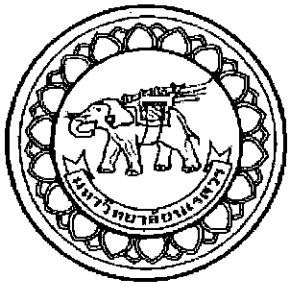


การลงทะเบียนภาพโดยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

Image Registration By Using Scale Trace Correlation

นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์ รหัส 48361837

นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี รหัส 48362087

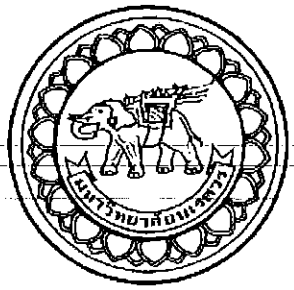
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 / W.A. 2553 /
เลขทะเบียน 1500262
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ส 461ก
2551
c.2

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551



การลงทะเบียนภาพโดยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

Image Registration By Using Scale Trace Correlation

นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์ รหัส 48361837

นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี รหัส 48362087

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน การลงทะเบียนภาพโดยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

ผู้ดำเนินโครงงาน นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์ รหัส 48361837

นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี รหัส 48362087

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

หัวข้อโครงงาน	การลงทะเบียนภาพโดยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์ รหัส 48361837
	นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี รหัส 48362087
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาการลงทะเบียนภาพเบื้องต้น โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด (Image Registration By Using Scale Trace Correlation) เพื่อแก้ปัญหาการลงทะเบียนภาพสองภาพที่เป็นรูปเดียวกันแต่มีอัตราขยายต่างกัน วิธีที่จะนำเสนอนี้ทำให้ทราบค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งที่สอดคล้องกันของภาพทั้งสอง โดยการปรับขนาดความละเอียดของภาพที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบให้ใกล้เคียงกับความละเอียดของภาพต้นแบบมากที่สุด ซึ่งในแต่ละครั้งจะพิจารณาพียงหนึ่งสเกลเท่านั้น

Project Title	Image Registration By Using Scale Trace Correlation
Name	Mr.Saran Hiransit ID. 483661837
	Mr.Kiattisak Tamasi ID. 48362087
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.
Field of Study	Electrical Engineering.
Department	Electrical and Computer Engineering.
Academic Year	2008

Abstract

This project presents a study of image registration by using scale trace correlation technique. This work is aimed at finding correspondences between images of the same scene at different magnifications. Hereby, the resolution of an image in question is adjusted so that it is closed as much as possible to that of the refcrence image, where only one scale is considered at a time. Sample results show that the purposed method is able to accurately identify the relative position of the two image.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลายๆ บุคคลด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยแนะนำต่อการทำโครงงานนี้อยู่เสมอขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยกำลังใจในการทำงาน

สุดท้ายนี้ ต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่งของข้าพเจ้า ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้จัดทำมาเป็นอย่างดีพร้อมทั้งให้โอกาสและคอยสนับสนุนในเรื่องการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้คอยกำลังใจในทุกๆด้าน

นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์

นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่และความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ตารางเวลาแผนงานในการทำโครงงาน 2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3

1.7 งบประมาณ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ 4

2.2 ความรู้พื้นฐานการลงทะเบียนภาพ 4

2.3 Scale Space 10

2.4 Scale Trace 12

2.5 คอนโวลูชัน 12

2.6 สหสัมพันธ์ 14

2.7 Normalized Cross-Correlation 15

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 แนวทางการดำเนิน

3.1 รูปแบบการดำเนินโครงงาน 16

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 16

3.3 กระบวนการดำเนินโครงงาน 17

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดลองสำหรับภาพ LENA 20

4.2 ผลการทดลองสำหรับภาพ CAMERA 33

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 47

5.2 ข้อเสนอแนะ 47

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดทำโครงงานและการแก้ไข 47

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก 49

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 52

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางเวลาแผนงานในการทำโครงงาน	2
4.1 ตารางสรุปการแสดงค่าความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ “LENA” ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป.....	35
4.2 ตารางสรุปการแสดงค่าความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ “CAMERAMAN” ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป	45

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพ MRI ศีรษะ (ซ้าย) และภาพ MRI ศีรษะผู้ป่วยหลังจาก 6 สัปดาห์ (ขวา)	5
2.2 ภาพถ่าย MRI และ SPECT	6
2.3 ภาพผลลัพธ์ของการลงทะเบียนภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่	6
2.4 ภาพการผสมสีทางแสง	7
2.5 ตำแหน่งในลำดับภาพ	8
2.6 โค้งปกติหรือโค้งรูประฆังคว่ำและการแจกแจงแบบเกาส์	10
2.7 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันแต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน	11
2.8 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน	11
2.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน	12
2.10 การคำนวณเอาท์พุทของ Convolution kernel ณ ตำแหน่ง (2,4)	13
2.11 การคำนวณเอาท์พุทของ Correlation kernel ณ ตำแหน่ง (2,4)	14
3.1 กระบวนการดำเนินโครงงาน	17
4.1 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 ภาพ (ข) ภาพขนาด 254×249 ที่กรองสัญญาณรบกวน ด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5	20
4.2 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	21
4.3 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	21
4.4 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	22
4.5 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 254×249	22
4.6 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	23
4.7 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	23
4.8 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	24
4.9 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 254×249	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.10	ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	25
4.11	(ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	25
4.12	การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	26
4.13	ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 228×225	26
4.14	ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	27
4.15	(ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	27
4.16	การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	28
4.17	ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 228×225	28
4.18	ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	29
4.19	(ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	29
4.20	การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	30
4.21	ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 228×225	30
4.22	ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512	31
4.23	(ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	31
4.24	ซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	32
4.25	ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 97×97	33
4.26	ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	34
4.28 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	35
4.29 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9	35
4.30 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	36
4.31 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	36
4.32 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	37
4.33 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 87×87	37
4.34 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	38
4.35 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	38
4.36 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	39
4.37 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 87×87	39
4.38 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	40
4.39 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	40
4.40 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	41
4.41 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 size 136×136	41
4.42 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	42
4.43 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X,แกนY (ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	42
4.44 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	43

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.45 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 size 136×136	43
4.46 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256	44
4.47 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY (ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ	44
4.48 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน	45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆอยู่ตลอดเวลาเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค วิชาการประมวลผลภาพเองก็ได้ถูกพัฒนาจนสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ไม่ว่าทางด้าน การแพทย์ งานสืบสวนของตำรวจและทางด้านอุตสาหกรรม โปรแกรมแมทแลบซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการประมวลผลภาพก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเช่นกัน จึงทำให้ผู้จัดทำเกิดความสนใจทางด้านนี้ จึงคิดที่จะศึกษาการประมวลผลภาพ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาการลงทะเบียนภาพสองภาพที่เป็นภาพเดียวกันแต่อัตราส่วนภาพต่างกันเพื่อตรวจสอบว่าทั้งสองภาพเป็นภาพเดียวกันหรือไม่ ซึ่งจากที่เคยศึกษามาเบื้องต้นแล้วจะใช้การแปลง (Mapping) ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษาวิธีอื่น นั่นคือ "วิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด" เพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาการลงทะเบียนภาพและทราบถึงข้อดีข้อเสียข้อจำกัดของวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

ในโครงงานนี้จึงได้มุ่งเน้นนำความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพหรือ Image Processing กระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ หลักการของ Digital Signal Processing และเทคนิคการเขียนโปรแกรมในแมทแลบมาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการประมวลผลภาพให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

นับว่าโครงงานนี้มีความสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในเรื่องของการเปรียบเทียบภาพเพื่อดูความเข้ากันได้ของสองภาพ สามารถนำความรู้ที่ได้มาพัฒนางานของบุคคลกลุ่มต่างๆ เช่น ตำรวจ การแพทย์ และงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมแมทแลบ

1.2.2 เพื่อศึกษาเทคนิคในการประมวลผลภาพต่างๆจากหลักการทางคณิตศาสตร์

1.2.3 เพื่อศึกษาหลักการของ Digital Signal processing และ Image Processing

1.2.4 เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมในการเปรียบเทียบความสอดคล้องและตำแหน่งของภาพสองภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาหลักการของ Digital Signal processing และ Image Processing

1.3.2 ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลและลงทะเบียนภาพ

1.3.3 พัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมแมทแลบ

1.3.4 ทดสอบโปรแกรมเพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องและตำแหน่งของภาพ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 สำรวจและศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบระบบงานและจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมกับงาน

1.4.3 พัฒนาโปรแกรมในการลงทะเบียนภาพ

1.4.4 นำโปรแกรมมาทดลองใช้กับข้อมูลจริง

1.4.5 หาข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

1.4.6 จัดทำเอกสารประกอบ

1.4.7 สรุปผลและนำเสนอโครงงาน

1.5 ตารางเวลาแผนงานในการทำโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาแผนงานในการทำโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2551				
	มิ.ย.-ก.ค.	ส.ค.-ก.ย.	ต.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-ม.ค.	ก.พ.
1.5.1 สำรวจและศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→			
1.5.2 ออกแบบระบบงานและจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมกับงาน		←	→		
1.5.3 พัฒนาโปรแกรมในการลงทะเบียนภาพ			←	→	
1.5.4 นำโปรแกรมมาทดลองใช้กับข้อมูลจริง			←	→	
1.5.5 หาข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง				←	→
1.5.6 จัดทำเอกสารประกอบ					↔
1.5.7 สรุปผลและนำเสนอโครงงาน					↔

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.5.1 เข้าใจถึงระบบของการประมวลภาพ

1.5.2 เพื่อนำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้เปรียบเทียบภาพ

1.5.3 สามารถนำแนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับอัลกอลิที่มอื่นๆ

1.7 งบประมาณ

1.6.1 ค่าหนังสือ Digital Signal Processing	600	บาท
1.6.2 ค่าหนังสือ MATLAB	100	บาท
1.6.3 ค่าหนังสือ Digital Image Processing	600	บาท
1.6.4 อื่น ๆ	800	บาท
รวม	2,000	บาท (สองพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพเป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดการข้อมูลที่เป็นรูปภาพต่างๆให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิตอลเพื่อจะได้นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นอีกหลายแขนง เช่น การตกแต่ง การส่งรูปภาพไปตามสายนำสัญญาณจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง การเก็บข้อมูลภาพไว้ในหน่วยความจำเพื่อทำอัลบัมภาพอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประโยชน์เป็นแฟ้มข้อมูลพนักงาน แฟ้มอาชญากรรม เป็นต้น นอกเหนือไปจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานด้านการรักษาความปลอดภัย เช่น ตรวจสอบลายนิ้วมือหรือระบบสแกนม่านตาได้อีกด้วย

การที่จะเข้าใจได้หลักการประมวลผลภาพได้อย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลอยู่พอสมควร เมื่อเข้าใจถึงหลักการเบื้องต้นแล้ว จึงทำการศึกษาส่วนที่ยากขึ้นไปตามลำดับ

