

การหาคุณลักษณะเด่นโดยใช้ภาพของม่านตา

FEATURE EXTRACTION IDENTIFICATION USING IRIS IMAGE

โดย

นาย อภิวัฒน์ มุ่งโนนบ่อ

นาย โอฬาร บุรณะอมร

ปพ.
@2667
2548

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 62867

วัน,เดือน,ปี 23 ส.ค. 2549

b. 44633019
i.

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

การหาคุณลักษณะเด่นโดยใช้ภาพของม่านตา
FEATURE EXTRACTION IDENTIFICATION USING IRIS IMAGE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจค้นงานแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การหาคุณลักษณะเด่นโดยใช้ภาพของม่านตา

FEATURE EXTRACTION IDENTIFICATION USING IRIS IMAGE

ผู้จัดทำ

1. นายอภิวัฒน์ มุ่งโนนป่อ 45010924
2. นายโอฬาร บุรณะอมร 45010997


อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ตรีวัฒน์ ชิวปรีชา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคุณลักษณะเด่นโดยใช้ภาพของม่านตา

Feature extraction identification using iris image

โดย นายอภิวัฒน์ มุ่งโนนบ่อ 45010924

นายโอฬาร บุรณะอมร 45010997

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ศรวันน์ ชิวปรีชา

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์นี้นำเสนอเกี่ยวกับการหาคุณลักษณะเด่นและบ่งชี้ความแตกต่างของบุคคล จากข้อมูลที่เป็นภาพถ่ายของลายม่านตา โดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบและลักษณะเด่นของแต่ละบุคคล เพื่อใช้ในการจดจำเพื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลและระบุตัวบุคคล

ABSTRACT

This project proposes the design of iris identification scheme. In this project, we use the concept of Image Processing in order to accomplish the algorithm. There are basically 2 significant parts in the algorithm which are the classification of the image and recognition of the image.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะจากหลายๆ ท่าน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ศรวีวัฒน์ ชิวปรีชา ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ ด้านข้อมูลในการทำปริญาานิพนธ์ และขอขอบคุณ คุณผานิดา เกศกุล ห้องเครื่องมือพิเศษ แผนกตรวจตา โรงพยาบาลราชวิถี ที่ให้ความช่วยเหลือกล้องถ่ายภาพตา ผู้เขียนพึงระลึกอยู่เสมอว่ารายงานฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้เลย หากขาดความช่วยเหลือจากทุกท่านจึงขอขอบพระคุณมาอย่างสูง

นายอภิวัฒน์ มุ่งโนนบ่อ

นายโอฬาร บุรณะอมร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 การหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมขอบเขตในของลายม่านตา	30
3.1.2.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้	33
3.1.2.2 การประมาณขอบเขตในของลายม่านตาและ จุดศูนย์กลางรูม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์	33
3.1.3 การตรวจจับและแยกสัญญาณรบกวนออกจากลายม่านตา	36
3.1.3.1 การตรวจจับและแยกส่วนของหนังตาบนออกจากลายม่านตา	36
3.1.3.1.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้	36
3.1.3.1.2 การประมาณหาตำแหน่งและเส้นของ หนังตาบนด้วยผลการแปลงฮิวจ์	38
3.1.3.2 การตรวจจับและแยกส่วนของหนังตาล่างออกจากลายม่านตา	39
3.1.3.2.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้	39
3.1.3.2.2 การประมาณหาตำแหน่งและเส้นของ หนังตาล่างด้วยผลการแปลงฮิวจ์	40
3.1.3.2.3 การตรวจจับและแยกส่วนของขนตา ออกจากลายม่านตา	42
3.2 การทำนอร์มอลไลเซชัน	44
3.3 การหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล	45
3.4 การเปรียบเทียบ	46
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	48
4.1 ผลการทำการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา	48
4.1.1 ผลการทำการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพตาจาก ฐานข้อมูล CASIA	48
4.1.1.1 กรณีที่ส่วนลายม่านตาสมบูรณ์	48
4.1.1.2 กรณีที่ส่วนลายม่านตามีสัญญาณรบกวน	49
4.1.2 ผลการทำการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพตา ที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล	50
4.1.2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น	50
4.1.2.2 ทำการทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การทดลองการเปรียบเทียบแม่แบบลายม่านตา	52
4.2.1 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาจากฐานข้อมูล CASIA	52
4.2.2 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล	55
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	56
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงส่วนภายในของตา	1
รูปที่ 1.2 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของโครงการงาน	2
รูปที่ 2.1 ไบโอมेटริกซ์	3
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของตา	4
รูปที่ 2.3 แสดงภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA	6
รูปที่ 2.4 กล้องที่ใช้ถ่ายภาพตาของโรงพยาบาล	6
รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายตาจากกล้องของโรงพยาบาล และภาพที่ทำให้ประมวลผลเบื้องต้นแล้ว	6
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงส่วนต่างๆของตา	8
รูปที่ 2.7 แสดงกราฟฟังก์ชันการถ่ายโอนของตัวกรองเกาส์เซียน 2 มิติ	9
รูปที่ 2.8 แสดงการทำ Hysteresis Thresholding	12
รูปที่ 2.9 ระบาย xy	14
รูปที่ 2.10 ระบาย ab	14
รูปที่ 2.11 แสดงการแปลงจากอิมเมจโคเมนเป็นฮิวจ์โคเมน	15
รูปที่ 2.12 แสดงการนำค่าในฮิวจ์โคเมนมาหาเส้นตรง	15
รูปที่ 2.13 แสดงการหาวงกลมที่รัศมีต่างๆกัน	16
รูปที่ 2.14 แสดงการหาค่าแห่งจุดศูนย์กลางวงกลมจากฮิวจ์โคเมน	16
รูปที่ 2.15 การคลี่ภาพ	17
รูปที่ 2.16 ผลของการทำอันอร์มอลไรเซชัน	19
รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของฟังก์ชันการถ่ายโอนของตัวกรองแบบบล็อกเกเบอร์ที่สเกลความถี่แบบเชิงเส้นและแบบบล็อกการริซึม	23
รูปที่ 2.18 การขจัดเซกการหมุนของภาพมันตาโดยการเลื่อนรหัสข้อมูลขึ้นและลง	25
รูปที่ 2.19 การเลื่อนรหัสข้อมูล	26
รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างในการเลื่อนรหัสข้อมูลและการหาค่าความต่างของแสมมิ่ง	26
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของโครงการงาน	27
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการหาขอบภาพของภาพตา	28
รูปที่ 3.3 แสดงภาพตา	28
รูปที่ 3.4 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองแบบเกาส์เซียน	28
รูปที่ 3.5 แสดงค่าระดับสีเทาของภาพอินพุทใน 1 มิติกับภาพที่ผ่านตัวกรองแบบเกาส์เซียน	28
รูปที่ 3.6 แสดงภาพที่ทำสเกล	29
รูปที่ 3.7 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ	29

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.8 แสดงภาพที่ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด	29
รูปที่ 3.9 แสดงภาพที่ทำการ Hysteresis Thresholding	29
รูปที่ 3.10 แสดงค่าระดับสีเทา ก่อนทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุดเทียบกับหลังทำ	29
รูปที่ 3.11 แสดงค่าระดับสีเทา ก่อนทำการ Hysteresis Thresholding เทียบกับหลังทำ	29
รูปที่ 3.12 แสดงการหาขอบภาพโดยใช้เฉพาะค่าเกรเดียนท์แนวตั้ง	29
รูปที่ 3.13 แสดงการหาขอบภาพโดยใช้ทั้งเกรเดียนท์แนวตั้งและแนวนอน	29
รูปที่ 3.14 แสดงขอบเขตนอกของลายม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์	30
รูปที่ 3.15 แสดงขั้นตอนของการแปลงฮิวจ์	30
รูปที่ 3.16 แสดงขั้นตอนการแปลงการอิมเมจโคเมนเป็นฮิวจ์โคเมน	31
รูปที่ 3.17 แสดงภาพในอิมเมจโคเมน	32
รูปที่ 3.18 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 32	32
รูปที่ 3.19 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 35	32
รูปที่ 3.20 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 39	32
รูปที่ 3.21 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 43	32
รูปที่ 3.22 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 47	32
รูปที่ 3.23 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 55	32
รูปที่ 3.24 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 59	32
รูปที่ 3.25 แสดงภาพการประมาณขอบเขตนอกของลายม่านตาและจุดศูนย์กลางม่านตาด้วยผล การแปลงฮิวจ์	33
รูปที่ 3.26 แสดงขั้นตอนการหาขอบภาพของภาพม่านตา	33
รูปที่ 3.27 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉพาะส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตนอกของลายม่านตา	34
รูปที่ 3.28 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองแบบเกาส์เซียน	34
รูปที่ 3.29 แสดงภาพที่ทาสเกล	34
รูปที่ 3.30 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ	34
รูปที่ 3.31 แสดงภาพที่ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด	34
รูปที่ 3.32 แสดงภาพที่ทำการ Hysteresis Thresholding	34
รูปที่ 3.33 แสดงภาพในอิมเมจโคเมน	35
รูปที่ 3.34 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 17	35
รูปที่ 3.35 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 32	35
รูปที่ 3.36 แสดงภาพในฮิวจ์โคเมนเมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 44	35

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.37 แสดงภาพการประมาณขอบเขตในของลายม่านตาและจุดศูนย์กลางม่านตาด้วยผล การแปลงฮิวจ์	35
รูปที่ 3.38 แสดงขั้นตอนการหาขอบภาพของภาพหนึ่งตาบน	36
รูปที่ 3.39 แสดงขั้นตอนการแปลงการอิมเมจโดเมนเป็นฮิวจ์โดเมน	37
รูปที่ 3.40 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉพาะส่วนที่อยู่ระหว่างขอบเขตของลายม่านตาด้านบน	38
รูปที่ 3.41 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน	38
รูปที่ 3.42 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ	38
รูปที่ 3.43 แสดงภาพที่ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด	38
รูปที่ 3.44 แสดงภาพที่ทำการHysteresis Thresholding	38
รูปที่ 3.45 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน	38
รูปที่ 3.46 แสดงภาพในฮิวจ์โดเมน	38
รูปที่ 3.47 แสดงภาพการประมาณหาเส้นหนึ่งตาบนด้วยผลการแปลงฮิวจ์	39
รูปที่ 3.48 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นหนึ่งตาบนออกจากส่วนของลายม่านตา	39
รูปที่ 3.49 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉพาะส่วนที่อยู่ระหว่างขอบเขตของลายม่านตาด้านล่าง	40
รูปที่ 3.50 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน	40
รูปที่ 3.51 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ	40
รูปที่ 3.52 แสดงภาพที่ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด	40
รูปที่ 3.53 แสดงภาพที่ทำการ Hysteresis Thresholding	40
รูปที่ 3.54 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน	40
รูปที่ 3.55 แสดงภาพในฮิวจ์โดเมน	40
รูปที่ 3.56 แสดงภาพการประมาณหาเส้นหนึ่งตาล่างด้วยผลการแปลงฮิวจ์	41
รูปที่ 3.57 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นหนึ่งตาล่างออกจากส่วนของลายม่านตา	41
รูปที่ 3.58 แสดงค่าระดับเทาของภาพตาใน 1 มิติเทียบกับค่าระดับตัดขีดเริ่มเปลี่ยน	42
รูปที่ 3.59 แสดงค่าระดับเทาของภาพตาใน 1 มิติที่ผ่านการตัดขีดเริ่มเปลี่ยน	42
รูปที่ 3.60 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นขนตาออกจากส่วนของลายม่านตา	42
รูปที่ 3.61 แสดงผลของการหาส่วนของลายม่านตาจากภาพตา	43
รูปที่ 3.62 แสดงขั้นตอนของนอร์มอลไรเซชัน	44
รูปที่ 3.63 แสดงขั้นตอนของการหาลักษณะเด่นและการเข้ารหัส	45
รูปที่ 3.64 แสดงขั้นตอนของการเปรียบเทียบ	46
รูปที่ 3.65 แสดงตัวอย่างผลของการนอร์มอลไรเซชัน	47
รูปที่ 3.66 แสดงตัวอย่างการเข้ารหัสโดยใช้ตัวกรองแบบลึอกเกเบอร์	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 แสดงผลการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพลายม่านตาที่สมบูรณ์	48
รูปที่ 4.2 แสดงการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังตาบดบังส่วนของลายม่านตาจากด้านบน	49
รูปที่ 4.3 แสดงการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังตาบดบังส่วนของลายม่านตาจากด้านบน และด้านล่าง	49
รูปที่ 4.4 แสดงการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังตาและขนตาบดบังส่วนของลายม่านตา จากด้านบนและด้านล่าง	50
รูปที่ 4.5 แสดงการตัดเอาเฉพาะดวงตาของภาพถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล	50
รูปที่ 4.6 แสดงผลของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา	51
รูปที่ 4.7 แสดงผลการตรวจจับสัญญาณรบกวน	51
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าความต่างของแอมมิงของกลุ่มตาคูบุคคลเดียวกัน	53
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความต่างของแอมมิงของกลุ่มตาของบุคคลต่างกัน	53
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าความต่างของแอมมิงของกลุ่มตาคูบุคคลเดียวกันและกลุ่มตา ของบุคคลต่างกัน	55

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เวลาในการประมวลผลด้วยตัวกรองแบบเกาส์เขียนแบบหนึ่งมิติโดยใช้ขนาดของ ตัวกรองต่างๆ ซึ่งมีค่าความแปรปรวนเปลี่ยนเป็นสัดส่วนกับขนาดของตัวกรอง	10
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าซีดีเริ่มที่ค่า FAR และ FRR	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

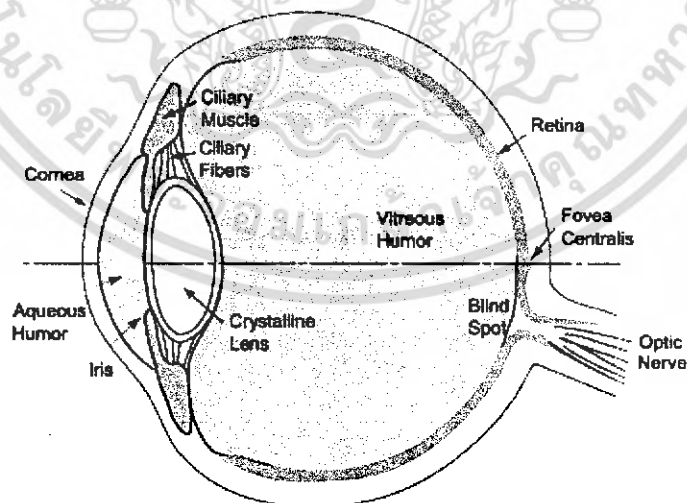
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของหัวข้อปริญญาพนธ์

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาลักษณะทางชีวภาพมาใช้ในการรู้จำเพื่อจะระบุตัวบุคคล ลักษณะต่างๆ ที่มีการนำเอามาใช้นั้นมีด้วยกันหลายลักษณะ เช่น ลายนิ้วมือ ลายม่านตา รูปทรงของมือ ลักษณะของใบหน้า เป็นต้น โดยนำไปใช้ในงานทางด้าน การเข้าถึงระบบข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อใช้ในการสืบประวัติ หรือควบคุมการเข้าออกอาคารซึ่งในปัจจุบันมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทำให้ลักษณะทางชีวภาพที่จะเลือกใช้ ในการรู้จำต้องมี ความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือที่สูง การที่จะเลือกลักษณะทางชีวภาพที่แฝงอยู่ในตัวบุคคลมาทำการวิเคราะห์ในการรู้จำนั้นจะต้องมีลักษณะเฉพาะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีความหลากหลายในแต่ละตัวบุคคล

การรู้จำโดยการวิเคราะห์ลายบนม่านตานี้เป็นการรู้จำลักษณะทางชีวภาพอีกลักษณะหนึ่งที่มีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือที่สูงในการระบุตัวบุคคล โดยในม่านตา (Iris) มีรายละเอียดและองค์ประกอบต่างๆ ที่มีลักษณะที่เฉพาะ เช่น สี เส้นเลือดฝอย ริ้วรอยซึ่งเกิดมาจากการเกาะกลุ่มกันของรงควัตถุ (Pigment) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางพันธุกรรม โดยในระยะขบวนการแรกนั้นอาจจะยังมีการเปลี่ยนแปลงสีของม่านตา แต่รูปแบบลายบนม่านตาจะมีลักษณะที่คงที่ตลอด เนื่องจากม่านตาเป็นอวัยวะที่อยู่ภายใน ซึ่งอยู่หลังกระจกตา (Cornea) และน้ำหล่อเลี้ยงดวงตา (Aqueous Humor) ทำให้การที่จะผ่าตัดแก้ไขรายละเอียดของลายบนม่านตาเพื่อการปลอมแปลงตัวบุคคลนั้นกระทำได้ยาก โดยไม่รวมถึงการใช้สิ่งเทียมในการคัดลอกลายม่านตาเพื่อมาแสดงแทนตัวบุคคล จะเห็นว่าม่านตานี้มีลักษณะเด่นอยู่หลายประการซึ่งเพียงพอที่จะนำมาเป็นลักษณะเฉพาะเพื่อใช้ในการรู้จำลักษณะทางชีวภาพ



รูปที่ 1.1 แสดงส่วนภายในของตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริิณญาานิพนธ์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการของการหาส่วนของลายม่านตาจากภาพตา
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการของการคลี่ภาพ โดยการสร้างแม่แบบแทนความสอดคล้องของส่วนของลายม่านตาเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีรูปแบบและขนาดที่เป็นมาตรฐาน
- 1.2.3 เพื่อศึกษาหลักการการหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล
- 1.2.4 เป็นขั้นตอนการพิสูจน์ตัวตนบุคคลโดยการเปรียบเทียบรหัสข้อมูลของภาพม่านตา

1.3 ขอบเขตของปริิณญาานิพนธ์

ปริิณญาานิพนธ์นี้เป็นการนำภาพตาจากฐานข้อมูลของ Chinese Academy of Sciences Institute of Automation (CASIA) และภาพถ่ายตาจากกล้องแผนกตรวจตา โรงพยาบาลราชวิถี โดยจะนำมาทำการประมวลผลเพื่อหาส่วนของลายม่านตา แล้วจึงนำไปคลี่ให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้นจึงนำไปทำการเข้ารหัสแล้วจึงนำไปทำการเปรียบเทียบ โดยทำการจำลองการทำงานผ่านโปรแกรมแมทแล็บ (Matlab)

1.4 เนื้อหาของปริิณญาานิพนธ์

ในบทที่ 2 เป็นส่วนของทฤษฎีพื้นฐานเช่น ทฤษฎีการหาขอบภาพแบบแคนดี้ (Canny Edge Detection), ทฤษฎีตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filter), ทฤษฎีการแปลงฮิวจ์ (Hough Transform), ทฤษฎีการคลี่ภาพ, ทฤษฎีตัวกรองแบบเกเบอร์ (Gabor Filter), ทฤษฎีตัวกรองแบบล็อกเกเบอร์ (Log Gabor Filter) และทฤษฎีค่าความต่างของแฮมมิง

ในบทที่ 3 นั้นจะเป็นส่วนของการออกแบบคำนวณและการสร้างของกระบวนการแยกลายม่านตา (Segmentation), กระบวนการนอร์มอลไรเซชัน (Normalization), การเข้ารหัสลักษณะเด่น (Feature Encoding) และการเปรียบเทียบข้อมูล (Matching) แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของโครงการ

ในบทที่ 4 เป็นส่วนของผลการทดลอง

ในบทที่ 5 เป็นส่วนของบทวิจารณ์และบทสรุป

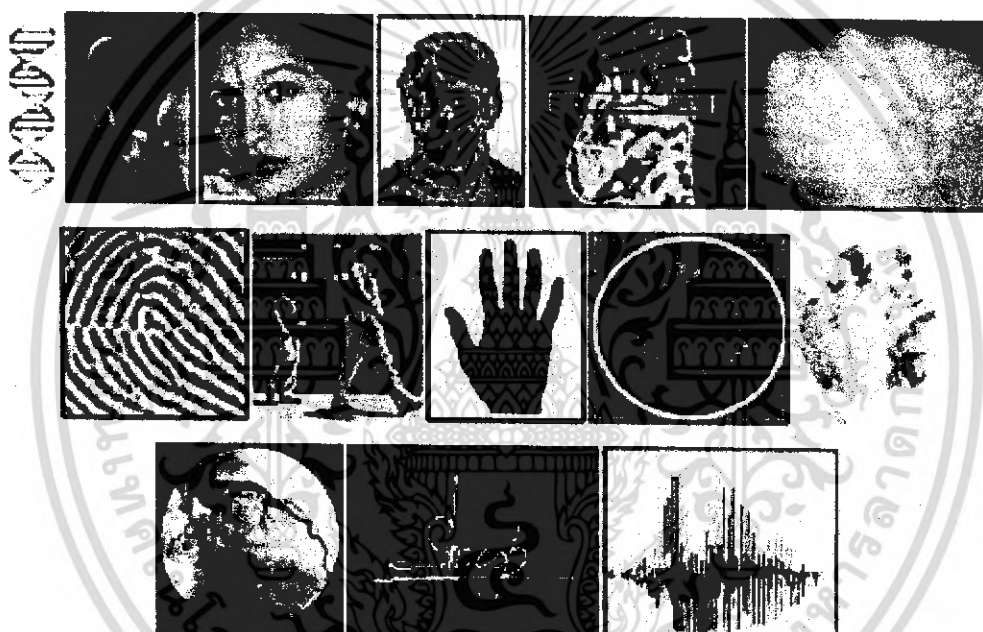
หนังสืออ้างอิง

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นของไบโอเมตริกซ์ (Biometrics)

ไบโอเมตริกซ์ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบลักษณะของบุคคลด้วยการวัดค่าลักษณะทางชีววิทยาของแต่ละบุคคล ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ประกอบด้วย การตรวจสอบลายเซ็น, การสแกนเรตินา (Retina), การสแกนม่านตา, การวิเคราะห์ DNA, การรู้จำใบหน้า, การรู้จำเสียงและการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ ไบโอเมตริกซ์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบที่คิดว่าเทคโนโลยีการตรวจสอบที่ใช้กันอยู่ในทุกวันนี้ เช่น รหัสผ่าน, หมายเลขระบุตัวตนหรือ PIN (Personal Identification Number), คีย์การ์ด (Key Cards) และสมาร์ทการ์ด (Smart Cards)



รูปที่ 2.1 ไบโอเมตริกซ์

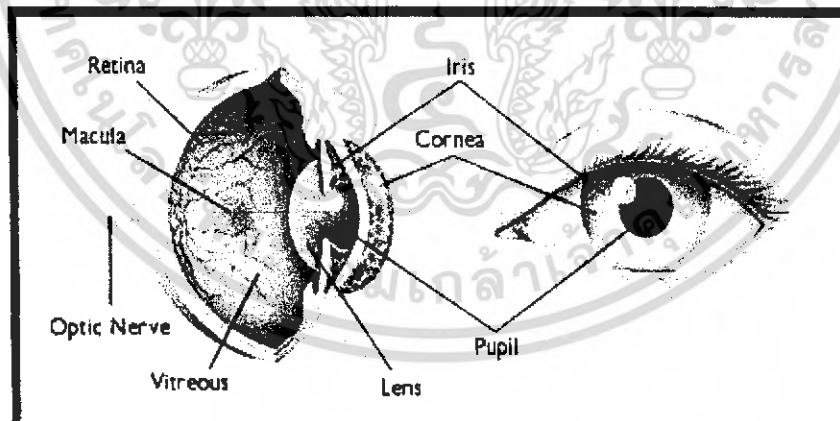
ไบโอเมตริกซ์เป็นการวัดคุณลักษณะพฤติกรรมที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งประกอบด้วย การวัดค่าลักษณะต่างๆของร่างกายมนุษย์ เช่น DNA, รูปแบบเรตินา, ม่านตา, รูปร่างใบหน้า และลายนิ้วมือ รวมถึงการวัดพฤติกรรมที่มีลักษณะเช่น รูปแบบเสียง (Voice Patterns) และการวิเคราะห์ลายเซ็นแบบไดนามิก (Dynamic) ก่อนที่จะมีไบโอเมตริกซ์ มีเพียงวัตถุทางกายภาพหรือพฤติกรรมที่อยู่บนพื้นฐานของความจำเท่านั้นที่ใช้ในการระบุตัวบุคคล วัตถุทางกายภาพได้แก่ สมาร์ทการ์ด หรือ บัตรแถบแม่เหล็ก (Magnetic Strip Card) ส่วนพฤติกรรมที่อยู่บนพื้นฐานของความจำได้แก่ การใช้ PIN Number หรือรหัสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้วัตถุทางกายภาพหรือพฤติกรรมที่อยู่บนพื้นฐานความจำนั้นมีข้อจำกัดในตัวมันเอง วัตถุอาจจะถูกขโมยหรือทำลายก็ได้ ส่วนพฤติกรรมที่อยู่บนพื้นฐานความจำก็อาจจะถูกลืมได้ง่าย การใช้รหัสผ่านที่ถูกต้องก็ไม่อาจจะรับรองและการใช้งานที่ไม่เหมาะสมก็ไม่อาจพิสูจน์หรือปฏิเสธได้ ซึ่งข้อจำกัดเหล่านี้จะลดความน่าเชื่อถือและเพิ่มความเป็นไปได้ที่จะเกิดการปลอมแปลง ถ้าปราศจากไบโอเมตริกซ์แล้ว ก็ไม่มีความเป็นไปได้เลยที่จะเชื่อถือหรือพิสูจน์ว่าคุณคนนั้นเป็นความจริง และสิ่งที่ขาดมา ก็คือความเสี่ยงที่จะถูกปลอมแปลงเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นไบโอเมตริกซ์ก็จะเป็อีกทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มความน่าเชื่อถือและสร้างความมั่นใจ ซึ่งเป็นการยากที่จะแบ่งปันลายนิ้วมือหรือใบหน้าหรือลายม่านตา ร่วมกัน ในทางปฏิบัติมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะเลียนแบบรูปแบบของเสียงหรือสอเลียนแบบการกระทำ

2.2 ลายม่านตาของมนุษย์ (Human Iris)

ม่านตาเป็นส่วนของ Choroids ที่ยื่นออกมาจาก Ciliary Body ไปคลุมทางด้านหน้าของเลนส์ มีลักษณะเป็นแผ่น Membrane วงกลมคล้ายรูปขนมโค้นตรงกลางมีรูเรียกว่ารูม่านตา ภายในม่านตามีเม็ดสีอยู่ทำให้มองเห็นม่านตามีสีต่างกันตามลักษณะของเชื้อชาติ และในม่านตาประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ 2 มัดคือ Constrictor Papillae Muscle มีลักษณะการจัดเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นวงกลม ถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ Parasympathetic ที่ฝากมากับ Oculomotor Nerve เมื่ออยู่ในที่มีแสงมากๆ กล้ามเนื้อมัดนี้หดตัวจะทำให้รูม่านตาหดแคบเข้า ส่วนกล้ามเนื้ออีกมัดมีการจัดเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามแนวรัศมีเรียกว่า Dilator Papillae Muscle ซึ่งถูกควบคุมการทำงานโดยระบบประสาทอัตโนมัติ Sympathetic กล้ามเนื้อมัดนี้จะหดตัวทำให้รูม่านตาขยายกว้างขึ้นเมื่ออยู่ในที่มีมืด



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเปรียบเทียบระบุตัวบุคคลโดยการใช้ลายม่านตา

การเปรียบเทียบระบุตัวบุคคล โดยการวิเคราะห์ลายบนม่านตานั้นเป็นการใช้ลักษณะทางชีวภาพอีกลักษณะหนึ่งที่มีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือที่สูงในการระบุตัวบุคคล โดยในม่านตามีรายละเอียดและองค์ประกอบต่างๆ ที่มีลักษณะเฉพาะเช่น สี เส้นเลือดฝอย ริ้วรอยซึ่งเกิดมาจากการเกาะกลุ่มกันของรงควัตถุ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางพันธุกรรม โดยในระยะขวบปีแรกนั้นอาจจะยังมีการเปลี่ยนแปลงสีของม่านตา แต่รูปแบบลายบนม่านตาจะมีลักษณะที่คงที่ตลอดและเนื่องจากม่านตาเป็นอวัยวะที่อยู่ภายใน ซึ่งอยู่หลังกระจกตาและน้ำหล่อเลี้ยงดวงตา ทำให้ม่านตามีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากถูกปกป้องเป็นอย่างดี

ม่านตาเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้สามารถมองเห็นได้และยังปกป้องไม่ให้เกิดความระคายเคือง ไม่ว่าจะเป็นของใครส่วนแต่มีลักษณะคงที่และมีความแตกต่างกันของแต่ละบุคคล ทำให้บอกรหัสถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลได้

สำหรับการปลอมแปลงลายม่านตานั้นทำได้ยาก แม้ว่าจะใช้คอนแทกเลนส์ (Contact Lens) ที่มีลายม่านตาเหมือนกับต้นแบบ แต่ลายบนคอนแทกเลนส์จะลอยอยู่บนผิวของดวงตาทำให้ตรวจจับได้ง่าย อีกทั้งธรรมชาติของม่านตาซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อตาที่สามารถยืดและหดตอบสนองตามปริมาณแสงที่ได้นับดวงตา แม้ว่าปริมาณแสงจะไม่เปลี่ยน แต่ม่านตาก็จะมีการปรับขนาดม่านตาอยู่ตลอดเวลาทุกๆ 2 วินาทีโดยเฉลี่ย ทำให้ยากต่อการปลอมแปลง

โดยการศึกษาจะใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) โดยการใช้โปรแกรมแมทแลบในการเขียนโปรแกรม โดยจะเน้นความสำคัญเฉพาะซอฟต์แวร์สำหรับการแยกลักษณะเด่นและการเปรียบเทียบ ส่วนภาพตาที่ใช้ในการนำมาประมวลผลจะใช้ภาพม่านตาจากฐานข้อมูลของ CASIA ซึ่งเป็นภาพสีเทา 256 ระดับสี ที่ทำการปรับคุณลักษณะของภาพให้เหมาะสมแล้ว และส่วนภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาลนั้น จะเป็นภาพสีที่มีขนาดใหญ่ จึงต้องทำการปรับขนาดให้เล็กลงเท่ากับขนาดของภาพจากฐานข้อมูล CASIA ที่ขนาด 320×280 พิกเซล และต้องทำประมวลผลเบื้องต้นให้เหมาะสมก่อนนำไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 2.3 แสดงภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA



รูปที่ 2.4 กล้องที่ใช้ถ่ายภาพตาของโรงพยาบาล



รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายตาที่ได้ และภาพที่ทำให้ประมวลผลเบื้องต้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลายส่วน เช่น ขนตา (Eyelashes) หนังตา (Eyelid) ส่วนของตาขาว (Sclera) รู-
ม่านตา และม่านตา แต่ส่วนที่ต้องการนำมาใช้งานนั้นจะมีเพียงส่วนของม่านตาเท่านั้น จึงต้องทำการระบุ
ตำแหน่งของม่านตาเพื่อทำการแยกเอาเฉพาะส่วนของม่านตาออกเพื่อที่จะใช้ในการประมวลผลต่อไป

ขั้นตอนในการทำงาน จะแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

1. การแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาเพื่อการหาขอบเขตในและขอบเขตนอกของลายม่านตา
2. การทำออร์มอลไรเซชันเป็นกระบวนการเพื่อทำส่วนของลายม่านตาให้มีขนาดและรูปแบบ

เหมือนกัน

3. การหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล

4. การเปรียบเทียบ

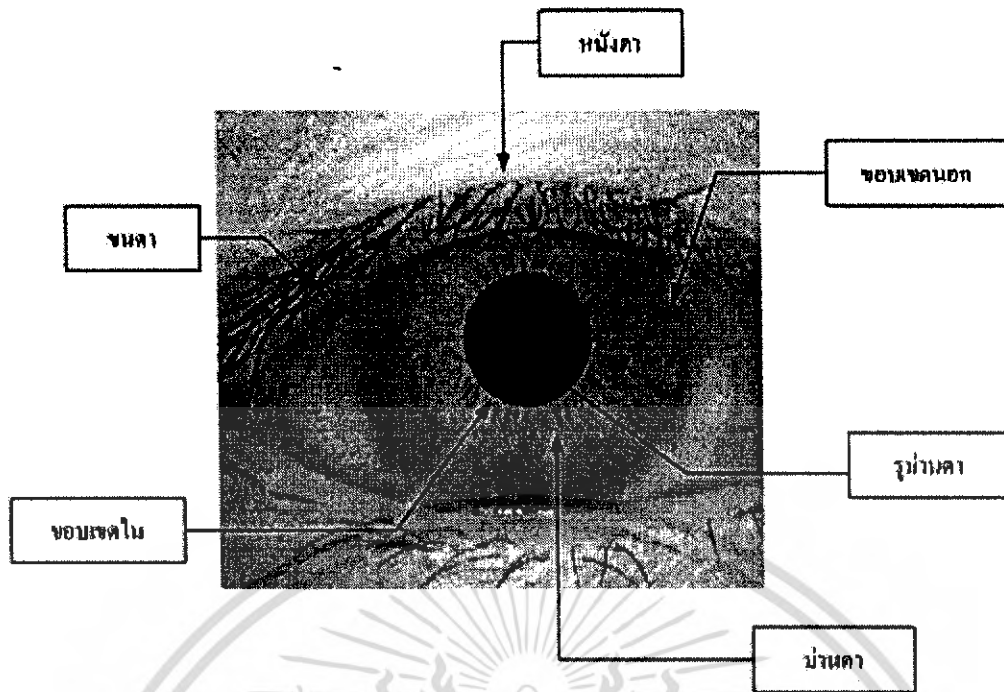
โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจะถูกชี้แจงในหัวข้อย่อยต่อไป

2.4 การแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา

เมื่อพิจารณาค่าระดับสีเฉลี่ยจากจุดศูนย์กลางของรูม่านตาออกไปตามแนวรัศมีจะพบการ
เปลี่ยนแปลงของค่าระดับสีอย่างรวดเร็วที่ตำแหน่งระหว่างรูม่านตากับม่านตา หรือที่เรียกว่าขอบเขตใน
ของม่านตา (Inner Boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่างรูม่านตากับม่านตา และส่วนของม่านตากับส่วน
ของตาขาว หรือที่เรียกว่าขอบเขตนอกของม่านตา (Outer Boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่างม่านตากับ
ส่วนของตาขาว จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้ในการตรวจหาขอบเขตของม่านตา

ในขั้นตอนแรกของโครงงานนี้เป็นการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาในภาพตา บริเวณของ
ลายม่านตาและส่วนต่างๆ ของตาดังแสดงในรูปที่ 2.6 สามารถทำการประมาณด้วยวงกลมสองวง วงแรก
สำหรับแสดงขอบเขตของลายม่านตาถึงตาขาว ส่วนวงกลมที่สองสำหรับแสดงขอบเขตของตาดำจนถึง
ลายม่านตา โดยปกติแล้วจะมีส่วนของหนังตาและขนตามาบังส่วนของบริเวณลายม่านตา อีกทั้งเงา
สะท้อนที่จะมาทับลายม่านตา จึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่ดีสำหรับการหาค่าตำแหน่งวงกลมของบริเวณลาย
ม่านตา

ผลของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตานั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพตา จะควบคุมคุณภาพโดย
จะไม่มีแสงสะท้อนเนื่องจากการถ่ายภาพ โดยใช้แสงที่ใกล้เคียงกับย่านอินฟราเรด (Infrared) ขั้นตอน
ของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตานั้นมีความสำคัญต่อความสำเร็จของกระบวนการทั้งหมดอย่างมาก



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงส่วนต่างๆ ของตา

2.4.1 การผ่านตัวกรองแบบเกาส์เซียน

เนื่องจากภาพลายม่านตาที่รับเข้ามานั้น จะมีหลายส่วนที่มีสีคล้ายกับค่าระดับสีของรูม่านตา เช่น ขนตา ลายม่านตา เป็นต้น ซึ่งจะถือเป็นสัญญาณรบกวนของรูม่านตาทำให้ขั้นตอนต่อไปที่มีการตัดค่าระดับสีอาจจะมีสัญญาณรบกวนของรูม่านตาอยู่มากในภาพสองระดับจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้ในการลดสัญญาณรบกวนของรูม่านตาก่อนการตัดค่าระดับสีโดยจะเลือกใช้ตัวกรองเกาส์เซียนซึ่งมีลักษณะที่เป็นตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ (Lowpass Filter) และจะไม่มีผลทำให้ขอบมีลักษณะแผ่กระจายออก (Ringing Effect) ซึ่งอาจจะเป็นผลให้การหาขอบเขตรูม่านตาเกิดความผิดพลาดได้ โดยสามารถมองผลที่ผ่านตัวกรองที่มีลักษณะเป็นตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ ได้เป็นการเฉลี่ยค่าระดับสีกับจุดรอบๆข้างเคียง ดังนั้นถ้าเลือกตัวกรองให้มีขนาดหน้าต่างที่ใหญ่พอ จะทำให้ส่วนของสัญญาณรบกวนที่มีค่าระดับสีใกล้เคียงกับของรูม่านตานั้น ซึ่งมักมีพื้นที่ขนาดเล็กจะถูกกำจัดออกไปได้

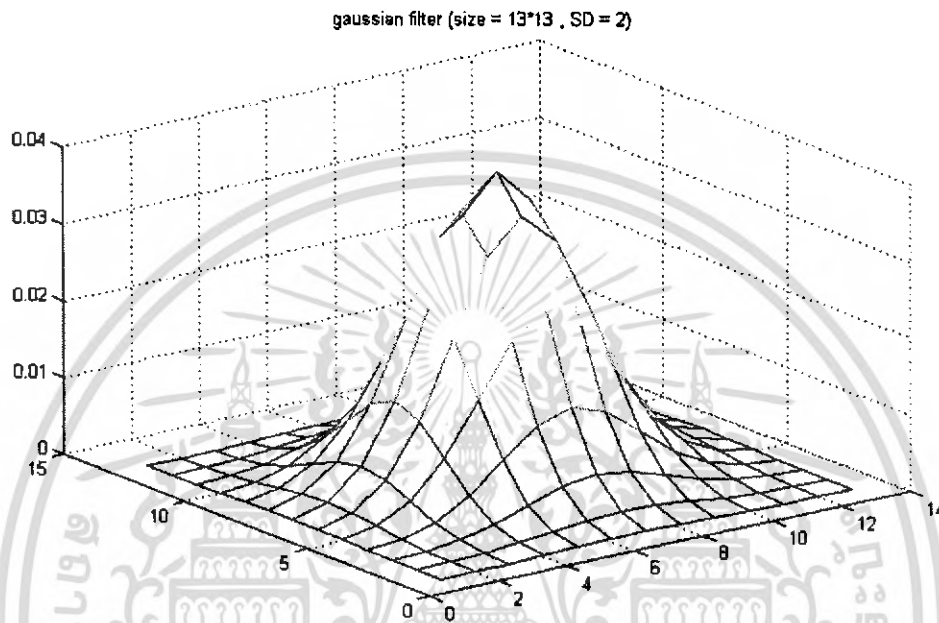
ในการกรองภาพด้วยตัวกรองเกาส์เซียนนั้น จะสร้างหน้าต่างสัมประสิทธิ์ของเกาส์เซียนขึ้นมา จากสมการที่ 2.3 แล้วจึงนำหน้าต่างที่ได้มาทำการคอนโวลูชัน (Convolution) กับภาพ ซึ่งจะได้ภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียนออกมา

สมการเกาส์เซียนบนรูปแบบเชิงพื้นที่สองมิติ ดังสมการต่อไปนี้

$$G(x, y) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \right) \exp \left\{ \frac{-(r - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\} \quad (2.1)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (2.2)$$

โดยที่ r คือ ระยะห่างในแนวรัศมีของแต่ละจุดในตัวกรองเทียบกับจุดศูนย์กลางของตัวกรอง
 σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 μ คือ ค่าเฉลี่ย



รูปที่ 2.7 แสดงกราฟฟังก์ชันการถ่ายโอนของตัวกรองเกาส์เซียน 2 มิติ

จากสมการที่ 2.1 และ 2.2 สามารถแยกสมการเกาส์เซียนบนรูปแบบเชิงพื้นที่สองมิติให้อยู่ในรูปการคูณของสมการเกาส์เซียนแบบหนึ่งมิติได้ ดังสมการที่ 2.3 โดยให้ค่าเฉลี่ยของสมการที่ 2.1 มีค่าเท่ากับศูนย์

$$G(x, y) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \right) \exp \left\{ \frac{-x^2}{2\sigma^2} \right\} \exp \left\{ \frac{-y^2}{2\sigma^2} \right\} \quad (2.3)$$

พิจารณาสมการที่ 2.3 จะเห็นว่าสามารถแยกการกรองภาพด้วยตัวกรองเกาส์เซียนแบบเชิงพื้นที่สองมิติได้เป็นการใช้หน้าต่างที่เป็นตัวกรองเกาส์เซียนแบบหนึ่งมิติ จะทำการคอนโวลูชันทีละแกนแบบหนึ่งมิติ ซึ่งจะเป็นการลดจำนวนการคูณของการคอนโวลูชันแบบสองมิติลง จะทำให้ใช้เวลาในการทำการกรองภาพลดลงโดยยังมีผลจากการกรองภาพที่เหมือนเดิม

การเลือกขนาดของตัวกรองที่ใช้จะมีผลต่อเวลาในการประมวลผล แม้ใช้ตัวกรองที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้สามารถลดสัญญาณรบกวนของรูปร่างได้มากขึ้นก็ตาม แต่ก็เสียเวลาในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มากขึ้น ดังผลในตารางที่ 2.1 ที่แสดงถึงเวลาในการกรองภาพด้วยตัวกรองเกาส์เซียนแบบหนึ่งมิติโดยใช้ตัวกรองขนาดต่างๆ กันนั้น แต่ถ้าเลือกกรองขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้สัญญาณรบกวนของรูปร่างที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถกำจัดออกไปได้

ขนาดตัวกรองเกาส์เซียน (จุดภาพ)	เวลาในการประมวลผล (วินาที)
13	0.08
25	0.14
35	0.17

ตารางที่ 2.1 เวลาในการประมวลผลด้วยตัวกรองเกาส์เซียนแบบหนึ่งมิติโดยใช้ขนาดของตัวกรองต่างๆซึ่งมีค่าความแปรปรวนเปลี่ยนเป็นสัดส่วนกับขนาดของตัวกรอง

ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เลือกใช้ในตัวกรองนั้นจะต้องมีค่าที่เหมาะสมกับขนาดของตัวกรอง เนื่องจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีผลในการสร้างสัมประสิทธิ์ของตัวกรองตามสมการที่ 2.3 ซึ่งถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของตัวกรองจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองมีค่าลดลงใกล้ศูนย์เร็วจากจุดศูนย์กลางของตัวกรอง เป็นผลทำให้ช่วงปลายของตัวกรองไม่มีผลในการกรองภาพนั้น ซึ่งจะให้ผลเหมือนกับการใช้ขนาดตัวกรองที่มีขนาดเล็ก

2.4.2 การหาขอบวัตถุโดยวิธีการของแคนดี้

แคนดี้ (Canny) ได้เสนอวิธีการตรวจสอบหาขอบภาพของวัตถุ ซึ่งสัมพันธ์กับเงื่อนไขสามประการ อย่างแรกคือ เงื่อนไขในการตรวจหา (Detection Criteria) โดยเน้นว่าต้องไม่พลาดขอบวัตถุที่มีความสำคัญและไม่มี การตรวจสอบหาผิดจากผลการตอบสนองปลอม และอย่างที่สองคือ เงื่อนไขของการระบุตำแหน่ง (Localization Criteria) โดยระยะระหว่างตำแหน่งจริงและตำแหน่งของขอบวัตถุที่หาได้ต้องมีค่าน้อยที่สุด และอย่างสุดท้ายก็คือ เงื่อนไขผลการตอบสนองเดี่ยว (One Response Criteria) โดยทำการตอบสนองจากหลายตำแหน่งกับขอบวัตถุตำแหน่งเดียวที่มีจำนวนน้อยที่สุด

