



การรู้จำใบหน้าในภาพที่มีสภาวะแสงที่ไม่คงที่

วิทยานิพนธ์

ของ

วิทศน์ จาตุรงค์กร

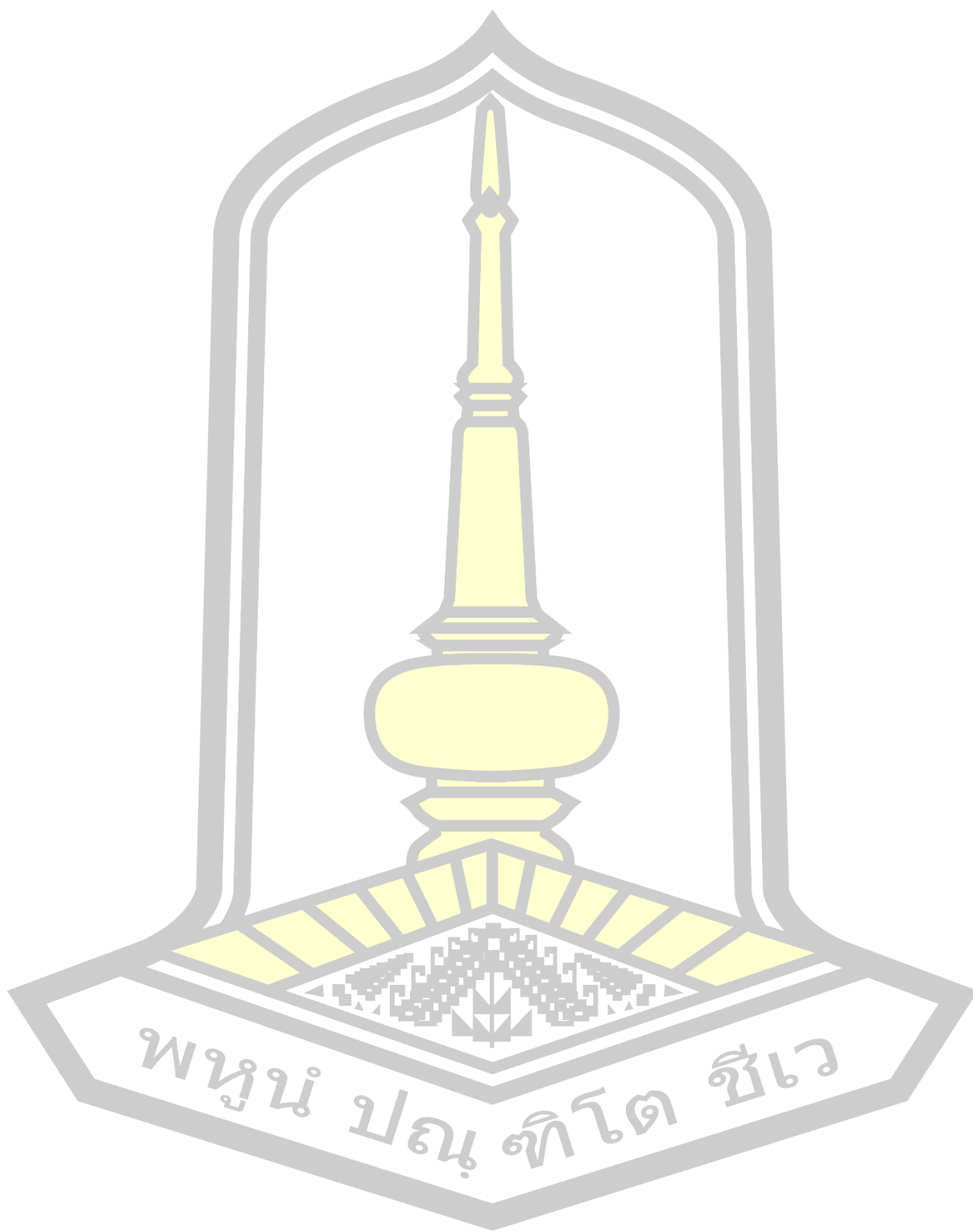
พหุฯ ปohnpei โด ธิเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

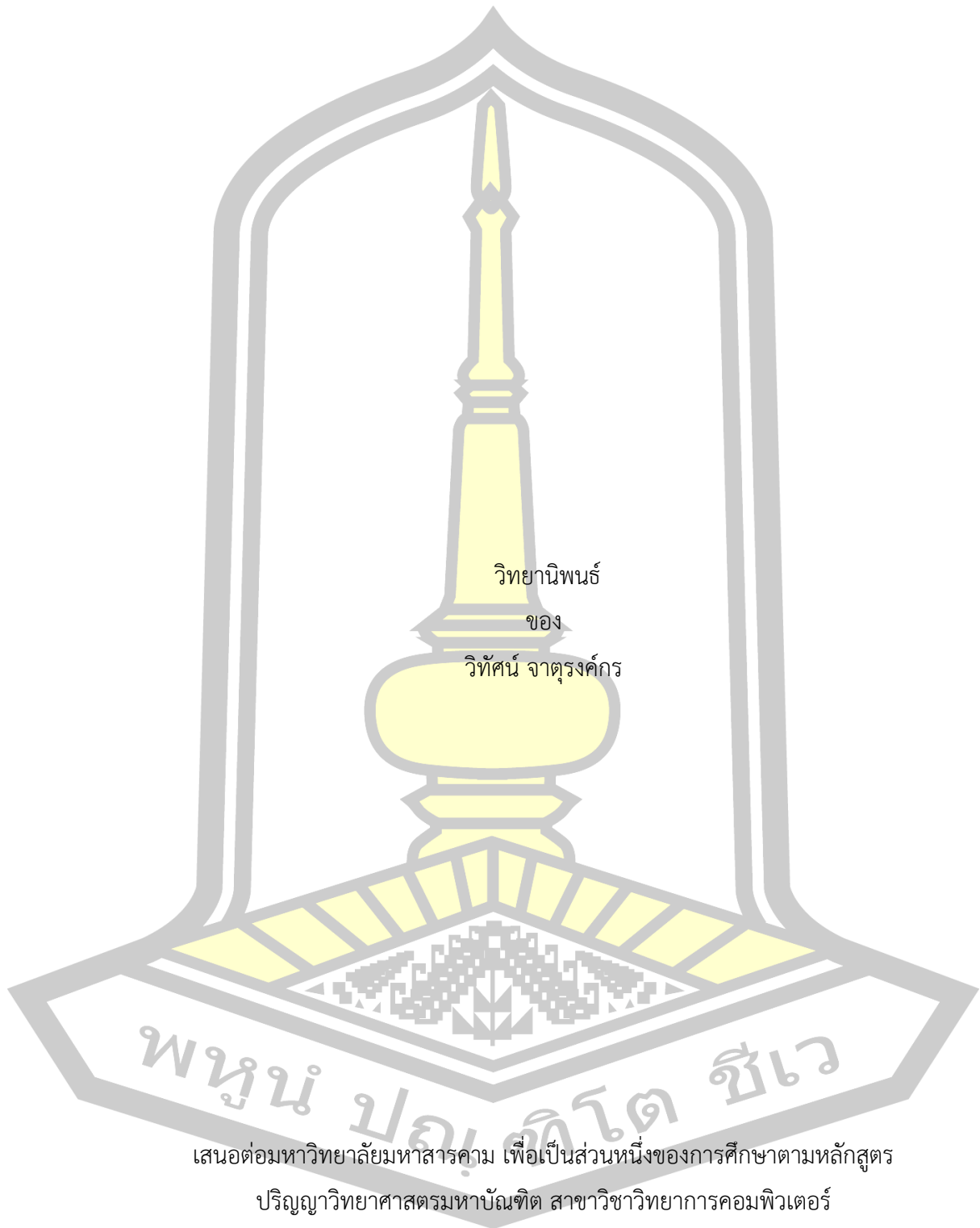
มกราคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



พหุณฺ์ ปณฺุ ทิตฺโต ชีเว

การรู้จำใบหน้าในภาพที่มีสภาวะแสงที่ไม่คงที่



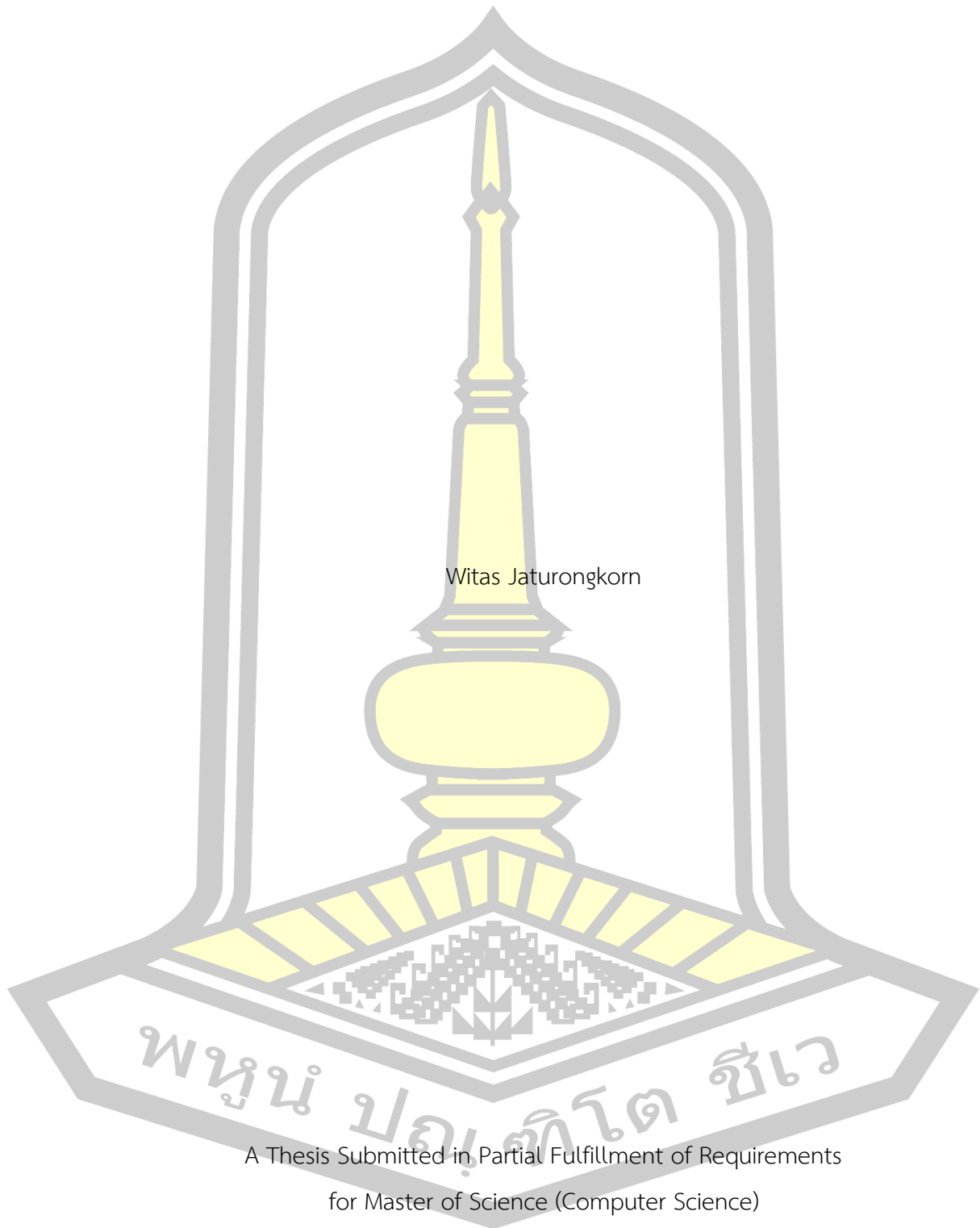
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

มกราคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Face Recognition Under Images with Uncertain Ligth-Conditions



Witas Jaturongkorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Computer Science)

January 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายวิทัศน์ จาตุรงค์กร
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. วรารัตน์ สงฆ์แป้น)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ฉัตรเกล้า เจริญผล)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. พัฒนพงษ์ ชมภูวิเศษ)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. พนิดา ทรงรัมย์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผศ. ศศิธร แก้วมัน)

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การรู้จำใบหน้าในภาพที่มีสถานะแสงที่ไม่คงที่		
ผู้วิจัย	วิทัศน์ จาตุรงค์กร		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรเกล้า เจริญผล		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

บทคัดย่อ

การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (normalization) เป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าที่มีสิ่งรบกวนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องจากหากว่าภาพมีความชัดเจนแล้ว ในการสกัดคุณลักษณะและการรู้จำใบหน้านั้นจะทำได้ดียิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาคุณภาพของภาพใบหน้าที่อยู่ในสถานะของแสงที่ไม่คงที่ เช่น อยู่ในที่มีดเกินไปหรือสว่างเกินไปทำให้ใบหน้าบางส่วนหายไปจากภาพทำให้ใช้การรู้จำใบหน้าแบบปกตินั้นไม่สามารถใช้กับภาพใบหน้าที่อยู่ในสถานะแสงที่ไม่คงที่ได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้การผสมผสานวิธีการในการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าโดยใช้วิธีการ self quotient image เป็นหลัก และผสมผสานกับขั้นตอนวิธี weber และ mean filter , wavelet และ mean filter โดยทดลองกับฐานข้อมูลภาพใบหน้ามาตรฐานของ Yale B database ในการวิจัย ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าการผสมผสานวิธีการของ weber face + self quotient image + mean filter นั้นได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการขจัดผลกระทบของแสงและเงาบนภาพใบหน้า ส่วนวิธีการ Wavelet Transform + Self Quotient Image + Meanfilter มีค่าความเสถียรมากที่สุด

คำสำคัญ : ภาพใบหน้าที่อยู่ในสถานะของแสงที่ไม่คงที่, ตัวกรอง, การปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า, พิกเซล

พจนัน ปณฺ ทิโต ชีเว

TITLE Face Recognition Under Images with Uncertain Ligth-Conditions
AUTHOR Witas Jaturongkorn
ADVISORS Assistant Professor Chatklaw Jareanpon , Ph.D.
DEGREE Master of Science **MAJOR** Computer Science
UNIVERSITY Mahasarakham **YEAR** 2020
University

ABSTRACT

Images normalization is important step for improve facial image quality. Because if facial images is without noise, in feature extraction step and face recognition are doing better. In this paper is develop method normalization illumination face image such face image too dark or too bright it's make some area in face image has disappear, cause normal face recognition not doing well. In this paper we will develop method for normalization face image with varying lighting condition by using hybrid method base on self quotient image and face image database we use Yale B database. In result experiment we found weber face + self quotient image + mean filter has most performance for normalization face image with varying lighting condition.

Keyword : Illumination face image, filter, normalization face image, pixels



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรเกล้า เจริญผล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในงานวิจัยนี้ มาโดยตลอด จนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา นอกจากนี้ยังมีผู้ให้คำแนะนำอีกหลายท่านซึ่งผู้เขียนไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด ที่ได้ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

วิทัศน์ จาตุรงค์กร



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1.2 ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (Homomorphic Filtering).....	5
2.1.3 Local Binary Patterns (LBP).....	6
2.1.4 การกรองโดยวิธีการ Convolution.....	6
2.1.4 Self Quotient Image.....	9
2.1.5 Discrete Wavelet Transform.....	9
2.1.6 Weber face.....	12
2.1.7 Mean filter.....	12

2.1.8 การสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ (Histogram of Oriented Gradients)	14
2.1.9 การจำแนกประเภทด้วยขั้นตอนเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbour)	15
2.1.10 Euclidean distance	15
2.1.11 การวัดประสิทธิภาพ	16
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
2.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าในสถานะแสงที่ไม่คงที่	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	29
3.1 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย	30
3.2 การจัดผลกระทบของแสงจากภาพใบหน้า	33
3.3 การสกัดคุณลักษณะ.....	40
3.3 การรู้จำใบหน้า.....	41
3.4 การวัดประสิทธิภาพ.....	42
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	43
4.1 ผลการทดลองทางด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า.....	43
4.2 ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพในการรู้จำภาพใบหน้า	49
4.3 ผลการทดลองทางด้านเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละกระบวนการ.....	50
4.4 การอภิปรายผลการทดลอง	50
4.4.1 ผลการทดลองภาพที่ผ่านตัวกรอง.....	51
4.4.2 การภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า.....	55
4.4.3 จำนวนภาพใบหน้าที่จำแนกผิด.....	60
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	70
5.1 ทางด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า.....	70
5.2 ทางด้านประสิทธิภาพ	70

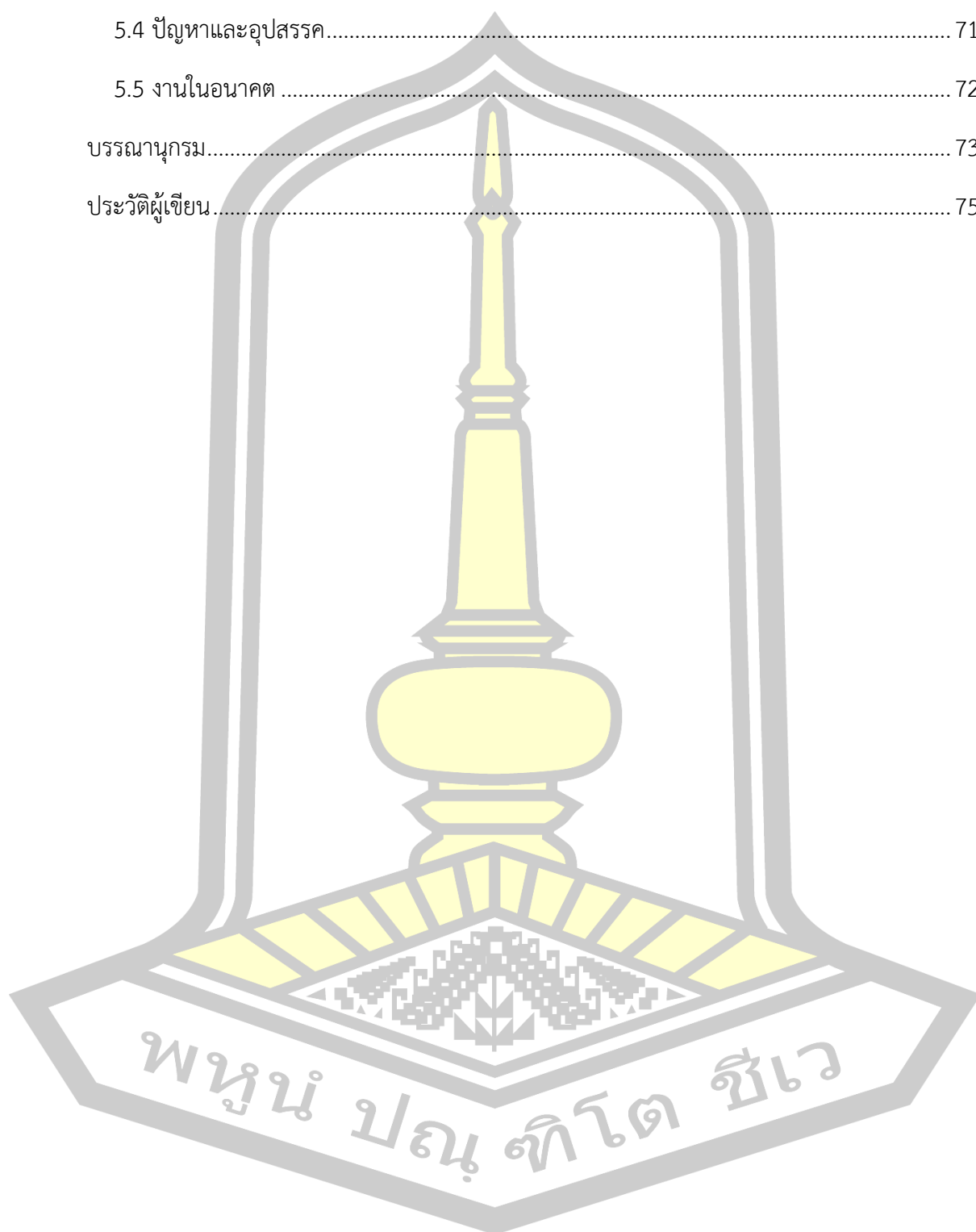
5.3 ทางด้านเวลา..... 71

5.4 ปัญหาและอุปสรรค..... 71

5.5 งานในอนาคต 72

บรรณานุกรม..... 73

ประวัติผู้เขียน..... 75



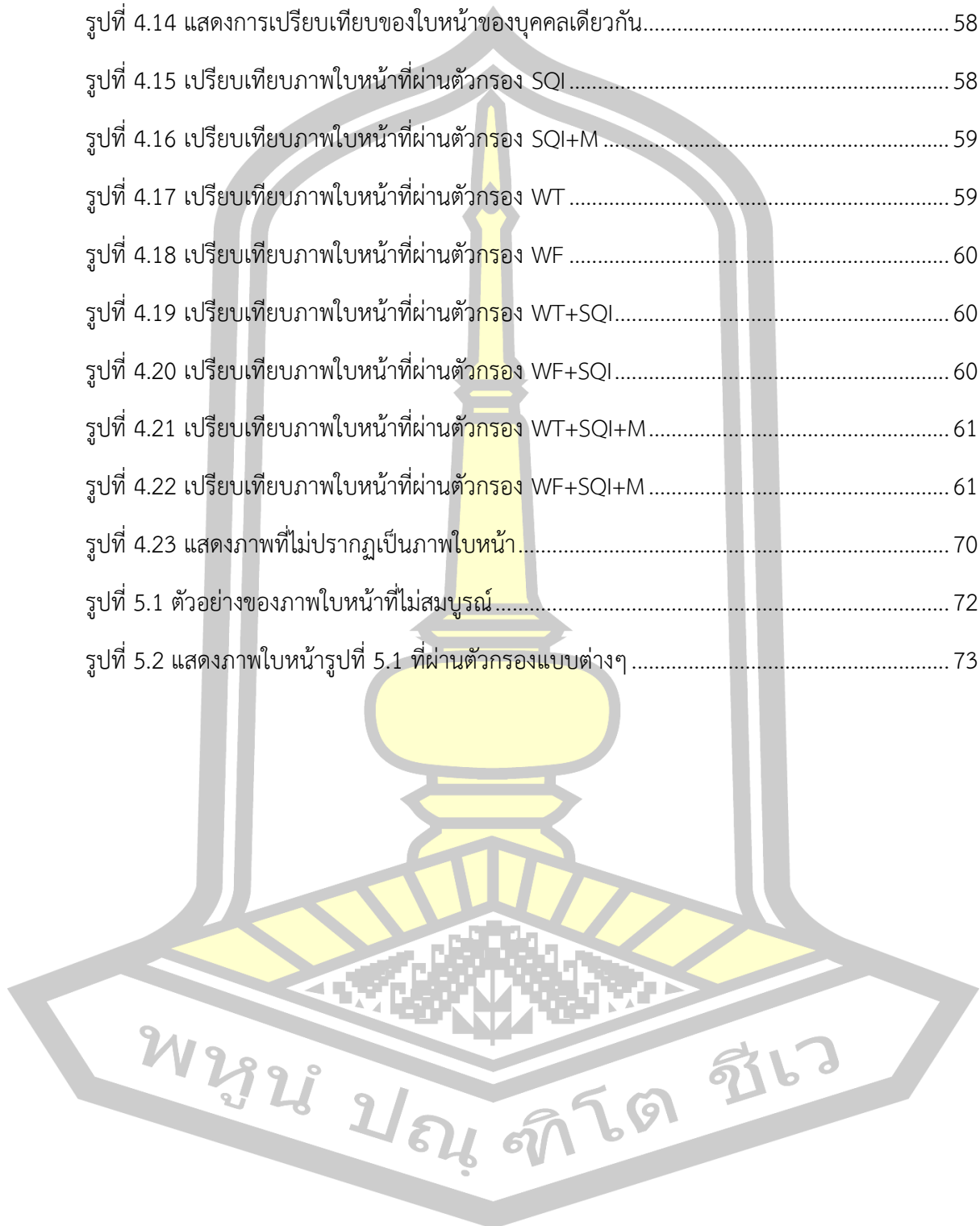
สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง พิกเซล ของภาพสี(RGB).....	3
รูปที่ 2.2 แสดงโทนสีของภาพระดับสีเทา.....	4
รูปที่ 2.3แสดงภาพระดับสีที่เป็นภาพดั้งเดิม(a) และ ภาพที่ถูกทำเป็นภาพระดับสีเทา(b).....	4
รูปที่ 2.4 ผลของการ Threshold แปลงภาพระดับสีเทา (a) ให้เป็นภาพแบบเลขฐาน 2 (b).....	5
รูปที่ 2.5 แสดงภาพต้นฉบับ (a) และภาพที่ผ่านตัวกรองแบบ โฮโมมอร์ฟิก (b).....	5
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการทำงานของ LBP (2).....	6
รูปที่ 2.7 แสดงการทำ convolution.....	7
รูปที่ 2.8 แสดงการเลื่อนเทมเพลตไปทางขวา 1 ช่อง.....	7
รูปที่ 2.9 แสดงการเลื่อนเทมเพลตจนถึงขอบภาพ.....	8
รูปที่ 2.10 แสดงการเลื่อนเทมเพลตลงไป 1 ช่อง.....	8
รูปที่ 2.11 แสดงผลลัพธ์หลังจากที่ทำการ convolution.....	8
รูปที่ 2.12 แสดงรูปภาพต้นฉบับ(ก)และภาพที่ผ่านตัวกรองSQR(ข).....	9
รูปที่ 2.13 แสดงการแยกองค์ประกอบของ DWT.....	15
รูปที่ 2.14 แสดงขั้นตอนในการแปลงเวฟเล็ตกลับ.....	11
รูปที่ 2.15 แสดงรูปภาพต้นฉบับ(ก)และภาพที่ผ่านตัวกรองDWT(ข).....	12
รูปที่ 2.16 แสดงรูปภาพต้นฉบับ(ก)และภาพที่ผ่านตัวกรอง Weber Face.....	13
รูปที่ 2.17 แสดงการทำงานของ Mean filter.....	13
รูปที่ 2.18 แสดงการเลื่อนตำแหน่งไปด้านข้าง 1 พิกเซล.....	14
รูปที่ 2.19 แสดงรูปภาพต้นฉบับ(ก)และภาพที่ผ่านตัวกรอง Mean filter(ข).....	14
รูปที่ 2.20 แสดงการจัดกลุ่มของ K-NN.....	15
รูปที่ 2.21 แสดงระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด (11).....	16
รูปที่ 2.22 Confusion Matrix.....	17