ดังนั้นในบทนี้จะนำเสนอการประมวลผลภาพตั้งแต่พื้นฐานอันได้แก่ ประเภทของการลงทะเบียนภาพ ระบบสี พิกเซล ระดับเทา และ การแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำ จากนั้นจึงเริ่มนำเสนอขั้นตอนสำคัญที่ใช้ในการประมวลผลภาพในโครงงานนี้อันได้แก่ หลักการของ สเกลสเปซ สเกลเทรซ คอนโวลูชัน สหสัมพันธ์ และ การแปลงมาตรฐานของสหสัมพันธ์แบบไขว้ 2 มิติ ตามลำดับ

2.2 ความรู้พื้นฐานการลงทะเบียนภาพ

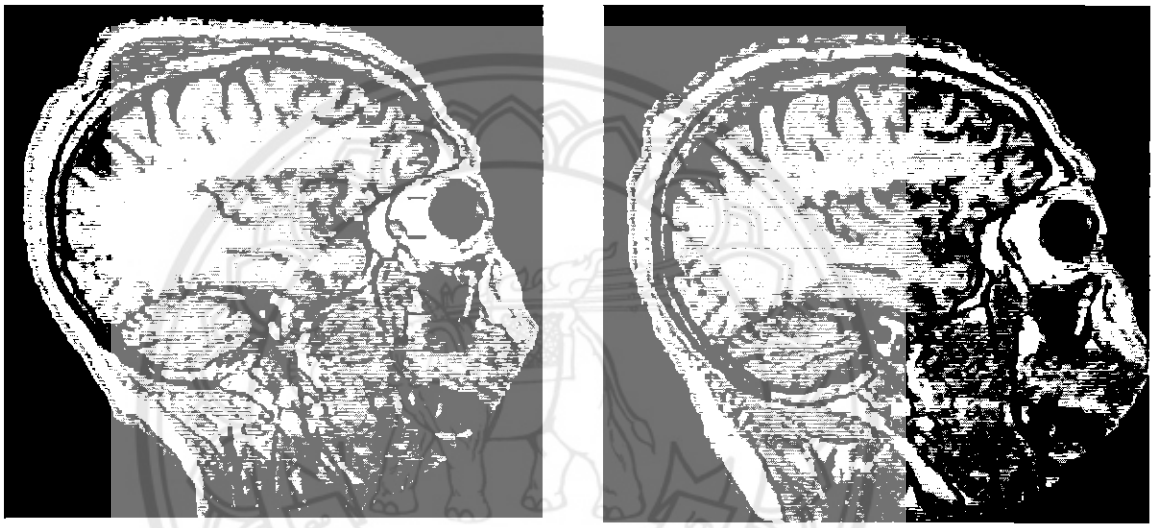
การลงทะเบียนภาพ (Image Registration) เป็นกระบวนการในการจัดวางภาพตั้งแต่สองภาพขึ้นไปลงบนระนาบเดียวกันอย่างสอดคล้อง เพื่อพิจารณารายละเอียดรวมทั้งตำแหน่งของวัตถุบนภาพทั้งหมดได้ในขณะเดียวกัน ด้วยเหตุนี้การลงทะเบียนภาพจึงถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ผลภาพทางการแพทย์ งานสืบสวน และงานด้านอุตสาหกรรม เช่น การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อมะเร็ง การเปรียบเทียบปลอกกระสุน เป็นต้น

2.2.1 ประเภทของการลงทะเบียนภาพ

การลงทะเบียนภาพแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.2.1.1 การลงทะเบียนวัตถุชนิดเดียวกันและถ่ายภาพด้วยวิธีเดียวกัน (Intraobject-Intramodality Registration)

เป็นการลงทะเบียนภาพจากวัตถุชนิดเดียวกันและถ่ายภาพด้วยวิธีเดียวกัน ดังตัวอย่างรูปที่ 2.1 ทั้งสองภาพถ่ายจากเครื่อง MRI เหมือนกัน(วิธีเดียวกัน) และถ่ายจากสมองของคนเดียวกันต่างกันเพียงเวลาที่ถ่าย



รูปที่ 2.1 ภาพ MRI ศีรษะ(ซ้าย) และ ภาพ MRI ศีรษะผู้ป่วย หลังจาก 6 สัปดาห์ (ขวา)

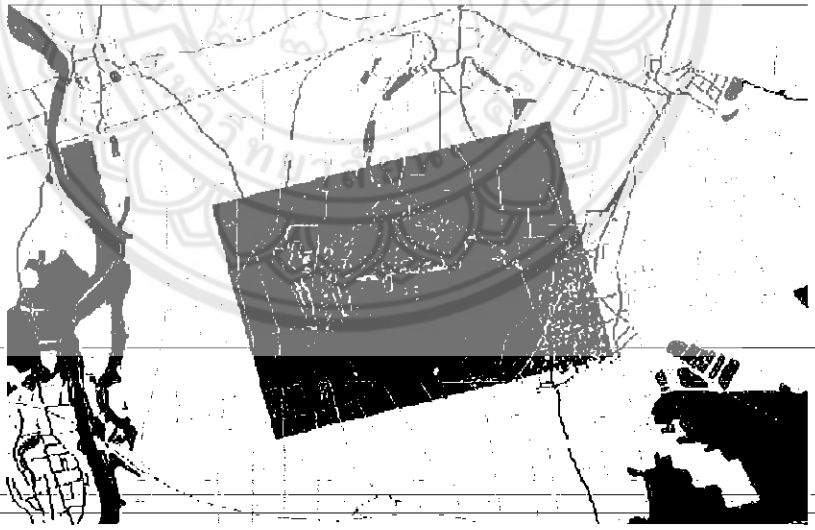
2.2.1.2 การลงทะเบียนวัตถุชนิดเดียวกันแต่ถ่ายภาพต่างวิธีกัน (Intraobject-Intermodality Registration)

เป็นการลงทะเบียนภาพจากภาพถ่ายวัตถุชนิดเดียวกัน แต่ถ่ายภาพต่างวิธีกันจากตัวอย่างเป็นการลงทะเบียนภาพที่ได้จากเครื่อง MRI กับเครื่อง SPECT แล้วนำทั้งสองภาพมาซ้อนทับกัน

รูปที่ 2.2 ภาพถ่าย MRI และ SPECT (บนซ้าย) แสดงภาพผลลัพธ์ของ MRI และSPECT (บนขวา) แสดงภาพถ่าย MRI ของศีรษะผู้ป่วย (ล่าง) แสดงภาพถ่าย SPECT ของศีรษะผู้ป่วย

2.2.1.3 การลงทะเบียนวัตถุต่างชนิดกัน (Interobject Registration)

เป็นการลงทะเบียนภาพจากภาพถ่ายวัตถุต่างชนิดกัน และถ่ายภาพต่างวิธีกัน จากตัวอย่างแสดงภาพถ่ายทางอากาศบนภาพแผนที่

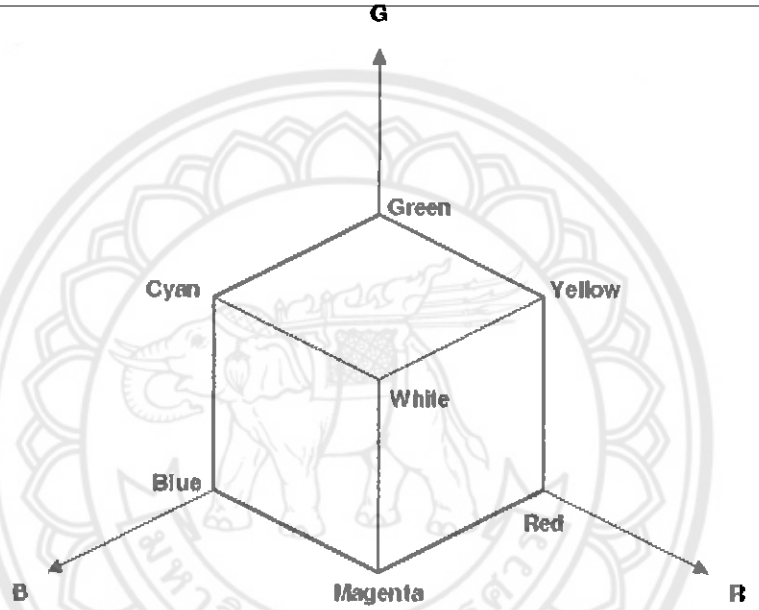


รูปที่ 2.3 ภาพผลลัพธ์ของการลงทะเบียนภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่

2.2.2 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงิน โดยปกติจะใช้ในจอภาพแบบ CRT และเนื่องจากระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสง จึงทำให้ภาพที่ได้ออกมานั้นมีความสมจริงและยังดูสวยงาม

โมเดลสี หรือ Color Space ประกอบด้วย 3 แม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ถ้านำแต่ละแม่สีมาพล็อตกราฟในระดับพิกัด Color Space โดยแต่ละสีมีค่า 0 ถึง 1 (0 แสดงถึงค่าความมืดและ 1 แสดงถึงความสว่าง) จะได้ภาพการผสมสีทางแสงหรือการบวกแม่สีเข้าด้วยกัน (Additive Primary Color) ดังรูปที่ 2.4



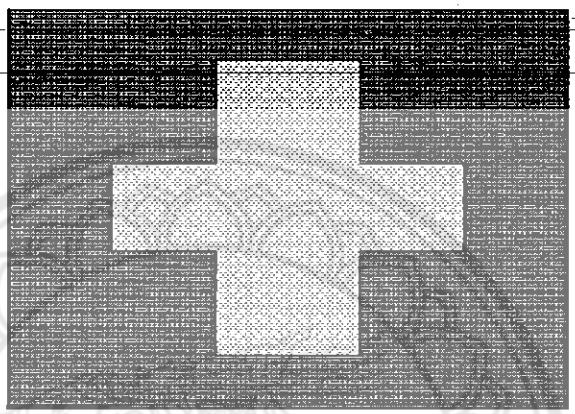
รูปที่ 2.4 ภาพการผสมสีทางแสง

2.2.3 Pixel (Picture element หรือ Pel) คือ พื้นที่เล็กจุดหนึ่งในภาพ โดยในแต่ละจุดนั้นจะมีค่าตัวเลขกำกับ ซึ่งตัวเลขเหล่านี้จะมาจากค่าของแม่สีสามสี R (สีแดง) G (สีเขียว) B (สีฟ้า) ใช้บอกระดับความเข้มของแต่ละเฉดสี หากมี Pixel หลายๆจุดมาต่อกันจะกลายเป็นภาพซึ่งมีขนาด จำนวน Pixel ด้านกว้าง × จำนวน Pixel ด้านยาว ยกตัวอย่าง เช่น รูปภาพขนาด 800 X 600 pixels หมายความว่า รูปภาพนี้มีความกว้าง 800 pixels และมีความยาว 600 pixels เป็นต้น

2.2.4 ระดับเทา (Gray Level) เป็นค่าซึ่งระบุความสว่างหรือความเข้ม ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-255 (0 คือระดับเข้ม 255 คือระดับสว่าง) รวมทั้งพิกัดแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งใช้ระบุตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image Array) เช่นจากรูปตัวอย่างที่ 2.5 (บน) และ 2.5 (ล่าง) จุดภาพแถวนอนที่ 3 และแนวตั้งที่ 2 ดังรูปที่ 2.5 (ล่าง) ซึ่งมีค่าระดับเทา 40

วิธีการหาค่าระดับเทา (Gray Level)

$$\text{Gray Level} = \frac{R+G+B}{3} \qquad (2.1)$$



ก) ภาพระดับเทา

40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
40	40	200	200	200	200	200	200	40	40
40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

ข) ค่าระดับเทาแทนแต่ละตำแหน่งในภาพ 2.5 ก.)