วิธีการตรวจหาขอบวัตถุของแคนดี้ นั้นมีแนวความคิดพื้นฐานหลายอย่างเช่น การตรวจหาขอบวัตถุที่ใช้สัญญาณในหนึ่งมิติตามเงื่อนไขสองข้อแรกนั้น วิธีที่ทำได้คือการใช้แคลคูลัสที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง และถ้าเพิ่มเงื่อนไขที่สามเข้าไป วิธีการที่ได้คือการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีการปรับค่าที่เหมาะสมซึ่งตัวกรองที่ได้นั้นสามารถประมาณได้โดยความผิดพลาดต่ำกว่า 20% โดยการหาอนุพันธ์ของตัวกรองสำหรับทำให้เรียบแบบเกาส์ที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เมื่อพิจารณาการตรวจสอบหาขอบวัตถุในสองมิติ จะพบว่าขอบวัตถุนั้นจะได้รับการหาตำแหน่ง ทิศทาง และขนาดหรือความแรงของขอบวัตถุนั้น ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการคอนโวลูชันระหว่างภาพกับฟังก์ชันเกาส์ในสองมิติที่สมมาตรและนำไปหาอนุพันธ์ในทิศทางของเกรเดียนต์นั้นสามารถสร้างตัวดำเนินการง่ายและมีทิศทางที่ถูกต้อง

ให้ G แทนฟังก์ชันเกาส์ในสองมิติที่แสดงได้ด้วยสมการ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G(x, y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.4)$$

สมมติว่าต้องการคอนโวลูชันภาพกับตัวดำเนินการ G_n ที่เป็นอนุพันธ์อันดับหนึ่งของ G ในทิศทาง n โดย

$$G_n = \frac{\partial G}{\partial n} = \nabla G \cdot n \quad (2.5)$$

ทิศทาง n ควรจะมีทิศทางตั้งฉากกับวัตถุ แม้จะยังไม่สามารถหาทิศทางนี้ได้ แต่ก็สามารถใช้การประมาณจากทิศทางของเกรเดียนท์ที่ทำให้เรียบแล้ว ถ้า f แทนด้วยฟังก์ชันภาพแล้วค่าปกติของขอบวัตถุ n จะประมาณได้จาก

$$n = \frac{\nabla(G * f)}{|\nabla(G * f)|} \quad (2.6)$$

ตำแหน่งของขอบวัตถุนั้นเป็นตำแหน่งที่ให้ค่าสูงสุดในบริเวณที่พิจารณาของฟังก์ชันภาพ f ที่คอนโวลูชันกับตัวดำเนินการ G_n ในทิศทาง n ซึ่งแสดงได้โดย

$$\frac{\partial}{\partial n} G_n * f = 0 \quad (2.7)$$

แทนค่า G_n จากสมการ 2.5 ลงในสมการ 2.7 จะได้

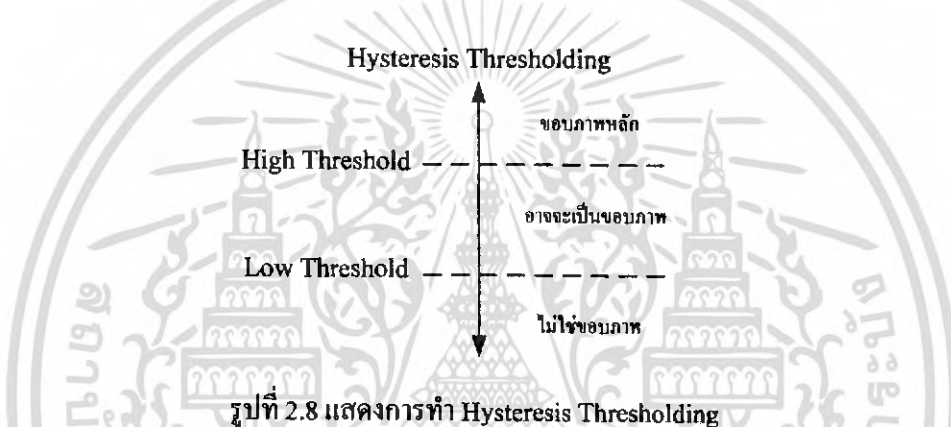
$$\frac{\partial^2}{\partial n^2} G * f = 0 \quad (2.8)$$

สมการนี้แสดงวิธีการหาค่ามากที่สุดภายในบริเวณที่พิจารณาที่ทิศทางที่ตั้งฉากกับขอบวัตถุ ซึ่งมักจะเรียกว่าเป็นวิธีการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงที่สุด

จากการที่คอนโวลูชันและการหาอนุพันธ์เป็นตัวดำเนินการที่สัมพันธ์กันตามสมการนั้นสามารถที่จะทำการคอนโวลูชันภาพ f กับฟังก์ชันเกาส์ที่สมมาตร G จากนั้นจึงคำนวณอนุพันธ์อันดับสองแบบมีทิศทางโดยใช้การประมาณทิศทางของ n โดยคำนวณจากสมการขนาดความแรงของขอบวัตถุ (ขนาดเกรเดียนท์ของฟังก์ชันความเข้มของภาพ f) วัตถุประสงค์

$$|G_n * f| = |\nabla(G * f)| \quad (2.9)$$

4. ผลการตอบสนองปลอมกับขอบของวัตถุที่มีเพียงตำแหน่งเดียวซึ่งเกิดจากสัญญาณรบกวน มักจะทำให้เกิดปัญหา Streaking ที่พบทั่วไปในการตรวจหาขอบของวัตถุ เนื่องจากผลที่ได้รับจากการตรวจหาขอบของวัตถุจะนำมาผ่านการทำเทรโซลด์เพื่อเลือกขอบของวัตถุที่มีความสำคัญและการ Streaking นั้นหมายถึงการขาดหายของเส้นขอบวัตถุจะเกิดจากค่าที่ขึ้นลงอยู่ระหว่างค่าเทรโซลด์นั้น ซึ่งการ Streaking นี้สามารถกำจัดออกได้ด้วยการทำ Hysteresis Thresholding ถ้าขอบของวัตถุที่ผลการตอบสนองสูงกว่าค่าเทรโซลด์บน จุดภาพเหล่านั้นก็ผ่านการพิจารณาว่าเป็นขอบของวัตถุและการตรวจสอบขอบของวัตถุอย่างแน่นอน สำหรับผลการตอบสนองค่าน้อยๆ อันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนแต่ละจุดเหล่านี้เชื่อมต่อกับจุดภาพที่มีผลการตอบสนองแรง ก็ควรพิจารณาเป็นขอบของวัตถุจริงในภาพ ซึ่งจุดภาพที่เชื่อมต่อกันนี้จะพิจารณาให้เป็นขอบของวัตถุถ้าผลการตอบสนองอยู่เหนือกว่าค่าเทรโซลด์ล่าง โดยที่ทั้งค่าเทรโซลด์บนและล่างจะถูกกำหนดตามอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนที่ประมาณได้



5. สเตลท์ที่เหมาะสมสำหรับตัวดำเนินการนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุในภาพ ซึ่งสามารถหาได้โดยการตรวจสอบขอบของวัตถุในหลายสเกลและรวบรวมข้อมูลจากสเกลเหล่านั้น การเปลี่ยนสเกลตามวิธีการของ แคนดี้ นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟังก์ชันเกาส์ ซึ่งอาจจะพบว่ามีหลายสเกลที่ให้ผลการตอบสนองที่ดีกับวัตถุ ซึ่งในกรณีนี้จะเลือกตัวดำเนินการที่มีสเกลเล็กที่สุดที่ตำแหน่งของขอบวัตถุดีที่สุด แคนดี้ได้เสนอวิธีการสังเคราะห์คุณสมบัติ (Feature Synthesis) โดยขอบของวัตถุที่สำคัญจากตัวดำเนินการที่สเกลเล็กที่สุดจะถูกบันทึกไว้ก่อน และใช้ในการสร้างขอบของวัตถุจากการสมมุติให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าที่มากขึ้น จากนั้นการตอบสนองของขอบของวัตถุที่สร้างขึ้นจะนำมาใช้เปรียบเทียบกับขอบของวัตถุจริง ขอบของวัตถุที่เพิ่มขึ้นจะถูกบันทึกไว้ถ้ามีการตอบสนองที่มากกว่าค่าประมาณที่สร้างขึ้นอย่างชัดเจน

2.4.3 การแปลงอิวิจ

การแปลงอิวิจ คือ เครื่องมือมาตรฐานในการวิเคราะห์ภาพต้นแบบ โดยการตรวจสอบจากขอบเขตของภาพต้นแบบทั้งหมด ด้วยวิธีการแปลงภาพที่ต้องการเป็นค่าพารามิเตอร์ชนิดหนึ่ง แล้วทำการใช้ค่านี้ในการเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบ วิธีการนี้จะมีประโยชน์ในการตรวจสอบหาภาพที่มีความ

ไม่ชัดเจนและขาดความสมบูรณ์ การแปลงอ็ว้เป็นพื้นฐานของกระบวนการมองเห็นทางคอมพิวเตอร์ ที่สามารถค้นหาค่าต่างๆ ทางเรขาคณิตอย่างง่ายที่ต้องการได้ เช่น เส้นตรง วงกลมและวงรี เป็นต้น

หลักการทำงานของการแปลงอ็ว้สามารถเข้าใจได้ง่ายในกรณีของสมการเส้นตรง

2.4.3.1 ผลการแปลงอ็ว้ในกรณีสมการเส้นตรง

พิจารณาสมการเส้นตรง

$$y = ax + b \quad (2.10)$$

โดยที่ a คือความชันของเส้นตรง

b คือจุดตัดแกน y ของเส้นตรง

จากสมการที่ 2.10 จะสามารถสร้างเส้นตรงตามรูปที่ 2.9 โดยเส้นตรงที่ได้จะผ่านจุด (x_i, y_i) และจุด (x_j, y_j) สามารถเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$y_i = ax_i + b \quad (2.11)$$

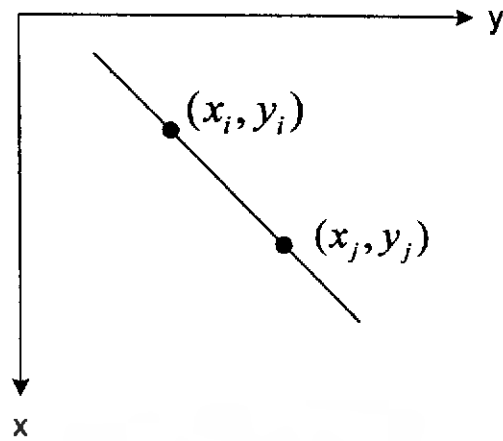
$$y_j = ax_j + b \quad (2.12)$$

จัดรูปสมการที่ 2.11 และ 2.12 ใหม่เป็น

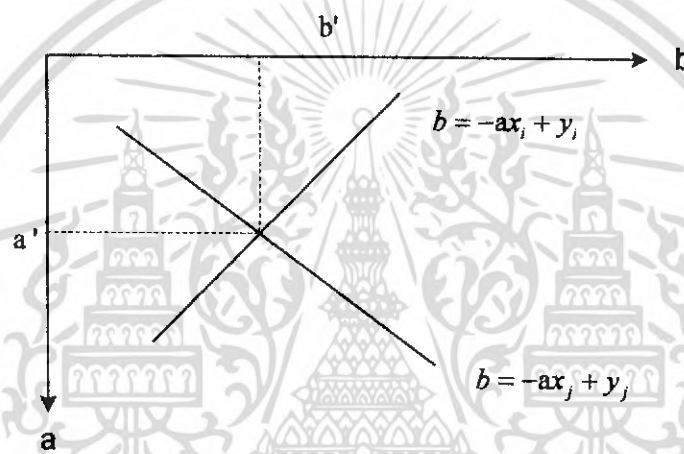
$$b = -ax_i + y_i \quad (2.13)$$

$$b = -ax_j + y_j \quad (2.14)$$

จากสมการที่ 2.13 และ 2.14 พิจารณาในระนาบของ ab (โดยทั่วไปจะเรียกว่า Parameter Space) จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาในระนาบของ ab แล้วก็ยังคงเป็นสมการเส้นตรงสำหรับค่าคงที่ (x_i, y_i) และ (x_j, y_j) โดยที่เส้นตรงที่เกิดจากค่าคงที่ (x_i, y_i) จะตัดกับเส้นตรงที่เกิดจากค่าคงที่ (x_j, y_j) ที่ค่า a', b' โดยที่ค่า a', b' ที่ได้นั้นคือค่า a, b สมการที่ 2.13 และ สมการที่ 2.14



รูปที่ 2.9 ระนาบ xy



รูปที่ 2.10 ระนาบ ab

2.4.3.2 การตรวจจับเส้นตรงโดยใช้การแปลงฮิวจ์ (Linear Hough Transform)

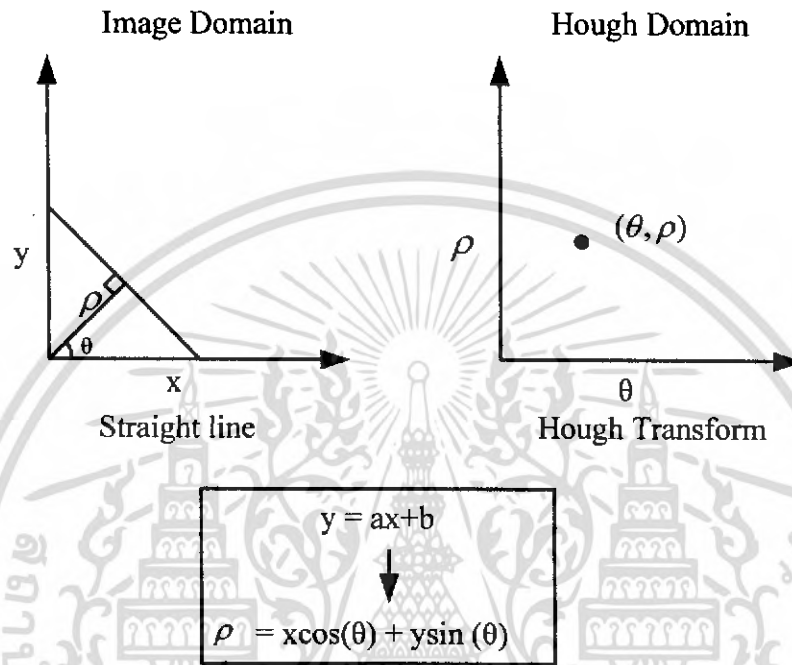
การแปลงฮิวจ์แบบเส้นตรงสามารถนำมาใช้ประมาณค่าตำแหน่งของขอบหนึ่งตาบนและขอบหนึ่งตาล่างได้ กระบวนการนี้เริ่มด้วยการสร้างขอบภาพ ซึ่งคำนวณจากสมการอนุพันธ์อันดับหนึ่ง (First Derivatives) ของค่าระดับความเข้มของภาพหนึ่งตา และผลจากการตัดค่าเปลี่ยนชนิดเริ่มของค่าระดับความเข้มของภาพตา จากนั้นจุดที่เป็นขอบภาพทุกจุดจะถูกแปลงไปอยู่ในฮิวจ์โดเมน เพื่อนำมาคำนวณค่าพารามิเตอร์ของเส้นตรง โดยที่เส้นตรงนั้นผ่านจุดที่เป็นขอบภาพ ค่าพารามิเตอร์ของเส้นตรงที่ต้องการคือ ค่ารัศมี ρ และค่ามุม θ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการนี้

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2.15)$$

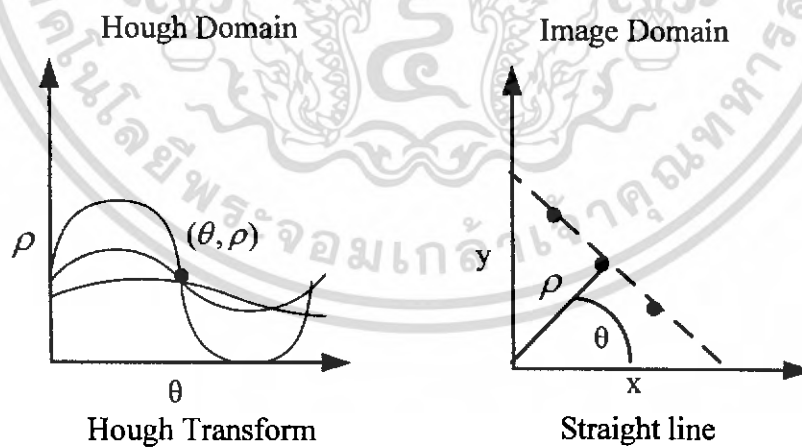
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความสัมพันธ์ของอิมเมจโดเมน (Image Domain) และฮิวจ์โดเมน (Hough Domain) สามารถแสดงได้ดังสมการนี้

$$H(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I(x, y) \delta(p - x \cos \theta - y \sin \theta) dx dy \tag{2.16}$$



รูปที่ 2.11 แสดงการแปลงจากอิมเมจโดเมนเป็นฮิวจ์โดเมน



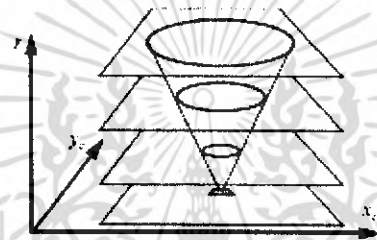
รูปที่ 2.12 แสดงการนำค่าในฮิวจ์โดเมนมาหาเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.3 การตรวจจับวงกลมโดยใช้การแปลงฮิวจ์ (Circular Hough Transform)

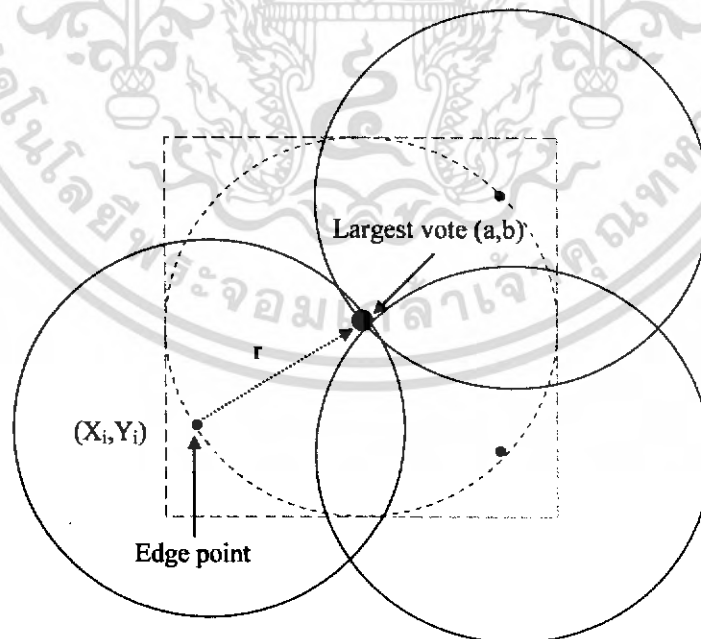
การแปลงฮิวจ์แบบวงกลม (Circular Hough Transform) สามารถนำมาใช้ประมาณค่ารัศมีและพิกัดจุดศูนย์กลางของรูปร่างวงกลมและม่านตาได้ กระบวนการนี้เริ่มด้วยการสร้างขอบภาพ ซึ่งคำนวณจากสมการอนุพันธ์อันดับหนึ่งของค่าระดับความเข้มของภาพตาและผลจากการตัดค่าเปลี่ยนขีดเริ่มของค่าระดับความเข้มของภาพตา จากนั้นจุดที่เป็นขอบภาพทุกจุดจะถูกแปลงไปอยู่ในฮิวจ์โดเมน เพื่อนำมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงกลม โดยที่วงกลมนั้นผ่านจุดที่เป็นขอบภาพ ค่าพารามิเตอร์ของวงกลมที่ต้องการคือ ตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง (x_c, y_c) และค่ารัศมี r ของวงกลมโดยสามารถแสดงด้วยสมการวงกลมดังสมการข้างล่างนี้

$$x_c^2 + y_c^2 = r^2 \quad (2.17)$$



รูปที่ 2.13 แสดงการหาวงกลมที่รัศมีต่างๆ กัน

โดยจุดที่มีค่าสูงสุดในฮิวจ์โดเมนจะตรงมากที่สุดกับค่ารัศมีและตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลมในภาพขอบภาพดังแสดงในรูปนี้



รูปที่ 2.14 แสดงการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลมจากฮิวจ์โดเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

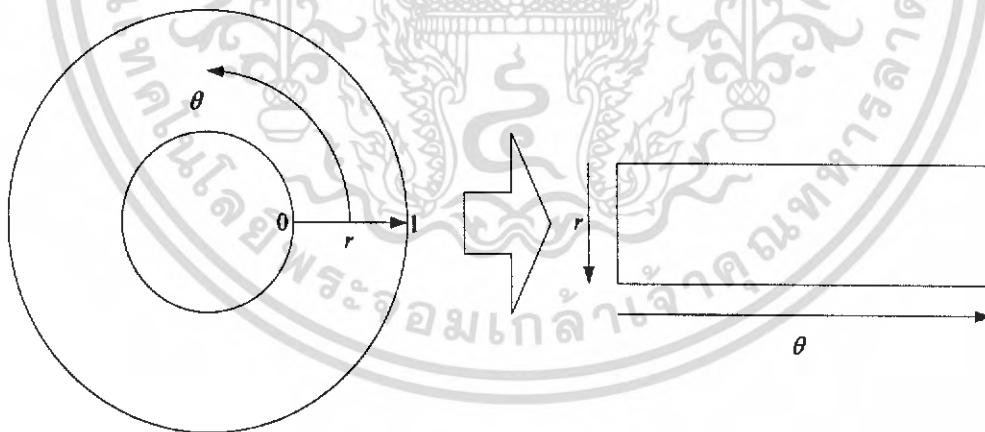
การแปลงฮิวจ์นั้นอาจเกิดปัญหาขึ้นได้ อย่างแรกคือการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของค่าความเข้มที่ใช้กำหนดของการเลือกของขอบภาพ และอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดคือวงกลมที่เป็นขอบภาพหายไป ทำให้ผลจากการแปลงฮิวจ์ผิดพลาดไปด้วย อย่างที่สองคือการแปลงฮิวจ์อาจจะใช้เวลาในการคำนวณนานถ้าจำนวนขอบภาพมีมาก และเนื่องจากต้องคำนวณค่ารัศมีและมุมทุกค่าในแต่ละจุดที่เป็นขอบภาพ ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีการแปลงฮิวจ์แบบใหม่ (Modified Generalized Hough) ซึ่งลดเวลาที่ใช้ไปได้มาก

2.5 การทำฮอโมโลยี

เมื่อผ่านกระบวนการของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการแปลงส่วนของลายม่านตาที่เป็นวงกลมให้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดมาตรฐาน เนื่องจากการที่ขนาดของตาไม่เท่ากันเพราะเกิดจากการยืดและหดตัวของรูม่านตา จากอิทธิพลของปริมาณแสงที่ตกกระทบไม่เท่ากัน และยังเกิดจากการถ่ายภาพที่ระยะห่างไม่เท่ากัน การเอียงของกล้อง การเอียงศีรษะและตาเอียงด้วย ดังนั้นจึงต้องนำเอาส่วนของลายม่านตาที่เป็นวงกลมมาผ่านกระบวนการทำฮอโมโลยีเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ แล้วจะได้ส่วนของลายม่านตาที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเป็นมาตรฐาน

2.5.1 การคลี่ภาพ

สำหรับการคลี่ภาพจะใช้การนำเอาจุดบนส่วนลายม่านตาที่เป็นระนาบของ (r, θ) ซึ่ง r จะมีค่าอยู่ระหว่าง $[0,1]$ และค่า θ เป็นมุม $[0, 2\pi]$



รูปที่ 2.15 การคลี่ภาพ

มาแปลงเอาส่วนของลายม่านตาจากพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y) ไปผ่านการคลี่ภาพ โดยที่พิกัดนั้นจะไม่มีจุดศูนย์กลาง มีรูปแบบดังนี้

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \longrightarrow I(r, \theta) \tag{2.18}$$

โดยที่

$$x(r, \theta) = (1-r)x_p(\theta) + rx_i(\theta) \quad (2.19)$$

$$y(r, \theta) = (1-r)y_p(\theta) + ry_i(\theta) \quad (2.20)$$

โดยที่ $I(x, y)$ คือส่วนของลายม่านตา และ (x, y) เป็นพิกัดคาร์ทีเซียน และ (r, θ) เป็นพิกัดเชิงขั้วที่สอดคล้องกับนอร์มอลไรเซชัน ส่วน x_p, y_p และ x_i, y_i เป็นพิกัดของส่วนรูม่านตาและลายม่านตาที่ค่า θ ต่างๆ ในกรณีที่มีการบิดหรือหดรูดของรูม่านตาและขนาดไม่เท่ากันนั้น การทำการคลี่ภาพจะสามารถทำให้มีขนาดคงที่ โดยที่ใช้จุดศูนย์กลางของรูม่านตาเป็นจุดอ้างอิง

ถึงแม้ว่าการคลี่ภาพนั้นจะสามารถแก้ปัญหการบิดหดรูดของรูม่านตา ระยะเวลาถ่ายภาพตาและการที่รูม่านตาไม่อยู่ตรงกลางได้ แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหการเอียงและการหมุนของภาพได้ แต่จะไปแก้ไขในขั้นตอนของการทำการเปรียบเทียบ โดยการทำเลื่อนตำแหน่งของรหัสข้อมูลของลายม่านตา

กรณีที่รูม่านตาไม่อยู่ตรงกลางของลายม่านตา สามารถแก้ได้โดยจะใช้สมการที่ปรับสเกลใหม่ที่อยู่บนมุมรอบๆของวงกลม สามารถพิจารณาได้จากสมการนี้

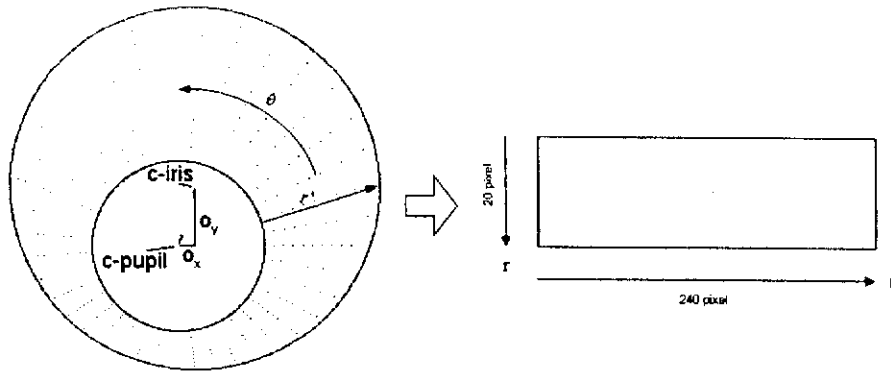
$$r' = \sqrt{\alpha\beta} \pm \sqrt{\alpha\beta^2 - \alpha - r_i^2} \quad (2.21)$$

$$\alpha = o_x^2 + o_y^2 \quad (2.22)$$

$$\beta = \cos\left(\pi - \arctan\left(\frac{o_y}{o_x}\right) - \theta\right) \quad (2.23)$$

โดยที่ o_x, o_y ใช้แทนความสัมพันธ์ของระยะห่างจุดศูนย์กลางของรูม่านตากับจุดศูนย์กลางของลายม่านตา และ r' คือระยะห่างระหว่างขอบของรูม่านตากับขอบของลายม่านตา และ θ คือมุมรอบๆ และ r_i เป็นรัศมีของลายม่านตา โดยที่ส่วนลายม่านตาที่มีลักษณะคล้ายกับรูปขนมโดนัท ซึ่งเป็นฟังก์ชันของมุม θ

จุดภาพที่เส้นรัศมีวิ่งผ่านจะถูกเลือกมาประมวลผลโดยไม่คำนึงถึงความแคบหรือความกว้างของรัศมีในมุมนั้นๆ รูปแบบการนอร์มอลไรเซชันจะถูกสร้างเป็นพิกัดคาร์ทีเซียน จากค่ารัศมีและค่าของมุม ผลการทำนอร์มอลไรเซชันจะได้อาร์เรย์ 2 มิติ ซึ่งแกนอนจะเป็นขนาดของมุม และแนวตั้งจะเป็นรัศมีอาร์เรย์ 2 มิติ นี้ จะรวมการสะท้อนของแสง ขนตา และหนังตา ซึ่งใช้การตรวจสอบในขั้นตอนของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา การทำการคลี่ภาพนั้นสามารถแก้ไขจุดศูนย์กลางของรูม่านตาที่ไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของลายม่านตาได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ผลการทำนอร์มอลไรเซชัน

2.6 การหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล

เป็นขั้นตอนที่ลักษณะเด่นของลายม่านตาออกมา โดยการนำเอาส่วนของลายม่านตาที่ได้จากการคลี่ภาพของลายม่านตา แล้วจะนำไปเข้ารหัสโดยใช้ตัวกรองแบบลือกเกเบอร์ ซึ่งจะให้ผลตอบสนองออกมาเป็นจำนวนเชิงซ้อน ต่อมาจึงนำไปเข้ารหัสแบบเฟสควอนไทซ์เซชัน (Phase Quantization)

2.6.1 ตัวกรองแบบเกเบอร์

ประวัติความเป็นมาของตัวกรองแบบเกเบอร์ สืบเนื่องจากการจำแนกภาพเท็กเจอร์มีหลายวิธีการจำแนก วิธีหนึ่งที่โดดเด่นมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ คือการใช้ตัวกรองแบบเกเบอร์มาทำการสกัดคุณลักษณะเท็กเจอร์ วิธีการนี้เริ่มต้นจากการพิจารณาระบบการมองเห็นของมนุษย์ว่าเป็นระบบที่จำแนกเท็กเจอร์ได้อย่างดีเยี่ยม (Robust) จึงทำให้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง และนำไปสู่การตั้งทฤษฎีการเข้าใจเท็กเจอร์ของมนุษย์ ทฤษฎีนี้ได้รับการสนับสนุนอย่างมากมาในทางด้านจิตวิทยา และข้อมูลทางด้านประสาทวิทยา ทฤษฎีกล่าวว่ระบบการมองเห็นของมนุษย์ เป็นการปฏิบัติการในรูปแบบการวิเคราะห์ความถี่เฉพาะที่เกิดภาพบนเรติน่า การวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยกลุ่มของตัวกรองผ่านแถบความถี่ หลักการของความถี่เฉพาะที่ได้มีการบันทึกไว้ในทฤษฎีระบบการสื่อสารเมื่อหลายปีมาแล้วโดยเกเบอร์

โดยพื้นฐานแล้วภาพสามารถพิจารณาได้ 2 แบบ แบบแรกพิจารณาในแนวระนาบ (Spatial Domain) มองภาพว่าเป็นที่รวมของพิกเซลต่างๆ แต่ละพิกเซลมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นแตกต่างกัน แบบที่สองพิจารณาในโดเมนความถี่ (Spatial Frequency Domain) มองภาพว่าเป็นผลรวมของสัญญาณไซน์ (Sinusoids) ที่มีอยู่อย่างไร้ขอบเขตจำกัด เกเบอร์ สังเกตเห็นว่าการแสดงในแนวระนาบและการแสดงในรูปแบบความถี่ (Spatial Frequency) ให้ผลตรงข้ามกันอย่างยิ่งเมื่อต้องการความต่อเนื่องของการเชื่อมต่อทั้งความถี่และแนวระนาบ (Space Spatial Frequency) เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นการเชื่อมต่อทั้งความถี่และแนวระนาบ ในขณะที่พิจารณาความถี่ของภาพว่าเป็นความถี่เฉพาะที่สามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้ตลอดทั่วทั้งภาพ เมื่อใช้หลักการนี้ภายใต้กรอบของระบบการมองเห็นของมนุษย์ ทำให้เข้าใจว่าความแตกต่างของเท็กเจอร์จะสอดคล้องกับความแตกต่างของทั้งความถี่และแนวระนาบเฉพาะที่ได้ ดังนั้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำแนกเท็ทเจอร์จึงได้ทำการแยกภาพที่เรตินาออกเป็นส่วนๆ ภายใต้การแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อทั้งความถี่และแนวระนาบ ซึ่งสมมูลกับการใช้กลุ่มของตัวกรองผ่านแถบความถี่ และใช้ข้อมูลนี้เพื่อหาคืนแผนเฉพาะที่มีความถี่ที่คล้ายคลึงกัน

และยังได้ทดลองกับแมวโคยวัดผลตอบสนองของเซลล์พื้นฐานที่มีต่อสิ่งเร้า คือเส้น (Bars) และขอบ (Edges) ได้ผลการทดลองว่าเซลล์พื้นฐานมีความสามารถในการวิเคราะห์สัญญาณได้ดีทั้งด้านตำแหน่งและด้านความถี่ และได้นำฟังก์ชันเกเบอร์ใช้แทนสัญญาณผลตอบสนองที่วัดได้ สรุปจากการทดลองได้ว่าฟังก์ชันเกเบอร์มีคุณสมบัติเพียงพอในการแทนสัญญาณผลการตอบสนองของเซลล์พื้นฐาน เพราะมีผลคูณของความไม่แน่นอนทางด้านตำแหน่งของสัญญาณ (Δx) และความไม่แน่นอนทางความถี่ (Δf) มีค่าน้อยที่สุด ดังสมการที่ 2.24 และ 2.25

$$\Delta x \cdot \Delta \omega_x \geq \frac{1}{4\pi} \quad (2.24)$$

$$\Delta y \cdot \Delta \omega_y \geq \frac{1}{4\pi} \quad (2.25)$$

ระบบการมองเห็นของมนุษย์ที่ได้เสนอไปข้างต้นนี้ ได้มีการนำไปใช้วิเคราะห์เท็ทเจอร์และเรียกว่าหลักการแบบมัลติชานแนลฟิลเตอร์ริง (Multi Channel Filtering) หลักการนี้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เพราะที่ใช้แสดงทิศทางของเท็ทเจอร์ที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน

2.6.2 คุณสมบัติของตัวกรองแบบเกเบอร์

ตัวกรองแบบเกเบอร์ เป็นฟังก์ชันประกอบขึ้นด้วยการนำเอาสัญญาณรูปขายน้มาออกเลตบนฟังก์ชันเกาส์เซียน โดยที่สัญญาณรูปขายน้ นั้น จะพิจารณาได้ทั้งส่วนจริงหรือฟังก์ชันคู่ และส่วนจินตภาพหรือฟังก์ชันคี่ ก็คือจำนวนเชิงซ้อนของสัญญาณรูปขายน้ (Complex Sinusoid) ก็ได้เช่นกัน

ตัวกรองแบบเกเบอร์ฟังก์ชันคู่สมมาตร แสดงได้ดังสมการ

$$h(x, y) = g(x, y) \cos(2\pi Ux) \quad (2.26)$$

$$h(x, y) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left[\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right]\right] \cos(2\pi Ux) \quad (2.27)$$

ตัวกรองแบบเกเบอร์คู่สมมาตร เมื่อผ่านการแปลงฟูรีเยร์จะได้สมการ

$$H(u, v) = A \left[\exp \left(-\frac{1}{2} \left[\frac{(u-U)^2}{\sigma_u^2} + \frac{v^2}{\sigma_v^2} \right] \right) \right] + A \left[\exp \left(-\frac{1}{2} \left[\frac{(u+U)^2}{\sigma_u^2} + \frac{v^2}{\sigma_v^2} \right] \right) \right] \quad (2.28)$$

ส่วนตัวกรองแบบเกเบอร์ที่ประกอบด้วยฟังก์ชันที่มีคุณสมบัติเหมือนกับตัวกรองแบบเกเบอร์ฟังก์ชันคู่สมมาตรทุกประการ เว้นแต่มีความต่างเฟส 90° ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวกรองแบบเกเบอร์เมื่อพิจารณาจากฟังก์ชันคู่และฟังก์ชันคี่ ดังนั้นจะวิเคราะห์เฉพาะตัวกรองแบบเกเบอร์ที่เป็นฟังก์ชันคู่สมมาตรเท่านั้น ส่วนตัวกรองเกเบอร์เชิงซ้อน เป็นผลคูณของฟังก์ชันเกาส์เซียนมอดูลกับจำนวนเชิงซ้อนของสัญญาณรูปขายนี ดังแสดงในสมการ

$$h(x, y) = \exp \left(-\frac{1}{2} \left[\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2} \right] \right) \exp [j2\pi(Ux + Vy)] \quad (2.29)$$

หรือ

$$h(x, y) = \exp \left(-\frac{1}{2} \left[\frac{x'^2}{\sigma_x^2} + \frac{y'^2}{\sigma_y^2} \right] \right) \exp [j2\pi Wx'] \quad (2.30)$$

ตัวกรองเกเบอร์เชิงซ้อน เมื่อผ่านการแปลงฟูรีเยร์ จะได้สมการที่ 2.31

$$H(u, v) = A \left[\exp \left(-\frac{1}{2} \left[\frac{(u-U)^2}{\sigma_x^2} + \frac{(v-V)^2}{\sigma_y^2} \right] \right) \right] \quad (2.31)$$

เมื่อ $A = 2\pi\sigma_x\sigma_y$ สังเกตเห็นได้ว่า สมการที่ 2.30 และสมการที่ 2.31 มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน เพราะว่าตัวกรองเกเบอร์คู่สมมาตรเป็นองค์ประกอบหนึ่งของตัวกรองแบบเกเบอร์เชิงซ้อนนั่นเอง

$$(x', y') = (x \cos \theta + y \sin \theta, -x \sin \theta + y \cos \theta) \quad (2.32)$$

$$(U, V) = (W \cos \phi, W \sin \phi) \quad (2.33)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{V}{U} \right) \quad (2.34)$$

$$[(u-U'), (v-V')] = [(u-U) \cos \theta + (v-V) \sin \theta, -(u-U) \sin \theta + (v-V) \cos \theta] \quad (2.35)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ x', y' เป็นโคออร์ดิเนตที่ถูกหมุนไปด้วยมุม θ

ϕ เป็นโอเรียนท์เดชันของสัญญาณรูปขายน์ -

หาก $\theta = \phi$ จะทำให้สมการตัวกรองแบบเกเบอร์เชิงซ้อนดังสมการที่ 2.32 กลายเป็นสมการที่

2.35

U และ V เป็นค่าความถี่เชิงมุมไปตามแกน u และ v ตามลำดับ

$(u-U)$ และ $(v-V)$ เป็นค่าความถี่เชิงมุมที่ถูกเลื่อนไปด้วย U สำหรับ u และ V สำหรับ v พร้อมทั้งถูกหมุนไปด้วยมุม θ

σ_x, σ_y เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกรอบของเกาส์เซียน (Gaussian Envelope) ตามแกน x และ y ตามลำดับ

σ_u, σ_v เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกรอบของเกาส์เซียนตามแกน u และ v ตามลำดับ

เมื่อตีความตามสมการที่ 2.35 จะได้ว่า $H(u, v)$ เป็นฟังก์ชันเกาส์เซียนที่ถูกเลื่อนความถี่ไป (U, V) ไปตามแกนความถี่ (u, v) พร้อมทั้งถูกหมุนไปด้วยมุม θ เมื่อวัดเทียบกับแกนความถี่ u ทางด้านบวก ดังนั้น $H(u, v)$ เป็นตัวกรองผ่านแถบความถี่ที่มีความถี่ศูนย์กลาง (U, V) และมีย่านความถี่ที่ควบคุมโดย σ_x, σ_y

อัตราส่วนของลักษณะ (Aspect Ratio) ของฟังก์ชันเกาส์เซียน นิยามได้ดังนี้

$$\lambda \equiv \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \quad (2.36)$$

ตัวกรองเกเบอร์มีคุณสมบัติเทียบพร้อมสำหรับการวิเคราะห์ที่เท็กเจอร์ ดังสรุปได้ดังนี้

1. ตัวกรองเกเบอร์เป็นฟังก์ชันเดียวเท่านั้นที่มีผลคูณระหว่างความไม่แน่นอนทางตำแหน่งกับความไม่แน่นอนทางความถี่มีค่าน้อยที่สุดนั่นคือ ตัวกรองเกเบอร์สามารถระบุตำแหน่งที่ปรากฏในระนาบ และระนาบความถี่พร้อมๆ กันได้ ทำให้ตัวกรองเกเบอร์สามารถออกแบบให้คัดเลือกความถี่ได้สูงในระนาบความถี่ ขณะเดียวกันยังสามารถระบุตำแหน่งในการแสดงได้ดีด้วย

คุณสมบัติข้อที่หนึ่งนี้นับว่าโดดเด่นมากในการนำเอาตัวกรองเกเบอร์ไปใช้กับปัญหาการจำแนกเท็กเจอร์ เพราะปัญหาการจำแนกเท็กเจอร์ต้องการคุณสมบัติทั้งในแนวระนาบและความถี่ที่มีย่านความถี่แคบๆ เพราะจะให้ความแตกต่างของเท็กเจอร์แต่ละประเภทออกมาอย่างชัดเจน อีกนัยหนึ่งตัวกรองที่มีการระบุตำแหน่งที่ชัดเจนในแนวระนาบ จะมีความแม่นยำในการระบุเขตแดนระหว่างเท็กเจอร์

2 เท็กเจอร์ใดๆ ได้ สิ่งเหล่านี้แก้ไขได้โดยการเลือกใช้ตัวกรองที่แก้ปัญหาดังกล่าวได้ในตัวกรองนั่นเอง และคุณสมบัติในข้อนี้ของตัวกรองเกเบอร์ นำไปสู่การออกแบบและพิจารณาการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของตัวกรอง

2. รูปร่างของตัวกรองเกเบอร์ คล้ายคลึงกับผลคูณของเซลล์พื้นฐานในระบบการมองเห็นของมนุษย์

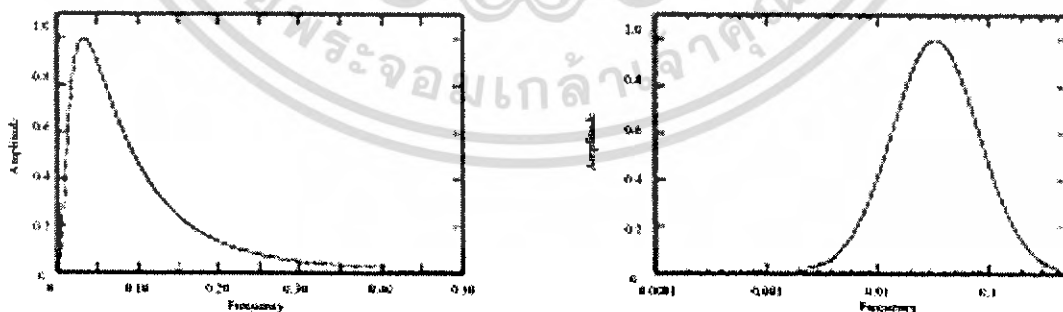
3. ตัวกรองเกเบอร์จัดเป็นตัวกรองผ่านแถบความถี่ ดังนั้นตัวกรองเกเบอร์จึงสามารถกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานเพื่อสกัดเอาย่านความถี่เฉพาะจากภาพได้ คุณสมบัติการคัดเลือกความถี่และ โอเรียนท์เทชันของตัวกรองเกเบอร์นั้นเด่นชัดมากเมื่อพิจารณาในโดเมนความถี่

2.6.3 ตัวกรองแบบล็อกเกเบอร์

ตัวกรองแบบล็อกเกเบอร์นั้นเป็นการนำเอาสัญญาณรูปไซน์มาทำการมอดูเลตบนฟังก์ชันเกาส์เซียน ซึ่งตัวกรองแบบล็อกเกเบอร์นั้นจะเป็นอีกฟังก์ชันหนึ่งที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาของตัวกรองแบบเกเบอร์ในส่วนที่ผลตอบสนองของตัวกรองเกเบอร์ที่ฟังก์ชันคู่สมมาตรนั้นมีส่วนประกอบของค่าคงที่ที่ไม่แปรผันกับค่าความถี่ จึงทำให้เกิดความเสียหายกับสัญญาณที่นำมาผ่านตัวกรอง เพราะสัญญาณของข้อมูลลายม่านตานั้นมีขนาดที่ 20×240 พิกเซล เมื่อนำมาผ่านตัวกรองแล้วจะทำให้องค์ประกอบที่สำคัญของสัญญาณข้อมูลลายม่านตาเสียหายได้เพราะมีขนาดของสัญญาณข้อมูลเล็ก โดยที่ตัวกรองล็อกเกเบอร์นั้นมีแบนด์วิดท์ขนาดใหญ่กว่า 1 Octave อีกทั้งตัวกรองล็อกเกเบอร์มีฟังก์ชันการถ่ายโอนที่สเกลความถี่เป็นแบบลอการิทึม (Logarithmic Scale) ส่วนตัวกรองเกเบอร์จะมีฟังก์ชันการถ่ายโอนสเกลความถี่ที่เป็นแบบเชิงเส้น โดยที่ตัวกรองล็อกเกเบอร์มีสมการของผลตอบสนองทางความถี่ดังนี้

$$G(f) = \exp\left(\frac{-(\log(f/f_0))^2}{2(\log(\sigma/f_0))^2}\right) \quad (2.37)$$