รูปที่ 2.23 (ก) ใบหน้าปกติ (ข) Close (ค) Open (3).....	19
รูปที่ 2.24 (a) Close ที่ผ่านการ MQI (b) Open ที่ผ่านการ MQI (3).....	19
รูปที่ 2.25 แสดง Template ขนาดต่างๆ (3).....	19
รูปที่ 2.26 ใบหน้าจากฐานข้อมูล Yale face database B (3).....	20
รูปที่ 2.27 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 32 พิกเซล (3)	20
รูปที่ 2.28 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 50 พิกเซล (3)	21
รูปที่ 2.29 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 80 พิกเซล (3)	21
รูปที่ 2.30 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 100 พิกเซล (3)	21
รูปที่ 2.31 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 140 พิกเซล (3)	21
รูปที่ 2.32 แสดงผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 180 พิกเซล (3)	21
รูปที่ 2.33 ใบหน้าแบบดั้งเดิม (a) และใบหน้าที่ผ่าน DMQI (b) (1)	22
รูปที่ 2.34 แสดงขั้นตอนการทดลองงานวิจัยของ Hong และคณะ (1)	23
รูปที่ 2.35 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปใบหน้าที่ผ่านการประมวล DMQI และ DMQI-LBP (1).....	24
รูปที่ 2.36 แสดงกราฟผลการทดลองงานวิจัยของ Hong และคณะ (1).....	24
รูปที่ 2.37 แสดงใบหน้าที่ต้นฉบับ (ซ้าย) และใบหน้าที่ถูกขจัดผลการทบของเงา (ขวา) (2).....	25
รูปที่ 2.38 แสดงกระบวนการวิจัยในงานวิจัยของ Jung และคณะ(3).....	26
รูปที่ 2.39 แสดงขั้นตอนงานวิจัยในงานของ Wang และคณะ(4)	27
รูปที่ 2.40 แสดงภาพดั้งเดิม (a) ภาพที่ผ่านตัวกรอง HF (b) และภาพที่ผ่าน LBP (c)(5).....	28
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในงานวิจัยนี้	30
รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของแสงที่ตกกระทบใบหน้าในองศาต่างๆ	31
รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 0° ถึง 10°.....	32
รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 15° ถึง 25°.....	33
รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 35° ถึง 60°.....	33

รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 70° ถึง 95°.....	34
รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 110° ถึง 130°	34
รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างของใบหน้าใน Yale B dataset.....	35
รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของวิธีการ SQI.....	35
รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของวิธีการ SQI+MF.....	36
รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของวิธีการ WT.....	37
รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของวิธีการ WF.....	38
รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของวิธีการ WT+SQI.....	39
รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของวิธีการ WF+SQI.....	40
รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานของวิธีการ WT+SQI+MF	40
รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของวิธีการ WF+SQI+MF	41
รูปที่ 3.17 แสดงขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะ.....	41
รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB01 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้.....	45
รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB02 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้.....	46
รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB03 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้.....	47
รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB27 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้.....	48
รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB28 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้.....	49
รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ชุดทดสอบที่ 1.....	52
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบภาพที่ได้จากชุดฝึกสอนและชุดทดสอบที่ 1.....	53
รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ชุดทดสอบที่ 4.....	54
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบภาพที่ได้จากชุดฝึกสอนและชุดทดสอบที่ 4.....	54
รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบภาพที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ในชุดทดสอบที่ 4.....	55
รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่างของจุดตัดระหว่างแสงและเงา	56
รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่จำแนกผิดส่วนใหญ่ในงานวิจัย.....	56

รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่จำแนกผิดที่ผ่านตัวกรองในงานวิจัยนี้	57
รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบของใบหน้าของบุคคลเดียวกัน.....	58
รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง SQI	58
รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง SQI+M	59
รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WT	59
รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WF	60
รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WT+SQI.....	60
รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WF+SQI.....	60
รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WT+SQI+M.....	61
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WF+SQI+M	61
รูปที่ 4.23 แสดงภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า.....	70
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของภาพใบหน้าที่ไม่สมบูรณ์.....	72
รูปที่ 5.2 แสดงภาพใบหน้าที่รูปที่ 5.1 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆ	73



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพในการรู้จำภาพใบหน้า.....	50
ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพทางด้านเวลา.....	51
ตารางที่ 3 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 1 15°-25°ตั้งแต่หมายเลข 1ถึง19.....	61
ตารางที่ 4 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 1 15°-25°ตั้งแต่หมายเลข 20ถึง38....	62
ตารางที่ 5 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 2 35°-60°ตั้งแต่หมายเลข 1ถึง19.....	63
ตารางที่ 6 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 2 35°-60°ตั้งแต่หมายเลข 20ถึง38....	64
ตารางที่ 7 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 3 70°-95°ตั้งแต่หมายเลข 1ถึง19.....	65
ตารางที่ 8 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 3 70°-95°ตั้งแต่หมายเลข 20ถึง38....	66
ตารางที่ 9 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 4 100°ขึ้นไปตั้งแต่หมายเลข1ถึง19....	67
ตารางที่ 10 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 4 100°ขึ้นไปตั้งแต่หมายเลข 20ถึง38	68



บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การประมวลผลภาพ (image processing) เป็นงานที่มีเป้าหมายให้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพต่างๆ อย่างอัตโนมัติ เช่น การจำแนก เป็นต้น เพื่อที่จะนำสารสนเทศที่ได้นั้นไปใช้ประโยชน์ ซึ่งยังรวมถึงการจำแนกบุคคลในภาพใบหน้า โดยวิธีการคือการเทียบคุณลักษณะของภาพใบหน้ากับภาพใบหน้าที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเรียกรวมกันว่า การรู้จำใบหน้า (face recognition) ในปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการในการรู้จำใบหน้าอย่างหลากหลาย ในการช่วยระบุตัวตนของบุคคลผู้เป็นเจ้าของใบหน้า เพื่อนำไปใช้ระบุตัวตนแทนพาสเวิร์ด ปัญหาที่พบในการประมวลผลภาพที่มีผลต่อประสิทธิภาพ คือ แสง และ เงา จึงได้มีการพัฒนาด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพเรียกกระบวนการนี้ว่าการ normalization เพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีเป้าหมายในการขจัดผลกระทบของแสงและเงาที่เกิดขึ้นบนภาพใบหน้าซึ่งจะมีผลทำให้ภาพใบหน้าถูกบิดเบือนไปบางส่วน ทำให้เกิดภาพใบหน้าที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งวิธีการต่างๆ ที่ได้มีการนำเสนอมาหลากหลาย เช่น Homomorphic filter [6], Local Binary Pattern (LBP) [7], Mean filter [8], Self quotient image [2], Weber Face [9], Discrete Wavelet Transform [10], เป็นต้น ในงานวิจัยฉบับนี้เสนอ วิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพสำหรับการจำแนกภาพใบหน้าที่ถูกรบกวนจากแสงโดยวิธีผสมผสาน ระหว่างวิธี Self quotient image, Mean filter, Weber face และ Wavelet Transform โดยทำการผสมผสานทั้งหมด 8 วิธี และภาพใบหน้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นภาพจากชุดข้อมูล Yale B Database ซึ่งประกอบไปด้วยใบหน้าของบุคคลทั้งสิ้น 38 คน และภาพใบหน้าของแต่ละคนนั้นอยู่ในมุมที่แสงตกกระทบแตกต่างกัน 64 แบบ โดยในการทดลองครั้งนี้จะใช้เฉพาะภาพในส่วนที่เป็นภาพใบหน้านิ่ง ไม่แสดงลักษณะทางอารมณ์เช่น หัวเราะ หรือยิ้ม เป็นต้น และเป็นภาพใบหน้าตรงกล่าวคือภาพใบหน้านั้นจะไม่หันไปทางซ้ายหรือขวา และไม่เงยหน้าและไม่ก้มหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าได้ที่ได้ผลกระทบของแสงแบบผสมผสานที่มีประสิทธิภาพ

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเพื่อหากระบวนการในการในการจัดผลกระทบบของสภาวะแสงที่ไม่คงที่เพื่อที่จะทำให้ใบหน้าที่ได้นั้นสมบูรณ์และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการรู้จำใบหน้าได้ในลำดับต่อไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ทาวิธีการในการจัดผลกระทบบของสภาวะแสงที่ไม่คงที่เพื่อให้ได้ภาพของใบหน้าที่สมบูรณ์

1.4.2 ภาพใบหน้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นภาพเฉดเทาและเป็นภาพหน้าตรงที่อยู่ในสภาวะของแสงที่ไม่คงที่ ซึ่งประกอบไปด้วยใบหน้าของคน 38 คน ซึ่งแต่ละคนประกอบไปด้วยภาพใบหน้าที่อยู่ใน สภาวะของแสงที่ไม่คงที่บุคคลละ 64 ภาพ จาก Yale B Face Database

1.4.3 การวัดประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้จะใช้การหาค่า accuracy ในการวัดประสิทธิภาพ

1.4.4 การสกัดคุณลักษณะของภาพใบหน้าจะใช้วิธีการหาค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ (Histogram of Oriented Gradient)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ภาพใบหน้าในสภาวะแสงที่ไม่คงที่คือ ภาพใบหน้าที่ถูกเงาบดบังไปบางส่วนหรือทั้งหมดทำให้องค์ประกอบของใบหน้านั้นไม่ครบถ้วน เช่น ถ้าภาพใบหน้าอยู่ในบริเวณที่มีแสงน้อย จะทำให้เกิดเงาขึ้นบนภาพใบหน้า และเงาที่เกิดขึ้นนี้อาจบดบังส่วนประกอบของใบหน้า เช่นดวงตา ปาก จมูก ทำให้มองไม่เห็นบนภาพหรือมองเห็นได้ไม่ชัดเจน ทำให้การสกัดคุณลักษณะของภาพใบหน้าประเภทนี้มีความแม่นยำที่ลดลง

1.5.2 การปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า เป็นการนำภาพใบหน้าที่ได้รับผลกระทบบของแสงและเงาไปผ่านตัวกรองโบบแบบต่างๆเพื่อที่จะทำให้ภาพใบหน้านั้นแสดงส่วนต่างๆของใบหน้าเช่น ตา จมูก ปาก เป็นต้น ได้อย่างชัดเจน

บทที่ 2

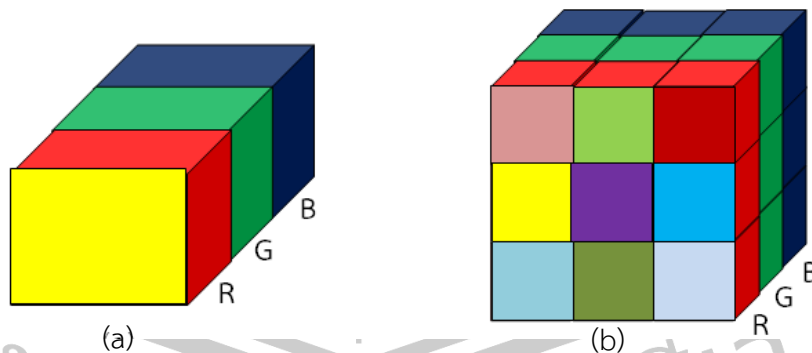
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งใช้ในงานประมวลผลภาพ โดยจะนำเสนอเกี่ยวกับข้อมูลของภาพเบื้องต้น การทำ convolution ทฤษฎีเกี่ยวกับ ตัวกรองที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบต่างๆ ที่ได้มีการใช้ในปัจจุบัน อีกทั้งยังได้มีการนำเสนอวิธีการที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลและการวัดประสิทธิภาพ ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ได้มีการนำเสนองานวิจัยที่ใช้ในการรู้จำภาพใบหน้าที่อยู่ในสภาวะของแสงที่ไม่คงที่ โดยแต่ละงานวิจัยได้เสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าในแบบต่างๆ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ภาพสีระดับ (RGB) และภาพระดับสีเทา (Grayscale) [11]

ภาพระดับสี(RGB) คือ ภาพที่แต่ละพิกเซล(Pixels) ประกอบไปด้วยสี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสี น้ำเงิน ซึ่งสีแต่ละสีมีค่าตั้งแต่ 0-255 โดยที่ 1 พิกเซล จะมีสี 3 สีนี้รวมกันอยู่ทำให้เกิดเป็นสี ใหม่ขึ้นมา ดังแสดงรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง พิกเซล ของภาพสี(RGB)

จากรูปที่ 2.1 (a) จะแสดงพิกเซลของภาพสี ที่ประกอบไปด้วย R G B เรียงต่อกันซึ่งเมื่อนำค่าของ R G B มารวมกันแล้วจะได้สีใหม่ที่ไม่ใช่แม่สีทั้ง 3 และเมื่อนำพิกเซลเหล่านั้นมารวมกันก็จะเกิดเป็นภาพสีขึ้นมาในรูปที่ 2.1(b)ภาพระดับสีเทา(Grayscale) คือ ภาพที่แต่ละ พิกเซล ประกอบไปด้วยสีเดียว มีค่าตั้งแต่ 0-256 ซึ่งโทนสีนั้นจะอยู่ในโทนสีขาวดำ แต่ไม่ใช่ภาพขาวดำ แสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แสดงโทนสีของภาพระดับสีเทา

จากรูปที่ 2.2 จะเป็นการไล่ระดับความอ่อนแก่ของสีซึ่งอยู่ระหว่างสีขาวและสีดำโดยที่ค่า แต่ละพิกเซลของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ในรูประดับ สีเทา ซึ่งงานประมวลผลภาพส่วนใหญ่จะนิยมเปลี่ยนภาพจากระบบสีเป็นภาพระดับสีเทาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายขึ้นโดยวิธีการเปลี่ยนจากภาพระดับสีไปเป็น ภาพระดับสีเทาสีเทาสามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สมการในการเปลี่ยนดังนี้

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (2.1)$$

โดย Y แทน ค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซลที่ต้องการหา

R แทนค่าสีแดง ณ จุดที่ต้องการหา

G แทนค่าสีเขียว ณ จุดที่ต้องการหา

B แทนค่าสีน้ำเงิน ณ จุดที่ต้องการหา

ซึ่งภาพระดับสีที่ผ่านกระบวนการนี้แล้วจะกลายเป็นภาพระดับสีเทา



(a)



(b)

รูปที่ 2.3 แสดงภาพระดับสีที่เป็นภาพดั้งเดิม(a) และ ภาพที่ถูกทำเป็นภาพระดับสีเทา(b)

วิธีการ Threshold เป็นการแปลงภาพระบบสีเทา ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 255 ให้เป็นภาพที่มีค่าเพียงสองระดับ ซึ่งก็คือ 0 และ 1 โดยจะทำการกำหนดเงื่อนไขว่า ถ้าความเข้มแสงของจุดภาพใด

มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนด จะให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 0 หรือก็คือเป็นสีดำ แต่ถ้าหาก จุดภาพใดมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดก็จะให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 1 หรือเป็น สีขาว แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ผลของการ Threshold แปลงภาพระดับสีเทา (a) ให้เป็นภาพแบบเลขฐาน 2 (b)

2.1.2 ตัวกรองแบบโฮโมมอร์ฟิก (Homomorphic Filtering)

ถูกนำเสนอในงานวิจัยของ Tretiak และ Eisenstein [1] ซึ่งเป็นตัวกรองที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยจะทำการเพิ่มความสว่างของภาพและความคมชัด ซึ่งมีประโยชน์ในการขจัดสัญญาณรบกวนของภาพโดยที่จะลดทอนค่าความถี่ต่ำซึ่งจะทำให้ภาพมีความสว่างและคมชัดมากขึ้น แสดงในรูปที่ 2.5

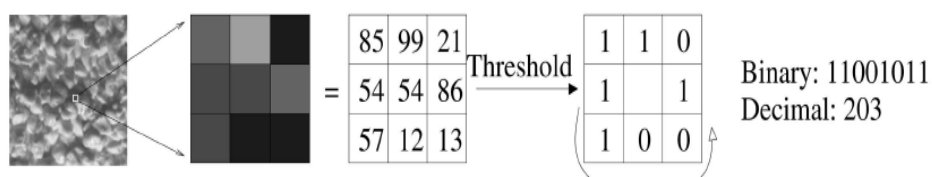


รูปที่ 2.5 แสดงภาพต้นฉบับ (a) และภาพที่ผ่านตัวกรองแบบ โฮโมมอร์ฟิก (b)

จากรูปที่ 2.5 จะพบว่าตัวกรองแบบ โฮโมมอร์ฟิกนั้นลดความถี่ต่ำของภาพลงทำให้ภาพสว่างมากขึ้นและคมชัดมากขึ้น

2.1.3 Local Binary Patterns (LBP)

Local Binary Patterns ถูกนำเสนอโดย Timo และ คณะ [2] ซึ่งการทำ Local Binary Patterns คือการสร้าง mask ขนาด 3*3 ซึ่งจะนำไปสแกน บนภาพใบหน้า โดยจะเทียบค่าที่อยู่ตรงกลางของ mask กับค่าพิกเซลที่อยู่รอบๆ แบบวนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งถ้าหากค่าของพิกเซลที่เทียบกับค่ากลางแล้ว มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ จะกลายเป็น 1 ถ้าน้อยกว่าจะกลายเป็น 0 ซึ่งเมื่อเทียบค่าพิกเซลที่อยู่ตรงกลางของ mask กับค่าที่อยู่รอบๆจนหมดแล้ว จะนำเลขฐาน2 ที่ได้นั้นมาเรียงกันเป็นเลขฐาน 2 และจะแปลงกลับเป็นเลขฐาน 10 ซึ่งจะไปแทนค่ากับพิกเซลที่อยู่ตรงกลางของ mask ซึ่ง mask นี้จะทำการสแกนไปทั้งรูปภาพโดยเลื่อนไปที่ละ 1 ตัวอย่างการทำ Local Binary Patterns แสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการทำงานของ LBP [2]

2.1.4 การกรองโดยวิธีการ Convolution

การทำ convolution [12] เป็นการทำการกำจัดสัญญาณรบกวนเพื่อเน้นคุณสมบัติบางอย่างที่ต้องการในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในขณะที่จะทำการลดทอนคุณสมบัติที่ไม่ต้องการลง ซึ่งมีวิธีการทำงานคือ การคอนโวลูชันจะทำการสร้างเทมเพลต (template) กับภาพ ซึ่ง เทมเพลตนี้คือเมตริกซ์ขนาด $n \times m$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปซ้อนทับภาพที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาผลลัพธ์ ซึ่งถ้าหากกำหนดให้เทมเพลต $T(x,y)$ เป็นเทมเพลตขนาด $n \times m$ และภาพ $I(X,Y)$ มีขนาด $N \times M$ การ convolution ระหว่างเทมเพลต กับ ภาพ สามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$I'(X,Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i,j) \cdot I(X+i,Y+j) \quad (2.2)$$

จากสมการที่ (1) ขั้นตอนการ convolution ประกอบด้วย การเลื่อน คูณ และบวก สามารถใช้การ convolution ในการประมวลผลภาพได้ในหลายลักษณะ เช่น การกรองสัญญาณภาพ การหาขอบภาพ หรือ การหารูปร่างของวัตถุในภาพ โดยทั่วไปในการ convolution จะต้องไม่ทำให้เทมเพลตเลื่อนออกนอกขอบเขตของภาพ แสดงตัวอย่างการ convolution ในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการทำ convolution

จากรูปที่ 2.8 แสดงการทำ convolution โดยการใช้เทมเพลตคูณเข้ากับภาพ ซึ่งทำให้ภาพบริเวณที่แรเงา มีค่าเท่ากับ $(1*5)+(0*1)+(0*7)+(0*2)+(1*3)+(0*3)+(0*0)+(0*0)+(1*1) = 9$ ซึ่งเมื่อได้ผลลัพธ์ดังกล่าวแล้ว จะทำการเคลื่อนที่เทมเพลตไปทางซ้าย 1 ช่องเพื่อทำการ convolution เมื่อเทมเพลตเคลื่อนที่ไปจนสุดขอบของภาพ ก็จะกลับมามีที่แถวแรกโดยจะเคลื่อนที่ลงไป 1 ช่อง จากนั้นก็จะทำตามกระบวนการเดิมไปจนครบทั่วทั้งภาพ แสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการเลื่อนเทมเพลตไปทางขวา 1 ช่อง

จากรูปที่ 2.9 หลังจากที่ทำกร convolution ในรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการ เคลื่อนที่ ไปทางขวาอีก 1 ช่องและจะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆจนถึงขอบภาพ จากนั้นจะทำการเริ่มต้นใหม่ โดยจะ เลื่อนเทมเพลตลงทางด้านล่างอีก 1 ช่อง แสดงในรูปที่ 2.9 และ 2.10

ภาพเริ่มต้น

5	1	7	1	3	5
2	3	3	4	9	6
0	0	1	2	4	0
0	2	7	2	0	0
1	8	8	0	0	0
2	8	3	6	7	8

ภาพเริ่มต้น

เทมเพลต		
1	0	0
0	1	0
0	0	1

*

ผลลัพธ์			
9	6	15	10

=

รูปที่ 2.9 แสดงการเลื่อนเทมเพลตจนถึงขอบภาพ

ภาพเริ่มต้น

5	1	7	1	3	5
2	3	3	4	9	6
0	0	1	2	4	0
0	2	7	2	0	0
1	8	8	0	0	0
2	8	3	6	7	8

ภาพเริ่มต้น

เทมเพลต		
1	0	0
0	1	0
0	0	1

*

ผลลัพธ์			
9	6	15	10
9			

=

รูปที่ 2.10 แสดงการเลื่อนเทมเพลตลงไป 1 ช่อง

หลังจากที่ทำกร convolution แล้วผลลัพธ์ที่ได้ก็คือภาพใหม่ซึ่งจะมีขนาดเล็กลง แสดงใน

รูปที่ 2.11

ภาพเริ่มต้น

5	1	7	1	3	5
2	3	3	4	9	6
0	0	1	2	4	0
0	2	7	2	0	0
1	8	8	0	0	0
2	8	3	6	7	8

ภาพเริ่มต้น

เทมเพลต		
1	0	0
0	1	0
0	0	1

*

ผลลัพธ์			
9	6	15	10
9	6	5	8
10	7	3	2
11	16	14	10

=

รูปที่ 2.11 แสดงผลลัพธ์หลังจากที่ทำกร convolution

2.1.4 Self Quotient Image

Self Quotient Image [2] เป็นวิธีการที่พัฒนามาจากวิธีการที่เรียกว่าภาพผลหาร (Quotient Image) โดยวิธีการเดิมนั้น จะใช้ภาพที่ต้องการจะปรับปรุงคุณภาพ มาหารกับภาพเดียวกับภาพนั้นทุกภาพที่คล้ายกัน มีข้อดีคือภาพที่ได้นั้นจะถูกขจัดสิ่งรบกวนออกไป แต่มีข้อเสียที่จำเป็นจะต้องมีภาพใบหน้าแบบเดียวกับภาพที่ต้องการจะปรับปรุงหลายภาพ ดังนั้น จึงได้มีการคิดค้นวิธี Self Quotient Image ขึ้นมา โดยวิธีนี้จะใช้ภาพที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพนั้นมาหารกับภาพเดียวกันที่ผ่านตัวกรองมาแล้ว โดยแสดงในสมการที่ 2.3

$$SQI_{(x,y)} = \frac{I(x,y)}{F * I(x,y)} \quad (2.3)$$

โดยที่ SQI คือภาพผลหารด้วยตัวเอง

$I(x,y)$ คือภาพต้นฉบับ

F คือตัวกรอง

จากสมการที่ 2.3 ภาพใบหน้าที่ผ่านกระบวนการกรองนี้จะแสดงในรูปที่ 2.12 ซึ่งจากภาพจะพบว่าภาพใบหน้านั้นได้ถูกขจัดส่วนที่เป็นการรบกวนของแสงและเงาแล้ว จะกลายเป็นภาพใบหน้าที่มีลักษณะของใบหน้าส่วนใหญ่ เช่น ดวงตา จมูก และปาก แสดงอย่างชัดเจน



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.12 แสดงรูปภาพต้นฉบับ (ก) และ ภาพที่ผ่านตัวกรอง SQI (ข)