รูปที่ 2.5 ตำแหน่งในลำดับภาพ

วิธีการหาค่าระดับเทาที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการเฉลี่ยค่าของแม่สีทั้งสาม ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด แต่อาจมีความเพี้ยนของสีได้ จึงมีวิธีหนึ่งซึ่งคิดตามความสว่างของแต่ละแม่สี โดยมีรูปแบบดังสมการ (2.2)-(2.4)

$$R_R = \frac{R_S+G_S+B_S}{3} \text{ หรือ } R_R = ((0.299 \times R_S) + (0.587 \times G_S) + (0.114 \times B_S)) \qquad (2.2)$$

$$G_R = \frac{R_S+G_S+B_S}{3} \text{ หรือ } G_R = ((0.299 \times R_S) + (0.587 \times G_S) + (0.114 \times B_S)) \quad (2.3)$$

$$B_R = \frac{R_S+G_S+B_S}{3} \text{ หรือ } B_R = ((0.299 \times R_S) + (0.587 \times G_S) + (0.114 \times B_S)) \quad (2.4)$$

โดยที่ R_R หมายถึง ค่าเอาต์พุตพิกเซล สีแดง

G_R หมายถึง ค่าเอาต์พุตพิกเซลสีเขียว

B_R หมายถึง ค่าเอาต์พุตพิกเซลสีน้ำเงิน

R_S หมายถึง ค่าอินพุตพิกเซลสีแดง

G_S หมายถึง ค่าอินพุตพิกเซลสีเขียว

B_S หมายถึง ค่าอินพุตพิกเซลสีน้ำเงิน

2.2.5 การแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำ (Thresholding) เป็นกระบวนการแปลงภาพสีให้มีการแสดงผลแค่ 2 ระดับ คือ ขาวและดำ โดยแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) มีกระบวนการแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ (Multilevel Image) ให้เป็นภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับหรือ 1 บิต (bit) คือ 0 และ 1 โดย 0 แทนด้วยจุดที่มีภาพสีขาว และ 1 แทนด้วยจุดที่มีภาพสีดำ

การแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำเป็นการพิจารณาจุดพิกเซล ในภาพว่าจุดใดควรเป็นจุดขาว หรือจุดใดควรเป็นจุดดำ โดยทำการเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล (f(x,y)) กับค่าคงที่ที่เรียกว่า Threshold (Threshold Value) เทคนิคนี้นิยมใช้กันมากในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) ค่าพิกเซลในภาพที่มีค่าน้อยกว่าค่าธเลสโฮลจะถูกกำหนดเป็น 1 (จุดดำ) และถ้าค่าของพิกเซลใด ๆ ในภาพมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าธเลสโฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 0 (จุดขาว)

ในการทำภาพขาวดำโดยการทำธเลสโฮลให้ได้ภาพดีและคมชัด ต้องเกิดจากการเลือกค่าธเลสโฮลที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าเลือกค่าธเลสโฮลไม่เหมาะสม เช่น ค่าธเลสโฮลที่มากหรือน้อยเกินไป ภาพที่ได้จะขาดความคมชัดหรืออาจทำให้รายละเอียดของภาพขาดหายไป หรือภาพที่ได้อาจจะมืดเกินไป หรือสว่างเกินไป หรืออาจจะเป็นภาพที่มีสิ่งรบกวน (Noise) เกิดขึ้น ทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ชัดเจน

2.3 Scale space

Scale space คือเซตของค่าทั้งหมดในหนึ่งฉากที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความไม่ชัดเจนหรือความละเอียดของภาพ ในการสังเคราะห์ภาพผ่านความละเอียดหลายระดับจะได้ผลลัพธ์ที่มีความเสถียรและผลลัพธ์โดยทั่วไปดีกว่าการสังเคราะห์ภาพที่ความละเอียดเดียว

ถ้าภาพหลายความละเอียดจากฐานข้อมูลถูกสร้างขึ้นโดยใช้สเกล Scale space $L(x,\sigma)$ สามารถเขียนในรูปของภาพในฐานข้อมูล convolution กับสมการของเกาส์เซียน(Gaussian) :

$$L(x,\sigma)=L(x,0)*G(x,\sigma) \qquad (2.5)$$

โดยที่ $L(x,0)$ คือ ค่าฐานจากภาพเก่า

$*$ คือ convolution

$G(x,\sigma)$ คือ สมการเกาส์เซียน

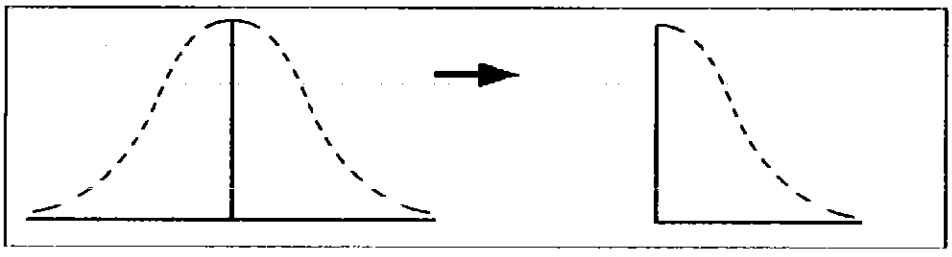
σ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3.1 การแจกแจงปกติมาตรฐาน (เกาส์เซียน)

การแจกแจงปกติ เป็นการแจกแจกของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่องซึ่งค่าของตัวแปรดังกล่าวอยู่ระหว่างค่าสองค่า $0<X<1$ หรือ $-2 \leq X < 10$ทำให้เราไม่สามารถบอกได้อย่างแน่นอนว่า ค่าของตัวแปรสุ่มนั้นเท่ากับเท่าใด เช่น จากตัวอย่างเรารู้ว่า X นั้นมีค่ามากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 1 ซึ่งอาจมีค่ามากมายที่อยู่ระหว่างค่าทั้งสองนั้น

การแจกแจงปกติมักพบในเรื่องทั่วไป เช่น ความสูง น้ำหนัก เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้ ค่าส่วนใหญ่จะอยู่กลางๆ มีจำนวนไม่มากที่มีค่าน้อยหรือมากกว่าค่าเฉลี่ยเหล่านี้ ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาลงจุด จึงได้รูปที่มีลักษณะตรงกลางป่องส่วนปลายทั้งสองข้างจะลาดลงรูปร่างของโค้งปกติ

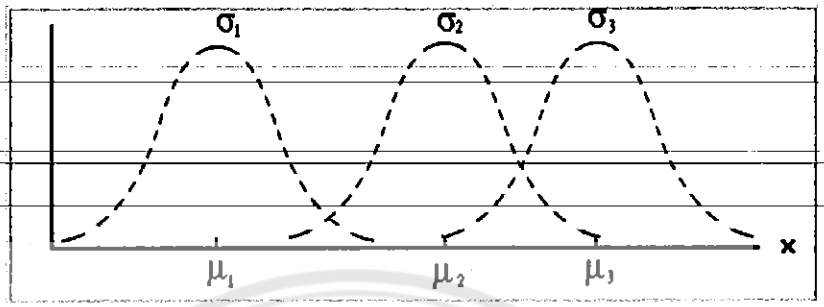
เมื่อนำข้อมูลของตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติมาลงจุดหรือสร้างเป็นกราฟ จะได้เส้นโค้งปกติ ที่ตรงกลางป่องปลายทั้งข้างจะลดลงและสมมาตรกันและจะจรดแกนนอนระยะอนันต์



รูปที่ 2.6 โค้งปกติหรือโค้งรูประฆังคว่ำและการแจกแจงแบบเกาส์เซียน

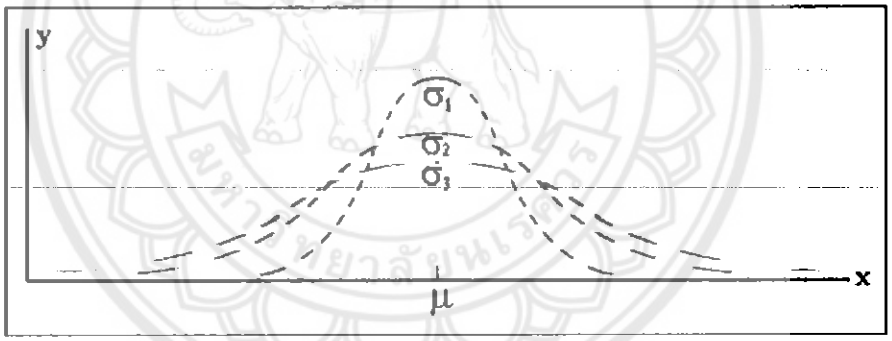
รูปร่างของโค้งปกติจะมีลักษณะ เช่นใดขึ้นอยู่กับค่าของพารามิเตอร์สองตัว ได้แก่ค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) และค่าความแปรปรวนของประชากร (σ^2) ดังเช่น

ก. ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันแต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน กรณีนี้ค่าเฉลี่ยของแต่ละโค้งจะอยู่คนละจุดแต่รูปร่างของแต่ละโค้งจะเหมือนกัน ดังรูปที่ 2.9



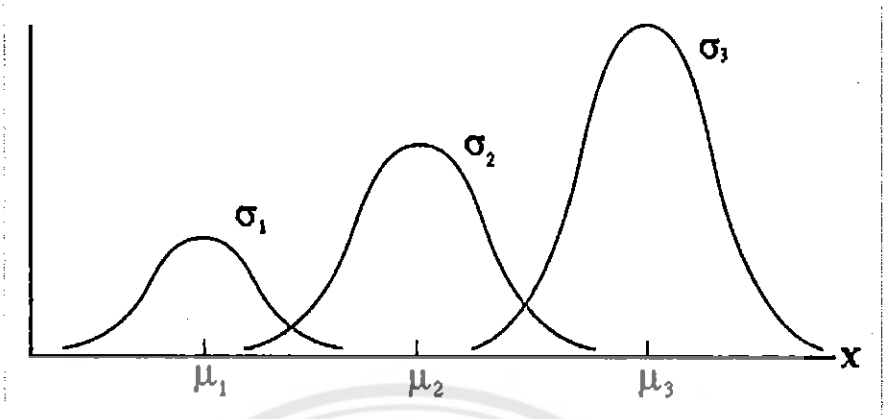
รูปที่ 2.7 ค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันแต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน

ข. ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน กรณีนี้ค่าเฉลี่ยของแต่ละโค้งจะอยู่จุดเดียวกัน แต่รูปร่างของแต่ละโค้งจะแตกต่างกันทั้งด้านส่วนสูงและด้านส่วนหนา



รูปที่ 2.8 ค่าเฉลี่ยเท่ากัน แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน

ค. ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน กรณีนี้ค่าเฉลี่ยของแต่ละโค้งจะอยู่คนละจุดกัน และรูปร่างของแต่ละโค้งแตกต่างกัน ทั้งด้านส่วนสูงและด้านส่วนหนา



รูปที่ 2.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน

2.4 Scale Trace

เมื่อพิจารณาเซตข้อมูลทุกค่าจาก Scale space และเปลี่ยนสเกล(σ)ที่ใช้ในการคำนวณ Scale trace (t_x) ถูกนิยามโดย

$$t_x = L(x, \sigma_t) \tag{2.6}$$

ดังนั้น Scale trace คือ เซตของค่าทั้งหมดที่มีค่าเฉพาะตัว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนสเกล (σ)

2.5 Convolution

Linear filtering ของภาพถูกทำได้โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่าคอนโวลูชัน (Convolution) ซึ่ง เป็นกระบวนการของผลรวมแบบถ่วงน้ำหนักกับบริเวณเมตริกซ์รอบข้างของอินพุทพิกเซล เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนักนี้ถูกเรียกว่า Convolution kernel หรือทั่วไปรู้จักกันในรูปของฟิลเตอร์ (FILTER) Convolution kernel เป็น Correlation kernel ซึ่งถูกหมุนไป 180 องศา

ตัวอย่าง สมมติให้เมตริกซ์ภาพมีค่าดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

และ convolution kernel เป็น

$$h = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{bmatrix}$$

การคำนวณหา convolution kernel จากภาพ A ที่ตำแหน่ง (2,4) มีขั้นตอนดังนี้

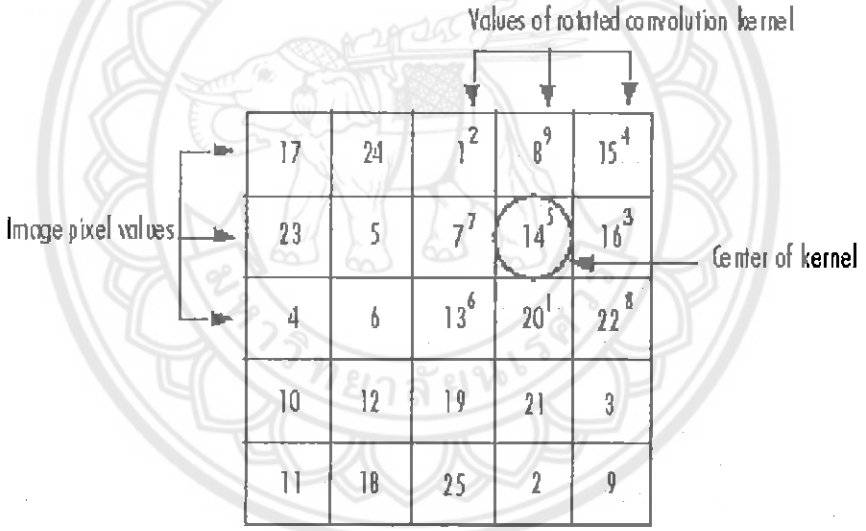
1.ทำการหมุนเมตริกซ์ h 180 องศา (รอบจุดศูนย์กลางของเมตริกซ์)

2.นำเมตริกซ์ที่ได้จากการหมุนไปซ้อนบนตำแหน่ง (2,4) ของเมตริกซ์ A

3.ทำการคูณแบบถ่วงน้ำหนัก

4.นำผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการที่สามทั้งหมดมาบวกกัน

ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ตำแหน่ง (2,4) คือ $1 \cdot 2 + 8 \cdot 9 + 15 \cdot 4 + 7 \cdot 7 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 3 + 13 \cdot 6 + 20 \cdot 1 + 22 \cdot 8 = 575$



รูปที่ 2.10 การคำนวณเอาท์พุทของ Convolution kernel ณ ตำแหน่ง (2,4)

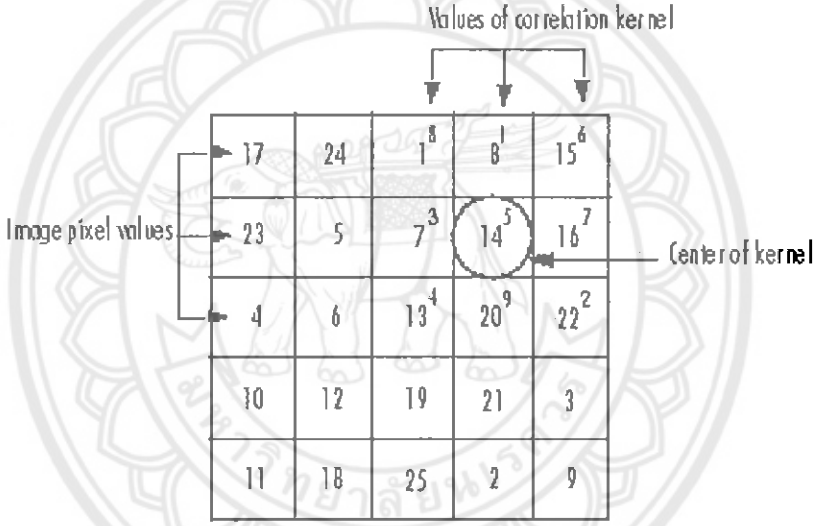
2.6 สหสัมพันธ์ (Correlation)

กระบวนการสหสัมพันธ์ มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการคอนโวลูชัน ในกระบวนการสหสัมพันธ์ค่าเอาท์พุทได้จากการบวกแบบถ่วงน้ำหนักของพิกเซลในบริเวณโดยรอบ แตกต่างจากกระบวนการคอนโวลูชันตรงที่กระบวนการถ่วงน้ำหนัก จะถูกเรียกว่า Correlation kernel ซึ่งไม่มีการหมุนเมตริกซ์ก่อนการคำนวณ

การคำนวณหา Convolution kernel มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. นำจุดศูนย์กลางของเมตริกซ์ h วางซ้อน ณ จุดศูนย์กลางของเมตริกซ์ A
2. ทำการคูณแบบถ่วงน้ำหนักในเมตริกซ์ A
3. นำผลที่ได้ในข้อสองมาบวกกัน

ดังนั้น correlation ที่ตำแหน่ง (2,4) เป็น $1\cdot8+8\cdot1+15\cdot6+7\cdot3+14\cdot5+16\cdot7+13\cdot4+20\cdot9+22\cdot2 = 585$



รูปที่ 2.11 การคำนวณเอาท์พุทของ Correlation kernel ณ ตำแหน่ง (2,4)

2.7 Normalized 2-D cross-correlation

Normalized 2-D cross-correlation เป็นกระบวนการที่ใช้ในการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างภาพสองภาพ ซึ่งคำสั่งของ Normalized 2-D cross-correlation ในโปรแกรมแมทแลบ คือ C = normxcorr2 (template,A) ซึ่งเป็นกระบวนการคำนวณหาสหสัมพันธ์ไขว้ของภาพเท็มเพลตและภาพต้นแบบ (A) โดยที่เมตริกซ์ของภาพต้นแบบ (A) ต้องมีขนาดใหญ่กว่าหรือเท่ากับขนาดภาพเมตริกซ์เท็มเพลต และเมตริกซ์เท็มเพลตต้องไม่เป็นเมตริกซ์ที่มีค่าเดียวกันทั้งหมดเช่น [1 1;1 1],[2 2 2;2 2 2;2 2 2] เป็นต้น คำตอบที่ได้เก็บอยู่ใน $c(u,v)$ และมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง 1

$$c(u,v) = \frac{\sum_{x,y}[f(x,y)-\bar{f}][t(x-u,y-v)-\bar{t}]}{\{\sum_{x,y}[f(x,y)-\bar{f}]^2 \sum_{x,y}[t(x-u,y-v)-\bar{t}]^2\}^{0.5}} \qquad (2.7)$$

เมื่อ f คือ ภาพ

$\bar{t}$ คือ ค่าเฉลี่ยของภาพเท็มเพลต

$\bar{f}$ คือ ค่าเฉลี่ยของภาพ $f(x,y)$ ภายใต้ตำแหน่งของภาพเท็มเพลต

บทที่ 3
แนวทางการดำเนินโครงงาน

3.1 รูปแบบการดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคในการลงทะเบียนภาพโดยวิธีการหาสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด (Image Registration By Using Scale Trace Correlation) เพื่อทดสอบการลงทะเบียนภาพที่เป็นภาพเดียวกันแต่กำลังขยายต่างกัน โดยการแปลงภาพที่ต้องการเปรียบเทียบให้เป็นระดับเทา จากนั้นทำการหาสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด (Scale Trace Correlation) เพื่อปรับขนาดความละเอียดของภาพที่เข้ามาให้ใกล้เคียงกับความละเอียดของภาพต้นแบบ ถัดมาทำการหาค่าสหสัมพันธ์และตำแหน่งของภาพที่เกิดค่าสหสัมพันธ์สูงสุด สุดท้ายใช้จุดดังกล่าวเป็นจุดอ้างอิงในการนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้มาใช้ในกระบวนการซ้อนทับภาพ

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.2.1 สำรวจและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

3.2.2 ออกแบบระบบงานและจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมกับงาน

3.2.3 พัฒนาโปรแกรมในการลงทะเบียนภาพ

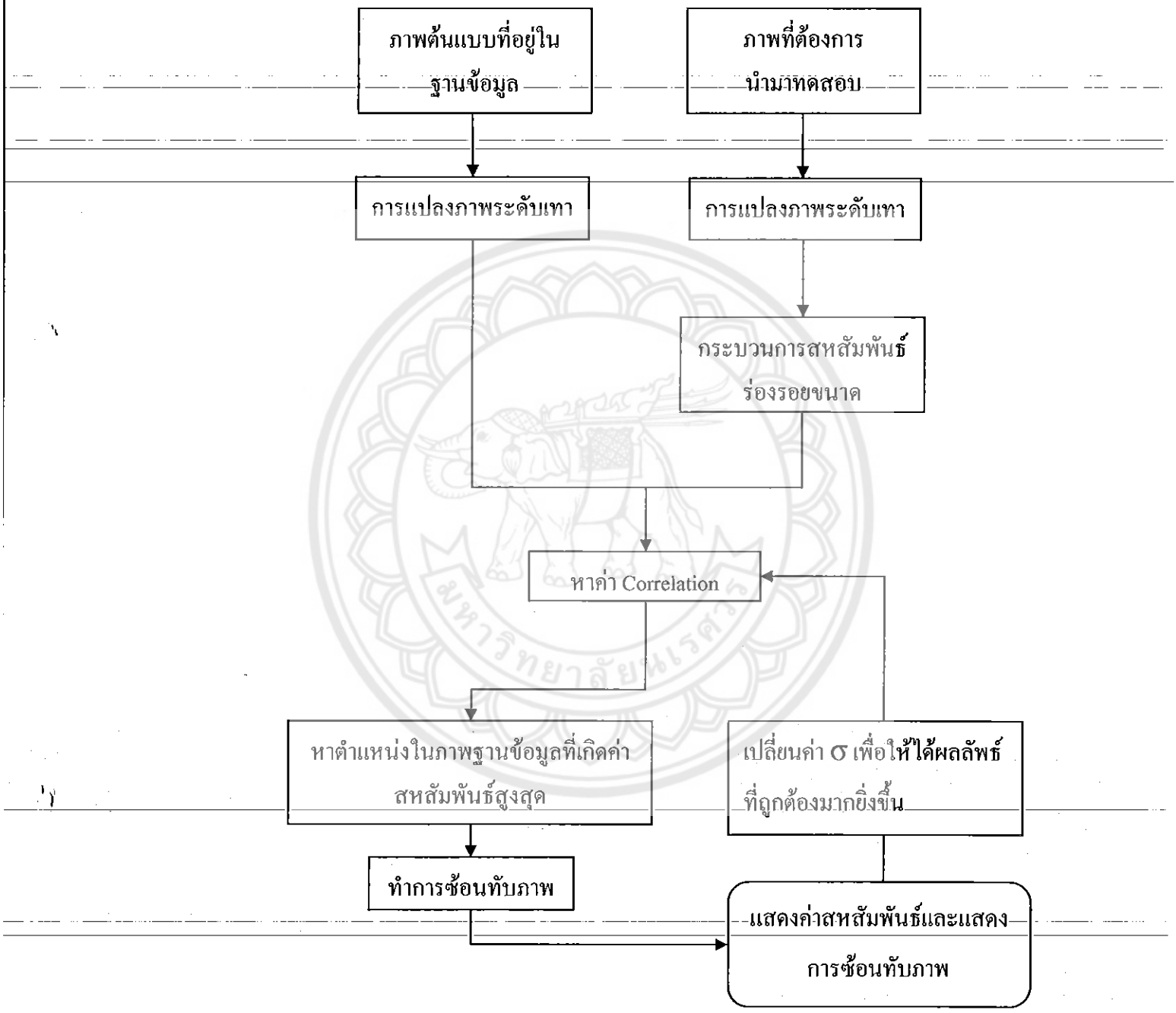
3.2.4 นำโปรแกรมมาทดลองใช้กับข้อมูลจริง

3.2.5 หาข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

3.2.6 จัดทำเอกสารประกอบ

3.2.7 สรุปผลและนำเสนอโครงงาน

3.3 กระบวนการดำเนินโครงงาน



รูปที่ 3.1 กระบวนการดำเนินโครงงาน

จากรูปที่ 3.1 อธิบายกระบวนการคำนวณของภาพถ่ายแบบทั่วไปได้ดังนี้คือ

1. นำภาพใดๆที่ต้องการทดสอบ เข้ามาในโปรแกรมแมทแลบ โดยการใช้คำสั่ง imread
2. นำภาพที่เรียกเข้ามาแปลงให้เป็นภาพระดับเทาโดยใช้สมการที่ (2.1) ในบทที่ 2
3. นำภาพที่ต้องการทดสอบมาเข้ากระบวนการ Scale Space ตามสมการที่ (2.5) เพื่อทำการกรองสัญญาณลบกวนออกจากภาพ
4. นำภาพที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแล้วและภาพที่ได้ในขั้นตอนที่ 3. มาเข้ากระบวนการแปลงมาตราฐานของสหสัมพันธ์แบบไขว้ 2 มิติ ตามสมการที่ (2.7)
5. นำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 มาสร้างกราฟเพื่อแสดงค่าสหสัมพันธ์ตามแนวแกน x และแกน y เพื่อพิจารณาหาค่าสูงสุดและตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดในภาพ
6. แปลงค่าที่ได้จากขั้นตอนที่5. เป็นภาพขาวดำโดยคำสั่ง imshow (กำหนดให้จุดสูงสุดที่เกิดค่าสหสัมพันธ์เป็นจุดสีดำ และ จุดที่เหลือเป็นจุดสีขาว)
7. ใช้จุดที่เกิดค่าสหสัมพันธ์สูงสุดเป็นจุดอ้างอิง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการซ้อนทับภาพ
8. เปลี่ยนค่า σ ที่ใช้ในขั้นตอนที่ 3เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองในการเปรียบเทียบภาพ โดยใช้กระบวนการสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด (Scale Trace Correlation) เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างภาพต้นแบบที่อยู่ในฐานข้อมูลและภาพที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว จากนั้นจะใช้วิธีสหสัมพันธ์ในการหาค่าสหสัมพันธ์และตำแหน่งที่สอดคล้องของภาพ ซึ่งจะเริ่มการเพิ่มอัตราขยายของภาพตั้งแต่ 1-1.40 โดยเพิ่มทีละ 0.05 ก่อน จากนั้นจะลดอัตราการขยายของภาพจาก 0.95-0.90 โดยลดทีละ 0.05 โดยที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ,7, 8 และ 9 ตามลำดับ

เหตุผลที่ทำการทดลองด้วยอัตราการขยายของภาพในช่วง 0.90-1.40 เพราะว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถนำภาพต้นแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูลและภาพที่ปรับปรุงแล้วซ้อนทับกันได้ ถ้าใช้ช่วงที่มากกว่านี้จะไม่สามารถนำภาพต้นแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูลและภาพที่ปรับปรุงแล้วซ้อนทับกันได้และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเริ่มต้นตั้งแต่0.5, 1-9 เพราะค่า 0.5 เป็นค่าที่ไม่ได้มีการปรับปรุงภาพ ซึ่งจะนำมาเปรียบกับภาพที่ปรับปรุงที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1-9 เพื่อหาความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ จากวิธีการดำเนินงานข้างต้นได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 กรณีที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพ LENA

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.2 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

4.1.3 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.4 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

4.1.5 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.6 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

4.2 กรณีที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพ CAMERAMAN

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.2 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

4.1.3 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.4 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

4.1.5 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

4.1.6 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

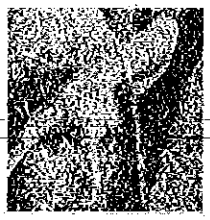
4.1 กรณีที่ 1 ผลการทดลองสำหรับภาพ LENA

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 1 เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพโดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 254×249 ดังรูป 4.1 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.5 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.1 (ข)

(ก) Input Image size 254×249



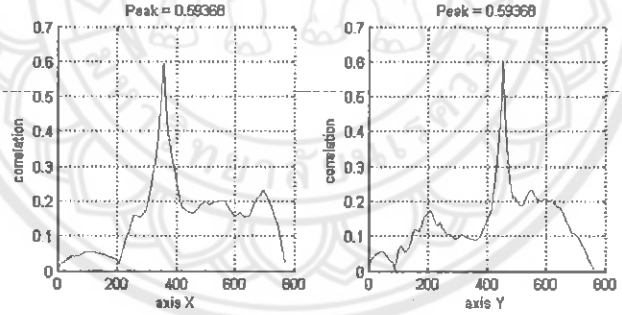
(ข) Adjust Input Image by std 0.5 size254×249

รูปที่ 4.1 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1
ภาพ (ข) ภาพขนาด 254×249ที่กรองสัญญาณรบกวน
ด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพขนาด 254×249 ที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ในรูป 4.1(ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.2 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.2 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.589368 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.3 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.3 (ข)

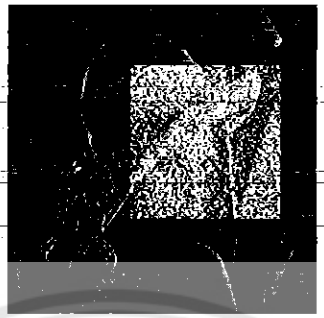


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.3 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (355,452) ที่ได้จากรูป 4.3 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.2 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนในรูป 4.1 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงดังรูป 4.4



รูปที่ 4.4 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.2 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 254×249 ดังรูป 4.5 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.5(ข)

(ก) Input Image size 254×249

(ข) Adjust Input Image by std = 9 size 254×249

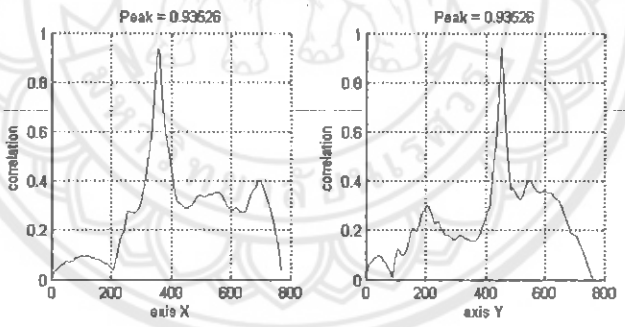
รูปที่ 4.5 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 254×249

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพขนาด 254×249 ที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ในรูป 4.5 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.6 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.6 ภาพในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.93526 ในแนวแกน X, แกน Yดังรูป 4.7 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณ ดังรูป 4.7 (ข)

(ก)

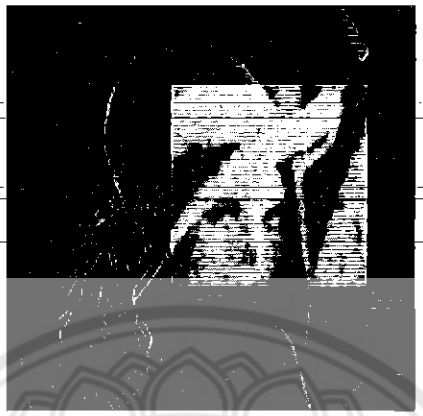


Position Correlation at (355,452)

(ข)

รูปที่ 4.7 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (355,452) ที่ได้จากรูป 4.7 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.6 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนในรูป 4.5 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงดังรูป 4.8



รูปที่ 4.8 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.3 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 3 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 228×225 ดังรูป 4.9 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.5 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.9 (ข)

(ก) Input Image size 228×225

(ข) Adjust Input Image by std = 0.5 size 228×225

รูปที่ 4.9 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 228×225

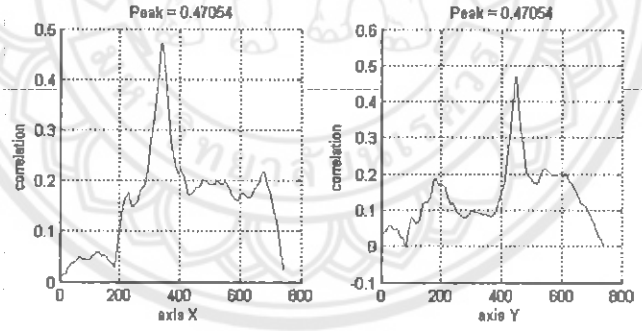
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 228×225 ในรูป 4.9 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.10 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