ซึ่งค่า f_0 เป็นค่าความถี่ศูนย์กลาง (Centre Frequency) และ σ เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยที่ตัวกรองแบบล็อกเกเบอร์จะมีลักษณะสองอย่างที่สำคัญคือ อย่างแรกจะไม่มีส่วนประกอบของค่าคงที่ที่ไม่แปรผันกับค่าความถี่ อย่างที่สองคือฟังก์ชันการถ่ายโอนของตัวกรองล็อกเกเบอร์จะมีการขยายที่ย่านแถบความถี่สูง



รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของฟังก์ชันการถ่ายโอนของตัวกรองล็อกเกเบอร์ที่สเกลความถี่แบบเชิงเส้น และแบบลอการิทึม

2.7 การเปรียบเทียบและการเลื่อนตำแหน่งของข้อมูล

โดยจะแบ่งออกเป็นการค้นหาความต่างของแฮมมิง เพื่อใช้ในการตรวจการเปรียบเทียบความต่างและความเหมือนกัน แล้วยังใช้การเลื่อนรหัสข้อมูลเพื่อชดเชยการหมุนของตา

2.7.1 การเปรียบเทียบโดยใช้ค่าความต่างของแฮมมิง

ค่าความต่างของแฮมมิงของสายลำดับ 2 เส้น ที่มีความยาวเท่ากัน คำนวณได้จากการนับตำแหน่งของตัวอักษรที่แตกต่างกัน ค่าความต่างของแฮมมิงเป็นการวัดความห่าง (Distance Measure) ในการนำเอารูปแบบ X และ Y มาเปรียบเทียบกันจะได้ค่าความต่างของแฮมมิง (HD) โดยจะนำเอา X และ Y มาทำการ Exclusive OR กันจะได้ดังสมการนี้

$$HD = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_j (XOR) Y_j \quad (2.38)$$

โดยที่ X_j, Y_j เป็นเทมเพลตที่ต้องการหาค่า HD และ N คือค่าจำนวนบิตทั้งหมด และเนื่องด้วยว่าค่าส่วนของลายม่านตาจะมีความแปรปรวนสูง และแบบของลายม่านตาแต่ละอันจะมีรูปแบบที่เฉพาะไม่เหมือนกับลายม่านตาอื่นๆ แต่กรณีที่เกิดการหมุนในขั้นตอนการเก็บภาพนั้นจะทำให้ลำดับของรูปแบบเกิดการเลื่อน จึงต้องมีการชดเชยโดยการเลื่อนรหัสข้อมูล และกรณีที่เกิดมีสัญญาณรบกวนมาบดบังส่วนของลายม่านตา ดังนั้นในขั้นตอนการทำออร์มอลไรเซชันของภาพ จะมีการหาตำแหน่งของสัญญาณรบกวนด้วย จะอยู่ในรูปแบบของหน้ากากของสัญญาณรบกวน ดังนั้นการหาความต่างของแฮมมิงจะได้ดังสมการนี้

$$HD = \frac{1}{N - \sum_{k=1}^N X_n_k (OR) Y_n_k} \sum_{j=1}^N X_j (XOR) Y_j (AND) X_n'_j (AND) Y_n'_j \quad (2.39)$$

โดยที่ X_j, Y_j เป็นรูปแบบที่ต้องการหาค่า HD

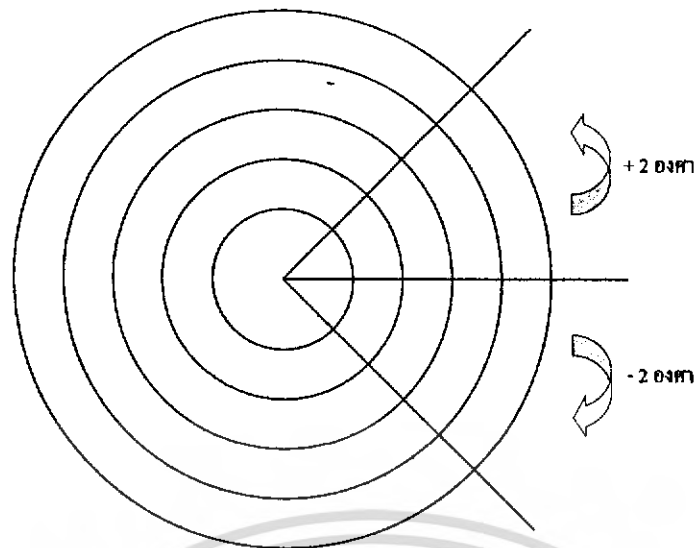
X_n_j, Y_n_j เป็นหน้ากากของสัญญาณรบกวนของ X_j, Y_j

N เป็นค่าจำนวนของบิตทั้งหมด

2.7.2 การชดเชยการหมุนของภาพด้วยวิธีการเลื่อนรหัสข้อมูล

ในระหว่างการรับภาพ รูปม่านตาที่รับเข้ามาอาจจะเกิดการเอียงได้ เนื่องจากจากใบหน้าที่ยื่นในตอนที่รับภาพ ทำให้ภาพม่านตาที่ได้รับในแต่ละครั้งอาจจะไม่เหมือนเดิม คือมีการหมุนเลื่อนของม่านตา ทำให้เปอร์เซ็นต์ความเข้าคู่กันของข้อมูลลายม่านตามีความคลาดเคลื่อนได้ จึงต้องทำการลดการคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการหมุนของม่านตา โดยการชดเชยการหมุนของภาพที่รับเข้ามา แสดงในรูปแบบที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การชดเชยการหมุนของภาพม่านตาโดยการเลื่อนรหัสข้อมูลขึ้นและลง

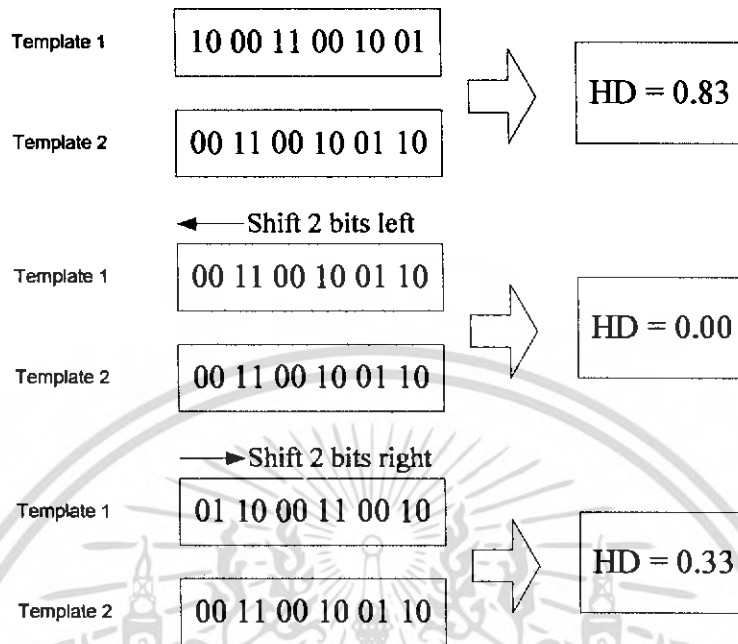
เนื่องจากขั้นตอนของการเก็บลักษณะข้อมูลของลายม่านตา มีการเก็บข้อมูลเป็นรหัสข้อมูล โดยการใช้การเข้ารหัสข้อมูลแบบเชิงพื้นที่ จึงทำให้ง่ายต่อการชดเชยการหมุนของภาพม่านตา โดยการทำการเลื่อนรหัสข้อมูลให้เป็นไปตามที่กำหนด ตัวอย่างการเลื่อนรหัสข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การเลื่อนรหัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วได้ตัวอย่างที่ใช้การเลื่อนตำแหน่งของรหัสข้อมูลในการหาค่าความต่างของแฮมมิง โดยได้
มีการเลื่อนรหัสข้อมูลไป 2 ตำแหน่งจะได้ตัวอย่างดังนี้



รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างในการเลื่อนรหัสข้อมูลและการหาค่าความต่างของแฮมมิง

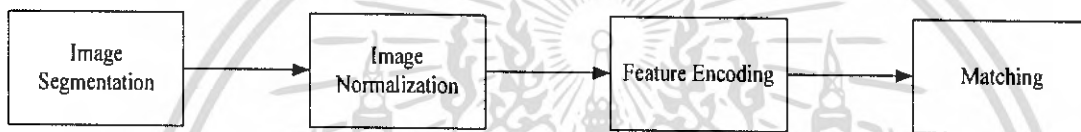
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบกระบวนการทำงานของโครงการนี้ได้แบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนคือ

1. การแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาเพื่อการหาขอบเขตของลายม่านตาและลดสัญญาณรบกวนต่างๆ เช่น ผนังตา ขนตา เป็นต้น
2. การทำนอร์มอลไรเซชันนั้นเป็นกระบวนการคลี่ส่วนของลายม่านตาให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเป็นมาตรฐาน
3. การหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล เพื่อดึงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญและเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้
4. การเปรียบเทียบ เพื่อระบุตัวบุคคลและหาเปอร์เซ็นต์ความต่างกันของข้อมูล



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของโครงการ

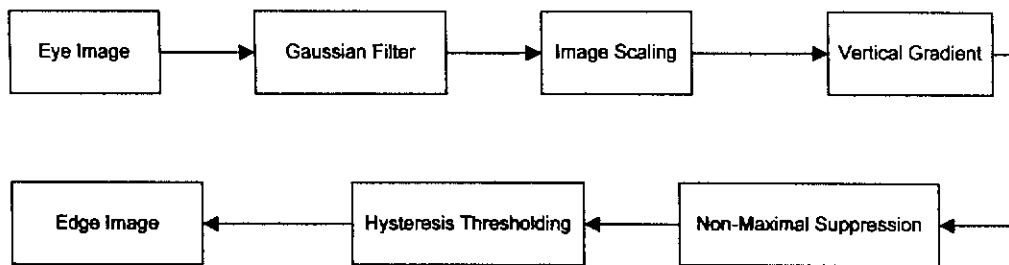
3.1 การแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา

3.1.1 การหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมขอบเขตนอกของม่านตา

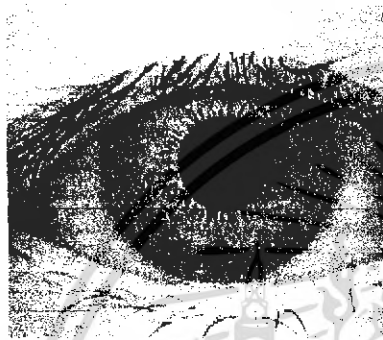
3.1.1.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้

ขั้นตอนนี้จะรับภาพตาเข้ามาแล้วผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน ซึ่งในโครงการนี้ได้ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 ซึ่งจะไดขนาดตัวกรองที่เหมาะสมเป็น 13×13 พิกเซล
2. ทำการสเกลขนาดของภาพให้เล็กลงเพื่อลดเวลาในการประมวลผลภาพ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสเกลเท่ากับ 0.4
3. ทำการหาเกรเดียนท์ของภาพในทิศทางตั้งฉากและทิศทางของเกรเดียนท์
4. ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุดเพื่อให้เส้นขอบเล็กลง
5. ทำการตัดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนด้วยวิธี Hysteresis Thresholding โดยที่กำหนดให้ค่าเทร โชลด์บนมีค่าเป็น 0.2 และค่าเทร โชลด์ล่างมีค่าเป็น 0.19



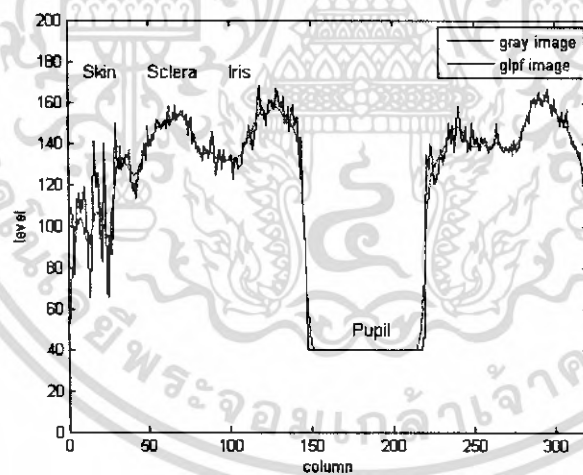
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำในการหาขอบภาพ



รูปที่ 3.3 แสดงภาพตา



รูปที่ 3.4 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน



รูปที่ 3.5 แสดงค่าระดับเทาของภาพอินพุทใน 1 มิติกับภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน

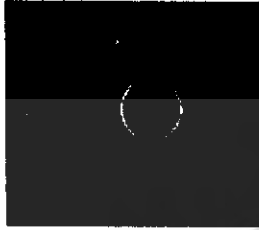
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



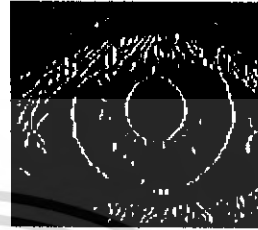
รูปที่ 3.6 แสดงภาพที่ทำการสเกล



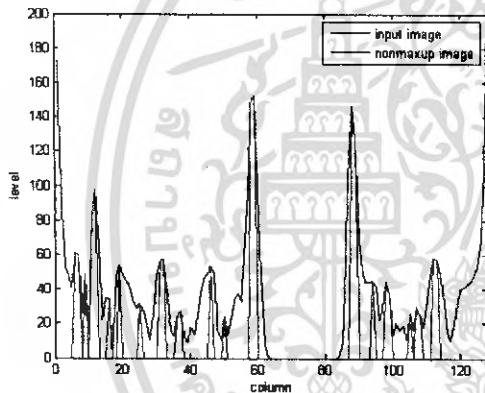
รูปที่ 3.7 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ



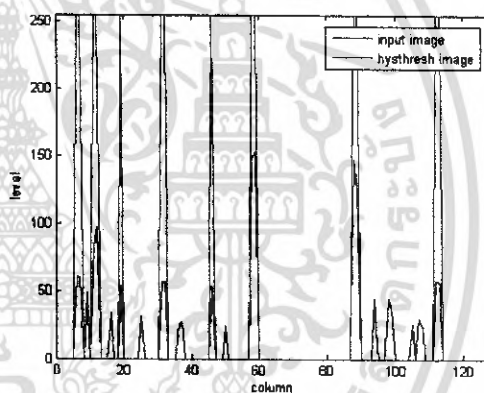
รูปที่ 3.8 แสดงภาพที่ทำการ
กำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด



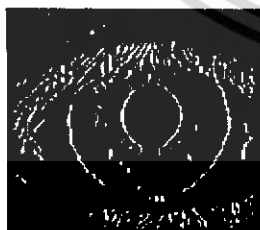
รูปที่ 3.9 แสดงภาพที่ทำการ
Hysteresis Thresholding



รูปที่ 3.10 แสดงค่าระดับเทา ก่อนทำ
การกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุดเทียบกับหลังทำ



รูปที่ 3.11 แสดงค่าระดับเทา ก่อนทำการ
Hysteresis Thresholding เทียบกับหลังทำ



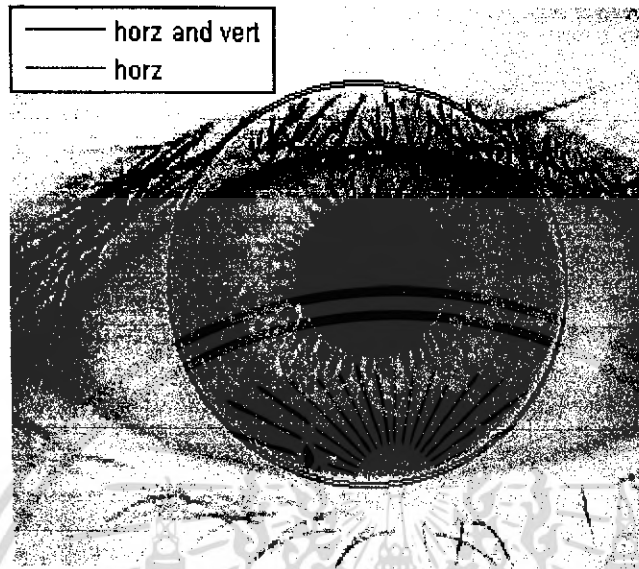
รูปที่ 3.12 แสดงภาพการหาขอบภาพ
โดยใช้เฉพาะค่าเกรเดียนท์แนวตั้ง



รูปที่ 3.13 แสดงภาพการหาขอบภาพ
โดยใช้ทั้งเกรเดียนท์แนวตั้งและแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 และ 3.13 จะพบการหาขอบภาพโดยใช้เฉพาะค่าเกรเดียนต์ในแนวตั้งจะลดสัญญาณรบกวนจากหน้าตาบนและหน้าตาล่างได้ดี เป็นผลให้การประมาณขอบเขตนอกของม่านตาและจุดศูนย์กลางม่านตามีความผิดพลาดน้อยลง

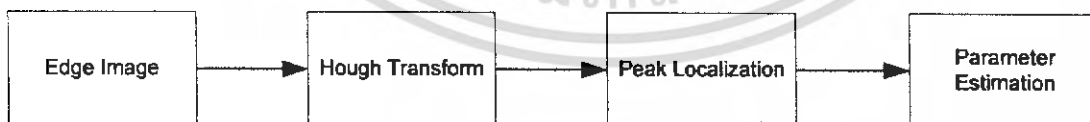


รูปที่ 3.14 แสดงขอบเขตนอกของม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์

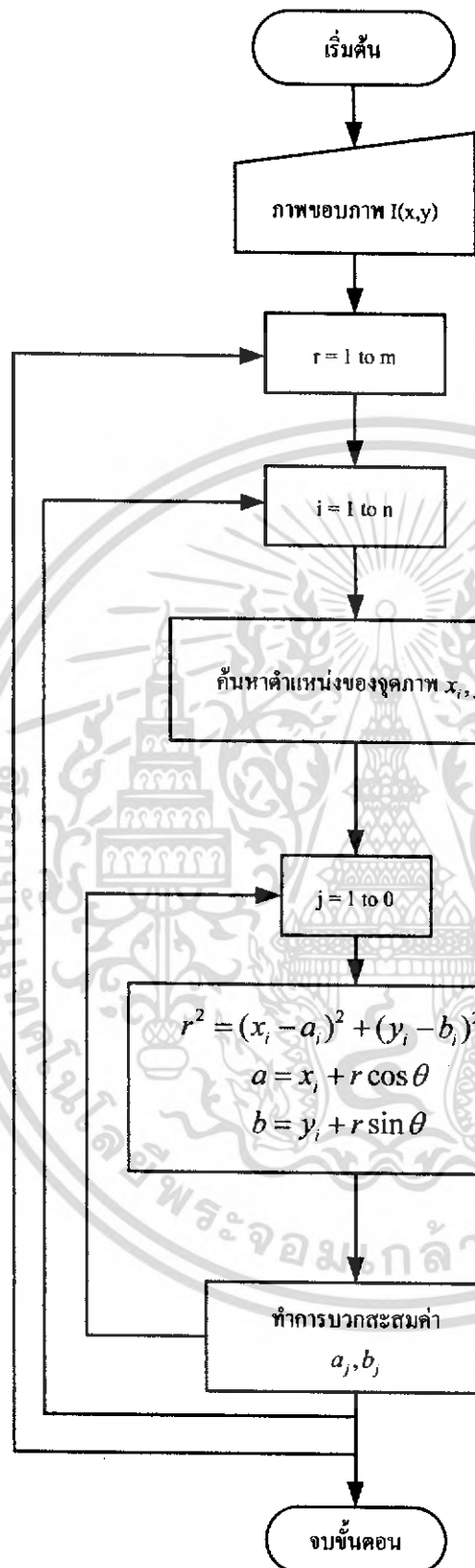
เมื่อใช้เฉพาะค่าเกรเดียนต์แนวตั้งจะได้จุดศูนย์กลางม่านตาที่ตำแหน่ง $(x,y) = (180,138)$ รัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบเขตม่านตามีค่าเท่ากับ 100 และเมื่อใช้ค่าเกรเดียนต์ทั้งสองแนวจะได้จุดศูนย์กลางม่านตาที่ตำแหน่ง $(x,y) = (180,140)$ และรัศมีจากจุดศูนย์กลางถึงขอบเขตม่านตามีค่าเท่ากับ 100 เช่นกัน

3.1.1.2 การประมาณขอบเขตนอกของม่านตาและจุดศูนย์กลางม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์

ในขั้นตอนนี้จะใช้ผลการแปลงฮิวจ์แบบวงกลม มาทำการประมาณจุดศูนย์กลางและรัศมีของขอบเขตนอกของม่านตา โดยจะรับภาพขอบภาพจากขั้นตอนหาขอบภาพด้วยวิธีของแคนดี้มาทำการแปลงฮิวจ์ เพื่อนำค่าตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดมาคำนวณหาค่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงกลมและค่ารัศมีของวงกลม

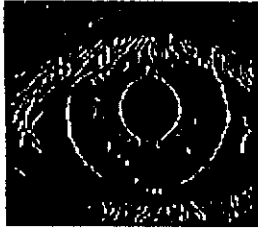


รูปที่ 3.15 แสดงขั้นตอนการทำงานของ การแปลงฮิวจ์

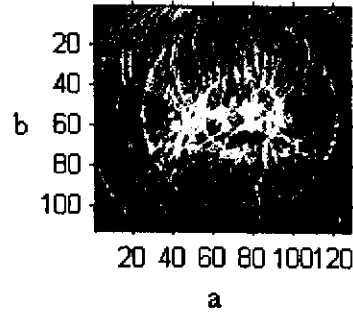
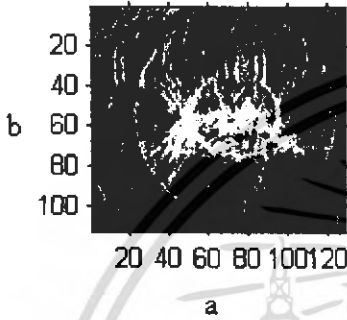
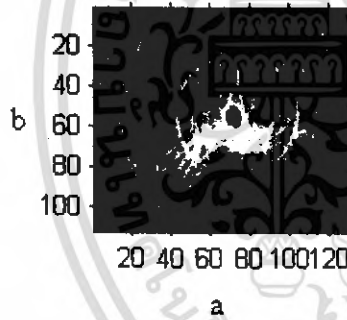
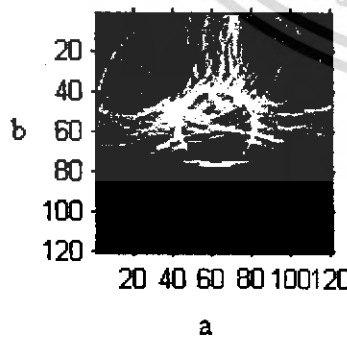
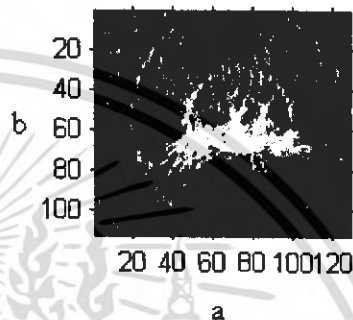
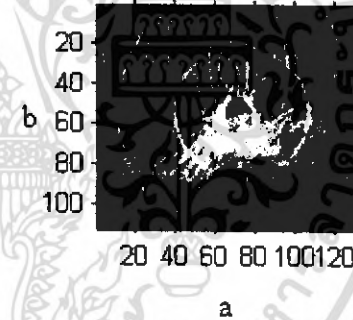
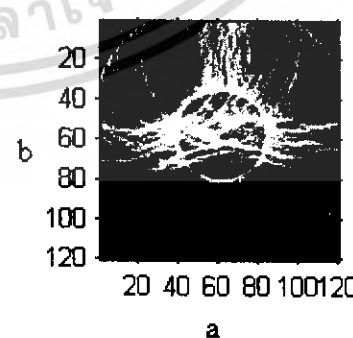


รูปที่ 3.16 แสดงขั้นตอนการแปลงการอิมเมจโดเมนเป็นฮิวจ์โดเมน

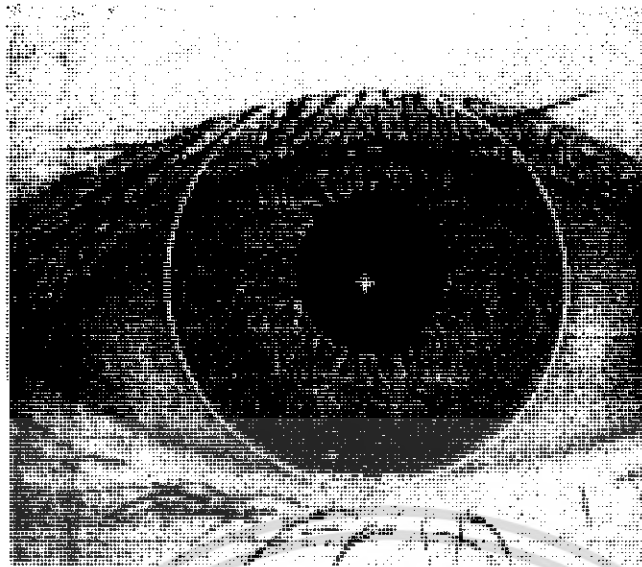
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน

รูปที่ 3.18 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 32รูปที่ 3.19 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 35รูปที่ 3.21 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ามรัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 43รูปที่ 3.23 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 55รูปที่ 3.20 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 39รูปที่ 3.22 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ามรัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 47รูปที่ 3.24 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



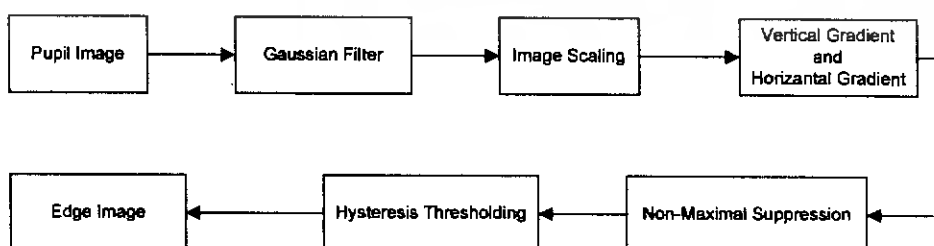
รูปที่ 3.25 แสดงภาพการประมาณขอบเขตนอกของลายม่านตา และจุดศูนย์กลางม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์

3.1.2 การหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมขอบเขตในของม่านตา

3.1.2.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้

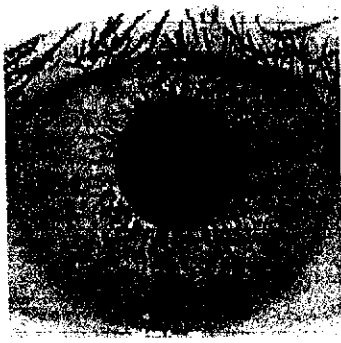
จะทำกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ทำการตัดภาพเฉพาะส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตนอกของม่านตา เพื่อลดขนาดภาพทำให้เวลาในการประมวลผลลดลง
2. นำไปผ่านตัวกรองเกาส์เซียน ซึ่งในโครงการนี้ได้ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 ซึ่งจะได้ขนาดตัวกรองที่เหมาะสมเป็น 13×13 พิกเซล
3. ทำการสเกลขนาดของภาพให้เล็กลงเพื่อลดเวลาในการประมวลผลภาพ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสเกลเท่ากับ 0.6
4. ทำการหาเกรเดียนท์ของภาพทั้งสองทิศทางและทิศทางของเกรเดียนท์
5. ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด
6. ทำการตัดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนด้วยวิธี Hysteresis Thresholding โดยที่กำหนดให้ค่าเทรโซลด์บนมีค่าเป็น 0.2 และค่าเทรโซลด์ล่างมีค่าเป็น 0.19

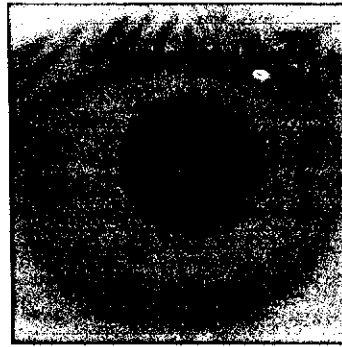


รูปที่ 3.26 แสดงขั้นตอนการหาขอบภาพตา

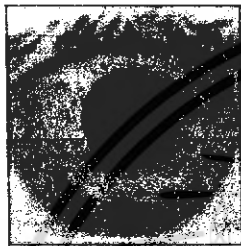
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



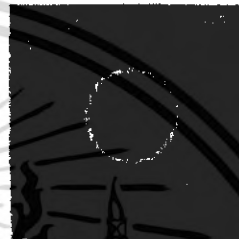
รูปที่ 3.27 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉพาะ ส่วนที่อยู่ภายในขอบเขตนอกของลายม่านตา



รูปที่ 3.28 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน



รูปที่ 3.29 แสดงภาพที่ทำสเกล



รูปที่ 3.30 แสดงเกรเดียนต์ของภาพ



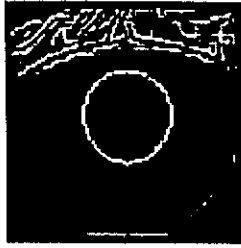
รูปที่ 3.31 แสดงภาพที่ทำการ กำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด



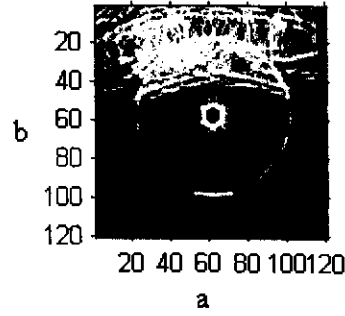
รูปที่ 3.32 แสดงภาพที่ทำการ Hysteresis Thresholding

3.1.1.2 การประมาณขอบเขตในของม่านตาและจุดศูนย์กลางรูม่านตาด้วยผลการแปลงฮิวจ์

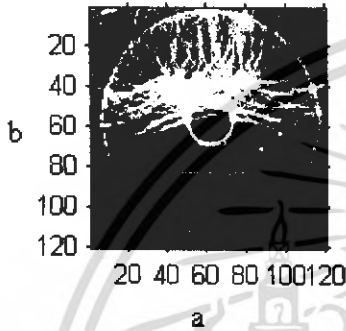
ในขั้นตอนนี้ จะใช้ผลการแปลงฮิวจ์แบบวงกลม มาประมาณหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของ ขอบเขตในของม่านตาเหมือนกับที่ใช้ประมาณขอบเขตนอกดังแสดงผลได้ดังรูปต่อไปนี้



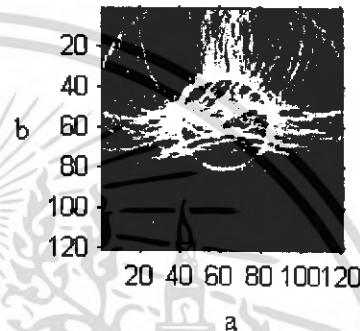
รูปที่ 3.33 แสดงภาพในอิมเมจไคเมน



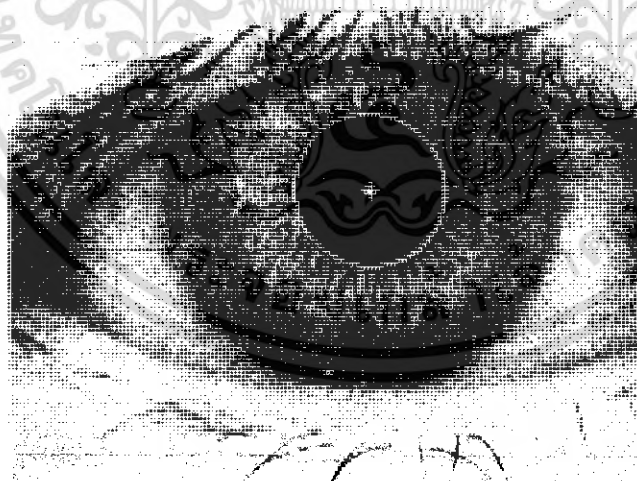
รูปที่ 3.34 แสดงภาพในอิมเมจไคเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 17



รูปที่ 3.35 แสดงภาพในอิมเมจไคเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 32



รูปที่ 3.36 แสดงภาพในอิมเมจไคเมน
เมื่อให้ค่ารัศมีที่ต้องการมีค่าเป็น 44



รูปที่ 3.37 แสดงภาพการประมาณขอบเขตในของลายม่านตา
และจุดศูนย์กลางม่านตาด้วยผลการแปลงอิมเมจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การตรวจจับและแยกสัญญาณรบกวนออกจากถายม่านตา

3.1.3.1 การตรวจจับและแยกส่วนของหนังตาบนออกจากถายม่านตา

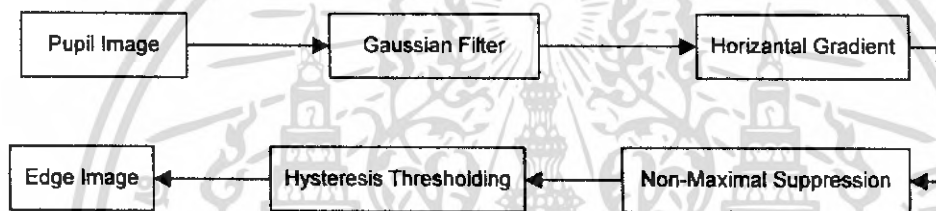
3.1.3.1.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแกรนดี

การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแกรนดีนั้น จะทำกระบวนการต่างๆ ดังต่อไปนี้

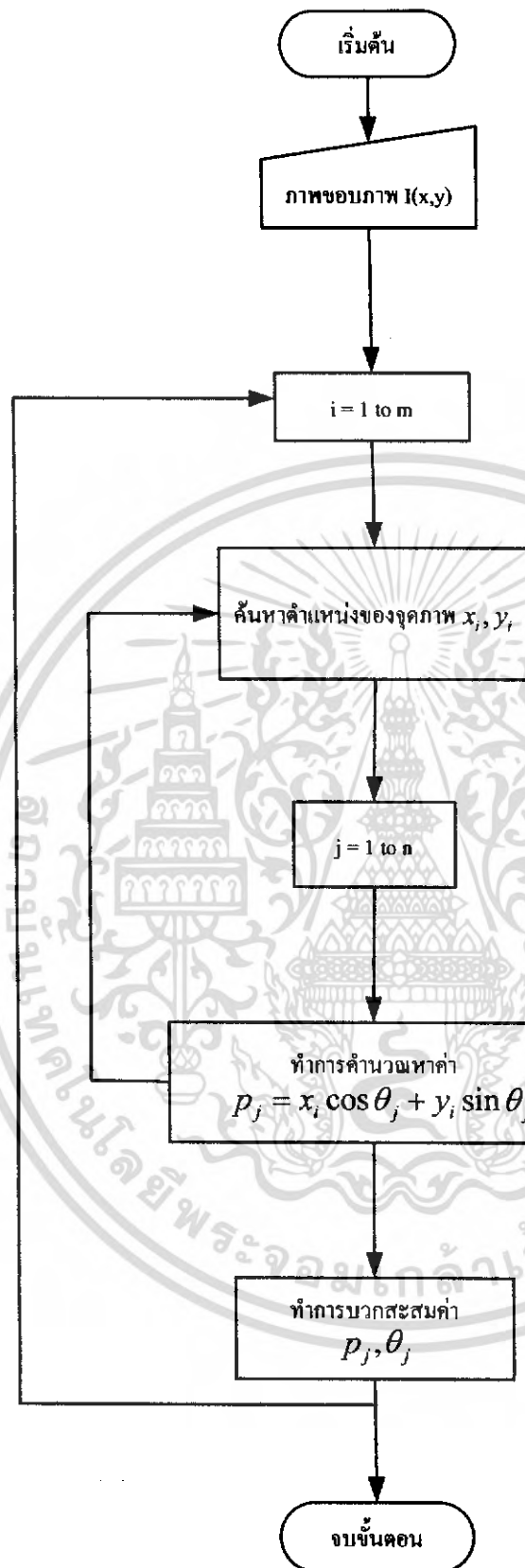
1. ทำการตัดภาพตัดเฉพาะส่วนที่อยู่ระหว่างขอบเขตของม่านตาด้านบน
2. ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 ซึ่งจะได้ขนาดตัว

กรองที่เหมาะสมเป็น 13×13 พิกเซล

3. ทำการหาเกรเดียนท์ของภาพเฉพาะแนวแกนอนและทิศทางของเกรเดียนท์
4. ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด
5. ทำการตัดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนด้วยวิธี Hysteresis Thresholding โดยที่กำหนดให้ค่าเทอร์โซลด์บนมีค่าเป็น 0.2 และค่าเทอร์โซลด์ล่างมีค่าเป็น 0.15



รูปที่ 3.38 แสดงขั้นตอนการหาขอบภาพ



รูปที่ 3.39 แสดงขั้นตอนการแปลงการอิมเมจโดเมนเป็นฮิวจ์โดเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉาะส่วนที่อยู่ระหว่างขอบเขตของม่านคาค้านบน



รูปที่ 3.41 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน



รูปที่ 3.42 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ



รูปที่ 3.43 แสดงภาพที่ทำการกำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด

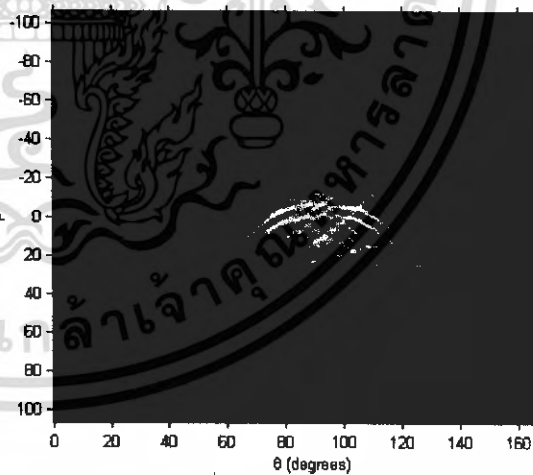


รูปที่ 3.44 แสดงภาพที่ทำการ Hysteresis Thresholding

3.1.3.1.2 การประมาณหาค่าแ่งและเส้นของหนังตาคับด้วยผลการแปลงอิ้ว
ในขั้นตอนนี้ จะใช้ผลการแปลงอิ้วแบบเส้นตรง มาใช้ประมาณหาเส้นตรงของหนังตาคับ



รูปที่ 3.45 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน

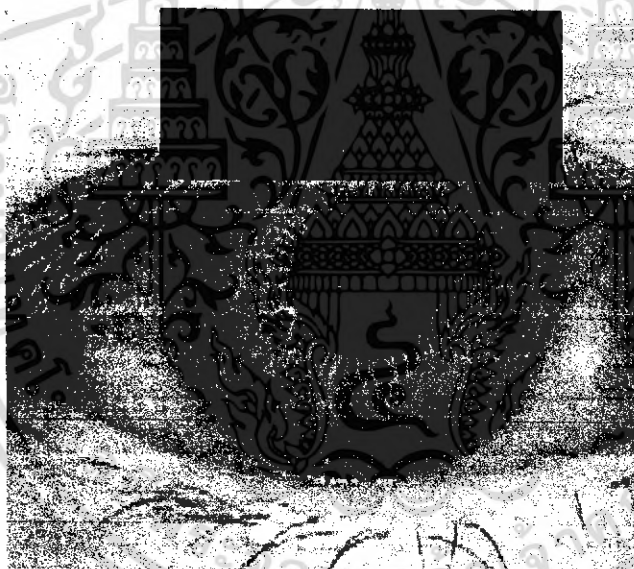


รูปที่ 3.46 แสดงภาพในอิ้วโดเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 แสดงภาพการประมาณหาเส้นหนังตามด้วยผลการแปลงฮิวจ์



รูปที่ 3.48 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นหนังตาบออกจากส่วนของลายมันตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

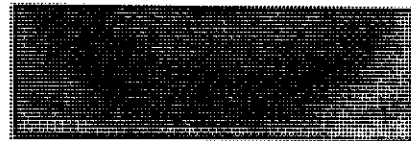
3.1.3.2 การตรวจจับและแยกส่วนของหน้าต่างออกจากลายม่านตา

3.1.3.2.1 การหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนดี้

ขั้นตอนนี้จะมีการบวนการเหมือนการหาขอบภาพของหน้าต่างด้วยวิธีการของแคนดี้



รูปที่ 3.49 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเฉพาะ



รูปที่ 3.50 แสดงภาพที่ผ่านตัวกรองเกาส์เซียน

ส่วนที่อยู่ระหว่างขอบเขตของลายม่านตาด้านล่าง



รูปที่ 3.51 แสดงเกรเดียนท์ของภาพ



รูปที่ 3.52 แสดงภาพที่ทำการ
กำจัดค่าที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด



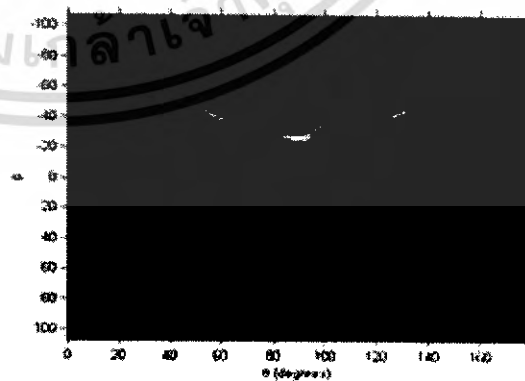
รูปที่ 3.53 แสดงภาพที่ทำการ
Hysteresis Thresholding

3.1.3.2 การประมาณหาตำแหน่งและเส้นของหน้าต่างด้วยผลการแปลงฮิวจ์

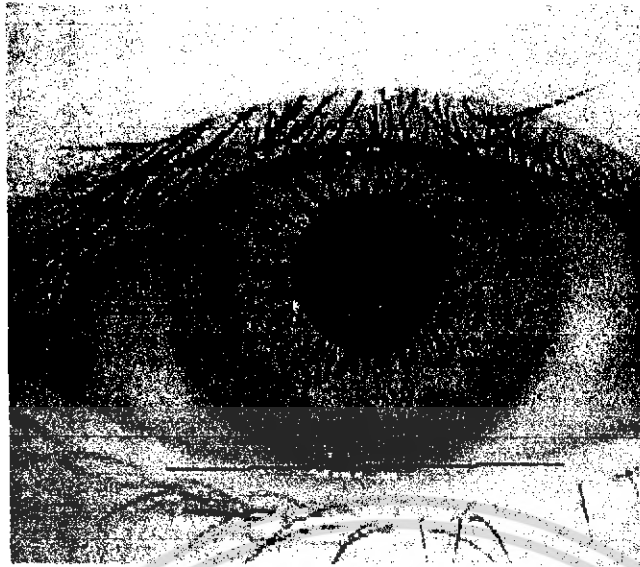
ในขั้นตอนนี้จะใช้ผลการแปลงฮิวจ์แบบเส้นตรง มาใช้ประมาณหาเส้นตรงของหน้าต่าง



รูปที่ 3.54 แสดงภาพในอิมเมจโดเมน



รูปที่ 3.55 แสดงภาพในฮิวจ์โดเมน



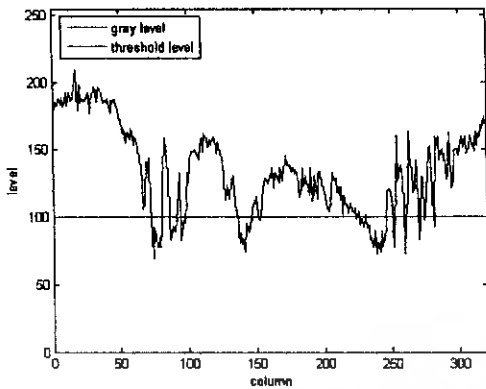
รูปที่ 3.56 แสดงภาพการประมาณหาเส้นหนังตาล่างด้วยผลการแปลงฮิวจ์



