การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

IMAGE SEGMENTATION USING SPATIAL FUZZY C-MEAN ALGORITHM

จิระศักดิ์ สิทธิกร

JIRASAK SITTIGORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-9709-29-2

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

IMAGE SEGMENTATION USING SPATIAL FUZZY C-MEAN ALGORITHM

จิระศักดิ์ สิทธิกร

JIRASAK SITTIGORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974 – 9709 – 29 – 2

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51890
วัน,เดือน,ปี 4 ส.ค. 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMAGE SEGMENTATION USING SPATIAL FUZZY C-MEAN ALGORITHM

JIRASAK SITTIGORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATION ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDENTS

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

ISBN 974 – 9709 – 29 – 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDENTS

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนต์

IMAGE SEGMENTATION USING SPATIAL FUZZY C-MEAN ALGORITHM

ชื่อนักศึกษา นายจิระศักดิ์ สิทธิกร

รหัสประจำตัว 45061069

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.กอบชัย	เดชหาญ	
ผศ.เกรียงไกร	วงศ์โรจนภรณ์	
ดร.พรชัย	ทรัพย์นิธิ	
รศ.ดร.ปัญญา	ฐิติมัชฌิมา	
รศ.ดร.ยุทธพงษ์	รังสรรค์เสรี	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 19 พฤษภาคม 2547 เวลา 14.15-16.15 น.

สถานที่สอบ อาคาร 12 ชั้น ชั้น 4 ห้อง E12-404

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญฉุย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์
นักศึกษา	นายจิระศักดิ์ สิทธิกร
รหัสนักศึกษา	45061069
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

บทคัดย่อ

อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน ซึ่งการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ จะกำหนดกลุ่มข้อมูลให้กับข้อมูลทุกพิกเซลโดยไม่พิจารณาถึงข้อมูลสเปเชียล โดยปกติสำหรับพิกเซลของข้อมูลภาพที่ตำแหน่งต่างๆ จะมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับคุณสมบัติของพิกเซลที่อยู่ติดกัน ในกระบวนการประมวลสัญญาณภาพจะเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นทำให้ข้อมูลภายในแต่ละพิกเซลเปลี่ยนไป เป็นผลให้การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพเกิดความผิดพลาด วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอนโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลภาพด้วยสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ที่พิจารณาข้อมูลสเปเชียลด้วย ซึ่งพบว่าให้ผลการจำแนกข้อมูลภาพที่ดีกว่าการวิเคราะห์ข้อมูลภาพด้วยฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Image Segmentation Using Spatial Fuzzy C-Mean Algorithm
Student	Mr. Jirasak Sittigorn
Student ID.	45061069
Degree	Master of Engineering
Programme	Telecommunications Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Yuttapong Rangsanseri

ABSTRACT

Fuzzy c-means clustering algorithm has been successfully applied for unsupervised classification of images. The conventional method assigns each data point to a cluster by discarding its spatial information. For the real image data, pixels with similar features usually appeared together spatially. However, measurement noise introduced during the imaging process may alter the feature value of a pixel to the extent that it is misclassified. In this paper, we propose an unsupervised classification method for image based on fuzzy c-means algorithm. The method exploits both the spectral signature and the spatial contextual information of the pixel. The additional spatial information utilized by Spatial Fuzzy c-means clustering algorithm enables it to achieve better segmentation of the image compared to the conventional method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับ รศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาในการศึกษา และสนับสนุนการดำเนินงานมาโดยตลอด และ รศ.ดร. ปัญญา ฐิติมัชฌิมา ซึ่งสนับสนุนและให้คำแนะนำอันมีประโยชน์ในการดำเนินงาน

คณาจารย์ทุกท่าน ซึ่งกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นคณะกรรมการสอบในวิทยานิพนธ์นี้ บุคลากรของสถาบัน ซึ่งสนับสนุนการดำเนินงานทุกอย่าง เหล่าคณาจารย์ ซึ่งได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และ พี่ – เพื่อนนักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และแนะนำในหลายๆด้าน

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรม และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมาในอดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้ผู้จัดทำประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

จิระศักดิ์ สิทธิกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา และทฤษฎีแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตการวิจัย 3

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา 3

บทที่ 2 หลักการพื้นฐานสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ 4

2.1 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน 4

2.1.1 การกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน 5

2.1.2 ขั้นตอนในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน 5

2.1.3 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน 6

2.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน 9

2.2.1 การวัดความคล้ายกัน และหลักเกณฑ์การแบ่งกลุ่มข้อมูล 9

2.2.2 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบทางเดียว 10

2.2.3 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการเลือกจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมภาพ 10

2.2.4. การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ 13

บทที่ 3 ทฤษฎีของฟัซซี 16

3.1 ทฤษฎีของเซต 16

3.2 ทฤษฎีของฟัซซีเซต 19

3.2.1 นิยามของฟัซซีเซต 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 ส่วนประกอบของฟัซซีเซต 20
3.2.3 การแทนข้อมูลในระบบฟัซซีเซต 20
3.2.4 ฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต 22
3.3 อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ 22
3.3.1 อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ 22
3.3.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ 24
3.3.3 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ 25

บทที่ 4 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ 26
4.1 อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ 26
4.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ 28

บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 30
5.1 ผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยภาพที่สร้างขึ้น 30
5.1.1 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นด้วยภาพทดลองที่ 1 30
5.1.2 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นด้วยภาพทดลองที่ 2 32
5.2 ผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยภาพถ่าย 35
5.2.1 ผลการทดลองกับภาพ JERS-1/OPS 35
5.2.2 ผลการทดลองกับภาพ Peppers 35
5.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 46

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 49

ประวัติผู้เขียน 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูล ภาพทดลองที่ 1 32

5.2 ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูล ภาพทดลองที่ 2 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ผลการจำแนกภาพตัวอย่าง 1

2.1 ลักษณะการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ 4

2.2 ขั้นตอนในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน 6

2.3 การกำหนดค่าในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน 7

2.4 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด 7

2.5 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด 8

2.6 จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ 2 แบนด์ 10

2.7 ฮีสโตแกรมของภาพที่ 1.1 11

2.8 ฮีสโตแกรมแบบสองมิติ สำหรับภาพ 2 แบนด์ 13

2.9 การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ 14

3.1 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพแบบเซต ของคนกลางคน 18

3.2 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต ของคนกลางคน 18

3.3 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต แสดงวัยของอายุคน 19

3.4 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตของ A 20

3.5 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของเซตของคนไทยที่สูง 21

3.6 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตของคนไทยที่สูง 22

3.7 การลำดับข้อมูลภาพเพื่อใช้งานในอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ 24

4.1 ลักษณะข้อมูลสเปเชียลภายในกรอบภาพขนาด 3 × 3 พิกเซล 26

4.2 ผังการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ 29

5.1 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 1 31

5.2 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 2 33

5.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียม JERS-1/OPS 36

5.4 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 2 กลุ่ม 37

5.5 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 3 กลุ่ม 38

5.6 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 4 กลุ่ม 39

5.7 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 5 กลุ่ม 40

5.8 ภาพ Peppers 41

5.9 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 2 กลุ่ม 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

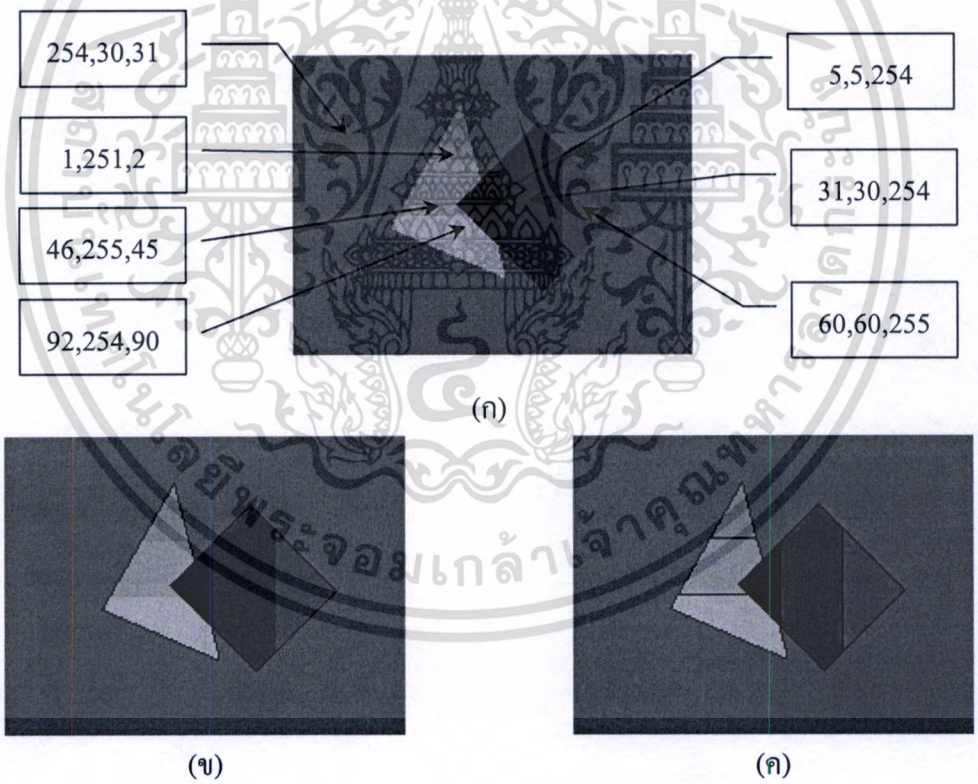
ภาพที่ หน้า

5.10 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 3 กลุ่ม 43
5.11 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 4 กลุ่ม 44
5.12 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 5 กลุ่ม 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

สำหรับการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลภาพของภาพถ่ายทั่วไป หรือภาพถ่ายที่ใช้เฉพาะทาง เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายทางการแพทย์ มนุษย์สามารถจำแนกภาพที่เห็นด้วยตาเปล่าได้ว่าประกอบด้วยวัตถุอะไรบ้าง หรือประกอบด้วยจำนวนกลุ่มสีเท่าใด แต่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถจะแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้เอง เนื่องจากข้อมูลภาพเกือบทุกพิกเซลที่อยู่ในหน่วยความจำของภาพมีความแตกต่างของระดับความเข้มสีถึง 256 ระดับ (ตั้งแต่ 0 ถึง 255) คือมีส่วนของข้อมูลภาพที่มีระดับความเข้มสีใกล้เคียงกัน ซึ่งตาเปล่าของมนุษย์อาจมองว่าเป็นสีเดียวกันแต่คอมพิวเตอร์ที่เก็บข้อมูลภาพนั้นไว้จะตรวจสอบว่าเป็นข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน หรือไม่ใช่ข้อมูลชุดเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ผลการจำแนกภาพตัวอย่าง

(ก) ระดับความเข้มสีภาพตัวอย่าง

(ข) ผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพจากสายตาของมนุษย์

(ค) ผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพการจากคอมพิวเตอร์โดยการแบ่งระดับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 1.1 แสดงตัวอย่างภาพสี 3 แบนด์ (Red, Green, Blue) โดยที่ภาพที่ 1.1 (ก) เป็นภาพที่แสดงข้อมูลภายในภาพประกอบด้วยพิกเซลที่มีระดับความเข้มสีที่แตกต่างกัน 7 กลุ่มสี ประกอบด้วยส่วนที่มีระดับความเข้มสีเป็น 254,30,31 / 1,251,2 / 46,255,45 / 92,254,90 / 5,5,254 / 31,30,254 และ 60,60,255 ภาพที่ 1.1 (ข) เป็นภาพที่แสดงผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพตัวอย่าง โดยสายตาของมนุษย์ โดยผลที่ได้ ประกอบด้วยพื้นหลัง (สีแดง) วัตถุรูปสามเหลี่ยม (สีเขียว) วัตถุรูปสี่เหลี่ยม (สีน้ำเงิน) และภาพที่ 1.1 (ค) เป็นภาพที่แสดงผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพจากคอมพิวเตอร์ที่ทำการจำแนกจากการแบ่งระดับสีได้ถึง 7 กลุ่มข้อมูล ในกรณีที่เป็นภาพถ่ายจริง หากให้คอมพิวเตอร์ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลจากการระดับสีจะได้จำนวนของกลุ่มข้อมูลที่มากซึ่งไม่มีโอกาสใกล้เคียงกับผลการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพจากสายตาของมนุษย์

วัตถุประสงค์ของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพเพื่อวิเคราะห์จำแนกข้อมูลภายในภาพจัดเป็นกลุ่มข้อมูลประเภทต่างๆ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับมนุษย์ หรือคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เป็นกระบวนการที่สำคัญ และนิยมใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพกระบวนการหนึ่ง ที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้ว่าส่วนใดภายในภาพที่ประกอบด้วยข้อมูลที่ควรเป็นชนิดเดียวกัน ตัวอย่างเช่น สำหรับภาพถ่ายจากดาวเทียมอาจประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนต่างๆ อาจเป็น ตึก อาคาร ถนน แม่น้ำ ฯ หรือภาพถ่ายทางการแพทย์ซึ่งอาจประกอบด้วย กระดูก เส้นเลือด เม็ดเลือด ฯ ถ้าคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลภาพสามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้เอง ก็สามารถที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนต่อไป หรือช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานข้อมูลที่มีการจำแนกข้อมูลภาพอย่างเด่นชัด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- เพื่อศึกษาทฤษฎีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอนโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์
- ศึกษาแนวทางที่ใช้ปรับปรุงอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เพื่อให้ได้อัลกอริทึมที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่ดีขึ้น
- วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพระหว่าง การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา และทฤษฎีแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่กล่าวถึง เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการจำแนกกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน โดยหลักการของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ คือ กำหนดประเภทของกลุ่มข้อมูลภาพให้กับภาพที่พิกเซลต่างๆ โดยวิเคราะห์จากความใกล้เคียงกันระหว่างคุณสมบัติของข้อมูลกับค่าตัวแทนของกลุ่มข้อมูล [1]

สำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เป็นการจำแนกข้อมูลภาพเป็นจำนวนสองกลุ่มข้อมูลขึ้นไป ซึ่งการวิเคราะห์จะพิจารณาเฉพาะสเปกตรัมโดเมนสำหรับกำหนดกลุ่มข้อมูลภาพให้กับภาพที่พิกเซลต่างๆ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอประยุกต์การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ โดยการปรับปรุงฟังก์ชันที่ใช้งาน ให้สามารถพิจารณาทั้งสเปกตรัมโดเมน และสเปเชียลโดเมน สำหรับการพิจารณาข้อมูลสเปเชียลจะทำการประยุกต์โดยเสมือนกับมีตัวกรองข้อมูลสเปเชียล การใช้ข้อมูลสเปเชียลสามารถช่วยปรับปรุงการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ ซึ่งช่วยจำแนกข้อมูลที่เกิดการซ้อนทับกัน เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่ดีขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน โดยการใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เพื่อปรับปรุงอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ให้สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลได้ผลที่ดีขึ้น แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ ระหว่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

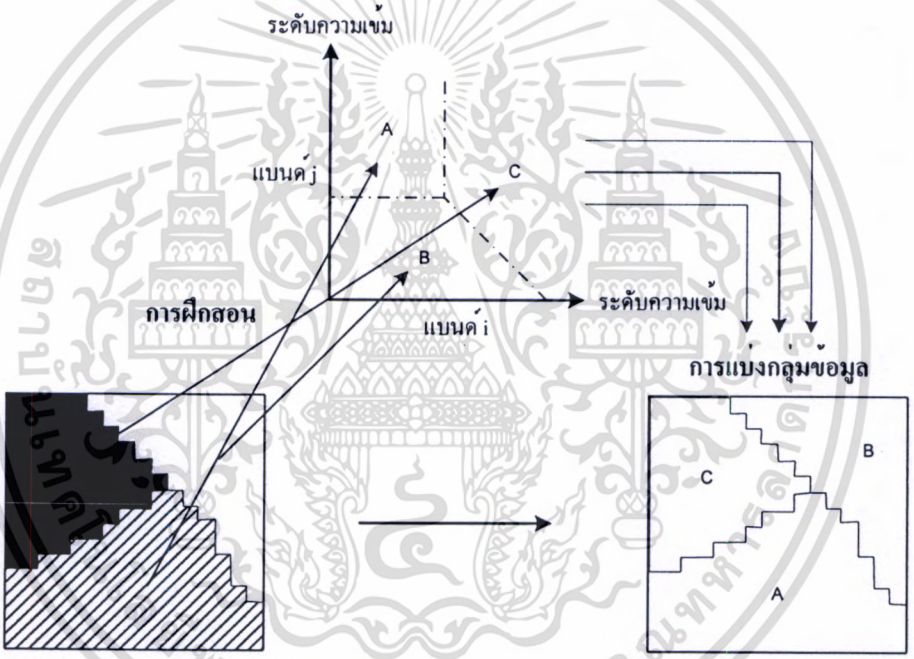
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

- ศึกษาหลักการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพเบื้องต้น
- ศึกษาหลักการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์
- ศึกษาแนวทางที่ใช้ปรับปรุงอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์
- ทำการทดลองแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพภาพตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบผลการแบ่งกลุ่มข้อมูล
- ทำการทดลองแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการพื้นฐานสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพเป็นกระบวนการที่สำคัญมากสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ ในงานที่ต้องการจำแนกชนิดของข้อมูลภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลภายในภาพจำเป็นต้องได้ผลการจำแนกที่มีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกับข้อมูลที่เป็นจริง การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่กล่าวถึง เป็นการกำหนดกลุ่มข้อมูลให้กับข้อมูลภาพทุกพิกเซล เพื่อแยกกลุ่มข้อมูลในภาพเป็นส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ

โดยเทคนิควิธีการที่นำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพมี 2 เทคนิคประกอบด้วย การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน (Supervised Classification) และ การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน (Unsupervised Classification)