ปร.
ศ๓๘๓
๒๕๕๑
c.2
I5001262

รูปที่ 4.10 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.47054 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.11 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.11 (ข)

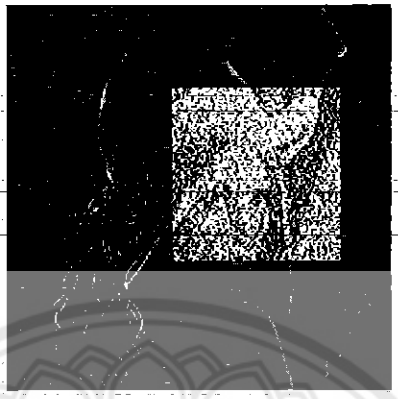


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.11 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (338,444) ที่ได้จากรูป 4.11 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.10 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.9 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.12



รูปที่ 4.12 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.4 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 4 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 228×225 ดังรูป 4.13 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.13 (ข)

(ก) Input Image size 228×225

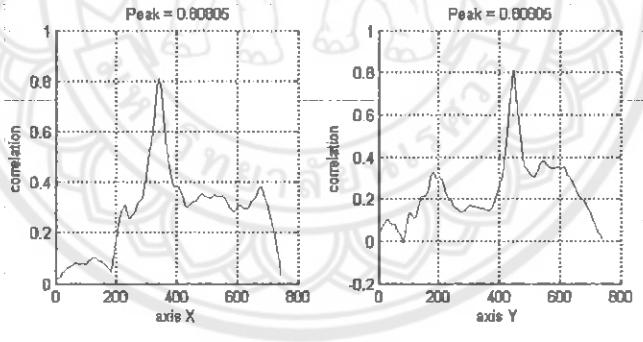
(ข) Adjust Input Image by std = 9 size 228×225

รูปที่ 4.13 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 228×225

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 228×225 ในรูป 4.13 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.16 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.14 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.80805 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.15 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.15 (ข)



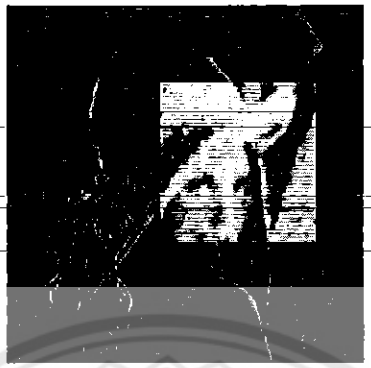
(ก)

Position Correlation at (338,444)

(ข)

รูปที่ 4.15 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (338,444) ที่ได้จากรูป 4.15 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.14 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.13 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.16



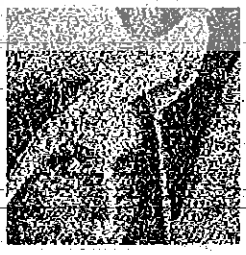
รูปที่ 4.16 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.5 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 5 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 356×351 ดังรูป 4.17 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.5 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.17 (ข)

(ก) Input Image size 356×351



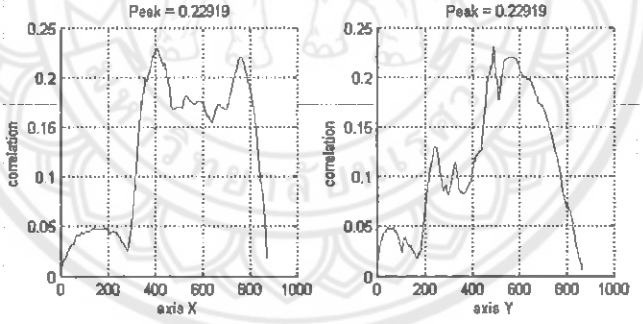
(ข) Adjust Input Image by std = 0.5 size 356×351

รูปที่ 4.17 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 228×225

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 356×351 ในรูป 4.17 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.18 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.18 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.22919 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.19 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.19 (ข)

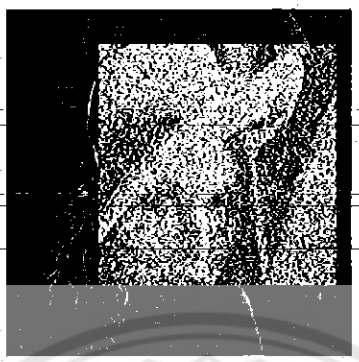


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.19 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (408,488) ที่ได้จากรูป 4.19 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.18 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.17 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.20

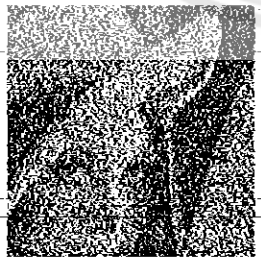


รูปที่ 4.20 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.6 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 1 ตัวอย่างที่ 6 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 356×351 ดังรูป 4.21 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.21 (ข)



(ก) Input Image size 356×351

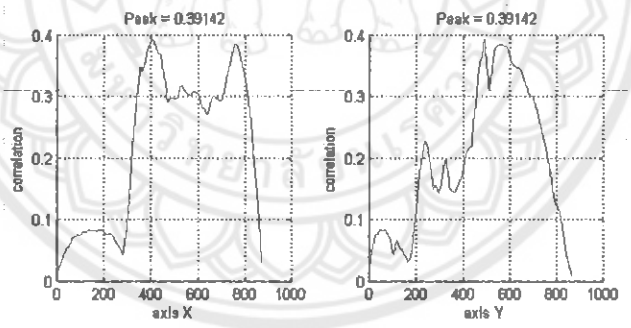
(ข) Adjust Input Image by std = 9 size 356×351

รูปที่ 4.21 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 228×225

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 356×351 ในรูป 4.21 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512 ในรูป 4.22 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.22 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 512×512

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.39142 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.11 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.11 (ข)

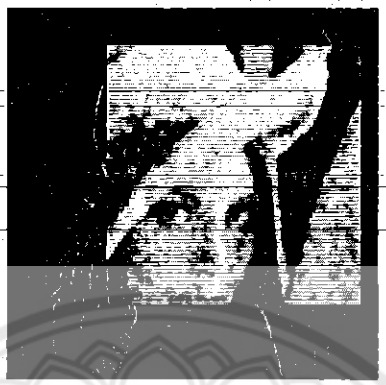


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.23 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (407,489) ที่ได้จากรูป 4.23 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลในรูป 4.22 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.21 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.24



รูปที่ 4.24 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.1.7 ตารางผลการทดลองในการหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ที่สอดคล้องของภาพ"LENA" ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปการแสดงค่าความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ "LENA" ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป

อัตราขยาย	ค่าความสัมพันธ์ (Correlation)										Position of Correlation	
	$\sigma=0.5$	$\sigma=1$	$\sigma=2$	$\sigma=3$	$\sigma=4$	$\sigma=5$	$\sigma=6$	$\sigma=7$	$\sigma=8$	$\sigma=9$	x	y
0.90	0.47054	0.68773	0.78252	0.80058	0.80511	0.80669	0.80734	0.80768	0.80791	0.80805	338	444
0.95	0.53231	0.77671	0.87715	0.89325	0.89644	0.89724	0.89746	0.89752	0.89752	0.89754	347	448
1.00	0.59368	0.84925	0.93095	0.93801	0.93770	0.93688	0.93625	0.93580	0.93550	0.93526	335	452
1.05	0.53114	0.77244	0.86920	0.88423	0.88709	0.88780	0.88798	0.88800	0.88800	0.88801	363	457
1.10	0.48124	0.70000	0.79074	0.80722	0.81111	0.81239	0.81200	0.81318	0.81332	0.81343	372	461
1.15	0.42505	0.62675	0.71231	0.72780	0.73163	0.73291	0.73350	0.73380	0.73396	0.73407	379	465
1.20	0.38007	0.55394	0.62940	0.64391	0.64764	0.64900	0.64963	0.64998	0.65016	0.65030	387	470
1.25	0.34338	0.49992	0.56558	0.57843	0.58193	0.58324	0.58386	0.58419	0.58436	0.58445	393	474
1.30	0.30558	0.44197	0.49893	0.50959	0.51228	0.51322	0.51369	0.51389	0.51401	0.51408	398	478
1.35	0.26289	0.38108	0.43010	0.43967	0.44224	0.44316	0.44357	0.44379	0.44394	0.44405	405	482
1.40	0.22919	0.33596	0.38017	0.38820	0.39016	0.39082	0.39118	0.39128	0.39136	0.39142	407	489

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางสรุปการแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ “LENA” สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้คือ จากการกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยเริ่มจากค่า 0.5, 1-9แล้วทำการเพิ่มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทีละ 1 จากนั้นก็ทำการเพิ่มค่าอัตราขยายครั้งละ 0.05 จากระยะ 0.9 ถึง 1.40 ทำให้สามารถอธิบายผลจากการทดลองได้ว่า

1. เมื่ออัตราขยายของภาพเพิ่มหรือลดลงจากอัตราการขยายเท่ากับ 1 โดยที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่าเดิม ค่าความสัมพันธ์ของภาพจะมีค่าลดลง

2. ที่อัตราขยายของภาพเท่าเดิม แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ค่าความสัมพันธ์จะมากขึ้นเล็กน้อย

3. ค่าตำแหน่งที่สอดคล้องของภาพ (Position of correlation) จะบ่งบอกตำแหน่งของค่าความสัมพันธ์สูงสุดของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่อัตราขยายเดียวกันและจะมากขึ้นเมื่ออัตราการขยายของภาพเพิ่มขึ้น

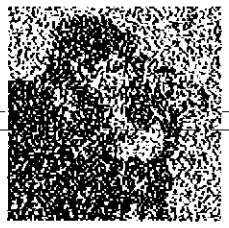
หมายเหตุ ภาพที่นำมาเปรียบเทียบต้องมีขนาดเล็กกว่าภาพในฐานข้อมูล

4.2 กรณีที่ 2 ผลการทดลองสำหรับภาพ CAMERA MAN

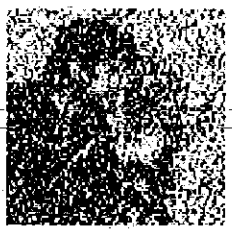
4.2.1 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 1 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 97×97 ดังรูป 4.13 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.13 (ข)



(ก) Input Image size 97×97



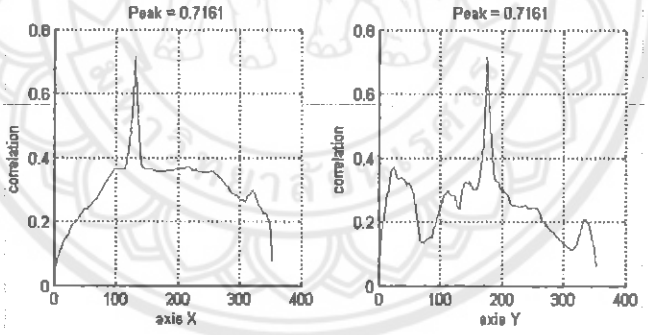
(ข) Adjust Input Image by std = 0.5 size 97×97