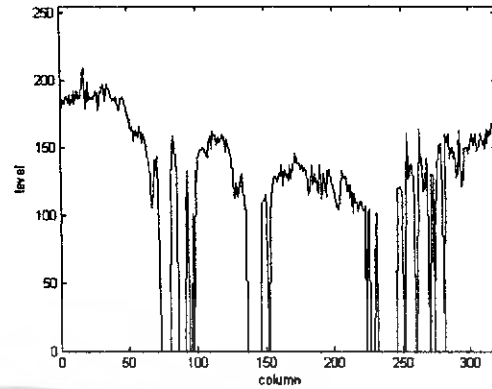
รูปที่ 3.57 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นหนังตาล่างออกจากส่วนของม่านตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

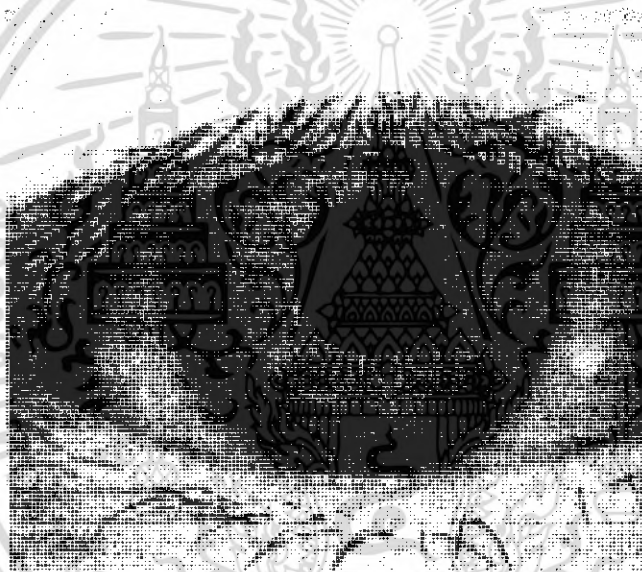
3.1.3.3 การตรวจจับและแยกส่วนของชนตาออกจากลายม่านตา



รูปที่ 3.58 แสดงค่าระดับเทาของภาพตาใน 1 บิต
เทียบกับค่าระดับตัดขีดเริ่มเปลี่ยน



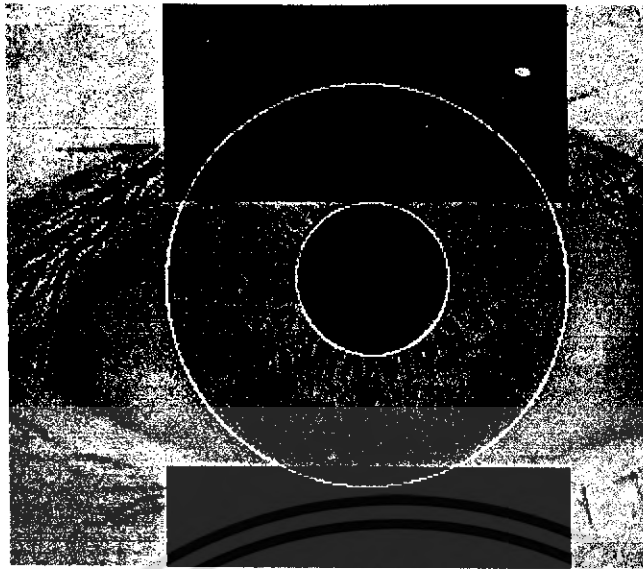
รูปที่ 3.59 แสดงค่าระดับเทาของภาพตาใน 1 บิต
ที่ผ่านการตัดขีดเริ่มเปลี่ยน



รูปที่ 3.60 แสดงภาพแยกสัญญาณรบกวนที่เป็นชนตาออกจากส่วนของลายม่านตา

เมื่อทำการรวมผลลัพธ์ของแต่ละขั้นตอนเข้าด้วยกันจะได้ขอบเขตของลายม่านตาที่ผ่านการแยกสัญญาณรบกวนออกดังรูป 3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

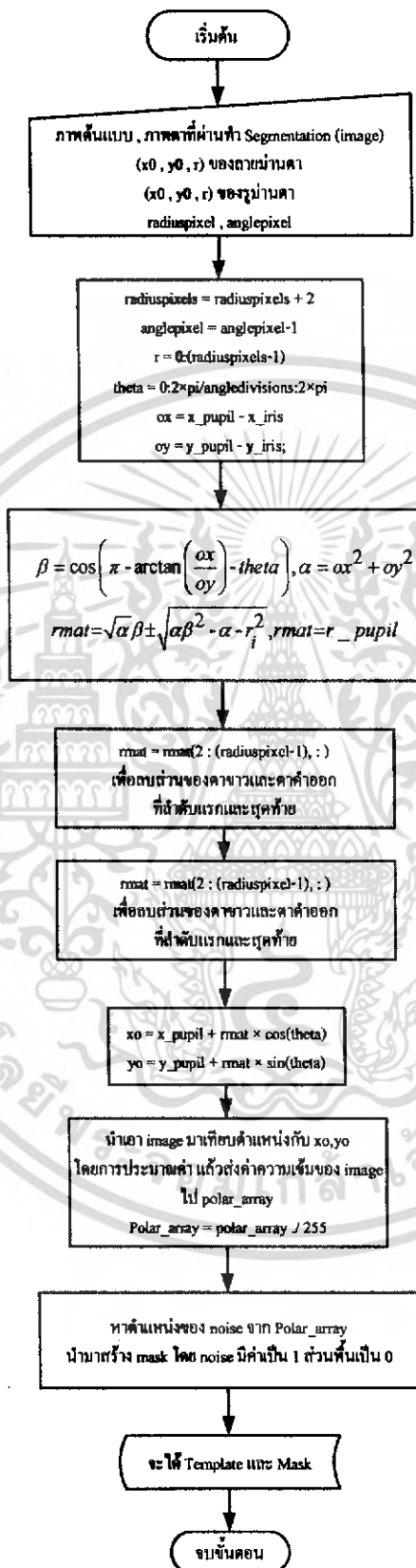


รูปที่ 3.61 แสดงผลของการหาส่วนของลายมันตาจากภาพตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

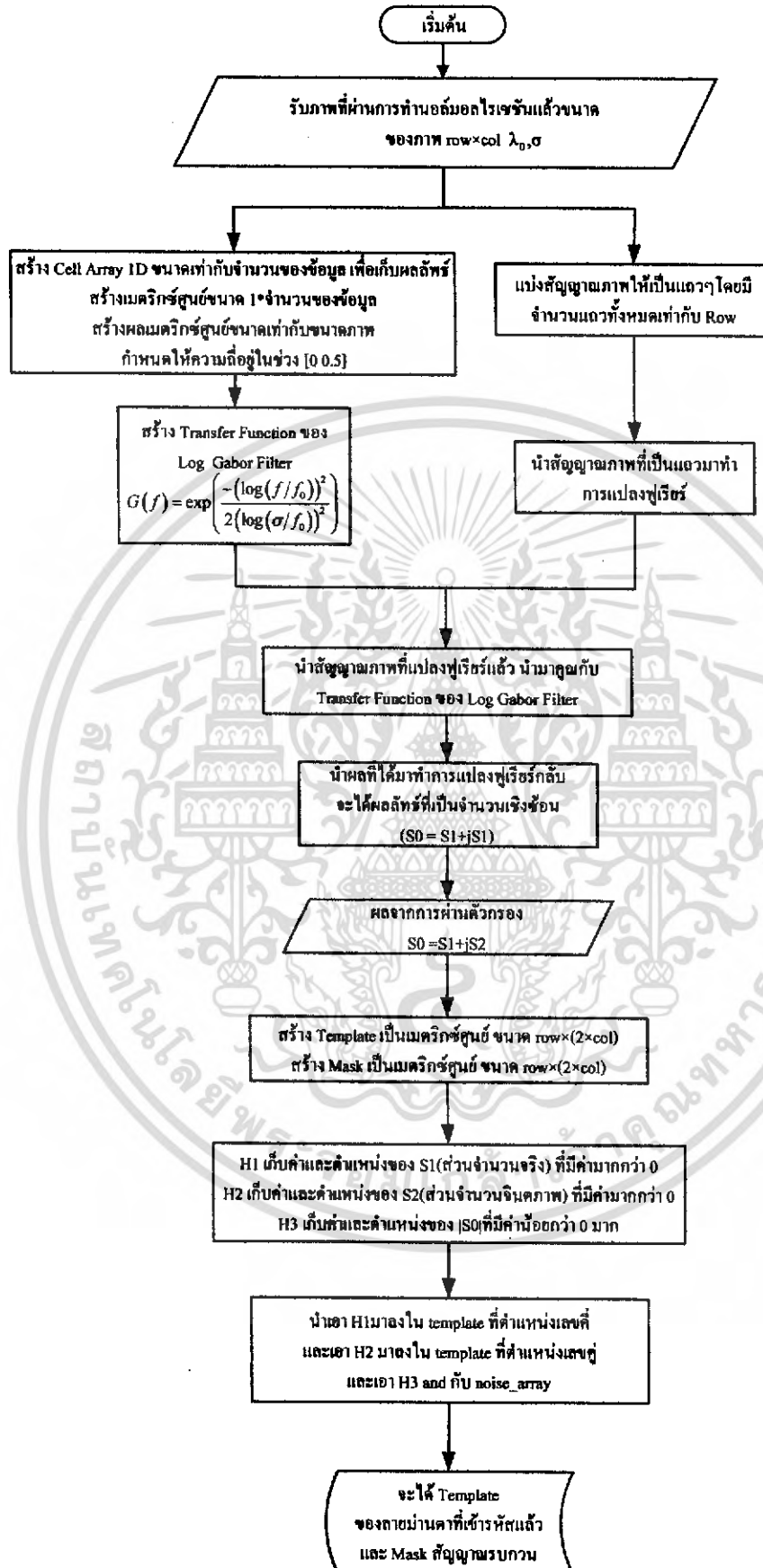
3.2 การทำนอร์มอลไรเซชัน เป็นกระบวนการเพื่อทำส่วนของลายม่านให้มีขนาดและรูปแบบเหมือนกัน



รูปที่ 3.62 แสดงขั้นตอนของนอร์มอลไรเซชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

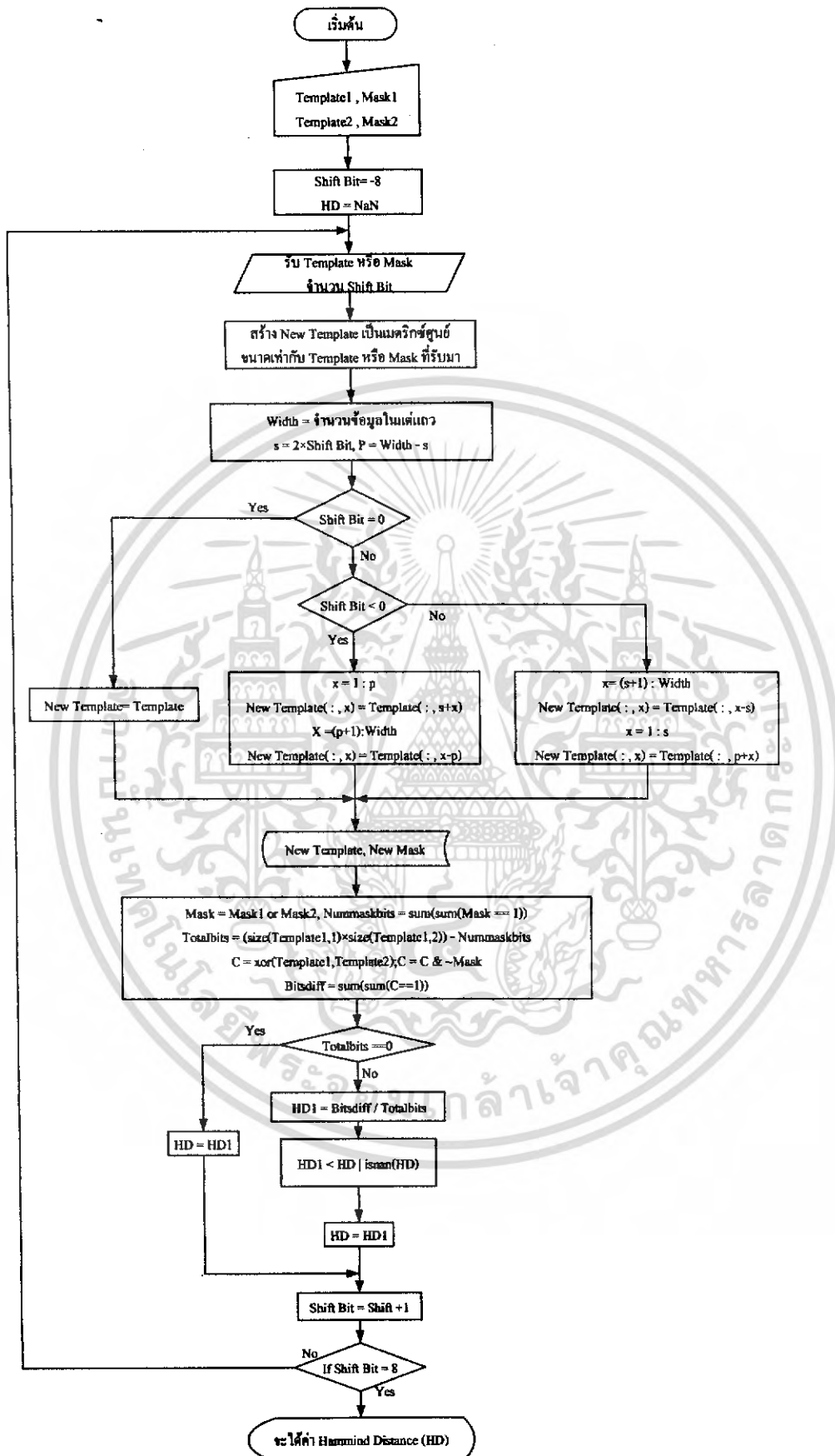
3.3 การหาลักษณะเด่นและเข้ารหัสข้อมูล



รูปที่ 3.63 แสดงขั้นตอนของการหาลักษณะเด่นและการเข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

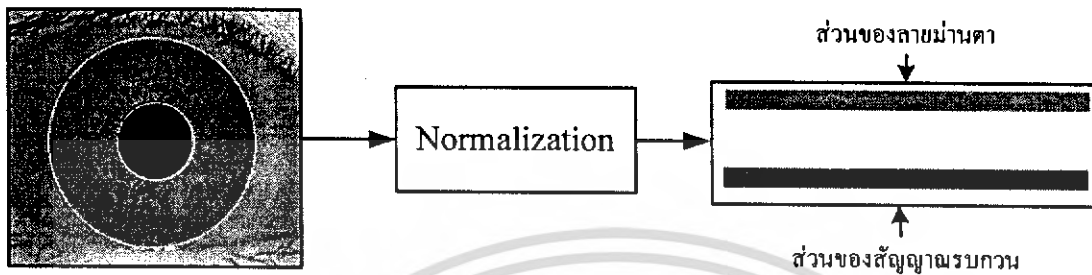
3.4 การทำเปรียบเทียบ



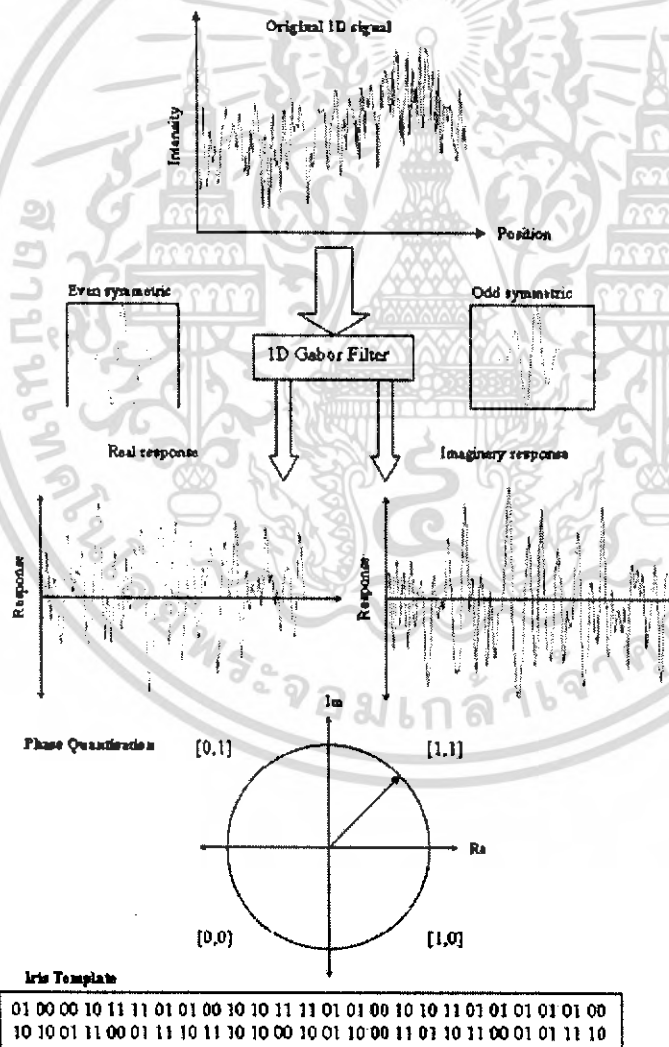
รูปที่ 3.64 แสดงขั้นตอนของการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขั้นตอนการทำนอร์มอลไรเซชันแล้วนำแม่แบบของลายม่านตาไปทำการเข้ารหัสโดยการนำไปผ่านตัวกรองบล็อกเกอร์ จะได้ผลลัพธ์ที่ผ่านตัวกรองเป็นจำนวนเชิงซ้อน แล้วจึงมาทำการเข้ารหัสโดยใช้เฟสควอนไทซ์เซชัน จะได้แม่แบบของลายม่านตาและส่วนที่เป็นหน้ากากของสัญญาณรบกวน แล้วจึงไปทำการหาค่าความต่างของแฮมมิงเพื่อตรวจสอบการเข้าคู่กันของลายม่านตา



รูปที่ 3.65 แสดงตัวอย่างผลของการนอร์มอลไรเซชัน



รูปที่ 3.66 แสดงตัวอย่างการเข้ารหัสโดยใช้ตัวกรองแบบบล็อกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองและผลการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยที่ส่วนแรกเป็นการแยกส่วนของบริเวณของลายม่านตา และทำการลบสัญญาณรบกวน ส่วนที่สองเป็นการทดลองการเปรียบเทียบแม่แบบของลายม่านตา เพื่อเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของการเปรียบเทียบ

4.1 การทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา

เป็นการทดลองโดยการนำเอารูปภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA และภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาลมาทำการประมวลผลโดยจะแบ่งออกเป็น

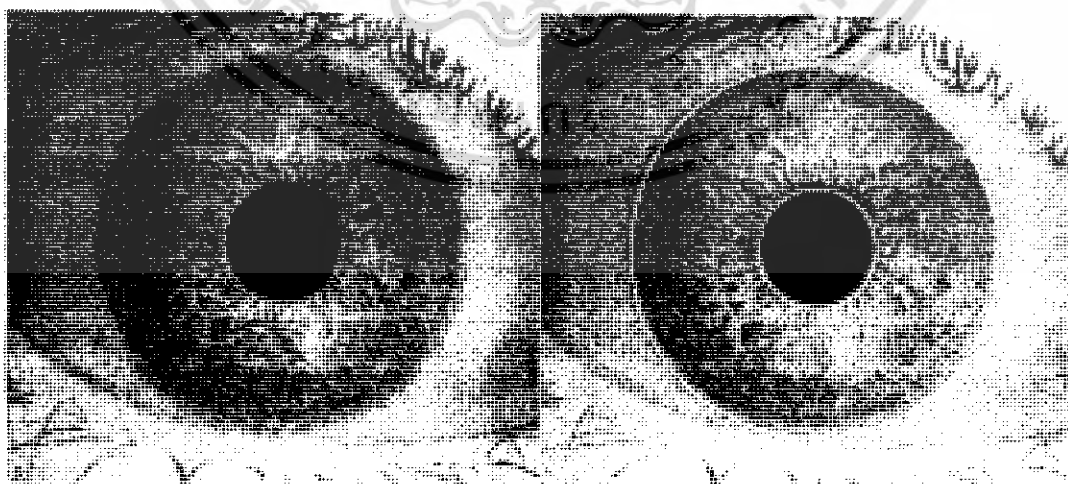
1. การทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA
2. การทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล

4.1.1 การทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA

โดยที่จะทำการทดลองประมวลผลภาพลายม่านตา 254 ภาพจาก 37 คน จากฐานข้อมูล โดยจะยกตัวอย่างในกรณีต่างๆ เช่น กรณีที่ส่วนของลายม่านตาสมบูรณ์ และในกรณีที่สัญญาณรบกวนเกิดขึ้นที่บริเวณลายม่านตา ทำให้เกิดความผิดพลาดในการนำภาพไปเข้ารหัส จึงต้องมีการลบสัญญาณรบกวนออกไปโดยมีกรณีต่างๆ ดังนี้

4.1.1.1 กรณีที่ส่วนของลายม่านตาสมบูรณ์

ส่วนของลายม่านไม่ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนใดๆ เลย ทำให้ได้ส่วนของลายม่านที่สมบูรณ์ดังรูป

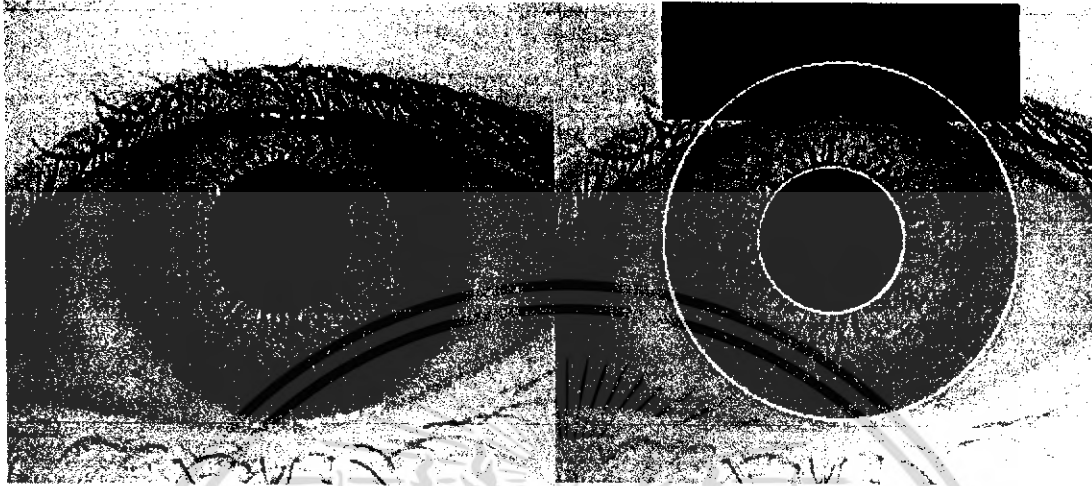


รูปที่ 4.1 แสดงผลการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาของภาพลายม่านตาที่สมบูรณ์

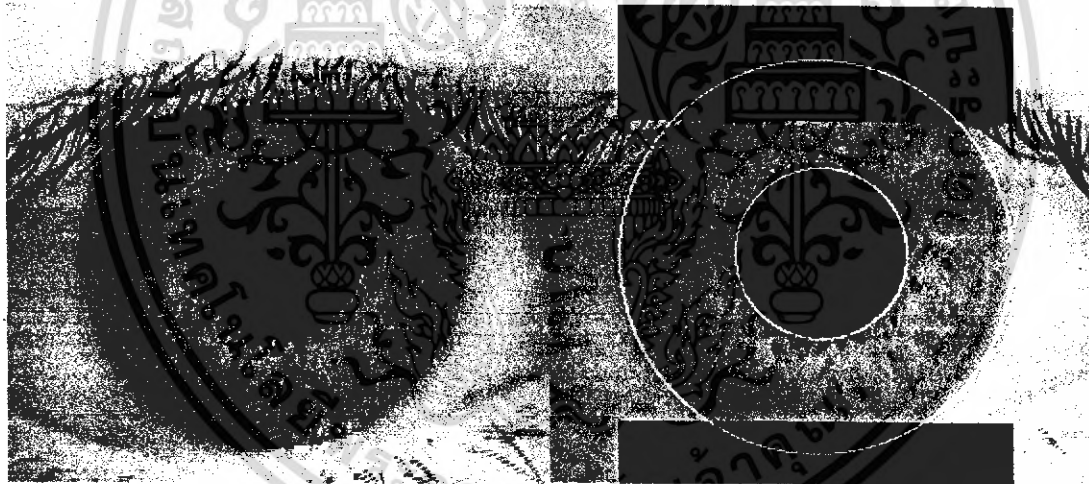
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 กรณีที่ส่วนสายม่านตามีสัญญาณรบกวน

การที่มีสัญญาณรบกวน มาบดบังส่วนของสายม่านตาทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยที่สัญญาณรบกวนในที่นี้คือ ขนตา แสงสะท้อนสายม่านตา หนังกาล้างและหนังกาบน ดังรูปต่อไปนี้



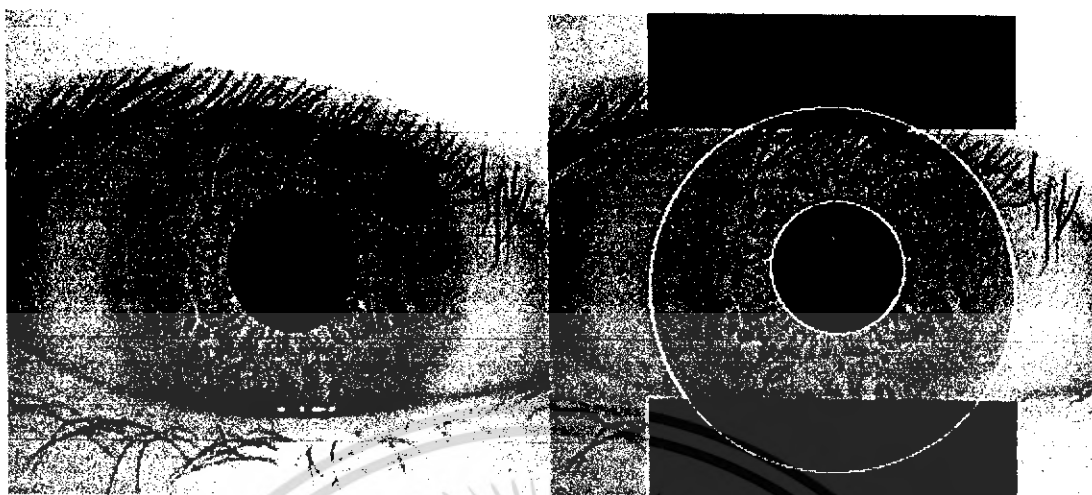
รูปที่ 4.2 แสดงการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังกาบดบังส่วนของสายม่านตาจากด้านบน



รูปที่ 4.3 แสดงการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังกาบดบังส่วนของสายม่านตาจากด้านบนและด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่มีส่วนของหนังตาและขนตา มาบดบังส่วนของลายม่านตาดังรูป



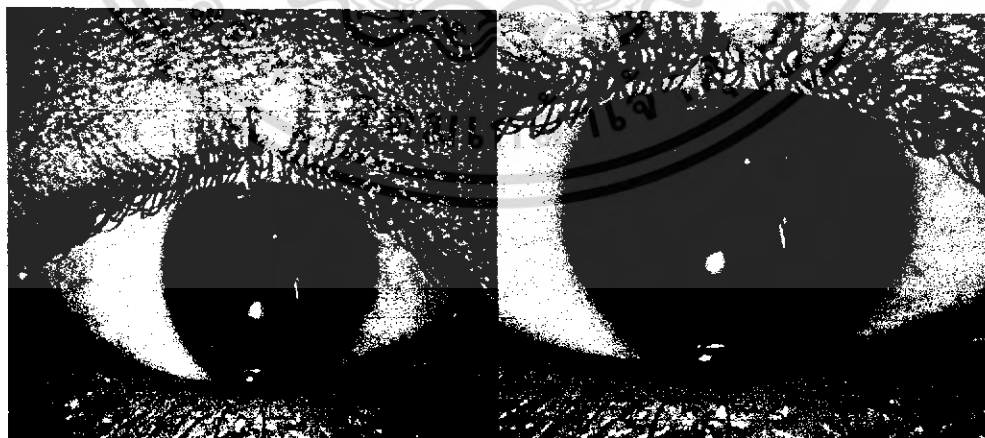
รูปที่ 4.4 แสดงผลการลบสัญญาณรบกวน กรณีที่หนังตาและขนตาบดบังส่วน
ของลายม่านตาจากด้านบนและด้านล่าง

4.1.2 การทดลองแยกส่วนลายม่านตาของภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล

ภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาลนั้น จะทำการทดลองประมวลผลภาพลายม่านตา 15 ภาพจาก 2 คน โดยเป็นภาพตาของผู้ทำโครงการเอง โดยจะทำการทดลองดังนี้

4.1.2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น

จะทำการตัดเอาเฉพาะส่วนของที่เป็นดวงตา จากนั้นก็ทำการแปลงภาพสีไปเป็นภาพขาวดำหรือระดับสีเทา จากนั้นก็จะทำการปรับค่าคอนทราสต์และความสว่าง แล้วจึงนำไปประมวลผล

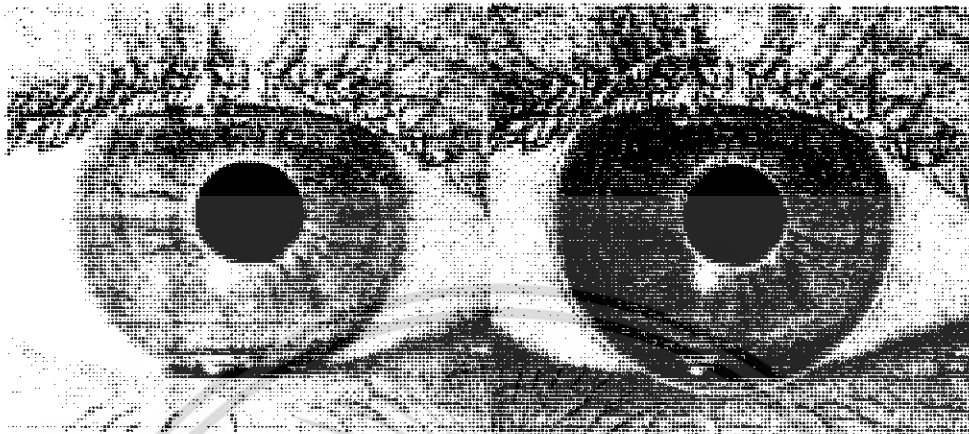


รูปที่ 4.5 แสดงการตัดเอาเฉพาะดวงตาของภาพถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล

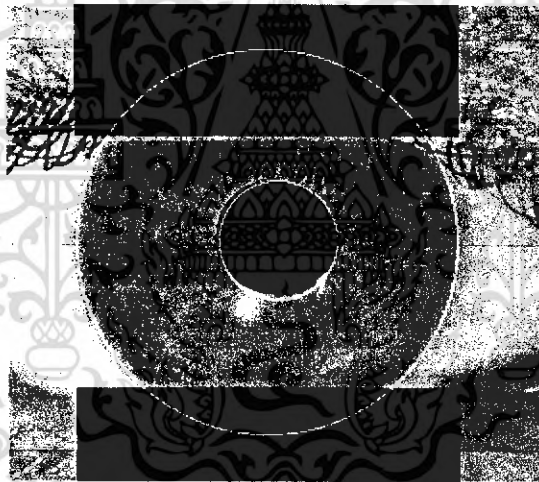
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา

จะนำเอาภาพตาที่ได้จากขบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้น มาทำการทดลองแยกส่วนของบริเวณลายม่านตาและตรวจจับสัญญาณรบกวน



รูปที่ 4.6 แสดงผลของการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา



รูปที่ 4.7 แสดงผลการตรวจจับสัญญาณรบกวน

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า การทำการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตานั้น จะใช้สำหรับการหาขอบเขตของลายม่านตา และใช้ตรวจจับสัญญาณรบกวนแล้วทำการลบสัญญาณรบกวนโดยการเปลี่ยนให้เป็นสีดำ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อกระบวนการเข้ารหัส และการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการเปรียบเทียบแม่แบบลายม่านตา

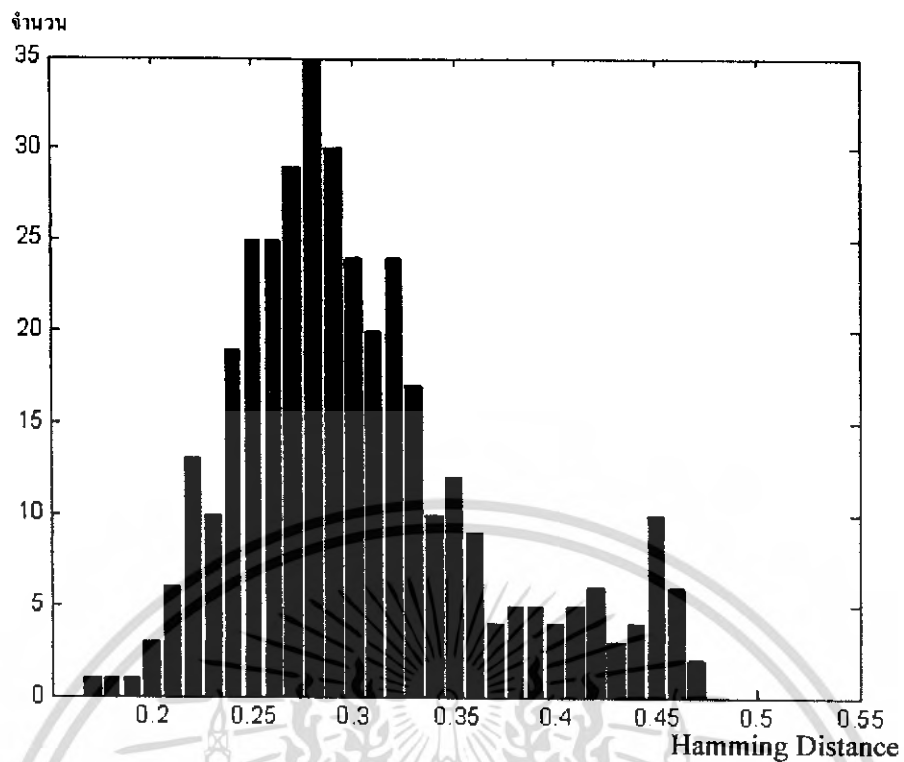
การทดลองและเก็บผลการทดลองของการเปรียบเทียบลายม่านตา สามารถที่จะบรรลุผลการแยกความแตกต่างของดวงตาของแต่ละบุคคล โดยใช้ค่าความต่างของแสมมิ่งด้วยการแบ่งแยกอย่างชัดเจน การแยกออกด้วยค่าความต่างของแสมมิ่งสามารถตัดสินด้วยการเปรียบเทียบสองแม่แบบ ถ้าค่าความต่างของแสมมิ่งมีค่าน้อย จะได้ว่าแม่แบบนั้นถูกสร้างจากม่านตาเดียวกัน ถ้าค่าความต่างของแสมมิ่งมีค่าที่มาก แสดงว่าทั้งสองแม่แบบถูกสร้างจากม่านตาคนละดวงกัน ค่าความต่างของแสมมิ่งต่ำสุดของดวงตาคนละดวงกับค่าความต่างของแสมมิ่งสูงสุดของดวงตาดวงเดียวกันนั้น ที่จุดซ้อนทับกันของทั้งสองค่า จะให้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของการตัดสินความเข้าคู่กัน ของแม่แบบม่านตา ถ้าค่าผลต่างของแสมมิ่งของลายม่านตามีค่าน้อยกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน แสดงว่าแม่แบบลายม่านตาที่นำมาเปรียบเทียบกับแม่แบบลายม่านตาที่เก็บไว้เป็นตาเดียวกัน แต่ถ้าค่าผลต่างของแสมมิ่งของลายม่านตามีค่ามากกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน แสดงว่าแม่แบบลายม่านตาที่นำมาเปรียบเทียบกับแม่แบบลายม่านตาที่เก็บไว้ไม่เป็นดวงตาเดียวกัน

ก่อนการตัดสินในการแบ่งแยกกลุ่มของม่านตาทั้งสองด้วยค่าผลต่างของแสมมิ่ง โดยมีเกณฑ์ของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเป็นหลัก ควรพิจารณาที่ตำแหน่งของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนนั้น จะเป็นบริเวณที่เกิดการซ้อนทับของค่า FRR และ ค่า FAR โดยที่ค่า FRR (False Reject Rate) คือ ค่าความผิดพลาดในการตัดสินดวงตาเดียวกันเป็นดวงตาต่างกัน ส่วนค่า FAR (False Accept Rate) คือ ค่าความผิดพลาดในการตัดสินว่าดวงตาต่างกันเป็นดวงตาเดียวกัน โดยการเลือกจุดขีดเปลี่ยนเริ่มนั้นต้องคำนึงถึง ตำแหน่งที่ค่า FRR มาก โดยที่จะแบ่งผลการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วน

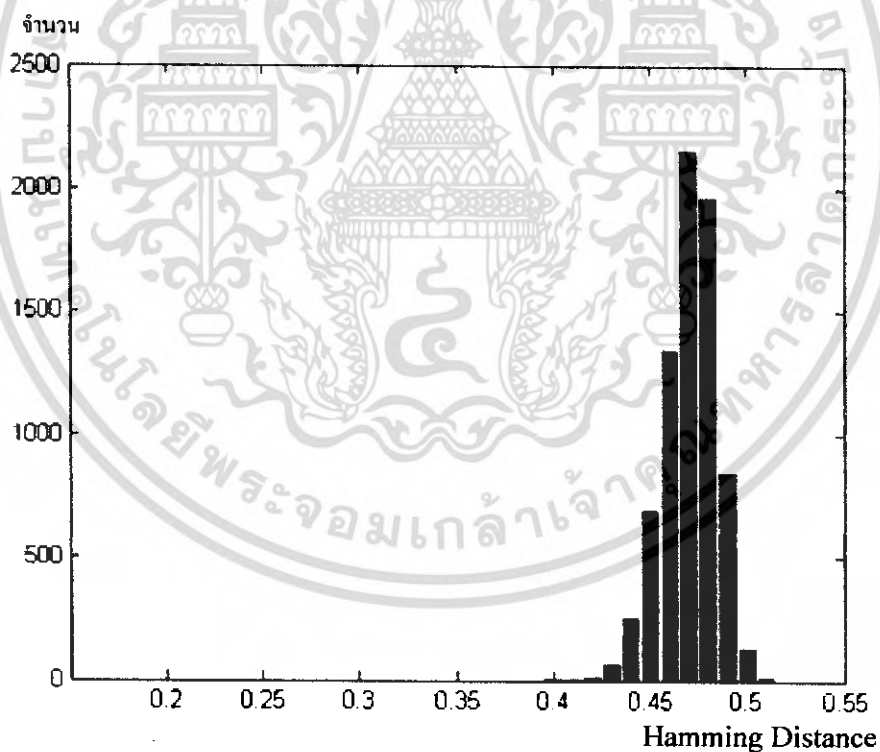
1. ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาจากฐานข้อมูล CASIA
2. ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาจากฐานข้อมูล CASIA

จากค่าความต่างของแสมมิ่งของข้อมูลลายม่านตา โดยพิจารณาผลการทดสอบด้วยภาพลายม่านตา 254 ภาพจาก 37 คน ซึ่งมีผลของการทดลองหาค่าความต่างของแสมมิ่งของข้อมูลลายม่านตาของบุคคลเดียวกันและบุคคลต่างกันแสดงในภาคผนวก และนำมาวาดกราฟระหว่างค่าความต่างของแสมมิ่งของข้อมูลลายม่านตากับจำนวนบุคคลแสดงในรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าความต่างของแสมมิ่งของกลุ่มตามคลัสเตอร์เดียวกัน



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าความต่างของแสมมิ่งของกลุ่มตาของบุคคลต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในการตัดสินใจความเข้าคู่กันของลายม่านตา จะสังเกตค่าที่จะใช้เป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในการตัดสินใจความเข้าคู่กันของลายม่านตา ซึ่งการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะต้องพิจารณาถึงผลของความผิดพลาดในการตัดสินใจ โดยผลของการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะแสดงดังนี้

ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน	FAR(%)	FRR(%)
0.20	0.000	96.541
0.25	0.000	82.787
0.3	0.000	37.880
0.35	0.000	10.181
0.40	0.050	4.510
0.45	7.599	0.500
0.50	95.560	0.000

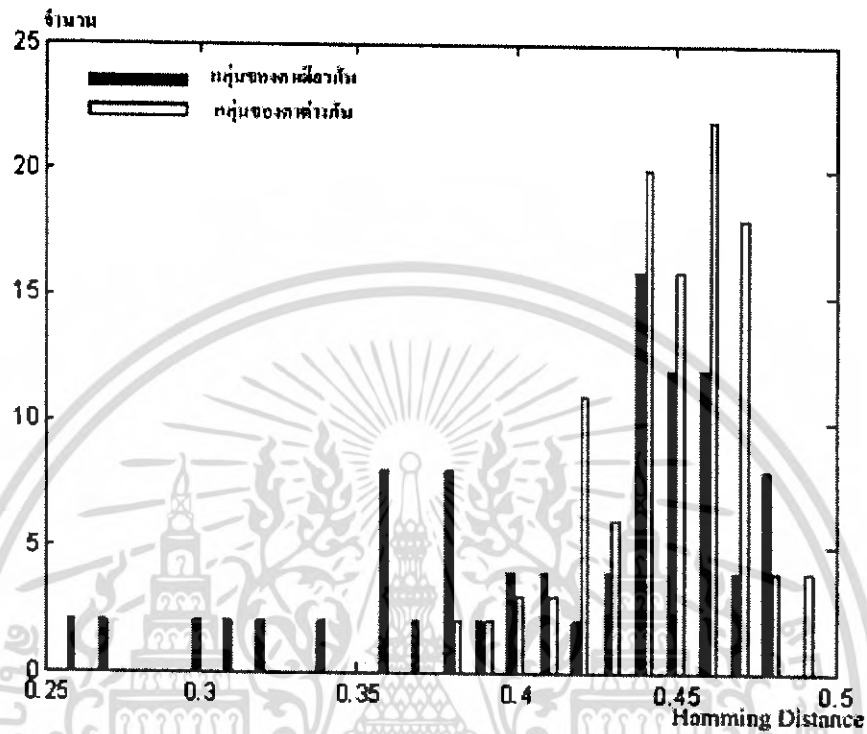
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าขีดเริ่มที่ค่า FAR และ FRR

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนของการตัดสินใจความเข้าคู่กันของลายม่านตา ต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยแบบไหน เช่น ถ้าต้องการไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการระบุบุคคลอื่นเป็นบุคคลเดียวกัน ก็ควรจะเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ค่าต่ำๆ และถ้าต้องการไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการระบุบุคคลเดียวกันเป็นบุคคลอื่น ก็ควรเลือกค่าเริ่มเปลี่ยนที่ค่าสูงๆ แต่จากการพิจารณาค่าความผิดพลาดทั้ง FAR และ FRR ในการตัดสินใจบุคคลในตารางที่ 4.1 จะพบว่าที่ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเท่ากับ 0.40 นั้น จะมีความผิดพลาดทั้ง FAR และ FRR ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เลือกใช้ในการตัดสินใจความเข้าคู่ของลายม่านตา

จากการทดลองโดยใช้ลายม่านตาของบุคคลเดียวกัน และใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ 0.40 จะเห็นได้ว่าการทดลองมีความผิดพลาดที่คิดเป็นร้อยละ 4.510 โดยที่ความผิดพลาดนั้น เกิดจากการตัดสินใจว่าแม่แบบของลายม่านตานั้น ไม่ได้มาจากลายม่านตาเดียวกัน และการทดลองต่อมาคือการใช้ลายม่านตาของบุคคลต่างกันมาทำการทดลอง โดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ 0.40 เหมือนกัน จะเห็นได้ว่ามีความผิดพลาดที่คิดเป็นร้อยละ 0.050 โดยที่ความผิดพลาดนั้น เกิดจากการตัดสินใจว่าแม่แบบของลายม่านตานั้น เป็นแม่แบบที่ได้จากลายม่านตาเดียวกัน

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลลายม่านตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล

จากค่าความต่างของแฮมมิงของข้อมูลลายม่านตา โดยพิจารณาผลการทดสอบด้วยภาพลายม่านตา 15 ภาพจาก 2 คน ซึ่งมีผลของการทดลองหาค่าความต่างของแฮมมิงของข้อมูลลายม่านตาของบุคคลเดียวกันและบุคคลต่างกันอยู่ในภาคผนวก และแสดงในกราฟ



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าความต่างของแฮมมิงของกลุ่มตาบุคคลเดียวกันและกลุ่มตาของบุคคลต่างกัน

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าความต่างของแฮมมิงทั้งกลุ่มตาของบุคคลเดียวกันและกลุ่มตาของบุคคลต่างกันมีความแปรปรวนที่สูงมาก และมีความผิดพลาดสูงมากที่จะกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน จึงไม่สามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนได้

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป

จากผลการทดลองในการรู้จำลายม่านตาที่แสดงในตารางของภาคผนวก ซึ่งจะแบ่งออกเป็น ตารางค่าความต่างของแสมมิ่งของตาของฐานข้อมูล CASIA กับตารางค่าความต่างของแสมมิ่งของตาที่ ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาล จะเห็นว่ายังมีความผิดพลาดอยู่ ซึ่งส่วนของค่าความต่างของแสมมิ่งของ ข้อมูลลายม่านตาในบุคคลเดียวกันกับบุคคลต่างก็มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ทำให้การเปรียบเทียบค่าความต่าง ของแสมมิ่งของข้อมูลลายม่านตากับค่าขีดเริ่มเปลี่ยนมีความผิดพลาดในการตัดสินใจ โดยที่การทดลองโดย ใช้ภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA จะมีปัญหาที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดหลายประการดังนี้

1. จากภาพที่นำมาเปรียบเทียบ เนื่องมาจากรูม่านตาสามารถหดขยายได้ และส่วนของหนังตา และขนตามาบดบังส่วนของลายม่านตาทำให้ไม่สามารถสร้างรหัสข้อมูลของส่วนลายม่านตาได้อย่าง ละเอียดมากนัก
2. การแปลงชีวซ์แบบวงกลมเพื่อหาส่วนของลายม่านตานั้น จะใช้เวลานานในการประมวลผล มาก ทำให้เสียเวลามากในการประมวลผล
3. การทำออร์มอลไรเซชัน ส่วนของลายม่านตานั้น ได้เก็บข้อมูลเป็นแม่แบบที่ขนาด 20×240 พิกเซล ซึ่งไม่ใช่ส่วนทั้งหมดของลายม่านตา แต่ถ้าใช้แม่แบบขนาดใหญ่ขึ้นก็จะ ใช้เวลานานในการ ประมวลผลเพิ่มมากขึ้น และจะทำให้ค่าความต่างของแสมมิ่งนั้นสูงขึ้นด้วย
4. การเลือกภาพมาทำการประมวลผลนั้น จะมีปัญหามากในกรณีที่ภาพนั้นมีสัญญาณ รบกวนมาก ในกรณีที่ภาพที่มีส่วนของหนังตาดำบังครั้งหนึ่งของลายม่านตา เพื่อต้องลบสัญญาณรบกวนจึง ทำให้ต้องลบส่วนของลายม่านตาออกไปด้วย ทำให้ได้ส่วนที่เป็นข้อมูลจริงๆ น้อยมาก
5. ในการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน จะเป็นแค่การประมาณค่าจากค่าของ FAR และ FRR จึงทำให้ เกิดความผิดพลาดอยู่บ้าง

ส่วนภาพตาที่ถ่ายจากกล้องของโรงพยาบาลจะเกิดปัญหาใหญ่ก็คือ ภาพที่ถ่ายนั้นจะมีสัญญาณ รบกวนที่ลายม่านตามาก โดยที่สัญญาณรบกวนนั้นเกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระทบแก้วตาทำให้ เกิดภาพสะท้อนเป็นลายของขนตา เกิดขึ้นที่บริเวณลายม่านตา จึงไม่สามารถทำการแก้ไขได้โดยการ ทำ ประมวลผลภาพเบื้องต้น ดังนั้น เมื่อภาพผ่านกระบวนการแยกส่วนของบริเวณลายม่านตา จึงทำให้ระบบ มองภาพสะท้อนที่ลายม่านตาว่าเป็นสัญญาณรบกวน แล้วก็ทำการลบทิ้ง ทำให้เหลือข้อมูลของลายม่าน ตาน้อยมาก จึงทำให้ค่าความต่างของแสมมิ่งนั้นเกิดความแปรปรวนมากจึงไม่สามารถเลือกค่าขีดเริ่ม เปลี่ยนได้

การทดลองโดยการ ใช้ภาพตาจากฐานข้อมูล CASIA จะมีความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 4.510 แต่ในการทดลองที่ใช้ภาพถ่ายตาจากกล้องของ โรงพยาบาลนั้นจะมีความผิดพลาดที่สูงมาก และ ไม่สามารถหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนการตัดสินใจความเข้าคู่กัน ได้ เพราะผลของค่าความต่างแสมมิ่งนั้น มีความ แปรปรวนสูงมาก อันเนื่องจากปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น

หนังสืออ้างอิง

- [1] J. Daugman, "How iris recognition works.", Proceedings of 2002 International Conference on Image Processing, Vol. 1, 2002.
- [2] E. Wolff, "Anatomy of the Eye and Orbit. 7th edition.", H. K. Lewis & Co. LTD, 1976.
- [3] J. Daugman, "Biometric personal identification system based on iris analysis.", United States Patent, Patent Number: 5291560, 1994.
- [4] J. Daugman, "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence.", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, No. 11, 1993.
- [5] Chinese Academy of Sciences – Institute of Automation, "Database of 756 Greyscale Eye Images.", <http://www.sinobiometrics.com> Version 1.0, 2003.
- [6] P. Kovesi, "MATLAB Functions for Computer Vision and Image Analysis.", Available at: <http://www.cs.uwa.edu.au/~pk/Research/MatlabFns/index.html>
- [7] Rafael C.Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison - Wesley, 1992.