2.1 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน เป็นวิธีที่การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยอาศัยกลุ่มข้อมูลภาพตัวอย่าง หรือคุณสมบัติของกลุ่มพิกเซลที่สนใจ นำมากำหนดเป็นสัญลักษณ์ เพื่อใช้เป็นพิกเซลต้นแบบ ซึ่งเรียกว่าส่วนการฝึกสอน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลของภาพที่ต้องการแบ่งกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลนำมาเปรียบเทียบกับพิกเซลต้นแบบที่เลือกไว้ แล้วจัดเก็บเป็นสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเรียกว่าการทำการฝึกสอน สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้อ้างอิงในส่วนของการฝึกสอน จะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลแต่ละประเภท [2]

2.1.1 การกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน

การฝึกสอนพิกเซลสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน จำเป็นต้องมีการเลือกกลุ่มข้อมูลภาพตัวอย่างที่ใช้ในฝึกสอนที่อย่างเหมาะสม เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยข้อมูลภาพตัวอย่างที่จะต้องมีความสัมพันธ์กับภาพที่จะการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ เช่นในกรณีที่มีพิกเซลของภาพที่ไม่สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลได้ อาจจำเป็นต้องปรับปรุงข้อมูลภาพตัวอย่างที่ใช้ในฝึกสอน หรือเพิ่มเติมฟังก์ชันที่จะตัดสินว่าเป็นกลุ่มข้อมูลชนิดใด

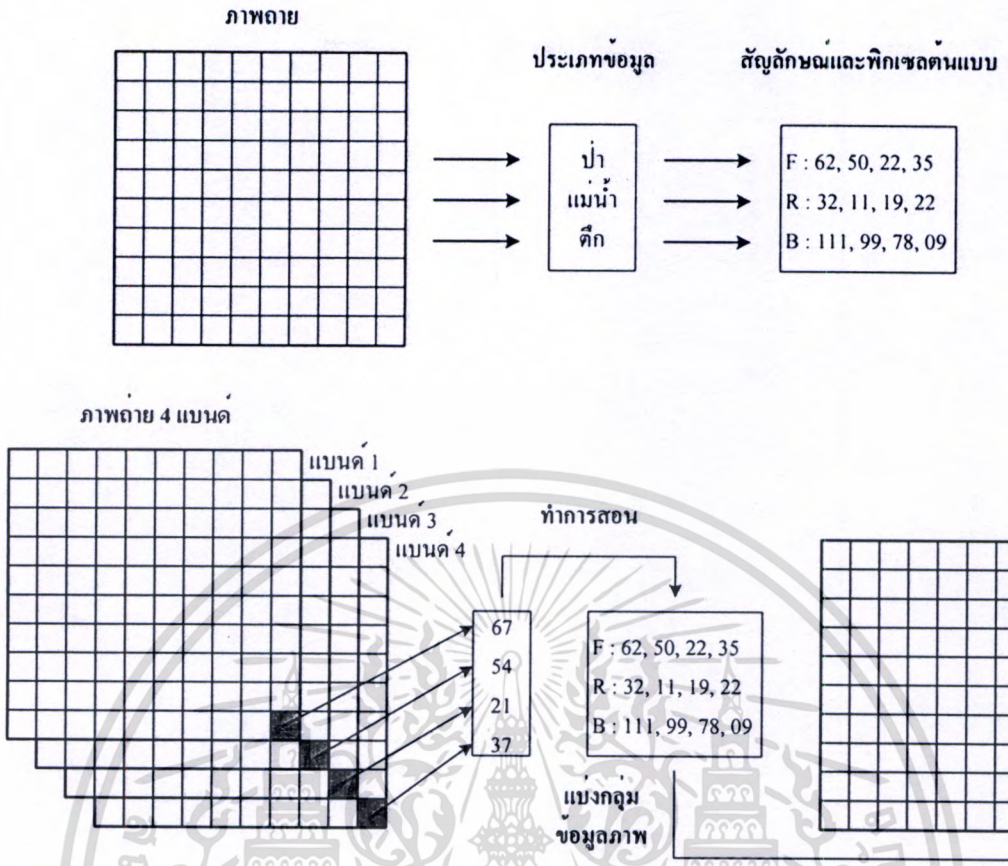
2.1.2 ขั้นตอนในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน

สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอนนั้นมีด้วยกันหลากหลายวิธี ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของรูปแบบของแต่ละแบนด์ของภาพที่สนใจภายในภาพ เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มและชนิดของข้อมูลที่เหมาะสม แต่ขั้นตอนหลักที่จำเป็นต้องปฏิบัติที่เหมือนกันมีดังนี้

1. กำหนดประเภท หรือกลุ่มภายในภาพ ซึ่งจะทำการจัดข้อมูลภายในภาพเป็นกลุ่มข้อมูลภาพตัวอย่างที่ใช้ในฝึกสอน
2. เลือกพิกเซลต้นแบบในแต่ละชุดของประเภทที่ต้องการ ซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลตัวอย่างเพื่อใช้ในส่วนของการฝึกสอน โดยสามารถเลือกจากข้อมูลจากภาพถ่าย เทียบกับการตรวจสอบสถานที่จริง หรือแปลจากความหมายจากระดับสีของภาพถ่ายโดยตรง
3. ใช้พิกเซลต้นแบบเพื่อทำการฝึกสอน โดยการประมาณเทียบค่าที่พิกเซลในภาพที่จะทำการแบ่งกลุ่มข้อมูล
4. เมื่อทำการฝึกสอนเปรียบเทียบค่าแล้ว ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้สัญลักษณ์ให้ตรงกับประเภทของภาพที่กำหนดไว้

ในภาพที่ 2.2 แสดงถึงขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน โดยในตัวอย่างแสดงการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ 4 แบนด์ โดยเริ่มจากกำหนดประเภทของภาพเป็น 3 ชนิด ได้แก่ แม่น้ำ ป่าไม้ และอาคาร โดยให้มีสัญลักษณ์เป็น R, F และ B ตามลำดับ และทำการเลือกพิกเซลต้นแบบเพื่อใช้สำหรับการฝึกสอน ในขั้นตอนของการฝึกสอนจะทำการเปรียบเทียบระดับความเข้มสีของแต่ละแบนด์กับพิกเซลต้นแบบ ด้วยเทคนิคที่จะกล่าวในลำดับต่อไป เมื่อทำการฝึกสอนแล้วจึงทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยกำหนดสัญลักษณ์ต่างลงในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน

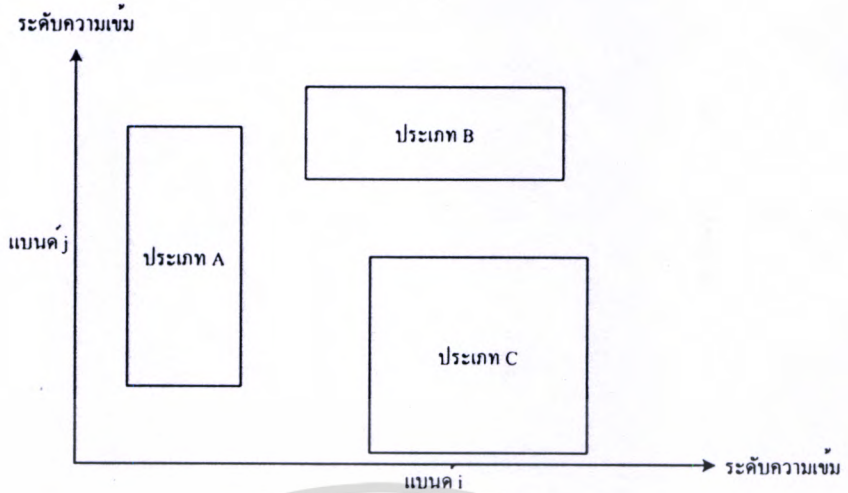
2.1.3 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน

สำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน จำเป็นต้องรู้ลักษณะของประชากรของแต่ละประเภทของกลุ่มข้อมูลภาพ บางครั้งจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ หรืออาศัยการสำรวจพื้นที่เพื่อทำการสุ่มข้อมูล จากบริเวณที่สามารถกำหนดประเภทได้ชัดเจน เพื่อประมาณค่าทางสถิติประชากรของแต่ละกลุ่มโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ เพื่อทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลของภาพ โดยเทคนิคที่ช่วยในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบมีการฝึกสอน ที่นิยมใช้ทั่วไปมีดังนี้

1. การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน (Parallelepiped Classification)

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน เป็นการแบ่งกลุ่มโดยการพิจารณาตัดสินว่าข้อมูลภาพที่พิกเซลอยู่ในกลุ่มที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการแบ่งค่าระดับความเข้มสีในแต่ละแบนด์เพื่อใช้เป็นขอบเขตสำหรับการตัดสิน ประสิทธิภาพสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนานขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าสูงสุดต่ำสุดในแบนด์ต่างๆที่ใช้พิจารณาซึ่งกำหนดจากค่าสถิติของประชากรของแต่ละกลุ่ม ซึ่งวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน แสดงดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

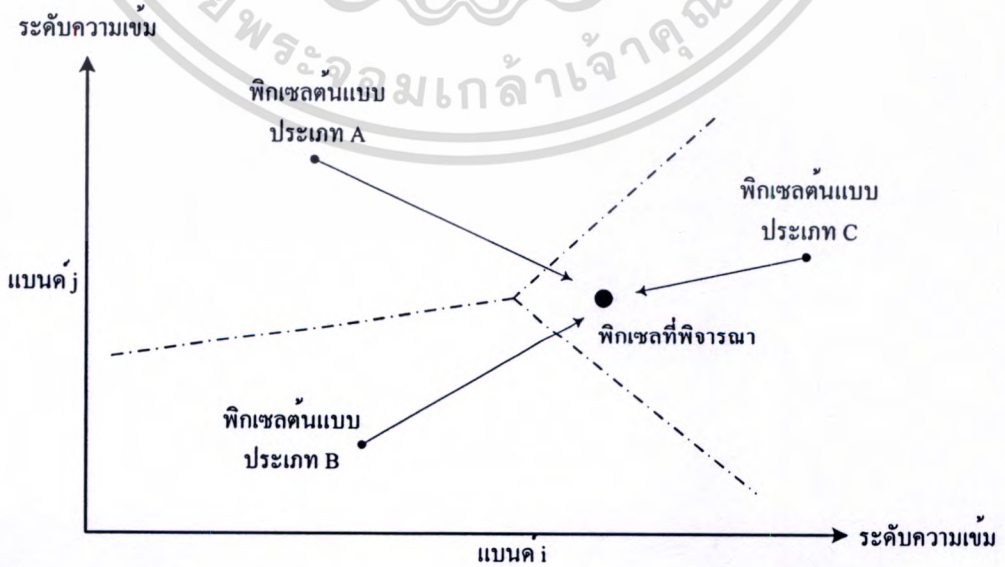


ภาพที่ 2.3 การกำหนดค่าในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน

สำหรับวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน เป็นวิธีที่ง่ายสำหรับการใช้งานและใช้เวลาในการประมวณผลน้อย แต่จะให้ความถูกต้องที่ต่ำเมื่อภาพที่พิจารณามีความแปรปรวนมากขึ้น

2. การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum Distance Classification)

เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด เป็นวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยอาศัยความแตกต่างของระดับความเข้มสีระหว่างพิกเซลต้นแบบกับพิกเซลที่พิจารณา วิธีการตัดสินว่าพิกเซลที่พิจารณาเป็นกลุ่มข้อมูลประเภทใด โดยหาระยะห่างของพิกเซลนั้นๆ กับพิกเซลต้นแบบของประเภทต่างๆ จากนั้นจะกำหนดให้พิกเซลนั้นเป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกับพิกเซลตัวอย่างที่มีระยะห่างน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 2.4

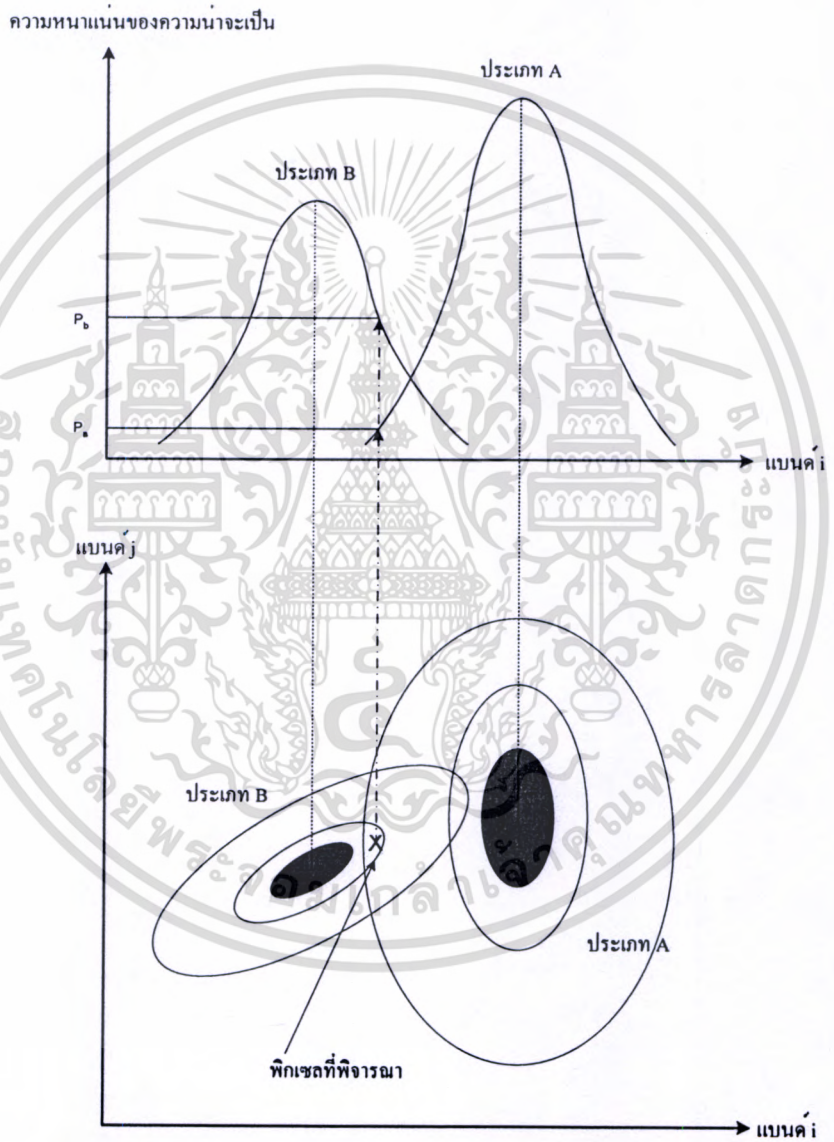


ภาพที่ 2.4 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum likelihood Classification)

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด เป็นวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่นิยมมากวิธีหนึ่ง โดยจะอาศัยทฤษฎีของความน่าจะเป็นสำหรับพิจารณาจุดภาพต่างๆให้อยู่ในกลุ่มที่เหมาะสม ซึ่งกำหนดจากค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละจุดภาพเทียบกับประเภทต่างๆ แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด

จากภาพที่ 2.5 แสดงการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด โดยแสดงถึงการพิจารณาข้อมูลพิกเซลที่ตำแหน่ง × ในภาพ จะเห็นว่าพิกเซล × มีความเป็นไปได้ทั้งประเภท A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ B แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นแล้ว (เปรียบเทียบในแบนด์ที่ i) พบว่าค่าได้ P_a น้อยกว่า P_b สรุปได้ว่าข้อมูลพิกเซลที่ตำแหน่ง × จึงควรเป็นสมาชิกของประเภท B

2.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน เป็นวิธีที่การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยการอาศัยอัลกอริทึมสำหรับการหากลุ่มข้อมูล หลังจากนั้นจึงทำการกำหนดให้ข้อมูลแต่ละพิกเซลเป็นประเภทของกลุ่มข้อมูลต่างๆ การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน สำหรับภาพหลายแบนด์จำเป็นต้องกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูล หรือประเภทของกลุ่มข้อมูลให้สัมพันธ์กับ ภาพที่ประกอบด้วยแบนด์ต่างๆ เพื่อให้ได้ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ดี สำหรับการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลภายในภาพ ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของกลุ่มข้อมูลของภาพ หรืออาจให้ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับภาพทำการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูล

ประสิทธิภาพของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน สำหรับภาพหลายแบนด์ขึ้นอยู่กับการเลือกแบนด์ที่มาทำการวิเคราะห์ และการกำหนดจำนวนของกลุ่มข้อมูลภาพให้เหมาะสม ซึ่งการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอน จะทำการแยกกลุ่มข้อมูลของพิกเซลต่างๆ ภายในภาพแบบไม่มีการฝึกสอน โดยใช้เทคนิคต่างๆ ซึ่งมีวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอนหลายวิธี ได้แก่ การวัดความคล้ายกัน และหลักเกณฑ์การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Similarity Metrics and Clustering Criteria) เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบทางเดียว (Single Pass Clustering Technique) การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการเลือกจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมภาพ (Clustering by Histogram Peak Selection) และ การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ (Iterative Optimization Clustering)

2.2.1 การวัดความคล้ายกัน และหลักเกณฑ์การแบ่งกลุ่มข้อมูล

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการวัดความคล้ายกัน จะใช้การวัดระยะห่างระหว่างพิกเซลเป็นตัวกำหนดประเภทกลุ่มข้อมูลภาพ นิยมใช้ระยะห่างแบบยูคลิเดียน (Euclidean Distance) ดังสมการ 2.1 โดยจะแสดงถึงระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างพิกเซล x_1 และ x_2

$$\begin{aligned} d(x_1, x_2) &= \|x_1 - x_2\| \\ &= \sqrt{\{(x_1 - x_2)'(x_1 - x_2)\}} \end{aligned} \tag{2.1}$$