รูปที่ 4.25 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 97×97

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 97×97 ดังรูป 4.25 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.26 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.26 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.7161 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.15 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.15 (ข)



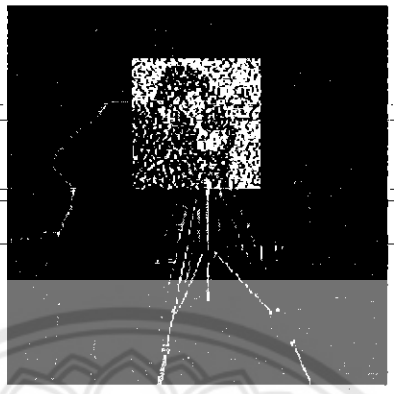
(ก)

Position Correlation at (130,175)

(ข)

รูปที่ 4.27 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (130,175) ที่ได้จากรูป 4.27 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.26 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.25 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.28

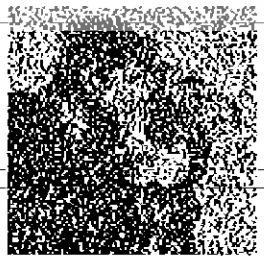


รูปที่ 4.28 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.2.2 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 2 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 97×97 ดังรูป 4.29 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.29 (ข)



(ก) Input Image size 97×97

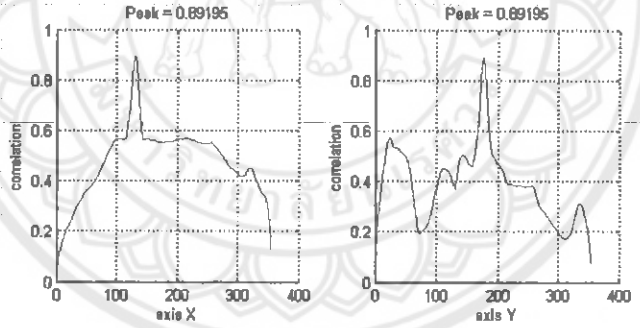
(ข) Adjust Input Image by std = 9 size 97×97

รูปที่ 4.29 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 97×97 ดังรูป 4.26 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.30 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.30 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.89195 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.31 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.31 (ข)

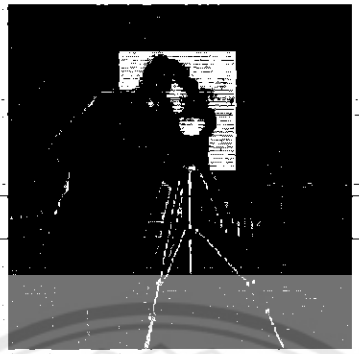


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.31 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (130,175) ที่ได้จากรูป 4.31 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.30 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.29 (ข)มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.32

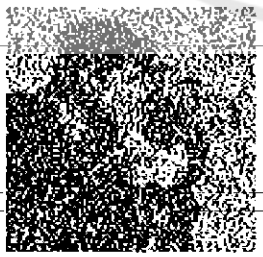


รูปที่ 4.32 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

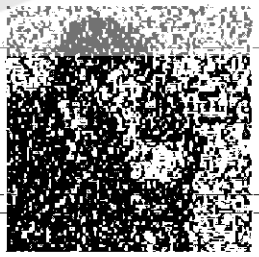
4.2.3 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 3 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 87×87 ดังรูป 4.33 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.5 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.33(ข)



(ก) Input Image size 87×87



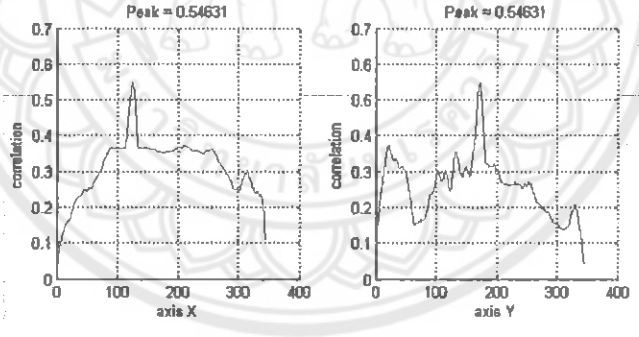
(ข) Adjust Input Image by std = 0.5 size 87×87

รูปที่ 4.33 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 87×87

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 87×87 ดังรูป 4.33 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.34 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.34 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.54631 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.35 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.35 (ข)

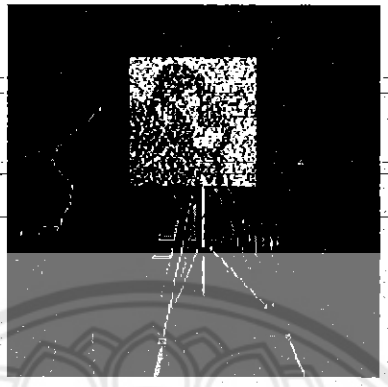


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.35 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (123,170) ที่ได้จากรูป 4.35 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.34 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.33 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.36

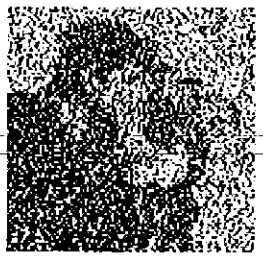


รูปที่ 4.36 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.2.4 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 4 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 87×87ดังรูป 4.37 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.37(ข)



(ก) Input Image size 87×87

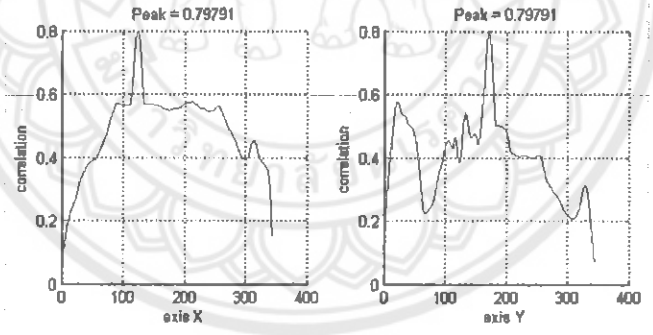
(ข) Adjust Input Image by std = 9

รูปที่ 4.37 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 0.9
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 87×87

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 87×87 ดังรูป 4.37 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.38 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.38 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.7919 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.39 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณ ดังรูป 4.39 (ข)

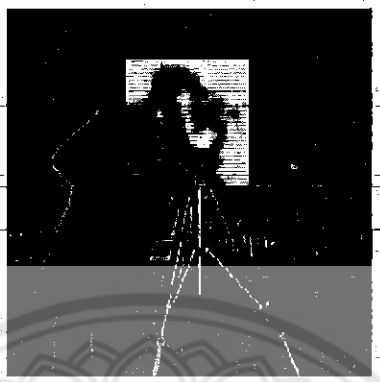


(ก)

(ข)

รูปที่ 4.39 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (123,170) ที่ได้จากรูป 4.39 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.38 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.37 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.40

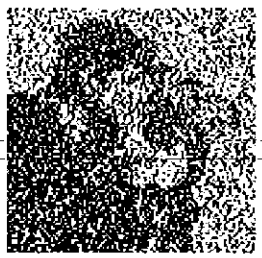


รูปที่ 4.40 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

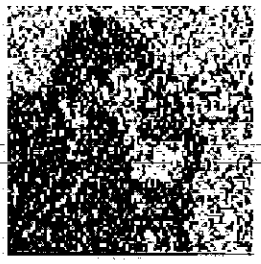
4.2.5 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 5 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 136×136 ดังรูป 4.41 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.5 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.41 (ข)



(ก) Input Image size 136×136



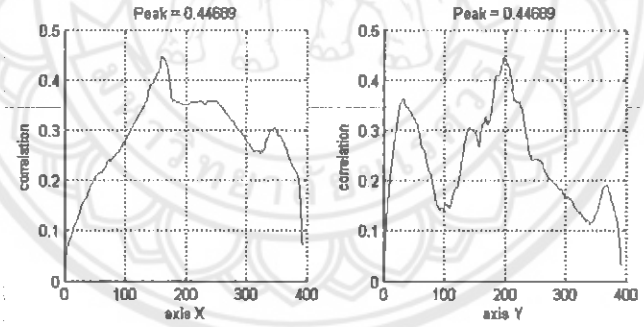
(ข) Adjust Input Image by std = 0.5

รูปที่ 4.41 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 size 136×136

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 ขนาด 136×136 ดังรูป 4.41 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.42 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.42 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.44689 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.43 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณ ดังรูป 4.23 (ข)



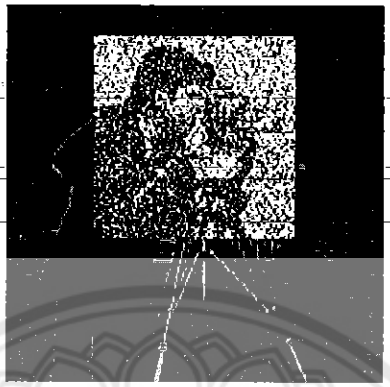
(ก)

Position Correlation at (159,198)

(ข)

รูปที่ 4.43 (ก)แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X,แกนY
(ข)ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (160,199) ที่ได้จากรูป 4.23 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.42 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.21 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.44

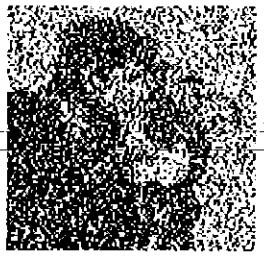


รูปที่ 4.44 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.2.6 ขั้นตอนการทดลองในการหาความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพเมื่ออัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9

จากการทดลองในกรณีที่ 2 ตัวอย่างที่ 6 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์และตำแหน่งสูงสุดของภาพ โดยอัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 สามารถอธิบายขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เริ่มต้นด้วยการนำภาพอินพุทที่มีสัญญาณรบกวนขนาด 136×136 ดังรูป 4.45 (ก) ทำการกรองสัญญาณรบกวนออก โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 9 ซึ่งขนาดของภาพที่กรองสัญญาณรบกวนแล้วยังคงเท่าเดิม ดังรูป 4.45 (ข)



(ก) Input Image size 136×136

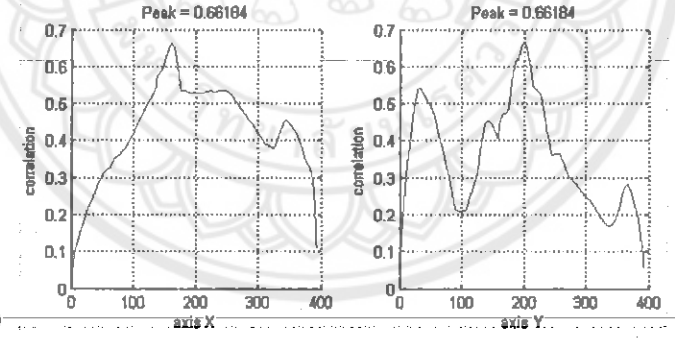
(ข) Adjust Input Image by std = 9

รูปที่ 4.45 ภาพ (ก) ภาพอินพุทที่อัตราขยายของภาพเท่ากับ 1.4
ภาพ (ข) ภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 size 136×136