ภาคผนวก

```
function lines = getline(image)
% findline
[I2 or] = canny(image, 2, 1, 0.00, 1.00);
I3 = adjgamma(I2, 1.9);
I4 = nonmaxsup(I3, or, 1.5);
edgeimage = hysthresh(I4, 0.20, 0.15);
theta = (0:179)';
[R, xp] = radon(edgeimage, theta);
maxv = max(max(R));
if maxv > 25
    i = find(R == max(max(R)));
else
    lines = [];
    return;
end
[foo, ind] = sort(-R(i));
u = size(i,1);
k = i(ind(1:u));
[y,x]=ind2sub(size(R),k);
t = -theta(x)*pi/180;
r = xp(y);
lines = [cos(t) sin(t) -r];
cx = size(image,2)/2-1;
cy = size(image,1)/2-1;
lines(:,3) = lines(:,3) - lines(:,1)*cx - lines(:,2)*cy;
function [x,y] = getxyline(lines, imsize)
% linecoords
xd = [1:imsize(2)];
yd = (-lines(3) - lines(1)*xd) / lines(2);

coords = find(yd>imsize(1));
yd(coords) = imsize(1);
coords = find(yd<1);
yd(coords) = 1;

x = int32(xd);
y = int32(yd);
function h = hcircular(edgeim, rmin, rmax)

[rows,cols] = size(edgeim);
nradii = rmax-rmin+1;
h = zeros(rows,cols,nradii);
[y,x] = find(edgeim~=0);
for index=1:size(y)
    cx = x(index);
    cy = y(index);
    for n=1:nradii
        h(:,:,n) = point2circular(h(:,:,n),[cx,cy],n+rmin);
    end
end
function h = point2circular(h, c, radius, weight)

[hr, hc] = size(h);
if nargin == 3
    weight = 1;
end

if any(c-fix(c))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

error('Circle centre must be in integer coordinates');
end
if radius-fix(radius)
error('Radius must be an integer');
end
x = 0:fix(radius/sqrt(2));
costheta = sqrt(1 - (x.^2 / radius^2));
y = round(radius*costheta);
px = c(2) + [x y y x -x -y -y -x];
py = c(1) + [y x -x -y -y -x x y];
validx = px>=1 & px<=hr;
validy = py>=1 & py<=hc;
valid = find(validx & validy);
px = px(valid);
py = py(valid);
ind = px+(py-1)*hr;
h(ind) = h(ind) + weight;
function h = addcircle(h, c, radius, weight)

[hr, hc] = size(h);

if nargin == 3
weight = 1;
end

if any(c-fix(c))
error('Circle centre must be in integer coordinates');
end

if radius-fix(radius)
error('Radius must be an integer');
end

x = 0:fix(radius/sqrt(2));
costheta = sqrt(1 - (x.^2 / radius^2));
y = round(radius*costheta);

px = c(2) + [x y y x -x -y -y -x];
py = c(1) + [y x -x -y -y -x x y];

validx = px>=1 & px<=hr;
validy = py>=1 & py<=hc;
valid = find(validx & validy);

px = px(valid);
py = py(valid);

ind = px+(py-1)*hr;
h(ind) = h(ind) + weight;

function [row, col, r] = getboundary(image,scaling, sigma, hithres,
lowthres, vert, horz)

if size(image) == [280,320]
low_r = round(80*0.4);
high_r = round(150*0.4);
scale = 0.4;
else
low_r = round(28*0.6);
high_r = round(75*0.6);
scale = 0.6;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
r_number = round(high_r - low_r);

[gra or] = canny(image,sigma,scale, vert, horz);
I3 = adjgamma(gra, 1.9);
I4 = nonmaxsup(I3, or, 1.5);
edgeimage = hysthresh(I4, hithres, lowthres);

h = hcircular(edgeimage, low_r, high_r);
maxtotal = 0;

for i=1:r_number
    layer = h(:,:,i);
    [maxlayer] = max(max(layer));
    if maxlayer > maxtotal
        maxtotal = maxlayer;
        r = int32((low_r+i) / scaling);
        [row,col] = ( find(layer == maxlayer) );
        row = int32(row(1) / scaling);
        col = int32(col(1) / scaling);
    end
end

end
function bw = hysthresh(im, T1, T2)

if (T2 > T1 | T2 < 0 | T1 < 0)
    error('T1 must be >= T2 and both must be >= 0 ');
end
[rows, cols] = size(im);
rc = rows*cols;
rcmr = rc - rows;
rpl = rows+1;
bw = im(:);
pix = find(bw > T1);
npix = size(pix,1);
stack = zeros(rows*cols,1);
stack(1:npix) = pix;
stp = npix;
for k = 1:npix
    bw(pix(k)) = -1;
end
O = [-1, 1, -rows-1, -rows, -rows+1, rows-1, rows, rows+1];
while stp ~= 0
    v = stack(stp);
    stp = stp - 1;
    if v > rpl & v < rcmr
        index = O+v;
        for l = 1:8
            ind = index(l);
            if bw(ind) > T2
                stp = stp+1;
                stack(stp) = ind;
                bw(ind) = -1;
            end
        end
    end
end
end
bw = (bw == -1);
bw = reshape(bw,rows,cols);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function h = houghcircle(edgeim, rmin, rmax)

[rows,cols] = size(edgeim);
nradii = rmax-rmin+1;
h = zeros(rows,cols,nradii);

[y,x] = find(edgeim~=0);

for index=1:size(y)

    cx = x(index);
    cy = y(index);

    for n=1:nradii

        h(:,:,n) = addcircle(h(:,:,n),[cx,cy],n+rmin);

    end

end

end

function [EO, filtersum] = log_gabor(array,minWaveLength,sigmaOnf)

[rows cols] = size(array);
filtersum = zeros(1,size(array,2));

EO = cell(1);

ndata = cols;
if mod(ndata,2) == 1
    ndata = ndata-1;
end

logGabor = zeros(1,ndata);
result = zeros(rows,ndata);

radius = [0:fix(ndata/2)]/fix(ndata/2)/2;
radius(1) = 1;

wavelength = minWaveLength;

fo = 1.0/wavelength;
rfo = fo/0.5;
logGabor(1:ndata/2+1) = exp((-log(radius/fo).^2) / (2 *
log(sigmaOnf)^2));

logGabor(1) = 0;
filter = logGabor;
for r = 1:rows
    signal = array(r,1:ndata);
    imagefft = fft( signal );
    result(r,:) = ifft(imagefft .* filter);
end
EO = result;

function im = nonmaxsup(inimage, orient, radius)

if size(inimage) ~= size(orient)
    error('image and orientation image are of different sizes');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
if radius < 1
    error('radius must be >= 1');
end
[rows,cols] = size(inimage);
im = zeros(rows,cols);
iradius = ceil(radius);
angle = [0:180].*pi/180;

xoff = radius*cos(angle);
yoff = radius*sin(angle);

hfrac = xoff - floor(xoff);
vfrac = yoff - floor(yoff);

orient = fix(orient)+1;

for row = (iradius+1):(rows - iradius)
    for col = (iradius+1):(cols - iradius)
        or = orient(row,col);
        x = col + xoff(or);
        y = row - yoff(or);
        fx = floor(x);
        cx = ceil(x);
        fy = floor(y);
        cy = ceil(y);
        tl = inimage(fy,fx);
        tr = inimage(fy,cx);
        bl = inimage(cy,fx);
        br = inimage(cy,cx);
        upperavg = tl + hfrac(or) * (tr - tl);
        loweravg = bl + hfrac(or) * (br - bl);
        v1 = upperavg + vfrac(or) * (loweravg - upperavg);
        if inimage(row, col) > v1
            x = col - xoff(or);
            y = row + yoff(or);
            fx = floor(x);
            cx = ceil(x);
            fy = floor(y);
            cy = ceil(y);
            tl = inimage(fy,fx);
            tr = inimage(fy,cx);
            bl = inimage(cy,fx);
            br = inimage(cy,cx);
            upperavg = tl + hfrac(or) * (tr - tl);
            loweravg = bl + hfrac(or) * (br - bl);
            v2 = upperavg + vfrac(or) * (loweravg - upperavg);
            if inimage(row,col) > v2
                im(row, col) = inimage(row, col);
            end
        end
    end
end
end
function [EO, filtersum] = log_gabor(array,minWaveLength, sigmaOnf)

[rows cols] = size(array);
filtersum = zeros(1,size(array,2));

EO = cell(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ndata = cols;
if mod(ndata,2) == 1
    ndata = ndata-1;
end

logGabor = zeros(1,ndata);
result = zeros(rows,ndata);

radius = [0:fix(ndata/2)]/fix(ndata/2)/2
radius(1) = 1;

wavelength = minWaveLength;

fo = 1.0/wavelength;
rfo = fo/0.5;
logGabor(1:ndata/2+1) = exp(-(log(radius/fo)).^2) / (2 *
log(sigmaOnf)^2));

logGabor(1) = 0;

for r = 1:rows
    signal = array(r,1:ndata);
    imagefft = fft( signal );
    result(r,:) = ifft(imagefft .* filter);
end
EO = result;
function [hd hd_2 hd_l2] =
find_hammingdistance(file_mat_1,file_mat_2)

scales = 1 ;
nscales = 1 ;

file1 = file_mat_1;
file2 = file_mat_2;

load(file1);

templatel = template;
mask1 = mask;

load(file2);

template2 = template;
mask2 = mask;

hd = get_hamming_distance(templatel,mask1,template2,mask2,scales)

function [template, mask] = encode(polar_array,noise_array,
minWaveLength, sigmaOnf)

[E0 filtersum] = log_gabor(polar_array, minWaveLength, sigmaOnf);

length = size(polar_array,2)*2;

template = zeros(size(polar_array,1), length);

length2 = size(polar_array,2);
h = 1:size(polar_array,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mask = zeros(size(template));

E1 = E0;
H1 = real(E1) > 0;
H2 = imag(E1) > 0;
H3 = abs(E1) < 0.0001;
for i=0:(length2-1)
    ja = double(2*(i));
    template(h,ja+1) = H1(h, i+1);
    template(h,ja+2) = H2(h,i+1);

    mask(h,ja+1) = noise_array(h, i+1) | H3(h, i+1);
    mask(h,ja+2) = noise_array(h, i+1) | H3(h, i+1);

end

function [gradient, or] = canny(im, sigma, scaling, vert, horz)
xscaling = vert; yscaling = horz;
hsize = [6*sigma+1, 6*sigma+1];
gaussian = fspecial('gaussian',hsize,sigma);
im = filter2(gaussian,im);
im = imresize(im, scaling);
[rows, cols] = size(im);
h = [ im(:,2:cols) zeros(rows,1) ] - [ zeros(rows,1)
im(:,1:cols-1) ];
v = [ im(2:rows,:) zeros(1,cols) ] - [ zeros(1,cols); im(1:rows-
1,:) ];
d1 = [ im(2:rows,2:cols) zeros(rows-1,1); zeros(1,cols) ] - ...
[ zeros(1,cols); zeros(rows-1,1)
im(1:rows-1,1:cols-1) ];
d2 = [ zeros(1,cols); im(1:rows-1,2:cols) zeros(rows-1,1); ] - ...
[ zeros(rows-1,1) im(2:rows,1:cols-
1); zeros(1,cols) ];
X = ( h + (d1 + d2)/2.0 ) * xscaling;
Y = ( v + (d1 - d2)/2.0 ) * yscaling;
gradient = sqrt(X.*X + Y.*Y);
or = atan2(-Y, X);
neg = or<0;
or = or.*~neg + (or+pi).*neg;
or = or*180/pi;

function newim = adjgamma(im, g)
if g <= 0
error('Gamma value must be > 0');
end
if isa(im,'uint8');
newim = double(im);
else
newim = im;
end
% rescale range 0-1
newim = newim-min(min(newim));
newim = newim./max(max(newim));
newim = newim.^(1/g);

function hd = get_hamming_distance(template1, mask1, template2,
mask2)
template1 = logical(template1);
mask1 = logical(mask1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

template2 = logical(template2);
mask2 = logical(mask2);

hd = NaN;

for shifts=-10:10

    templatel1 = shiftbits_template(templatel1, shifts);
    maskl1 = shiftbits_template(maskl1, shifts);
    mask = maskl1 | mask2;

    num_mask_bits = sum(sum(mask == 1));

    totalbits = (size(templatel1,1)*size(templatel1,2)) -
num_mask_bits;

    C = xor(templatel1,template2);

    C = C & ~mask;
    bits_diff = sum(sum(C==1));

    if totalbits == 0
        hd = NaN;
    else
        hdl = bits_diff / totalbits;
        if hdl < hd || isnan(hd)
            hd = hdl;
        end
    end
end

function [row, col, r] = getboundary(image,scaling, sigma, hithres,
lowthres, vert, horz)

if size(image) == [280,320]
    low_r = round(80*0.4);
    high_r = round(150*0.4);
    scale = 0.4;
else
    low_r = round(28*0.6);
    high_r = round(75*0.6);
    scale = 0.6;
end
r_number = round(high_r - low_r);

[gra or] = canny(image,sigma,scale, vert, horz);
I3 = adjgamma(gra, 1.9);
I4 = nonmaxsup(I3, or, 1.5);
edgeimage = hystresh(I4, hithres, lowthres);

h = hcircular(edgeimage, low_r, high_r);
maxtotal = 0;

for i=1:r_number
    layer = h(:,:,i);
    [maxlayer] = max(max(layer));
    if maxlayer > maxtotal
        maxtotal = maxlayer;
        r = int32((low_r+i) / scaling);
    end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        [row,col] = ( find(layer == maxlayer) );
        row = int32(row(1) / scaling);
        col = int32(col(1) / scaling);

    end

end

function [polar_array, polar_noise] = normalise_iris(image, x_iris,
y_iris, r_iris,...
x_pupil, y_pupil, r_pupil,eyeimage_filename, radpixels, angulardiv)

global DIAGPATH

radiuspixels = radpixels + 2; % radiuspixels = 22;
angledivisions = angulardiv-1; % angledivisions = 239;

r = 0:(radiuspixels-1);

theta = 0:2*pi/angledivisions:2*pi;

x_iris = double(x_iris);
y_iris = double(y_iris);
r_iris = double(r_iris);

x_pupil = double(x_pupil);
y_pupil = double(y_pupil);
r_pupil = double(r_pupil);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

ox = x_pupil - x_iris;
oy = y_pupil - y_iris;

if ox <= 0
    sgn = -1;
else
    sgn = 1;
end

if ox==0 && oy > 0
    sgn = 1;
end

r = double(r);
theta = double(theta);

a = ones(1,angledivisions+1)* (ox^2 + oy^2
%โดยที่ alfa = (ox^2 + oy^2);

if ox == 0
    phi = pi/2;
else
    phi = atan(oy/ox);
end

b = sgn.*cos(pi - phi - theta);

r = (sqrt(a).*b) + ( sqrt( a.*(b.^2) - (a - (r_iris^2)))));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

r = r - r_pupil;

rmat = ones(1, radiuspixels)'*r;
#####[r'1-r_pupil r'2-r_pupil ... r'240-r_pupil]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
rmat=[      .      .      ...      .      ]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
#####[r'1-r_pupil r'2-r_pupil ... r'240-r_pupil]

rmat = rmat.* (ones(angledivisions+1,1)*[0:1/(radiuspixels-1):1])';
rmat = rmat + r_pupil;
#####[r_pupil (r'2)/21 ... r'240]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
rmat=[      .      .      ...      .      ]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
#####[r_pupil (r'2)/21 ... r'240]

rmat = rmat(2:(radiuspixels-1), :);
#####[r_pupil (r'2)/21 ... r'240]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
rmat=[      .      .      ...      .      ]#####
#####[      .      .      ...      .      ]#####
#####[r_pupil (r'2)/21 ... r'240]

% calculate cartesian location of each data point around the
circular iris
% region
xcosmat = ones(radiuspixels-2,1)*cos(theta);

xsinmat = ones(radiuspixels-2,1)*sin(theta);

xo = rmat.*xcosmat
yo = rmat.*xsinmat

xo = x_pupil+xo;
yo = y_pupil-yo;

[x,y] = meshgrid(1:size(image,2),1:size(image,1));

polar_array = interp2(x,y,image,xo,yo);

polar_noise = zeros(size(polar_array));
coords = find(isnan(polar_array));
polar_noise(coords) = 1;

polar_array = double(polar_array)./255;

pattern
coords = find(xo > size(image,2));
xo(coords) = size(image,2);
coords = find(xo < 1);
xo(coords) = 1;

coords = find(yo > size(image,1));
yo(coords) = size(image,1);
coords = find(yo < 1);
yo(coords) = 1;

xo = round(xo);
yo = round(yo);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    px = px(valid);
    py = py(valid);
    ind = px+(py-1)*hr;
    h(ind) = h(ind) + weight;
N=100;
Constant=12;
inimage = im_glpf;
[H,W] = size(inimage);
im_thsh = zeros(H,W);
N2=floor(N/2);
for i = 1+N2:H-N2
    for j = 1+N2:W-N2
        subimage = inimage(i-N2:i+N2,j-N2:j+N2);
        num_threshold = mean(mean(subimage)) - Constant;
        if ( inimage(i,j) < num_threshold )
            im_thsh(i,j) = 1;
        else
            im_thsh(i,j) = 0;
        end
    end
end
end

figure(3,imshow(im_thsh),title('thershold image');

im_fill = imfill(im_thsh,'holes');
figure(4, imshow(im_fill),pixval on,title('fill image');
L = bwlabel(im_fill);
[num_s com]=size(s);
count=0;
num_circle=[];
for i=1:num_s
    tl = s(i).Extrema(1,:);
    tr = s(i).Extrema(2,:);
    rt = s(i).Extrema(3,:);
    rb = s(i).Extrema(4,:);
    br = s(i).Extrema(5,:);
    bl = s(i).Extrema(6,:);
    lb = s(i).Extrema(7,:);
    lt = s(i).Extrema(8,:);
    high_l = bl(1,2)-tl(1,2);
    high_r = br(1,2)-tr(1,2);
    width_t = rt(1,1)-lb(1,1);
    width_b = rb(1,1)-lb(1,1);
    if (high_l > 60 & high_r > 60 & width_t > 60 & width_b > 60)
        %if ( (tl~=lt) & (tr~=rt) & (br~=rb) & (lb~=bl) )
            if ( (abs(tl-lt)>[25 25]) & (abs(tr-rt)>[25 25]) & (abs(br-rb)>[25 25]) &
                (abs(lb-bl)>[25 25]))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if ((tl(1,2)==tr(1,2)) & (bl(1,2)==br(1,2)) & (rt(1,1)==rb(1,1)) &
(lt(1,1)==lb(1,1)))
            if( abs(high_l-width_b) < 20)
                count=count+1;
                num_circle(count)=i;
            end
        end
    end
end
end
if isempty(num_circle)
    error('pic is no circle or no matching all condition')
end
[H W]=size(L);
im_circle = zeros(H,W);
for j=1:H
    for k=1:W
        im_circle(j,k)=0;
        for l=1:count
            if (L(j,k) == num_circle(l))
                im_circle(j,k)=1;
                l=count;
            end
        end
    end
end
figure(5), imshow(im_circle), pixval on, title('pupil image');
im_ed=edge(im_circle, 'sobel');
figure(6), imshow(im_ed), title('edge image'), pixval on
L = bwlabel(im_ed);
s = regionprops(L, 'centroid');
centroids = cat(1, s.Centroid);
if ~isvector(centroids)
    [row col]=size(centroids);
    [H W]=size(im_ed);
    con=H;
    for i=1:row
        r(i)=sqrt((centroids(i,1)-W/2)^2+(centroids(i,2)-H/2)^2);
        if r(i) < con
            con=r(i);
            point=i;
        end
    end
    centroids = centroids(point,:);
end
hold on
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')
hold off
centroids
function newim = adj(im, g)

    if g <= 0
        error('Gamma value must be > 0');
    end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end

if isa(im,'uint8');
    newim = double(im);
else
    newim = im;
end

newim = newim-min(min(newim));
newim = newim./max(max(newim));

newim = newim.^(1/g);
N=100;
Constant=12;
inimage = im_glpf;
[H,W] = size(inimage);
im_thsh = zeros(H,W);
N2=floor(N/2);
for i = 1+N2:H-N2
    for j = 1+N2:W-N2
        subimage = inimage(i-N2:i+N2,j-N2:j+N2);
        num_threshold = mean(mean(subimage)) - Constant;
        if ( inimage(i,j) < num_threshold )
            im_thsh(i,j) = 1;
        else
            im_thsh(i,j) = 0;
        end
    end
end
end

figure(3),imshow(im_thsh),title('thershold image');
im_fill = imfill(im_thsh,'holes');
figure(4), imshow(im_fill),pixval on,title('fill image');
L = bwlabel(im_fill);
s = regionprops(L, 'Extrema');
[num_s com]=size(s);
count=0;
num_circle=[];
for i=1:num_s
    tl = s(i).Extrema(1,:);
    tr = s(i).Extrema(2,:);
    rt = s(i).Extrema(3,:);
    rb = s(i).Extrema(4,:);
    br = s(i).Extrema(5,:);
    bl = s(i).Extrema(6,:);
    lb = s(i).Extrema(7,:);
    lt = s(i).Extrema(8,:);
    high_l = bl(1,2)-tl(1,2);
    high_r = br(1,2)-tr(1,2);
    width_t = rt(1,1)-lb(1,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

width_b = rb(1,1)-lb(1,1);
if (high_l > 60 & high_r > 60 & width_t > 60 & width_b > 60)
%if ( (tl~=lt) & (tr~=rt) & (br~=rb) & (lb~=bl) )
    if ( (abs(tl-lt)>[2525]) & (abs(tr-rt)>[2525]) & (abs(br-rb)>[2525]) &
(abs(lb-bl)>[2525]))
        if ((tl(1,2)==tr(1,2)) & (bl(1,2)==br(1,2)) & (rt(1,1)==rb(1,1)) &
(lt(1,1)==lb(1,1)))
            if( abs(high_l-width_b) < 20)
                count=count+1;
                num_circle(count)=i;
            end
        end
    end
end
end
end
end
if isempty(num_circle)
    error('pic is no circle or no matching all condition')
end
[H W]=size(L);
im_circle = zeros(H,W);
for j=1:H
    for k=1:W
        im_circle(j,k)=0;
        for l=1:count
            if (L(j,k) == num_circle(l))
                im_circle(j,k)=1;
                l=count;
            end
        end
    end
end
end
figure(5),imshow(im_circle),paxval on,title('pupil image');
im_ed=edge(im_circle,'sobel');
figure(6),imshow(im_ed),title('edge image'),paxval on

%centroid
L = bwlabel(im_ed);
s = regionprops(L, 'centroid');
centroids = cat(1, s.Centroid);
if ~isvector(centroids)
    [row col]=size(centroids);
    [H W]=size(im_ed);
    con=H;
    for i=1:row
        r(i)=sqrt((centroids(i,1)-W/2)^2+(centroids(i,2)-H/2)^2);
        if r(i) < con
            con=r(i);
            point=i;
        end
    end
end
centroids = centroids(point,:);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
hold on
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')
hold off
centroids

function [gradient, or] = edge(im, sigma, scaling, vert, horz)
h = [ im(:,2:cols) zeros(rows,1)-[ zeros(rows,1) im(:,1:cols-1) ]];
v = [ im(2:rows,:); zeros(1,cols) ] - [ zeros(1,cols); im(1:rows-1,:)
];
hsize = [6*sigma+1, 6*sigma+1];
[rows, cols] = size(im);
glpf = fspecial('Gaussian', [13 13], sqrt(5));
glpf2 = fspecial('Gaussian', [13 13], 5);
im_glpf = imfilter(im_gray, glpf, 'replicate');
im_glpf2 = imfilter(im_gray, glpf2, 'replicate');
figure(8), imshow(im_glpf), title('glpf image with cutoff
sqrt(5)'), pixval on;
figure(9), imshow(im_glpf2), title('glpf image with cutoff 5'), pixval
on;
im = filter2(gaussian, im);
xscaling = vert;
yscaling = horz;
im = imresize(im, scaling);
gradient = sqrt(X.*X + Y.*Y);
d1 = [ im(2:rows,2:cols) zeros(rows-1,1); zeros(1,cols) ] - ...
      [ zeros(1,cols); zeros(rows-1,1) im(1:rows-1,1:cols-1) ];
d2 = [ zeros(1,cols); im(1:rows-1,2:cols) zeros(rows-1,1); ] - ...
      [ zeros(rows-1,1) im(2:rows,1:cols-1); zeros(1,cols) ];
X = ( h + (d1+d2)/20 ) * xscaling;
Y = ( v + (d1-d2)/20 ) * yscaling;
for i = 1:W
    if im_ed(round(centroids(1,2)), i) == 1
        ed_left = i;
        break;
    end
end
for i = W:-1:1
    if im_ed(round(centroids(1,2)), i) == 1
        ed_right = i;
        break;
    end
end
[H W] = size(im_glpf);
a = linspace(1, W, W);
figure(10), plot(a, im_gray(y, :))
hold on
plot(a, im_glpf(y, :), 'r')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hold off
axis([0W 0255]);
ylim('auto')
%xlim('auto')
grid on
title('gray level of centroid row of gray image');
xlabel('column');
ylabel('level');
%text(100,125,'Skin','fontsize',11);
%text(210,125,'Sclera','fontsize',11);
%text(290,90,'Iris','fontsize',11);
%text(360,25,'Pupil','fontsize',11);
legend('gray image','glpf image',2);

figure(11),plot(a,im_glpf(y,:))
axis([0W 0255]);
ylim('auto')
%xlim('auto')
grid on
title('gray level of centroid row of glpf image');
xlabel('column');
ylabel('level');
%text(100,125,'Skin','fontsize',11);
%text(210,125,'Sclera','fontsize',11);
%text(290,90,'Iris','fontsize',11);
%text(360,25,'Pupil','fontsize',11);
hold on
plot(a,im_glpf2(y,:), 'r')
hold off
legend('cutoff=sqrt(5)','cutoff=5',2);

inner_1=centroids(1,1)-ed_left;
inner_2=ed_right-centroids(1,1);
if inner_1<= inner_2
    inner = inner_1;
else
    inner = inner_2;
end
inner
or = atan2(-Y, X);
neg = or<0;
or = or.*~neg + (or+pi).*neg;
or = or*180/pi;
if nargin == 3
    nsides = 600;
end

nsides = round(nsi);

xd = round(xd);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

yd = round(yd);

xd2=xd;
coords = find(xd>img(2));
xd2(coords) = img(2);
coords = find(xd<=0);
xd2(coords) = 1;
yd2=yd;
coords = find(yd>img(1));
yd2(coords) = img
a = [0:pi/nsides:2*pi];
xd = (double(r)*cos(a)+ double(c(1)));
yd = (double(r)*sin(a)+ double(c(2)));
x=round(centroids(1,1));
y=round(centroids(1,2));
r_inner = inner;
[H W] = size(im_gray);
for i=1:H
    for j=1:W
        if sqrt(((y-i)^2+(x-j)^2)<= r_inner
            im_gray(i,j)= 0;
        end
    end
end
figure(7),imshow(im_gray), title('black pupil image'),pixval on
[H W]=size(im_glpf);
if (W-x) < x
    numw = W-x;
else
    numw = x;
end
if (H-y) < y
    numh = H-y;
else
    numh = y;
end
if numw < numh
    num_i = numw;
else
    num_i = numh;
end
lradsc = round(lradi);
uradsc = round(urad);
rd = round(urad - lrad);

count=0;
for i=1:num_i-1
    for j=0:i
%for i=1:3
%for j=0:i
        count=count+1;
    end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

top =0;
bottom=0;
left=0;
right=0;
right_top=0;
top_right=0;
top_left=0;
left_top=0;
left_bottom=0;
bottom_left=0;
bottom_right=0;
right_bottom=0;
NE=0;
NW=0;
SW=0;
SE =0;
if j==0
    right = im_glpf(y,x+i) ;
    top    = im_glpf(y-i,x) ;
    left   = im_glpf(y,x-i) ;
    bottom = im_glpf(y+i,x) ;
    r=i;
    graph(count)= (right/4+top/4+left/4+bottom/4);
    r_count(count)=i;
elseif (i~=j)& (j~=0)
%Q1
    right_top    = im_glpf(y-j,x+i);
    top_right    = im_glpf(y-i,x+j);
%Q2
    top_left     = im_glpf(y-i,x-j);
    left_top     = im_glpf(y-j,x-i);
%Q3
    left_bottom  = im_glpf(y+j,x-i);
    bottom_left  = im_glpf(y+i,x-j);
%Q4
    bottom_right = im_glpf(y+i,x+j);
    right_bottom = im_glpf(y+j,x+i);
    r=sqrt(i^2+(j)^2);
    graph(count)=
(right_top/8+top_right/8+top_left/8+left_top/8+left_bottom/8+bottom_left/8+
ottom_right/8+right_bottom/8);
    r_count(count)=sqrt(i^2+(j)^2);
elseif (j==i)
    NE    = im_glpf(y-i,x+i);
    NW    = im_glpf(y-i,x-i);
    SW    = im_glpf(y+i,x-i);
    SE    = im_glpf(y+i,x+i);
    r=sqrt(i^2+(j)^2);
    graph(count)= (NE/4+NW/4+SW/4+SE/4);
    r_count(count)=sqrt(i^2+(j)^2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        else
            error('error i,j')
        end
    end
end
end
figure(12),plot(graph)
grid on
title('average of level iris order by r');
xlabel('count');
ylabel('level');
W = 0:pi/12:2*pi ;
D0=sqrt(5);
G = ((sqrt(2*pi)*D0)^-1)*exp((-W.^2)/(2*(D0)^2));
GG = G/max(G);
array_gaussian =filter(GG,1,double(graph)); figure(34),plot(GG)
figure(35),plot(array_gaussian),title('array gaussian filter');
grid on
xlabel('count');
ylabel('level');
[I2 or] =edge(image, sigma, scaling, vert, horz);
I3 = adjgamma(I2, 1.9);
I4 = nonmaxsup(I3, or, 1.5);
edgeimage = hysthresh(I4, hithres, lowthres);
h = houghcircle(edgeimage, lradsc, uradsc);

maxtotal = 0;

for i=1:rd
    layer = h(:,:,i);
    [maxlayer] = max(max(layer));

    if maxlayer > maxtotal
        maxtotal = maxlayer;

        r = int32((lradsc+i) / scaling);
        [row,col] = ( find(layer == maxlayer) );

        row = int32(row(1) / scaling); % returns only first max value
        col = int32(col(1) / scaling);
    end
end

end

[I2 or] = edge(image, 2, 1, 0.00, 1.00);
I3 = adj (I2, 1.9);
I4 = non(I3, or, 1.5);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

edgeimage = hyst(I4, 0.20, 0.15);
graph_diff=diff(graph);
figure(13),plot(graph_diff)
%axis([0 count 0 15]);
%axis([500 1000 0 15]);
%ylim('auto')
%xlim('auto')
[foo, ind] = sort(-R(i));
u = size(i,1);
k = i(ind(1:u));
[y,x]=ind2sub(size(R),k);
t = -theta(x)*pi/180;
r = xp(y);

lines = [cos(t) sin(t) -r];grid on
title('slope of level iris order by r');
xlabel('count');
);

theta = (0:179)';
[R, xp] = radon(edgeimage, theta);

maxv = max(max(R));
if maxv > 25
    i = find(R == max(max(R)));
else
    lines = [];
    return;
end
cx = size(image,2)/2-1;
cy = size(image,1)/2-1;
lines(:,3) = lines(:,3) - lines(:,1)*cx - lines(:,2)*cy
ylabel('level');
text(200,19,'inner boundary');
text(2200,18,'Outer boundary');
[rows,cols] = size(edgeim);
nradii = rmax-rmin+1;
for i=1:1000

    if graph_diff(i) > con
        con = graph_diff(i);
        count_in=i;
    end
end
r_inner= r_count(count_in);

h = zeros(rows,cols,nradii);

[M N]=size(graph_diff);
con=0;
[M N]=size(graph_diff);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

con=0;
for i=1000:3000
    if graph_diff(i) > con
        con = graph_diff(i);
        count_out=i;
    end
end
for index=1:size(y)

    cx = x(index);
    cy = y(index);

    for n=1:nradii

        h(:,:,n) = addcircle(h(:,:,n),[cx,cy],n+rmin);

    end

end
r_outer= r_count(count_out);
%count_in
r_inner
%count_out
r_outer

r_inner=inner;

[y,x] = find(edgeim~=0);

if (T2 > T1 | T2 < 0 | T1 < 0)
    error('T1 must be >= T2 and both must be >= 0 ');
end

[rows, cols] = size(im);
rc = rows*cols;
av = fspecial('average',[33]);
im_av = imfilter(im_gray,av,'replicate');
figure(14),imshow(im_av),title('average image'),pixval on