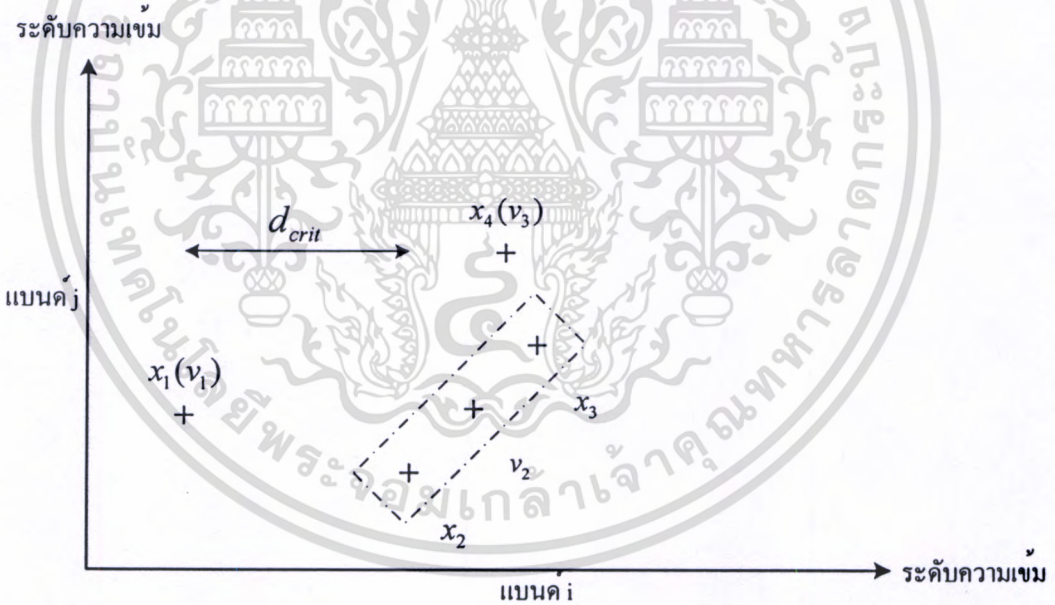
เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูล คือผลรวมของความผิดพลาดกำลังสอง (Sum of Square Error) ดังสมการ 2.2 โดยที่ m_i เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล $x \in C_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SSE = \sum_{c_i} \sum_{x \in c_i} (x - m_i)^t (x - m_i)$$
$$= \sum_{c_i} \sum_{x \in c_i} \|x - m_i\|^2 \quad (2.2)$$

2.2.2 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบทางเดียว

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบทางเดียวจะทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพเฉพาะส่วน อาศัยการปรับเปลี่ยนจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ เพื่อลดความผิดพลาดในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยทำการกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ ทีละแบนด์ข้อมูลภาพ ให้มีระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพแต่ละจุดห่างกันมากกว่า ระยะห่างวิกฤติ (Critical Distance) ดังภาพที่ 2.6 แสดงการเลือกจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพจุดแรก v_1 จากข้อมูลภาพพิกเซลแรก x_1 และทำการเลือกจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพจุดที่สอง v_2 โดยให้ห่างจาก v_1 มากกว่า ระยะห่างวิกฤติ d_{crit} หลังจากกำหนดจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพทั้งหมดแล้ว จึงทำการรวมพิกเซลข้อมูลภาพที่ใกล้กับจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพแต่ละจุดเป็นกลุ่มข้อมูลภาพเดียวกัน

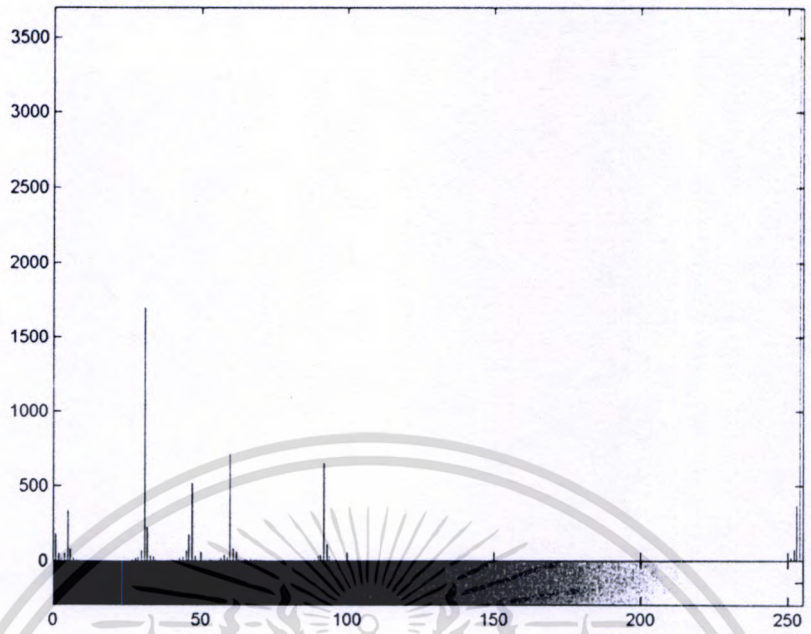


ภาพที่ 2.6 จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ 2 แบนด์

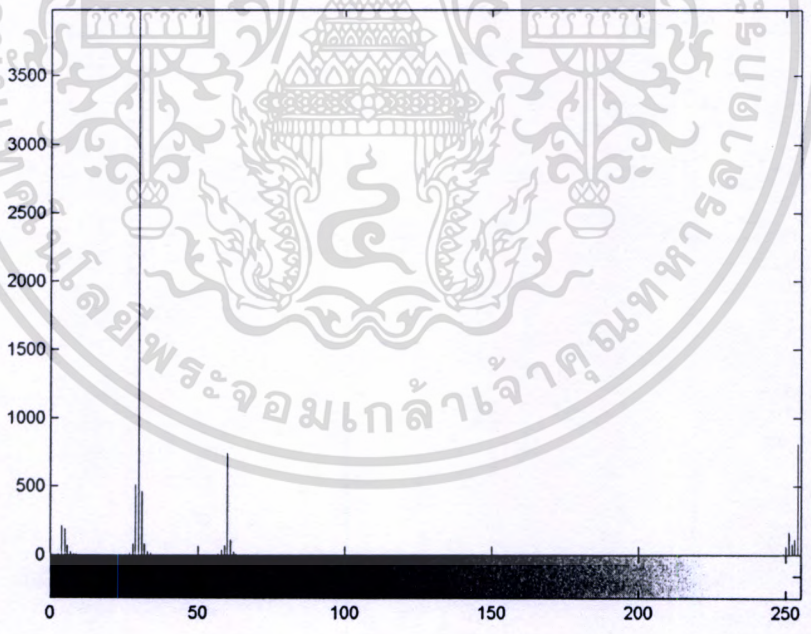
2.2.3 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการเลือกจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมภาพ

ฮีสโตแกรมของภาพจะแสดงถึงจำนวนพิกเซลในแต่ละแบนด์ของภาพที่ระดับความเข้มสีของสีต่างๆ สำหรับภาพหลายแบนด์ ภายในภาพจะประกอบด้วยฮีสโตแกรมภาพของแต่ละแบนด์ของภาพ จะมีจุดสูงสุด (Peak) ของฮีสโตแกรมดังภาพที่ 2.7 โดยจะแสดงฮีสโตแกรมของภาพที่ 1.1 (ก) ในบทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



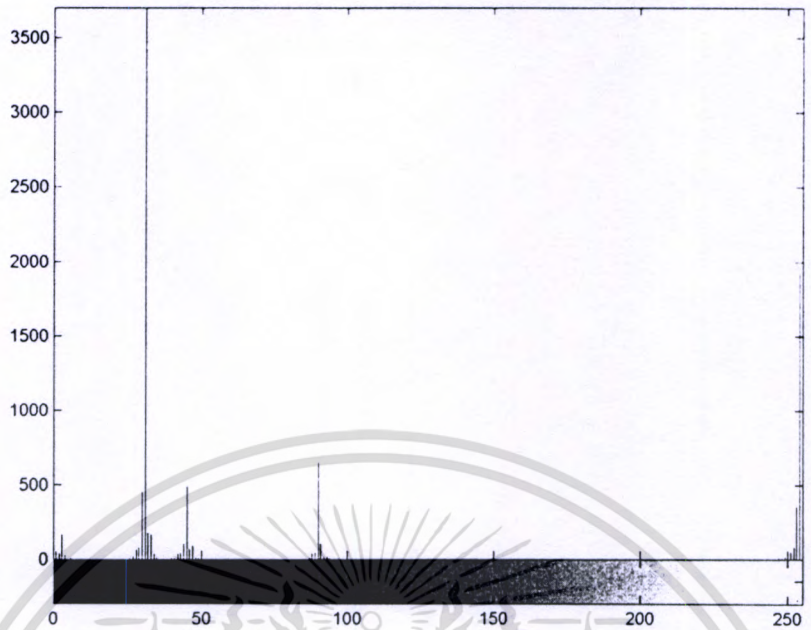
(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.7 ฮีสโตแกรมของภาพที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

ภาพที่ 2.7 ฮีสโตแกรมของภาพที่ 1.1 (ต่อ)

(ก) ฮีสโตแกรมของแบนด์สีแดง

(ข) ฮีสโตแกรมของแบนด์สีเขียว

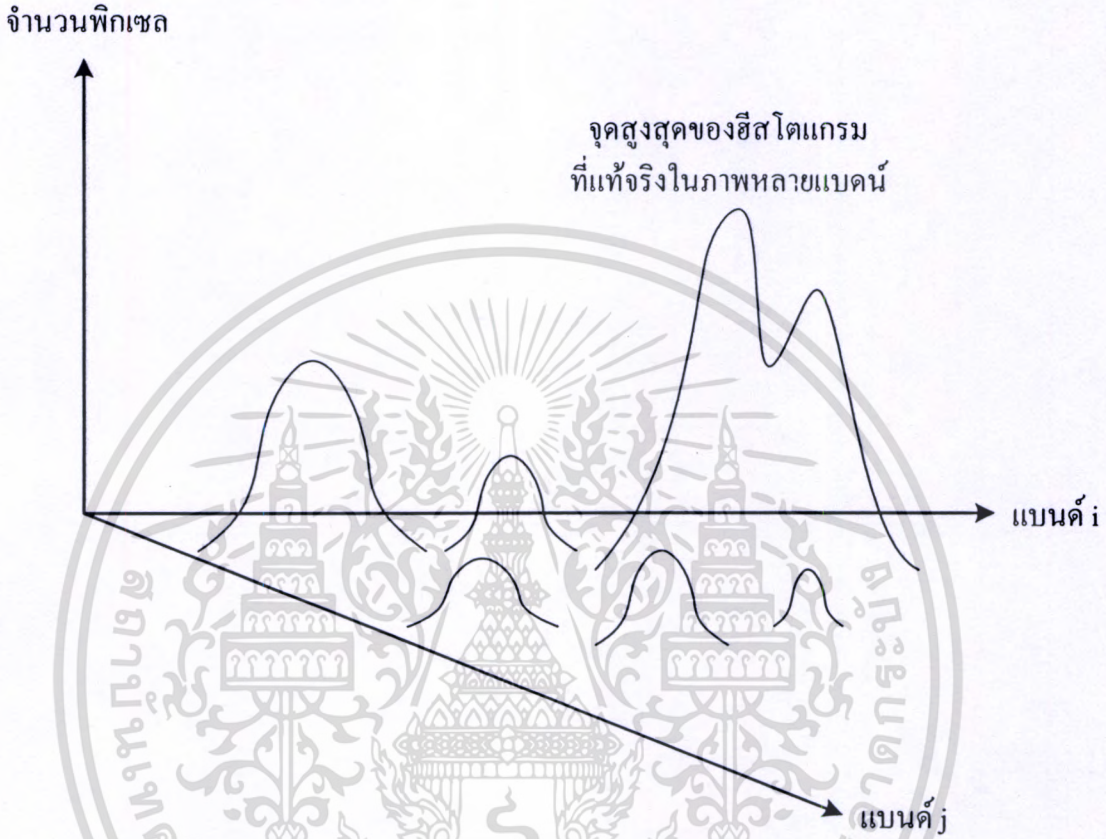
(ค) ฮีสโตแกรมของแบนด์สีน้ำเงิน

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการเลือกจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมภาพ เริ่มจากการหาจุดสูงสุดของฮีสโตแกรม หลังจากนั้นจึงทำการรวมกลุ่มของข้อมูลภาพ โดยใช้จุดสูงสุดของฮีสโตแกรมต่างๆ เป็นจุดอ้างอิงเพื่อรวมกับพิกเซลที่มีระดับความเข้มสีใกล้เคียง

สำหรับการเลือกจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมมาทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ จะไม่ใช้จุดสูงสุดของฮีสโตแกรมที่แท้จริงเพียงจุดเดียวในแต่ละแบนด์ แต่จะใช้จุดสูงสุดของฮีสโตแกรมเทียมด้วย เนื่องจากภายในภาพควรจะประกอบด้วยจำนวนกลุ่มข้อมูลภาพที่มากกว่า 1 กลุ่ม พิจารณาได้จากตัวอย่าง โดยกำหนดให้ภาพที่พิจารณาเป็นภาพถ่ายจากดาวเทียมขนาด 100 × 100 พิกเซล เป็นภาพ 4 แบนด์ ระดับความเข้มสี 256 ระดับ ต่อ แบนด์ ทำการคำนวณระดับความเข้มสีทั้งหมดจากข้อมูลได้เป็น $256^4 = 4.295 \times 10^9$ ระดับสี จากภาพถ่ายดาวเทียมที่ยกตัวอย่างเป็นภาพ 4 แบนด์ ดังนั้นจะมีจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมที่แท้จริง ทั้งหมด 4 จุด ถ้าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพใช้จุดอ้างอิงเพียง 4 จุดข้อมูล จากจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมที่แท้จริง แสดงให้เห็นว่า 1 กลุ่มข้อมูลจะครอบคลุมระดับความเข้มสีประมาณ 1000 ล้านระดับสี ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการแบ่งกลุ่มข้อมูล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมเทียมด้วย สำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดสูงสุดของฮีสโตแกรมภาพ แสดงในภาพที่ 2.8 ซึ่งการรวมกลุ่มต้องระวังไม่ให้เกิดการรวมกลุ่มผิดพลาด เนื่องจากภายในภาพมีจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมหลายจุดที่แท้จริง และจุดสูงสุดของฮีสโตแกรมเทียม



ภาพที่ 2.8 ฮีสโตแกรมแบบสองมิติ สำหรับภาพ 2 แบนด์

2.2.4. การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ

การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ เป็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยการทำซ้ำกระบวนการเพื่อทำการปรับปรุงค่าต่างๆในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ หรือเรียกได้ว่าเป็นการเคลื่อนย้ายค่าขอบเขตของกลุ่มข้อมูล

ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ

1. การกำหนดประเภทกลุ่มข้อมูลจำนวน c ประเภทในภาพหลายแบนด์ โดยจะเรียกว่าค่าที่กำหนดเป็น จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ จำนวน c ค่า ดังสมการ (2.3)

$$v_i^t \quad \begin{matrix} t=1 \\ i=1,\ldots,c \end{matrix} \tag{2.3}$$

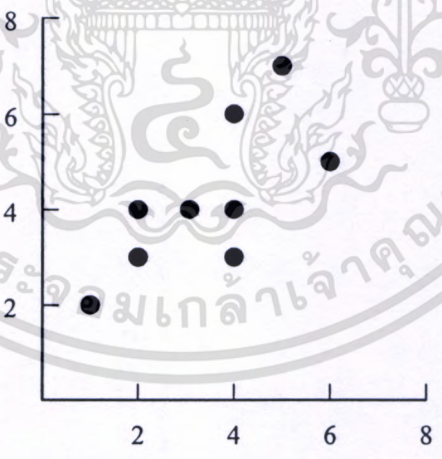
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการรวมพิกเซลภาพที่อยู่ใกล้เคียงกับจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพต่างๆที่กำหนดไว้ อาจใช้ระยะห่างแบบยูคลิเดียน สำหรับตรวจสอบความใกล้เคียงระหว่างพิกเซลของภาพกับจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ
3. ปรับปรุงค่าจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพใหม่ จากข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 ได้เป็นจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพที่รอบ $t+1$ ต่างๆ

$$v_i^{t+1} \quad \begin{matrix} t = 1,2,3,... \\ i = 1,...,c \end{matrix} \tag{2.4}$$

4. ตรวจสอบความแตกต่างระหว่าง v_i^t และ v_i^{t+1}
   - ถ้ามีความแตกต่างกันมากให้ย้อนไปทำในขั้นที่ 2
   - ถ้ามีขนาดเท่ากัน หรือมีความแตกต่างน้อยพอที่จะยอมรับได้ จะถือว่าทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเสร็จสิ้น