2.1.5 Discrete Wavelet Transform

Discrete Wavelet Transform [10] (DWT) เป็นวิธีการในการแปลงสัญญาณของภาพ โดยการนำภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองทั้งตัวกรองความถี่ต่ำ(LL) และ ตัวกรองความถี่สูง(HH) แยกออกเป็นแบนด์ย่อย(Subband Decomposition) เพื่อแยกองค์ประกอบสัญญาณออกเป็นส่วนที่มีความถี่ต่ำ

และส่วนที่มีความถี่สูง โดยจะทำการใช้ตัวกรองในแนวนอน จากนั้นจะใช้ตัวกรองในแนวตั้งซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 แบนด์ย่อย cA , cH , cV และ cD คือค่าสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต ซึ่งทุกๆแบนด์ย่อยภาพจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในมุมมองต่างๆ ได้แก่ แนวตั้ง แนวนอน และแนวทแยง ซึ่งขั้นตอนการทำงานของ Discrete Wavelet Transform แสดงในรูปที่ 2.13 และแสดงสมการในสมการที่ 2.4 และ 2.5 จากนั้นแสดงตัวอย่างภาพใบหน้าผ่านตัวกรอง Wavelet Transform ในรูปที่ 2.15

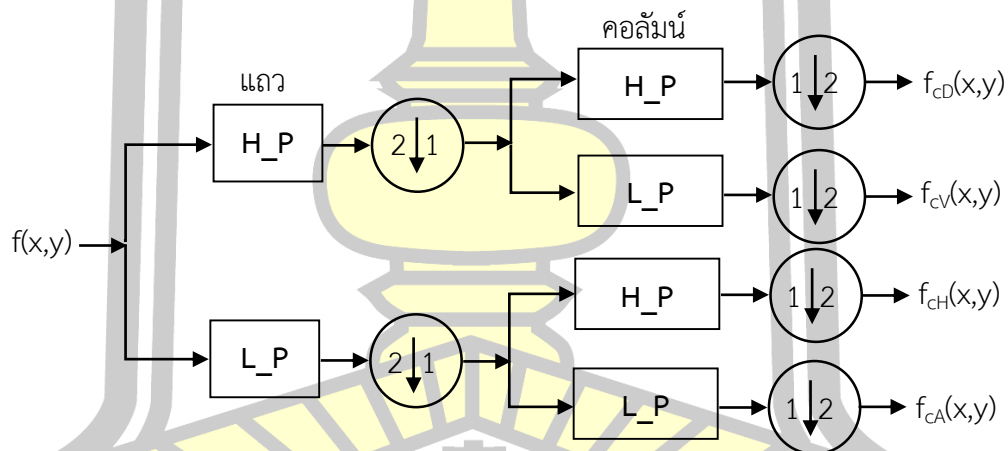
$$w_\varphi(j_0, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varphi_{j_0, m, n}(x, y) \quad (2.4)$$

$$w_\psi(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \psi_{j, m, n}^i(x, y) \quad (2.5)$$

โดยที่ $i = H, V, D$

$w_\varphi(j_0, m, n)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์โดยประมาณของ $f(x,y)$ ที่สเกล j_0

$w_\psi(j, m, n)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ใน i แนวนอน,แนวตั้ง,และแนวทแยง โดยที่ สเกล $j > j_0$



เป็นการลดข้อมูลตามแถวลงครึ่งหนึ่ง



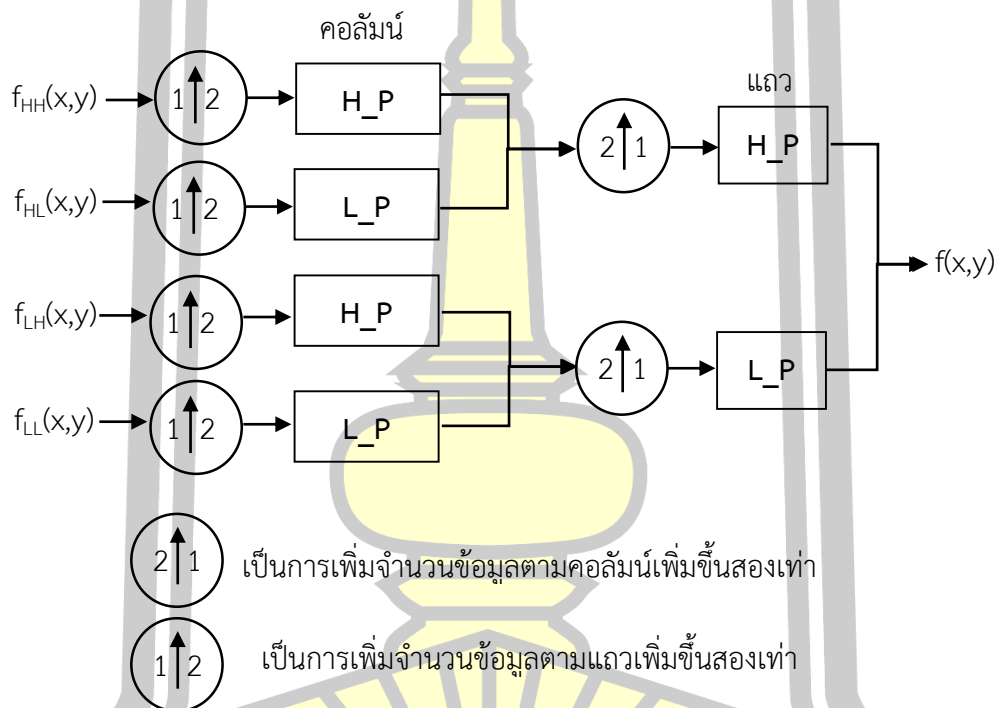
เป็นการลดข้อมูลตามคอลัมน์ลงครึ่งหนึ่ง

รูปที่ 2.13 แสดงการแยกองค์ประกอบของ DWT

จากรูปที่ 2.13 $f(x,y)$ คือภาพต้นฉบับ H_P คือ ตัวกรองความถี่สูง L_P คือตัวกรองความถี่ต่ำ ส่วน $f_{cA}(x,y)$ $f_{cH}(x,y)$ $f_{cV}(x,y)$ และ $f_{cD}(x,y)$ คือค่าสัมประสิทธิ์ของ Wavelet โดยภาพที่ผ่าน

กระบวนการนี้จะถูกลดขนาดของข้อมูลลงครึ่งหนึ่ง ทั้งในส่วนของแถวและคอลัมน์ และมีวิธีที่สามารถทำการแปลงกลับโดยการใช้ Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT) โดยจะทำการเพิ่มจำนวนของข้อมูลในส่วนของแถวและคอลัมน์เป็น 2 เท่า แสดงในสมการที่ 2.6 และแสดงขั้นตอนในรูปที่ 2.14

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_m \sum_n w_\varphi(j_0, m, n) \varphi_{j_0, m, n}(x, y) \dots + \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{i=H,V,D} \sum_{j=j_0}^{\infty} \sum_m \sum_n w_\psi(j, m, n) \psi_{j, m, n}^i(x, y) \quad (2.6)$$



รูปที่ 2.14 แสดงขั้นตอนในการแปลงเวฟเล็ตกลับ



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.15 แสดงรูปภาพต้นฉบับ (ก) และภาพที่ผ่านตัวกรองDWT (ข)

2.1.6 Weber face

Weber face [9] วิธีการนี้เป็นการคำนวณค่าพิกเซลที่อยู่ตรงกลางของตัวกรองกับพิกเซลที่อยู่รอบข้างทั้งหมด โดยใช้สมการที่ 2.7 ซึ่งจะใช้สมการนี้ในการคำนวณค่าพิกเซลที่อยู่ตรงกลางกับพิกเซลที่อยู่รอบข้างทั้งหมด

$$W(x, y) = \arctan \left(\alpha \sum_{i,j} \frac{I(x_i, y_j) - I(x, y)}{I(x, y)} \right) \quad (2.7)$$

โดยที่ α คือ ค่าสเกลาร์

$I(x, y)$ คือค่าพิกเซลที่อยู่ตรงกลางสำหรับใช้คำนวณในกับพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียง

$I(x_i, y_j)$ คือค่าพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงกับพิกเซลที่อยู่ตรงกลาง

จากสมการ วิธีการนี้จะสร้างแพมเพลตขนาด 3×3 และจะเริ่มคำนวณจากค่าพิกเซลที่อยู่ตรงกลาง จากนั้นจะแทนค่าพิกเซลในตำแหน่งที่ 1,1 เข้าไปเป็นตำแหน่งแรกจากนั้นจะนำค่าใหม่ที่คำนวณได้ไปแทนที่ตำแหน่งเดิม และจะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบทั้ง 8 ค่าที่อยู่โดยรอบ แล้วจะทำการเลื่อนไป 1 พิกเซลเพื่อเปลี่ยนไปคำนวณในตำแหน่งถัดไปจนกว่าจะครบทั่วทั้งภาพ ซึ่งภาพที่ผ่านกระบวนการนี้จะแสดงในรูปที่ 2.16



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.16 แสดงรูปภาพต้นฉบับ (ก) และภาพที่ผ่านตัวกรอง Weber Face (ข)

2.1.7 Mean filter

Mean filter [8] เป็นตัวกรองค่าเฉลี่ยโดยการเฉลี่ยค่าพิกเซลของภาพให้มีค่าใกล้เคียงกัน ตัวอย่างในการทำงานค่าเฉลี่ยแสดงในรูปที่ 3.16 โดยจะสร้างแพมเพลตขนาด 3×3 ซึ่งมีค่าในนั้น

เท่ากับ 1 ทั้งหมดจากนั้นจะนำไปทำการ convolution กับภาพ แล้วจะหารด้วยจำนวนช่องของเทมเพลต ซึ่งถ้าหากกำหนดเทมเพลตเท่ากับ 3×3 เมื่อได้ค่าทั้งหมดแล้ว จะต้องหารด้วย 9 แล้วจะนำค่านั้นไปแทนที่ในตำแหน่งที่อยู่ตรงกลางของเทมเพลต จากนั้นจะเลื่อนไปด้านขวาอีก 1 พิกเซลและกระทำเช่นเดิมไปเรื่อยๆ เมื่อเลื่อนไปจนสุดขอบแล้ว ก็จะเลื่อนลงมา 1 พิกเซล แล้วกระทำเช่นเดิมไปเรื่อยๆ จนกว่าจะหมดทั้งภาพ

$$\frac{1}{9} * \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 & 11 & 9 & 3 \\ 4 & 8 & 7 & 5 & 1 & 3 \\ 4 & 1 & 9 & 6 & 2 & 5 \\ 12 & 15 & 23 & 4 & 37 & 6 \\ 25 & 8 & 18 & 29 & 3 & 4 \\ 6 & 7 & 17 & 9 & 6 & 19 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.3 & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.17 แสดงการทำงานของ Mean filter

จากรูปที่ 2.17 ผลลัพธ์ 5.3 มาจาก ตัวเลขที่ convolution กับ เทมเพลต แล้วหารด้วยจำนวนช่อง จะได้ $((2*1)+(5*1)+(8*1)+(4*1)+(8*1)+(7*1)+(4*1)+(1*1)+(9*1))/9 = 5.3$ ซึ่งเมื่อได้คำตอบแล้วก็จะเลื่อนเทมเพลตไปกระทำยังตำแหน่งถัดไป 1 พิกเซล แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.17

$$\frac{1}{9} * \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 & 11 & 9 & 3 \\ 4 & 8 & 7 & 5 & 1 & 3 \\ 4 & 1 & 9 & 6 & 2 & 5 \\ 12 & 15 & 23 & 4 & 37 & 6 \\ 25 & 8 & 18 & 29 & 3 & 4 \\ 6 & 7 & 17 & 9 & 6 & 19 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.3 & 6.6 & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.18 แสดงการเลื่อนตำแหน่งไปด้านข้าง 1 พิกเซล

จากรูปที่ 2.18 เมื่อเลื่อนไปจนสุดขอบของรูปภาพแล้ว จะทำการกลับมาที่ตำแหน่งที่พิกเซลทางซ้ายสุดใหม่ แต่ครั้งนี้จะเลื่อนลง 1 ตำแหน่ง และจะกระทำตาม รูปที่ 2.16 และ 2.17 ไปเรื่อยๆ อีกครั้งจนครบทั้งภาพ ซึ่งภาพที่ได้นั้นจะเป็นภาพเบลอ โดยตัวอย่างภาพแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แสดงรูปภาพต้นฉบับ (ก) และภาพที่ผ่านตัวกรอง Mean filter (ข)

2.1.8 การสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ (Histogram of Oriented Gradients)

Histogram of Oriented Gradients (HOG) [13] เป็นการสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางของเกรเดียนท์ โดยภาพจะถูกแบ่งออกเป็นภาพย่อย (Block) ขนาด $n \times n$ จากนั้นจะคำนวณเพื่อหาค่าเกรเดียนท์ในแนวแกนอน G_x และแนวตั้ง G_y ในทุกตำแหน่งของภาพ (x, y) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.8 และ 2.9

$$G_x = f(x + 1, y) - f(x - 1, y) \quad (2.8)$$

$$G_y = f(x, y + 1) - f(x, y - 1) \quad (2.9)$$

จากสมการที่ 2.8 และ 2.9 $f(x, y)$ คือค่าความสว่าง ณ ตำแหน่ง (x, y) จากนั้นจะคำนวณหาค่าเกรเดียนท์แมกนิจูด (Gradient Magnitude) ด้วยสมการที่ 2.10

$$M(x, y) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2.10)$$

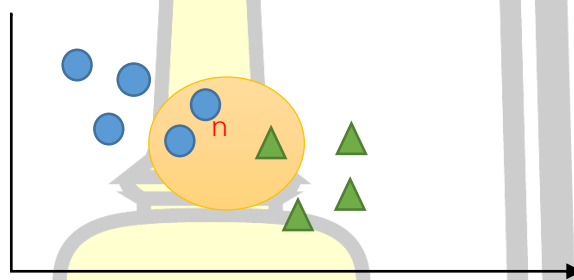
จากนั้นจะสร้างความถี่โดยคำนวณจากค่าความถี่ของค่าทิศทางเกรเดียนท์ที่ปรากฏในแต่ละภาพย่อย โดยค่าทิศทางของเกรเดียนท์จะถูกจัดเก็บลงใน Orientation Bin ตามขนาดที่กำหนดไว้ ซึ่งการคำนวณทิศทางหามุมทิศทางของเกรเดียนท์คำนวณได้จากสมการที่ 2.11

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \frac{G_x}{G_y} \quad (2.11)$$

ในการเก็บค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์จะใช้ภาพย่อยขนาด 3x3 เซล ซึ่งจะประกอบด้วยเซลล์ย่อยทั้งหมด 9 เซลในแต่ละเซลล์จะมีทิศทาง 9 ทิศทาง

2.1.9 การจำแนกประเภทด้วยขั้นตอนเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbour)

K-NN (K-Nearest Neighbour) [5] เป็นวิธีในการจัดกลุ่มของข้อมูล โดยจะกำหนดค่า K ซึ่งก็คือจำนวนของข้อมูลที่อยู่ใกล้กับข้อมูลที่ต้องการจัดกลุ่มโดยการวัดระยะห่างระหว่างข้อมูล ซึ่งจำนวนของข้อมูลที่อยู่ใกล้กับจุดที่เราต้องการจะจัดกลุ่มโดยคิดจากค่า K เช่น หากกำหนด $K = 3$ ข้อมูลที่อยู่ใกล้กับจุดข้อมูลที่ต้องการจะจัดกลุ่มที่มีระยะห่างใกล้ที่สุด 3 ค่า โดยจะดูค่าที่อยู่ใกล้มากที่สุด ซึ่งหมายถึงว่าข้อมูลที่ต้องการจะจัดกลุ่มนั้นเป็นประเภทเดียวกันกับข้อมูลที่อยู่ใกล้ที่สุดนั่นเอง โดยการทำงานของ K-NN นั้นแสดงในรูปที่ 2.20



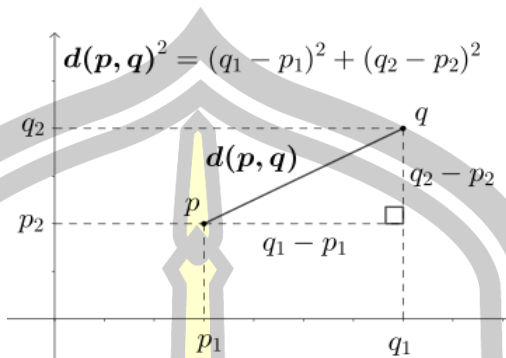
รูปที่ 2.20 แสดงการจัดกลุ่มของ K-NN

จากรูปที่ 2.20 ข้อมูลที่อยู่ใกล้กับ n มากที่สุดมี 3 ตัว คือ วงกลม 2 ตัว และ สามเหลี่ยม 1 ตัว จากข้อมูลที่อยู่ในวงกลมที่เหลืองนั้นแสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่อยู่ใกล้กับ n มากที่สุดนั้นจำนวนของวงกลมมีมากกว่าดังนั้นจึงสรุปได้ว่าข้อมูล n นั้นเป็นข้อมูลแบบเดียวกันกับ วงกลม โดยในการหา ระยะห่างระหว่างข้อมูลนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการที่เรียกว่า Euclidean distance

2.1.10-Euclidean distance

Euclidean distance [14] เป็นการหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด p และ q ถ้า $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ และ $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$ คือจุด 2 จุดใน Euclidean distance ดังนั้นระยะห่าง (d) จาก p ไป q หรือจาก q ไป p จะได้ตามสมการที่ 2.12 และภาพของระยะห่างระหว่างจุด 2 จุดแสดงในรูปที่ 2.21

$$d(p, q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2} \quad (2.12)$$



รูปที่ 2.21 แสดงระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด [14]

จากสมการที่ (2.12) เป็นการหา Euclidean distance แบบ 2 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วยแกน x และ แกน y ซึ่งนิยมใช้ในการหาระยะห่างระหว่างข้อมูลซึ่งมี 2 Attribute แต่ในงานที่ข้อมูลทีหลาย Attribute นั้นจะใช้ Euclidean distance แบบ n มิติ ซึ่งแสดงในสมการที่ 2.13

$$d(p, q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} \quad (2.13)$$

จากสมการที่ (2.13) เป็นการหาระยะห่างระหว่างข้อมูลซึ่งข้อมูลนั้นมีคุณลักษณะหลาย Attribute ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้การหาระยะห่างระหว่างข้อมูลแบบ n มิติ

2.1.11 การวัดประสิทธิภาพ

เมทริกซ์ความสับสน (Confusion matrix) [15] เป็นวิธีการในการวัดประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการทำนายการจำแนกของข้อมูล เปรียบเทียบกับผลเฉลย แสดงในรูปที่ 2.22

		Prediction class	
		Class = Yes	Class = No
Actual Class	Class = Yes	TP	FP
	Class = No	FN	TN

รูปที่ 2.22 Confusion matrix

จากรูปที่ 3 TP(True Positive) คือ จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกว่าเป็นคลาสที่สนใจ FP(False Positive) คือจำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดว่าเป็นคลาสที่สนใจ FN(False Negative) คือจำนวนข้อมูลที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสที่ไม่สนใจ TN(True Negative) คือจำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกมาเป็นคลาสที่ไม่สนใจ

Recall หรือค่าการระลึก คือค่าที่โปรแกรมทำนายได้ว่าจริงมีอัตราส่วนเท่าไรของจริงทั้งหมด คำนวณได้จากสมการที่ 2.14

$$Recall = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2.14)$$

Specificity คือ ค่าที่โปรแกรมทำนายผิด เป็นอัตราส่วนเท่าไรของส่วนที่ทำนายได้จริง คำนวณได้จากสมการที่ 2.15

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FN} \quad (2.15)$$

Precision คือ ค่าที่โปรแกรมทำนายว่าจริงถูกต้องเท่าไร คำนวณได้จากสมการที่ 2.16

$$Precision = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.16)$$

Accuracy คือ ค่าที่บอกว่าการทำนายข้อมูลถูกต้อง และมีค่าความแม่นยำเท่าไร คำนวณได้จากสมการที่ 2.17

$$Accuracy = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (2.17)$$

ในส่วนของตัวกรองในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวกรองทั้งหมด 4 ชนิดได้แก่ Self Quotient Image , Wavelet Normalization , Weber face และ Mean filter โดยจะทำการผสมผสานตัวกรองในแต่ละแบบเข้าด้วยกัน จากนั้นจะทำการวัดประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าในสภาวะแสงที่ไม่คงที่

Juanjuan และ คณะ ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการใหม่ในการรู้จำใบหน้าใน สภาวะที่แสงไม่คงที่ โดยการ Morphological Quotient Image [16] ในการกำจัดผลกระทบที่เกิดจากแสง โดยขั้นแรกพวกเขาได้กำหนดจุด intensity (i,j) ในสมการที่ 2.18

$$I(i,j) = \rho(i,j)l(i,j) \quad (2.18)$$

เมื่อ $\rho(i,j)$ คือค่าความสะท้อนของแสง และ $l(i,j)$ คือจุดในแสง (i,j)

ตามทฤษฎีของ Lambertian ค่า l คือค่าคงที่ของแสงต้นกำเนิดแทนด้วย \hat{s} และพื้นผิวปกติจะแทนด้วย \hat{n} ของภาพใบหน้า แสดงในสมการที่ 2.19

$$l(i,j) = \hat{n}(i,j)\hat{s}(i,j) \quad (2.19)$$

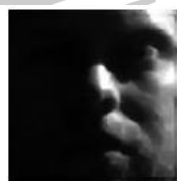
รวมสมการที่ (1) และ (2) เข้าด้วยกันก็จะสามารถกำจัดค่าความสะท้อนของแสงในสภาวะแวดล้อมออกไปได้ ดังนั้นถ้าประมาณค่าของ l ก็จะสามารถแบ่งภาพที่รับเข้ามาโดยการประมาณค่าของ $l(l_{esti})$ ก็จะได้ค่า QI ที่สภาวะแสงที่ไม่คงที่ ในสมการที่ 2.20

$$Q = \frac{\rho l}{l_{esti}} \approx \rho \quad (2.20)$$

ก่อนที่จะนำภาพไปผ่านกระบวนการ MQI ภาพจะถูกนำไปผ่านกระบวนการ Close และ Open ก่อน จากนั้นจะนำภาพที่ได้จากกระบวนการทั้งสองไปผ่านกระบวนการ MQI อีกทีหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ แสดงในรูปที่ 2.23



(ก)



(ข)



(ค)

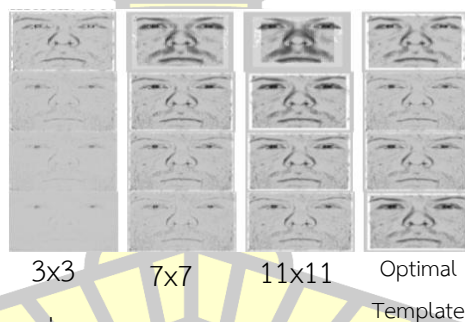
รูปที่ 2.23 (ก) ใบหน้าปกติ (ข) Close (ค) Open (3)

จากรูปที่ 2.23 จะนำ (ข) และ (ค) ไปผ่านกระบวนการ MQI เพื่อให้ได้ภาพใบหน้าที่ถูกขจัดผลกระทบของแสงออกแล้ว แสดงใน รูปที่ 2.24



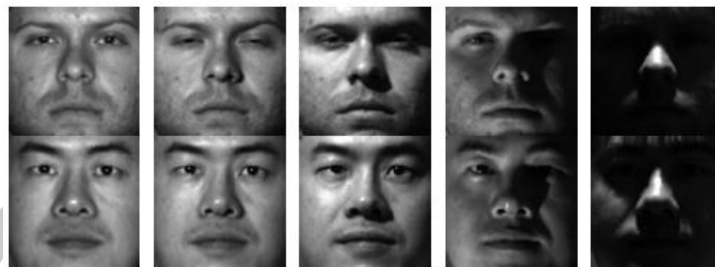
รูปที่ 2.24 (ก) Close ที่ผ่านการ MQI (ข) Open ที่ผ่านการ MQI [3]

จากรูปที่ 2.24 จะเห็นได้ว่า (a) นั้นมีรายละเอียดของใบหน้าชัดเจนกว่าเพราะเป็นผ่านกระบวนการ Closing ทำให้ภาพเชื่อมต่อกันมากขึ้นส่วนรูป (b) นั้นผ่านกระบวนการ Opening ทำให้รายละเอียดขนาดเล็กของภาพถูกกำจัดออกไปทำให้มีบางส่วนของใบหน้าหายไป ดังนั้นจึงเลือก (a) มาใช้งานเพราะยังเห็นส่วนต่างๆของใบหน้าได้ ขั้นตอนต่อไปคือการหา Template ที่เหมาะสมในการสกัดคุณลักษณะของใบหน้าออกมา เพื่อใช้ในการรู้จำใบหน้าในลำดับต่อไป แสดงในรูปที่ 2.25



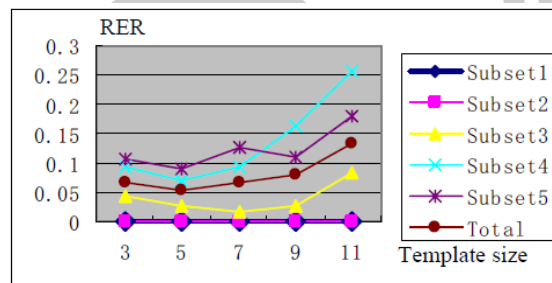
รูปที่ 2.25 แสดง เทมเพลต ขนาดต่างๆ [3]