[_av(y,:), 'r')
hold off
axis([0W 0255]);
grid on
title('gray level of centroid row of gray image');
x
bw = im(:);
pix = find(bw > T1);
npix = size(pix,1);

stack = zeros(rows*cols,1);

stack H W]=size(im_av);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

a=linspace(1,W,W);
figure(15),plot(a,im_gray(y,:))
hold on
plot(a,im(1:npix) = pix;
stp = npix;          label('column');
ylabel('level');
%text(100,125,'Skin','fontsize',11);
%text(210,125,'Sclera','fontsize',11);
%text(290,100,'Iris','fontsize',11);
%text(340,22,'Pupil','fontsize',11);
legend('gray image','av image',2);

rcmr = rc - rows;
rpl = rows+1;

for k = 1:npix
    bw(pix(k)) = -1;
end

O = [-1, 1, -rows-1, -rows, -rows+1, rows-1, rows, rows+1];
while stp ~= 0
    v = stack(stp);
    stp = stp - 1;

    if v > rpl & v < rcmr
        index = O+v;
        for l = 1:8
            ind = index(l);
            if bw(ind) > T2
                stp = stp+1;
                stack(stp) = ind;
                bw(ind) = -1;
            end
        end
    end
end
end

bw = (bw == -1);
bw = reshape(bw,rows,cols);
plot(a,im(1:npix) = pix;
stp = npix;          label('column');
ylabel('level');
%text(100,125,'Skin','fontsize',11);
%text(210,125,'Sclera','fontsize',11);
%text(290,100,'Iris','fontsize',11);
%text(340,22,'Pupil','fontsize',11);
legend('gray image','av image',2);

xd = [1:imsi(2)];
yd = (-line(3) - line(1)*xd) / line(2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

coords = find(yd>imshow(1));
yd(coords) = imshow(1);
coords = find(yd<1);
yd(coords) = 1;

x = int32(xd);
y = int32(yd);

if size(inimage) ~= size(orient)
    error('image and orientation image are of different sizes');
end
im_cut=im_av;
num=0;
for i = 1:H
    for j = 1:W
        R(i,j) = sqrt(((y-i)^2)+(x-j)^2);
        if R(i,j) < r_inner | R(i,j) > r_outer
            im_cut(i,j) = 0;
        else
            num = num + 1;
            iris(num) = im_cut(i,j);
            p_i(num)=i;
            p_j(num)=j;
        end
    end
end
figure(18), imshow(im_cut), pixval on, title('iris image');

if radius < 1
    error('radius must be >= 1');
end

[rows,cols] = size(inimage);
im = zeros(rows,cols);
iradius = ceil(radius);

angle = [0:180].*pi/180;
xoff = radius*cos(angle);
yoff = radius*sin(angle);

hfrac = xoff - floor(xoff);
vfrac = yoff - floor(yoff);

orient = fix(orient)+1;

for row = (iradius+1):(rows - iradius)
    for col = (iradius+1):(cols - iradius)

        or = orient(row,col);
        x = col + xoff(or);
        y = row - yoff(or);

        fx = floor(x);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cx = ceil(x);
fy = floor(y);
cy = ceil(y);
tl = inimage(fy,fx);
tr    cx = ceil(x);
fy = floor(y);
cy = ceil(y);
tl = inimage(fy,fx);
tr = inimage(fy,cx);
bl = inimage(cy,fx);
br = inimage(cy,cx);
upperavg = tl + hfrac(or) * (tr - tl);
loweravg = bl + hfrac(or) * (br - bl);
v2 = upperavg + vfrac(or) * (loweravg - upperavg);

bl = inimage(cy,fx);
br = inimage(cy,cx);

upperavg = tl + hfrac(or) * (tr - tl);
loweravg = bl + hfrac(or) * (br - bl);
v1 = upperavg + vfrac(or) * (loweravg - upperavg);
if inimage(row, col) > v1
    x = col - xoff(or);
    y = row + yoff(or);

    fx = floor(x);
    if inimage(row,col) > v2
        im(row, col) = inimage(row, col);
    end
end
end
end
end
lpupilradius = 28;
upupilradius = 75;
lirisradius = 80;
uirisradius = 150;

scaling = 0.4;

reflecthres = 240;

[row, col, r] = findcircle(eyeimage, lirisradius, uirisradius, scaling,
2, 0.20, 0.19, 1.00, 0.00);
pos = double(iris);
Min = mean(pos);
var_im = 0;
for i = 1:num
    X_im = ((pos(i) - Min)^2);
    var_im = var_im + X_im;
end
Vin = var_im/(num-1);
M0 = 100;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Vo=4500;
for i = 1:num
    if pos(i) > Min
        I(i) = Mo+(((Vo*(pos(i)-Min)^2)/Vin)^(1/2));
    else
        I(i) = Mo-(((Vo*(pos(i)-Min)^2)/Vin)^(1/2));
    end
end
im_no = im_cut;
k=0;
for i=1:H
    for j=1:W
        R(i,j) = sqrt(((y-i)^2)+((x-j)^2));
        if (R(i,j) > r_inner) & (R(i,j) < r_outer)
            k= k + 1;
            im_no(i,j) = uint8(I(k));
        end
    end
end
figure(16),imshow(im_no),title('normalize image'),pixval on
[H W]=size(im_av);
a=linspace(1,W,W);
figure(17),plot(a,im_cut(y,:))
hold on
plot(a,im_no(y,:), 'r')
hold off
axis([0W 0255]);
grid on
title('gray level of centroid row of gray image');
xlabel('column');
ylabel('level');
%text(100,125,'Skin','fontsize',11);
%text(210,125,'Sclera','fontsize',11);
%text(290,100,'Iris','fontsize',11);
%text(360,22,'Pupil','fontsize',11);
legend('average image','normalize image',2);
circleiris = [row col r];
rowd = double(row);
cold = double(col);
rd = double(r);

irl = round(rowd-rd);
iru = round(rowd+rd);
icl = round(cold-rd);
icu = round(cold+rd);

imgsize = size(eyeimage);

if irl < 1
    irl = 1;
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if icl < 1
    icl = 1;
end

imagepupil = eyeimage( irl:iru,icl:icu);
rowp = double(rowp);
colp = double(colp);
r = double(r);

row = double(irl) + rowp;

if iru > imgsize(1)
    iru = imgsize(1);
end

if icu > imgsize(2)
    icu = imgsize(2);
end
col = double(icl) + colp;

row = round(row);
col = round(col);
if size(lines,1) > 0
    [xl yl] = linecoords(lines, size(topeyelid));
    yl = double(yl) + irl-1;
    xl = double(xl) + icl-1;

    yla = max(yl);

    y2 = 1:yla;

    ind3 = sub2ind(size(eyeimage),yl,xl);
    imagewithnoise(ind3) = NaN;

    imagewithnoise(y2, xl) = NaN;
end

circlepupil = [row col r];
imagewithnoise = double(eyeimage);

if size(lines,1) > 0

    [xl yl] = linecoords(lines, size(bottomeyelid));
    yl = double(yl)+ irl+rowp+r-2;
    xl = double(xl) + icl-1;

    yla = min(yl);

    y2 = yla:size(eyeimage,1);

    ind4 = sub2ind(size(eyeimage),yl,xl);
    imagewithnoise(ind4) = NaN;
    imagewithnoise(y2, xl) = NaN;

end

ref = eyeimage < 100;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

coords = find(ref==1);
imagewithnoise(coords) = NaN;
topeyelid = imagepupil(1:(rowp-r),:);
lines = findline(topeyelid);

bottomeyelid = imagepupil((rowp+r):size(imagepupil,1),:);
lines = findline(bottomeyelid);

radiuspixels = radpixels + 2;
angledivisions = angulardiv-1;

r = 0:(radiuspixels-1)

theta = 0:2*pi/angledivisions:2*pi;
x_iris = double(x_iris);
y_iris = double(y_iris);
r_iris = double(r_iris);

x_pupil = double(x_pupil);
y_pupil = double(y_pupil);
r_pupil = double(r_pupil);
ox = x_pupil - x_iris;
oy = y_pupil - y_iris;
%p = twomodegauss(0.15,0.05,0.75,0.05,1,0.07,0.002);
eqhis = histeq(iris,256);
%eqhis2=histeq(his,64);
%eqhis3=histeq(his,p);
figure(19),imhist(iris)
title('histogram of only iris image');
ylim('auto')
xlabel('level');
ylabel('pixel');
figure(20),imhist(eqhis)
title('histogram of equalization iris image 256');
xlim([-2 256]);
ylim('auto')
xlabel('level');
ylabel('pixel');
%figure(9),imhist(eqhis2)
%title('histogram of equalization iris image 64');
%xlim([-2 256]);
%ylim('auto')
%xlabel('level');
%ylabel('pixel');
%figure(10),imhist(eqhis3)
%title('histogram of equalization iris image p');
%xlim([-2 256]);
%ylim('auto')
%xlabel('level');
%ylabel('pixel');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[M N]=size(iris);
hnorm=imhist(iris)./numel(iris);
cdf=cumsum(hnorm);
qq=linspace(0,1,256);
figure(21),plot(qq,cdf)
axis([0.120.12])
grid on
set(gca,'xtick',0.02:1.2)
set(gca,'ytick',0.02:1.2)
xlabel('Input intensity values','fontsize',9)
ylabel('Output intensity values','fontsize',9)
text(0.3,0.5,'Transformation function','fontsize',9)
%figure(12), plot(p)
num=0;
for i = 1:H
    for j = 1:W
        R(i,j) = sqrt(((y-i)^2)+(x-j)^2);
        if R(i,j) < r_inner | R(i,j) > r_outer
            im_eq_db(i,j) = 0;
            im_eq_db2(i,j) = 0;
            im_eq_db3(i,j) = 0;
        else
            num=num+1;
            im_eq_db(i,j) = eqhis(num);
% im_eq_db2(i,j) = eqhis2(num);
% im_eq_db3(i,j) = eqhis3(num);
        end
    end
end

if ox <= 0
    sgn = -1;
elseif ox > 0
    sgn = 1;
end

if ox==0 && oy > 0
    sgn = 1;

end
r = double(r);
theta = double(theta);

a = ones(1,angledivisions+1)*(ox^2 + oy^2);
if ox == 0
    phi = pi/2;
else
    phi = atan(oy/ox);
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

b = sgn.*cos(pi - phi - theta);
r = (sqrt(a).*b) + (sqrt(a.*(b.^2) - (a - (r_iris^2)))));
% r = [r'1 r'2...r'240] ขนาดเท่ากับ 1*240;
r = r - r_pupil;
% r = [r'1-r_pupil r'2-r_pupil...r'240-r_pupil] ขนาดเท่ากับ 1*240;
rmat = ones(1,radiuspixels)'.*r;

rmat = rmat.* (ones(angledivisions+1,1)*[0:1/(radiuspixels-1):1])';
rmat = rmat + r_pupil;

rmat = rmat(2:(radiuspixels-1), :);
% calculate cartesian location of each data point around the circular
iris
% region
xcosmat = ones(radiuspixels-2,1)*cos(theta);
xsinmat = ones(radiuspixels-2,1)*sin(theta);

xo = rmat.*xcosmat;
yo = rmat.*xsinmat;

xo = x_pupil+xo;
yo = y_pupil-yo;

polar_noise = zeros(size(polar_array));

coords = find(xo > size(image,2));
xo(coords) = size(image,2);
coords = find(xo < 1);
xo(coords) = 1;

[x,y] = circlecoords([x_iris,y_iris],r_iris,size(image));
ind2 = sub2ind(size(image),double(y),double(x));
[x,y] = meshgrid(1:size(image,2),1:size(image,1));
polar_array = interp2(x,y,image,xo,yo);
coords = find(isnan(polar_array));
polar_noise(coords) = 1;
polar_array = double(polar_array)./255;

[xp,yp] = circlecoords([x_pupil,y_pupil],r_pupil,size(image));
ind1 = sub2ind(size(image),double(yp),double(xp));
ndl = sub2ind(size(image),double(yo),double(xo));

image = uint8(image);

image(ind1) = 255;
yo(coords) = size(image,1);
coords = find(yo<1);

coords = find(yo > size(image,1));
yo(coords) = 1;

[E0 filtersum] = gab (polar_array, nscales, minWaveLength, mult,
sigmaOnf);

length2 = size(polar_array,2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

white_reflect = 240;

[row, col, r] = getboundary(eyeimage, scale, 2, 0.20, 0.19, 1.00,
0.00);
outcircular = [row col r];
rowd = double(row);
cold = double(col);
rd = double(r);
W = round(rowd-rd);
E = round(rowd+rd);
N = round(cold-rd);
S = round(cold+rd);
[high,width] = size(eyeimage);
if W < 1
    W = 1;
end
if N < 1
    N = 1;
end
if E > high
    E = high;
end
if S > width
    S = width;
end

outboundimage = eyeimage( W:E,N:S);

[rowin, colin, r] = getboundary(outboundimage, 0.6, 2, 0.25, ...
... 0.25, 1.00, 1.00);
rowin = double(rowin);
colin = double(colin);
r = double(r);
row = double(W) + rowin;
col = double(N) + colin;
row = round(row);
col = round(col);
incircular = [row col r];
segmentimage = double(eyeimage);

uplidimage = outboundimage(1:(rowin-r),:);
polarlines = getline(uplidimage);
if size(polarlines,1) > 0
    [xl yl] = getxyline(polarlines, size(uplidimage));
    yl = double(yl) + W-1;
    xl = double(xl) + N-1;
    ylmax = max(yl);
    y2 = 1:ylmax;
    indice = sub2ind(size(eyeimage), yl, xl);
    segmentimage(indice) = NaN;
    segmentimage(y2, xl) = NaN;
end

downlidimage = outboundimage((rowin+r):size(outboundimage,1),:);
polarlines = getline(downlidimage);
if size(polarlines,1) > 0
    [xl yl] = getxyline(polarlines, size(downlidimage));
    yl = double(yl)+W+rowin+r-2;
    xl = double(xl)+N-1;
    ylmin = min(yl);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

xo = int32(xo);
yo = int32(yo);

ind1 = sub2ind(size(image),double(yo),double(xo));

image = uint8(image);

image(ind1) = 255;

[x,y] = circlecoords([x_iris,y_iris],r_iris,size(image));
ind2 = sub2ind(size(image),double(y),double(x));

[xp,yp] = circlecoords([x_pupil,y_pupil],r_pupil,size(image));
ind1 = sub2ind(size(image),double(yp),double(xp));

image(ind2) = 255;
image(ind1) = 255;

w = cd;

imwrite(image,[eyeimage_filename,'-normal.jpg'],'jpg');

cd(w);

coords = find(isnan(polar_array));
polar_array2 = polar_array;
polar_array2(coords) = 0.5;
avg = sum(sum(polar_array2)) /
(size(polar_array,1)*size(polar_array,2));
polar_array(coords) = avg;

function templatenew = shiftbits_template(template, noshifts)

templatenew = zeros(size(template));
width = size(template,2);
s = round(2*abs(noshifts));
p = round(width-s);
if noshifts == 0
    templatenew = template;
elseif noshifts < 0
    x=1:p;
    templatenew(:,x) = template(:,s+x);
    x=(p + 1):width;
    templatenew(:,x) = template(:,x-p);

else
    x=(s+1):width;
    templatenew(:,x) = template(:,x-s);
    x=1:s;
    templatenew(:,x) = template(:,p+x);
end

function [window, mask] = startirisprogram(image_name)

eyeimage = imread(image_name);

scale = 0.4;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

y2 = ymin:size(eyeimage,1);
indice2 = sub2ind(size(eyeimage),yl,xl);
segmentimage(indice2) = NaN;
segmentimage(y2, xl) = NaN;
end

ref = eyeimage < 100;
coords = find(ref==1);
segmentimage(coords) = NaN;
segmentimage2 = uint8(segmentimage);
imagecircles = uint8(eyeimage);

[x,y] =
circlecoords([outcircular(2),outcircular(1)],outcircular(3),size(eye
image));
ind2 = sub2ind(size(eyeimage),double(y),double(x));
[xp,yp] =
circlecoords([incircular(2),incircular(1)],incircular(3),size(eyeima
ge));
ind1 = sub2ind(size(eyeimage),double(yp),double(xp));
segmentimage2(ind2) = 255;
segmentimage2(ind1) = 255;
imagecircles(ind2) = 255;
imagecircles(ind1) = 255;

radial_res = 20;
angular_res = 240;

[polar_array noise_array] = normalise_iris(segmentimage,
outcircular(2),...
outcircular(1), outcircular(3), incircular(2), incircular(1),
incircular(3),image_name, radial_res, angular_res);

minWaveLength=18;
sigmaOnf=0.5;

>window mask] = encode(polar_array,
noise_array,minWaveLength,sigmaOnf);

savefile = [image_name,'-window.mat'] ;
save(savefile,'window','mask');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความต่างของแสมมิง ของภาพตาของฐานข้อมูล CAISA

	001_1_1	001_2_1	002_1_1	002_2_1	003_1_1	003_2_1	004_1_1	004_2_1
001_1_2	0.2781	0.2835	0.4612	0.4799	0.4888	0.4805	0.4713	0.4798
001_1_3	0.2195	0.3023	0.4615	0.4674	0.4743	0.484	0.4795	0.48
001_2_2	0.2774	0.3152	0.4521	0.4607	0.4745	0.4772	0.4578	0.4754
001_2_3	0.2041	0.2686	0.4475	0.4584	0.468	0.4693	0.4661	0.4807
001_2_4	0.277	0.2936	0.4757	0.4789	0.4799	0.4783	0.4753	0.4749
002_1_2	0.4565	0.4442	0.3859	0.4749	0.4598	0.4599	0.4658	0.4565
002_1_3	0.4601	0.4588	0.4088	0.4527	0.4549	0.4623	0.4784	0.4619
002_2_2	0.4651	0.4434	0.4254	0.4746	0.4721	0.4697	0.4646	0.4623
002_2_3	0.4704	0.4717	0.3666	0.4132	0.4737	0.4748	0.4721	0.4797
002_2_4	0.4595	0.444	0.4153	0.4519	0.4745	0.4776	0.4633	0.4433
003_1_2	0.4703	0.4754	0.4739	0.4656	0.1908	0.1748	0.4841	0.4665
003_1_3	0.4674	0.4773	0.4677	0.4653	0.1841	0.214	0.4746	0.4707
003_2_2	0.4642	0.4688	0.4688	0.461	0.2128	0.2218	0.497	0.4669
003_2_3	0.4744	0.4798	0.4559	0.4763	0.2407	0.2507	0.4833	0.4673
003_2_4	0.4718	0.4707	0.4709	0.4671	0.252	0.2348	0.4805	0.4534
004_1_2	0.4817	0.4803	0.4813	0.4765	0.4855	0.4712	0.279	0.2913
004_1_3	0.4762	0.4814	0.4882	0.4753	0.5017	0.499	0.252	0.2607
004_2_2	0.4759	0.4891	0.4813	0.4521	0.4946	0.4831	0.4171	0.42
004_2_3	0.4617	0.4634	0.4753	0.4761	0.4747	0.4723	0.2838	0.2617
004_2_4	0.4798	0.4816	0.4707	0.4722	0.4805	0.4709	0.2623	0.2703
005_1_2	0.469	0.4779	0.4772	0.4656	0.476	0.4674	0.4429	0.4419
005_1_3	0.4684	0.4788	0.4727	0.4729	0.4797	0.4812	0.4501	0.4451
005_2_2	0.4704	0.4819	0.4508	0.4779	0.4597	0.4546	0.4606	0.463
005_2_3	0.4757	0.4802	0.47	0.4856	0.4864	0.4802	0.4258	0.4472
005_2_4	0.4631	0.4726	0.4751	0.4779	0.4657	0.453	0.4401	0.4541
006_1_2	0.4733	0.4804	0.4597	0.5029	0.4676	0.4425	0.4612	0.4757
006_1_3	0.4838	0.4793	0.47	0.4871	0.4658	0.4515	0.4744	0.4723
006_2_2	0.4643	0.482	0.4714	0.4966	0.4825	0.4743	0.4772	0.4881
006_2_3	0.4725	0.4726	0.4738	0.4992	0.4773	0.4571	0.474	0.4773
006_2_4	0.4654	0.4817	0.4833	0.5016	0.473	0.4578	0.4881	0.4679
007_1_2	0.4799	0.4531	0.4786	0.4426	0.4509	0.4561	0.464	0.4523
007_1_3	0.4873	0.4488	0.4691	0.4583	0.4675	0.4497	0.4568	0.4652
007_2_2	0.4657	0.4654	0.4584	0.4649	0.4745	0.4698	0.4805	0.4663
007_2_3	0.4713	0.4676	0.4536	0.447	0.4871	0.481	0.4603	0.4385
007_2_4	0.4933	0.471	0.4668	0.4613	0.4831	0.4894	0.4636	0.4557
008_1_2	0.4579	0.4737	0.484	0.4802	0.4789	0.4761	0.4636	0.4767
008_1_3	0.4648	0.4764	0.4812	0.4856	0.4838	0.4832	0.4795	0.4906
008_2_2	0.4651	0.4758	0.4616	0.4757	0.4724	0.4616	0.483	0.4732
008_2_3	0.4784	0.4774	0.4734	0.4693	0.4747	0.4619	0.4864	0.4814
008_2_4	0.4615	0.4822	0.4618	0.4823	0.4697	0.47	0.4899	0.4854
009_1_2	0.4833	0.4988	0.4876	0.4772	0.4792	0.4854	0.4813	0.4786
009_1_3	0.488	0.4934	0.4737	0.4658	0.4814	0.4812	0.4748	0.4871

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	001_1_1	001_2_1	002_1_1	002_2_1	003_1_1	003_2_1	004_1_1	004_2_1	005_1_1	005_2_1
009_2_2	0.4813	0.478	0.4847	0.4646	0.4928	0.4895	0.4702	0.4692	0.4963	0.453
009_2_3	0.4633	0.4757	0.4819	0.4723	0.4867	0.4918	0.4828	0.4854	0.4789	0.4656
009_2_4	0.4786	0.4781	0.4857	0.4881	0.4922	0.4849	0.4845	0.4844	0.4998	0.476
010_1_2	0.4766	0.4561	0.4647	0.4746	0.4651	0.4519	0.4729	0.4812	0.4773	0.4702
010_1_3	0.4798	0.4734	0.4813	0.4766	0.4468	0.4489	0.4789	0.4946	0.4738	0.4806
010_2_2	0.4812	0.4723	0.4751	0.4841	0.4664	0.4583	0.4663	0.4892	0.4775	0.4812
010_2_3	0.4742	0.4787	0.479	0.4826	0.4609	0.4632	0.4783	0.4936	0.4916	0.4794
010_2_4	0.472	0.4661	0.4736	0.4756	0.4854	0.461	0.4737	0.4894	0.4694	0.4724
011_1_2	0.439	0.4661	0.4571	0.4406	0.4561	0.4685	0.47	0.4751	0.4736	0.4657
011_1_3	0.4739	0.4658	0.4823	0.4926	0.48	0.4859	0.4701	0.4679	0.4884	0.4785
011_2_2	0.4761	0.4568	0.4592	0.4787	0.4862	0.4817	0.4828	0.4915	0.471	0.4906
011_2_3	0.4635	0.4528	0.4797	0.4731	0.4599	0.4705	0.4639	0.4703	0.4554	0.4551
011_2_4	0.4252	0.4372	0.4666	0.4546	0.4321	0.4425	0.493	0.4796	0.4646	0.4878
012_1_2	0.477	0.4765	0.4765	0.4723	0.4592	0.4699	0.4727	0.4379	0.4585	0.4726
012_1_3	0.4629	0.4635	0.4775	0.4748	0.482	0.475	0.4399	0.4032	0.4549	0.4611
012_2_2	0.4667	0.4671	0.4771	0.4844	0.4485	0.4668	0.4625	0.4652	0.4559	0.4583
012_2_3	0.4801	0.4714	0.4726	0.4863	0.4575	0.4669	0.455	0.4451	0.4543	0.462
012_2_4	0.4721	0.4797	0.4727	0.4808	0.4546	0.48	0.4579	0.4317	0.4714	0.4592
013_1_2	0.468	0.4627	0.4698	0.4877	0.4648	0.4599	0.44	0.4624	0.4719	0.4776
013_1_3	0.4489	0.4484	0.4796	0.4772	0.4548	0.463	0.461	0.4722	0.4683	0.4681
013_2_2	0.4587	0.4493	0.4757	0.4862	0.4625	0.4652	0.4716	0.4697	0.4703	0.4752
013_2_3	0.4517	0.4561	0.4793	0.4838	0.4736	0.469	0.4723	0.4437	0.4505	0.4825
013_2_4	0.4549	0.4679	0.454	0.4811	0.4565	0.4745	0.4697	0.4739	0.4435	0.4798
014_1_2	0.4872	0.4789	0.4797	0.4633	0.4869	0.4856	0.475	0.4583	0.4724	0.4792
014_1_3	0.4797	0.4763	0.4805	0.4773	0.4864	0.4847	0.4513	0.4629	0.4721	0.4729
014_2_2	0.4833	0.4519	0.4712	0.4868	0.4804	0.4836	0.4519	0.4712	0.4751	0.4807
014_2_3	0.4809	0.477	0.4757	0.4689	0.5069	0.5039	0.4774	0.4616	0.4993	0.4647
014_2_4	0.4706	0.4621	0.483	0.4682	0.4897	0.4774	0.4623	0.4782	0.4738	0.4567
015_1_2	0.4964	0.4618	0.4775	0.4768	0.4647	0.4615	0.4764	0.4623	0.4558	0.4627
015_1_3	0.4845	0.484	0.4925	0.4735	0.4603	0.4658	0.4659	0.4755	0.4843	0.4565
015_2_2	0.4725	0.4657	0.4679	0.4795	0.4697	0.4748	0.447	0.4509	0.4629	0.4628
015_2_3	0.4901	0.4862	0.4901	0.4865	0.4678	0.471	0.4617	0.4671	0.4712	0.463
015_2_4	0.4744	0.4793	0.4748	0.4892	0.4702	0.4786	0.4424	0.4365	0.4747	0.4434
016_1_2	0.4871	0.4787	0.4881	0.4698	0.4802	0.4789	0.4701	0.4886	0.481	0.4681
016_1_3	0.4471	0.4737	0.4702	0.4711	0.4691	0.4819	0.4604	0.4479	0.474	0.4736
016_2_2	0.4723	0.4886	0.4754	0.4767	0.484	0.4697	0.4645	0.4887	0.4922	0.4755
016_2_3	0.47	0.4735	0.4861	0.4807	0.4602	0.4463	0.4766	0.4829	0.4562	0.4805
016_2_4	0.487	0.4825	0.4917	0.4786	0.4813	0.4718	0.4721	0.4759	0.4868	0.4828
017_1_2	0.4602	0.4687	0.4736	0.4783	0.4767	0.4677	0.4698	0.4838	0.4733	0.5008
017_1_3	0.4695	0.4679	0.4516	0.48	0.4588	0.4505	0.4542	0.4855	0.4656	0.4817
017_2_2	0.4695	0.4775	0.4643	0.483	0.4654	0.4576	0.4703	0.4748	0.4837	0.4902
017_2_3	0.4503	0.463	0.4654	0.4695	0.4854	0.4746	0.4804	0.4949	0.4792	0.4936

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

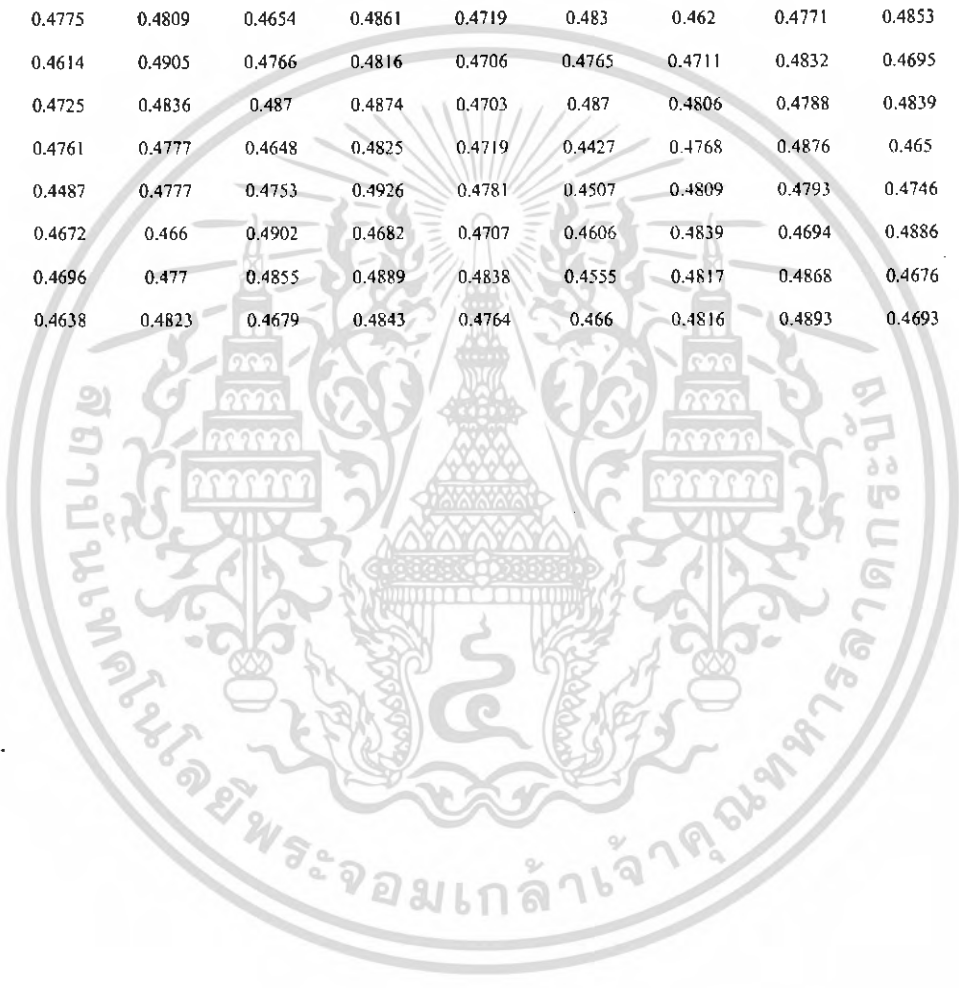
	001_1_1	001_2_1	002_1_1	002_2_1	003_1_1	003_2_1	004_1_1	004_2_1	005_1_1	005_2_1
017_2_4	0.471	0.4679	0.4625	0.4832	0.4747	0.4687	0.4746	0.4737	0.4838	0.4977
018_1_2	0.463	0.4684	0.4906	0.4809	0.4768	0.4653	0.47	0.4806	0.4796	0.4934
018_1_3	0.4462	0.4648	0.4822	0.4949	0.4914	0.4926	0.4708	0.4573	0.4712	0.4786
018_2_2	0.4627	0.4699	0.4671	0.4756	0.4774	0.4609	0.4437	0.4674	0.4708	0.4862
018_2_3	0.4467	0.4635	0.4866	0.4656	0.4856	0.4813	0.4716	0.4569	0.4814	0.4761
018_2_4	0.4398	0.4509	0.4952	0.4645	0.4773	0.4806	0.4587	0.455	0.481	0.4828
019_1_2	0.4495	0.4585	0.4687	0.4706	0.4721	0.4735	0.4811	0.4723	0.4714	0.471
019_1_3	0.4783	0.4502	0.4557	0.4583	0.474	0.4697	0.466	0.475	0.47	0.4683
019_2_2	0.4669	0.4475	0.4692	0.474	0.4664	0.4628	0.4859	0.4705	0.4768	0.4754
019_2_3	0.462	0.4506	0.4703	0.463	0.4561	0.446	0.4766	0.4654	0.4638	0.4677
019_2_4	0.4747	0.4673	0.4689	0.4741	0.4803	0.4747	0.4642	0.4761	0.4751	0.4623
020_1_2	0.4938	0.4844	0.4886	0.4809	0.4713	0.4692	0.4779	0.4654	0.4618	0.4838
020_1_3	0.4678	0.4706	0.4796	0.4904	0.4553	0.4523	0.4845	0.4808	0.4621	0.4746
020_2_2	0.476	0.4809	0.47	0.4758	0.4793	0.4662	0.4726	0.4688	0.4595	0.4628
020_2_3	0.4483	0.4721	0.4415	0.4616	0.4417	0.4603	0.4793	0.4648	0.4417	0.4678
020_2_4	0.4697	0.4339	0.4533	0.4625	0.4628	0.4515	0.4697	0.4486	0.4458	0.4809
021_1_2	0.4678	0.4808	0.4573	0.472	0.4851	0.4743	0.4676	0.4673	0.482	0.4792
021_1_3	0.4636	0.4733	0.4717	0.4709	0.4485	0.4665	0.4745	0.484	0.479	0.4753
021_2_2	0.4791	0.4758	0.4756	0.4931	0.463	0.4582	0.4525	0.4531	0.4815	0.4577
021_2_3	0.4585	0.4752	0.4696	0.4726	0.4604	0.4658	0.4693	0.477	0.4703	0.4557
021_2_4	0.4747	0.4764	0.4852	0.4756	0.4671	0.4725	0.4674	0.4624	0.485	0.4653
022_1_2	0.4776	0.4865	0.4591	0.4854	0.4827	0.4927	0.475	0.4938	0.4859	0.477
022_1_3	0.4816	0.4768	0.4506	0.4762	0.484	0.4811	0.4941	0.4674	0.4917	0.4789
022_2_2	0.4929	0.4969	0.4678	0.4794	0.4914	0.4918	0.4807	0.4474	0.4884	0.4873
022_2_3	0.4672	0.4794	0.4485	0.4752	0.4834	0.4893	0.476	0.4593	0.4783	0.481
022_2_4	0.461	0.48	0.4521	0.4883	0.4911	0.4975	0.4855	0.4609	0.4921	0.4747
023_1_2	0.4646	0.4641	0.4271	0.4519	0.4647	0.4553	0.4579	0.4526	0.4634	0.4472
023_1_3	0.4649	0.4632	0.442	0.459	0.4593	0.4498	0.4667	0.482	0.4694	0.4558
023_2_2	0.4631	0.4531	0.4451	0.4681	0.4769	0.4648	0.4791	0.4876	0.4708	0.4578
023_2_3	0.4606	0.4581	0.4473	0.4576	0.4464	0.4385	0.4827	0.4735	0.4808	0.4722
023_2_4	0.4668	0.4475	0.4611	0.4574	0.4508	0.441	0.4772	0.4724	0.4732	0.4819
024_1_2	0.4761	0.4892	0.4543	0.4551	0.469	0.4573	0.4733	0.4773	0.4811	0.4684
024_1_3	0.4653	0.4808	0.4702	0.4718	0.4686	0.4507	0.4758	0.4577	0.4736	0.4735
024_2_2	0.4832	0.4765	0.4792	0.4815	0.46	0.4597	0.467	0.4614	0.4726	0.4733
024_2_3	0.4677	0.482	0.4639	0.4701	0.4465	0.4522	0.4755	0.4584	0.4743	0.4633
024_2_4	0.4872	0.4834	0.481	0.489	0.4541	0.4383	0.4689	0.476	0.4806	0.4641
025_1_2	0.4663	0.465	0.4929	0.4791	0.4694	0.4652	0.4651	0.4652	0.4813	0.4769
025_1_3	0.4655	0.4436	0.4673	0.461	0.4873	0.4836	0.49	0.4806	0.479	0.4565
025_2_2	0.4482	0.4336	0.4841	0.472	0.4714	0.4585	0.4909	0.4764	0.4882	0.457
025_2_3	0.4525	0.4533	0.4755	0.4888	0.4676	0.4611	0.4882	0.4691	0.4916	0.4686
025_2_4	0.4672	0.4547	0.4664	0.4577	0.4691	0.4566	0.4996	0.4788	0.4783	0.4873
026_1_2	0.4586	0.4346	0.4609	0.4693	0.4703	0.4669	0.4703	0.487	0.4722	0.4878

ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	001_1_1	001_2_1	002_1_1	002_2_1	003_1_1	003_2_1	004_1_1	004_2_1	005_1_1	005_2_1
026_1_3	0.4458	0.4324	0.4523	0.4759	0.4792	0.4507	0.4613	0.4829	0.477	0.4648
026_2_2	0.4693	0.4543	0.4749	0.4614	0.4746	0.4659	0.4779	0.489	0.4671	0.4838
026_2_3	0.4549	0.4537	0.4759	0.4714	0.455	0.4508	0.4796	0.4761	0.4855	0.4754
026_2_4	0.4672	0.4606	0.4585	0.4572	0.4647	0.4513	0.4848	0.4989	0.4662	0.4769
027_1_2	0.4808	0.4809	0.4768	0.4678	0.468	0.4803	0.468	0.4897	0.482	0.4789
027_1_3	0.4692	0.4893	0.4903	0.4858	0.4754	0.4668	0.4853	0.4963	0.4704	0.4787
027_2_2	0.4668	0.4664	0.4824	0.4632	0.4778	0.473	0.4637	0.4821	0.4882	0.4801
027_2_3	0.478	0.4825	0.4776	0.4838	0.4725	0.4775	0.4345	0.4422	0.4798	0.4591
027_2_4	0.4658	0.4686	0.483	0.4837	0.4766	0.4744	0.4512	0.4805	0.4759	0.4681
028_1_2	0.4698	0.4614	0.4658	0.464	0.4702	0.4717	0.458	0.4687	0.4737	0.444
028_1_3	0.4764	0.4736	0.4835	0.4789	0.4908	0.4815	0.4536	0.4674	0.4868	0.4564
028_2_2	0.488	0.4788	0.4751	0.4644	0.4665	0.473	0.466	0.4708	0.4749	0.456
028_2_3	0.4794	0.4815	0.4738	0.4618	0.4828	0.4901	0.4513	0.4677	0.4854	0.4412
028_2_4	0.487	0.4901	0.4833	0.4738	0.4769	0.4817	0.4641	0.4569	0.4899	0.4553
029_1_2	0.4779	0.4844	0.4669	0.4536	0.4611	0.4629	0.4674	0.4702	0.4685	0.4635
029_1_3	0.4698	0.4694	0.4727	0.4469	0.4827	0.4798	0.468	0.4801	0.4713	0.4703
029_2_2	0.4888	0.4963	0.4704	0.4538	0.4724	0.4746	0.4668	0.4636	0.4848	0.4784
029_2_3	0.4794	0.4952	0.4719	0.4673	0.4859	0.4889	0.4703	0.4606	0.4728	0.4741
029_2_4	0.4772	0.4917	0.4633	0.4587	0.4628	0.4573	0.4592	0.4688	0.4867	0.4721
030_1_2	0.4906	0.4864	0.4693	0.4769	0.4653	0.4841	0.4619	0.4653	0.4931	0.4833
030_1_3	0.4669	0.4599	0.4591	0.4381	0.453	0.4463	0.4454	0.4111	0.4446	0.4747
030_2_2	0.4535	0.455	0.4486	0.4724	0.4771	0.4711	0.4436	0.4505	0.4729	0.4601
030_2_3	0.4785	0.4825	0.4818	0.4675	0.4737	0.4641	0.4589	0.4636	0.4684	0.4499
030_2_4	0.4731	0.4765	0.4644	0.4791	0.4326	0.446	0.4661	0.4737	0.4685	0.4723
033_1_2	0.4662	0.4731	0.4789	0.474	0.4795	0.486	0.4549	0.4701	0.4734	0.4596
033_1_3	0.4828	0.4652	0.4922	0.4564	0.4714	0.4891	0.4583	0.4675	0.4692	0.4678
033_2_2	0.485	0.466	0.4688	0.4785	0.4695	0.4943	0.459	0.4695	0.4697	0.4645
033_2_3	0.4855	0.4738	0.4733	0.4939	0.4788	0.4858	0.4721	0.4581	0.4791	0.4687
033_2_4	0.4943	0.472	0.484	0.4785	0.4686	0.4959	0.4645	0.4596	0.4794	0.4728
052_1_2	0.4483	0.444	0.4601	0.4532	0.4867	0.4902	0.4718	0.4699	0.4475	0.4381
052_1_3	0.4596	0.4725	0.4601	0.4634	0.4816	0.4849	0.4784	0.4654	0.4916	0.4697
052_2_2	0.4809	0.4675	0.4932	0.4705	0.4524	0.4459	0.4539	0.4907	0.4798	0.4338
052_2_3	0.4654	0.4507	0.4681	0.4592	0.4585	0.4784	0.5042	0.487	0.4745	0.4628
052_2_4	0.4628	0.4427	0.4645	0.4449	0.486	0.4848	0.4832	0.4739	0.4358	0.4309
057_1_2	0.4775	0.4887	0.4677	0.4843	0.499	0.4938	0.4915	0.4655	0.4708	0.4739
057_1_3	0.4749	0.4572	0.4629	0.4657	0.4757	0.4821	0.4883	0.4764	0.4741	0.47
057_2_2	0.4802	0.4647	0.4538	0.4735	0.4865	0.4695	0.4852	0.4938	0.4741	0.4749
057_2_3	0.4793	0.463	0.4618	0.4722	0.4752	0.4633	0.4812	0.4732	0.4437	0.4807
057_2_4	0.4718	0.4364	0.4507	0.4676	0.4689	0.4721	0.4864	0.4903	0.4672	0.473
059_1_2	0.461	0.4513	0.467	0.4654	0.472	0.4771	0.484	0.4802	0.4749	0.4714
059_1_3	0.474	0.4608	0.4627	0.4543	0.4825	0.4796	0.4644	0.4673	0.4774	0.4689
059_2_2	0.4598	0.4487	0.4701	0.4521	0.4778	0.4622	0.4775	0.4633	0.4656	0.4547