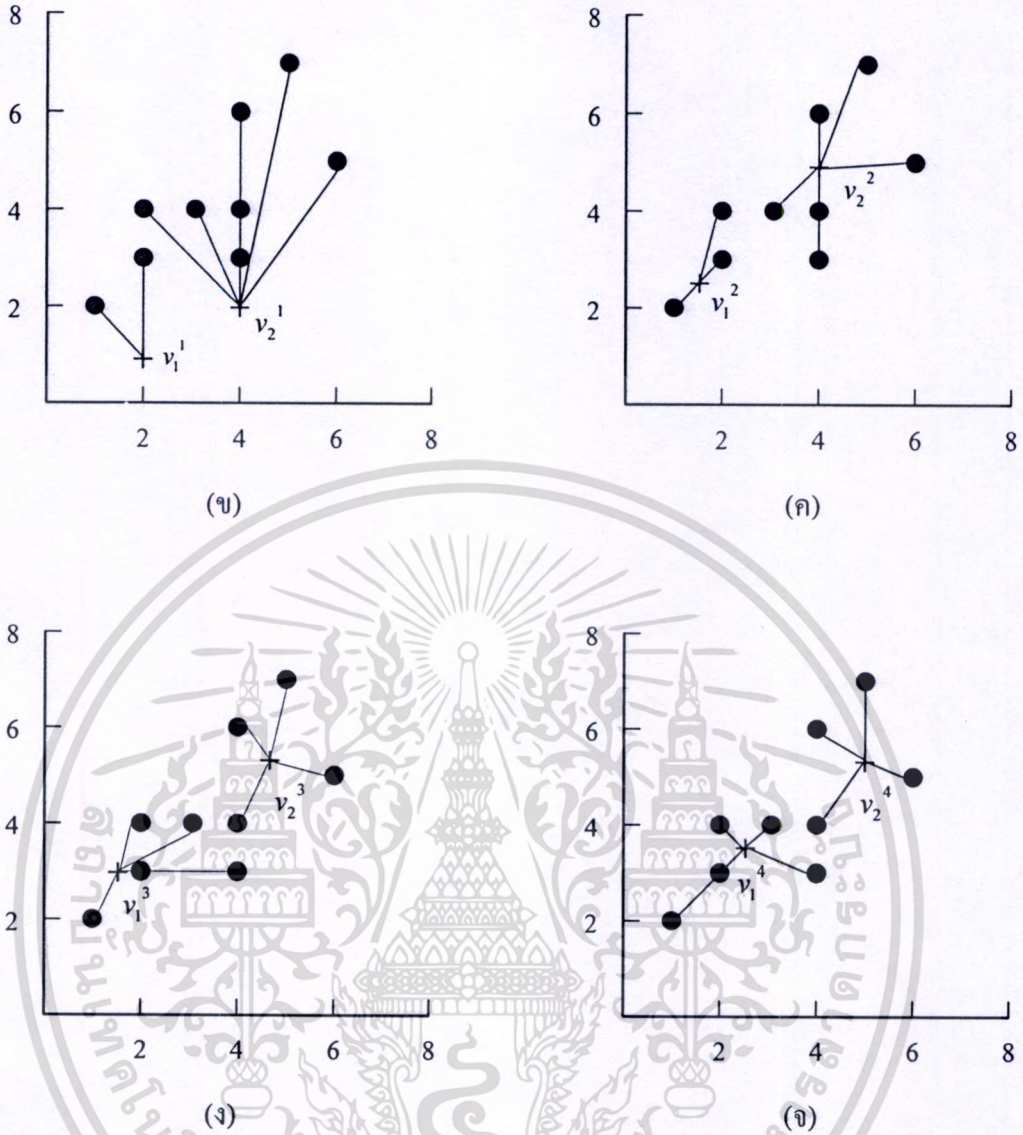
ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ แสดงในภาพที่ 2.9 ภาพที่ 2.9 (ก) แสดงตัวอย่างของพิกเซลข้อมูลภาพ 2 แบนด์ ภาพที่ 2.9 (ข-ง) เป็นภาพแสดงการปรับเปลี่ยนค่าจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพใหม่ที่รอบการทำซ้ำต่างๆ



(ก)

ภาพที่ 2.9 การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำซ้ำ (ต่อ)

(ก) ตัวอย่างของพิกเซลข้อมูลภาพ 2 แบนด์

(ข) การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพรอบที่ 1

(ค) การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพรอบที่ 2

(ง) การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพรอบที่ 3

(จ) การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพรอบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีของฟัซซี

ฟัซซีเซตถูกนำเสนอ โดย Lotfi Zadeh [3] ในปี ค.ศ. 1965 ซึ่งได้แสดงถึงการอธิบายแยกแยะสิ่งที่มีความคลุมเครือ โดยใช้ฟัซซีเซตแทนระบบของเซต ซึ่งที่มาของเซตประยุกต์มาจากพื้นฐานของทฤษฎีเซต และมีการนำทฤษฎีของฟัซซีเซตไปพัฒนาเพื่อใช้งานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งทางด้านระบบควบคุม ด้านการประมวลผลภาพ ได้แก่ การหาขอบภาพ การรู้จำภาพ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ เป็นต้น

3.1 ทฤษฎีของเซต

กำหนดให้ $\hat{U}$ เป็นเซตเอกภพสัมพัทธ์ (Universal set) ซึ่งบรรจุสมาชิก (elements) ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของสิ่งแวดล้อมที่สนใจ และเมื่อ A เป็นเซตที่อยู่ใน $\hat{U}$ สรุปได้ว่าสมาชิกทั้งหมดของของ A จะเป็นสมาชิกของ $\hat{U}$ ซึ่งสามารถแสดงดังสมการ (3.1)

$$A = \{ x \in \hat{U} \mid x \text{ มีเงื่อนไขที่ถูกต้องตามที่กำหนด} \} \tag{3.1}$$

สามารถแสดงนิยามของเซต A โดยอาศัยฟังก์ชันสมาชิกภาพ (membership function) ซึ่งมีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็น $\mu_A(x)$ แสดงดังสมการ (3.2)

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \text{ if } x \in A \\ 0 \text{ if } x \notin A \end{cases} \tag{3.2}$$

จากสมการ (3.2) แสดงให้เห็นว่าค่าสมาชิกภาพที่บอกความเป็นสมาชิกของเซต A นั้นจะมี 2 ค่าประกอบด้วย "ศูนย์" (แสดงความไม่เป็นสมาชิกของเซต A) และ "หนึ่ง" (แสดงความเป็นสมาชิกของเซต A) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเงื่อนไขที่ใช้พิจารณาความเป็นสมาชิกภาพคือ $x \notin A$ และ $x \in A$ ซึ่งในความเป็นจริงอาจเกิดบางกรณีที่ไม่สามารถพิจารณาแยกแยะอย่างชัดเจนได้ว่า x เป็นสมาชิกของ A หรือไม่ ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เช่น กำหนดให้ $\hat{U}$ เป็นเซตเอกภพสัมพัทธ์ของอายุคน (ปี)

Y เป็นเซตของคนที่มีอายุน้อย (คนหนุ่ม)

M เป็นเซตของคนที่มีอายุปานกลาง (คนกลางคน)

O เป็นเซตของคนที่มีอายุมาก (คนสูงอายุ)

สำหรับทฤษฎีของเซต จำเป็นต้องกำหนดการจำกัดความของ เซต Y, M และ O โดยกำหนดให้คนหนุ่มมีอายุน้อยกว่า 35 ปี คนกลางคนมีอายุตั้งแต่ 35 ปีขึ้นไปแต่ไม่ถึงถึง 55 ปี และคนสูงอายุมีอายุมากว่า 55 ปีขึ้นไป แสดงดังสมการ (3.3), (3.4) และ (3.5) ตามลำดับ

$$Y = \{x \in U \mid x < 35\} \tag{3.3}$$

$$M = \{x \in U \mid 35 \le x < 55\} \tag{3.4}$$

$$O = \{x \in U \mid x \ge 55\} \tag{3.5}$$

เมื่อ นำเงื่อนไขดังกล่าวมาเขียนฟังก์ชันสมาชิกภาพ จะได้ดังสมการ (3.6), (3.7) และ (3.8) และแสดงโดยกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพ ได้ดังภาพที่ 3.1

$$\mu_Y(x) = \begin{cases} 1 \text{ if } x < 35 \\ 0 \text{ if } x \ge 35 \end{cases} \tag{3.6}$$

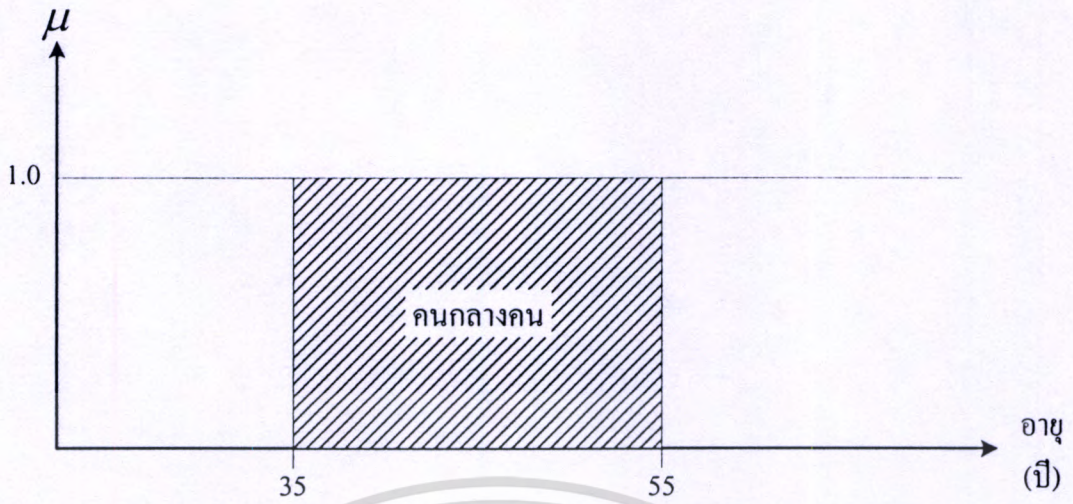
$$\mu_M(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } 35 \le x < 55 \\ 0 & \text{if } x < 35 \,\&\, x \ge 55 \end{cases} \tag{3.7}$$

$$\mu_O(x) = \begin{cases} 1 \text{ if } x \ge 55 \\ 0 \text{ if } x < 55 \end{cases} \tag{3.8}$$

ซึ่งในความเป็นจริงการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวไม่อาจใช้ได้เสมอไป เช่น คนที่อายุใกล้เคียงกับ 55 ปี เช่นคนที่มีอายุ 54 ปี 10 เดือน อาจจัดอยู่ในจำพวกคนสูงอายุ แต่บางคนที่มีอายุมากกว่า 55 ปี อาจจัดอยู่ในประเภทคนวัยกลางคน ซึ่งในความเป็นจริงอาจดูจากบุคลิก ประสิทธิภาพการทำงาน ฯ

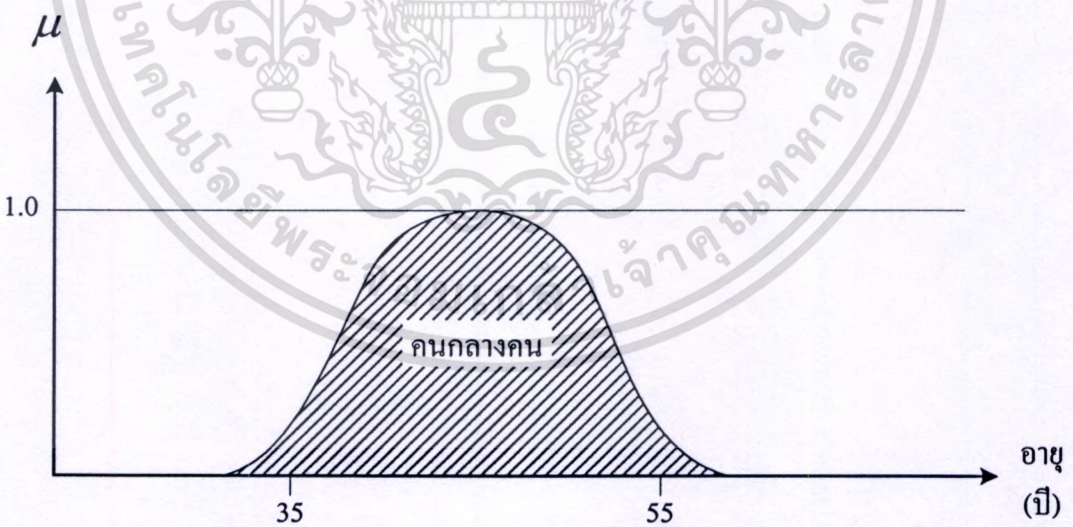
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51890



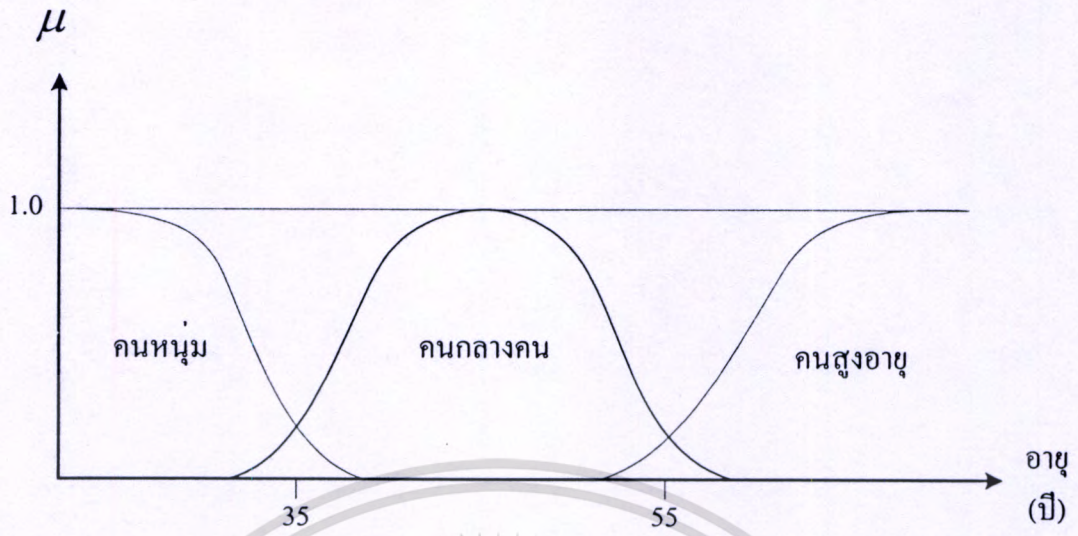
ภาพที่ 3.1 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพแบบเซต ของคนกลางคน

ดังนั้นทฤษฎีของเซตจะไม่สามารถแบ่งแยกชนิดของสิ่งที่มีความคลุมเครือได้ จึงได้นำทฤษฎีของฟัซซีเซตซึ่งมีความยืดหยุ่นมากกว่ามาใช้ในการพิจารณา ข้อแตกต่างระหว่าง ทฤษฎีของเซต และ ทฤษฎีของฟัซซีเซต ดังภาพที่ 3.2 แสดงถึงกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพแบบฟัซซีเซต ของคนอายุกลางคน และ ภาพที่ 3.3 ซึ่งแสดงถึงกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพแบบฟัซซีเซตแสดงวัยของอายุคน



ภาพที่ 3.2 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต ของคนกลางคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต แสดงวัยของอายุคน

3.2 ทฤษฎีของฟัซซีเซต

3.2.1 นิยามของฟัซซีเซต

ฟัซซีเซตเป็นเซตที่เป็นสมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์ ซึ่งมีคุณสมบัติของฟังก์ชันสมาชิกภาพ $\mu_A(x)$ ที่มีค่าอยู่ "ช่วงศูนย์ถึงหนึ่ง [0, 1]" [4, 5]

จากนิยามของฟัซซีเซตแสดงให้เห็นว่าฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตมีความแตกต่างจากฟังก์ชันสมาชิกภาพของเซตที่มีค่าเพียง "ศูนย์" และ "หนึ่ง" เท่านั้น ซึ่งนิยามฟัซซีเซต มีลักษณะที่คล้ายกับนิยามของเซต แต่ต่างกันตรงความต่อเนื่องของฟังก์ชันสมาชิกภาพ

ฟัซซีเซตของ A สามารถแสดงได้ดังสมการ 3.9 สมการ 3.10 และสมการ 3.11 [4]

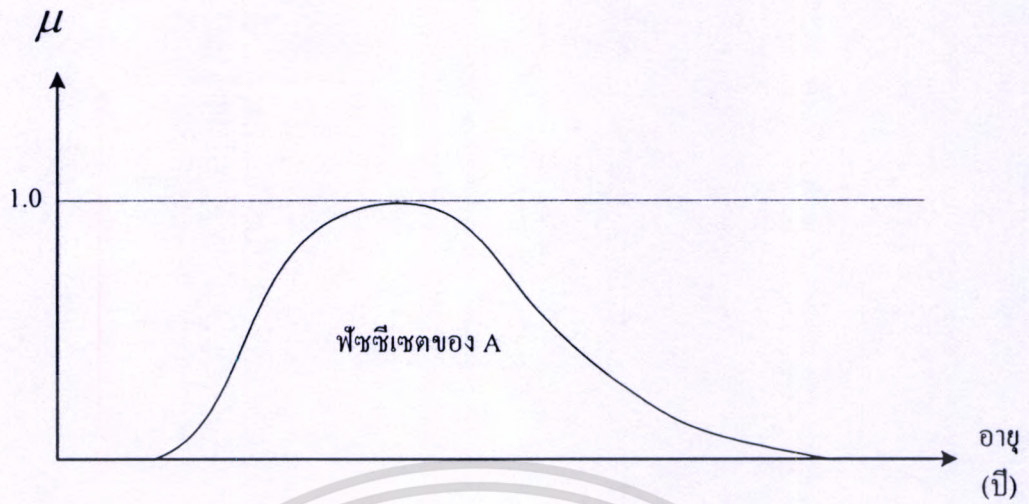
$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \tag{3.9}$$

$$A = \int_x \frac{\mu_A(x)}{x} \tag{3.10}$$

$$A = \sum \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} \tag{3.11}$$

ซึ่งสามารถแสดงโดยกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของตัวอย่างฟัซซีเซต A ดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตของ A

3.2.2 ส่วนประกอบของฟัซซีเซต

1 ตัวแปรฟังก์ชัน (Fuzzy Variable)

ตัวแปรฟังก์ชันในฟัซซีเซตเหมือนกับตัวแปรธรรมดาในคณิตศาสตร์ เช่นในตัวอย่างที่ผ่านมา ตัวแปรฟังก์ชันในฟัซซีเซตได้แก่ ปี หรือสำหรับอุณหภูมิอาจใช้ตัวแปรฟังก์ชันในฟัซซีเซต เป็นองศาเซลเซียส (^{o}c)

2 เทอมเซต (Term Set)

เทอมเซตเป็นส่วนที่บอกลักษณะของฟัซซีเซตต่างๆ เช่นสำหรับอุณหภูมิ อาจมีเทอมเซตเป็น อุณหภูมิสูง อุณหภูมิปานกลาง หรือ อุณหภูมิต่ำ

3 ส่วนขยาย (Hedges)

ส่วนขยายเป็นส่วนที่ช่วยปรับแต่งค่าตัวแปรฟัซซีให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น อาจเปรียบเทียบในลักษณะของอุณหภูมิ เช่นใช้คำว่า “มาก” หรือ “ค่อนข้าง” เป็นส่วนขยาย เช่น อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิต่ำมาก อุณหภูมิสูง อุณหภูมิค่อนข้างสูง

3.2.3 การแทนข้อมูลในระบบฟัซซีเซต

สำหรับการแทนข้อมูลในระบบฟัซซีเซตจะทำการแทนในรูปแบบฟังก์ชันสมาชิกภาพ โดยมีเงื่อนไขเพิ่มเติมจากฟังก์ชันสมาชิกภาพของเซตธรรมดาซึ่งแสดงค่าเพียง “ศูนย์” หรือ “หนึ่ง” คือ ในระบบฟัซซีเซตจะมีค่าความเป็นสมาชิกค่าอื่นเพิ่มขึ้นมา ดังนี้