จากรูปที่ 2.25 นับจากแถวบนลงล่างคือภาพที่มีระยะห่างของดวงตาเท่ากับ 32,80,120 และ 180 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ายิ่ง Template มีขนาดใหญ่ขึ้นรายละเอียดของใบหน้าก็จะชัดเจนขึ้น แต่ในการทดลองประสิทธิภาพนั้น ปรากฏว่า Template ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นให้ผลลัพธ์ของภาพใบหน้าที่อยู่ในที่มืดได้ดีเท่าที่ควร ในขณะที่ Template ที่มีขนาดเล็กนั้นมีผลการทดลองที่ดี ในส่วนของการทดลองนั้น Juanjuan และ คณะ ได้ใช้ภาพจากฐานข้อมูล Yale Face Database B : โดยใช้ภาพใบหน้าของบุคคลจากฐานข้อมูลจำนวน 10 คน ซึ่งประกอบไปด้วยภาพใบหน้า 64 ภาพต่อ 1 คน ในการทดลองงานวิจัยของ Juanjuan และ คณะ ได้แบ่งภาพออกเป็น 5 ชุด โดยดูจากมุมตกกระทบของแสงที่เกิดขึ้นในภาพ (a(12°),b(25°),c(50°),d(77°) และ e(มากกว่า 77°))

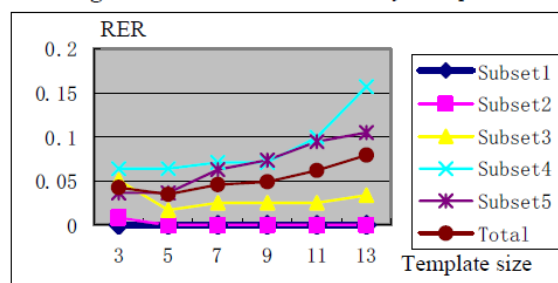


รูปที่ 2.26 ใบหน้าจากฐานข้อมูล Yale face database B [3]

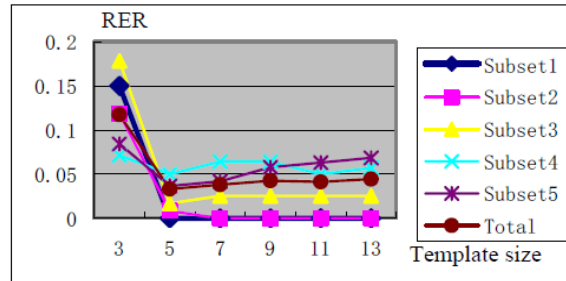
จากรูปที่ 2.26 ภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล Yale face database B นั้นจะมีขนาด 640x480 และมีระยะห่าง ของดวงตาทั้งสองอยู่ที่ 94 พิกเซล ซึ่งในการทดลองจะทำการเปลี่ยนขนาดภาพให้ ระยะห่างของดวงตา กลายเป็น 32,50,80,100,140 และ 180 ตามลำดับ จากนั้นจะนำเอาแต่ละชุด มาผ่านกระบวนการรู้จำใบหน้าเพื่อที่จะหาว่าขนาดของ Template แต่ละอันนั้นมีประสิทธิภาพ อย่างไร ซึ่งผลการทดลองนั้นแสดงในรูปที่ 2.27 ถึง รูปที่ 2.32



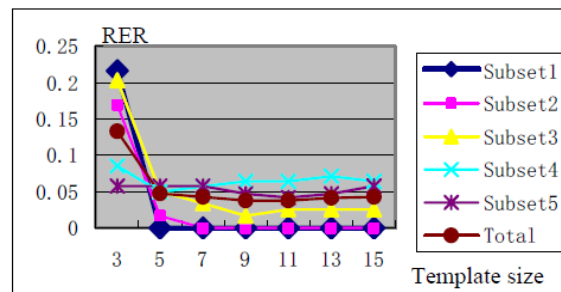
รูปที่ 2.27 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 32 พิกเซล [3]



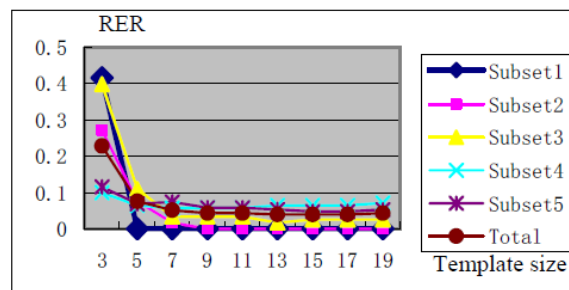
รูปที่ 2.28 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 50 พิกเซล [3]



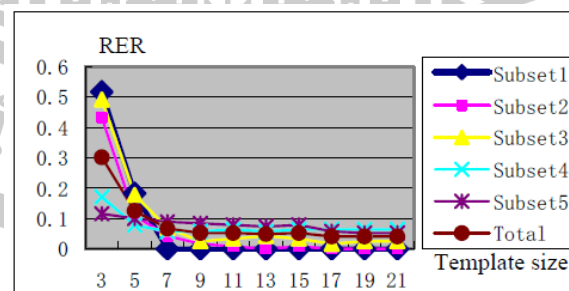
รูปที่ 2.29 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 80 พิกเซล [3]



รูปที่ 2.30 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 100 พิกเซล [3]



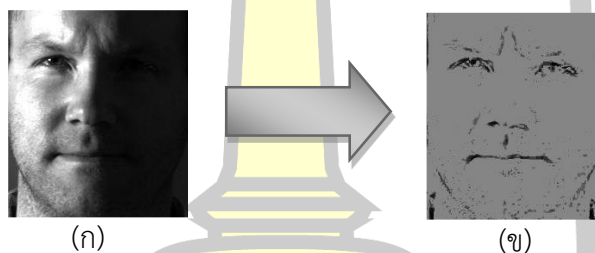
รูปที่ 2.31 ผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 140 พิกเซล [3]



รูปที่ 2.32 แสดงผลการทดลองที่ระยะห่างดวงตา 180 พิกเซล [3]

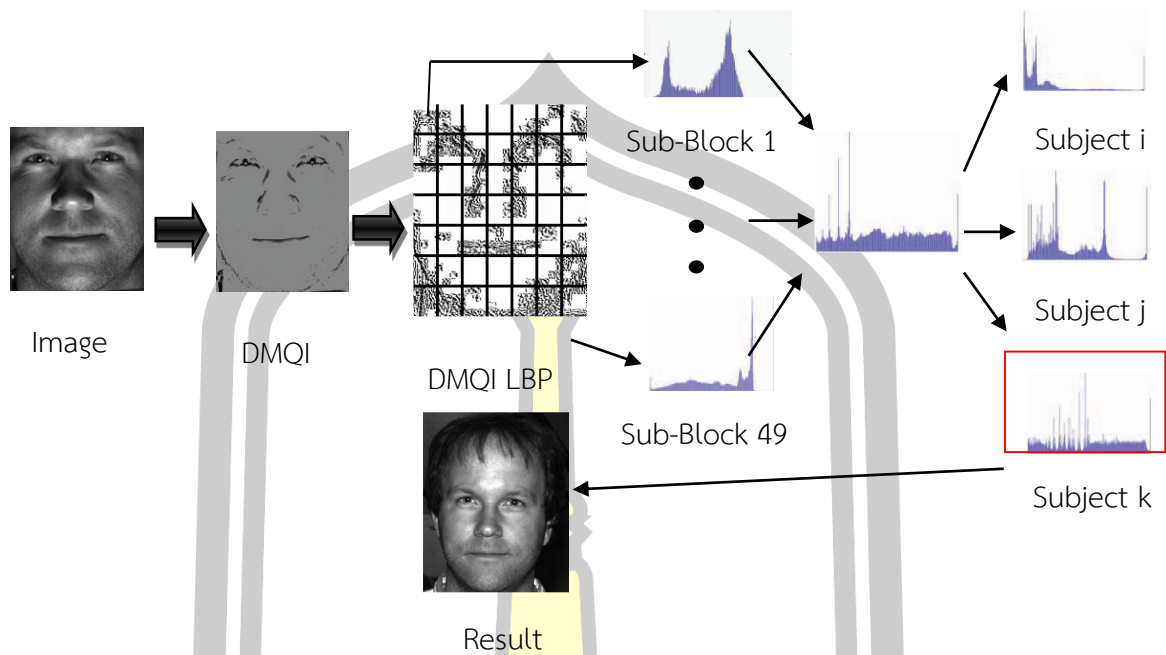
จากผลการทดลองในงานวิจัยของ Jaunjuan และคณะ นั้นสามารถสรุปได้ว่า สำหรับรูปภาพขนาดเล็กถ้าเพิ่มขนาดของ Template จะทำให้ค่า RER (Recognition Error Rate) เพิ่มขึ้นในขณะที่รูปภาพขนาดใหญ่ถ้าเพิ่มขนาดของ Template จะทำให้ค่า RER ลดลง

Hong และ คณะ [1] ได้นำเสนองานวิจัยในการปรับปรุงไบนารีแพทเทิล (LBP) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการรู้จำใบหน้าในสภาวะที่แสงไม่คงที่ เพราะ LBP นั้นยังทำงานได้ไม่ดีพอทาง Hong และ คณะจึงได้ทำการเพิ่มขึ้นตอนการ Normalization เข้าไปโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า DMQI (Dynamic Morphological Quotient Image) ซึ่งเป็นวิธีที่ Hong และคณะ ได้ปรับปรุงจากวิธีการ MQI ของ Juanjuan และคณะ [3] ซึ่งเป็นวิธีการในการจัดผลกระทบของแสงและเงาที่ปรากฏในภาพใบหน้าแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 ใบหน้าแบบดั้งเดิม (ก) และใบหน้าที่ผ่าน DMQI (ข) [1]

ขั้นตอนในงานวิจัยของ Hong และคณะแสดงในรูปที่ 2.34 จะเห็นได้ว่างานวิจัยของ Hong และคณะนั้นมีการใช้ DMQI และ LBP ในการ Normalization ภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีองค์ประกอบของใบหน้าชัดเจนเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป ซึ่งก็คือการ แบ่งส่วนของภาพออกเป็น 49 ส่วนก่อนที่จะนำแต่ละส่วนมาทำการสกัดคุณลักษณะโดยการหา Histogram ซึ่งจะใช้ในการรู้จำใบหน้า โดยค่า Histogram ที่ทำได้นั้นจะมีทั้งหมด 49 ค่า โดยในงานวิจัยของ Hong และคณะ จะนำแต่ละค่ามาเรียงต่อกันเป็นคุณลักษณะของภาพใบหน้า 1 ภาพ และในขั้นตอนของการรู้จำนั้นจะนำค่าคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่หาไปเทียบกับค่าคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่อยู่ในฐานข้อมูลซึ่งผ่านกระบวนการเดียวกัน



รูปที่ 2.34 แสดงขั้นตอนการทดลองงานวิจัยของ Hong และคณะ [1]

จาก รูปที่ 2.34 ขั้นแรกของการทดลองในงานวิจัยของ Hong และคณะ คือนำภาพมาทำการ Normalization ด้วยวิธีการ DMQI ก่อนจากนั้นจะทำการแบ่งภาพออกเป็น 7x7 ส่วนและนำแต่ละส่วนหาค่าความถี่ Histogram จากนั้นจะนำแต่ละส่วนไปแบ่งออกเป็นเวกเตอร์คุณลักษณะของใบหน้าและทำการให้น้ำหนักของแต่ละส่วนเพื่อที่จะใช้ในรู้จำใบหน้า

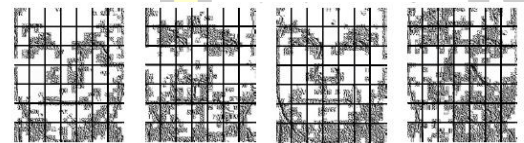
พหุ ประถมศึกษา



(ก) รูปใบหน้าที่อยู่ในสภาวะแสงไม่คงที่



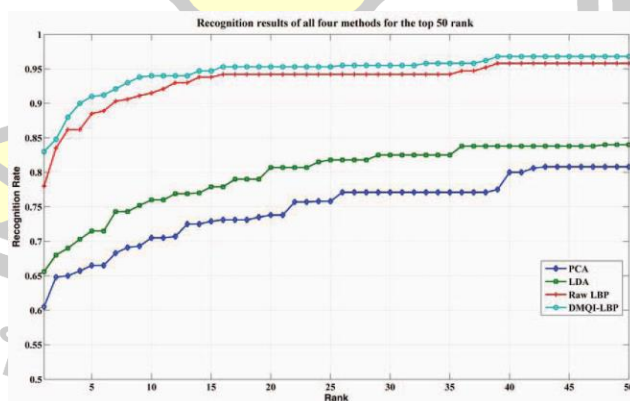
(ข) รูปใบหน้าที่ผ่านมากระบวนการ Normalization ด้วย DMQI



(ค) รูปใบหน้าที่ผ่านมากระบวนการ DMQI-LBP

รูปที่ 2.35 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปใบหน้าที่ผ่านการประมวลผลด้วย DMQI และ DMQI-LBP [1]

ผลการทดลองในงานวิจัยของ Hong และคณะ ได้เปรียบเทียบผลการทดลองจากวิธีการอื่นๆ อีก 3 วิธี คือ LBP แบบดั้งเดิม, LDA และ PCA ซึ่งผลการทดลองที่ได้นั้น วิธีการของ Hong และคณะ มีประสิทธิภาพมากกว่าอีก 3 วิธี แสดงในรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 แสดงกราฟผลการทดลองงานวิจัยของ Hong และคณะ [1]

Wang และคณะ ได้นำเสนอวิธีการกำจัดผลกระทบของแสงของภาพโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า Self Quotient Image [2] โดยมองว่าภาพที่อยู่ในส่วนที่เป็นเงาดำนั้นมีพื้นผิวของวัตถุอยู่แต่ถูกพื้นผิวที่เป็นเงาทับเอาไว้ วิธีการนี้จึงทำการกรองความถี่ในพื้นที่ดังกล่าวทำให้ค่าของสีในส่วนที่เป็นเงาถูกขจัดออกไปเหลือเพียงแต่ส่วนที่เป็นพื้นผิวดั้งเดิม และวิธีการนี้ยังสามารถขจัดในเรื่องของจุดที่ถูกแสงสะท้อนบนภาพใบหน้าด้วยวิธีการเดียวกับวิธีการที่ใช้ในการขจัดพื้นที่ซึ่งมีเงา แสดงในสมการที่ 2.21

$$Q = \frac{I}{\hat{I}} = \frac{I}{F * I} \quad (2.21)$$

จากสมการที่ (7) ค่า \hat{I} คือค่าของผิวเรียบของ I และค่า F คือ Gaussian filter ซึ่งวิธีการกำจัดส่วนที่เป็นเงาดำของวิธีการของ Wang และคณะ แสดงในสมการที่ 2.22

$$Q = \frac{I(u,v)}{\hat{I}(u,v)} \approx \frac{\rho(u,v)C_1}{[\rho(u,v)*F]C_1} = \frac{\rho(u,v)}{\rho(u,v)*F} \quad (2.22)$$

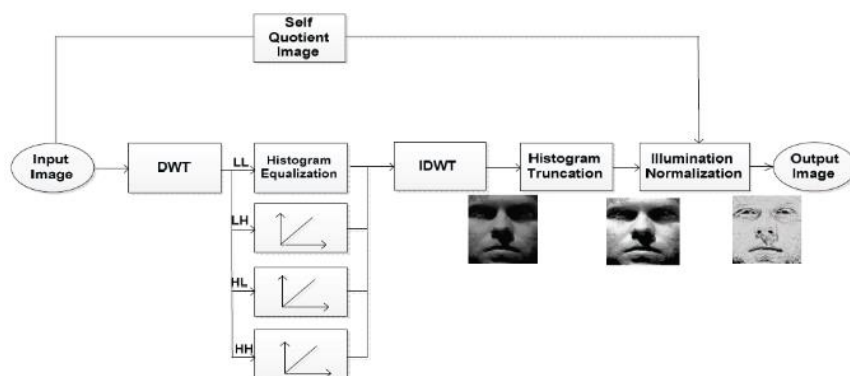
จากสมการที่ 2.22 เมื่อ u, v คือ พิกัดของภาพ ρ คือ พื้นผิวของภาพใบหน้า และ Q คือ Self Quotient Image ซึ่งวิธีการนี้จะทำหน้าที่ในการขจัดส่วนที่ถูกผลกระทบของเงาออกไปดังแสดงในรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 แสดงใบหน้าต้นฉบับ (ซ้าย) และใบหน้าที่ถูกขจัดผลกระทบของเงา (ขวา) [2]

จากรูปที่ 2.37 จะพบว่าภาพดั้งเดิมนั้น ส่วนที่ถูกผลกระทบของเงานั้นยังพอมองเห็นส่วนที่เป็นใบหน้าอยู่ ซึ่งวิธีการ SQI นี้จะทำหน้าที่ในการกรองค่าของสีที่เป็นส่วนของเงาออกไปทำให้สามารถมองเห็นส่วนของใบหน้าที่ถูกผลกระทบของเงาได้ชัดเจนมากขึ้น (ขวา)

Jung และคณะ [3] ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการรู้ใบหน้าโดยใช้ SQI (Self Quotient Image) ร่วมกับ DWT (Discrete Wavelet Transform) ในปี 2016 ซึ่งเป็นการปรับปรุงการจัดผลกระทบของแสงจากวิธีการ SQI โดยวิธีการของ Jung และคณะ แสดงในรูปที่ 2.38

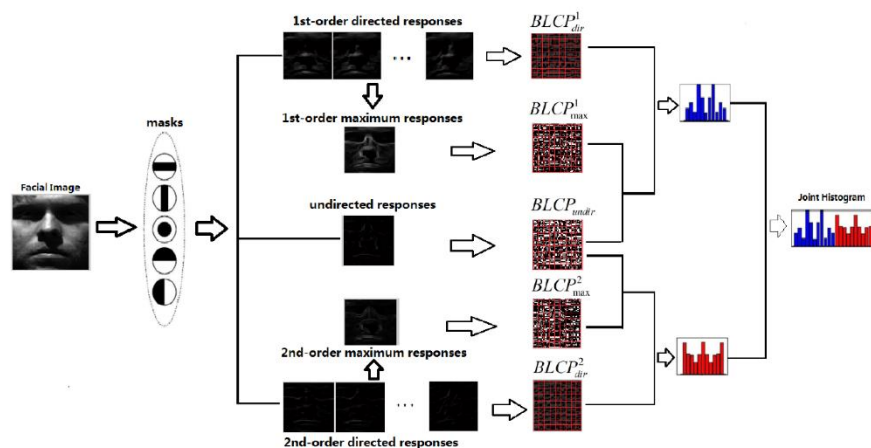


รูปที่ 2.38 แสดงกระบวนการวิจัยในงานวิจัยของ Jung และคณะ [3]

จากรูปที่ 2.38 ภาพใบหน้าที่จะเข้าสู่กระบวนการนี้ซึ่งภาพใบหน้าที่รับเข้ามา 1 ภาพนั้นจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการ DWT ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 4 ส่วนซึ่งจะทำการกรองสัญญาณภาพตามความถี่ได้แก่ความถี่ต่ำ LL(low) ซึ่งในวิธีการนี้ในงานวิจัยของ Jung และคณะ ได้ใช้กระบวนการที่เรียกว่า Histogram equalization ในการปรับความสว่างของภาพ ในส่วนของความถี่สูง (LH,HL,HH) และใช้กระบวนการ linear mapping ในการเพิ่มขอบของภาพ ซึ่งเมื่อภาพใบหน้าได้ผ่านกระบวนการปรับความสว่างของภาพแล้ว Jung และคณะ ได้ทำการ inverse DWT ซึ่งเป็นการกลับค่าของภาพและวิธีการนี้ในงานวิจัยของ Jung และคณะ เรียกว่า IDWT (Inverse Discrete Wavelet Transform) จากนั้นภาพใบหน้าจะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่เรียกว่า Histogram Truncation ซึ่งจะเพิ่มความชัดเจนของภาพใบหน้าและส่วนสุดท้ายคือภาพจะถูกนำไปผ่านกระบวนการ SQI ซึ่งในงานวิจัยของ Jung และคณะ ได้ใช้ภาพในการทดลองจากชุดข้อมูลของ Yele B database ซึ่งในการทดลองได้แบ่งข้อมูลที่ใช้ทดสอบออกเป็น 5 ชุด ได้แก่ภาพที่แสดงตกรอบที่มุ่มน้อยกว่า 12 องศา เป็นข้อมูลชุดที่ 1 ภาพที่แสดงตกรอบที่มุ่มมากกว่า 20 องศา แต่น้อยกว่า 25 องศา เป็นข้อมูลชุดที่ 2 ภาพที่แสดงตกรอบที่มุ่มมากกว่า 35 องศา แต่น้อยกว่า 50 องศา เป็นข้อมูลในชุดที่ 4 และภาพที่แสดงตกรอบที่มุ่มมากกว่า 60 องศา แต่น้อยกว่า 77 องศา เป็นข้อมูลในชุดที่ 5

ในส่วนของการทดลองในงานวิจัยของ Jung และคณะ ได้ใช้ข้อมูลในชุดที่ 1 ซึ่งมีมุมแสงตกรอบน้อยกว่า 12 องศาเป็นข้อมูลชุดฝึกสอนและใช้ข้อมูลในชุดที่ 2 ถึง 5 เป็นชุดทดสอบ ซึ่งในงานวิจัยของ Jung และคณะ จะใช้กระบวนการที่เรียกว่า PCA (Principle Component Analysis) ในกระบวนการรู้จำภาพใบหน้า และได้ค่า Recognition rate เท่ากับ 98 %

Wang และคณะ [4] ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงการรู้จำใบหน้าด้วย BLCP (BLOCK-BASED LOCAL CONTRAST PATTERNS) ปี 2017 ซึ่งเป็นการใช้ตัวกรองที่แตกต่างการซึ่งจะใช้กับพื้นที่สีขาวและสีดำ ซึ่งพื้นที่จะเป็นน้ำหนักรวมและลบ โดยขั้นตอนในงานวิจัยนี้แสดงในรูปที่ 2.39

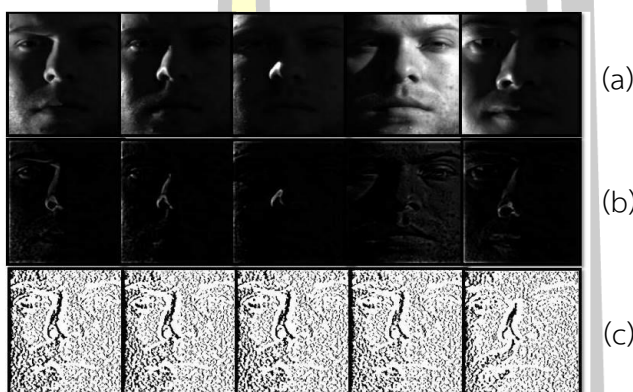


รูปที่ 2.39 แสดงขั้นตอนงานวิจัยในงานของ Wang และคณะ [4]

จากรูปที่ 2.39 ในงานวิจัยของ Wang และ คณะ จะพบว่าพวกเขาใช้ตัวกรองหลายตัวในการจัดผลกระทบบของแถบภาพใบหน้า จากนั้นนำภาพใบหน้าผ่านตัวกรองแต่ละตัวมาแบ่งเป็นส่วนด้วย BLCP จากนั้นนำมาหาค่าความถี่ของระดับความเข้มในแต่ละภาพที่เป็นผลลัพธ์จากตัวกรอง และนำค่าความถี่ของระดับความเข้มนั้นมารวมกันเพื่อที่จะทำการรู้จำภาพใบหน้า โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าจากฐานข้อมูลของ Yale-B และ FERET โดยแบ่งภาพใบหน้าออกเป็นชุดข้อมูลทั้งหมด 5 ชุดตามมุมตกกระทบบของแสงบนใบหน้าโดยภาพใบหน้าจากฐานข้อมูลของ Yale-B นั้นได้ทำการปรับขนาดของภาพให้มีขนาด 120x120 ซึ่งผลการทดลองในงานวิจัยนี้ มีค่าเท่ากับ 98.3 % ส่วนฐานข้อมูลของ FERET นั้นได้ผลการทดลองอยู่ที่ 95 % ซึ่งจากงานวิจัยของ Wang และ คณะ นั้นได้มีการสกัดคุณลักษณะของรูปภาพใบหน้าผ่านตัวกรองหลายตัว แล้วนำคุณลักษณะเหล่านั้นมารวมกันเป็นคุณลักษณะของรูปภาพใบหน้าที่ได้ ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยให้คุณลักษณะของภาพใบหน้าที่ได้มีความละเอียดยิ่งขึ้น และจะช่วยให้ความแม่นยำในการรู้จำใบหน้าเพิ่มมากขึ้น

Alotaibi และคณะ [5] ได้นำเสนองานวิจัยในการรู้จำใบหน้าที่อยู่ในสถานะของแสงที่ไม่คงที่ โดยการใช้ Homomorphic ร่วมกับ Local Binary Patterns ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ LBP (Local Binary Patterns) ร่วมกับ HF (Homomorphic Filter) ร่วมกันในการจัดผลกระทบบของแสง โดยที่ Alotaibi และคณะได้ทำการปรับปรุงในส่วนของ HF ด้วย ตัวกรองแบบ Gaussian (Gaussian Filter) โดยปรับปรุงให้เป็นแบบปล่อยให้ความถี่สูงส่งผ่าน ซึ่งการทำเช่นนี้จะช่วยในการลดผลกระทบบ