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	001_1_1	001_2_1	002_1_1	002_2_1	003_1_1	003_2_1	004_1_1	004_2_1	005_1_1	005_2_1
059_2_3	0.4629	0.4645	0.475	0.4511	0.4523	0.4789	0.4827	0.4732	0.4641	0.4537
059_2_4	0.4522	0.4509	0.4525	0.4497	0.4763	0.4603	0.4682	0.4786	0.4666	0.4685
061_1_2	0.4525	0.463	0.4357	0.4832	0.4554	0.4487	0.4544	0.464	0.4827	0.4363
061_1_3	0.452	0.4759	0.454	0.4681	0.448	0.455	0.4742	0.4856	0.4869	0.4687
061_2_2	0.44	0.4633	0.4463	0.4622	0.4714	0.4633	0.4808	0.4715	0.4868	0.4625
061_2_3	0.4719	0.477	0.4667	0.4827	0.4508	0.4426	0.487	0.4807	0.491	0.4571
061_2_4	0.47	0.4762	0.4695	0.4686	0.439	0.4463	0.4887	0.4774	0.4944	0.4809
064_1_2	0.4947	0.4791	0.4775	0.4569	0.4787	0.466	0.4843	0.4814	0.4652	0.474
064_1_3	0.4759	0.4764	0.4805	0.4577	0.4815	0.4755	0.4828	0.4714	0.4819	0.4886
064_2_2	0.4892	0.4775	0.4809	0.4654	0.4861	0.4719	0.483	0.462	0.4771	0.4853
064_2_3	0.4763	0.4614	0.4905	0.4766	0.4816	0.4706	0.4765	0.4711	0.4832	0.4695
064_2_4	0.4896	0.4725	0.4836	0.487	0.4874	0.4703	0.487	0.4806	0.4788	0.4839
088_1_2	0.4856	0.4761	0.4777	0.4648	0.4825	0.4719	0.4427	0.4768	0.4876	0.465
088_1_3	0.4711	0.4487	0.4777	0.4753	0.4926	0.4781	0.4507	0.4809	0.4793	0.4746
088_2_2	0.4848	0.4672	0.466	0.4902	0.4682	0.4707	0.4606	0.4839	0.4694	0.4886
088_2_3	0.478	0.4696	0.477	0.4855	0.4889	0.4838	0.4555	0.4817	0.4868	0.4676
088_2_4	0.4827	0.4638	0.4823	0.4679	0.4843	0.4764	0.466	0.4816	0.4893	0.4693



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	006_1_1	006_2_1	007_1_1	007_2_1	008_1_1	008_2_1	009_1_1	009_2_1	010_1_1	010_2_1	011_1_1
001_1_2	0.4806	0.4671	0.4691	0.463	0.4856	0.4462	0.4757	0.4815	0.4606	0.4671	0.4791
001_1_3	0.4823	0.4716	0.481	0.4743	0.4835	0.4615	0.4849	0.4788	0.4768	0.4922	0.4592
001_2_2	0.4557	0.4699	0.4615	0.4599	0.4618	0.4639	0.4737	0.4887	0.4498	0.4716	0.46
001_2_3	0.4694	0.4865	0.4778	0.4704	0.4689	0.4682	0.482	0.4935	0.4476	0.4744	0.4647
001_2_4	0.476	0.4769	0.4737	0.466	0.4645	0.4643	0.4852	0.4818	0.4477	0.4649	0.455
002_1_2	0.43	0.4358	0.4594	0.4774	0.4762	0.4702	0.4361	0.4636	0.4545	0.4575	0.4712
002_1_3	0.4523	0.474	0.4603	0.4409	0.476	0.4643	0.4709	0.4736	0.4827	0.4801	0.4586
002_2_2	0.4459	0.4515	0.4592	0.4764	0.4729	0.465	0.4418	0.4739	0.4753	0.4775	0.4875
002_2_3	0.4752	0.4877	0.4771	0.4677	0.4743	0.4654	0.4714	0.4777	0.4649	0.4433	0.5033
002_2_4	0.4245	0.4321	0.4872	0.4685	0.492	0.4489	0.4639	0.4799	0.4318	0.435	0.4851
003_1_2	0.42	0.4509	0.4534	0.471	0.4708	0.4638	0.4705	0.4811	0.4625	0.4637	0.4554
003_1_3	0.4105	0.4486	0.4709	0.4733	0.4747	0.4678	0.4783	0.4678	0.4676	0.4625	0.4604
003_2_2	0.4285	0.4369	0.4536	0.455	0.4798	0.4744	0.4907	0.4898	0.4617	0.4812	0.4641
003_2_3	0.4362	0.454	0.468	0.4575	0.479	0.4679	0.482	0.4827	0.468	0.4855	0.4768
003_2_4	0.4317	0.4569	0.4566	0.4653	0.4734	0.4804	0.4949	0.482	0.4505	0.4768	0.4763
004_1_2	0.4763	0.4779	0.4667	0.4543	0.4822	0.4936	0.4555	0.4715	0.4713	0.4861	0.4726
004_1_3	0.4921	0.4936	0.4592	0.4647	0.4753	0.4879	0.4607	0.4724	0.4706	0.4821	0.4645
004_2_3	0.4802	0.4558	0.4977	0.4622	0.4698	0.4771	0.4736	0.4712	0.4645	0.4527	0.4542
004_2_3	0.4686	0.4837	0.4717	0.4551	0.4858	0.4883	0.4614	0.4741	0.4473	0.4742	0.4612
004_2_4	0.469	0.4802	0.472	0.4647	0.4643	0.4759	0.4654	0.465	0.4918	0.477	0.4752
005_1_2	0.4724	0.4595	0.4764	0.4814	0.4935	0.4733	0.4767	0.4603	0.4834	0.4821	0.4739
005_1_3	0.4674	0.4698	0.4636	0.4574	0.4754	0.4828	0.471	0.4506	0.4375	0.4532	0.4618
005_2_2	0.4631	0.4786	0.4719	0.4723	0.4735	0.4826	0.4743	0.4374	0.4756	0.4597	0.4736
005_2_3	0.4824	0.4776	0.4761	0.4565	0.4717	0.4693	0.4465	0.4619	0.4499	0.4733	0.4736
005_2_4	0.4725	0.4731	0.442	0.4727	0.4848	0.4625	0.4558	0.454	0.4562	0.4723	0.4628
006_1_2	0.2576	0.2451	0.4598	0.467	0.4806	0.4818	0.4975	0.4842	0.4496	0.4616	0.4455
006_1_3	0.2842	0.2273	0.4735	0.4628	0.4862	0.4746	0.4773	0.4856	0.4484	0.4686	0.4522
006_2_2	0.3468	0.3004	0.446	0.4848	0.4806	0.473	0.4848	0.4805	0.4274	0.4654	0.4714
006_2_3	0.3357	0.2897	0.4457	0.4669	0.478	0.4561	0.4742	0.4665	0.4427	0.4834	0.4388
006_2_4	0.3151	0.2451	0.4456	0.4648	0.4771	0.4748	0.4666	0.4594	0.4373	0.4827	0.4481
007_1_2	0.4733	0.4697	0.2522	0.3163	0.4534	0.4808	0.4494	0.4688	0.454	0.4507	0.4693
007_1_3	0.4524	0.4774	0.3028	0.2946	0.469	0.4863	0.4666	0.4657	0.4458	0.4473	0.4609
007_2_2	0.4657	0.4588	0.2807	0.2632	0.4914	0.4858	0.4756	0.4712	0.4617	0.4769	0.4546
007_2_3	0.4799	0.4558	0.2726	0.2521	0.4742	0.474	0.4816	0.474	0.4646	0.4754	0.474
007_2_4	0.463	0.436	0.3163	0.2933	0.483	0.4872	0.4882	0.48	0.478	0.4874	0.4798
008_1_2	0.4662	0.4916	0.4769	0.4766	0.2953	0.3106	0.4611	0.4576	0.474	0.4865	0.4782
008_1_3	0.4759	0.4837	0.4794	0.4527	0.3126	0.306	0.485	0.4614	0.4686	0.4669	0.4778
008_2_2	0.4718	0.4671	0.472	0.4863	0.3009	0.2878	0.4621	0.4714	0.4806	0.4835	0.4771
008_2_3	0.4784	0.4726	0.4793	0.481	0.2989	0.2863	0.4726	0.4813	0.4849	0.4813	0.4747
008_2_4	0.4652	0.4712	0.4749	0.4811	0.3039	0.3153	0.4473	0.4708	0.4659	0.4694	0.4806
009_1_2	0.4612	0.474	0.4545	0.4961	0.4735	0.4736	0.3297	0.263	0.4376	0.47	0.4776
009_1_3	0.4748	0.4819	0.4681	0.5007	0.462	0.4649	0.3074	0.27	0.4461	0.4626	0.4761

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	006_1_1	006_2_1	007_1_1	007_2_1	008_1_1	008_2_1	009_1_1	009_2_1	010_1_1	010_2_1	011_1_1
009_2_2	0.4828	0.4899	0.4539	0.4793	0.4557	0.4701	0.2956	0.2868	0.4435	0.4411	0.4719
009_2_3	0.4812	0.4837	0.4685	0.475	0.4564	0.4854	0.2889	0.2856	0.4425	0.4525	0.4661
009_2_4	0.4793	0.4715	0.4786	0.4909	0.4618	0.4877	0.3376	0.3207	0.447	0.439	0.4731
010_1_2	0.4785	0.4423	0.4512	0.4756	0.4609	0.4858	0.4609	0.4551	0.2001	0.3561	0.4864
010_1_3	0.4555	0.4335	0.4448	0.4811	0.473	0.4671	0.4745	0.4652	0.2804	0.3208	0.4814
010_2_2	0.4526	0.4603	0.4355	0.4774	0.4607	0.4869	0.4612	0.463	0.3519	0.3336	0.4747
010_2_3	0.4286	0.4594	0.4702	0.4724	0.4749	0.4779	0.4497	0.4519	0.3306	0.282	0.4623
010_2_4	0.4326	0.4703	0.47	0.4771	0.4644	0.4859	0.4432	0.4754	0.3829	0.3182	0.4593
011_1_2	0.4341	0.4543	0.4415	0.457	0.4597	0.4833	0.4615	0.479	0.4593	0.46	0.3204
011_1_3	0.4646	0.4851	0.4928	0.4877	0.4762	0.4737	0.4664	0.4615	0.4843	0.4806	0.4425
011_2_2	0.4578	0.4841	0.4605	0.4778	0.484	0.4717	0.4576	0.4898	0.4647	0.4674	0.4583
011_2_3	0.4434	0.4373	0.4419	0.4463	0.4734	0.4847	0.4927	0.4837	0.4525	0.4525	0.4004
011_2_4	0.4357	0.4614	0.4625	0.4657	0.4549	0.4649	0.4859	0.4922	0.4574	0.4721	0.3348
012_1_2	0.4604	0.4681	0.4843	0.4835	0.4892	0.4732	0.4894	0.4699	0.4573	0.4723	0.4762
012_1_3	0.4606	0.462	0.4431	0.4746	0.4781	0.4841	0.4705	0.4609	0.4659	0.4828	0.4719
012_2_2	0.4604	0.4774	0.4724	0.4648	0.4684	0.4705	0.466	0.4825	0.4452	0.4664	0.4685
012_2_3	0.4629	0.4729	0.4547	0.4582	0.4795	0.4808	0.5037	0.4896	0.4566	0.4782	0.4722
012_2_4	0.4554	0.4675	0.4614	0.4586	0.4781	0.4602	0.4908	0.4797	0.4755	0.4777	0.4553
013_1_2	0.4795	0.469	0.457	0.4724	0.4636	0.4657	0.4819	0.4861	0.4702	0.489	0.4604
013_1_3	0.4874	0.4711	0.4512	0.4665	0.4765	0.4572	0.4721	0.4754	0.4762	0.5016	0.4794
013_2_2	0.47	0.4548	0.4394	0.4729	0.4789	0.4561	0.4835	0.4867	0.478	0.4956	0.4557
013_2_3	0.4674	0.4726	0.4659	0.4757	0.4631	0.4598	0.4891	0.4889	0.4808	0.479	0.4616
013_2_4	0.4649	0.4857	0.4681	0.4782	0.4632	0.4518	0.4941	0.4864	0.4785	0.4574	0.4638
014_1_2	0.4839	0.4809	0.4775	0.4836	0.4732	0.4771	0.4382	0.4572	0.4679	0.4477	0.4882
014_1_3	0.4785	0.4899	0.4739	0.4748	0.4779	0.4735	0.4464	0.4666	0.4532	0.4518	0.4832
014_2_2	0.492	0.4838	0.4593	0.485	0.468	0.4839	0.4435	0.4684	0.4525	0.4597	0.4792
014_2_3	0.4704	0.4783	0.4732	0.4915	0.4824	0.4861	0.456	0.4666	0.4833	0.4755	0.4699
014_2_4	0.5018	0.4803	0.4515	0.4875	0.4904	0.4788	0.4387	0.4545	0.4576	0.477	0.4805
015_1_2	0.4722	0.4808	0.4566	0.465	0.4822	0.4609	0.452	0.4658	0.459	0.4506	0.4906
015_1_3	0.4959	0.4805	0.4616	0.4633	0.4872	0.483	0.4613	0.4468	0.4701	0.4498	0.4735
015_2_2	0.4753	0.4436	0.468	0.4708	0.4765	0.4815	0.4684	0.4679	0.45	0.4452	0.4501
015_2_3	0.4683	0.4887	0.4521	0.4715	0.4947	0.4829	0.4608	0.4697	0.4792	0.4611	0.4826
015_2_4	0.4722	0.4866	0.4875	0.4682	0.4724	0.4778	0.4463	0.4687	0.4596	0.459	0.4422
016_1_2	0.4794	0.4821	0.4731	0.4587	0.4664	0.4672	0.4649	0.4559	0.4824	0.4617	0.4826
016_1_3	0.4662	0.474	0.4691	0.4579	0.4291	0.4516	0.4471	0.4565	0.4621	0.4649	0.4702
016_2_2	0.4762	0.4728	0.462	0.4579	0.4557	0.4625	0.4471	0.4795	0.459	0.4566	0.4871
016_2_3	0.4543	0.4954	0.4868	0.4664	0.4589	0.4541	0.458	0.4727	0.4649	0.4526	0.4668
016_2_4	0.4571	0.4828	0.4867	0.4538	0.4676	0.471	0.4638	0.475	0.4629	0.4605	0.4712
017_1_2	0.4761	0.4751	0.467	0.4802	0.458	0.4677	0.4742	0.48	0.4246	0.4665	0.478
017_1_3	0.4842	0.4762	0.4696	0.4718	0.4703	0.468	0.4754	0.4852	0.4244	0.4543	0.4773
017_2_2	0.4783	0.4771	0.4866	0.463	0.4651	0.4934	0.4792	0.5049	0.4507	0.4687	0.4825
017_2_3	0.4543	0.4823	0.4736	0.4579	0.4606	0.4712	0.4878	0.4965	0.4574	0.4791	0.4832

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังหน่วยงานอื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	006_1_1	006_2_1	007_1_1	007_2_1	008_1_1	008_2_1	009_1_1	009_2_1	010_1_1	010_2_1	011_1_1
017_2_4	0.4887	0.4636	0.4683	0.4642	0.4494	0.4775	0.478	0.4972	0.4591	0.477	0.4855
018_1_2	0.5068	0.485	0.482	0.4915	0.4655	0.4763	0.4676	0.4968	0.4783	0.4845	0.4801
018_1_3	0.4918	0.4834	0.4926	0.4616	0.4859	0.4644	0.4788	0.4965	0.4831	0.4844	0.4884
018_2_2	0.4743	0.4763	0.4233	0.468	0.4448	0.471	0.4531	0.4633	0.4459	0.4992	0.4664
018_2_3	0.4841	0.4799	0.4663	0.4755	0.4744	0.4776	0.466	0.4731	0.4887	0.4814	0.4752
018_2_4	0.4918	0.4844	0.4672	0.4687	0.4843	0.4827	0.4607	0.4726	0.4881	0.5064	0.4852
019_1_2	0.4785	0.4889	0.4484	0.4658	0.4713	0.4728	0.4594	0.4759	0.4527	0.4863	0.4785
019_1_3	0.4788	0.4887	0.458	0.4604	0.4707	0.4668	0.4756	0.4761	0.4454	0.4779	0.475
019_2_2	0.5006	0.4892	0.4785	0.4667	0.4578	0.474	0.4867	0.4773	0.4673	0.4767	0.4809
019_2_3	0.4794	0.4946	0.45	0.4724	0.4519	0.4622	0.474	0.4686	0.4603	0.4828	0.478
019_2_4	0.4788	0.4974	0.4758	0.478	0.4666	0.4776	0.4669	0.472	0.4671	0.4831	0.4783
020_1_2	0.4603	0.4866	0.4688	0.4474	0.4514	0.46	0.4758	0.4672	0.4772	0.49	0.4664
020_1_3	0.4783	0.4709	0.4737	0.4644	0.4606	0.4528	0.4578	0.4661	0.4472	0.4754	0.4449
020_2_2	0.4931	0.4895	0.4622	0.445	0.4543	0.4532	0.4736	0.4745	0.4809	0.4905	0.4555
020_2_3	0.4501	0.4435	0.4619	0.4473	0.4745	0.4517	0.4861	0.4618	0.4446	0.4819	0.4473
020_2_4	0.4702	0.4788	0.4709	0.4485	0.4531	0.4533	0.4823	0.4786	0.4551	0.4729	0.4528
021_1_2	0.4692	0.4755	0.4837	0.4709	0.4904	0.4638	0.4774	0.4875	0.4766	0.4694	0.4903
021_1_3	0.4854	0.488	0.479	0.475	0.4826	0.469	0.4679	0.484	0.4774	0.4897	0.4696
021_2_2	0.4669	0.4579	0.4777	0.4887	0.4827	0.4799	0.4692	0.4804	0.4771	0.4467	0.4881
021_2_3	0.4816	0.4889	0.4884	0.4513	0.4755	0.4672	0.4918	0.4705	0.4647	0.4813	0.4747
021_2_4	0.4711	0.485	0.4824	0.4677	0.4817	0.4678	0.4741	0.4846	0.4728	0.4824	0.4751
022_1_2	0.4646	0.4796	0.4619	0.4522	0.477	0.4899	0.474	0.4746	0.463	0.4631	0.4835
022_1_3	0.4617	0.4682	0.4743	0.4485	0.474	0.4688	0.4823	0.4846	0.4606	0.4711	0.4763
022_2_2	0.4659	0.4762	0.4498	0.4416	0.4678	0.4654	0.4684	0.4799	0.4719	0.4618	0.4729
022_2_3	0.444	0.4672	0.4724	0.4528	0.4473	0.4666	0.4871	0.4861	0.4587	0.4655	0.4673
022_2_4	0.4651	0.4867	0.4866	0.4488	0.4556	0.4614	0.4581	0.4516	0.4711	0.4739	0.4768
023_1_2	0.4625	0.4699	0.4546	0.463	0.4813	0.4799	0.4654	0.4605	0.4527	0.4575	0.4568
023_1_3	0.4595	0.4854	0.4416	0.4573	0.474	0.467	0.4677	0.4746	0.4594	0.4602	0.4632
023_2_2	0.4731	0.4739	0.4395	0.455	0.4834	0.4791	0.4684	0.4825	0.4175	0.466	0.4551
023_2_3	0.4692	0.4836	0.4422	0.4462	0.4729	0.4897	0.4852	0.48	0.4262	0.4557	0.4692
023_2_4	0.4659	0.4816	0.4467	0.4623	0.4784	0.4661	0.4753	0.4711	0.4489	0.4653	0.4604
024_1_2	0.4902	0.4687	0.4716	0.4747	0.4528	0.4889	0.4795	0.4858	0.4634	0.4745	0.4804
024_1_3	0.4708	0.4663	0.489	0.4699	0.4456	0.4816	0.4753	0.4854	0.4576	0.4758	0.4756
024_2_2	0.484	0.4872	0.4607	0.4835	0.4649	0.4699	0.4831	0.4711	0.4403	0.4742	0.4872
024_2_3	0.479	0.4767	0.4765	0.4929	0.4641	0.4762	0.4568	0.4814	0.4508	0.4687	0.4783
024_2_4	0.483	0.4899	0.4673	0.4817	0.4427	0.4904	0.4752	0.4684	0.4634	0.4848	0.4635
025_1_2	0.4839	0.4545	0.4391	0.473	0.4643	0.4611	0.4589	0.467	0.4871	0.4869	0.4687
025_1_3	0.4993	0.4781	0.4475	0.4622	0.4731	0.4588	0.4528	0.4622	0.465	0.4861	0.4691
025_2_2	0.4792	0.4712	0.449	0.4771	0.4762	0.4546	0.446	0.4603	0.4546	0.4691	0.4647
025_2_3	0.4783	0.4778	0.437	0.4955	0.4789	0.4573	0.4614	0.471	0.4752	0.4747	0.4756
025_2_4	0.4969	0.4869	0.4623	0.4644	0.4739	0.4657	0.4542	0.4542	0.4892	0.483	0.4667
026_1_2	0.4843	0.4735	0.4688	0.4781	0.4469	0.4319	0.4772	0.477	0.4413	0.4781	0.4783

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

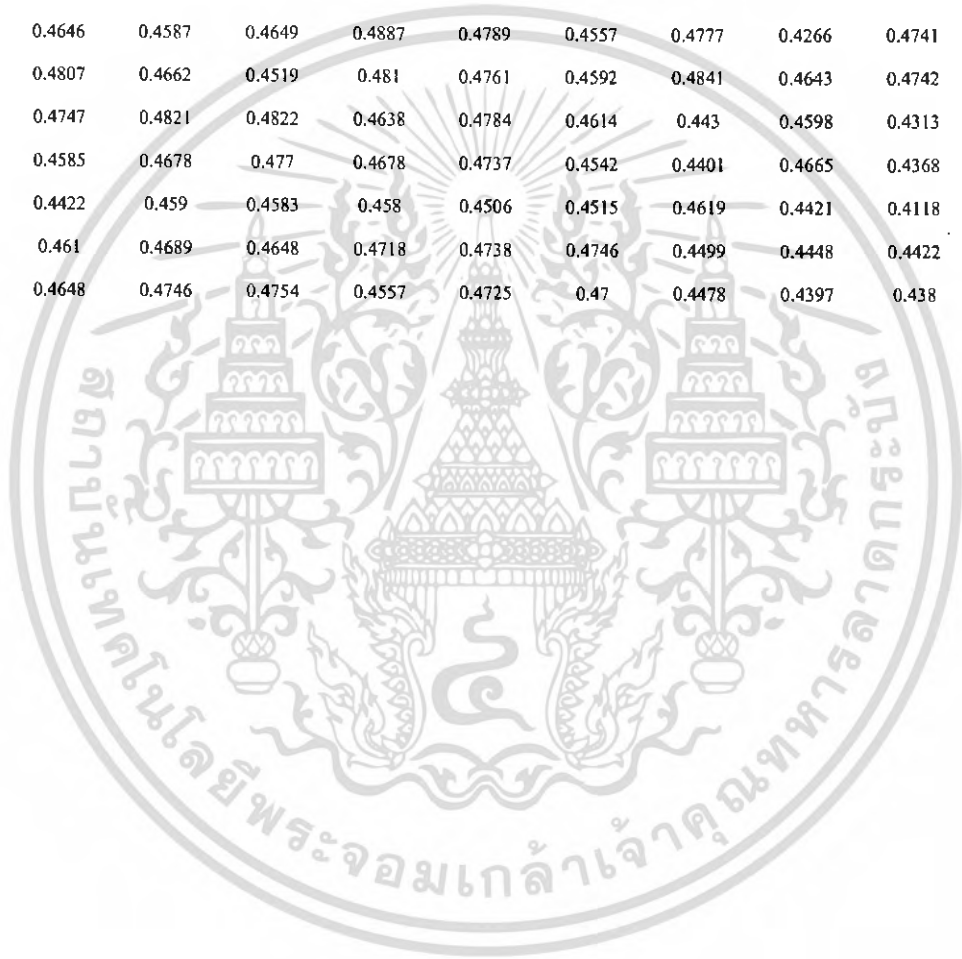
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	006_1_1	006_2_1	007_1_1	007_2_1	008_1_1	008_2_1	009_1_1	009_2_1	010_1_1	010_2_1	011_1_1
026_1_3	0.4454	0.4755	0.4539	0.4997	0.4503	0.4856	0.4801	0.4798	0.4462	0.4522	0.4806
026_2_2	0.4764	0.4794	0.4645	0.4756	0.4774	0.4684	0.45	0.48	0.4296	0.465	0.4813
026_2_3	0.4707	0.4709	0.4739	0.4808	0.4746	0.4725	0.4627	0.4822	0.4591	0.4711	0.4823
026_2_4	0.488	0.4743	0.4578	0.4734	0.4698	0.4791	0.4841	0.4777	0.4543	0.4687	0.4813
027_1_2	0.4775	0.4815	0.4707	0.4761	0.4688	0.4778	0.4801	0.453	0.4624	0.4554	0.4743
027_1_3	0.4869	0.4959	0.4858	0.4738	0.4984	0.4548	0.4645	0.4657	0.469	0.4478	0.4771
027_2_2	0.4721	0.4822	0.4492	0.474	0.4795	0.4778	0.4472	0.4466	0.4519	0.4696	0.4745
027_2_3	0.4646	0.4841	0.495	0.4882	0.4655	0.4725	0.4536	0.4632	0.4791	0.4751	0.4739
027_2_4	0.4681	0.467	0.4671	0.4848	0.4895	0.4714	0.4603	0.4372	0.4602	0.4565	0.4642
028_1_2	0.4637	0.4665	0.4573	0.4776	0.4557	0.4781	0.4897	0.47	0.47	0.4496	0.4789
028_1_3	0.4813	0.4367	0.4803	0.4734	0.4844	0.4737	0.4445	0.4699	0.4668	0.4692	0.4749
028_2_2	0.4806	0.4762	0.4682	0.4762	0.4838	0.4852	0.457	0.458	0.4606	0.4619	0.48
028_2_3	0.4735	0.4599	0.4616	0.4773	0.4766	0.4893	0.4691	0.4655	0.4687	0.452	0.4899
028_2_4	0.4629	0.4647	0.4763	0.4675	0.4747	0.4827	0.4801	0.4726	0.4846	0.474	0.4801
029_1_2	0.4632	0.4707	0.4524	0.4613	0.4685	0.4551	0.4541	0.4454	0.4674	0.4786	0.4629
029_1_3	0.4841	0.475	0.4408	0.4494	0.4677	0.4614	0.4667	0.4548	0.4732	0.492	0.467
029_2_2	0.4544	0.474	0.4603	0.4541	0.4693	0.461	0.4603	0.4435	0.484	0.467	0.4656
029_2_3	0.464	0.4716	0.4545	0.4539	0.4694	0.4779	0.4544	0.4417	0.4836	0.4882	0.4622
029_2_4	0.4613	0.4834	0.4553	0.4655	0.4731	0.4569	0.4746	0.456	0.4595	0.473	0.4666
030_1_2	0.4907	0.5004	0.4771	0.4912	0.4725	0.4766	0.4618	0.4759	0.4605	0.4799	0.4886
030_1_3	0.4631	0.4575	0.4603	0.4742	0.4641	0.4751	0.4726	0.4744	0.4771	0.4628	0.4724
030_2_2	0.4361	0.4689	0.463	0.4731	0.4539	0.4613	0.464	0.464	0.4688	0.4816	0.4428
030_2_3	0.4657	0.4931	0.4596	0.4711	0.492	0.4685	0.4698	0.4614	0.4614	0.4851	0.4792
030_2_4	0.4553	0.4739	0.4796	0.4559	0.4741	0.4947	0.4646	0.4722	0.4455	0.4679	0.4642
033_1_2	0.479	0.483	0.4543	0.4961	0.4748	0.4755	0.4473	0.4659	0.4836	0.4503	0.4532
033_1_3	0.4783	0.4751	0.4885	0.4577	0.4537	0.4775	0.4556	0.4778	0.4769	0.4572	0.4781
033_2_2	0.4717	0.4688	0.4599	0.4901	0.4766	0.4719	0.4471	0.4742	0.4828	0.4436	0.4689
033_2_3	0.4698	0.4548	0.4528	0.4889	0.4764	0.4833	0.4528	0.4602	0.4695	0.4571	0.4531
033_2_4	0.477	0.4595	0.4897	0.4707	0.4779	0.4665	0.4373	0.476	0.479	0.4388	0.4772
052_1_2	0.4681	0.471	0.477	0.4647	0.4895	0.4463	0.4713	0.4734	0.4376	0.463	0.4728
052_1_3	0.4524	0.4542	0.4716	0.4583	0.4646	0.482	0.4683	0.4483	0.4741	0.468	0.4371
052_2_2	0.4498	0.4669	0.4678	0.4633	0.4673	0.4595	0.4747	0.4461	0.4461	0.4656	0.4584
052_2_3	0.4871	0.4889	0.4829	0.4654	0.4854	0.4662	0.4787	0.4922	0.4756	0.4587	0.4727
052_2_4	0.4797	0.4823	0.4699	0.4665	0.4931	0.4632	0.4864	0.4941	0.4823	0.4864	0.4768
057_1_2	0.4587	0.4767	0.4864	0.4669	0.4782	0.4852	0.4889	0.495	0.4832	0.4805	0.462
057_1_3	0.4627	0.4957	0.4606	0.4722	0.4689	0.4839	0.4684	0.4692	0.4832	0.4867	0.4685
057_2_2	0.4837	0.5058	0.4657	0.472	0.4534	0.4936	0.4791	0.4824	0.4486	0.4735	0.4638
057_2_3	0.4879	0.5031	0.4647	0.4681	0.4647	0.463	0.4741	0.4832	0.4664	0.4883	0.4488
057_2_4	0.4841	0.5041	0.4683	0.479	0.4662	0.4781	0.4585	0.4715	0.4445	0.475	0.4703
059_1_2	0.4796	0.4905	0.4575	0.4675	0.4902	0.4912	0.4684	0.4851	0.4535	0.4709	0.4721
059_1_3	0.4698	0.4886	0.4625	0.4626	0.4659	0.4724	0.4739	0.4863	0.4611	0.4693	0.472
059_2_2	0.4677	0.483	0.4682	0.4631	0.47	0.463	0.4584	0.4789	0.4469	0.4618	0.4616

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	006_1_1	006_2_1	007_1_1	007_2_1	008_1_1	008_2_1	009_1_1	009_2_1	010_1_1	010_2_1	011_1_1
059_2_3	0.4661	0.4912	0.4489	0.478	0.458	0.4696	0.4623	0.47	0.451	0.471	0.4665
059_2_4	0.482	0.4704	0.4658	0.4722	0.4741	0.4711	0.4704	0.4878	0.4534	0.4719	0.4717
061_1_2	0.4466	0.4635	0.4648	0.4718	0.4391	0.4526	0.4467	0.4627	0.4581	0.4663	0.4338
061_1_3	0.4601	0.4779	0.4864	0.4728	0.4432	0.455	0.4498	0.4813	0.4645	0.492	0.4886
061_2_2	0.4694	0.4913	0.4819	0.4775	0.4495	0.4323	0.4627	0.4735	0.4764	0.4845	0.4772
061_2_3	0.4734	0.4924	0.4907	0.467	0.4501	0.4392	0.4774	0.4796	0.4878	0.4885	0.4896
061_2_4	0.475	0.4982	0.4852	0.4738	0.4497	0.4562	0.4809	0.4792	0.4898	0.4776	0.4827
064_1_2	0.4667	0.4684	0.4844	0.4552	0.4815	0.4774	0.466	0.4874	0.4707	0.4875	0.4797
064_1_3	0.461	0.459	0.4586	0.4546	0.4897	0.4823	0.4661	0.4867	0.4288	0.4754	0.4739
064_2_2	0.4701	0.4619	0.4673	0.4551	0.4908	0.475	0.4664	0.4884	0.4705	0.4768	0.4591
064_2_3	0.457	0.4646	0.4587	0.4649	0.4887	0.4789	0.4557	0.4777	0.4266	0.4741	0.4656
064_2_4	0.4614	0.4807	0.4662	0.4519	0.481	0.4761	0.4592	0.4841	0.4643	0.4742	0.4653
088_1_2	0.4813	0.4747	0.4821	0.4822	0.4638	0.4784	0.4614	0.443	0.4598	0.4313	0.4804
088_1_3	0.4689	0.4585	0.4678	0.477	0.4678	0.4737	0.4542	0.4401	0.4665	0.4368	0.4694
088_2_2	0.455	0.4422	0.459	0.4583	0.458	0.4506	0.4515	0.4619	0.4421	0.4118	0.4756
088_2_3	0.4537	0.461	0.4689	0.4648	0.4718	0.4738	0.4746	0.4499	0.4448	0.4422	0.4846
088_2_4	0.4642	0.4648	0.4746	0.4754	0.4557	0.4725	0.47	0.4478	0.4397	0.438	0.4688



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	011_2_1	012_1_1	012_2_1	013_1_1	013_2_1	014_1_1	014_2_1	015_1_1	015_2_1	016_1_1	016_2_1
001_1_2	0.4778	0.4877	0.4831	0.4711	0.4582	0.4559	0.4722	0.4825	0.4744	0.4888	0.4804
001_1_3	0.4528	0.4651	0.4853	0.4906	0.4581	0.4842	0.4741	0.4866	0.4762	0.4963	0.4899
001_2_2	0.4511	0.4675	0.4575	0.467	0.4532	0.4619	0.4764	0.4703	0.4781	0.4617	0.4823
001_2_3	0.4561	0.4825	0.4545	0.4709	0.4506	0.4824	0.4795	0.4741	0.4652	0.459	0.4834
001_2_4	0.4467	0.4704	0.4697	0.4698	0.4514	0.4683	0.4851	0.4777	0.4782	0.4677	0.4852
002_1_2	0.4266	0.4619	0.4698	0.4603	0.4551	0.4705	0.4692	0.4626	0.4535	0.4673	0.4837
002_1_3	0.4406	0.4727	0.4764	0.4719	0.459	0.4827	0.4788	0.4661	0.4669	0.4732	0.4716
002_2_2	0.4641	0.4617	0.4646	0.4349	0.456	0.4826	0.4871	0.4682	0.4787	0.4776	0.4809
002_2_3	0.4967	0.452	0.4636	0.4824	0.4764	0.4843	0.4795	0.4737	0.4643	0.4724	0.4743
002_2_4	0.471	0.4626	0.4743	0.449	0.4396	0.4675	0.4681	0.4688	0.4548	0.4935	0.4628
003_1_2	0.4632	0.474	0.436	0.4764	0.4762	0.4796	0.4785	0.4603	0.4817	0.4693	0.4816
003_1_3	0.4654	0.481	0.4276	0.4721	0.4709	0.4726	0.4819	0.4617	0.4773	0.4652	0.471
003_2_2	0.4728	0.4885	0.4321	0.4914	0.4631	0.4662	0.4796	0.4776	0.4799	0.4709	0.4851
003_2_3	0.4828	0.4768	0.4386	0.4913	0.474	0.4799	0.4814	0.4605	0.4747	0.4799	0.4815
003_2_4	0.4922	0.486	0.4558	0.4899	0.473	0.4693	0.4774	0.4639	0.4865	0.484	0.4917
004_1_2	0.4706	0.4557	0.4635	0.448	0.4569	0.4591	0.4443	0.4593	0.4678	0.4823	0.4862
004_1_3	0.4669	0.4687	0.478	0.4184	0.4543	0.4532	0.4613	0.4688	0.4732	0.4791	0.488
004_2_2	0.4626	0.4673	0.5087	0.4773	0.4872	0.473	0.4329	0.4725	0.4668	0.4577	0.4696
004_2_3	0.4663	0.4597	0.4654	0.4124	0.4577	0.4587	0.4435	0.4683	0.457	0.4759	0.4817
004_2_4	0.4725	0.4576	0.4727	0.4545	0.452	0.4655	0.4731	0.4324	0.4748	0.4698	0.4776
005_1_2	0.4594	0.4735	0.4684	0.4387	0.4687	0.4674	0.4466	0.4586	0.4766	0.4562	0.4595
005_1_3	0.4725	0.4835	0.4556	0.4828	0.4807	0.468	0.4467	0.4438	0.4723	0.4654	0.4512
005_2_2	0.4591	0.4833	0.4689	0.4775	0.478	0.4771	0.4577	0.4735	0.4573	0.4539	0.4636
005_2_3	0.4905	0.4898	0.4666	0.4877	0.4832	0.4654	0.4657	0.4657	0.4609	0.4727	0.4561
005_2_4	0.4677	0.4714	0.4485	0.4775	0.4868	0.4741	0.4612	0.4378	0.4555	0.465	0.4873
006_1_2	0.4556	0.4615	0.4598	0.474	0.475	0.463	0.4757	0.4238	0.4683	0.4585	0.4766
006_1_3	0.4659	0.4564	0.4659	0.4933	0.4743	0.4864	0.4929	0.4513	0.4785	0.4883	0.4639
006_2_2	0.4752	0.4568	0.4721	0.4645	0.4413	0.4818	0.4858	0.4663	0.464	0.4747	0.4849
006_2_3	0.4622	0.4668	0.4696	0.4348	0.4493	0.4625	0.4663	0.4461	0.4512	0.4655	0.4742
006_2_4	0.4611	0.4735	0.4756	0.4506	0.4398	0.4753	0.4772	0.4479	0.4422	0.4727	0.4639
007_1_2	0.4566	0.4761	0.4571	0.464	0.4643	0.4488	0.451	0.4482	0.46	0.4341	0.4639
007_1_3	0.4468	0.4728	0.4395	0.4519	0.4649	0.4465	0.4648	0.4536	0.4709	0.4445	0.4761
007_2_2	0.4616	0.4731	0.4541	0.4684	0.4545	0.4846	0.4788	0.4725	0.4588	0.4588	0.4806
007_2_3	0.4756	0.4707	0.4692	0.455	0.4538	0.4907	0.4848	0.4715	0.4533	0.4608	0.4629
007_2_4	0.4803	0.4731	0.46	0.4599	0.4753	0.4926	0.4973	0.4507	0.4602	0.4678	0.4678
008_1_2	0.4672	0.4468	0.4644	0.4492	0.4594	0.4824	0.4782	0.4574	0.4473	0.4525	0.465
008_1_3	0.4752	0.4534	0.4694	0.4739	0.466	0.4802	0.4881	0.4709	0.4884	0.4593	0.4517
008_2_2	0.4768	0.457	0.4817	0.4544	0.4799	0.4721	0.4758	0.4749	0.4685	0.4688	0.4678
008_2_3	0.4794	0.4559	0.4791	0.4686	0.4719	0.4668	0.4852	0.4846	0.4764	0.4595	0.4423
008_2_4	0.4732	0.4642	0.485	0.4799	0.482	0.4785	0.4759	0.4667	0.4705	0.4677	0.4629
009_1_2	0.4852	0.4655	0.4804	0.4583	0.4624	0.4691	0.4546	0.4765	0.4542	0.4756	0.4695
009_1_3	0.495	0.4846	0.4905	0.4863	0.4451	0.4669	0.4716	0.476	0.441	0.485	0.4577

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	011_2_1	012_1_1	012_2_1	013_1_1	013_2_1	014_1_1	014_2_1	015_1_1	015_2_1	016_1_1	016_2_1
009_2_2	0.4852	0.4885	0.4747	0.4748	0.4577	0.4504	0.4651	0.462	0.4488	0.4896	0.456
009_2_3	0.4715	0.4833	0.4793	0.4772	0.479	0.4659	0.4607	0.4731	0.4545	0.4678	0.459
009_2_4	0.4874	0.4787	0.4719	0.4778	0.4718	0.4618	0.4594	0.4674	0.4401	0.4899	0.4693
010_1_2	0.4754	0.4654	0.4536	0.4719	0.4762	0.4358	0.4537	0.4356	0.453	0.455	0.4522
010_1_3	0.4716	0.4498	0.4659	0.4833	0.4814	0.4616	0.4617	0.4282	0.4548	0.4617	0.4743
010_2_2	0.4719	0.4822	0.4789	0.4575	0.4757	0.4701	0.4652	0.4281	0.4413	0.4465	0.4597
010_2_3	0.4623	0.4851	0.4717	0.4845	0.4711	0.4666	0.4736	0.4414	0.4434	0.4585	0.4582
010_2_4	0.4451	0.5021	0.452	0.4672	0.4603	0.4569	0.4628	0.4436	0.4631	0.4423	0.4567
011_1_2	0.307	0.4867	0.4681	0.4522	0.481	0.4771	0.4788	0.4552	0.4749	0.4385	0.4623
011_1_3	0.4532	0.476	0.4756	0.4488	0.475	0.4403	0.4529	0.4574	0.4565	0.4781	0.5002
011_2_2	0.4558	0.4781	0.4726	0.4194	0.4882	0.4512	0.4749	0.437	0.4573	0.4665	0.4776
011_2_3	0.3495	0.4553	0.4377	0.4279	0.4925	0.4791	0.4651	0.454	0.4837	0.4606	0.4667
011_2_4	0.3106	0.4596	0.4533	0.4672	0.4622	0.4698	0.4488	0.4511	0.4844	0.4303	0.4531
012_1_2	0.4507	0.2762	0.2724	0.4797	0.4725	0.4923	0.4889	0.4359	0.4471	0.4774	0.4737
012_1_3	0.4379	0.2809	0.2952	0.4437	0.4835	0.4745	0.4642	0.4458	0.476	0.455	0.457
012_2_2	0.4417	0.2775	0.3084	0.4766	0.4545	0.488	0.4773	0.4435	0.4608	0.4687	0.4713
012_2_3	0.4629	0.3319	0.2921	0.4935	0.4731	0.4924	0.4887	0.4586	0.4679	0.4356	0.4734
012_2_4	0.4452	0.3334	0.3132	0.4614	0.4671	0.4845	0.4812	0.4558	0.474	0.4547	0.4739
013_1_2	0.4409	0.4593	0.4629	0.3075	0.2644	0.4671	0.4642	0.4548	0.4835	0.4399	0.48
013_1_3	0.464	0.4623	0.475	0.3491	0.2581	0.4854	0.4641	0.462	0.4575	0.459	0.4589
013_2_2	0.4424	0.4678	0.4797	0.3129	0.2537	0.4559	0.4721	0.4697	0.4797	0.4528	0.4611
013_2_3	0.4568	0.4641	0.4825	0.3535	0.2774	0.4804	0.4792	0.4673	0.4731	0.4642	0.4584
013_2_4	0.4592	0.4725	0.474	0.3174	0.3182	0.4591	0.4676	0.4485	0.4834	0.4682	0.4781
014_1_2	0.4855	0.4811	0.4993	0.4547	0.4627	0.2431	0.2892	0.4687	0.4726	0.4998	0.4857
014_1_3	0.4763	0.4946	0.4859	0.4573	0.4766	0.2663	0.2066	0.4737	0.4778	0.4874	0.4801
014_2_2	0.478	0.4923	0.4928	0.4432	0.4873	0.2727	0.268	0.4643	0.4905	0.4757	0.4749
014_2_3	0.4902	0.476	0.482	0.4926	0.4819	0.326	0.3057	0.4816	0.4889	0.49	0.4883
014_2_4	0.4813	0.4632	0.4897	0.4674	0.4663	0.2395	0.2339	0.4885	0.485	0.4775	0.4915
015_1_2	0.4906	0.4461	0.4679	0.5003	0.4715	0.4844	0.4854	0.3599	0.3202	0.4677	0.4527
015_1_3	0.4669	0.4654	0.4749	0.4788	0.4635	0.4599	0.4551	0.3833	0.4079	0.4756	0.481
015_2_2	0.4628	0.4651	0.4632	0.4653	0.4665	0.4883	0.4893	0.4176	0.3138	0.4616	0.4854
015_2_3	0.4919	0.4541	0.4619	0.4952	0.4622	0.4856	0.464	0.43	0.3236	0.4693	0.4638
015_2_4	0.4601	0.4501	0.465	0.4471	0.4554	0.4895	0.4802	0.3686	0.3194	0.4789	0.4861
016_1_2	0.4774	0.4784	0.4774	0.4522	0.4632	0.4698	0.4581	0.4777	0.4609	0.2985	0.2871
016_1_3	0.4634	0.4595	0.4829	0.4514	0.4475	0.4554	0.4683	0.4792	0.4573	0.3375	0.2987
016_2_2	0.4718	0.4695	0.4691	0.4732	0.4551	0.4608	0.4716	0.4494	0.475	0.2913	0.2472
016_2_3	0.4594	0.4718	0.4682	0.4772	0.4628	0.4566	0.4681	0.4627	0.4617	0.3289	0.2987
016_2_4	0.4664	0.4797	0.4732	0.4611	0.4513	0.4701	0.4656	0.4791	0.4636	0.3209	0.2997
017_1_2	0.4813	0.4815	0.4729	0.4648	0.4747	0.4786	0.4701	0.4661	0.486	0.4652	0.468
017_1_3	0.4768	0.4756	0.4668	0.4548	0.481	0.4703	0.4771	0.4579	0.4824	0.4563	0.4824
017_2_2	0.4678	0.4852	0.4834	0.4744	0.4789	0.4766	0.4795	0.4739	0.4906	0.4729	0.4668
017_2_3	0.4566	0.4902	0.4886	0.4638	0.4535	0.4647	0.4645	0.4621	0.4948	0.4707	0.4608

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	011_2_1	012_1_1	012_2_1	013_1_1	013_2_1	014_1_1	014_2_1	015_1_1	015_2_1	016_1_1	016_2_1
017_2_4	0.4769	0.4721	0.4835	0.4848	0.4861	0.4672	0.4798	0.457	0.5031	0.4649	0.4559
018_1_2	0.4697	0.4594	0.4975	0.4854	0.4605	0.4603	0.4697	0.4583	0.4606	0.4673	0.473
018_1_3	0.4811	0.4557	0.5095	0.4463	0.486	0.4941	0.4861	0.4699	0.468	0.4997	0.4658
018_2_2	0.4665	0.4735	0.4618	0.4174	0.4487	0.4848	0.4655	0.4531	0.4705	0.4485	0.4747
018_2_3	0.4855	0.479	0.49	0.4537	0.4607	0.4623	0.4595	0.4708	0.4674	0.4797	0.4824
018_2_4	0.4818	0.4599	0.5026	0.4795	0.4514	0.4753	0.4764	0.465	0.464	0.4945	0.4823
019_1_2	0.4671	0.4738	0.4717	0.4839	0.4863	0.4688	0.4591	0.4468	0.4486	0.4617	0.482
019_1_3	0.4466	0.4704	0.4705	0.4441	0.4598	0.4612	0.4768	0.4444	0.471	0.4502	0.4655
019_2_2	0.4639	0.437	0.4581	0.4792	0.4864	0.4758	0.4684	0.4548	0.4559	0.481	0.4848
019_2_3	0.465	0.4633	0.4723	0.4667	0.4749	0.4717	0.4783	0.4526	0.4415	0.4622	0.481
019_2_4	0.4622	0.4636	0.4599	0.4659	0.4793	0.4841	0.4809	0.4687	0.4599	0.4673	0.4864
020_1_2	0.4722	0.4342	0.4723	0.425	0.4771	0.4739	0.492	0.4675	0.4844	0.4765	0.4876
020_1_3	0.4698	0.4468	0.4659	0.4375	0.4574	0.4824	0.4805	0.4409	0.467	0.477	0.464