เช่น กำหนดให้ $\hat{U}$ เป็นเซตเอกภพสัมพัทธ์ของความสูง (เซนติเมตร)

H เป็นเซตคนไทยที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเซตกำหนดให้ ข้อกำหนดของความสูงของคนไทยที่สูง คือต้องสูงตั้งแต่ 170 ขึ้นไป ซึ่งสามารถเขียนแสดงฟังก์ชันสมาชิกภาพได้ดังสมการ (3.12) และแสดงกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพได้ดังภาพที่ 3.5

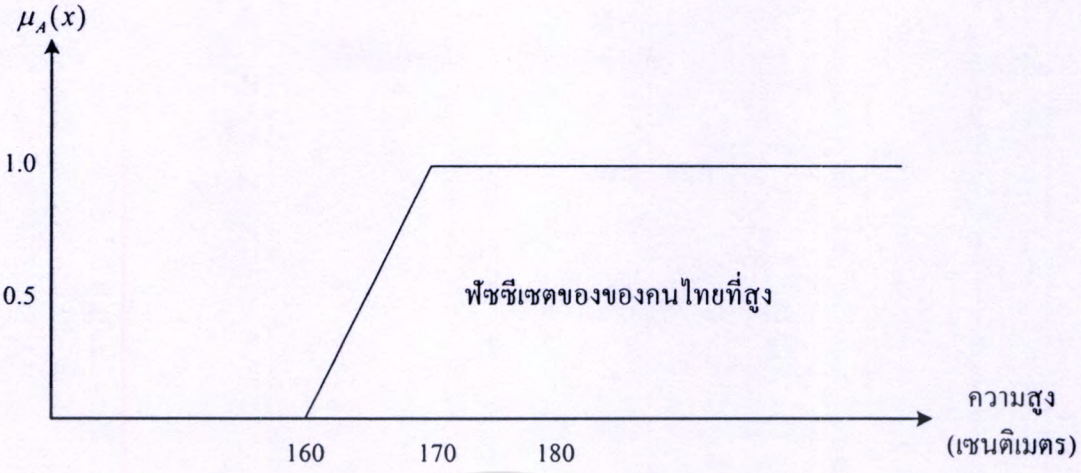
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \text{ if } x \geq 170 \\ 0 \text{ if } x < 170 \end{cases} \tag{3.12}$$

ภาพที่ 3.5 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของเซตของคนไทยที่สูง

สำหรับฟัซซีเซตสามารถกำหนดให้ ข้อกำหนดของความสูงของคนไทยที่สูงมีความยืดหยุ่นมากกว่าเซตได้ ดังสมการ (3.13) ซึ่งแสดงกราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพได้ดังภาพที่ 3.6

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_i > 170 \\ \dfrac{(x_i - 160)}{170 - 160} & \text{if } 160 \leq x_i \leq 170 \\ 0 & \text{if } x_i < 170 \end{cases} \tag{3.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตของคนไทยที่สูง

เมื่อทำการเปรียบเทียบภาพที่ 3.5 และภาพที่ 3.6 จะพบว่า กราฟฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตความสูงของคนไทยในภาพที่ 3.6 จะมีความต่อเนื่องของค่าสมาชิกภาพ ยกตัวอย่างเช่นคนที่มีความสูง 165 เซนติเมตร สามารถจัดอยู่ในกลุ่มคนไทยที่สูงได้ ซึ่งมีความเป็นสมาชิกภาพเป็น 0.5 แต่ในกรณีของเซต จะพบว่าแม้คนที่สูงถึง 169.9 เซนติเมตร ก็ไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มคนไทยที่สูง

3.2.4 ฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต

สำหรับฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซต จากตัวอย่างที่ผ่านมาเป็นฟังชันก์เส้นตรง ซึ่งฟังก์ชันสมาชิกภาพของฟัซซีเซตยังมีรูปแบบอื่นๆ อีกซึ่ง เช่น รูปสี่เหลี่ยมคางหมู เส้นโค้งตัว S ระฆังคว่ำ ฯซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าต้องการใช้ฟังก์ชันสมาชิกภาพเป็นรูปแบใด

3.3 อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

3.3.1 อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เป็นการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มข้อมูลที่มีการคำนวณแบบทำซ้ำ (iterative clustering) เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล [6, 7]

โดยการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีนี้จะทำการคำนวณจุดศูนย์กลางคลัสเตอร์ หรือจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล (cluster centroid) และเม็มเบอร์ชิพเมตริกซ์ หรือเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก (membership matrix) [3] สำหรับทุกรอบการคำนวณซ้ำ เพื่อทำการปรับปรุงค่าจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ และเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก ให้เหมาะสมกับภาพตามอัลกอริทึม

สำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูลจำเป็นต้องกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลก่อน โดยกำหนดให้มีจำนวน c กลุ่มข้อมูล และเงื่อนไขสำหรับพิจารณาการหยุดกระบวนการทำซ้ำ คือเมื่อทำการปรับและคำนวณค่าฟังก์ชันความผิดพลาดกำลังสองที่มีค่าน้อยที่สุด (least-squared error function) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณจากค่าจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล และเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก ที่ทำการปรับปรุงในแต่ละรอบการทำซ้ำ โดยที่ค่าฟังก์ชันความผิดพลาดกำลังสอง แสดงดังสมการ (3.14) [1, 7, 8]

$$J_m(U,v) = \sum_{k=1}^{N}\sum_{i=1}^{c} u_{ik}^{m} \left\| x_k - v_i \right\|^2 \tag{3.14}$$

โดยที่

$X = \{ x_1, x_2, x_3, ..., x_N \} \in R^p$ เป็นระดับความเข้าสี p แบนด์ขนาดข้อมูล N

c เป็นจำนวนกลุ่มข้อมูล โดยที่ $2 \le c < N$

m เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก โดยที่ $1 \le m < \infty$

$U = \{u_{ik}\}$ เป็นการแบ่งส่วนของฟัซซีจำนวน c กลุ่มข้อมูล

u_{ik} เป็นค่าความเป็นสมาชิกของ x_k ในกลุ่มข้อมูล i

v_i เป็นจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล i

$\left\| x_k - v_i \right\|$ เป็นระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างคุณสมบัติของเวกเตอร์ x_k กับจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล v_i

ค่าถ่วงน้ำหนัก m จะมีผลต่อการลดลงของค่าฟังก์ชันความผิดพลาดกำลังสองซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความเป็นสมาชิกในกลุ่มข้อมูลที่ทำการสังเกต

โดยจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ของกลุ่มข้อมูล แสดงดังสมการ (3.15) และค่าภายในเมตริกซ์ความเป็นสมาชิก ของเวกเตอร์แต่ละพิกเซล ที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติของเวกเตอร์แต่ละพิกเซลกับจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล แสดงดังสมการ (3.16) [1, 7, 8]

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^{N} (u_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^{N} (u_{ik})^m} \tag{3.15}$$

$$u_{ik} = \left[\sum_{j=1}^{c} \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(m-1)} \right]^{-1} \tag{3.16}$$

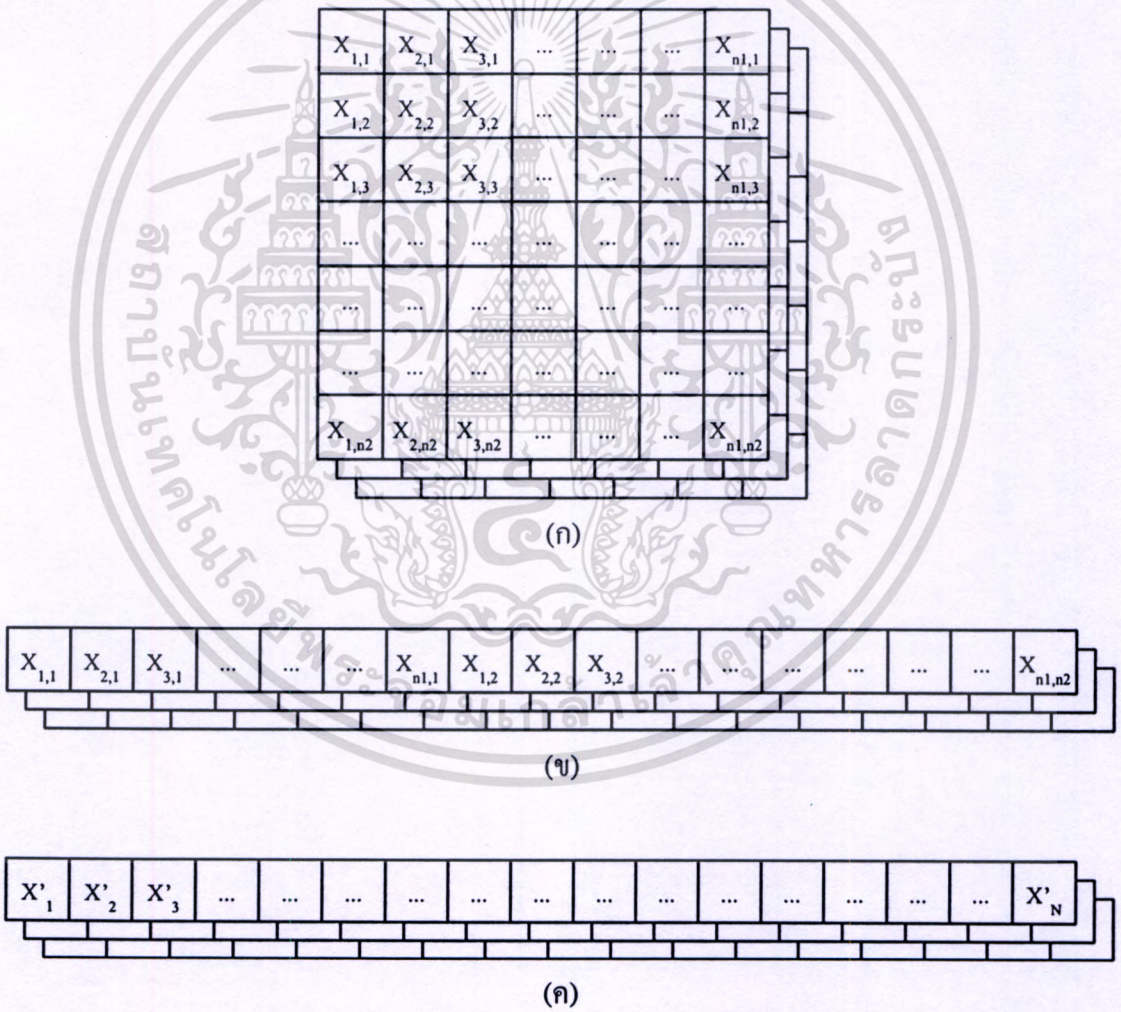
เมื่อ $d_{ik} = \left\| x_k - v_i \right\|$ เป็นระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างระดับความเข้มสีของพิกเซล x_i และจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ v_i โดยใช้เงื่อนไขสำหรับหยุดกระบวนการวนซ้ำดังสมการ (3.17) เมื่อ ε เป็นค่าเทรโชลด์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\max\left\{\left|u_{ki}^{(t)} - u_{ki}^{(t-1)}\right|\right\} < \varepsilon \qquad (3.17)$$

3.3.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

สำหรับการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ จากสมการที่ (3.14), (3.15) และ (3.16) ตัวแปรของข้อมูลที่นำมาแบ่งกลุ่มข้อมูล คือ X หรือ $\{x_1, x_2, x_3, \ldots, x_N\}$ ซึ่งเป็นเพียงข้อมูลแถวลำดับใน 1 มิติ ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลการแสดงลำดับของพิกเซลภาพซึ่งแสดงใน 2 มิติ จึงต้องทำการแปลงลำดับของพิกเซลภาพเป็นข้อมูลใน 1 มิติ เพื่อทำการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ ดังภาพที่ 3.7 เพื่อใช้ในขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ [9]



ภาพที่ 3.7 การลำดับข้อมูลภาพเพื่อใช้งานในอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ก) ลักษณะของการลำดับพิกเซลภาพ

(ข) การเปลี่ยนพิกเซลข้อมูลภาพเป็นแถวลำดับ

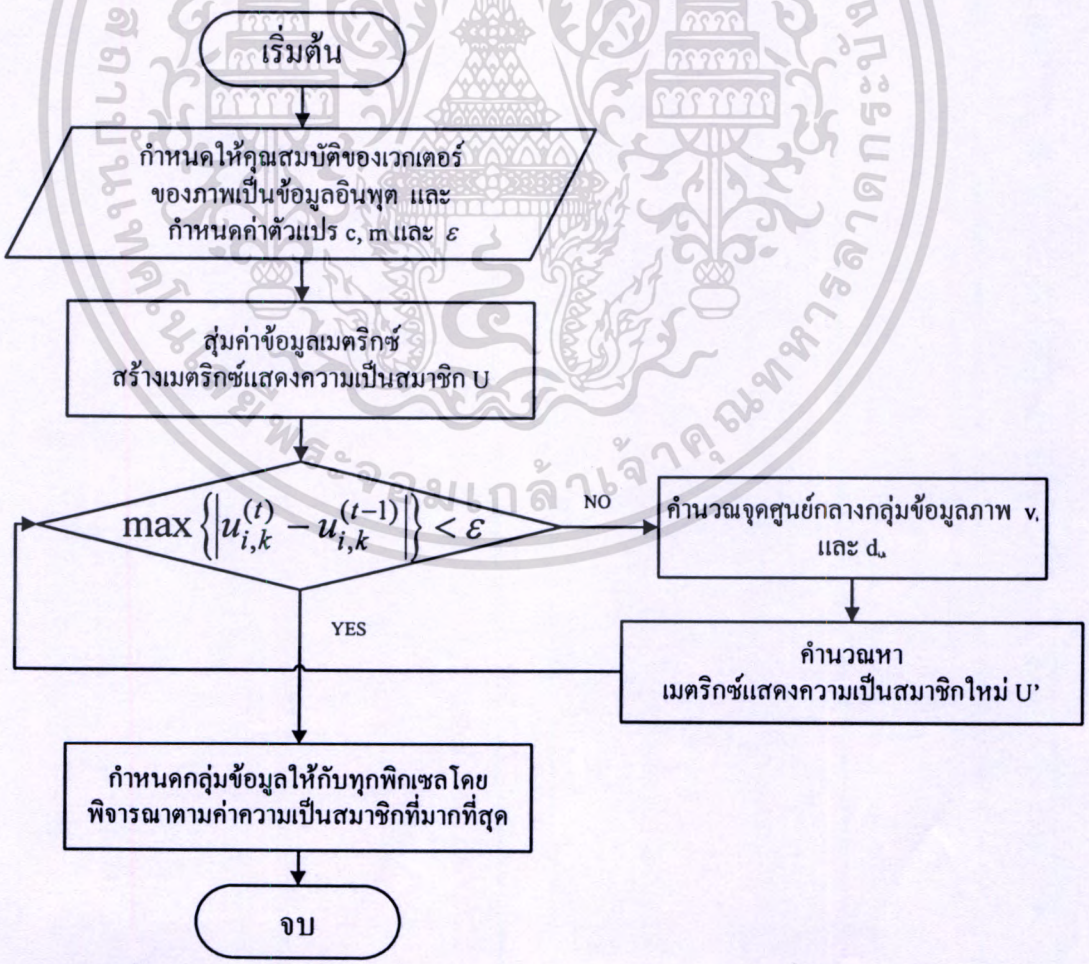
(ค) ลักษณะข้อมูลภาพที่ใช้งานในอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

1. กำหนดให้คุณสมบัติของเวกเตอร์ของภาพเป็นข้อมูลอินพุต และกำหนดค่าตัวแปร c, m, σ และ ε
2. สร้างเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก U โดยสุ่มค่าข้อมูลเมตริกซ์ขนาด $c \times (n_1 n_2)$
3. คำนวณตรวจสอบเงื่อนไข ดังสมการ (3.17)
   - ถ้าถูกต้องตามเงื่อนไขให้ปฏิบัติขั้นต่อไป
   - ถ้าไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข ให้ทำการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ ตามสมการ (3.15) และเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก ตามสมการ (3.16) ใหม่และกลับไปทำในขั้นตอนที่ 3
4. กำหนดกลุ่มข้อมูลให้กับทุกพิกเซลโดยพิจารณาจากค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละพิกเซล

สำหรับ ผังการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ แสดงดังภาพที่ 3.8

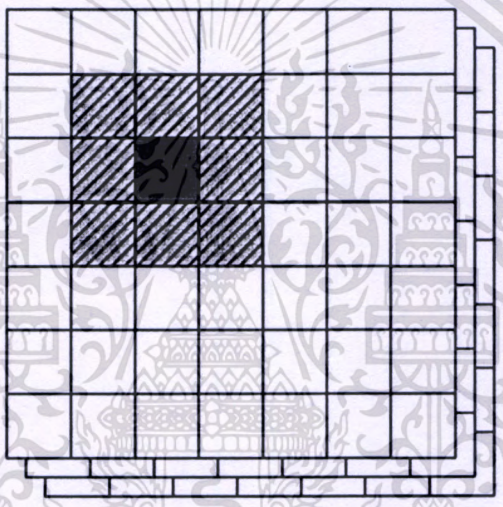


ภาพที่ 3.8 ผังการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ได้พิจารณาข้อมูลสเปเชียลสำหรับแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ โดยพิจารณาข้อมูลสเปเชียลภายในกรอบภาพขนาด 3×3 พิกเซล แสดงดังภาพที่ 4.1 โดยมีหลักการพิจารณาว่า ถ้าพิกเซลที่อยู่ตรงกลางกับพิกเซลที่อยู่รอบกรอบภาพมีคุณสมบัติเหมือนกัน แล้วจะทำให้พิกเซลที่อยู่ตรงกลางเสมือนว่ากลมกลืนกับพิกเซลที่อยู่รอบ ซึ่งทำให้สรุปได้ว่าจุดภาพทั้ง 9 จุด นั้นมีค่าความเป็นสมาชิกอยู่ในกลุ่มข้อมูลภาพชุดเดียวกัน