ของส่วนที่เป็นเงาในภาพใบหน้าได้ ในส่วนของภาพใบหน้าที่ใช้ในงานวิจัยของ Alotaibi และคณะ นั้น ได้ใช้ภาพจากฐานข้อมูลของ Yale B database ในการทดลอง ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ได้ใช้ภาพใบหน้า ของคน 10 คน ประกอบไปด้วยบุคคลละ 64 ภาพซึ่งแต่ละภาพอยู่ในเงื่อนไขของแสงที่แตกต่างกัน จากนั้นพวกเขาแบ่งภาพออกเป็น 5 ชุดข้อมูล และได้ใช้ตัวกรองแบบ HF และ LBP เป็นตัวกรองใน การลดผลกระทบของภาพใบหน้าที่อยู่ในสภาวะแสงที่ไม่คงที่ แสดงภาพใบหน้าที่ผ่านมากระบวนการ ดังกล่าวในรูปที่ 2.40



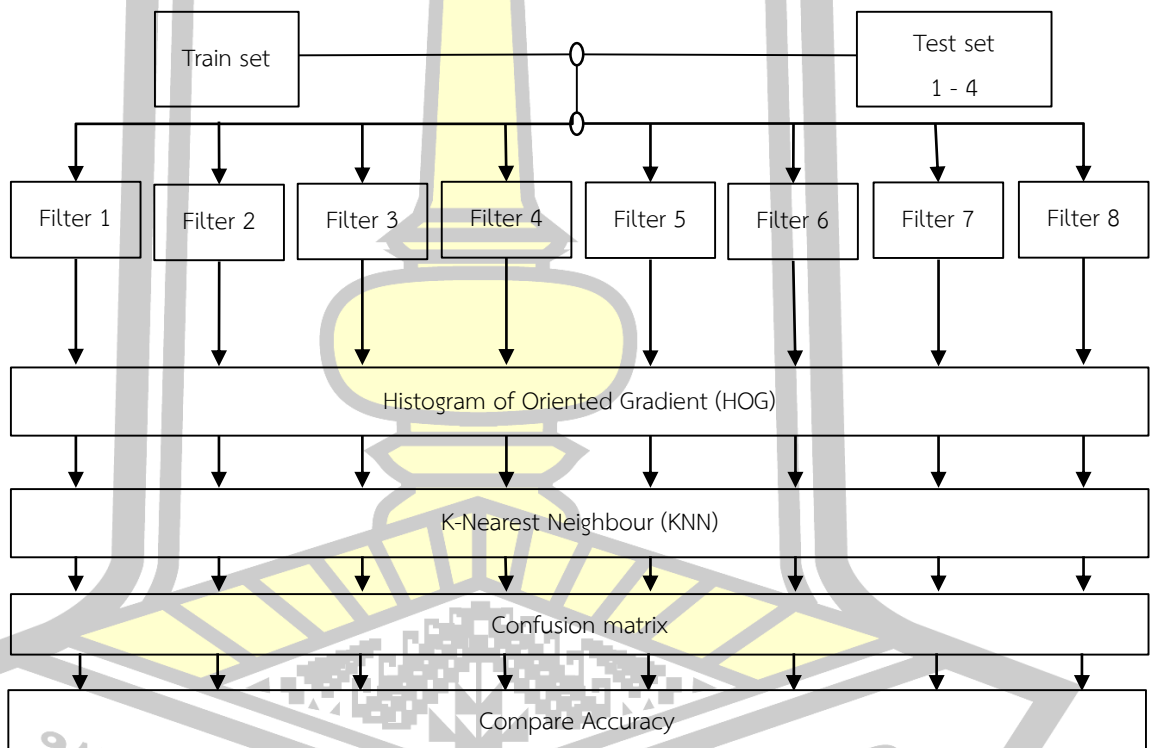
รูปที่ 2.40 แสดงภาพดั้งเดิม (a) ภาพที่ผ่านตัวกรอง HF (b) และภาพที่ผ่าน LBP (c) [5]

จากภาพที่ 2.40 นั้นจะพบว่าเมื่อใบหน้าผ่านกระบวนการ HF และ LBP แล้วภาพที่ได้นั้น ออกมาเป็นใบหน้าที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้คุณลักษณะของภาพใบหน้านั้นใกล้เคียงกัน แม้ว่ารูปภาพของใบหน้าแบบดั้งเดิมจะอยู่ในสภาวะของแสงที่ต่างก็ตามซึ่งวิธีการนี้ในงานวิจัย ของ Alotaibi และคณะเรียกว่า H-LBP ในส่วนของขั้นตอนในการรู้จำภาพใบหน้า ในงานวิจัยของ Alotaibi และคณะ ได้ใช้วิธีการที่เรียกว่า KNN (K-Nearest Neighbor) ในการรู้จำภาพใบหน้าใน ขั้นตอนนี้

จากงานวิจัยต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะพบว่าปัญหาที่พบในการรู้จำใบหน้าในสภาวะของ แสงที่ไม่คงที่ จะเป็นการออกแบบตัวกรองที่ใช้สำหรับกำจัดผลกระทบของแสงและเงาบนภาพใบหน้า ซึ่งหากว่าสามารถออกแบบในส่วนของการออกแบบตัวกรองได้ดี ภาพใบหน้าที่เป็นบุคคลคนเดียวกัน นั้นจะออกมามีลักษณะใกล้เคียงกันทำให้การรู้จำใบหน้าแม่นยำมากขึ้น

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยแสดงในรูปที่ 3.1 โดยเริ่มจากการแบ่งข้อมูลออกเป็น ชุดฝึก (Train set) 1 ชุด และชุดทดสอบ(Test set) 4 ชุด จากนั้นจะนำไปผ่านตัวกรอง(Filter)ในแต่ละหมายเลข โดยทั้งชุดฝึกสอนและชุดทดสอบแต่ละชุดนั้นจะผ่านตัวกรองเพียงแค่ 1 หมายเลขเท่านั้น เมื่อผ่านในส่วนของตัวกรองแล้ว จะเข้าสู่กระบวนการสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนต์ ก่อนจะนำไปเข้าสู่กระบวนการจำแนกด้วยวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด(K-Nearest Neighbour) ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของตัวกรองในแต่ละตัวจะใช้ค่า Accuracy จาก Confusion Matrix ในการวัด และเปรียบเทียบผลที่ได้จากตัวกรองในแบบต่างๆ

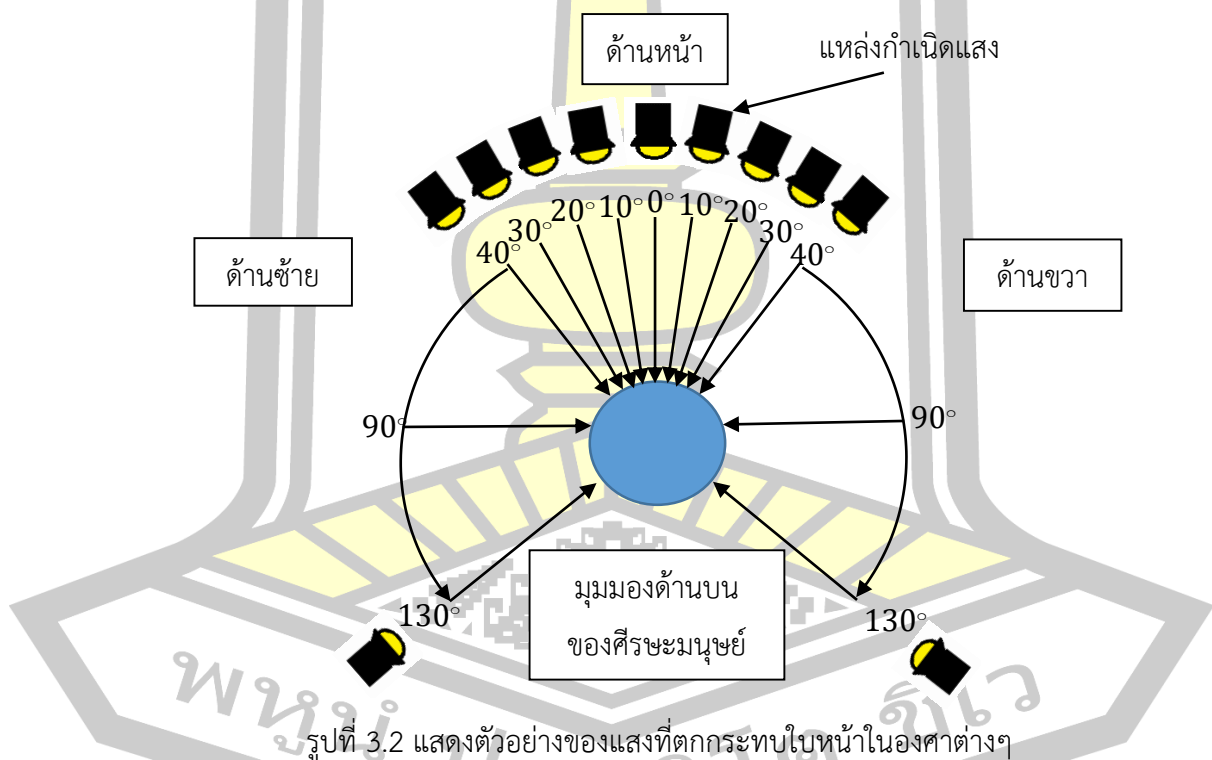


รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 3.1 ในงานวิจัยนี้แบ่งวิธีดำเนินงานวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การแบ่งข้อมูลภาพที่จะใช้ในการทดลอง การขจัดผลกระทบของแสงและเงา การสกัดคุณลักษณะ การรู้จำใบหน้า และการวัดประสิทธิภาพ

3.1 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของ Yale B database [17] ซึ่งประกอบไปด้วยภาพใบหน้าของคนขนาด 168×192 พิกเซล จำนวน 38 คนซึ่งแต่ละคนประกอบด้วยภาพใบหน้า 64 ภาพที่อยู่ในสภาวะของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้าในองศาที่ต่างกันตั้งแต่ 0° ถึง 130° ซึ่งเป็นภาพใบหน้าตรงที่ผ่านการ Cropped มาแล้วซึ่งจะตัดมาส่วนเฉพาะของภาพใบหน้าเท่านั้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะไม่มีส่วนของการตรวจจับใบหน้า และมุมที่แสงตกกระทบบนใบหน้าจะนับจากตรงกลางของใบหน้าเป็นมุม 0 องศา และเลื่อนไปทางด้านซ้ายหรือขวาทำมุมกับใบหน้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 130 องศา ซึ่งในแต่ละใบหน้านั้นจะประกอบด้วยภาพใบหน้าที่แสงตกกระทบบนภาพใบหน้าที่มุมเดียวกัน 2 ภาพ โดยแบ่งออกเป็นซ้ายและขวาแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.2 โดยชุดข้อมูลนี้เป็นชุดข้อมูลที่ยอมรับนำไปใช้ในงานวิจัย เช่น (7) (8) (9) เป็นต้น



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้าในองศาต่างๆ

จากรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงองศาของแสงที่ส่องมาตกกระทบบนใบหน้าในชุดข้อมูล Yale B database ซึ่งมีมุมมองที่แตกต่างกัน จากรูปที่ 3.2 จะเป็นภาพที่มองจากด้านบนโดยใบหน้านั้นจะหันไปทางแหล่งกำเนิดแสงที่มุม 0 องศาและจะมีการเพิ่มมุมของแสงตกกระทบบนใบหน้าตามลำดับจนกระทั่งถึง 130 องศา โดยในงานวิจัยนี้ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น ชุดฝึกสอน และ ชุดทดสอบ โดยที่

กลุ่มฝึกสอนจะประกอบไปด้วยภาพใบหน้าที่แสงตกกระทบที่มุม 0° ถึง 10° แสดงตัวอย่างของใบหน้า
ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสงตั้งแต่ 0° ถึง 10°

จากรูปที่ 3.3 ภาพที่ใช้ในกลุ่มฝึกสอนจะเป็นภาพใบหน้าที่สมบูรณ์กล่าวคือเห็นองค์ประกอบ
ของใบหน้าเช่น ส่วนของแก้ม ตา จมูก และ ปากได้อย่างชัดเจนโดยที่มีผลกระทบของเงาซึ่งจะบดบัง
ภาพใบหน้าเล็กน้อย ทำให้ภาพใบหน้าที่ยังคงเห็นองค์ประกอบได้อย่างชัดเจน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ภาพ
ใบหน้าในมุมที่แสงตกกระทบตั้งแต่ 0° ถึง 10° เป็นชุดฝึกสอน ซึ่งภาพใบหน้าของแต่ละบุคคลนั้น
ประกอบไปด้วยภาพใบหน้าที่จะใช้เป็นชุดฝึกสอน 14 ภาพต่อ 1 คน ซึ่งในฐานข้อมูลของ Yale B
database นั้นมีจำนวนคนทั้งหมด 38 คน ดังนั้นภาพที่จะใช้เป็นชุดทดสอบจะอยู่ที่ 532 ภาพ

ในส่วนของคุณข้อมูลในชุดทดสอบนั้นจะประกอบไปด้วยภาพใบหน้าที่อยู่ในมุมที่แสงตกกระทบ
ตั้งแต่ 15° ถึง 130° ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพต่อบุคคล 1 คน รวมทั้งสิ้น 38 คน รวมเป็นภาพที่จะ
ใช้เป็นชุดทดสอบทั้งหมด 1900 ภาพ แบ่งออกเป็นชุดข้อมูลในการทดสอบทั้งหมด 4 ชุดตามมุมมอง
ของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้า ดังนี้

ชุดที่ 1 ประกอบด้วยภาพใบหน้าซึ่งมีแสงตกกระทบบนใบหน้าทำมุมอยู่ระหว่าง 15° ถึง 25°
ซึ่งมี 10 ภาพต่อ 1 คน รวมทั้งหมด 380 ภาพแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าในรูปที่ 3.4



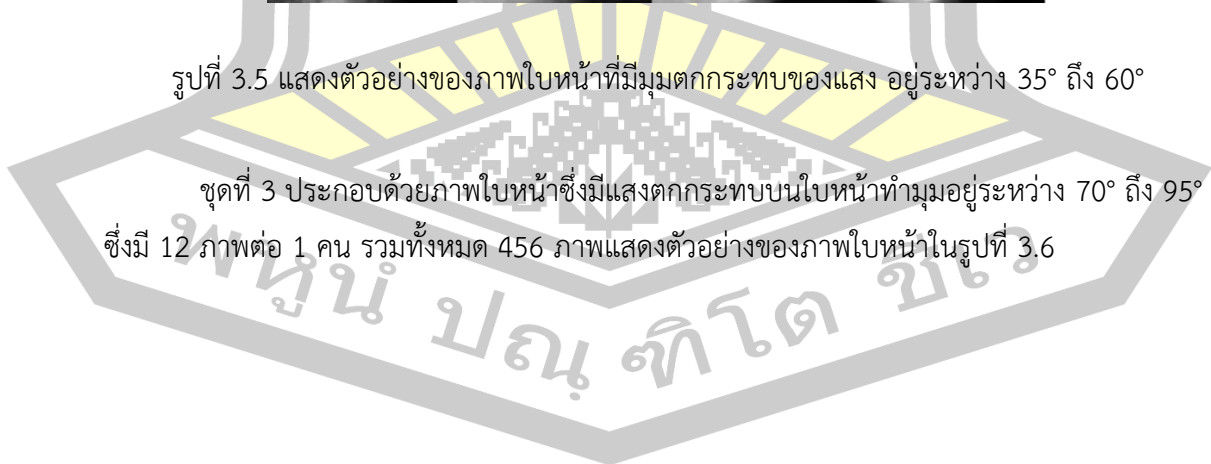
รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 15° ถึง 25°

ชุดที่ 2 ประกอบด้วยภาพใบหน้าซึ่งมีแสงตกกระทบบนใบหน้าทำมุมอยู่ระหว่าง 35° ถึง 60° ซึ่งมี 16 ภาพต่อ 1 คน รวมทั้งหมด 608 ภาพแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 35° ถึง 60°

ชุดที่ 3 ประกอบด้วยภาพใบหน้าซึ่งมีแสงตกกระทบบนใบหน้าทำมุมอยู่ระหว่าง 70° ถึง 95° ซึ่งมี 12 ภาพต่อ 1 คน รวมทั้งหมด 456 ภาพแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าในรูปที่ 3.6





รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 70° ถึง 95°

ชุดที่ 4 ประกอบด้วยภาพใบหน้าซึ่งมีแสงตกกระทบบนใบหน้าทำมุมอยู่ระหว่าง 110° ถึง 130° ซึ่งมี 12 ภาพต่อ 1 คน รวมทั้งหมด 456 ภาพแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าที่มีมุมตกกระทบของแสง อยู่ระหว่าง 110° ถึง 130°

3.2 การจัดผลกระทบของแสงจากภาพใบหน้า

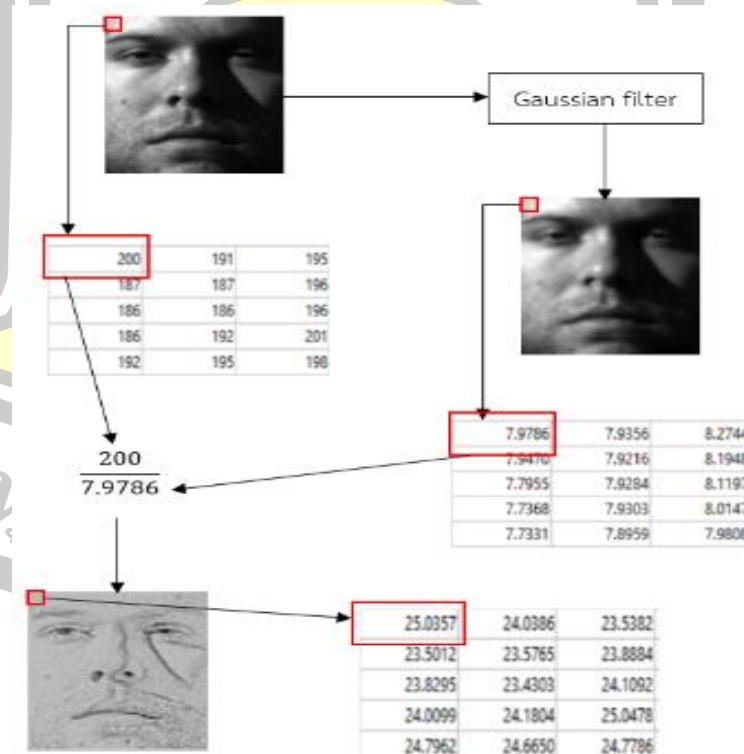
จากหัวข้อที่ 3.1 ภาพใบหน้าที่จะใช้ในการทดสอบนั้นมีภาพที่ได้รับผลกระทบของแสงและเงาซึ่งเป็นภาพที่แสงทำมุมตกกระทบบนใบหน้าตั้งแต่มุม 15° ขึ้นไป ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำการค้นหาตัวกรองที่จะใช้ในการจัดผลกระทบของแสงและเงาที่เกิดขึ้นบนภาพใบหน้า ซึ่งภาพใบหน้าที่ได้รับผลกระทบของแสงและเงานั้นจะแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างของใบหน้าใน Yale B dataset

จากรูปที่ 3.8 จะพบว่าภาพใบหน้าแต่ละภาพนั้นจะอยู่ในสถานะของแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งภาพใบหน้าเหล่านี้จะถูกนำมาจัดผลกระทบบของสถานะแสง เพื่อให้ภาพใบหน้าที่เป็นภาพใบหน้าเดียวกันแต่อยู่ในสถานะของแสงที่ต่างกันมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้กระบวนการผสมผสานตัวกรองหลายแบบดังนี้

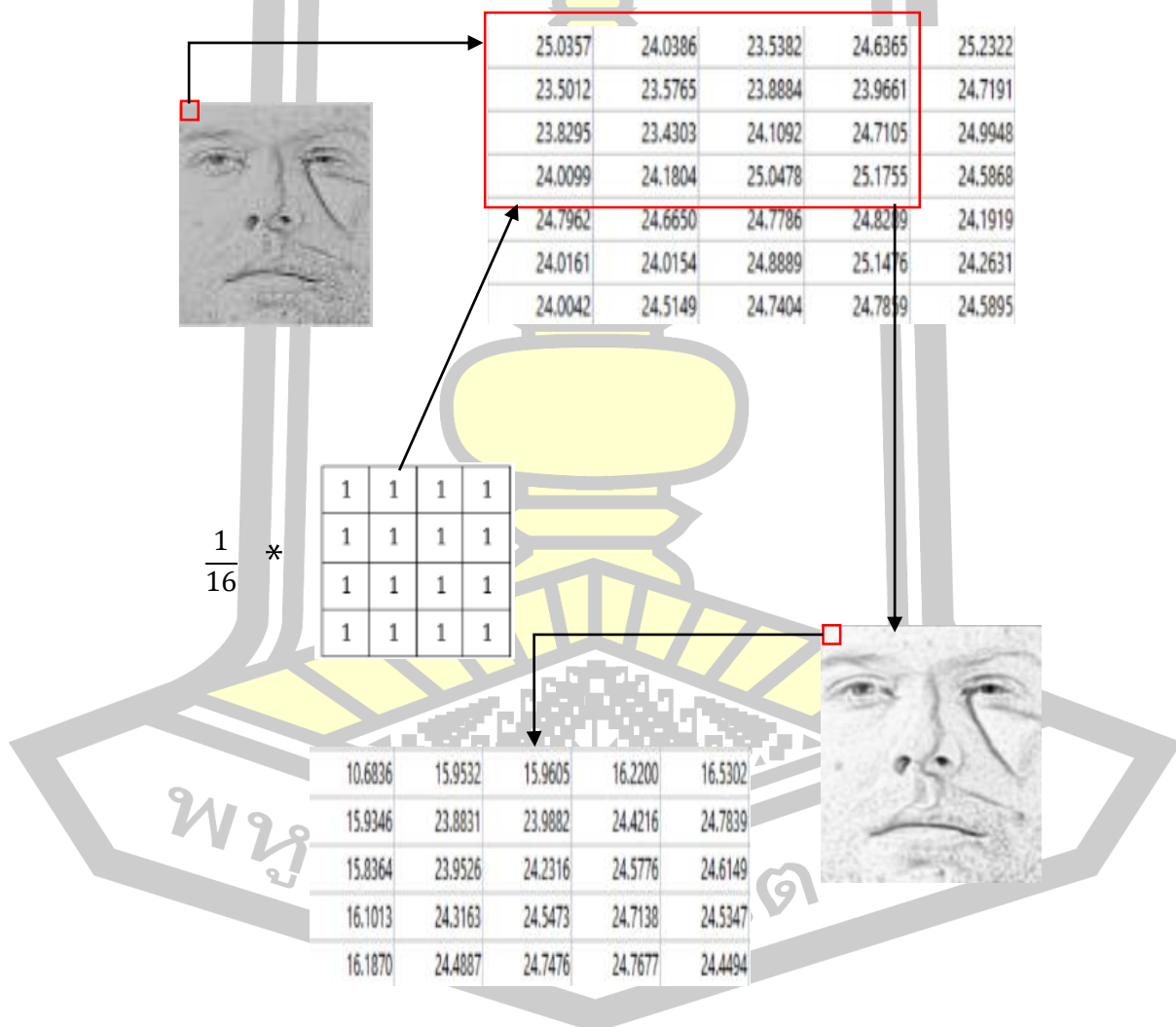
3.2.1 ตัวกรองที่ 1(Filter 1) SQI คือการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ SQI โดยมีกระบวนการทำงานตามตัวอย่างในรูปที่ 3.9 ซึ่งจะเป็นตัวอย่างการคำนวณของวิธีการ SQI



รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของวิธีการ SQI

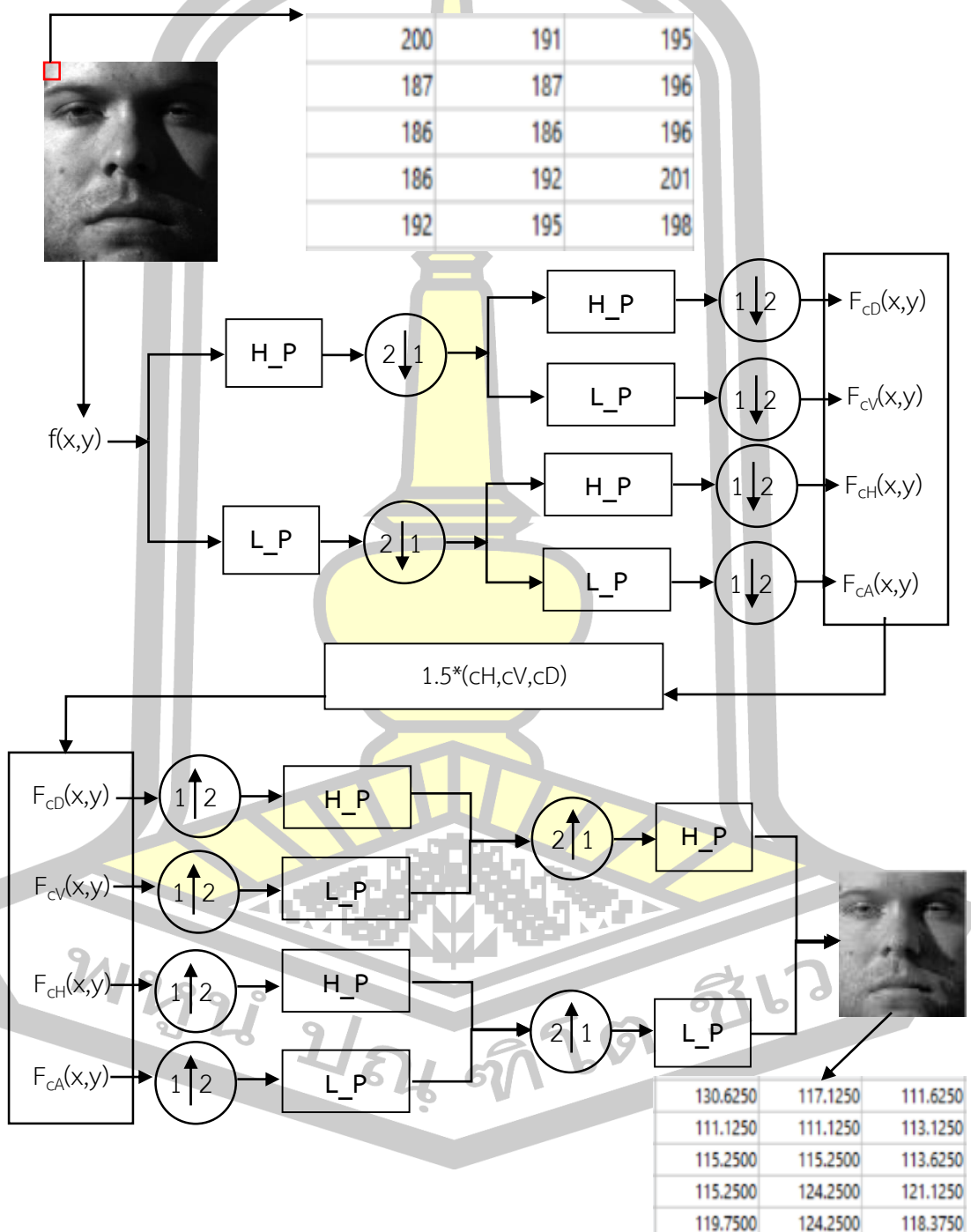
จากรูปที่ 3.9 เป็นการนำค่าพิกเซลของภาพใบหน้าต้นฉบับไปหารกับค่าพิกเซลของภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวกรองแบบ Gaussian filter เมื่อจำค่าพิกเซลที่จุดเดียวกันของทั้ง 2 ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็จะได้ค่าพิกเซลใหม่แทนที่ในตำแหน่งเดียวกันโดยจะทำกับทุกพิกเซลทั้งหมดในภาพใบหน้า

3.2.2 ตัวกรองที่ 2 (Filter 2) SQI+MF คือการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วย self quotient image จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ mean filter ซึ่งกระบวนการนี้จะสร้างเทมเพลตขนาดตามที่กำหนดซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เทมเพลตขนาด 4x4 ในการทดลอง ซึ่งตัวอย่างวิธีการแสดงในภาพที่ 3.10



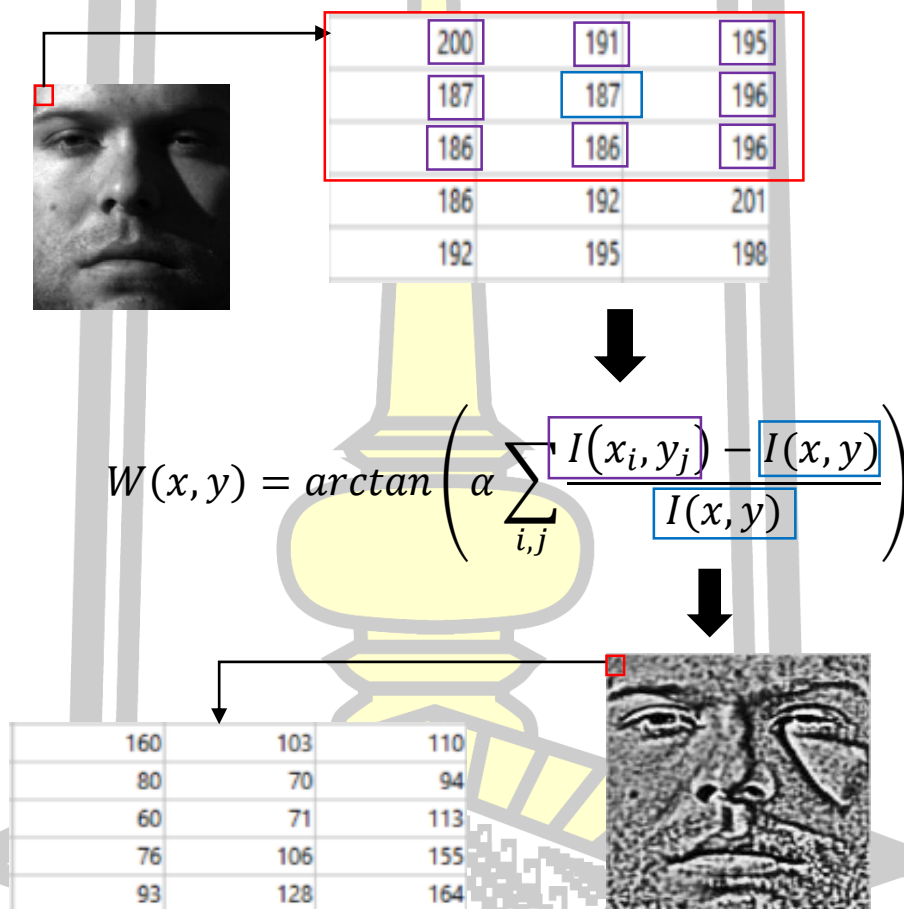
รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของวิธีการ SQI+MF

3.2.3 ตัวกรองที่ 3 (Filter 3) WT คือการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ Discrete wavelet transform แต่ในงานวิจัยนี้จะมีค่าเพิ่มค่าน้ำหนักเข้าไปในส่วนของ L_P, H_P และ L_P เพื่อให้ภาพที่เมื่อทำการแปลงกลับออกมาแล้วมีความสว่างมากขึ้น แสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของวิธีการ WT

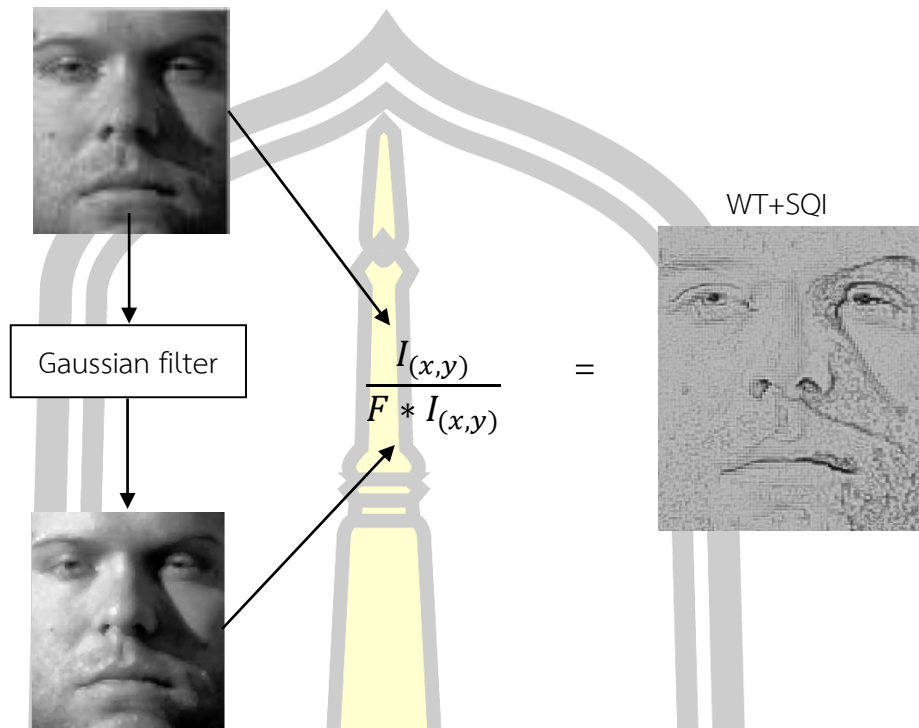
3.2.4 ตัวกรองที่ 4 (Filter 4) WF คือกระบวนการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ weber face โดยค่า อัลฟา(α) ในงานวิจัยนี้กำหนดอยู่ที่ 2 ซึ่งแสดงในรูปที่ 3.11 ซึ่งในการทำงานจะสร้างเทมเพลตขนาด 3x3 ขึ้นมา จากนั้นจะนำไปเทียบกับตำแหน่งพิกเซลของภาพ และจะเริ่มคำนวณ โดยเทียบกับตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ตรงกลางของเทมเพลตที่ใช้(สีเหลี่ยมสีน้ำเงิน) กับค่าพิกเซลที่อยู่โดยรอบ (สีเหลี่ยมสีม่วง) เพื่อคำนวณตามสูตรในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของวิธีการ WF

3.2.5 ตัวกรองที่ 5 (Filter 5) WT+SQI คือกระบวนการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ wavelet transform จากนั้นจะนำไปผ่านกระบวนการ self quotient image ซึ่งแสดงวิธีการขั้นตอนนี้ในรูปที่ 3.13

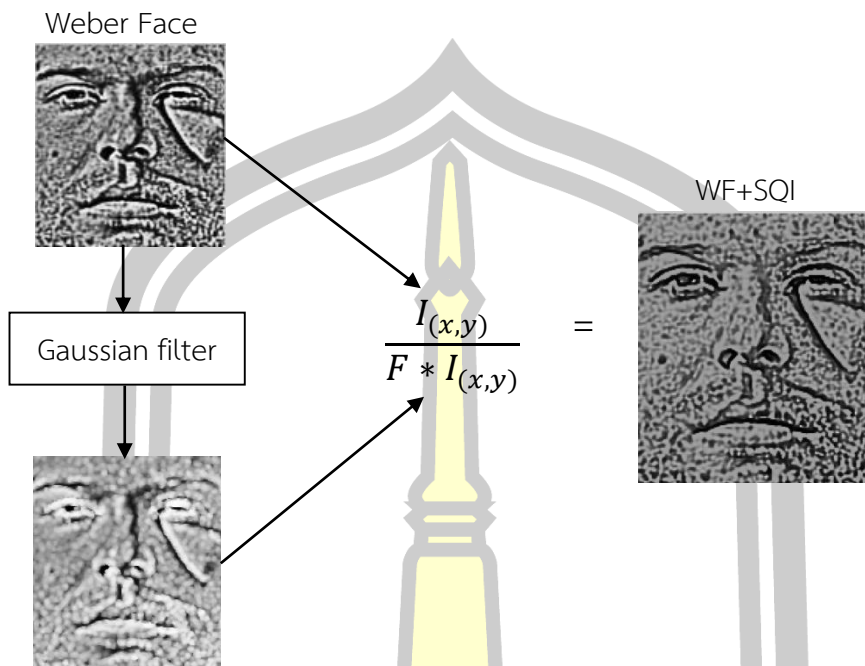
Wavelet Transform



รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของวิธีการ WT+SQI

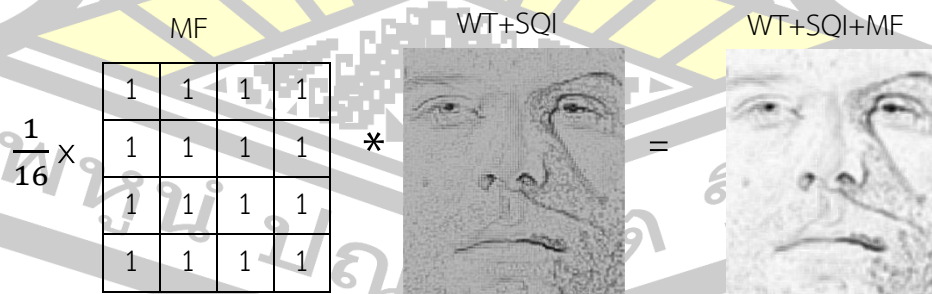
3.2.6 ตัวกรองที่ 6 (Filter 6) WF+SQI คือกระบวนการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ weber face จากนั้นจะนำไปผ่านกระบวนการ self quotient image แสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 3.14 โดยในขั้นตอนของ WF นั้นได้กำหนดค่าอัลฟาเท่ากับ 2

พหุ ประถมศึกษา



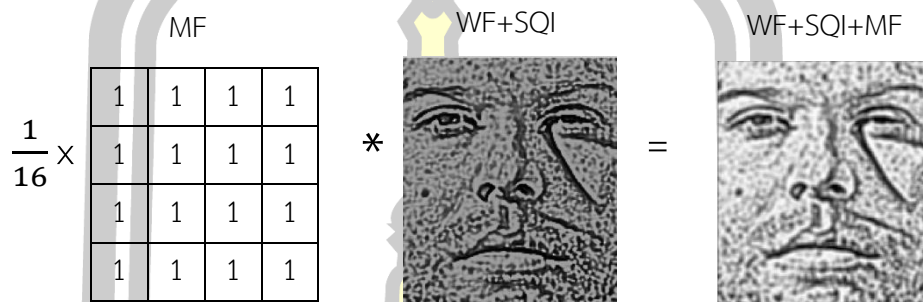
รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของวิธีการ WF+SQI

3.2.7 ตัวกรองที่ 7(Filter 7) WT+SQI+MF คือกระบวนการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ wavelet transform จากนั้นจะนำไปผ่านกระบวนการ self quotient image และนำไปผ่านกระบวนการ mean filter โดยในขั้นตอนนี้จะกำหนด เเทมเพลตของ mean filter ให้มีขนาด 4x4 แสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงการทำงานของวิธีการ WT+SQI+MF

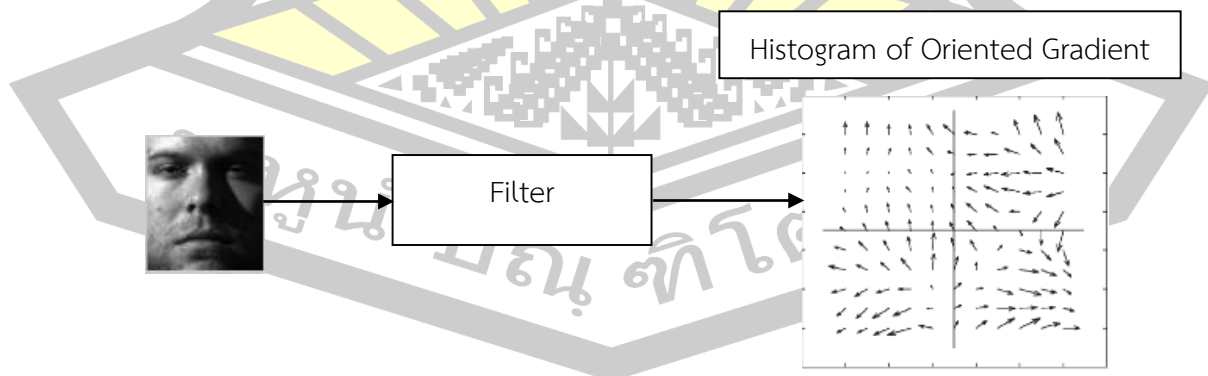
3.2.8 ตัวกรองที่ 8 (Filter 6) WF+SQI+MF คือกระบวนการนำภาพชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไปผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธีการ weber face จากนั้นจะนำไปผ่านกระบวนการ self quotient image และนำไปผ่านกระบวนการ mean filter แสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของวิธีการ WF+SQI+MF

3.3 การสกัดคุณลักษณะ

ในส่วนของการสกัดคุณลักษณะในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการ Histogram of Oriented Gradient (HOG) (13) เป็นการสกัดคุณลักษณะของภาพโดยการแทนด้วยหาค่าความถี่ของทิศทางตามค่าเกรเดียนท์ ซึ่งสามารถดึงรูปร่างของภาพออกมาโดยการกระจายตัวของความเข้มเกรเดียนท์หรือทิศทางของเส้นขอบโดยใช้วิธีการแบ่งภาพออกเป็นเซลล์(Cell) ในแต่ละเซลล์นั้นจะประกอบด้วยทิศทางค่าเกรเดียนท์ ดังแสดงตัวอย่างของภาพและทิศทางของเกรเดียนท์แสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะ

จากรูปที่ 3.17 ภาพใบหน้าจะถูกนำไปผ่านตัวกรองในแบบต่างๆรวมทั้งหมด 8 แบบ จากนั้นจะนำเข้าสู่กระบวนการในการสกัดคุณลักษณะของภาพใบหน้า โดยการแทนด้วยการหาค่าความถี่ของทิศทางตามค่าเกรเดียนท์ ซึ่งสามารถดึงรูปร่างของภาพออกมาโดยการกระจายตัวของความเข้มเกรเดียนท์หรือทิศทางของเส้นขอบโดยใช้วิธีการแบ่งภาพออกเป็นเซลล์(Cell) ในแต่ละเซลล์นั้นจะประกอบด้วยทิศทางค่าเกรเดียนท์ของภาพซึ่งความถี่ของทิศทางของเกรเดียนท์ ซึ่งคุณลักษณะที่ได้ นั้นจะเป็นค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์จำนวน 16560 Attribute โดยเป็นเมตริกขนาด 1×16560 จากนั้นจะนำไปใช้ในส่วนของการรู้จำใบหน้าในลำดับต่อไป

3.3 การรู้จำใบหน้า

ในส่วนของการรู้จำใบหน้าจะใช้วิธีการที่เรียกว่า K-NN (K-Nearest Neighbour) ซึ่งเป็นวิธีในการหาระยะห่างระหว่าง Attribute โดยจะทำการกำหนดค่า $K = 5$ หมายความว่าข้อมูลที่ใกล้เคียงกับคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่ได้จากขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะนั้นมีข้อมูลที่อยู่ใกล้ที่สุด 5 ตัวว่ามีตัวที่ใกล้เคียงมากที่สุด ซึ่งการวัดระยะห่างในงานวิจัยนี้ให้วิธีการของ Euclidean distance ซึ่งเป็นวิธีการหาระยะทางระหว่างข้อมูล โดยจะหาค่าของระยะทางและหากว่าข้อมูลใดมีระยะทางห่างจากข้อมูลที่เรารับเข้ามาใหม่น้อยที่สุด นั้นจะหมายความว่าข้อมูลที่รับเข้ามาใหม่กับข้อมูลที่มีระยะทางน้อยที่สุดนั้นเป็นข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกัน ในงานวิจัยนี้หมายถึงภาพใบหน้าที่มีระยะห่างของข้อมูลที่น้อยที่สุดนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นภาพใบหน้าของคนเดียวกันโดยที่สมการของ Euclidean distance แสดงในสมการที่ (3.1) และ (3.2)

$$d(p, q) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2} \quad (3.1)$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \quad (3.2)$$

ขั้นตอนในการรู้จำใบหน้า หลังจากผ่านขั้นตอนของการสกัดคุณลักษณะด้วยวิธีการ HOG แล้ว จะได้ คุณลักษณะของภาพใบหน้าเป็นทิศทางของเกรเดียนท์ทั้งหมด 16,560 Attribute จากนั้นจะนำไปเปรียบเทียบกับชุดฝึกสอนเพื่อที่จะทำนายว่าภาพใบหน้าที่น่าไปรู้จำนั้นจัดอยู่ในบุคคลใดจาก 38 บุคคล โดยในขั้นตอนนี้จะทำการรู้จำทีละชุดข้อมูล ตั้งแต่ภาพใบหน้าในชุดที่ 1 ถึง ชุดที่ 4 ในแต่ละชุดข้อมูลที่ผ่านตัวกรองในแบบต่างๆรวมทั้งสิ้น 8 ตัวกรองจากนั้นจะนำไปสู่ขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพ

3.4 การวัดประสิทธิภาพ

ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้จะใช้ Confusion matrix ในการวัดประสิทธิภาพของตัวโมเดล โดยจะทำการวัดประสิทธิภาพในทุกชุดข้อมูลที่ผ่านตัวกรองแต่ละตัว รวมทั้งสิ้น 32 ชุดข้อมูล และนำมาเปรียบเทียบในชุดข้อมูลเดียวกัน เช่น ชุดข้อมูลที่ 1 ในตัวกรองที่ 1 เปรียบเทียบกับชุดข้อมูลที่ 1 ที่ผ่านตัวกรองที่ 2-8 ว่ามีประสิทธิภาพต่างกันอย่างไร โดยในการวัดประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้ จะเน้นที่ค่า accuracy เป็นหลัก เพื่อวัดว่าประสิทธิภาพของตัวกรองที่ใช้ นั้นว่าตัวกรองใด สามารถทำให้โมเดลในการรู้จำภาพใบหน้าในสถานะของแสงที่ไม่คงที่นั้นมี ประสิทธิภาพมากที่สุด



บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวิจัยในงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 อย่าง คือ ผลการจัดผลกระทบของแสงที่มีต่อภาพใบหน้า ผลการวิจัยด้านประสิทธิภาพในการรู้จำภาพใบหน้า เวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ และภาพใบหน้าที่ทำนายผิดพลาดซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการทดลองทางด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า

ด้านประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า ได้ทำการทดลองจำนวน 2,432 ตัวอย่างจะแสดงตัวอย่างของการใช้ตัวกรองในแบบต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างของภาพใบหน้า 5 ภาพมาแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในการเปลี่ยนแปลงจากภาพใบหน้าที่เดิมกับภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองแต่ละแบบแล้วซึ่งภาพที่นำมาใช้นั้น มาจากชุดข้อมูลฝึกสอนและชุดทดสอบทั้ง 4 ชุด และเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างมากขึ้น ทางผู้วิจัยได้แยกใบหน้าออกเป็น เพศชาย 3 คน และ เพศหญิง 2 คนโดยภาพที่แสดงนั้นจะแสดงตั้งแต่ภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.5

พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

Original images	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6	Filter 7	Filter 8
Train set	SQI	SQ+MF	WT	WF	WT+SQI	WF+SQI	WT+SQ+MF	WT+SQ+MF
Test set 1								
Test set 2								
Test set 3								
Test set 4								

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB01 ที่ผ่านตัวกรองแบบการต่างๆในงานวิจัยนี้

Original images	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6	Filter 7	Filter 8
Train set	SOI	SOI+MF	WT	WF	WT+SOI	WF+SOI	WT+SOI+MF	WT+SOI+MF
Test set 1								
Test set 2								
Test set 3								
Test set 4								

รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB02 ที่ผ่านตัวกรองแบบการต่างๆในงานวิจัยนี้

Original images	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6	Filter 7	Filter 8
Train set	SQI	SQI+MF	WT	WF	WT+SQI	WF+SQI	WT+SQI+MF	WT+SQI+MF
Test set 1								
Test set 2								
Test set 3								
Test set 4								

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB03 ที่ผ่านตัวกรองแบบการต่างๆในงานวิจัยนี้

Original images	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6	Filter 7	Filter 8
Train set	SOI	SOI+MF	WT	WF	WT+SOI	WF+SOI	WT+SOI+MF	WT+SOI+MF
Test set 1								
Test set 2								
Test set 3								
Test set 4								

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB27 ที่ผ่านตัวกรองแบบการต่างๆในงานวิจัยนี้

Original images	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6	Filter 7	Filter 8
Train set	SOI	SOI+MF	WT	WF	WT+SOI	WF+SOI	WT+SOI+MF	WT+SOI+MF
Test set 1								
Test set 2								
Test set 3								
Test set 4								

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้า YaleB28 ที่ผ่านตัวกรองแบบการต่างๆในงานวิจัยนี้

4.2 ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพในการรู้จำภาพใบหน้า

ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพนั้น แบ่งออกเป็นผลการทดลองในแต่ละชุดข้อมูลที่ผ่านตัวกรองทั้งหมด 8 แบบ รวมทั้งหมด 32 ค่า ซึ่งแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งค่าที่แสดงนั้นจะเป็นค่า accuracy โดยวัดจากเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของภาพใบหน้าที่ทำนายได้อย่างถูกต้องกับภาพใบหน้าทั้งหมด

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพในการรู้จำภาพใบหน้า

วิธีการ	ชุดทดสอบ 1	ชุด ทดสอบ 2	ชุด ทดสอบ 3	ชุด ทดสอบ 4	เฉลี่ย	หน่วย	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
SQI	99.49	98.35	94.95	91.22	96.00	%	3.72
SQI+MF	99.47	97.57	97.63	100	98.66	%	1.25
WT	99.76	96.87	88.15	81.57	91.58	%	8.30
WF	100	98.51	96.71	94.29	97.37	%	2.45
WT+SQI	99.49	98.19	96.71	96.05	97.61	%	1.53
WF+SQI	100	98.42	95.61	93.90	96.92	%	2.74
WT+SQI+MF	99.49	99.83	98.24	99.78	99.33	%	0.74
WF+SQI+MF	100	99.28	98.34	100	99.40	%	0.78

4.3 ผลการทดลองทางด้านเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละกระบวนการ

ด้านประสิทธิภาพทางด้านเวลาแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจับเวลาเริ่มตั้งแต่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าไปจนถึงขั้นตอนการรู้จำภาพใบหน้า โดยมีหน่วยเป็นวินาที