020_2_2	0.4684	0.4709	0.4803	0.4415	0.4916	0.4649	0.4832	0.4658	0.456	0.4673	0.4759
020_2_3	0.4619	0.4379	0.4548	0.4626	0.4454	0.4568	0.4733	0.444	0.4735	0.4278	0.4346
020_2_4	0.4602	0.4693	0.4654	0.446	0.4614	0.4716	0.4832	0.4558	0.4685	0.4646	0.4716
021_1_2	0.4683	0.4817	0.4631	0.484	0.4938	0.4867	0.4698	0.4819	0.484	0.4543	0.4685
021_1_3	0.4881	0.4896	0.4634	0.4772	0.4833	0.48	0.4813	0.4759	0.4694	0.4551	0.4572
021_2_2	0.4587	0.4675	0.4707	0.4485	0.478	0.4724	0.4613	0.4789	0.4795	0.4714	0.4685
021_2_3	0.4854	0.4818	0.4626	0.468	0.4819	0.486	0.4942	0.4851	0.4882	0.4562	0.4728
021_2_4	0.4671	0.4819	0.4645	0.47	0.4856	0.4865	0.4655	0.4525	0.4874	0.476	0.4762
022_1_2	0.4699	0.4831	0.4663	0.4909	0.4755	0.4921	0.5027	0.4699	0.4734	0.4592	0.4752
022_1_3	0.4915	0.478	0.4773	0.4679	0.4678	0.4484	0.4598	0.4666	0.499	0.4793	0.4756
022_2_2	0.4851	0.4802	0.4667	0.4649	0.4655	0.4586	0.4592	0.4664	0.4965	0.4813	0.4675
022_2_3	0.4834	0.4778	0.4555	0.4822	0.4697	0.4649	0.4854	0.4691	0.4852	0.4567	0.4739
022_2_4	0.4913	0.4847	0.481	0.4705	0.4677	0.4729	0.4789	0.4821	0.4687	0.4858	0.4735
023_1_2	0.4724	0.4966	0.4518	0.4748	0.4803	0.4661	0.4626	0.4659	0.4792	0.4261	0.4553
023_1_3	0.4562	0.4717	0.4735	0.4756	0.4717	0.481	0.4776	0.4502	0.4678	0.4431	0.4705
023_2_2	0.4545	0.4858	0.4765	0.4842	0.4874	0.4793	0.4494	0.4309	0.4513	0.4291	0.4668
023_2_3	0.4713	0.4931	0.4638	0.4852	0.4753	0.4556	0.4652	0.4441	0.479	0.4121	0.4301
023_2_4	0.4597	0.4693	0.4747	0.4716	0.4798	0.4739	0.4866	0.4412	0.4714	0.4549	0.4626
024_1_2	0.4698	0.471	0.4676	0.484	0.4752	0.4827	0.4854	0.4901	0.4524	0.4753	0.455
024_1_3	0.4726	0.4804	0.4788	0.4794	0.4748	0.4753	0.4772	0.4807	0.4653	0.4642	0.4805
024_2_2	0.4824	0.4807	0.4755	0.4675	0.4847	0.4841	0.4859	0.4632	0.4837	0.4583	0.4763
024_2_3	0.4701	0.4765	0.4629	0.4824	0.4833	0.4789	0.4751	0.48	0.4776	0.4407	0.4426
024_2_4	0.4554	0.4729	0.4675	0.4799	0.4734	0.4716	0.4733	0.4687	0.4813	0.4356	0.4708
025_1_2	0.4672	0.4807	0.4854	0.4491	0.4635	0.4764	0.477	0.4779	0.484	0.5026	0.4942
025_1_3	0.4725	0.4868	0.4809	0.4398	0.4683	0.4867	0.4876	0.4645	0.4605	0.4841	0.4886
025_2_2	0.4643	0.4728	0.4656	0.4361	0.4814	0.4689	0.4832	0.449	0.4564	0.4871	0.4972
025_2_3	0.4664	0.481	0.4716	0.4299	0.4708	0.476	0.4783	0.4549	0.4651	0.4879	0.4872
025_2_4	0.4814	0.4762	0.4749	0.4566	0.4887	0.4791	0.49	0.4782	0.4779	0.4966	0.4913
026_1_2	0.479	0.4779	0.4532	0.4826	0.4757	0.477	0.4881	0.4671	0.484	0.4367	0.4614

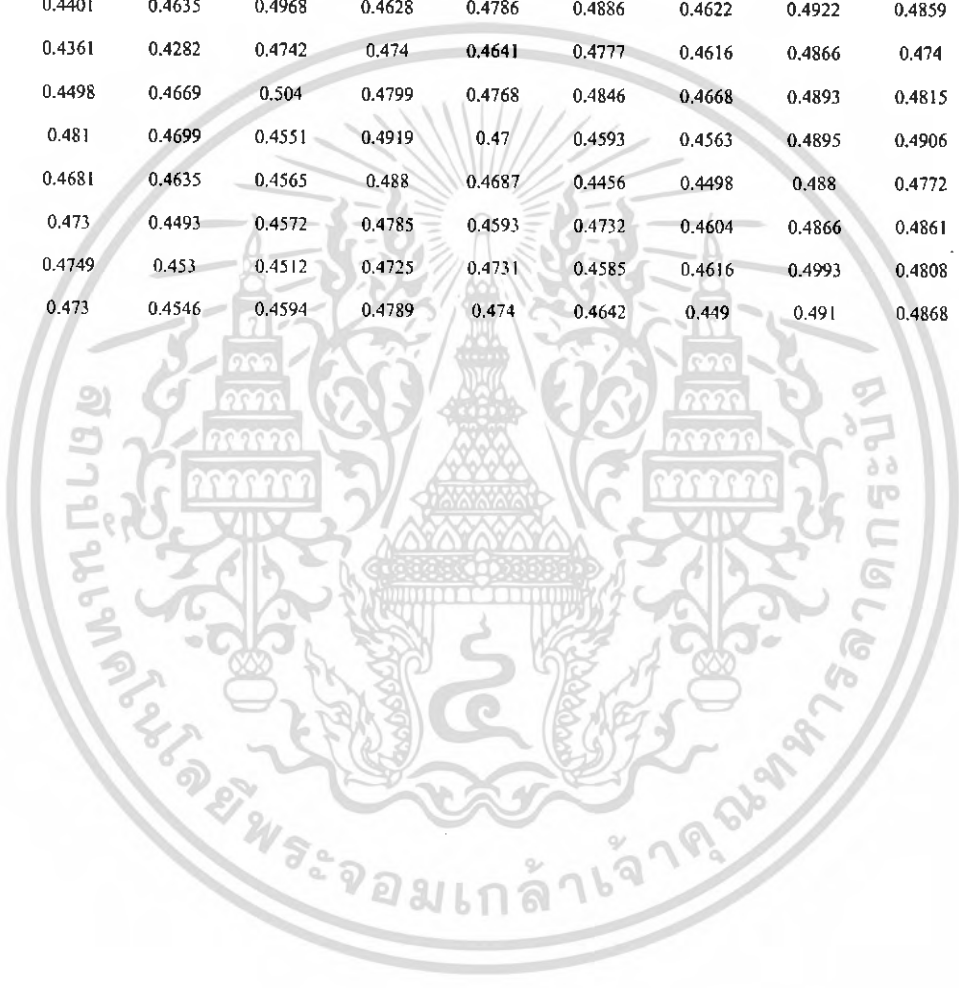
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานที่ออกจำหน่ายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	011_2_1	012_1_1	012_2_1	013_1_1	013_2_1	014_1_1	014_2_1	015_1_1	015_2_1	016_1_1	016_2_1
026_1_3	0.4594	0.4739	0.4322	0.4775	0.474	0.4638	0.4559	0.4616	0.4675	0.4379	0.4645
026_2_2	0.4846	0.4542	0.4623	0.4868	0.482	0.4396	0.4662	0.4707	0.4812	0.4614	0.4678
026_2_3	0.4625	0.4576	0.4626	0.4742	0.4807	0.4518	0.4603	0.4637	0.4906	0.4629	0.4619
026_2_4	0.4882	0.4464	0.4365	0.4741	0.4884	0.4636	0.4671	0.4834	0.4815	0.4504	0.4725
027_1_2	0.4607	0.4866	0.4686	0.4651	0.4787	0.4672	0.4805	0.4536	0.4838	0.4399	0.4608
027_1_3	0.4513	0.4722	0.4666	0.4805	0.4791	0.4748	0.4714	0.4611	0.4842	0.4499	0.4787
027_2_2	0.4675	0.4942	0.4652	0.4681	0.4694	0.4657	0.4738	0.4495	0.4713	0.461	0.4701
027_2_3	0.4621	0.4917	0.4633	0.4683	0.4798	0.466	0.4611	0.4776	0.4825	0.484	0.4789
027_2_4	0.4554	0.4816	0.4549	0.4735	0.4699	0.445	0.4822	0.4494	0.479	0.439	0.4624
028_1_2	0.4709	0.4763	0.4739	0.4716	0.4595	0.4611	0.4583	0.481	0.4836	0.4325	0.4533
028_1_3	0.4621	0.4629	0.4793	0.4737	0.4651	0.4518	0.4515	0.4839	0.4772	0.4595	0.4532
028_2_2	0.483	0.4642	0.4555	0.4804	0.4606	0.4601	0.4588	0.4854	0.4629	0.4341	0.4374
028_2_3	0.4785	0.4713	0.4659	0.4848	0.4607	0.449	0.444	0.4858	0.4883	0.4372	0.4361
028_2_4	0.4737	0.4686	0.4566	0.4707	0.475	0.4645	0.4781	0.4735	0.473	0.4418	0.4353
029_1_2	0.4742	0.4494	0.4414	0.437	0.4539	0.4446	0.4673	0.4489	0.4587	0.4354	0.4389
029_1_3	0.4595	0.476	0.4585	0.4468	0.4804	0.459	0.4588	0.473	0.4768	0.4181	0.4482
029_2_2	0.4785	0.4562	0.4515	0.4424	0.4786	0.4646	0.4721	0.4498	0.4564	0.4409	0.4635
029_2_3	0.4553	0.4317	0.4555	0.4477	0.4566	0.4364	0.4463	0.451	0.4521	0.4453	0.4604
029_2_4	0.4683	0.4636	0.4419	0.4432	0.4617	0.4598	0.4728	0.4312	0.4556	0.408	0.4461
030_1_2	0.4756	0.4842	0.4968	0.4659	0.4839	0.4718	0.469	0.4633	0.4875	0.4697	0.4674
030_1_3	0.4478	0.463	0.4726	0.445	0.4437	0.4677	0.4612	0.455	0.4556	0.4395	0.4746
030_2_2	0.4371	0.4798	0.4579	0.4563	0.472	0.4587	0.4538	0.4397	0.4722	0.4508	0.4771
030_2_3	0.4434	0.458	0.4817	0.459	0.4851	0.4798	0.4744	0.4566	0.4644	0.4695	0.4958
030_2_4	0.4468	0.4798	0.4626	0.4677	0.4697	0.4691	0.4734	0.4413	0.4797	0.4537	0.485
033_1_2	0.4496	0.4838	0.4748	0.4529	0.4695	0.4575	0.4614	0.4606	0.4856	0.4545	0.4611
033_1_3	0.455	0.4722	0.4764	0.4713	0.4724	0.4558	0.462	0.4891	0.4866	0.4738	0.4838
033_2_2	0.4548	0.4607	0.462	0.4472	0.4805	0.465	0.4598	0.4708	0.4872	0.4391	0.4617
033_2_3	0.4475	0.4802	0.4742	0.4751	0.4618	0.4752	0.4719	0.461	0.4913	0.4547	0.4708
033_2_4	0.4502	0.4632	0.4732	0.4728	0.4661	0.4565	0.4499	0.4682	0.4979	0.4549	0.4577
052_1_2	0.4568	0.4544	0.477	0.4688	0.4698	0.4461	0.4595	0.4506	0.471	0.4941	0.4763
052_1_3	0.469	0.4885	0.4824	0.4638	0.4756	0.4701	0.4639	0.4745	0.4749	0.4957	0.4872
052_2_2	0.4376	0.4567	0.4689	0.4572	0.4756	0.4381	0.426	0.4568	0.4651	0.4738	0.5004
052_2_3	0.4825	0.4915	0.4813	0.4872	0.472	0.4835	0.4835	0.4757	0.4813	0.4737	0.4868
052_2_4	0.4722	0.4614	0.488	0.4917	0.4639	0.4748	0.462	0.4789	0.4669	0.4731	0.4768
057_1_2	0.4715	0.4691	0.4781	0.4896	0.4919	0.4907	0.4925	0.4698	0.4791	0.4768	0.4764
057_1_3	0.4621	0.4538	0.4614	0.4687	0.4629	0.465	0.4819	0.4638	0.4618	0.4402	0.4661
057_2_2	0.463	0.4658	0.4608	0.4778	0.4913	0.4707	0.4691	0.4402	0.4777	0.4487	0.4711
057_2_3	0.4593	0.4646	0.4433	0.4797	0.4736	0.483	0.4874	0.4536	0.4784	0.4402	0.4677
057_2_4	0.4612	0.4694	0.4393	0.4779	0.4822	0.4897	0.4931	0.452	0.4829	0.414	0.4477
059_1_2	0.4605	0.4763	0.4575	0.4799	0.4592	0.4703	0.4626	0.4444	0.4637	0.4339	0.4573
059_1_3	0.4718	0.4776	0.4614	0.497	0.4742	0.4714	0.4846	0.4632	0.4784	0.4271	0.4652
059_2_2	0.4653	0.4775	0.446	0.4838	0.4803	0.4691	0.4656	0.4609	0.4612	0.4376	0.4731

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	011_2_1	012_1_1	012_2_1	013_1_1	013_2_1	014_1_1	014_2_1	015_1_1	015_2_1	016_1_1	016_2_1
059_2_3	0.4689	0.4792	0.4649	0.4593	0.4684	0.4758	0.4615	0.4667	0.4777	0.4323	0.4591
059_2_4	0.446	0.4894	0.453	0.4791	0.4601	0.473	0.4669	0.4465	0.4581	0.4355	0.4638
061_1_2	0.4302	0.4536	0.444	0.4584	0.4578	0.4739	0.4636	0.4622	0.4766	0.4757	0.4826
061_1_3	0.4736	0.453	0.4771	0.4838	0.4879	0.4796	0.4597	0.447	0.4701	0.4693	0.4745
061_2_2	0.4763	0.4655	0.4765	0.4773	0.4846	0.4821	0.4763	0.459	0.4787	0.4934	0.4896
061_2_3	0.4759	0.4645	0.4901	0.4762	0.4891	0.4847	0.4816	0.4774	0.4923	0.479	0.496
061_2_4	0.486	0.4623	0.4869	0.4683	0.4812	0.4916	0.4688	0.4754	0.4832	0.4689	0.4796
064_1_2	0.4725	0.4479	0.4309	0.497	0.4818	0.4841	0.4999	0.4718	0.4921	0.487	0.4731
064_1_3	0.4787	0.448	0.4422	0.4939	0.4796	0.4781	0.4986	0.4644	0.4938	0.4771	0.4795
064_2_2	0.4775	0.4401	0.4635	0.4968	0.4628	0.4786	0.4886	0.4622	0.4922	0.4859	0.4738
064_2_3	0.4611	0.4361	0.4282	0.4742	0.474	0.4641	0.4777	0.4616	0.4866	0.474	0.4872
064_2_4	0.475	0.4498	0.4669	0.504	0.4799	0.4768	0.4846	0.4668	0.4893	0.4815	0.4696
088_1_2	0.4762	0.481	0.4699	0.4551	0.4919	0.47	0.4593	0.4563	0.4895	0.4906	0.4872
088_1_3	0.4788	0.4681	0.4635	0.4565	0.488	0.4687	0.4456	0.4498	0.488	0.4772	0.4902
088_2_2	0.4886	0.473	0.4493	0.4572	0.4785	0.4593	0.4732	0.4604	0.4866	0.4861	0.4825
088_2_3	0.4848	0.4749	0.453	0.4512	0.4725	0.4731	0.4585	0.4616	0.4993	0.4808	0.4868
088_2_4	0.4798	0.473	0.4546	0.4594	0.4789	0.474	0.4642	0.449	0.491	0.4868	0.4769



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	017_1_1	017_2_1	018_1_1	018_2_1	019_1_1	019_2_1	020_1_1	020_2_1	021_1_1	021_2_1	022_1_1
001_1_2	0.4709	0.4667	0.4464	0.4866	0.4694	0.4709	0.4803	0.4702	0.4552	0.4619	0.4748
001_1_3	0.4808	0.479	0.4611	0.4775	0.4676	0.4568	0.4654	0.4766	0.4588	0.4696	0.4741
001_2_2	0.4525	0.4589	0.4224	0.4648	0.4647	0.4689	0.4758	0.4807	0.4702	0.4775	0.4645
001_2_3	0.4759	0.465	0.4342	0.4865	0.4847	0.4794	0.4658	0.4789	0.4629	0.466	0.4607
001_2_4	0.4637	0.4652	0.4419	0.4773	0.4896	0.4675	0.4823	0.4775	0.468	0.4788	0.4717
002_1_2	0.4755	0.472	0.4695	0.4806	0.4636	0.4864	0.4747	0.4545	0.4681	0.4769	0.4564
002_1_3	0.4753	0.4632	0.4824	0.4744	0.4655	0.4683	0.4736	0.4627	0.4657	0.4618	0.4711
002_2_2	0.481	0.4665	0.4548	0.47	0.4684	0.4727	0.4844	0.4359	0.4658	0.4772	0.4706
002_2_3	0.4654	0.4756	0.4763	0.4838	0.4553	0.4819	0.4462	0.4703	0.4796	0.4891	0.4562
002_2_4	0.4725	0.4628	0.4662	0.4865	0.4498	0.4774	0.4645	0.4427	0.4561	0.4849	0.4493
003_1_2	0.4719	0.4515	0.4818	0.4695	0.457	0.4651	0.4763	0.4568	0.4696	0.4616	0.4972
003_1_3	0.4774	0.4561	0.4866	0.4745	0.4547	0.4672	0.4677	0.4739	0.4646	0.4652	0.4941
003_2_2	0.4696	0.4455	0.4928	0.4639	0.4761	0.4652	0.4648	0.4704	0.4569	0.4589	0.4844
003_2_3	0.4678	0.4578	0.4898	0.4477	0.4891	0.4853	0.466	0.4794	0.4618	0.4783	0.4903
003_2_4	0.4396	0.4425	0.483	0.444	0.4869	0.4815	0.4728	0.4697	0.4658	0.4743	0.4806
004_1_2	0.4843	0.4821	0.4852	0.4845	0.4539	0.4629	0.4838	0.4692	0.4792	0.4817	0.4677
004_1_3	0.4878	0.4905	0.4673	0.4404	0.4481	0.4539	0.4906	0.4782	0.4649	0.4808	0.4578
004_2_2	0.4794	0.4933	0.4758	0.4592	0.4405	0.4578	0.4799	0.4691	0.4779	0.4857	0.4793
004_2_3	0.4858	0.4863	0.4306	0.4599	0.4663	0.4691	0.4792	0.4486	0.4649	0.4618	0.4798
004_2_4	0.4737	0.4964	0.4665	0.4646	0.4553	0.4758	0.4668	0.4692	0.474	0.4954	0.4508
005_1_2	0.4856	0.4763	0.4591	0.4715	0.4655	0.4811	0.4563	0.4551	0.4801	0.4851	0.4822
005_1_3	0.481	0.4879	0.4947	0.4807	0.4527	0.4649	0.462	0.4743	0.4852	0.4748	0.4778
005_2_2	0.4987	0.4856	0.4809	0.4892	0.4569	0.4721	0.4615	0.4605	0.4908	0.4827	0.484
005_2_3	0.4861	0.4817	0.4649	0.4775	0.4774	0.479	0.4625	0.4659	0.4797	0.4855	0.4587
005_2_4	0.4804	0.4693	0.4689	0.4765	0.4635	0.4736	0.4529	0.4818	0.4947	0.4824	0.4746
006_1_2	0.463	0.461	0.4877	0.4785	0.4693	0.4961	0.4953	0.4805	0.4702	0.4903	0.467
006_1_3	0.4793	0.4749	0.4895	0.4841	0.4721	0.4934	0.4812	0.4629	0.4724	0.4883	0.4518
006_2_2	0.4509	0.4485	0.4821	0.4739	0.462	0.4956	0.4842	0.4754	0.4681	0.4748	0.4723
006_2_3	0.4691	0.4548	0.4797	0.4866	0.4674	0.4915	0.4807	0.4821	0.4588	0.4805	0.47
006_2_4	0.4665	0.4731	0.4911	0.4761	0.467	0.4699	0.4713	0.4817	0.4645	0.4714	0.472
007_1_2	0.473	0.4615	0.4636	0.478	0.4282	0.4605	0.4686	0.4585	0.4664	0.4645	0.4862
007_1_3	0.4716	0.4737	0.4669	0.474	0.404	0.455	0.4589	0.4776	0.4753	0.4626	0.4726
007_2_2	0.4776	0.4445	0.4693	0.4673	0.4268	0.4502	0.4567	0.4817	0.4777	0.4726	0.4632
007_2_3	0.4798	0.4784	0.4722	0.4653	0.4376	0.4548	0.4389	0.4825	0.4821	0.4866	0.4347
007_2_4	0.4823	0.4654	0.4703	0.4742	0.468	0.4328	0.4588	0.4721	0.4635	0.4713	0.4744
008_1_2	0.4794	0.4584	0.4698	0.4788	0.4597	0.4541	0.4726	0.458	0.4668	0.4755	0.4723
008_1_3	0.4713	0.4766	0.4885	0.4933	0.4516	0.4616	0.4635	0.4536	0.4799	0.4757	0.4771
008_2_2	0.4777	0.4774	0.4809	0.4875	0.4604	0.4635	0.4707	0.4625	0.4614	0.4643	0.4698
008_2_3	0.471	0.4628	0.4722	0.4765	0.4637	0.4497	0.4616	0.4545	0.4736	0.453	0.4914
008_2_4	0.4623	0.466	0.4645	0.4617	0.4793	0.462	0.4652	0.4586	0.4718	0.4427	0.4544
009_1_2	0.4921	0.4807	0.4814	0.4848	0.4444	0.4735	0.4745	0.4912	0.4909	0.4629	0.4741
009_1_3	0.4948	0.4879	0.4878	0.48	0.4536	0.4767	0.4777	0.4698	0.4918	0.4791	0.4638

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	017_1_1	017_2_1	018_1_1	018_2_1	019_1_1	019_2_1	020_1_1	020_2_1	021_1_1	021_2_1	022_1_1
009_2_2	0.5008	0.4776	0.4739	0.4889	0.4477	0.4839	0.4792	0.4835	0.4877	0.4655	0.4734
009_2_3	0.4724	0.455	0.4759	0.4685	0.4567	0.4925	0.4848	0.4649	0.4799	0.4596	0.4706
009_2_4	0.4998	0.4722	0.4818	0.4884	0.4474	0.48	0.4726	0.4713	0.4839	0.4722	0.4634
010_1_2	0.445	0.4429	0.4683	0.4748	0.4616	0.4585	0.4362	0.4524	0.4567	0.4682	0.4622
010_1_3	0.4407	0.427	0.4912	0.4858	0.4417	0.4825	0.4619	0.4608	0.461	0.4635	0.4545
010_2_2	0.4785	0.4437	0.4801	0.4892	0.4675	0.471	0.4609	0.4525	0.4781	0.4697	0.4731
010_2_3	0.4644	0.4733	0.4651	0.4855	0.4845	0.4669	0.4674	0.4663	0.4616	0.4768	0.4651
010_2_4	0.4637	0.4546	0.4863	0.4734	0.4777	0.4811	0.4526	0.474	0.4769	0.4815	0.4513
011_1_2	0.4918	0.4688	0.4669	0.4783	0.476	0.4779	0.4608	0.4607	0.4866	0.4776	0.4892
011_1_3	0.5051	0.4728	0.4703	0.4849	0.399	0.4477	0.4457	0.4634	0.4616	0.4842	0.4976
011_2_2	0.4805	0.4732	0.4757	0.4856	0.4575	0.4699	0.465	0.4447	0.467	0.4903	0.4889
011_2_3	0.449	0.4387	0.4688	0.4568	0.4768	0.4659	0.4814	0.4526	0.4683	0.4653	0.4344
011_2_4	0.4629	0.4698	0.4697	0.49	0.4723	0.4758	0.4773	0.4645	0.48	0.4686	0.4667
012_1_2	0.4895	0.4681	0.4735	0.4792	0.4709	0.4772	0.4856	0.4689	0.4563	0.4715	0.4623
012_1_3	0.4699	0.4772	0.4567	0.4755	0.4487	0.4568	0.4736	0.4747	0.4662	0.48	0.4655
012_2_2	0.4891	0.488	0.4776	0.4795	0.4764	0.4735	0.4724	0.4509	0.4719	0.4803	0.4742
012_2_3	0.4526	0.4657	0.4694	0.4716	0.4686	0.475	0.4773	0.466	0.474	0.465	0.4631
012_2_4	0.4762	0.4968	0.4743	0.4798	0.4359	0.4802	0.4844	0.4692	0.4806	0.4829	0.4681
013_1_2	0.4685	0.4769	0.4675	0.4874	0.4651	0.4795	0.4386	0.4817	0.4707	0.4937	0.488
013_1_3	0.4762	0.4932	0.474	0.4508	0.4743	0.4807	0.443	0.4764	0.4624	0.497	0.4784
013_2_2	0.472	0.4712	0.4525	0.4711	0.4617	0.4713	0.443	0.4801	0.4641	0.4831	0.4797
013_2_3	0.4723	0.4655	0.4531	0.4722	0.4928	0.4764	0.4744	0.4697	0.4766	0.4865	0.4814
013_2_4	0.4632	0.4675	0.4605	0.4757	0.4696	0.4846	0.4529	0.4669	0.4596	0.4823	0.475
014_1_2	0.4817	0.4822	0.4516	0.482	0.4601	0.4604	0.4574	0.4717	0.4712	0.47	0.4727
014_1_3	0.4945	0.4743	0.4543	0.4781	0.4663	0.4713	0.4749	0.4853	0.4656	0.4572	0.4786
014_2_2	0.4752	0.4724	0.4438	0.4781	0.4737	0.4675	0.4827	0.4795	0.4893	0.4852	0.4866
014_2_3	0.4939	0.4769	0.4513	0.4754	0.4648	0.4803	0.4832	0.4894	0.476	0.48	0.4884
014_2_4	0.49	0.4783	0.446	0.457	0.4618	0.4549	0.4838	0.48	0.4704	0.4785	0.4911
015_1_2	0.48	0.4851	0.472	0.4724	0.4758	0.4438	0.4655	0.4793	0.478	0.4858	0.4858
015_1_3	0.487	0.4813	0.4831	0.4963	0.4584	0.458	0.4623	0.4738	0.4909	0.4779	0.4873
015_2_2	0.4768	0.4769	0.4738	0.4789	0.4502	0.4739	0.4691	0.4754	0.4808	0.4906	0.4587
015_2_3	0.4839	0.501	0.4772	0.4822	0.4738	0.4662	0.4611	0.482	0.4915	0.4924	0.4792
015_2_4	0.4885	0.4876	0.4771	0.4673	0.4705	0.4692	0.4628	0.4714	0.4765	0.4832	0.4863
016_1_2	0.4783	0.4857	0.4654	0.4742	0.4818	0.4638	0.4807	0.487	0.4663	0.4833	0.4677
016_1_3	0.4784	0.4677	0.4669	0.4773	0.4842	0.4596	0.4719	0.4578	0.4597	0.4662	0.4544
016_2_2	0.4803	0.4583	0.4682	0.4614	0.4803	0.4802	0.4701	0.4739	0.4486	0.4775	0.4535
016_2_3	0.4851	0.4805	0.4782	0.4769	0.4911	0.4682	0.4557	0.4606	0.4593	0.4559	0.4377
016_2_4	0.4721	0.4828	0.4738	0.4647	0.4822	0.46	0.4655	0.468	0.4701	0.4837	0.4751
017_1_2	0.2348	0.276	0.4801	0.4672	0.4987	0.484	0.4809	0.4798	0.4685	0.4806	0.4642
017_1_3	0.2648	0.2416	0.4757	0.4572	0.4916	0.4957	0.4662	0.4698	0.4789	0.4903	0.4699
017_2_2	0.2503	0.2914	0.4805	0.4568	0.5017	0.491	0.487	0.4908	0.4802	0.4829	0.4548
017_2_3	0.3056	0.248	0.4757	0.4702	0.4978	0.4875	0.478	0.4766	0.4627	0.4661	0.4584

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	017_1_1	017_2_1	018_1_1	018_2_1	019_1_1	019_2_1	020_1_1	020_2_1	021_1_1	021_2_1	022_1_1
017_2_4	0.2776	0.2803	0.4869	0.4477	0.4954	0.4824	0.4619	0.4739	0.4772	0.4814	0.4529
018_1_2	0.4877	0.4982	0.3221	0.3548	0.456	0.4696	0.4705	0.4802	0.4948	0.4658	0.4856
018_1_3	0.4792	0.4768	0.325	0.3155	0.5033	0.4446	0.4453	0.4622	0.4786	0.4732	0.4682
018_2_2	0.4842	0.466	0.299	0.3195	0.469	0.4765	0.431	0.4622	0.4719	0.4734	0.4671
018_2_3	0.4828	0.4894	0.2903	0.3415	0.4739	0.4745	0.453	0.4514	0.4908	0.468	0.4892
018_2_4	0.4643	0.495	0.293	0.3133	0.4831	0.4767	0.4567	0.465	0.4793	0.4701	0.4989
019_1_2	0.4902	0.4938	0.4771	0.4709	0.4592	0.3014	0.4704	0.4727	0.4851	0.4851	0.4847
019_1_3	0.4787	0.4906	0.4806	0.471	0.4	0.3294	0.4651	0.4513	0.4732	0.476	0.4715
019_2_2	0.4863	0.4919	0.4857	0.4964	0.448	0.2945	0.4923	0.4699	0.4849	0.4694	0.4711
019_2_3	0.4846	0.4955	0.4705	0.4792	0.4351	0.3533	0.4692	0.4712	0.4729	0.4701	0.47
019_2_4	0.4888	0.4908	0.4836	0.4712	0.4296	0.3626	0.4817	0.4777	0.4808	0.4852	0.4865
020_1_2	0.4845	0.4969	0.4779	0.4899	0.4649	0.4518	0.4066	0.2567	0.4729	0.468	0.4642
020_1_3	0.4725	0.4707	0.4783	0.5044	0.467	0.4689	0.363	0.209	0.4672	0.4752	0.4565
020_2_2	0.4702	0.4719	0.4674	0.4886	0.4772	0.4698	0.3316	0.2398	0.4829	0.4882	0.4518
020_2_3	0.4539	0.4568	0.4689	0.4867	0.4563	0.4661	0.3908	0.2545	0.4684	0.4743	0.4605
020_2_4	0.4599	0.4841	0.4706	0.4947	0.4724	0.4556	0.378	0.2527	0.4611	0.4828	0.4496
021_1_2	0.4753	0.4616	0.4599	0.473	0.4724	0.4822	0.4896	0.4608	0.361	0.2404	0.4747
021_1_3	0.4842	0.46	0.4551	0.4599	0.4976	0.4795	0.468	0.4588	0.3669	0.2431	0.4746
021_2_2	0.4839	0.4777	0.4668	0.472	0.48	0.479	0.4538	0.481	0.3911	0.3827	0.48
021_2_3	0.4746	0.4646	0.4601	0.4786	0.4934	0.4812	0.4741	0.4545	0.3066	0.2723	0.4878
021_2_4	0.4854	0.478	0.456	0.4782	0.4975	0.4781	0.4821	0.4572	0.3443	0.2587	0.4874
022_1_2	0.4381	0.4694	0.5008	0.5043	0.4412	0.4815	0.4727	0.4544	0.4672	0.4679	0.2841
022_1_3	0.4861	0.4758	0.471	0.4667	0.463	0.4777	0.4788	0.4589	0.4775	0.4705	0.3155
022_2_2	0.4683	0.4656	0.4694	0.4773	0.4686	0.4832	0.4664	0.4575	0.4731	0.4851	0.2831
022_2_3	0.4605	0.4734	0.4949	0.4924	0.4668	0.4684	0.4664	0.4731	0.48	0.4888	0.3048
022_2_4	0.4844	0.4823	0.4937	0.4881	0.4732	0.4627	0.49	0.4556	0.4738	0.4731	0.2772
023_1_2	0.465	0.4695	0.4669	0.476	0.4766	0.4614	0.4728	0.4808	0.461	0.465	0.4781
023_1_3	0.445	0.4737	0.4627	0.4848	0.4566	0.4752	0.4646	0.4771	0.4541	0.4512	0.4691
023_2_2	0.4799	0.4597	0.4905	0.4793	0.4412	0.451	0.4642	0.4621	0.4736	0.4665	0.453
023_2_3	0.4722	0.4585	0.4969	0.4785	0.4623	0.4588	0.4798	0.4658	0.4637	0.4477	0.4646
023_2_4	0.4826	0.4665	0.4925	0.4916	0.4579	0.4427	0.4717	0.469	0.4767	0.4555	0.4759
024_1_2	0.463	0.4739	0.4878	0.4648	0.4452	0.4689	0.4803	0.4642	0.4633	0.4772	0.4424
024_1_3	0.4564	0.479	0.4866	0.4484	0.4454	0.4704	0.4589	0.4737	0.4693	0.4541	0.4535
024_2_2	0.4629	0.4739	0.4876	0.4589	0.469	0.4533	0.4793	0.4749	0.4864	0.451	0.4618
024_2_3	0.4809	0.4799	0.4697	0.4554	0.4621	0.4844	0.4626	0.4792	0.4864	0.4732	0.4603
024_2_4	0.4648	0.4671	0.4781	0.4619	0.4646	0.4722	0.4825	0.4762	0.4884	0.4678	0.4577
025_1_2	0.4855	0.4862	0.4579	0.4804	0.4369	0.4748	0.484	0.4878	0.4883	0.4813	0.4906
025_1_3	0.493	0.495	0.4811	0.4968	0.4425	0.4747	0.4679	0.4716	0.4789	0.4851	0.4768
025_2_2	0.4787	0.4852	0.4596	0.4887	0.4197	0.4692	0.4683	0.4731	0.4741	0.4662	0.4685
025_2_3	0.4758	0.4861	0.4712	0.4959	0.4227	0.4743	0.4814	0.4846	0.4707	0.4828	0.4863
025_2_4	0.4882	0.4933	0.467	0.4911	0.4504	0.4733	0.4853	0.4839	0.4801	0.4797	0.4834
026_1_2	0.4747	0.4782	0.4866	0.4789	0.4635	0.4641	0.4587	0.4676	0.4646	0.4821	0.4666

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

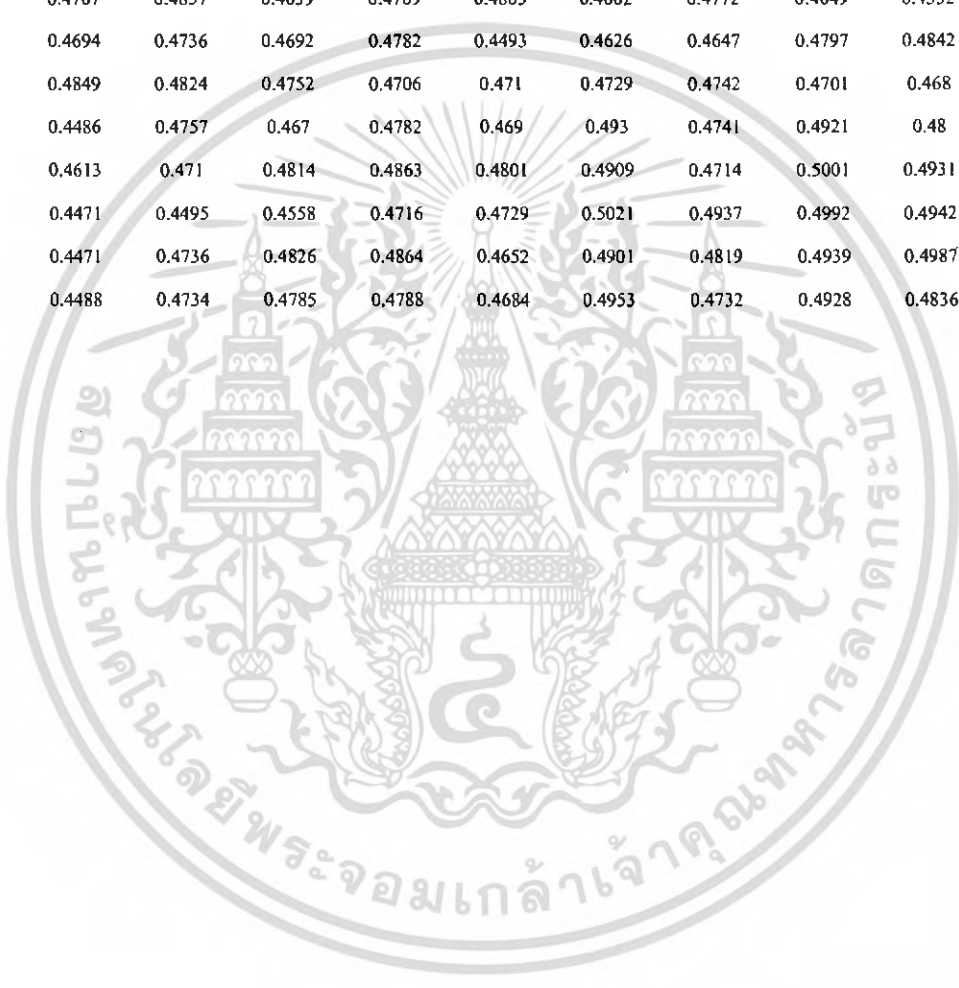
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	017_1_1	017_2_1	018_1_1	018_2_1	019_1_1	019_2_1	020_1_1	020_2_1	021_1_1	021_2_1	022_1_1
026_1_3	0.4645	0.4639	0.4656	0.4782	0.458	0.4513	0.4609	0.4728	0.4755	0.4812	0.4528
026_2_2	0.4706	0.4703	0.4557	0.4673	0.4737	0.4711	0.4637	0.4753	0.4643	0.4723	0.4706
026_2_3	0.4892	0.4657	0.471	0.4597	0.4894	0.4691	0.4734	0.4673	0.4757	0.4723	0.4582
026_2_4	0.4777	0.4832	0.4728	0.4667	0.4747	0.469	0.4688	0.465	0.4799	0.4913	0.45
027_1_2	0.4686	0.4625	0.4739	0.48	0.4682	0.4744	0.4459	0.4572	0.4744	0.4792	0.4708
027_1_3	0.4612	0.4722	0.4835	0.4859	0.4719	0.4856	0.4647	0.4589	0.4684	0.4664	0.4762
027_2_2	0.4582	0.449	0.4854	0.4724	0.4462	0.4692	0.4641	0.4349	0.4828	0.4603	0.4585
027_2_3	0.4854	0.4795	0.4814	0.4682	0.4549	0.4799	0.4757	0.4425	0.4747	0.4892	0.4791
027_2_4	0.4751	0.4571	0.4725	0.4789	0.4644	0.4775	0.4764	0.4548	0.4853	0.4715	0.4723
028_1_2	0.4733	0.4659	0.4645	0.465	0.4683	0.4464	0.4685	0.4604	0.4846	0.469	0.4764
028_1_3	0.4899	0.485	0.4538	0.461	0.4534	0.4582	0.4723	0.4426	0.4887	0.474	0.4857
028_2_2	0.4896	0.4765	0.4591	0.4508	0.4805	0.4788	0.4678	0.471	0.4683	0.4856	0.4584
028_2_3	0.4786	0.4761	0.4699	0.4714	0.4768	0.4622	0.4613	0.4424	0.4845	0.4896	0.4932
028_2_4	0.4887	0.4814	0.4808	0.4676	0.4814	0.4636	0.4579	0.4503	0.4707	0.4896	0.4816
029_1_2	0.4694	0.4604	0.478	0.4799	0.4645	0.4806	0.4613	0.4645	0.4503	0.4524	0.4689
029_1_3	0.4658	0.4707	0.4766	0.4744	0.4742	0.4853	0.4765	0.4584	0.4496	0.4617	0.4689
029_2_2	0.4715	0.4546	0.4721	0.4839	0.4752	0.4712	0.4672	0.4723	0.4558	0.4596	0.4842
029_2_3	0.4785	0.4582	0.4791	0.4841	0.4561	0.4688	0.4658	0.4659	0.4799	0.4742	0.4858
029_2_4	0.4678	0.443	0.4667	0.4752	0.4859	0.4815	0.4776	0.472	0.4517	0.4597	0.4755
030_1_2	0.4837	0.4673	0.4601	0.4831	0.474	0.4508	0.4951	0.463	0.4812	0.4754	0.4579
030_1_3	0.4621	0.4395	0.476	0.4494	0.4683	0.462	0.4598	0.4398	0.4724	0.4744	0.4772
030_2_2	0.4926	0.4881	0.4635	0.4762	0.4403	0.4682	0.4442	0.4563	0.475	0.4838	0.4595
030_2_3	0.4694	0.4593	0.4642	0.4897	0.4396	0.4624	0.4612	0.4548	0.4776	0.4712	0.4808
030_2_4	0.469	0.4581	0.4688	0.4957	0.4604	0.4571	0.4647	0.4669	0.4723	0.4612	0.4524
033_1_2	0.4882	0.4814	0.4511	0.4711	0.4507	0.4667	0.4729	0.4674	0.4651	0.4703	0.468
033_1_3	0.5013	0.4872	0.4634	0.4893	0.4702	0.4787	0.4749	0.4582	0.4917	0.4717	0.4864
033_2_2	0.4839	0.4668	0.441	0.4774	0.4577	0.4634	0.477	0.472	0.4699	0.4655	0.4731
033_2_3	0.4823	0.4696	0.4517	0.4804	0.4414	0.4844	0.4963	0.4595	0.4789	0.4738	0.4621
033_2_4	0.4921	0.4778	0.4504	0.4992	0.4589	0.462	0.4692	0.4654	0.4799	0.4778	0.4792
052_1_2	0.4829	0.4665	0.4662	0.4916	0.4589	0.4413	0.4553	0.4445	0.4703	0.4595	0.4727
052_1_3	0.4851	0.4804	0.4549	0.4742	0.4739	0.4726	0.4468	0.464	0.4835	0.4765	0.4724
052_2_2	0.4332	0.4442	0.485	0.4967	0.4827	0.4572	0.4342	0.444	0.472	0.4596	0.4672
052_2_3	0.4737	0.4739	0.4893	0.4978	0.4859	0.4537	0.4342	0.4867	0.4653	0.4514	0.4714
052_2_4	0.4739	0.4964	0.4919	0.4936	0.466	0.4497	0.4469	0.4537	0.4789	0.4707	0.4626
057_1_2	0.4738	0.4668	0.4795	0.4786	0.4579	0.4743	0.4717	0.4829	0.4888	0.477	0.4877
057_1_3	0.4654	0.4661	0.4751	0.4972	0.4538	0.4705	0.4529	0.4784	0.4724	0.496	0.4555
057_2_2	0.467	0.4728	0.483	0.4655	0.4576	0.4758	0.4562	0.4839	0.4535	0.458	0.4831
057_2_3	0.4557	0.4708	0.4756	0.4736	0.4501	0.458	0.4472	0.467	0.4736	0.4765	0.4718
057_2_4	0.4635	0.4676	0.476	0.471	0.4531	0.4729	0.4547	0.4791	0.4584	0.472	0.474
059_1_2	0.4703	0.4652	0.4769	0.4859	0.4762	0.466	0.4696	0.4621	0.4776	0.4882	0.4748
059_1_3	0.4726	0.4821	0.4566	0.4717	0.4474	0.4743	0.4655	0.4669	0.4647	0.4852	0.4714
059_2_2	0.4681	0.467	0.4569	0.4617	0.4629	0.4774	0.4697	0.4634	0.4735	0.4823	0.4793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	017_1_1	017_2_1	018_1_1	018_2_1	019_1_1	019_2_1	020_1_1	020_2_1	021_1_1	021_2_1	022_1_1
059_2_3	0.4847	0.4766	0.4556	0.4795	0.4348	0.4707	0.4674	0.4394	0.4558	0.4812	0.4875
059_2_4	0.4809	0.4705	0.4638	0.4935	0.472	0.4707	0.4638	0.4647	0.4711	0.4806	0.4554
061_1_2	0.4729	0.4552	0.4753	0.4653	0.4475	0.4815	0.459	0.4723	0.4483	0.4461	0.4379
061_1_3	0.4868	0.4765	0.473	0.4771	0.4507	0.4851	0.464	0.4704	0.481	0.4712	0.4746
061_2_2	0.4672	0.4708	0.4733	0.502	0.4558	0.4727	0.4713	0.459	0.474	0.4683	0.447
061_2_3	0.4933	0.4883	0.4691	0.491	0.4794	0.4813	0.4857	0.4685	0.4665	0.4745	0.4751
061_2_4	0.4825	0.4717	0.4701	0.489	0.4755	0.4802	0.4734	0.472	0.4653	0.4815	0.4742
064_1_2	0.4432	0.4865	0.4819	0.4801	0.4709	0.4801	0.471	0.4832	0.4666	0.4763	0.4779
064_1_3	0.452	0.486	0.4733	0.4579	0.4708	0.4513	0.4627	0.47	0.4698	0.4653	0.4659
064_2_2	0.446	0.4767	0.4837	0.4639	0.4709	0.4805	0.4662	0.4772	0.4649	0.4552	0.473
064_2_3	0.4571	0.4694	0.4736	0.4692	0.4782	0.4493	0.4626	0.4647	0.4797	0.4842	0.4727
064_2_4	0.4606	0.4849	0.4824	0.4752	0.4706	0.471	0.4729	0.4742	0.4701	0.468	0.4714
088_1_2	0.468	0.4486	0.4757	0.467	0.4782	0.469	0.493	0.4741	0.4921	0.48	0.4916
088_1_3	0.4751	0.4613	0.471	0.4814	0.4863	0.4801	0.4909	0.4714	0.5001	0.4931	0.4815
088_2_2	0.4512	0.4471	0.4495	0.4558	0.4716	0.4729	0.5021	0.4937	0.4992	0.4942	0.4867
088_2_3	0.4543	0.4471	0.4736	0.4826	0.4864	0.4652	0.4901	0.4819	0.4939	0.4987	0.4863
088_2_4	0.4641	0.4488	0.4734	0.4785	0.4788	0.4684	0.4953	0.4732	0.4928	0.4836	0.4864



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Hamming distance ของภาพถ่ายดาวที่ได้จากการไปขอใช้กล้องที่ รพ. ราชวิถี

	DSCN4194	DSCN4195	DSCN4196	DSCN4197	DSCN4198	DSCN4199	DSCN4200	DSCN4201
DSCN4194		0.3004	0.444	0.4487	0.4415	0.414	0.4662	0.4524
DSCN4195	0.3004		0.4491	0.4473	0.4404	0.4318	0.3881	0.4479
DSCN4196	0.444	0.4491		0.4645	0.4099	0.4631	0.4875	0.4704
DSCN4197	0.4487	0.4473	0.4645		0.465	0.461	0.4526	0.4951
DSCN4198	0.4415	0.4404	0.4099	0.465		0.4202	0.4578	0.473
DSCN4199	0.414	0.4318	0.4631	0.461	0.4202		0.4106	0.4241
DSCN4200	0.4662	0.3881	0.4875	0.4526	0.4578	0.4106		0.4691
DSCN4201	0.4524	0.4479	0.4704	0.4951	0.473	0.4241	0.4691	
DSCN4202	0.44	0.3886	0.474	0.4679	0.4495	0.4263	0.4782	0.3326
DSCN4203	0.4552	0.411	0.4739	0.4776	0.4665	0.4201	0.4864	0.332
DSCN4204	0.404	0.4051	0.4426	0.4794	0.4691	0.4536	0.4836	0.3353
DSCN4205	0.4587	0.4412	0.449	0.4608	0.4759	0.4543	0.4669	0.475
DSCN4206	0.4687	0.4595	0.4425	0.459	0.448	0.444	0.4611	0.4616
DSCN4207	0.4282	0.4427	0.4358	0.4641	0.4909	0.3962	0.4223	0.3832
DSCN4208	0.4354	0.4325	0.4625	0.4717	0.4531	0.4222	0.4602	0.4502
	DSCN4202	DSCN4203	DSCN4204	DSCN4205	DSCN4206	DSCN4207	DSCN4208	
DSCN4194	0.44	0.4552	0.404	0.4587	0.4687	0.4282	0.4354	
DSCN4195	0.3886	0.411	0.4051	0.4412	0.4595	0.4427	0.4325	
DSCN4196	0.474	0.4739	0.4426	0.449	0.4425	0.4358	0.4625	
DSCN4197	0.4679	0.4776	0.4794	0.4608	0.459	0.4641	0.4717	
DSCN4198	0.4495	0.4665	0.4691	0.4759	0.448	0.4909	0.4531	
DSCN4199	0.4263	0.4201	0.4536	0.4543	0.444	0.3962	0.4222	
DSCN4200	0.4782	0.4864	0.4836	0.4669	0.4611	0.4223	0.4602	
DSCN4201	0.3326	0.332	0.3353	0.475	0.4616	0.3832	0.4502	
DSCN4202		0.3269	0.3437	0.4524	0.442	0.3815	0.4497	
DSCN4203	0.3269		0.3153	0.4818	0.4818	0.3749	0.4567	
DSCN4204	0.3437	0.3153		0.4762	0.4881	0.3858	0.4588	
DSCN4205	0.4524	0.4818	0.4762		0.2382	0.431	0.3106	
DSCN4206	0.442	0.4818	0.4881	0.2382		0.4033	0.2712	
DSCN4207	0.3815	0.3749	0.3858	0.431	0.4033		0.3941	
DSCN4208	0.4497	0.4567	0.4588	0.3106	0.2712	0.3941		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

คคนเดียวกัน

คต่างกัน

ช่วง HD	จำนวน	
0.26	2	0
0.27	2	0
0.28	0	0
0.29	0	0
0.3	2	0
0.31	2	0
0.32	2	0
0.33	0	0
0.34	2	0
0.35	0	0
0.36	8	0
0.37	2	0
0.38	8	2
0.39	2	2
0.4	4	3
0.41	4	3
0.42	2	11
0.43	4	6
0.44	16	20
0.45	12	16
0.46	12	22
0.47	4	18
0.48	8	4
0.49	0	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้