2.TM_CCORR_NORMED)
    min_val, max_val, min_loc, max_loc = cv2.minMaxLoc(result)
    if max_val>=em:
        em=max_val
        ff=angle
rotated2 = imutils.rotate_bound(f1, ff)


result = cv2.matchTemplate(rotated2,im_input,cv2.TM_CCORR)
min_val, max_val, min_loc, max_loc = cv2.minMaxLoc(result)
top_left = max_loc
h,w = f2_gray.shape
bottom_right = (top_left[0] + w, top_left[1] + h)
aa = rotated2[top_left[1]:bottom_right[1], top_left[0]:bottom_right[0]]

cv2.imshow("mask", f1)
cv2.imshow("rotation", rotated2)
cv2.imshow("Template", im_input)
cv2.imshow("Result", aa)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในขั้นตอน Neural Network

```
import numpy as np
import cv2
import os
from tensorflow.keras import applications
from tensorflow.contrib.keras import backend as K
from tensorflow.keras.layers import Input, Dense, Flatten, Dropout, Concatenate, BatchNormalization
from tensorflow.keras.models import Model
import tensorflow.keras
from tensorflow.keras.layers import Conv2D
from tensorflow.keras.layers import MaxPooling2D

from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping
from tensorflow.keras.preprocessing.image import load_img,img_to_array
from tensorflow.keras.optimizers import Adam,SGD
from numpy import genfromtxt
from tensorflow.keras.models import load_model
%matplotlib inline
import matplotlib.pyplot as plt
from tensorflow.keras import regularizers
from PIL import Image
import sys
from IPython.display import SVG
from keras.utils.vis_utils import model_to_dot
import tensorflow as tf
tf.test.gpu_device_name()
from keras.utils import plot_model
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from tensorflow.keras.callbacks import Callback, ModelCheckpoint
```

สร้างโมเดล

```
K.clear_session()

model = applications.VGG19(weights = "imagenet", include_top=False, input_shape = (256, 256, 3))

for layer in model.layers[:-5]:
    layer.trainable = False


x = model.output
x = Flatten()(x)
x = Dense(1024, activation="relu")(x)
x = Dropout(0.5)(x)
x = Dense(1024, activation="relu")(x)

croc = Dense(4, activation="softmax",name='croc')(x)

model = Model(inputs = model.inputs, outputs = croc)



plot_model(model,show_shapes=True, to_file='model.png')
model.compile(
    optimizer=tf.train.GradientDescentOptimizer (learning_rate=1e-3),
    loss = 'binary_crossentropy',metrics=['accuracy']
)

model = tf.contrib.tpu.keras_to_tpu_model(
    model,
    strategy=tf.contrib.tpu.TPUDistributionStrategy(
        tf.contrib.cluster_resolver.TPUClusterResolver(tpu='grpc://' + os.environ['COLAB_TPU_ADDR'])
    ))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Read dataset

```
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255,
rotation_range=180,horizontal_flip=True)

train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
    directory=r"./hong/train/",
    target_size=(256, 256),
    color_mode="rgb",
    batch_size=32,
    class_mode="categorical",
    shuffle=True,
    seed=42
)


val_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)

val_generator = val_datagen.flow_from_directory(
    directory=r"./hong/val/",
    target_size=(256, 256),
    color_mode="rgb",
    batch_size=32,
    class_mode="categorical",
    shuffle=True,
    seed=42
)
class EarlyStoppingByAccuracy(Callback):
    def __init__(self, monitor='val_acc', value=0.87, verbose=0):
        super(Callback, self).__init__()
        self.monitor = monitor
        self.value = value
        self.verbose = verbose

    def on_epoch_end(self, epoch, logs={}):
        current = logs.get(self.monitor)
        if current is None:
            warnings.warn("Early stopping requires %s available!" % self.monitor, RuntimeWarning)

        if current >= self.value:
            if self.verbose > 0:
                print("Epoch %05d: early stopping THR" % epoch)
            self.model.stop_training = True
mycallback = [
    EarlyStoppingByAccuracy(monitor='val_acc', value=0.87, verbose=1,patien=200),
    ModelCheckpoint('hams', monitor='val_loss', save_best_only=True, verbose=0),
]
```

Train

```
history = model.fit_generator(
        train_generator,
        steps_per_epoch= max(1, len(train_generator)//32),
        validation_data=val_generator,
        validation_steps = max(1, len(val_generator)//32),
        epochs=999
        )
```

Save model to file

```
model.save('my_model_croco85.h5')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plot after trained

```
plt.rcParams['figure.dpi'] = 100
plt.plot(history.history['val_acc'])

plt.title('Validation Accuracy')
plt.ylabel('Accuracy')
plt.xlabel('Epoch')

plt.show()
```

```
plt.plot(history.history['acc'])

plt.title('Train Accuracy')
plt.ylabel('Accuracy')
plt.xlabel('Epoch')

plt.show()
```

Testing

```
model = load_model('my_model_croco87.h5')
```

```
scores = model.evaluate_generator(val_generator,100)
print("Accuracy = ", scores[1])
```

```
import glob
import random
correct = 0


croc_dict = ['a','b','c','d']
val_image_name = glob.glob('hong/val/**/*.png',recursive=True)
random.shuffle(val_image_name)
true_croc = 0



for head_batch in range(5):
    image_data = []

    start_index = head_batch*8
    for i in range(8):
        files = val_image_name[start_index+i]
        im_ori = load_img(files,target_size=(256, 256,3))
        im = img_to_array(im_ori)
        im = im/255.

        image_data.append(im)
    image_data = np.asarray(image_data[:8])
    croc_predicts = model.predict(image_data,use_multiprocessing=False,batch_size=8)


    for i in range(8):

        ground = val_image_name[start_index+i].split('/')[2]
        pred = croc_dict[croc_predicts[i].argmax()]

        print('Truth :',ground,'\t Predict :',pred,'\t',ground==pred)
        if ground==pred:
            correct = correct+1


        im_for_show = load_img(val_image_name[start_index+i],target_size=(256, 256,3))
        display(im_for_show)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปรแกรมพิสูจน์อัตลักษณ์จระเข้โดยใช้การประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import cv2
import numpy as np

def edge(x):
    img = cv2.imread(x,0)
    a,b = img.shape[:2]
    img = cv2.resize(img,(b*2,a*2))

    imgg = cv2.equalizeHist(img)
    gsb = cv2.GaussianBlur(imgg,(3,3),0)
    img2 = cv2.Laplacian(gsb,cv2.CV_8U)
    aa = cv2.adaptiveThreshold(img2,255,cv2.ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C,cv2.THRESH_BINARY,33,0)
    bina,ry = cv2.threshold(img2,0,255,cv2.THRESH_BINARY+cv2.THRESH_OTSU)

    ker2 = np.ones((2,2),np.uint8)
    img4 = cv2.morphologyEx(aa,cv2.MORPH_OPEN,ker2)
    img5 = cv2.dilate(img4,ker2,iterations=1)

    return img5

p1 = edge('temp.png')
p2 = edge('detectbell.png')
result = cv2.matchTemplate(p2,p1,cv2.TM_CCORR_NORMED)
min_val, max_val, min_loc, max_loc = cv2.minMaxLoc(result)

if max_val >= 0.5:
    print ('Same Crocodile')
else:
    print ('Different Crocodile')

cv2.imshow('template',p1)
cv2.imshow('input',p2)
cv2.imwrite('edged.png',p2)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้