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพทางด้านเวลา

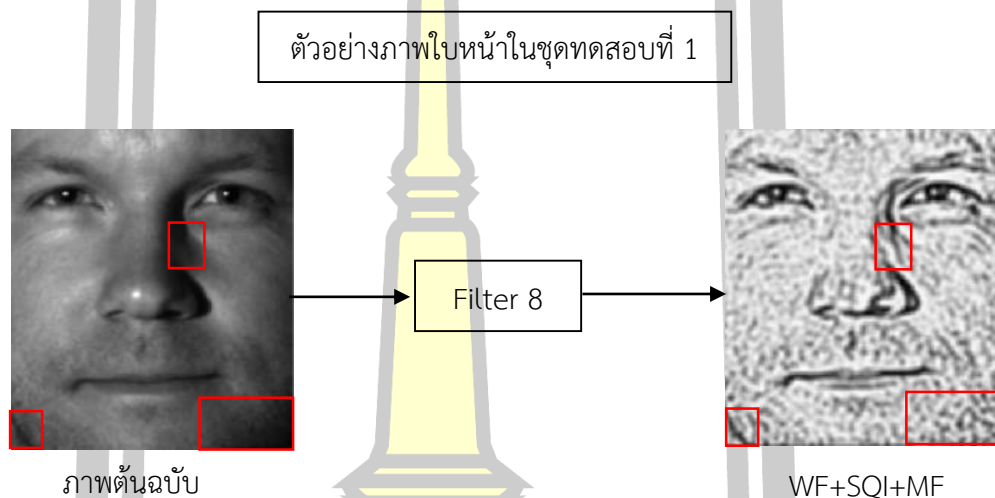
วิธีการ	ชุดทดสอบ 1	ชุดทดสอบ 2	ชุดทดสอบ 3	ชุดทดสอบ 4	เฉลี่ย	หน่วย
SQI	305.25	470.96	337.7	324.64	359.61	วินาที
SQI+MF	306.25	496.39	347.44	373.29	380.84	วินาที
WT	14.37	24.32	17.07	17.36	18.28	วินาที
WF	76.43	123.7	91.52	90.6	95.56	วินาที
WT+SQI	422.44	413.61	435.53	374.51	411.52	วินาที
WF+SQI	318.61	500.9	377.01	373.66	392.54	วินาที
WT+SQI+MF	442.67	464.18	448.63	392.61	437.02	วินาที
WF+SQI+MF	325.57	523.07	392.25	390.07	407.74	วินาที

4.4 การอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 จะพบว่าตัวกรองที่มีประสิทธิภาพซึ่งช่วยให้การรู้จำภาพใบหน้ามีประสิทธิภาพสูงสุด 2 ตัวกรองได้แก่ตัวกรองที่ 8 ซึ่งเป็นตัวกรองที่ผสมผสานระหว่าง Weber face , Self Quotient Image และ Mean filter ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 99.40 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ตัวกรองดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพในการทำนายภาพใบหน้าในชุดข้อมูลที่ 1 ซึ่งเป็นชุดข้อมูลภาพใบหน้าที่มุ่มของแสงที่ตกกระทบบนภาพใบหน้าที่อยู่ระหว่างมุม 15 องศา ถึง 25 องศา ได้ 100 % และชุดข้อมูลภาพใบหน้าในชุดทดสอบที่ 4 ซึ่งเป็นภาพใบหน้าที่อยู่ในมุมของแสงที่ตกกระทบบนภาพใบหน้าที่มุ่ม 100 องศาขึ้นไป โดยผลการทดลองอยู่ที่ 100% เช่นกัน ทำให้ทราบได้ว่าตัวกรองที่ 8 นั้นมีประสิทธิภาพในการขจัดผลกระทบของแสงและเงาได้เป็นอย่างดี

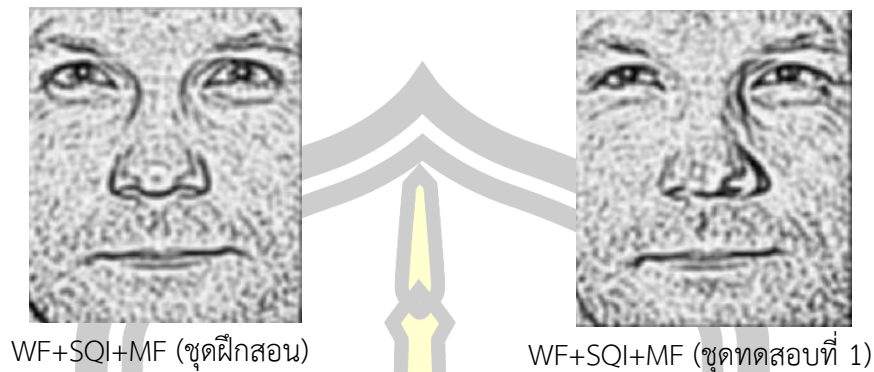
4.4.1 ผลการทดลองภาพที่ผ่านตัวกรอง

การเปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองจากตัวกรองที่ 8 นั้นแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งเป็นการแสดงภาพต้นฉบับและแสดงส่วนที่เกิดเงาขึ้นบนภาพและภาพที่ผ่านตัวกรองที่ได้รับการขจัดผลกระทบของเงานั้นออกแล้วและเผยให้เห็นถึงคุณลักษณะของภาพใบหน้าที่อยู่ในส่วนที่เงาบดบัง



รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ชุดทดสอบที่ 1

จากรูปที่ 4.6 เป็นภาพใบหน้าในชุดทดสอบที่ 2 ที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่าง Weber face , Self Quotient Image และ Mean filter จะพบว่าภาพใบหน้าที่ได้ออกมานั้นมีคุณลักษณะของใบหน้าเด่นชัดออกมา ที่ชัดเจน ซึ่งผลกระทบของแสงและเงาในชุดภาพใบหน้าชุดทดสอบที่ 2 นี้ยังมีไม่มาก สังเกตได้จากภาพต้นฉบับ ที่ส่วนต่างๆของใบหน้าที่เห็นได้อย่างชัดเจน โดยส่วนที่โดนผลกระทบของเงานั้นแสดงในส่วนของกรอบสีแดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งส่วนของเงาไม่ได้บดบังในส่วนขององค์ประกอบหลักของภาพใบหน้า ซึ่งหลังจากผ่านตัวกรองที่ 8 แล้วจะได้ภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับในชุดฝึกสอน ทำให้การรู้จำใบหน้าในขั้นตอนนี้ได้ค่าประสิทธิภาพที่สูง โดยจะเปรียบเทียบภาพใบหน้าในชุดฝึกสอนที่ผ่านตัวกรองที่ 8 เช่นเดียวกันในรูปที่ 4.7

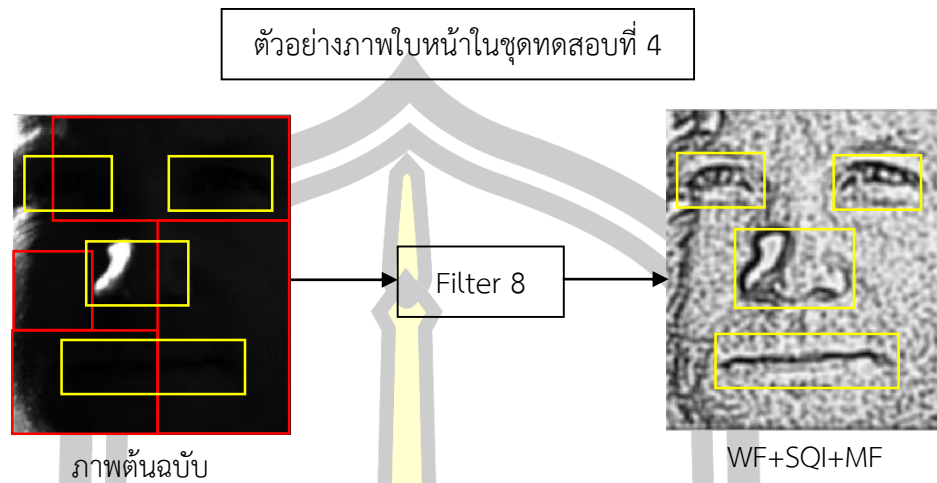


รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบภาพที่ได้จากชุดฝึกสอนและชุดทดสอบที่ 1

จากรูปที่ 4.7 จะสังเกตเห็นว่าภาพทั้งสองมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทั้งในด้านลงลายเส้นขององค์ประกอบใบหน้าในส่วนของ ดวงตา จมูก และปาก รวมทั้งพื้นผิวของภาพใบหน้านั้นก็ได้อุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันของภาพทั้งสอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้การสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ซึ่งจะเป็นการนับความถี่ของจำนวนเกรเดียนท์ที่เข้าหาของภาพ จึงเป็นการอธิบายคุณลักษณะของภาพด้วยรูปร่างของภาพ ทำให้การรู้จำภาพใบหน้าจำแนกได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งในชุดทดสอบที่ 2 นั้น ภาพใบหน้าที่อยู่ในชุดข้อมูลนี้ยังไม่ได้รับผลกระทบของเงามากนัก ทำให้การจำแนกภาพใบหน้านั้นเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงถึง 100 %

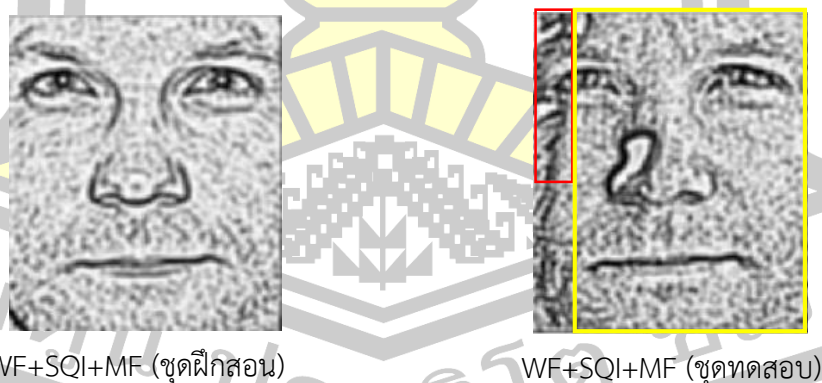
ในส่วนของภาพใบหน้าที่ได้รับการจำแนกได้ 100 % ของตัวกรองที่ 8 อีกชุดหนึ่งได้แก่ชุดทดสอบที่ 4 ซึ่งเป็นภาพใบหน้าที่อยู่ในมุมที่แสงส่องกระทบกับใบหน้าที่มีมุม 100 องศาขึ้นได้ โดยมุมของแสงตกกระทบดังกล่าวแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นการแสดงจุดกำเนิดแสงและตำแหน่งที่แสงส่องเข้ามาตกกระทบที่ใบหน้า ซึ่งในส่วนนี้ของชุดทดสอบที่ 4 นี้ ภาพของใบหน้าส่วนใหญ่จะถูกลบบังภายในเงา หมายความว่าที่มุมตั้งแต่ 100 องศา ในรูปที่ 3.2 นั้นจุดกำเนิดแสงจะเอียงไปทางด้านหลัง จะแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าต้นฉบับในชุดทดสอบที่ 4 กับภาพเดียวกันที่ผ่านตัวกรองที่ 8 แล้วในรูปที่ 4.8

พหุ ประถมศึกษา



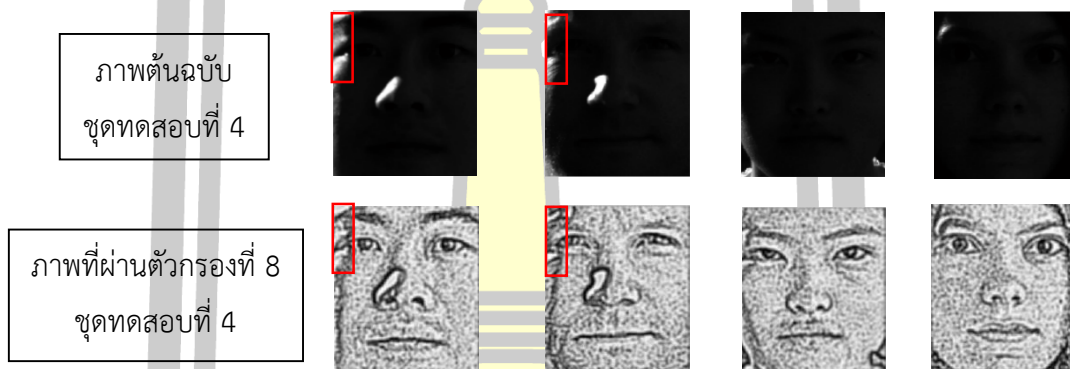
รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่ผ่านมาตัวกรองที่ 8 ชุดทดสอบที่ 4

จากรูปที่ 4.8 จะพบว่าภาพต้นฉบับนั้นมีส่วนของเงาบังไปเกือบ 90% ของใบหน้าซึ่งแสดงในส่วนของการบดบังทำให้ไม่สามารถมองเห็นคุณลักษณะสำคัญของใบหน้าเช่น ตา จมูก และปากได้ แสดงในส่วนของการบดบังเหลือ แต่เมื่อใช้ตัวกรองที่ 8 ภาพที่ได้หลังจากนั้นคือภาพใบหน้าที่ได้ถูกขจัดส่วนของเงาไปแล้วทำให้คุณลักษณะของภาพใบหน้าปรากฏออกมา จากนั้นเมื่อได้คุณลักษณะภาพออกมาแล้ว ภาพที่ได้ออกมานั้นมีลักษณะใกล้เคียงกับภาพในชุดฝึกสอนที่ผ่านกระบวนการเดียวกัน แสดงในรูปที่ 4.9



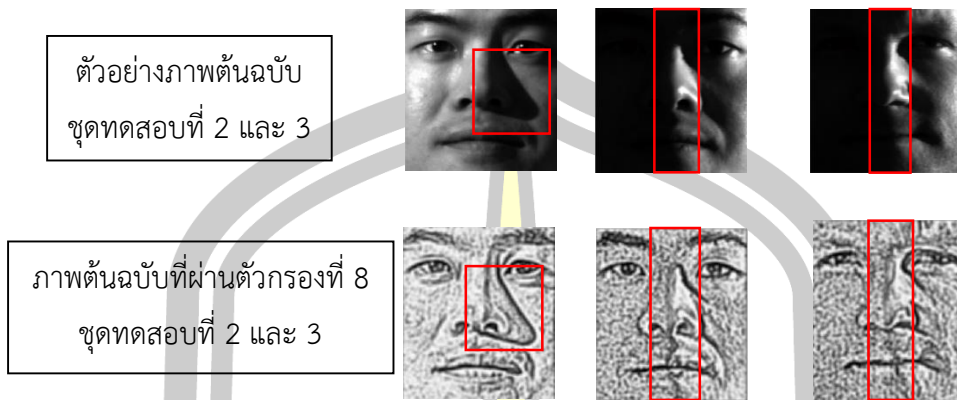
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบภาพที่ได้จากชุดฝึกสอนและชุดทดสอบที่ 4

จากรูปที่ 4.9 นั้นภาพที่ในชุดทดสอบที่ 4 ที่ผ่านตัวกรองที่ 8 จะมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับภาพในชุดฝึกสอนที่ผ่านตัวกรองที่ 8 เช่นเดียวกัน ในส่วนที่อยู่ในที่กรอบสีแดงเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบของแสงทำให้เกิดการสะท้อนออกมา เมื่อนำไปผ่านตัวกรองแล้วจึงทำให้เกิดจุดตัดระหว่างแสงและเงาบนภาพใบหน้ากลายเป็นลายเส้นลักษณะเดียวกันกับในกรอบสีแดงในรูปที่ 4.9 แต่คุณลักษณะส่วนใหญ่ขององค์ประกอบใบหน้านั้น ยังมีลักษณะใกล้เคียงกับชุดฝึกสอน โดยชุดฝึกสอนที่ใช้ภาพใบหน้าของบุคคล บุคคลละ 14 ภาพ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงชี้ว่าภาพที่ได้นั้นมีลักษณะใกล้เคียงกันด้วยคุณลักษณะค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ ทำให้ประสิทธิภาพของการรู้จำใบหน้าผ่านตัวกรองนี้มีความแม่นยำ 100% เนื่องจากภาพใบหน้าแต่ละบุคคลที่ผ่านตัวกรองนี้มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบภาพที่ผ่านตัวกรองที่ 8 ในชุดทดสอบที่ 4

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของตัวอย่างภาพใบหน้าของบุคคลที่ผ่านตัวกรองที่ 8 แล้วในส่วนของกรอบสีแดงในรูปที่ 4.10 จะแสดงให้เห็นถึงจุดตัดของแสงซึ่งจุดตัดเหล่านี้ไม่ได้เป็นแบบเดียวกันทุกภาพในชุดข้อมูล Yale B database ซึ่งบางภาพนั้นจุดตัดมีน้อย บางภาพก็เกิดอย่างชัดเจน ซึ่งจุดเหล่านี้ทำให้เกิดเส้นที่ไม่ใช่คุณลักษณะของใบหน้าออกมา พบมากในชุดทดสอบที่ 2 และ 3 ในช่วงที่แสงอยู่ระหว่างมุม 35 องศา ไปจนถึง 95 องศา ซึ่งจุดกำเนิดแสงนั้นจะเอียงไปทางด้านข้างของใบหน้า ทำให้ใบหน้าส่วนหนึ่งนั้นเริ่มเข้าสู่เงาด้วยเหตุนี้จึงทำให้ภาพใบหน้าเกิดจุดตัดกลายเป็นเส้นที่ไม่ใช่คุณลักษณะของภาพใบหน้าอย่างชัดเจน แสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่างของจุดตัดระหว่างแสงและเงา

จากรูปที่ 4.11 จะแสดงในส่วนของจุดตัดที่เกิดขึ้นระหว่างแสงและเงาซึ่งอยู่ในส่วนของกรอบสีแดง ทำให้เมื่อผ่านตัวกรองออกมาแล้ว เกิดเป็นเส้นที่ไม่ใช่คุณลักษณะของใบหน้าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการรู้จำภาพใบหน้า

4.4.2 การภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

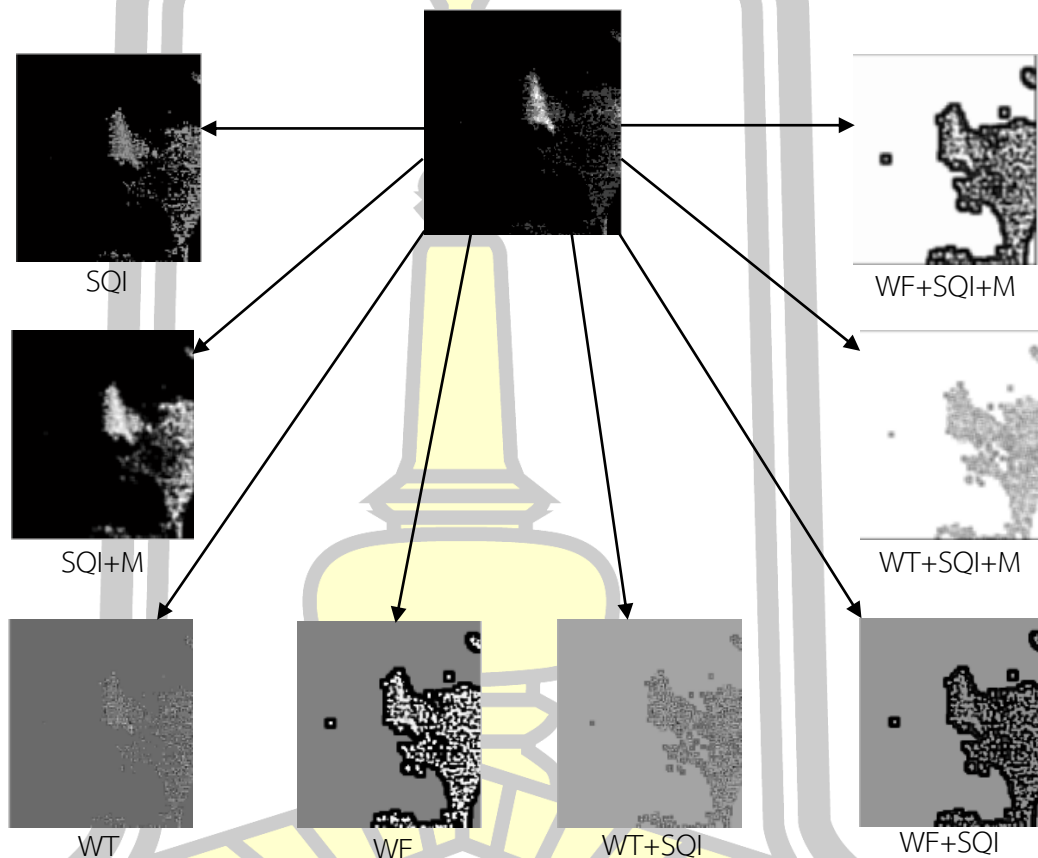
นอกจากผลกระทบของจุดตัดของแสงและเงาที่ได้กล่าวไปแล้วในการทดลองในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบภาพใบหน้าที่ได้ถูกจำแนกผิดไปจากผลเฉลย ซึ่งพบว่ามีภาพใบหน้าตัวกรองส่วนใหญ่จำแนกผิด กล่าวคือตัวกรองในงานวิจัยนี้จะจำแนกภาพประเภทนี้ผิด ซึ่งตัวอย่างของภาพเหล่านั้นแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่จำแนกผิดส่วนใหญ่ในงานวิจัย

จากรูปที่ 4.12 จะพบว่าภาพใบหน้าส่วนใหญ่เหล่านั้น คือ ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า ซึ่งภาพเหล่านี้จะอยู่ในมุมที่แสงตกกระทบที่ใบหน้าอยู่ระหว่าง $90-100^\circ$ ในชุดทดสอบที่ 3 ในบางส่วนแต่

ไม่ใช่ทั้งหมด ยังมีภาพใบหน้าที่อยู่ระหว่าง $90-100^\circ$ ที่ไม่มีความเสียหายอยู่ ซึ่งภาพเหล่านี้ทางผู้วิจัยได้ตรวจสอบแล้วพบว่า เป็นภาพเฉดเทาที่มีค่าความถี่ของระดับความเข้มอยู่ที่ 0-6 ซึ่งแตกต่างจากภาพส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ซึ่งจะมีค่าความถี่ของระดับความเข้มอยู่ระหว่าง 0-255 ดังนั้นเมื่อนำภาพเหล่านี้ผ่านตัวกรองในการทดลองของงานวิจัย จะพบว่าตัวกรองไม่สามารถจัดผลกระทบของแสงได้ แสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งด้วยสาเหตุนี้เองทำให้การจำแนกภาพผิดพลาด



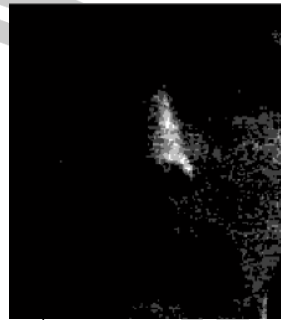
รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างภาพใบหน้าที่ถูกจำแนกผิดที่ผ่านตัวกรองในงานวิจัยนี้

จากรูปที่ 4.13 ภาพตัวอย่างของภาพที่ถูกจำแนกผิดที่ผ่านตัวกรองในงานวิจัยนี้เพื่อลดผลกระทบนั้นไม่สามารถทำได้ เนื่องจากภาพที่ได้ออกมามีรูปร่างไม่คล้ายภาพใบหน้าของมนุษย์ ยกเว้นวิธีการ SQI SQI+M และ WT แต่วิธีการดังกล่าว ไม่สามารถลดผลกระทบของแสงและเงาที่เกิดขึ้นบนภาพใบหน้าต้นฉบับได้ทำให้เกิดการจำแนกที่ผิดพลาด เนื่องจากในขั้นตอนของการสกัดคุณลักษณะนั้น ค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ที่ตรงกับภาพใบหน้าที่เป็นใบหน้าเดียวกัน ดังนั้นภาพเหล่านี้จึงไม่สามารถจำแนกได้อย่างถูกต้องด้วยวิธีการในงานวิจัยนี้ และเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า กับภาพที่เค้าโครงใบหน้าปกติในงานวิจัยนี้ จะแสดง

ตัวอย่างเปรียบเทียบในรูปที่ 4.14-4.24 และจะแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเมื่อผ่านตัวกรองเพื่อลดผลกระทบของแสงและเงาแล้ว



ภาพใบหน้าปกติ



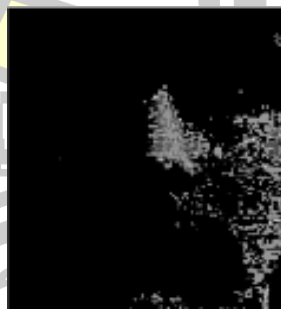
ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบของใบหน้าของบุคคลเดียวกัน

จากภาพที่ 4.14 จะพบว่า ภาพใบหน้าที่เป็นภาพเฉดเทาปกตินั้น จะมีส่วนที่ได้รับผลกระทบของแสง และส่วนที่เป็นใบหน้าที่ไม่ได้รับผลกระทบของแสงซึ่งปกตินั้นสามารถนำไปผ่านตัวกรองเพื่อที่จะขจัดผลกระทบของแสงได้ แตกต่างจากภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้าในชุดข้อมูลเดียวกัน ซึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นภาพใบหน้าแบบเดียวกัน แต่ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้านั้นไม่มีส่วนที่แสดงเป็นภาพใบหน้าเลย อีกทั้งค่าความถี่ของระดับความเข้มนั้น ยังมีเพียง 0-6 ซึ่งแตกต่างจากภาพปกติที่มีค่าความถี่ของระดับความเข้มตั้งแต่ 0-255 ซึ่งความแตกต่างของระดับความเข้มนี้ จะทำให้ภาพใบหน้าที่แสดงออกมานั้นมีรูปร่างลักษณะเป็นใบหน้าของมนุษย์มากขึ้นเมื่อผ่านตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง SQI