ขั้นตอนที่ 2 : นำภาพที่กรองสัญญาณรบกวนด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9 ขนาด 136×136 ดังรูป 4.45 (ข) มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256 ในรูป 4.46 ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด

รูปที่ 4.46 ภาพในฐานข้อมูลขนาด 256×256

ขั้นตอนที่ 3 : จะได้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดเท่ากับ 0.65396 ในแนวแกน X, แกน Y ดังรูป 4.47 (ก) และตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณดังรูป 4.47 (ข)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.47 (ก) แสดงค่าความสัมพันธ์สูงสุดของภาพในแกน X, แกนY
(ข) ตำแหน่งสูงสุดที่สอดคล้องกันระหว่างภาพ

ขั้นตอนที่ 4 : นำตำแหน่งสูงสุดของค่าความสัมพันธ์ (160,199) ที่ได้จากรูป 4.47 (ข) มาเป็นจุดอ้างอิงในการนำภาพในฐานข้อมูลดังรูป 4.46 กับภาพที่กรองสัญญาณรบกวนรูป 4.45 (ข) มาซ้อนทับกัน ผลที่ได้แสดงในรูป 4.48

รูปที่ 4.48 การซ้อนทับภาพระหว่างภาพในฐานข้อมูลกับภาพที่กรองสัญญาณรบกวน

4.2.7 ตารางผลการทดลองในการหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ที่สอดคล้องของภาพ "CAMERAMAN" ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปการแสดงค่าความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ "CAMERAMAN" ที่มีอัตราขยายของภาพและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป

อัตราขยาย	ค่าความสัมพันธ์ (Correlation)										Position of Correlation	
	$\sigma=0.5$	$\sigma=1$	$\sigma=2$	$\sigma=3$	$\sigma=4$	$\sigma=5$	$\sigma=6$	$\sigma=7$	$\sigma=8$	$\sigma=9$	x	y
0.90	0.54631	0.71900	0.78506	0.79600	0.79784	0.79815	0.79812	0.79807	0.79799	0.79791	123	170
0.95	0.63547	0.81784	0.86283	0.86155	0.85862	0.85687	0.85581	0.85514	0.85468	0.85437	127	173
1.00	0.71610	0.88904	0.91258	0.90498	0.89952	0.89639	0.89454	0.89330	0.89253	0.89195	130	175
1.05	0.64675	0.83683	0.88607	0.88505	0.88194	0.87988	0.87857	0.87775	0.87718	0.87673	133	177
1.10	0.58624	0.76976	0.83759	0.84760	0.84911	0.84926	0.84922	0.84921	0.84911	0.84910	136	180
1.15	0.52664	0.69739	0.76859	0.78429	0.78873	0.79034	0.79113	0.79150	0.79179	0.79193	139	182
1.20	0.51617	0.66856	0.73785	0.75448	0.75967	0.76177	0.76284	0.76346	0.76377	0.76401	141	184
1.25	0.48230	0.62735	0.69382	0.71050	0.71592	0.71818	0.71934	0.71999	0.72049	0.72070	148	188
1.30	0.47334	0.61067	0.67385	0.69115	0.69703	0.69958	0.70089	0.70160	0.70206	0.70239	153	192
1.35	0.45996	0.59394	0.65358	0.66842	0.67286	0.67472	0.67559	0.67620	0.67649	0.67676	155	194
1.40	0.44689	0.58012	0.63964	0.65387	0.65824	0.66012	0.66093	0.66139	0.66171	0.66184	159	198

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางสรุปการแสดงความสัมพันธ์ที่สอดคล้องของภาพ "CAMERAMAN" สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้คือ จากการกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยเริ่มจากค่า 0.5, 1-9แล้วทำการเพิ่มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทีละ 1 จากนั้นก็ทำการเพิ่มค่าอัตราขยายครั้งละ 0.05 จากระยะ 0.9 ถึง 1.40 ทำให้สามารถอธิบายผลจากการทดลองได้ว่า

1. เมื่ออัตราขยายของภาพเพิ่มหรือลดลงจากอัตราการขยายเท่ากับ 1 โดยที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่าเดิม ค่าความสัมพันธ์ของภาพจะมีค่าลดลง

2. ที่อัตราขยายของภาพเท่าเดิม แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ค่าความสัมพันธ์จะมากขึ้นเล็กน้อย

3. ค่าตำแหน่งที่สอดคล้องของภาพ (Position of correlation) จะบ่งบอกตำแหน่งของค่าความสัมพันธ์สูงสุดของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่อัตราขยายเดียวกันและจะมากขึ้นเมื่ออัตราการขยายของภาพเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการผลการทดลองในบทที่ 4 การลงทะเบียนภาพด้วยกระบวนการสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด (Scale Trace Correlation) เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์และตำแหน่งที่เกิดค่าสหสัมพันธ์สูงสุดของสองภาพ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

-ที่อัตราขยายภาพใดๆ เมื่อเพิ่มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะมีค่าสูงขึ้น

-การลงทะเบียนภาพด้วยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาด จะแม่นยำสูงสุดเมื่ออัตราขยายภาพที่ต้องการทดสอบมีค่าเท่ากับ 1 และเริ่มคลาดเคลื่อนเมื่ออัตราขยายของภาพมีการเปลี่ยนแปลง

-อัตราขยายของภาพเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จะลดลงตามการเปลี่ยนแปลงของอัตราขยาย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาอัลกอลิทึมอื่นๆเพิ่มเติม เพื่อนำแนวคิดที่ได้ มาประยุกต์ใช้กับโครงงาน

5.2.2 พัฒนาแมทแลบเป็น GUI เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายและแสดงผลได้ละเอียดขึ้น

5.2.2 การลงทะเบียนภาพโดยวิธีสหสัมพันธ์ร่องรอยขนาดเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่สนใจนำแนวคิดที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับอัลกอลิทึมอื่นๆ

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดทำโครงงานและการแก้ไข

5.3.1 เนื่องจากโครงงานนี้เป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้จัดทำ จึงทำให้ใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจค่อนข้างนาน

5.3.2 ในโปรแกรมแมทแลบมีฟังก์ชันสำเร็จรูป ที่สามารถนำมาใช้งานได้ทันที ดังนั้นควรศึกษารายละเอียดของแต่ละฟังก์ชันให้ดี ก่อนนำมาใช้งาน เพื่อลดปัญหาในการเขียนโปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Babaud, A. P. Witkin, M. Baudin, and R. O. Duda. **Uniqueness of the Gaussian kernel for Scale-Space filtering**. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine lligence, 8(1): 26-33, 1986.

[2] P. J. Burt and E. H. Adelson. **The Laplacian pyramid as a compact image code**. IEEE Transactions on Comniunications, 31:532-540, 1983.

[3] D. Jones and J. Malik. **Computational framework for determining stereo correspondence from a set of linear spatial filters**. Image and Vision Computing, 10 (10): 699-708, 1992.

[4] R. Manmatha and J. Oliensis. **Extracting affine deformations from image patches-I: Finding Scale and rotation**. In Proceedings Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'93), pages 754-775, 1993.

[5] S. M. Pizer, B. S. Morse, D. Eberly, and D. S. Fritsch. **Zoom-varriant vision of figural Shape:The Mathematics of cores**. CVICJ, 69:72-86, Jan. 1998.

[6] B. S. Reddy and B. N. Chatterji. **An FFT-based technique for translation, rotation, and scale-invariant image registration**. IEEE Transactions on Image Processing, 5(8): 1266-1271, 1996.

[7] R. Szeliski and H.-Y. Shum. **Creating full view panoramic image Mosaics and environment maps**. In Compute Graphics Proceedings, Annual ConferenceSeries (Proc. SIGGRAPH '97), pages 251-258, 1997.

[8] B. M. ter Haar Romeny and L. Florack. **A multiscale geometric model of human vision**. In B. Hendee and P. N. T. Wells, editors, Perception of Visual Information. Springer-Verlag, Berlin, 1991.

[9] L. Williams. **Pyramidal parametrics**. In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series. ACM SIGGRAPH. 1983.

[10] A. P. Witkin. **Scale space filtering**. In Proceedings. International Joint Conference on Artificia Intelligence (Karlsruhe, W. Germany), pages 1019-1023, 1983.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

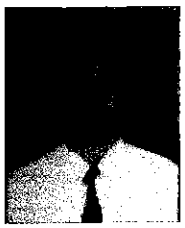
อัลกอลิทึมที่เขียนโดยโปรแกรม MATLAB

```
clc
close all
clear all
 load 'noise.mat'
base = rgb2gray(imread('scale trace.bmp'));
input =J;
figure();
imshow(base);
title('Image base')
figure();imshow(input);
title(' Image Input'
 % Blurred Image by gaussian
%========Value==========
hsize =8 ;
std = 4;
%=======================
 PSFi = fspecial('gaussian',hsize, std); % create PSF
 Blurredi = imfilter(input,PSFi,'symmetric','conv');
  figure();
imshow(Blurredi);
 title(['Blurred Image of Input by std =',num2str(std)]);
 axis square; axis tight


 %Calculate the normalized cross-correlation
c = normxcorr2(input(:,:),base(:,:));
 % offset found by correlation
[max_c, ind] = max(abs(c(:)));
[y, x] = ind2sub(size(c),ind);
 corr=max_c;
```

```
% relative offset of position of subimage
% total offset
xend = x
xbegin = (x -(size(Blurredi,2)-1))
yend = y
ybegin = (y- (size(Blurredi,1)-1))
 corr=max_c;
[indy,indx] = find(c == corr);
figure();
plot(max(c));
title(['Peak of Coordinates'])
figure();imshow(c>corr-0.01);
title(['Position Correlation'])
recovered_onion = uint8(zeros(size(base)));
recovered_onion(ybegin:yend,xbegin:xend) = Blurredi;
figure();
imshow(recovered_onion);
title(['Pad the Input Image to overlay on Base Image'])
[m,n,p] = size(base);
mask = ones(m,n);
i = find(recovered_onion(:,:)==0);
mask(i) = 0; % try experimenting with different levels of
% transparency
% overlay images with transparency
figure();
imshow(base(:,:)) % show only red planc of Base
hold on
h = imshow(recovered_onion); % overlay recovered_onion
set(h,'AlphaData',mask)
title(['Transparently  Input Image on Base Image'])
```

ประวัติผู้เขียนโครงงาน



ชื่อ นายเกียรติศักดิ์ ตามาสี

ภูมิลำเนา 2 ซ.ดอนแก้ว ต.แม่สอด อ.แม่สอด จ.ตาก 63110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาลวัดดอนแก้ว
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : armzung_blackangel26@hotmail.com

ชื่อ นายศรัณย์ หิรัญสิทธิ์

ภูมิลำเนา 424/4 ถ.ท่าช้าง ต.อุทัยใหม่ อ.เมือง จ.อุทัยธานี 61000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุทัยวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : infinite_kukkik@hotmail.com