ภาพที่ 4.1 ลักษณะข้อมูลสเปเชียลภายในกรอบภาพขนาด 3×3 พิกเซล

4.1 อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

กำหนดให้ $X = \left\{ x_{1,1}, \ldots, x_{i,j}, \ldots, x_{n_1,n_2} \right\}$ แทนคุณสมบัติของเวกเตอร์ของภาพขนาด $n_1 \times n_2$ เมื่อ $x_{i,j} \in R^p$ คือ ระดับความเข้มสีของพิกเซลที่ตำแหน่ง (i,j) จำนวน p แบนด์ สำหรับทุกพิกเซลภายในภาพสามารถที่จะคำนวณหาระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างคุณสมบัติของเวกเตอร์ที่พิกเซลใดๆ กับคุณสมบัติของเวกเตอร์ที่พิกเซลที่อยู่ใกล้กัน สำหรับพิกเซลที่ตำแหน่ง (r,s) กำหนดให้ $\partial_{l_1,l_2}^{r,s}$ แทนระยะห่างแบบยูคลิเดียน ระหว่าง $x_{r,s}$ กับ $x_{(r,s),(r+1,s+1)}$ แสดงดังสมการ (4.1)

$$\partial_{l_1,l_2}^{r,s} = \left(x_{r,s} - x_{r+l_1,s+l_2} \right)^T \left(x_{r,s} - x_{r+l_1,s+l_2} \right) \tag{4.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด μ เป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าเฉลี่ยระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างคุณสมบัติเวกเตอร์ $x_{r,s}$ กับคุณสมบัติของเวกเตอร์พิกเซลที่ใกล้เคียงภายในภาพขนาด 3 × 3 พิกเซล แสดงดังสมการ (4.2)

$$\mu = \frac{1}{n_1 n_2}\sum_{r=1}^{n_1}\sum_{s=1}^{n_2}\left[\frac{1}{8}\sum_{l_1=-1}^{1}\sum_{l_2=-1}^{1}\partial_{l_1,l_2}^{r,s}\right] \text{ เมื่อ } (l_1,l_2)\neq(0,0) \tag{4.2}$$

กำหนด $\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}$ เป็นฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักระหว่างคุณสมบัติเวกเตอร์ $x_{r,s}$ กับคุณสมบัติของเวกเตอร์พิกเซลที่ใกล้เคียง $x_{r+l_1,s+l_2}$ ซึ่งฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักเป็นซิกมอยด์เดิฟ (sigmoid curve) โดยที่ μ เป็นตัวแปรที่กำหนดจุดเปลี่ยนแปลงของ $\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}$ และ σ เป็นตัวแปรที่กำหนดความชันของซิกมอยด์เดิฟ ถ้า $\partial_{l_1,l_2}^{r,s}$ มีค่ามากจะทำให้ $\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}$ มีค่าเข้าใกล้ 1 และ $\partial_{l_1,l_2}^{r,s}$ มีค่าน้อยจะทำให้ $\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}$ มีค่าเข้าใกล้ 0 โดยที่ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักแสดงดังสมการ (4.3)

$$\lambda_{l_1,l_2}^{r,s} = \frac{1}{1+e^{-(\partial_{l_1,l_2}^{r,s}-\mu)/\sigma}} \tag{4.3}$$

การพิจารณาข้อมูลสเปเชียลในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีมีนส์ จำเป็นต้องปรับปรุงการคำนวณฟังก์ชันของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ของอัลกอริทึมฟัซซีมีนส์ ได้แก่ ค่าฟังก์ชันความผิดพลาดกำลังสอง จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ และเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก จาก d_{ik} เป็น $D_{i,r,s}$ และ x_i เป็น $\hat{x}_{r,s}$ แสดงดังสมการ (4.4) สมการ (4.5) และสมการ (4.6)

$$J_m(U,v) = \sum_{r=1}^{n_1}\sum_{s=1}^{n_2}\sum_{i=1}^{c}u_{i,r,s}^{m}D_{i,r,s} \tag{4.4}$$

$$v_i = \frac{\sum_{r=1}^{n_1}\sum_{s=1}^{n_2}u_{i,r,s}^{m}\hat{x}_{r,s}}{\sum_{r=1}^{n_1}\sum_{s=1}^{n_2}u_{i,r,s}^{m}} \tag{4.5}$$

$$u_{i,r,s} = \left[\sum_{j=1}^{c}\left(\frac{D_{i,r,s}}{D_{j,r,s}}\right)^{1/(m-1)}\right]^{-1} \tag{4.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $D_{i,r,s}$ เป็นค่าความแตกต่างระหว่างเวกเตอร์ $x_{r,s}$ และจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ v_i โดยเทียบกับพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียง แสดงดังสมการ (4.7)

และ $\hat{x}_{r,s}$ เป็นค่าความแตกต่างของคุณสมบัติของเวอกเตอร์ $x_{r,s}$ โดยเทียบกับพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียง แสดงดังสมการ (4.8)

$$D_{i,r,s} = \frac{1}{8}\sum_{l_1=-1}^{1}\sum_{l_2=-1}^{1}\left[d_{i,r,s}^2\lambda_{l_1,l_2}^{r,s} + d_{i,r+l_1,s+l_2}^2\left(1-\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}\right)\right] \text{เมื่อ } (l_1,l_2)\neq(0,0) \qquad (4.7)$$

เมื่อ $d_{i,r,s}$ เป็นระยะห่างแบบยูคลิเดียนระหว่างคุณสมบัติของเวกเตอร์ x_k กับ จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ v_i

$$\hat{x}_{r,s} = \frac{1}{8}\sum_{l_1=-1}^{1}\sum_{l_2=-1}^{1}\left[\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}x_{r,s} + \left(1-\lambda_{l_1,l_2}^{r,s}\right)x_{r+l_1,s+l_2}\right] \text{ เมื่อ } (l_1,l_2)\neq(0,0) \qquad (4.8)$$

4.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

ขั้นตอนเริ่มต้นของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ คือการสุ่มค่าเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก (U) ที่เก็บค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละพิกเซลที่มีต่อแต่ละกลุ่มข้อมูลภาพ และเป็นเมตริกซ์ที่ใช้ถ่วงน้ำหนักการเป็นสมาชิกของแต่ละพิกเซล จากนั้นทำการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพโดยพิจารณาข้อมูลสเปเชียล จุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพใหม่จะใช้สำหรับปรับปรุงค่าเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก แล้วนำเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิกใหม่ที่ได้เปรียบเทียบกับเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิกก่อนที่จะถูกปรับปรุง ถ้าเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิกทั้งสองมีความแตกต่างกันมากว่าค่าเทรโชลด์ที่กำหนด การทำงานจะกลับไปวนรอบทำซ้ำจนกว่าเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิกที่ได้ค่าใหม่กับค่าก่อนที่จะปรับปรุงมีความแตกต่างกันน้อยกว่าค่าเทรโชลด์ที่กำหนด จึงทำการกำหนดกลุ่มข้อมูลให้กับทุกพิกเซลตามค่าความเป็นสมาชิกที่มากที่สุดของแต่ละพิกเซล

ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

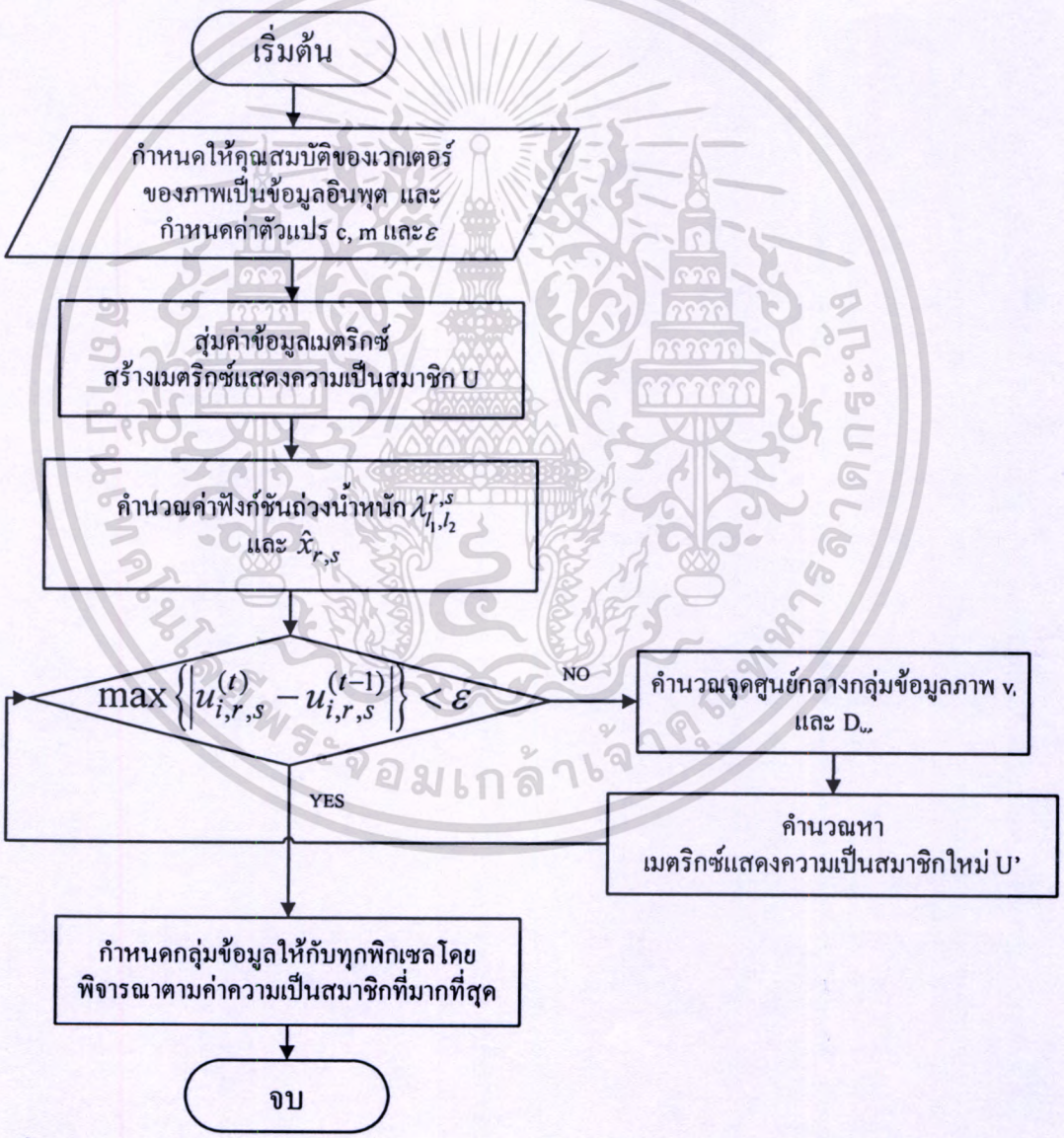
1. กำหนดให้คุณสมบัติของเวกเตอร์ของภาพเป็นข้อมูลอินพุต และกำหนดค่าตัวแปร c, m, σ และ ε
2. สร้างเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก U โดยสุ่มค่าข้อมูลเมตริกซ์ขนาด $c\times(n_1n_2)$
3. คำนวณค่าฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก และ $\hat{x}_{r,s}$ ดังสมการ (4.3) และ (4.8) ตามลำดับ
4. คำนวณตรวจสอบเงื่อนไข $\max\left\{\left|u_{i,r,s}^{(t)} - u_{i,r,s}^{(t-1)}\right|\right\} < \varepsilon$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าถูกต้องตามเงื่อนไขให้ปฏิบัติขั้นต่อไป
- ถ้าไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข ให้ทำการคำนวณจุดศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลภาพ ตามสมการ (4.5) และ $D_{i,r,s}$ ตามสมการ (4.7) และคำนวณเมตริกซ์แสดงความเป็นสมาชิก ตามสมการ (4.6) ใหม่และ กลับไปทำในขั้นตอนที่ 4

5. กำหนดกลุ่มข้อมูลให้กับทุกพิกเซลโดยพิจารณาจากค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละพิกเซล

สำหรับ ผังการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยอัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์แสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผังการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

เนื่องด้วยลักษณะของการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพถ่าย เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ให้กับพิกเซลที่ตำแหน่งต่างๆภายในภาพ เพื่อให้ทราบว่าเป็นสัญลักษณ์ใด เมื่อวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพถ่ายจริงระหว่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ มีความจำเป็นที่ต้องสำรวจพื้นที่จริงซึ่งเสียทั้งเวลา และงบประมาณ วิทยานิพนธ์นี้จึงทำการเปรียบผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลระหว่างการใช้อัลกอริทึมทั้ง 2 วิธีโดยการสร้างภาพขึ้นมา และเพิ่มสัญญาณรบกวน นำมาทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ เพื่อใช้วิเคราะห์ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยภายในวิทยานิพนธ์กำหนดค่าคงที่ตลอดการทดลองเป็น $m = 2$, $\sigma = 10$ และ $\varepsilon = 10^{-5}$

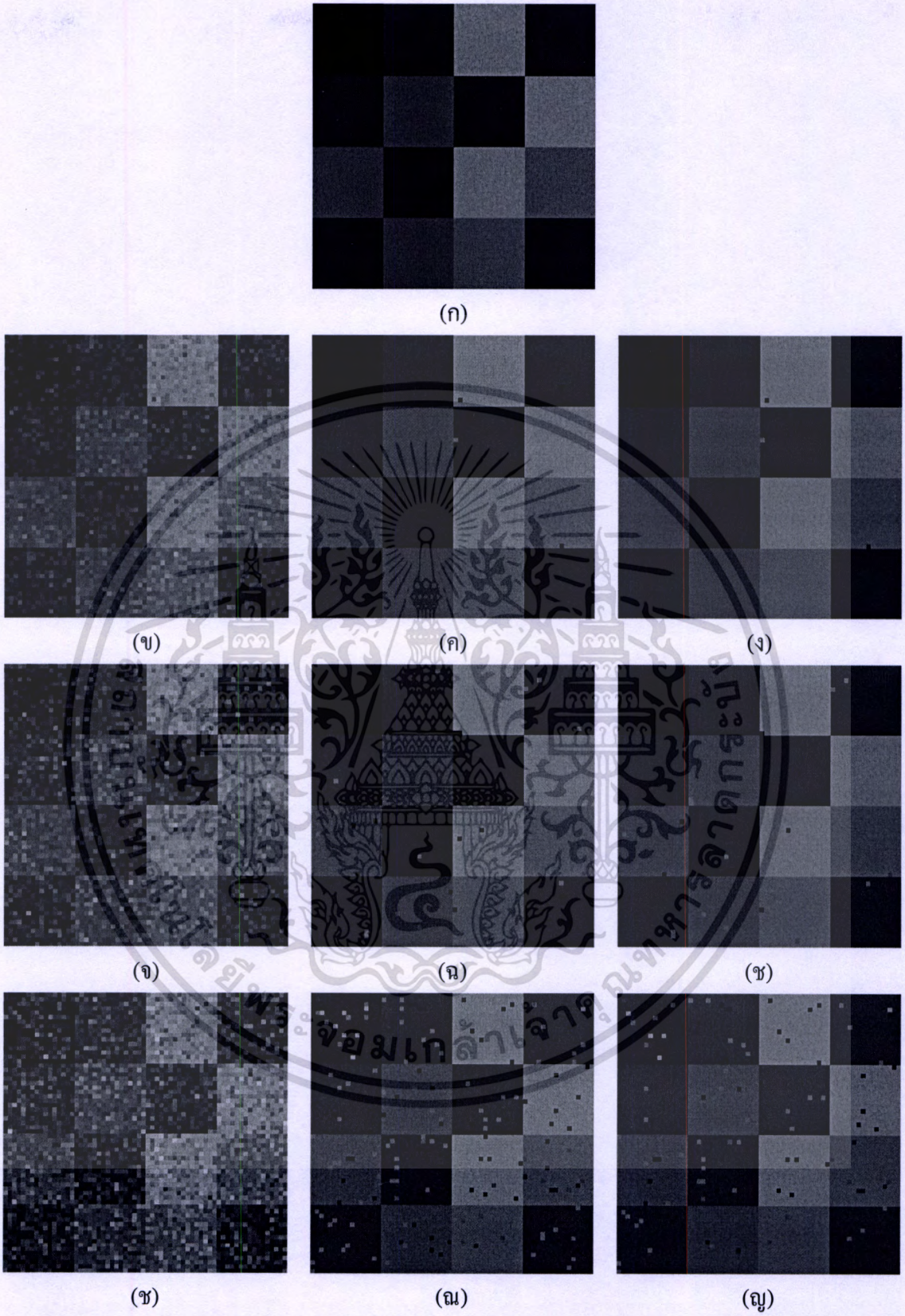
5.1 ผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยภาพที่สร้างขึ้น

5.1.1 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นด้วยภาพทดลองที่ 1

ภาพที่สร้างขึ้น เป็นภาพทดลองที่ 1 เป็นภาพสี 3 แบนด์ (R, G, B) ขนาด 64 × 64 พิกเซล ซึ่งประกอบด้วยสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 16 × 16 พิกเซล สีดำซึ่งมีระดับความเข้มสีเป็น 0,0,0 สีแดงที่มีระดับความเข้มสีเป็น 255,0,0 สีเขียวที่มีระดับความเข้มสีเป็น 0,255,0 สีน้ำเงินที่มีระดับความเข้มสีเป็น 0,0,255 และสีชมพูที่มีระดับความเข้มสีเป็น 255,0,255 ซึ่งแสดงในภาพที่ 5.1 (ก) หลังจากนั้นจึงทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนให้กับภาพทดลองที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 เพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เป็น 15%, 20%, 25% และ 30% ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 5.1 (ข), ภาพที่ 5.1 (ฉ), ภาพที่ 5.1 (ช) และ ภาพที่ 5.1 (ฎ) ตามลำดับ หลังจานั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 5.1

จากนั้นจึงทำการทำการตรวจนับจุดข้อมูลที่ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลผิดพลาด และคำนวณหาเปอร์เซ็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 5.1

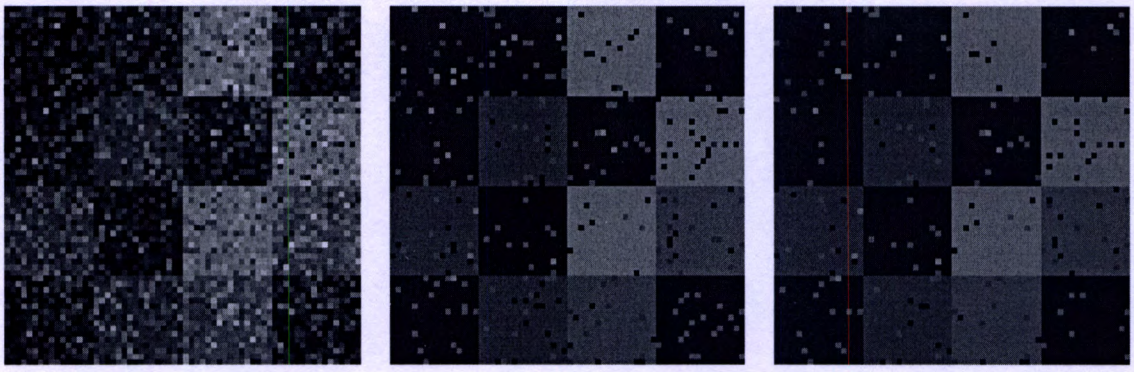
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ) (ช) (ซ) (ฌ) (ญ)

ภาพที่ 5.1 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฎ) (ฏ) (ฐ)

ภาพที่ 5.1 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 1 (ต่อ)

(ก) ภาพต้นแบบของภาพทดลองที่ 1

(ข) (จ) (ซ) และ (ฎ) ภาพหลังเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์ 15%, 20% 25% และ 30%

(ค) (ฉ) (ฌ) และ (ฏ) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ง) (ช) (ญ) และ (ฐ) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

ตารางที่ 5.1 ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูล ภาพทดลองที่ 1

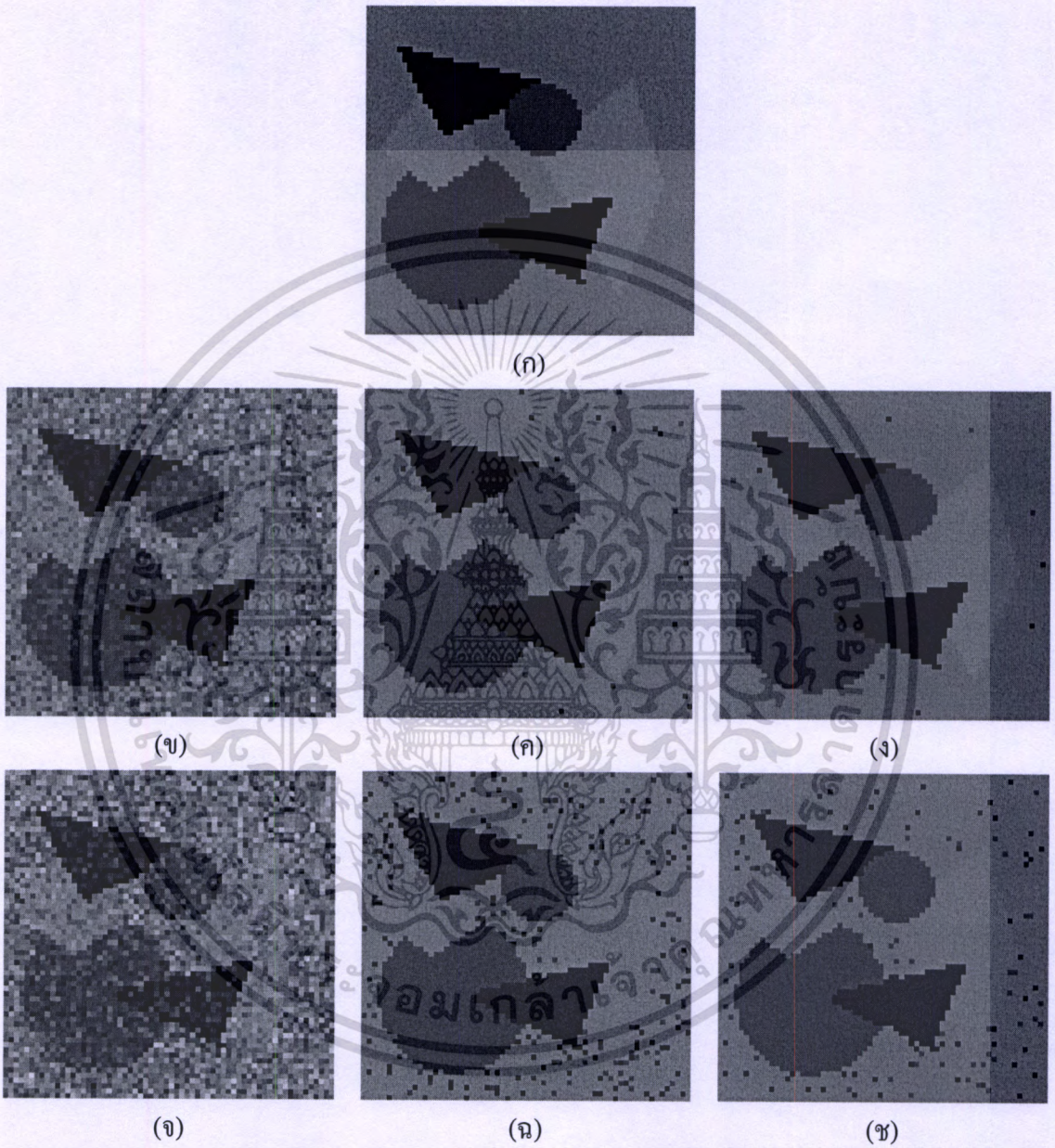
สัญญาณรบกวนแบบเกาส์	ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์		ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์	
	จำนวนพิกเซล	เปอร์เซ็นต์ (%)	จำนวนพิกเซล	เปอร์เซ็นต์ (%)
15%	5	0.12	4	0.10
20%	1301	31.76	1287	31.42
25%	1427	34.84	1364	33.30
30%	1586	38.72	1438	35.11

5.1.2 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นด้วยภาพทดลองที่ 2

ภาพที่สร้างขึ้น ภาพที่ 2 เป็นภาพสี 3 แบนด์ (R, G, B) ขนาด 64 × 64 พิกเซล ซึ่งประกอบด้วยพื้นหลังที่มีระดับความเข้มสีเป็น 153, 124, 161 วัตถุรูปวงกลมสีแดงที่มีระดับความเข้มสีเป็น 255, 0, 0 วัตถุรูปสี่เหลี่ยมสีเขียวที่มีระดับความเข้มสีเป็น 0, 255, 0 วัตถุรูปสามเหลี่ยมสีน้ำเงินที่มีระดับความเข้มสีเป็น 0, 0, 255 ซึ่งแสดงในภาพที่ 5.2 (ก) หลังจากนั้นจึงทำการเพิ่มสัญญาณรบกวนให้กับภาพที่ 2 โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 เพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์ขนาดเป็น 15%, 20%, 25% และ 30% ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 5.2 (ข), ภาพที่ 5.2 (ฉ), ภาพที่ 5.2 (ช) และ ภาพที่ 5.2 (ฎ) ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ได้ผลการทดลองดังภาพที่ 5.2

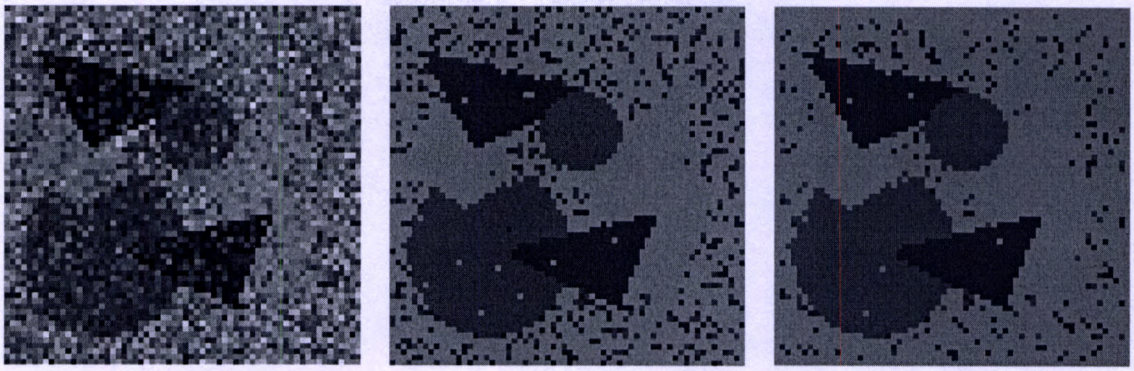
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจึงทำการทำการตรวจนับจุดข้อมูลที่ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลผิดพลาด และคำนวณหาเปอร์เซ็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 5.2

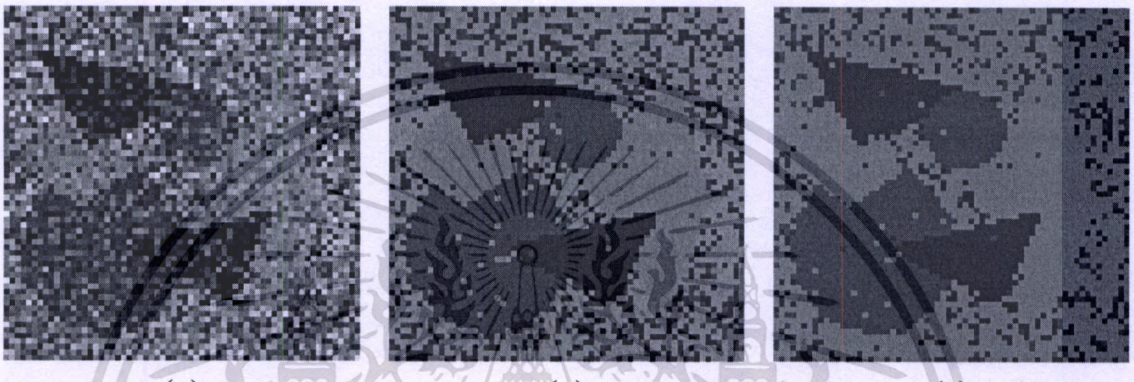


ภาพที่ 5.2 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ช) (ฌ) (ญ)



(ฎ) (ฏ) (ฐ)

ภาพที่ 5.2 ผลการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้น ภาพทดลองที่ 2 (ต่อ)

(ก) ภาพต้นแบบของภาพทดลองที่ 2

(ข) (จ) (ซ) และ (ฎ) ภาพหลังเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์ 15%, 20% 25% และ 30%

(ค) (ฉ) (ฌ) และ (ฏ) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ง) (ช) (ญ) และ (ฐ) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ โดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

ตารางที่ 5.2 ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูล ภาพทดลองที่ 2

สัญญาณรบกวนแบบเกาส์	ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์		ความผิดพลาดจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยอัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์	
	จำนวนพิกเซล	เปอร์เซ็นต์ (%)	จำนวนพิกเซล	เปอร์เซ็นต์ (%)
15%	28	0.68	12	0.29
20%	278	6.79	122	2.98
25%	668	16.31	326	7.96
30%	1076	26.27	773	18.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลองการเปรียบเทียบด้วยภาพถ่าย

หลังจากทำการทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นมาแล้วเพิ่มสัญญาณรบกวน เพื่อทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เปรียบเทียบกับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์แล้วจึงทำการทดลองกับภาพถ่าย โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลของภาพเป็นจำนวนกลุ่มข้อมูลตั้งแต่ 2 - 6 กลุ่มข้อมูลภาพ

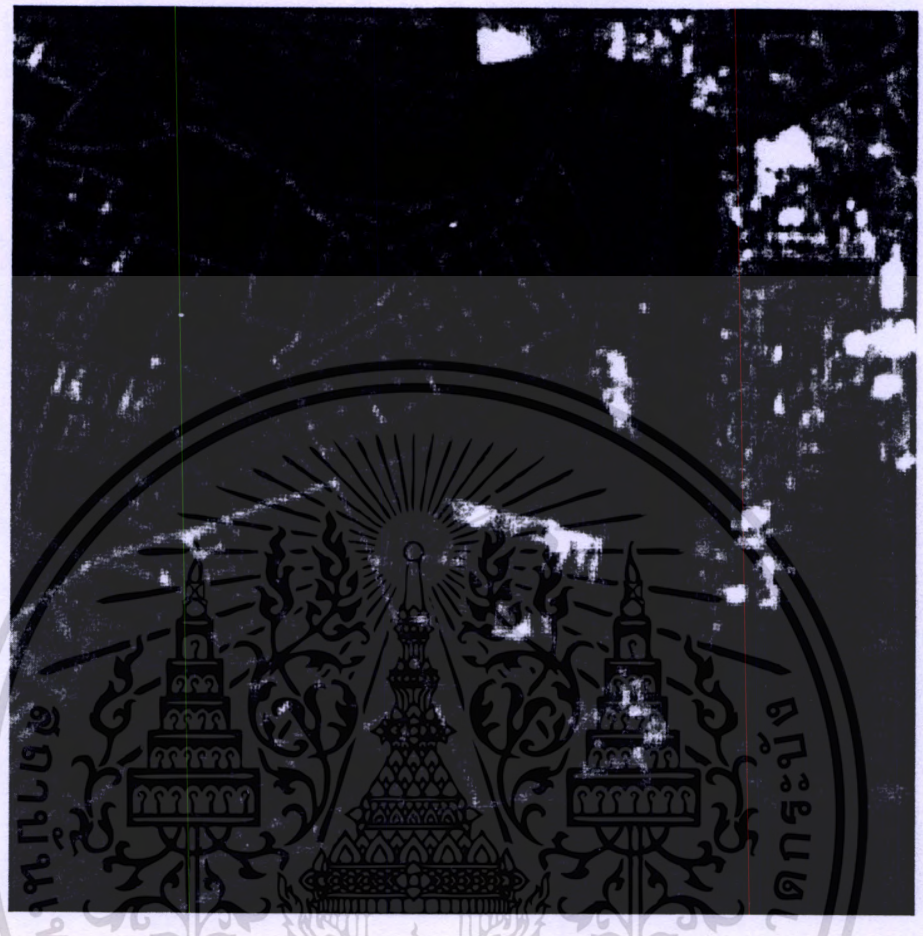
5.2.1 ผลการทดลองกับภาพ JERS-1/OPS

สำหรับภาพ JERS-1/OPS เป็นภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งเป็นภาพสี 3 แบนด์ ขนาด 256 × 256 พิกเซล ดังแสดงในภาพที่ 5.3 นำมาทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ซึ่งผลการแบ่งข้อมูลภาพเป็นจำนวน 2, 3, 4 และ 5 กลุ่มข้อมูล แสดงในภาพที่ 5.4, ภาพที่ 5.5, ภาพที่ 5.6, และ ภาพที่ 5.7 ตามลำดับ

5.2.2 ผลการทดลองกับภาพ Peppers

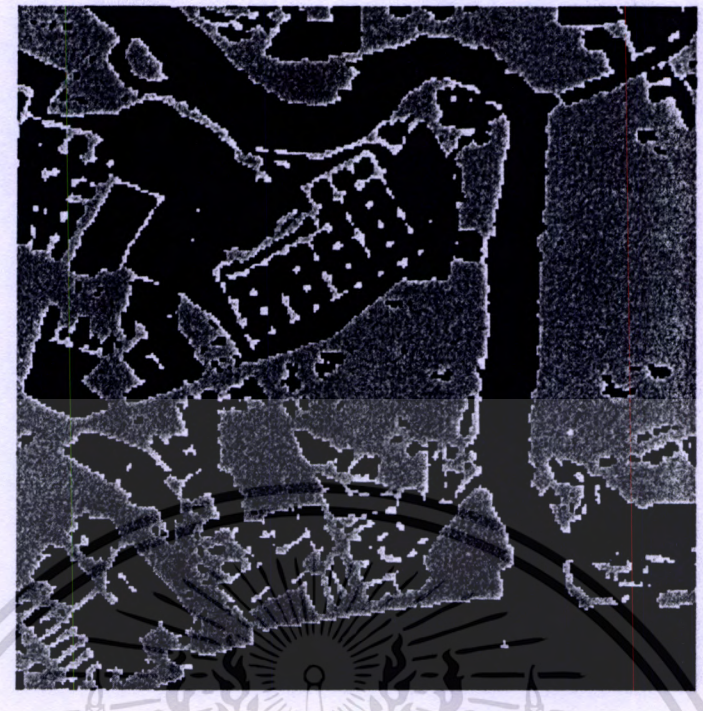
สำหรับภาพ Peppers เป็นภาพพริก ซึ่งเป็นภาพสี 3 แบนด์ ขนาด 256 × 256 พิกเซล ดังแสดงในภาพที่ 5.9 นำมาทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ และแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ซึ่งผลการแบ่งข้อมูลภาพเป็นจำนวน 2, 3, 4, 5 และ 5 กลุ่มข้อมูล แสดงในภาพที่ 5.9, ภาพที่ 5.10, ภาพที่ 5.11 และ ภาพที่ 5.12 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

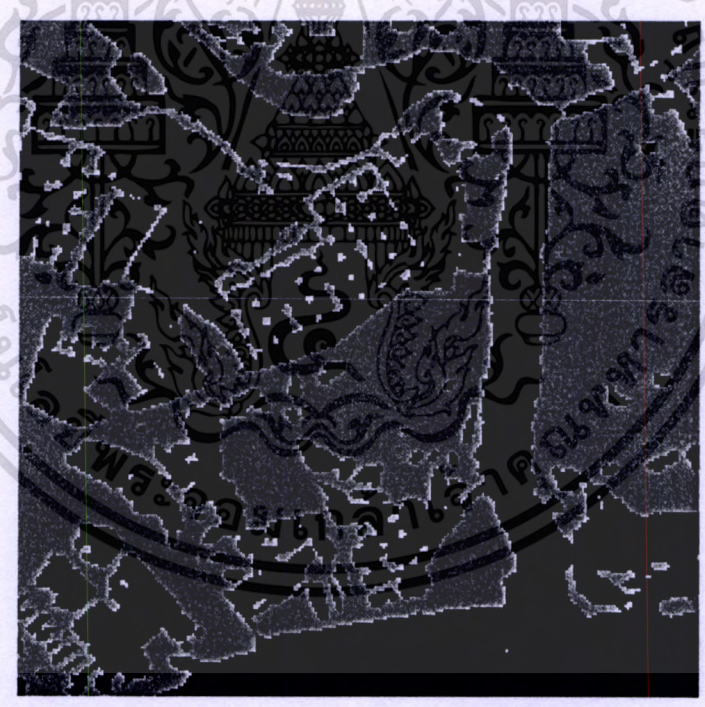


ภาพที่ 5.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียม JERS-1/OPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



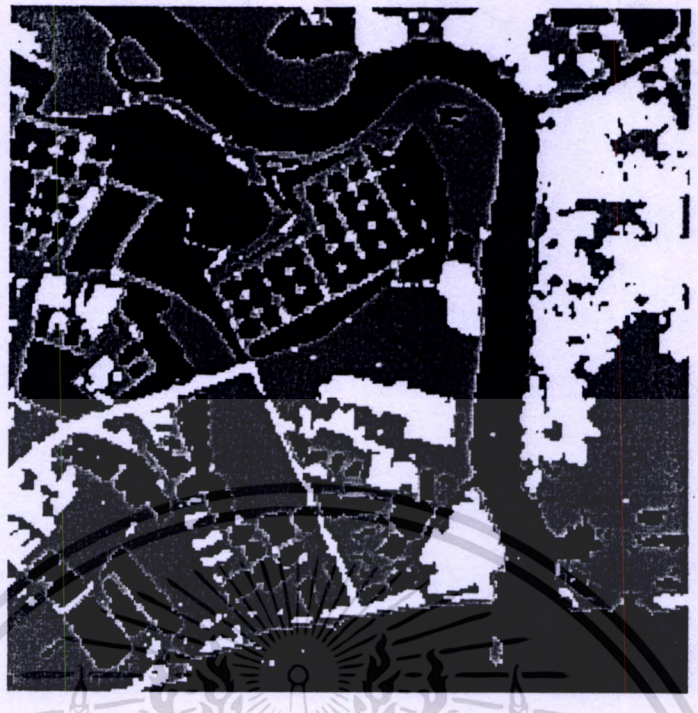
(ข)

ภาพที่ 5.4 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 2 กลุ่ม

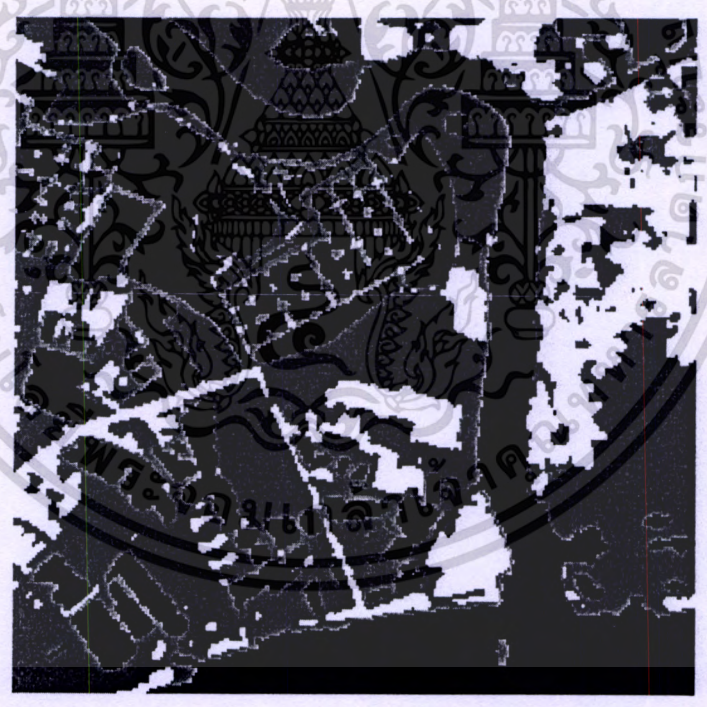
(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



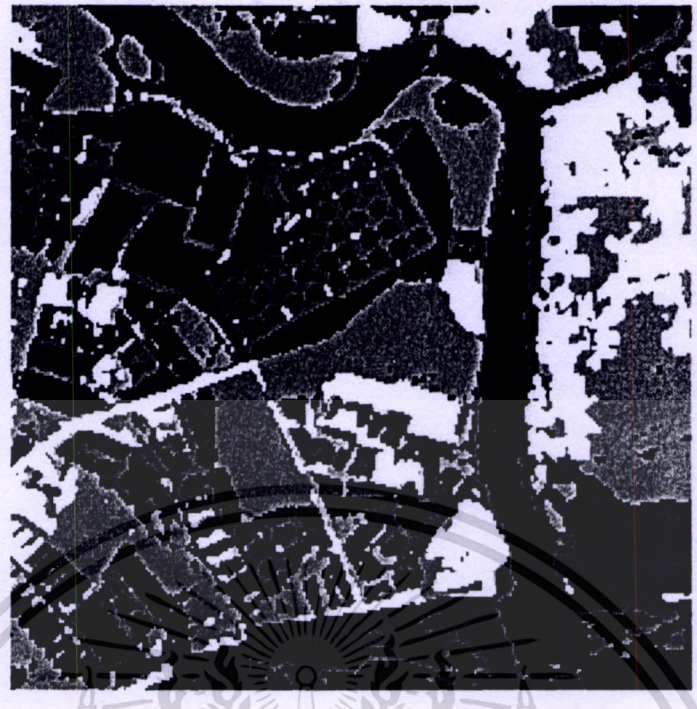
(ข)

ภาพที่ 5.5 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 3 กลุ่ม

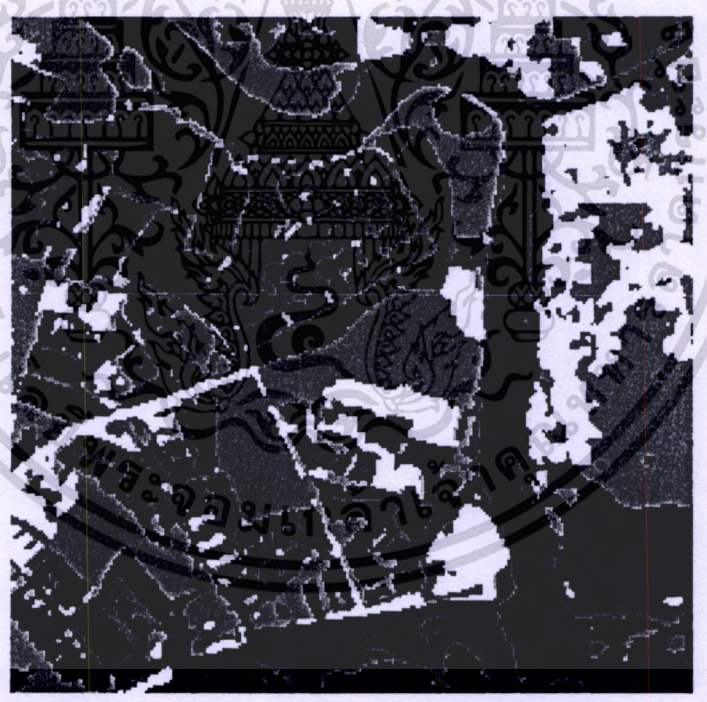
(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



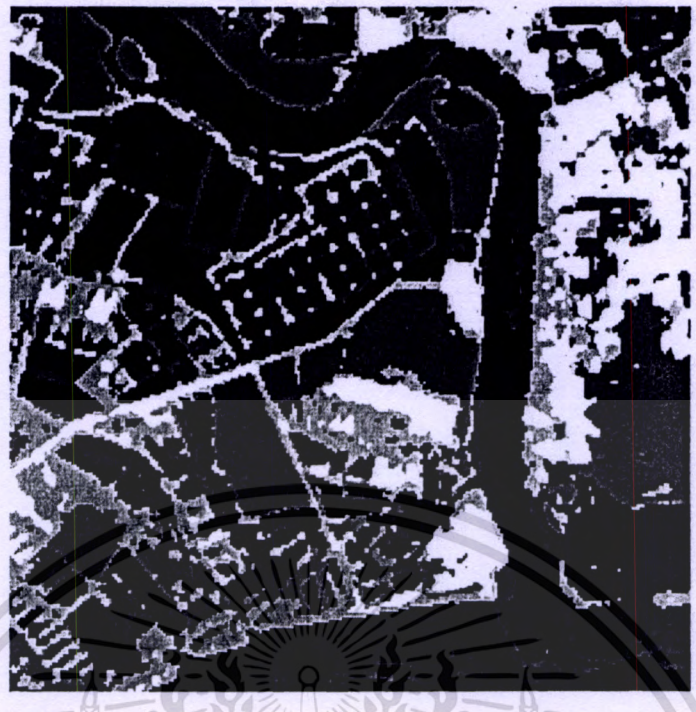
(ข)

ภาพที่ 5.6 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 4 กลุ่ม

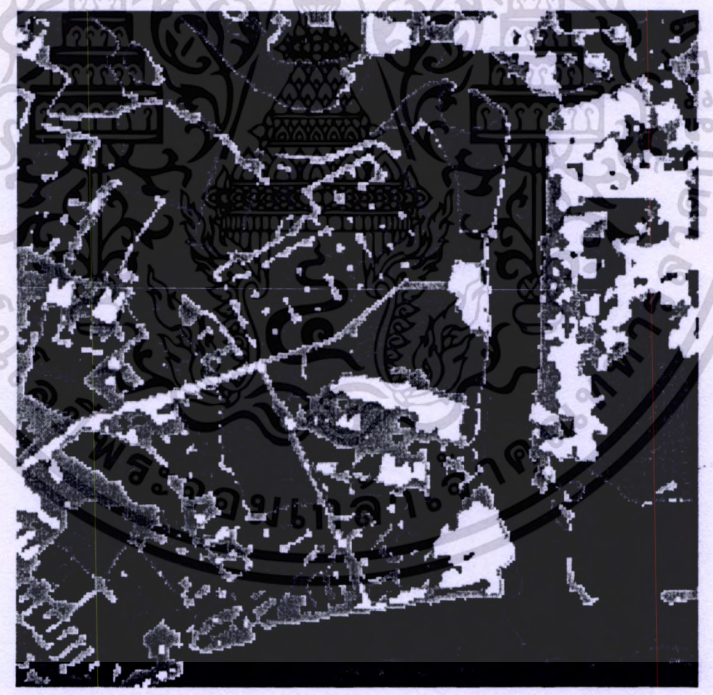
(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5.7 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ JERS-1/OPS เป็น 5 กลุ่ม

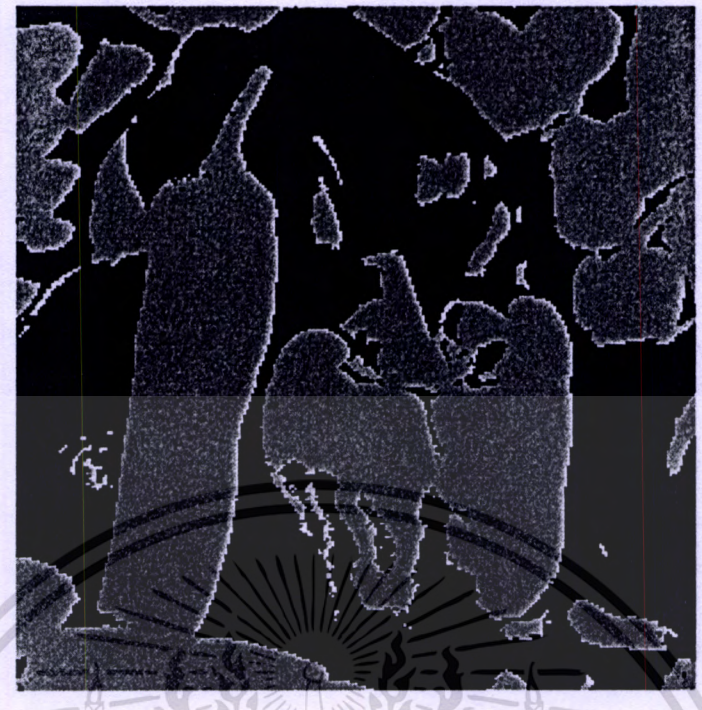
(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.8 ภาพ Peppers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.9 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 2 กลุ่ม

(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.10 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 3 กลุ่ม

(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.11 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 4 กลุ่ม

(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

ภาพที่ 5.12 ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers เป็น 5 กลุ่ม

(ก) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

(ข) ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองภาพที่สร้างขึ้น (ภาพทดลองที่ 1 และ ภาพทดลองที่ 2) โดยเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบเกาส์ ขนาดต่างๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลระหว่าง การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ กับการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ พบว่าผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ได้โดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลแล้วเกิดความผิดพลาดในการแบ่งกลุ่มข้อมูลน้อยกว่า ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2

จากผลการทดลองกับภาพทดลองที่ 1 และภาพทดลองที่ 2 พบว่าความผิดพลาดในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อสัญญาณรบกวนเพิ่มขึ้น แต่แนวโน้มการเกิดความผิดพลาดในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพจากภาพการทดลองที่ 1 จะมากกว่าภาพการทดลองที่ 2 เนื่องจากจำนวนกลุ่มข้อมูลภาพ และองค์ประกอบของภาพมีความแต่ต่างกัน

เมื่อทำการทดลองแบ่งกลุ่มข้อมูลกับภาพถ่ายภาพถ่ายจากดาวเทียม JERS-1/OPS และ ภาพ Peppers เป็นจำนวนกลุ่มข้อมูล 2, 3, 4 และ 5 กลุ่มข้อมูล สังเกตเห็นว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ได้โดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ จะได้ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ดีกว่า คือ พบจำนวนพิกเซลที่เกิดการแตกกลุ่มข้อมูลภาพน้อยกว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ได้โดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ โดยเฉพาะในภาพผลการทดลองการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ Peppers ดังแสดงในภาพที่ 5.9, ภาพที่ 5.10, ภาพที่ 5.9 และ ภาพที่ 5.12

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ คือสามารถทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้ถูกต้องมากกว่าเมื่อสัญญาณรบกวนเท่ากัน หรือสรุปได้ว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ เป็นการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพด้วยการนำข้อมูลแต่ละพิกเซลมาพิจารณาหาค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละกลุ่มข้อมูล ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ ด้วยการใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ ซึ่งพิจารณาข้อมูลสเปเชี่ยลด้วย สำหรับการคำนวณค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละพิกเซลกับกลุ่มข้อมูลภาพ

จากผลการวิจัยที่ได้นำเนอมาสามารสรุปได้ว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพแบบไม่มีการฝึกสอนโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ ให้ผลการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพที่ดีกว่าการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพโดยใช้อัลกอริทึมฟัซซีซีมีนส์ คือสามารถลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนในกระบวนการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพ เนื่องจากอัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ จะพิจารณาข้อมูลสเปเชียล หรือข้อมูลของพิกเซลที่อยู่ข้างเคียงเพิ่มขึ้นมา

การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบไม่มีผู้ฝึกสอนโดยใช้อัลกอริทึมสเปเชียลฟัซซีซีมีนส์ จำเป็นต้องกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลภาพก่อนทำการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มข้อมูล เพื่อให้อัลกอริทึมสามารถทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลภาพได้ การนำไปใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน ว่าควรจะใช้จำนวนกลุ่มข้อมูลเท่าใดสำหรับแต่ละภาพ ซึ่งบางกรณีอาจจำเป็นต้องทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ก่อน ในการทดลองจึงมีการทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นจำนวน 2, 3, 4 และ 5 กลุ่มข้อมูลภาพ สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับวิทยานิพนธ์นี้คือ การหาเทคนิคหรือวิธีการที่สามารถช่วยให้อัลกอริทึมสามารถทำงานได้เองโดยไม่จำเป็นต้องกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลภาพที่เหมาะสมกับแต่ละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Pedrycz W. and Waletzky J., "Fuzzy Clustering with Partial Supervision," IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part B : Cybernetics, vol. 27, no. 5, October 1997, pp. 787-795.

[2] Eklundh J.O. and Yamamoto H., "A Relaxation Method for Multi-Spectra Pixel Classification," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell, vol. 2, no. 1, 1980, pp. 72-75.

[3] Zadeh L.A., "Fuzzy Sets," Information and Control, vol. 8, no. 3, 1965, pp. 338-353.

[4] Yan J., Ryan M. and Power J., **Using Fuzzy Logic,** Hertfordshire : Prentice Hall International (UK) Limited. 1994.

[5] Zadeh L.A., "Soft Computing and Fuzzy Logic," Software, IEEE, vol. 11, no.6, November 1994, pp. 45-56

[6] Bezdek J.C., Ehrlich R. and Full W., "FCM: The Fuzzy c-Means Clustering Algorithm," Computers and Geosciences, vol. 10, 1984, pp. 191-203.

[7] Bezdek J.C., **Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms,** New York : Kluwer Academic Publishers, 1986.

[8] Miyamoto S., "An Overview and New Methods in Fuzzy Clustering," 1998 Second International Conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems, vol. 1, April 1998, pp. 33-40.

[9] Tolias Y.A. and Panas S.M., "Image Segmentation by a Fuzzy Clustering Algorithm Using Adaptive Spatially Constrained Membership Function," IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, Part A : Systems and Humans, vol. 28, no. 3, May 1998, pp. 359-369.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

[1] Sittigorn J., Rangsanseri Y. and Thitimajshima P., "Incorporating Spatial Information into Fuzzy Clustering of Multispectral Images," Asian Conference on Remote Sensing 2002, November 2002, pp. 62.

[2] จิระศักดิ์ สิทธิกร, ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ ปัญญา ฐิติมัชฌิมา "การวิเคราะห์คลัสเตอร์ข้อมูลภาพแบบฟัซซี่โดยพิจารณาข้อมูลสปาเชี่ยล" การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กุมภาพันธ์ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายจิระศักดิ์ สิทธิกร

เกิด วันเสาร์ที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2523

สถานที่เกิด ตำบลพระพุทธบาท อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี

การศึกษา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโทรคมนาคม) จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้