จากรูปที่ 4.15 จะพบว่าตัวกรอง Self Quotient Image ไม่สามารถจัดผลกระทบบของภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้าได้ ซึ่งส่วนสีดำในภาพนั้นมีค่าเป็น 0 ทำให้ในขั้นตอนในการสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์แตกต่างไปจากภาพใบหน้าบุคคลเดียวกันในชุดข้อมูล และเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนของการจำแนกภาพ



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง SQI+M

จากรูปที่ 4.16 แม้ว่าเราจะเพิ่มตัวกรอง M (Mean filter) เข้าไปช่วยเพื่อที่จะทำให้ภาพใบหน้าชัดเจนนยิ่งขึ้น แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะขจัดผลกระทบบของของแสงและเงาในภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบภาพใบหน้าที่ผ่านตัวกรอง WT

จากรูปที่ 4.17 จะพบว่าภาพใบหน้าปกติที่ผ่านตัวกรอง WT (Discrete Wavelet Transform) นั้นสว่างขึ้นทำให้เห็นส่วนที่อยู่เงาบบังอยู่ซึ่งแตกต่างจากภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า ที่ถึงแม้ว่าภาพจะสว่างขึ้นแต่ก็ยังไม่สามารถเห็นส่วนที่เป็นองค์ประกอบของใบหน้าเช่น ตา จมูก หรือ ปาก ได้



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบใบหน้าทีผ่านตัวกรอง WF



ภาพใบหน้าปกติ

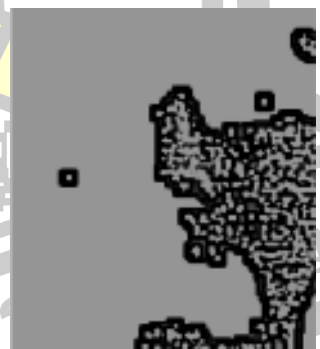


ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบใบหน้าทีผ่านตัวกรอง WT+SQI



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบใบหน้าทีผ่านตัวกรอง WF+SQI



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบใบหน้าทีผ่านตัวกรอง WT+SQI+M



ภาพใบหน้าปกติ



ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบใบหน้าทีผ่านตัวกรอง WF+SQI+M

จากรูปที่ 4.17 ถึง รูปที่ 4.22 ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้าซึ่งได้ผ่านตัวกรองต่าง ๆ นั้น มีลักษณะที่ไม่คล้ายกับใบหน้ามนุษย์ ทำให้การสกัดคุณลักษณะในงานวิจัยนี้ที่จะอาศัยค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ที่จะระบุลักษณะของรูปร่างใบหน้า ซึ่งจากภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้าทีผ่านตัวกรองออกมาแล้วนั้น ไม่มีส่วนที่คล้ายลักษณะของใบหน้าทีประกอบด้วย ดวงตา จมูกและปากอยู่เลย

4.4.3 จำนวนภาพใบหน้าทีจำแนกผิด

นอกจากภาพทีจำแนกผิดซึ่งเป็นภาพทีไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้าดังทีกล่าวไปแล้วนั้นจำแนกผิดบ่อยซึ่งแสดงในรูปที่ 4.12 ถึง 4.22 ในงานวิจัยนี้จะแสดงข้อมูลของจำนวนภาพทีได้รับการจำแนก

ตารางที่ 4 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 1 15°-25° ตั้งแต่หมายเลข 20 ถึง 38

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	1	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม 1-38	1	1	1	0	1	0	1	0

ตารางที่ 5 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 2 35°-60°ตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 19

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	0	1	1	1	1	0	0
11	2	0	2	2	2	2	0	0
12	2	0	2	2	2	2	0	0
13	2	0	2	2	2	2	0	2
14	2	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	1	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	2	0	1	0	0	0

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 6 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 2 35°-60°ตั้งแต่หมายเลข 20 ถึง 38

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	1	0	1	0	0	0
35	0	0	6	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม 1-38	10	2	19	9	11	9	1	4

ตารางที่ 7 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 3 70°-95°ตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 19

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	2	1	1	1	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1	1	0	1
12	1	0	2	1	1	1	0	0
13	1	0	1	1	1	1	0	1
14	5	0	2	4	2	3	0	0
15	0	0	7	0	1	0	0	1
16	0	0	1	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	1	0	0
19	0	0	6	0	0	0	0	0

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 8 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 3 70°-95°ตั้งแต่หมายเลข 20 ถึง 38

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
20	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0
30	2	0	5	0	0	1	0	0
31	0	0	1	0	0	1	0	0
32	0	0	3	0	0	0	0	0
33	1	1	1	1	1	1	1	0
34	3	1	6	1	1	3	2	1
35	4	1	11	2	3	3	2	1
36	1	1	2	1	1	1	1	0
37	1	1	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	0
รวม 1-38	23	7	55	15	15	20	8	7

ตารางที่ 9 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 4 100° ขึ้นไปตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 19

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
1	2	0	2	0	0	0	0	0
2	0	0	3	1	0	2	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	2	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	0	1	1	1	1	0	0
12	2	0	3	2	2	2	0	0
13	4	0	4	2	2	2	0	0
14	6	0	5	5	3	5	0	0
15	0	0	8	0	1	3	0	0
16	0	0	5	0	1	0	0	0
17	3	0	4	1	0	1	0	0
18	3	0	2	3	2	4	0	0
19	1	0	1	0	0	0	0	0

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 10 จำนวนใบหน้าบุคคลที่จำแนกผิดในชุดทดสอบที่ 4 100°ขึ้นไปตั้งแต่หมายเลข 20 ถึง 38

หมายเลข ใบหน้า	ตัวกรอง							
	SQI	SQI+ MF	WT	WF	WT+ SQI	WF+ SQI	WT+ SQI+MF	WF+ SQI+MF
20	0	0	1	0	0	0	0	0
21	0	0	3	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	2	0	0	0	0	0
24	0	0	4	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0
27	4	0	1	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	2	0	0	0	0	0
30	4	0	5	4	0	0	0	0
31	0	0	0	0	1	0	0	0
32	1	0	6	0	1	0	0	0
33	0	0	4	1	2	1	0	0
34	1	0	3	3	1	4	0	0
35	3	0	8	3	0	3	1	0
36	0	0	3	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0
38	3	0	0	0	0	0	0	0
รวม 1-38	40	0	83	26	18	28	1	0

จากตารางที่ 3 ถึง ตารางที่ 10 จะพบว่าภาพใบหน้าที่ทำนายผิดนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ภาพใบหน้าปกติ และ ภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

ภาพใบหน้าปกติที่เกิดการทำนายผิดพลาดนั้น สาเหตุเกิดจากขั้นตอนของการสกัดคุณลักษณะด้วยค่าความถี่ทิศทางของเกรเดียนท์ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ที่พบนั้นเกิดขึ้นในขั้นตอนของการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า ซึ่งภาพใบหน้าที่ได้ออกมานั้นมีคุณลักษณะทิศทางของค่าเกรเดียนท์

คล้ายกับภาพใบหน้าที่ไม่ใช่ภาพใบหน้าของตนเองในชุดฝึกสอน ทำให้เกิดการทำนายผิดพลาด ซึ่งจากตารางที่ 3 ถึง ตารางที่ 10 ตัวกรองที่เกิดความผิดพลาดมากที่สุดคือ ตัวกรอง WT (Discrete Wavelet Transform) เพราะว่า ภาพที่ผ่านตัวกรองนี้ ส่วนที่เป็นเงาที่เกิดขึ้นบนภาพจะถูกขจัดออกไปไม่หมด และเมื่อถูกขจัดออกไปไม่หมดจะทำให้ภาพเกิดขอบของจุดตัดระหว่างพื้นที่สว่างและพื้นที่มืด แสดงในรูปที่ 4.11 ซึ่งเมื่อเทียบกับภาพต้นฉบับแล้วเมื่อหาค่าความถี่ของทิศทางเกรเดียนท์ตรงจุดนี้คุณลักษณะที่ได้นั้นจะมีส่วนของจุดตัดของแสงและเงาที่เกิดขึ้นบนภาพขึ้นมาด้วย ทำให้การทำนายนั้นเกิดความผิดพลาด

ในส่วนของภาพที่ไม่ปรากฏบนภาพใบหน้า ซึ่งส่วนนี้ภาพส่วนใหญ่จะอยู่หัวข้อที่ 4.4.2 จะแสดงให้เห็นถึงภาพที่คล้ายกับภาพใบหน้าที่ได้รับผลกระทบของแสงแต่เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าแล้ว ภาพที่ได้ออกมานั้นไม่มีลักษณะเป็นภาพใบหน้า กล่าวคือขาดองค์ประกอบที่จะระบุว่าเป็นภาพของใบหน้ามนุษย์ ไม่มีส่วนของดวงตา จมูก และปาก อีกทั้งองค์ประกอบอื่นๆอย่างส่วนที่เป็นคิ้ว หรือริมฝีปาก เป็นต้น ดังนั้นเมื่อทำการสกัดคุณลักษณะของภาพประเภทนี้ คุณลักษณะที่ได้นั้นจะไม่สามารถระบุได้เลยว่าเป็นภาพใบหน้าของบุคคลใด ด้วยเหตุนี้เองจึงเป็นสาเหตุให้มีการทำนายผิดพลาด ซึ่งภาพในลักษณะนี้จะอยู่ในชุดทดสอบที่ 3 ซึ่งแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

จากรูปที่ 4.23 ภาพที่ผ่านการสกัดคุณลักษณะนั้นจะไม่ปรากฏในส่วนของคุณลักษณะของใบหน้าเช่น ตา จมูก และปาก ทำให้ไม่สามารถทำนายได้ว่าเป็นภาพของใบหน้าบุคคลใด

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการสรุปและวิจารณ์ผลการทดลองนี้ ทางผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า , ด้านประสิทธิภาพ , ด้านเวลา และปัญหาที่พบเพื่อที่จะเปรียบเทียบว่าวิธีการใดในการจัดผลกระทบบของแสงและเงาที่เกิดขึ้นบนภาพใบหน้าวิธีไหนมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ทางด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า

จากรูปที่ 4.1 ถึง 4.5 ซึ่งแสดงตัวอย่างของภาพใบหน้าจากชุดทดสอบซึ่งอยู่ในมุมที่แสงตกกระทบแตกต่างกัน ที่ผ่านตัวกรองในแต่ละกระบวนการ จะพบว่า ตัวกรองที่ดีที่สุดนั้นคือตัวกรองได้รับการผสมผสาน 3 วิธีการนั้นสามารถจัดผลกระทบบของแสงและเงาได้ดีที่สุด เนื่องจากว่าสามารถแสดงลักษณะขององค์ประกอบใบหน้าได้อย่างชัดเจน ได้ตัวกรอง Wavelet Transform + Self Quotient Image + Mean filter (WT+SQI+MF) และ Weber face + Self Quotient Image + Mean filter(WF+SQI+MF) ส่วนตัวกรองที่ด้อยประสิทธิภาพที่สุดนั้นได้แก่ ตัวกรอง Wavelet Transform (WT)

5.2 ทางด้านประสิทธิภาพ

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวกรองแต่ละชนิดนั้น โดยตัวกรองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้นได้แก่ตัวกรอง Wavelet Transform + Self Quotient Image + Mean filter (WT+SQI+MF) มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพอยู่ที่ 99.33 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ที่ 0.74 และ Weber face + Self Quotient Image + Mean filter(WF+SQI+MF) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพอยู่ที่ 99.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.78 ซึ่งตัวกรองทั้ง 2 วิธีการนี้สามารถใช้ได้ดีกับข้อมูลชุดทดสอบทั้ง 4 ได้อย่างมีความเสถียรภาพ ส่วนวิธีการที่ด้อยประสิทธิภาพที่สุดในงานวิจัยนี้นั้น คือ ตัวกรอง Wavelet Transform โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพอยู่ที่ 91.58 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 8.30 โดยวิธีการนี้ไม่สามารถใช้กับข้อมูลชุดทดสอบทั้ง 4 ได้ แต่จะใช้ได้ดีในชุดข้อมูลทดสอบที่ 1 และ 2 ได้เท่านั้น

5.3 ทางด้านเวลา

ในด้านของเวลานั้น ตัวกรองที่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุดได้แก่ ตัวกรอง Wavelet Transform โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.28 วินาที ซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ในงานที่ต้องการความรวดเร็วในการประมวลผล ส่วนตัวกรองที่ใช้เวลาในการประมวลผลมากที่สุดนั้นได้แก่ Wavelet Transform + Self Quotient Image + Mean filter (WT+SQI+MF) โดยใช้เวลาในการประมวลผลมากถึง 437.02 วินาที แต่มีค่าประสิทธิภาพที่สูง จึงเหมาะแก่งานที่ต้องการใช้ในด้านประสิทธิภาพความถูกต้อง โดยในการทดลองงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Matlab เวอร์ชัน 2014a ในการทดลอง และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นคอมพิวเตอร์ CPU core i7 และ Ram 8 GB

5.4 ปัญหาและอุปสรรค

ในงานวิจัยนี้มีปัญหาที่พบในงานวิจัยนี้ประการแรกคือ ภาพที่ได้รับการจำแนกผิดไปจากผลเฉลย ซึ่งภาพเหล่านี้ทางผู้วิจัยได้แสดงในตารางที่ 4.11 ถึง 4.23 ในบทที่ 4 ซึ่งจำนวนภาพที่ทำนายผิดเหล่านี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

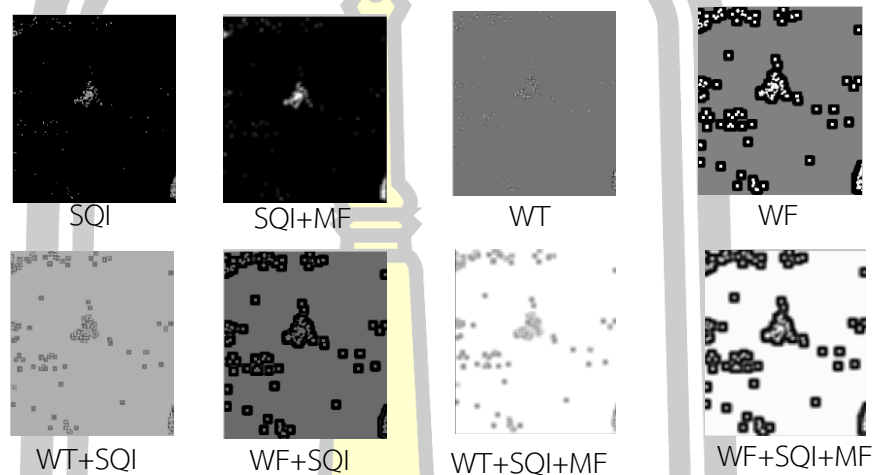
1 ภาพใบหน้าปกติแต่การจัดผลกระทบบของแสงและเงารวมไปจนถึงขั้นตอนของการจำแนกภาพ โดยผลการจำแนกออกมานั้นไม่ตรงกับผลเฉลยทำให้ประสิทธิภาพของวิธีการลดลงซึ่งแสดงในตารางที่ 1 ในบทที่ 4

2 ภาพใบหน้าที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า โดยภาพเหล่านี้ผู้วิจัยได้ทำการแสดงให้เห็นในหัวข้อที่ 4.3 ซึ่งพบว่าภาพใบหน้าเหล่านี้ที่ผ่านตัวกรองในแบบต่างๆ 8 วิธีการในงานวิจัยนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้น ภาพผลลัพธ์ไม่เหมาะกับวิธีในการสกัดคุณลักษณะที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้นั้นเกิดความผิดพลาด ยกตัวอย่างภาพที่จะแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งจะคล้ายกับภาพที่แสดงในหัวข้อที่ 4.3 ในบทที่ 4



รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของภาพที่ไม่ปรากฏเป็นภาพใบหน้า

จากรูปที่ 5.1 ภาพใบหน้านี้ดูคล้ายกับภาพใบหน้าที่ได้ผลกระทบของแสงและเงาที่แสงตกกระทบบนใบหน้าที่มีมุมตั้งแต่ 100 องศาขึ้นไปซึ่งอยู่ในชุดทดสอบที่ 4 แต่ค่าพิกเซลเฉดเทาของภาพนี้นั้นมีค่าเป็น 0 เสียส่วนมากซึ่งแตกต่างจากภาพใบหน้าที่อยู่ในชุดทดสอบที่ 4 อย่างมาก และเมื่อผู้วิจัยได้ลองทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้าผลปรากฏว่าภาพที่ได้นั้นไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นภาพใบหน้าของบุคคลได้ แสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงภาพใบหน้ารูปที่ 5.1 ที่ผ่านตัวกรองแบบต่างๆ

จากรูปที่ 5.2 จะพบว่าเมื่อใช้ตัวกรองแบบต่างๆในงานวิจัยนี้ 8 ตัวกรองในการจัดผลกระทบของภาพใบหน้าจากรูปที่ 5.1 นั้น ผลลัพธ์ที่ได้คือภาพที่ผ่านตัวกรองนั้นไม่สามารถเป็นภาพใบหน้าได้ แต่การสกัดคุณลักษณะนั้นสามารถทำได้แต่การรู้จำนั้นภาพใบหน้าไม่ตรงกับผลเฉลย

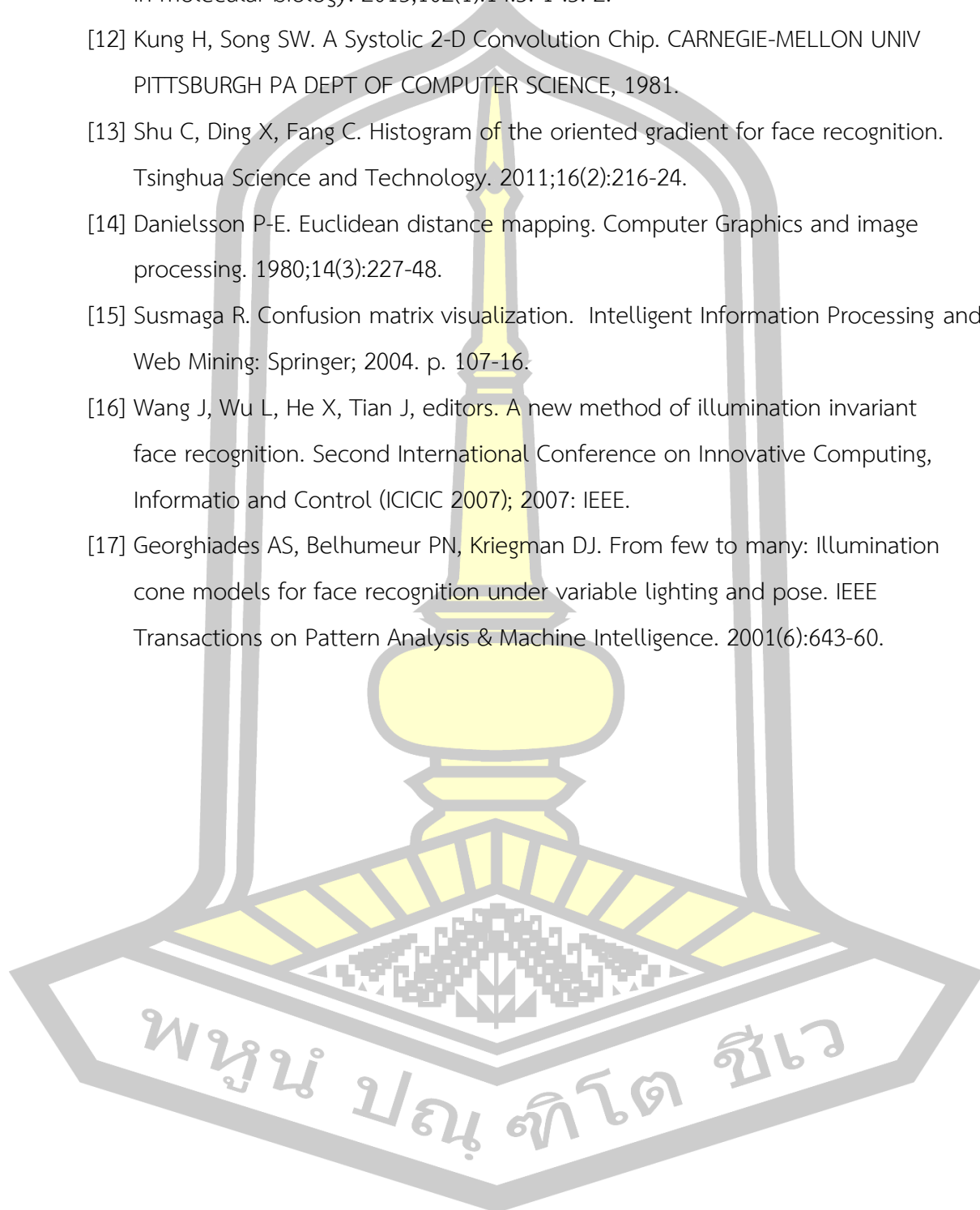
5.5 งานในอนาคต

ในงานวิจัยนี้ ภาพที่ใช้นั้นเป็นภาพใบหน้าของบุคคล ที่เป็นภาพหน้าตรงซึ่งภาพลักษณะนี้สามารถมองเห็นส่วนประกอบของภาพใบหน้าได้อย่างชัดเจนหลังจากจัดผลกระทบของแสงและเงาออกแล้ว ซึ่งวิธีการในการสกัดคุณลักษณะของใบหน้าโดยใช้ค่าความถี่ของเกรเดียนท์นั้นสามารถทำได้เป็นอย่างดีเพราะลักษณะของตา คิ้ว จมูก และปาก สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งถ้าหากว่านำไปใช้กับภาพใบหน้าที่มีการแสดงออกทางอารมณ์เช่น ยิ้ม หัวเราะ หลับตา ลืมตา หรือภาพใบหน้าที่หันไปด้านข้าง ก็จำเป็นจะต้องใช้วิธีการที่แตกต่างออกไปในเรื่องของการจัดผลกระทบของแสงเงาที่เกิดขึ้นบนภาพใบหน้าและสกัดคุณลักษณะ

บรรณานุกรม

- [1] Pan H, Xia S-Y, Jin L-Z, Xia L-Z, editors. Illumination invariant face recognition based on improved local binary pattern. Proceedings of the 30th Chinese Control Conference; 2011: IEEE.
- [2] Wang H, Li SZ, Wang Y, editors. Face recognition under varying lighting conditions using self quotient image. Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2004 Proceedings; 2004: IEEE.
- [3] Jung C, Yin J, editors. SQR-based illumination normalization for face recognition based on discrete wavelet transform. 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP); 2016: IEEE.
- [4] Wang Y, Xu Z, Li W, Liao Q, editors. Illumination-robust face recognition with Block-based Local Contrast Patterns. 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP); 2017: IEEE.
- [5] Alotaibi S, Alharbi N, Kurdi H, editors. Face recognition under varying illumination based on homomorphic filter and local binary patterns. 2017 Intelligent Systems Conference (IntelliSys); 2017: IEEE.
- [6] Tretiak O, Eisenstein B. Separator functions for homomorphic filtering. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing. 1976;24(5):359-64.
- [7] Ahonen T, Hadid A, Pietikainen M. Face description with local binary patterns: Application to face recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence. 2006(12):2037-41.
- [8] Gupta G. Algorithm for image processing using improved median filter and comparison of mean, median and improved median filter. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE). 2011;1(5):304-11.
- [9] Wang B, Li W, Yang W, Liao Q. Illumination normalization based on Weber's law with application to face recognition. IEEE Signal Processing Letters. 2011;18(8):462-5.
- [10] Wadkar PD, Wankhade M. Face recognition using discrete wavelet transforms. International Journal of Advanced Engineering Technology. 2012;3(1):239-42.

- [11] Hartig SM. Basic image analysis and manipulation in ImageJ. Current protocols in molecular biology. 2013;102(1):14.5. 1-5. 2.
- [12] Kung H, Song SW. A Systolic 2-D Convolution Chip. CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA DEPT OF COMPUTER SCIENCE, 1981.
- [13] Shu C, Ding X, Fang C. Histogram of the oriented gradient for face recognition. Tsinghua Science and Technology. 2011;16(2):216-24.
- [14] Danielsson P-E. Euclidean distance mapping. Computer Graphics and image processing. 1980;14(3):227-48.
- [15] Susmaga R. Confusion matrix visualization. Intelligent Information Processing and Web Mining: Springer; 2004. p. 107-16.
- [16] Wang J, Wu L, He X, Tian J, editors. A new method of illumination invariant face recognition. Second International Conference on Innovative Computing, Informatio and Control (ICICIC 2007); 2007: IEEE.
- [17] Georghiades AS, Belhumeur PN, Kriegman DJ. From few to many: Illumination cone models for face recognition under variable lighting and pose. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence. 2001(6):643-60.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	วิทศน์ จาตุรงค์กร
วันเกิด	วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	567/2 หมู่ที่ 3 ตำบล หองขอนกว้าง อำเภอ เมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 41000
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2551 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเทคนิคคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น พ.ศ.2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น พ.ศ. 2562 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว