



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต
โดย นายอภิชาติ พิษขุนทด

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศรีบุตร แวเวเจริญ)

การแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต

นายอภิชาติ พิษขุนทด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายอภิชาติ พิษขุนทด
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์
เวฟเลต
สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณปัญญา
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปภาพประกอบด้วยข้อความ และภาพวัตถุจำนวนมากมาย การนับจำนวนวัตถุที่อยู่ในภาพด้วยมนุษย์นั้น หากการวางตัวของวัตถุไม่เป็นระเบียบ การนับจำนวนวัตถุอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่ายและใช้เวลาในการนับมาก เพื่อช่วยให้การนับจำนวนของวัตถุในภาพเป็นเรื่องง่ายมีความถูกต้องและใช้เวลาน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีและขั้นตอนการนับจำนวนของวัตถุในภาพ ซึ่งวัตถุคือ มินิเอสดีการ์ดโดยใช้ M-band wavelet ในการกรองความถี่และเตรียมข้อมูล จากนั้นแยกกลุ่มของข้อความและภาพออกจากกันโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแบบ K – mean แล้วเลือกเฉพาะกลุ่มของข้อความในส่วนที่เป็นฉากมาวิเคราะห์ เพื่อแยกประเภทของมินิเอสดีการ์ดตามขนาดของความจุ ซึ่งมี 3 ขนาดคือ 256 MB 512MB และ1GB จากนั้นนับจำนวนของวัตถุทั้งหมดและจำนวนของวัตถุแยกตามขนาดของความจุ ซึ่งผลการทดลองนับจำนวนและแยกประเภทของวัตถุมีความถูกต้อง 100 %

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 83 หน้า)

คำสำคัญ : การแปลงเอ็ม-แบนด์ เวฟเลต การกรอง การแบ่งกลุ่ม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr. Apichart Peutkhunthot
Thesis Title : Label Segmentation on Image for Object Counting Using M-band
Wavelet Transform
Major Field : Computer Technology
: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr. Supot Nitsuwat
: Assistant Professor Dr. Kuntpong Woraratpanya
Academic Year : 2006

Abstract

In General, image consists of text and objects. In the case of counting object in the image by human if the objects are not put in perfect order, it may take longer time than usual and the counting number of objects may not correct. To solve this problem, this research was developed. The methodology for counting the objects in an image using M-band wavelet to filter frequency and to prepare data was perposed. After that, they were classified by using K-mean method and were selected only a group of text labels. Text was then analyzed to find type and capacity of Mini SD card (256MB, 512MB, 1GB). In the final step, the numbers of the objects were counted. The result of this particular experimental shown that the accuracy of the system is 100%.

(Total 83 pages)

Keywords : M-Brand Wavelet Transform , Filtering, Clustering

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเอาใจใส่และความช่วยเหลือของท่านอาจารย์ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาดูแลเอาใจใส่ในงานวิจัยนี้ ผู้ให้การสนับสนุนทั้งความรู้ คำแนะนำแนวทางอันเป็นประโยชน์กับงานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันต์พงษ์ วรรณปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาสละเวลาให้ความรู้ ติดตามเอาใจใส่และให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณพ่อสนิท พี่ขุนทด คุณแม่จันทร์หอม พี่ขุนทด คุณลุงเกลี้ยง ไต้งสูงเนิน และคุณป้าศิริลักษณ์ จันทรงาม ที่ให้กำลังใจเสมอมาตลอดจนใช้ชีวิตและทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อภิชาติ พี่ขุนทด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 คำจำกัดความในงานวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพ	2
2.2 การกรองภาพ	7
2.3 การแปลงเวฟเลต	9
2.4 การกำหนดกลุ่มของข้อมูลและการระบุตำแหน่ง	13
2.5 การดำเนินการทำให้เรียบ	16
2.6 การแบ่งกลุ่มแบบ K-mean (K-mean Clustering Algorithm)	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 การกรองภาพ	25
3.2 การหาค่าคุณลักษณะ	27
3.3 การแบ่งกลุ่มข้อความและภาพ	28
3.4 การหาเส้นขอบเขตวัตถุ	29
3.5 การนับจำนวนของวัตถุ	31
3.6 การทดสอบระบบ	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	43
4.2 ผลการทดลอง	43
4.3 ผลการทดลองที่ได้จากการตรวจนับจำนวนวัตถุ	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการวิจัย	66
5.2 ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก ก	69
รายละเอียดตัวอย่างโปรแกรม	70
ภาคผนวก ข	80
สมการ Standard deviation	81
ประวัติผู้วิจัย	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 คำสัมประสิทธิ์ของตัวกรอง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต	25
3-2 รายการภาพที่ใช้ในการทดลอง	33
4-1 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ก	56
4-2 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ข	57
4-3 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ค	58
4-4 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ง	59
4-5 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ	60
4-6 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ฉ	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ภาพ 2 มิติ $g(x,y)$ ของค่าความเข้ม ณ ตำแหน่ง (x,y)	5
2-2 ตัวอย่างภาพสี ที่แยกค่าของแต่ละแบนด์ออกจากเมทริกซ์ 3 มิติ	5
2-3 ตัวอย่างภาพโทนสีเทา	6
2-4 โทนสีของภาพโทนสีเทาที่ค่าความเข้มตั้งแต่ 0 ถึง 255	6
2-5 ภาพขาวดำ ขนาด 16×16 พิกเซล (ก) เป็นภาพ Binary (ข) แสดงการเก็บค่าความเข้มภายในภาพ	6
2-6 การกรองสัญญาณภาพด้วยตัวทาบ ขนาด 3×3	8
2-7 ลักษณะของ Morlet Wavelet	10
2-8 การแยกสัญญาณ DWT แบบ 2 มิติที่ระดับ j	11
2-9 การรวมสัญญาณ DWT แบบ 2 มิติที่ระดับ j	12
2-10 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ	13
2-11 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน	13
2-12 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 4 ด้าน	14
2-13 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน	14
2-14 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 8 ด้าน	15
2-15 การระบุตำแหน่งอ้างอิงของกลุ่มข้อมูลในภาพโดยอ้างอิงจากแนวแกน x และ y	15
2-16 ตัวทาบขนาด 5×5 (ก) Rectangular Filter ($j=k=5$) (ข) Circular Filter ($R=2.5$)	16
2-17 ตัวทาบขนาด 5×5 (ก) Pyramidal Filter ($j=k=5$) (ข) Cone Filter ($R=2.5$)	17
2-18 การกระจายของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติที่ $\bar{X} = 0$ และ $\sigma = 1.0$	18
2-19 การกระจายของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติที่ $\bar{X} = 0$ และ $\sigma = 1.0$	19
2-20 กราฟของฟังก์ชัน Gaussian ที่ $\sigma^2 = 0.2, 1.0, 5.0$	19
2-21 สัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติที่ $\sigma = 1.0$	20
2-22 รูปแบบการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-1 ภาพรวมของระบบการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน	24
3-8 การนำวินโดวส์ 3×3 สแกนภาพที่ผ่านการกรอง	27
3-9 การนำวินโดวส์ 5×5 สแกนภาพที่ผ่านการเกลี่ย	28
3-10 ตัวอย่างเมตริกผลคูณของสมาชิกกับจำนวนภาพ จากตัวอย่างมีภาพทั้งหมด 13 ภาพ และสมาชิกของแต่ละภาพเท่ากับ 10	29
3-11 ภาพที่ได้จากการแทนค่าด้วย 0 และ 1	30
3-12 ผลลัพธ์จากการหาเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour)	30
3-13 เส้นขอบเขตวัตถุที่มีสัดส่วนระหว่าง 2.5 ถึง 4.2	31
3-14 ผลจากการตัดบางส่วนของภาพต้นฉบับ	31
3-15 ผลจากการการแยกกลุ่ม และนับจำนวนวัตถุ โดย (ก) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 1GB (ข) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 256MB และ (ค) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 512MB	32
4-1 ภาพมินิเอนสิดีการ์ดตั้งต้น	44
4-2 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวนอน (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3	44
4-3 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวตั้ง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3	44
4-4 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3	45
4.5 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวนอน-แนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3	45
4-6 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวตั้ง-แนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

[illegible]

สารบัญญภาพ (ต่อ)

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-20 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวนอน-ทะแยง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3	53
4-21 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวตั้ง-ทะแยง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3	53
4-22 ภาพการแยกกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของภาพ	54
4-23 ภาพการแยกกลุ่มของข้อความที่แทนที่ด้วยคำสีดำ	54
4-24 เส้นขอบเขตวัตถุ	55
4-25 ผลจากการการแยกกลุ่ม และนับจำนวนวัตถุ โดย (ก) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 1GB (ข) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 256MB และ (ค) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 512MB	55
4-26 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ง โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	62
4-27 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	63
4-28 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	63
4-29 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 512MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 256MB	64
4-30 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-31 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ๓ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 256MB (ง) จำนวนวัตถุ 1GB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	65
4-32 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ๓ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด(ค) จำนวนวัตถุ 256MB (ง) จำนวนวัตถุ 1GB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันงานเอกสารที่อยู่ในรูปแบบของกระดาษ และข้อมูลแบบดิจิทัล ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน และในทุก ๆ สาขาอาชีพ ซึ่งงานเอกสารแบบดิจิทัลแสดงผลได้ทั้งในส่วนที่เป็นข้อความ และภาพ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้หลายประเภท เช่น สื่อสารคำพูดบรรยายในรูปแบบของตัวอักษร แสดงความรู้สึกผ่านภาพ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ประโยชน์ใน ระบบตรวจนับจำนวนของวัตถุที่เป็นสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ คือ มินิเอสดีการ์ด ว่ามีจำนวนที่ต้องส่งสินค้าเสียคืน และจำนวนของสินค้าคงคลัง ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ตรวจนับด้วยสายตา แต่เนื่องจากสินค้ามีจำนวน 100,000 ชิ้นขึ้นไปในแต่ละเดือนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นต้องมีระบบตรวจนับจำนวน และแยกประเภทของสินค้าตามขนาดของความจุเพื่อช่วยลดความผิดพลาด และมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

จากปัญหาข้างต้นจึงได้คิดค้นที่จะทำงานวิจัย และพัฒนาเกี่ยวกับเรื่อง การแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งทำให้สามารถนำไปนับจำนวน และแยกประเภทสินค้าตามขนาดของความจุของสินค้าประเภทมินิเอสดีการ์ด และนำไปประยุกต์กับสินค้าประเภทอื่นๆ ได้ ทำให้ประหยัดแรงงานคน และเกิดความเชื่อมั่นในระบบตรวจนับจำนวนของวัตถุได้มากขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาประยุกต์ในกระบวนการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน ซึ่งสามารถแยกเลเบลของวัตถุในภาพได้ เพราะเลเบลของวัตถุในภาพมีค่าคุณลักษณะ (Features) ของแต่ละส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าได้โดยใช้การแปลงเอ็ม-แบนด์ เวฟเลต ในการกรองความถี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบวัตถุ จากนั้นนำผลลัพธ์มาหาค่าคุณลักษณะของภาพในแต่ละพิกเซล นำผลลัพธ์ทำการแบ่งกลุ่มของข้อความหรือภาพ โดยใช้การแบ่งกลุ่ม แบบ K-Mean จากนั้นเลือกผลลัพธ์เฉพาะส่วนที่เป็นกลุ่มของข้อความมานับจำนวนวัตถุ โดยใช้วิธีการหาเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour) ซึ่งผลลัพธ์ของการนับสามารถนับจำนวนวัตถุได้ที่มีในภาพ และสามารถแยกประเภทของวัตถุได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.3.1 ภาพที่นำมาวิเคราะห์ต้องได้มาจากเอกสารภาพถ่ายการเรียงตัวของ มินิเอสดีการ์ด ที่มีข้อความ และภาพมีความคมชัด

1.3.2 ภาพมินิเอสดีการ์ดที่นำมาวิเคราะห์ควรจัดเรียง กลุ่มของมินิเอสดีการ์ดให้อยู่ในทิศทางเดียวกัน และไม่ควรวางทับซ้อนกัน

1.3.3 ภาพที่นำมาวิเคราะห์ต้องได้มาจากเอกสารที่แปลงให้เป็นภาพในรูปแบบของ Gray Scale

1.3.4 ใช้โปรแกรม Matlab ในการวิเคราะห์การแยกข้อความ และภาพจากเอกสารเพื่อนับจำนวนวัตถุโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต

1.4 คำจำกัดความ

1.4.1 ภาพตั้งต้น หมายถึง หมายถึง ภาพตั้งต้นภาพแรกที่ใช้สำหรับการกรองความถี่

1.4.2 Wavelet decomposition หมายถึง การกระจายเวฟเลตเพื่อกรองความถี่เพื่อการหาเส้นขอบวัตถุ

1.4.3 Filtering หมายถึง การกรองความถี่ในภาพตั้งต้น

1.4.3 Smoothing หมายถึง การเกลี่ยภาพที่มีบริเวณการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแบบฉับพลันให้มีความสมดุล

1.4.4 Clustering หมายถึง การแยกกลุ่มของข้อความ และภาพ

1.4.5 Contour หมายถึง เส้นขอบเขตของวัตถุ

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.5.1 สามารถแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนได้
- 1.5.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการตรวจนับจำนวนของวัตถุ
- 1.5.3 นำไปประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการนับจำนวนวัตถุ การแยกข้อความ และภาพ และอื่นๆ
- 1.5.4 สามารถนำระบบตรวจนับจำนวนวัตถุ ไปใช้เพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจนับด้วยสายตา

บทที่ 2

ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอความรู้พื้นฐานและทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพ การกรองภาพ การหาค่าคุณลักษณะ การหาเส้นขอบเขตวัตถุ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งความรู้และทฤษฎีเหล่านี้จะนำไปกล่าวถึงในบทถัดไป

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพ

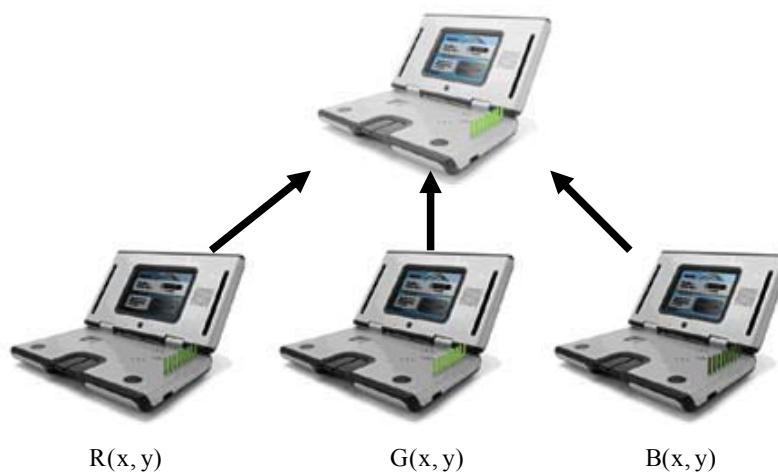
การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ดังนั้นภาพจึงนับได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เพราะภาพหนึ่งภาพสามารถเก็บข้อมูลข่าวสารได้อย่างมากมาย ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งการบันทึกภาพเชิงดิจิทัล ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็น และเข้ามามีบทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมากความต้องการภาพที่มีขนาดเท่ากับมุมมองที่มนุษย์มองเห็นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต่อเนื่อง ยังคงเป็นที่ต้องการ แต่ด้วยอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาพมีราคาสูง ความรู้ในการประมวลผลภาพจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถจัดการกับข้อมูลภาพเหล่านั้นได้ Gonzalez และ Woods [11] ให้ความหมายของภาพไว้ดังนี้

2.1.1 ภาพดิจิทัล (Digital Image) หมายถึง ภาพที่ผ่านกระบวนการสร้างสรรค์โดยคอมพิวเตอร์ ด้วยพัฒนาการด้านเทคโนโลยีในปัจจุบัน ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การกราดภาพ (Scan) การถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล และการสร้างภาพขึ้นใหม่ด้วยคอมพิวเตอร์ หรือภาพที่เกิดจากกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) หลายๆ ช่วงความถี่ เช่น แสงธรรมดา รังสีอินฟราเรด (Infrared) รังสีเอกซเรย์ (X-ray) เป็นต้น ในที่นี้มุ่งเน้นไปที่ภาพที่เกิดจากแสงธรรมดาเท่านั้น ภาพเชิงดิจิทัล 2 มิติ $g(x, y)$ ของความเข้มแสง (Intensity) โดยที่ x และ y คือ ค่าแสดงตำแหน่งในระบบเชิงพิกัดฉาก และค่าของฟังก์ชัน g ณ ตำแหน่ง (x, y) ใดๆ จะเป็นสัดส่วนกับความเข้มแสง ณ ตำแหน่งนั้น แสดงได้ดังภาพที่ 2-1 ภาพสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ



ภาพที่ 2-1 ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $g(x,y)$ ของค่าความเข้มแสง ณ ตำแหน่ง (x,y)

2.1.1.1 ภาพสี (Color Image) โดยทั่วไปภาพดิจิทัลจะเก็บค่าของความเข้ม เป็น ปริมาณเวกเตอร์ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะถูกแทนด้วยค่ามากกว่าหนึ่งค่า เช่น ในระบบแบบจำลองสี RGB ที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความเข้มแสงสีแดง $R(x,y)$ สีเขียว $G(x,y)$ และสีน้ำเงิน $B(x,y)$ มาผสมกันในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อประกอบกันเป็นภาพ 1 ภาพ แสดงดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างภาพสี ที่แยกค่าของแต่ละแบนด์ออกจากเมทริกซ์ 3 มิติ

2.1.1.2 ภาพโทนสีเทา (Gray Scale Image) เป็นภาพที่มีค่าความเข้มเป็นปริมาณ สเกลาร์ บางครั้งอาจเรียกว่าภาพสีเดียว แสดงดังภาพที่ 2-3 ภาพโทนสีเทาเกิดจากการกำหนดค่า ให้ความเข้มแสงของแต่ละจุดภาพโดย สีขาวจะถูกแทนด้วย 255 และสีดำจะถูกแทนด้วยค่า 0 ในขณะที่ระดับของโทนสีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากสีขาวจนถึงสีดำ แสดงดังภาพที่ 2-4

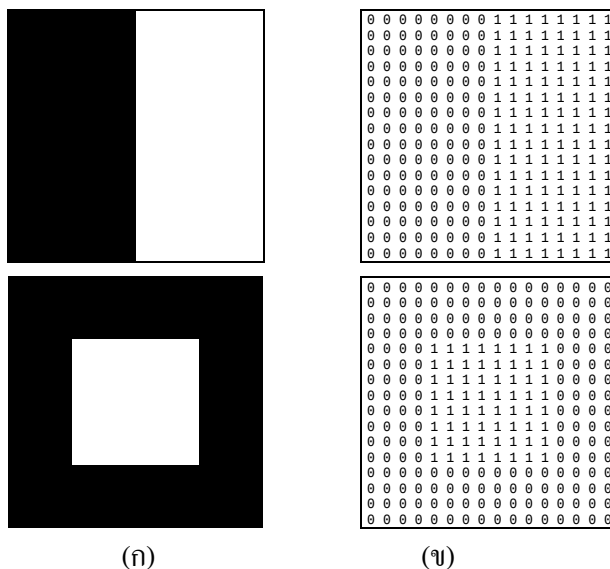


ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างภาพโทนสีเทา



ภาพที่ 2-4 โทนสีของภาพโทนสีเทาที่มีค่าความเข้มตั้งแต่ 0 ถึง 255

2.1.1.3 ภาพขาวดำ (Black-and-White Image) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Binary Image ซึ่งจะมีค่าแต่ละพิกเซลอยู่ 2 ค่า คือ ค่า 1 และ 0 ในโปรแกรม PhotoShop จะเรียก Binary Image ว่าภาพในโหมดของ Bitmap



ภาพที่ 2-5 ภาพขาวดำ ขนาด 16×16 พิกเซล (ก) เป็นภาพ Binary
(ข) แสดงการเก็บค่าความเข้มภายในภาพ

ในงานวิจัยนี้ ภาพที่นำมาทำการทดลองได้แก่ภาพตั้งต้นเป็นภาพ Gray Scale

2.2 การกรองภาพ (Image Filtering)

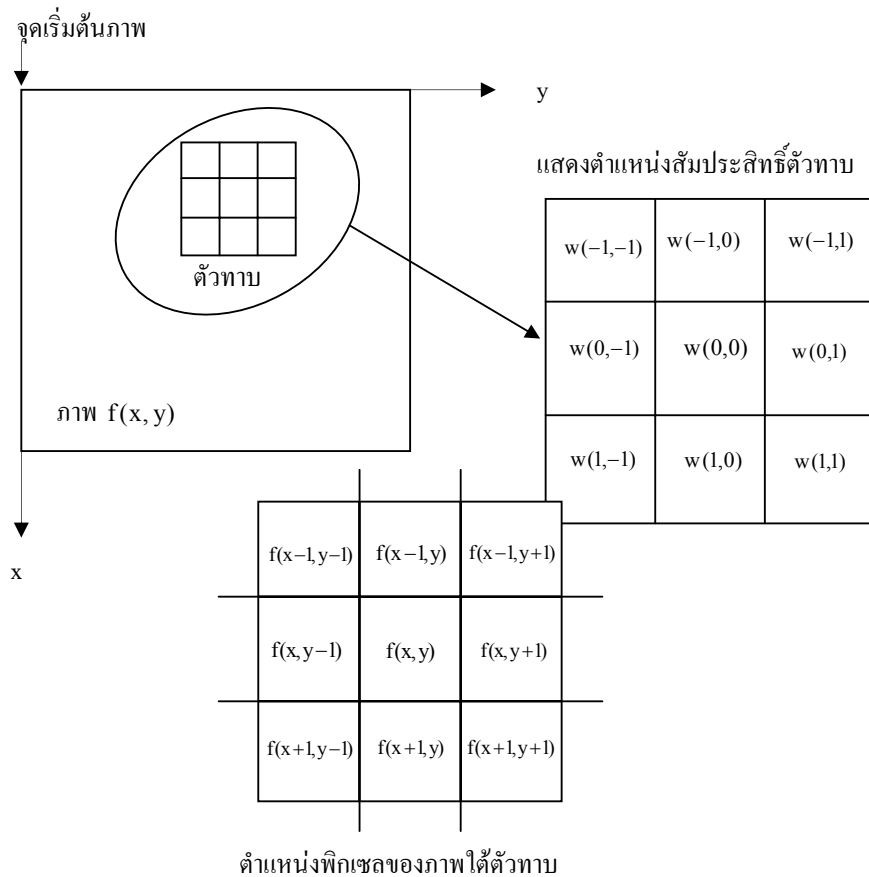
2.2.1 การกรองภาพ คือ การนำภาพผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา ผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับตัวกรองที่นำมาใช้ จุดประสงค์ของการกรองข้อมูลภาพ คือ การเน้น (Enhance) หรือการลดทอน (Attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ Gonzalez และ Woods [11], [12] กล่าวถึงการกรองภาพว่า เป็นการประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากการใช้งานจริง ภาพส่วนมากมักจะมีสัญญาณรบกวน หรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย การกรองสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเหมาะสมกับการประมวลผลในขั้นต่อไป จากภาพที่ 2-6 แสดงตัวอย่างตำแหน่งของการกรองสัญญาณภาพด้วยตัวทาบ (Kernel) ที่มีขนาด 3×3 พิกเซล ผลลัพธ์จะได้มาจากผลรวมของผลคูณระหว่างตำแหน่งของภาพกับตำแหน่งของตัวทาบที่ตรงกัน เช่น ถ้าให้ R เป็นผลลัพธ์ของการกรองเชิงเส้นที่จุด (x, y) จะได้ว่า

$$R = w(-1, -1)f(x-1, y-1) + w(-1, 0)f(x-1, y) + \dots + w(0, 0)f(x, y) + \dots + w(1, 0)f(x+1, y) + w(1, 1)f(x+1, y+1) \quad (2-1)$$

โดยทั่วไป การกรองเชิงเส้นของภาพ f ขนาด $M \times N$ ด้วยตัวทาบขนาด $m \times n$ แสดงได้ดังนี้

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t)f(x+s, y+t) \quad (2-2)$$

กำหนดให้ $a = \frac{(m-1)}{2}$ และ $b = \frac{(n-1)}{2}$ การสร้างภาพที่ผ่านการคำนวณด้วยตัวทาบ จะได้ว่า $x = 0, 1, 2, \dots, M-1$ และ $y = 0, 1, 2, \dots, N-1$



ภาพที่ 2-6 การกรองสัญญาณภาพด้วยตัวทาบ ขนาด 3×3

2.2.2 การกรองโดยตำแหน่ง (Spatial Image Filtering) เป็นการทำคอนโวลูชันโดยใช้ตัวทาบที่มีขนาด และค่าน้ำหนักต่างกันเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.2.2.1 การกรองเฉลี่ย (Mean Moving Average Filtering) เป็นการทำคอนโวลูชันโดยใช้ตัวทาบที่มีค่าน้ำหนักเท่ากันทุกช่อง คือ $1/S^2$ เมื่อ S คือ ขนาดของตัวทาบจัตุรัส และมีหน่วยเป็นจุดภาพ เป็นการกรองแบบเชิงเส้นและเป็นชนิดที่ยอมให้ความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter) ข้อดีของวิธีการนี้ คือ ใช้สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบ Gaussian ได้ดี แต่จะทำให้ภาพผลลัพธ์เบลอ เส้นขอบภาพไม่ชัดเจน

2.2.2.2 การกรองแบบ Gaussian Filtering เป็นการทำคอนโวลูชัน โดยใช้ตัวทาบที่มีค่าน้ำหนักลักษณะสมมาตรในเชิงวงกลม (Circularly Symmetric) ซึ่งมีค่าน้ำหนักแปรผันตามลักษณะการกระจายแบบ Gaussian คือ

$$h(x, y) = \exp\left(\frac{\pi(x^2 + y^2)}{a^2}\right) \quad (2-3)$$

เมื่อ a คือ ขนาดของตัวทาบ การกรองชนิดนี้เป็นแบบเชิงเส้นและเป็นชนิดที่ยอมให้ความถี่ต่ำผ่าน ข้อดี คือ ใช้สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบ Gaussian ได้ดี แต่จะทำให้ภาพเบลอ เส้นขอบภาพไม่ชัดเจน

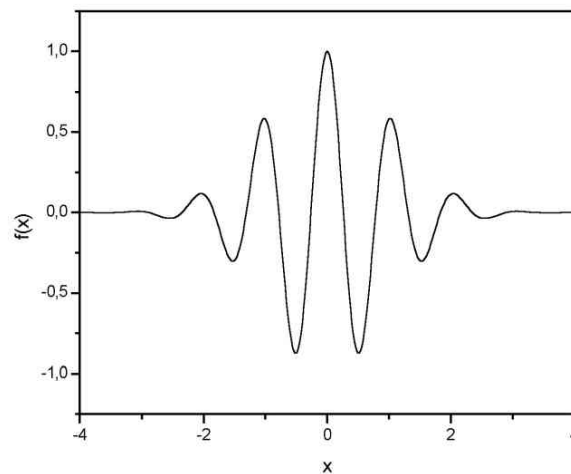
2.2.2.3 การกรองแบบ Median Filtering (Order-Statistic Filtering) Distribution โดยใช้ตัวทาบที่มีค่าน้ำหนักเท่ากันตลอด การกรองชนิดนี้เป็นแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear and Spatial Filtering) และเป็นชนิดที่ยอมให้ความถี่ต่ำผ่านได้ การกรองลักษณะนี้ แบ่งได้เป็น Running Median Smoothers และ Weighted Median Smoothers ข้อดีคือ ใช้สำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบ Salt-and-pepper Noise และ Laplacian Noise ได้ดี อีกทั้งไม่ทำให้ภาพผลลัพธ์เบลอ และเส้นขอบยังคงชัดเจน

2.2.2.4 การกรองแบบ High-pass Filtering (Sharpening Edge Crispening) เป็นการทำ Spatial Convolution ซึ่งใช้ตัวทาบที่มีค่าน้ำหนักตรงกลางเป็นค่าบวก และค่าน้ำหนักในช่องอื่นเป็นค่าลบ หรือศูนย์ เพื่อให้ผลรวมของค่าน้ำหนักทุกช่องบนตัวทาบรวมกันเป็นหนึ่ง มุ่งเน้นทำให้ภาพคมชัด กรองสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ทำให้รายละเอียดของภาพปรากฏเด่นชัด

ในงานวิจัยนี้จะใช้การกรองโดยตำแหน่งเป็นการทำคอนโวลูชัน โดยใช้การกรองแบบ High-pass Filtering สำหรับการกรองความถี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบภาพ

2.3 การแปลงเวฟเลต

2.3.1 ลักษณะของเวฟเลต เวฟเลตเป็นคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายการสร้างโมเดลของสัญญาณระบบ ซึ่งประกอบด้วยเซตของสัญญาณเฉพาะ ที่มีลักษณะเป็นคลื่นเล็กๆ เรียกว่า “เวฟเลต” โดยลักษณะของเวฟเลตจะเป็นคลื่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (Oscillatory) และขนาดของคลื่นจะลดลงสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วทั้งสองด้าน แสดงดังภาพที่ 2-7 เป็นตัวอย่างของเวฟเลตชนิดหนึ่งเรียกว่าเวฟเลตแบบ Morlet



ภาพที่ 2-7 ลักษณะของ Morlet Wavelet

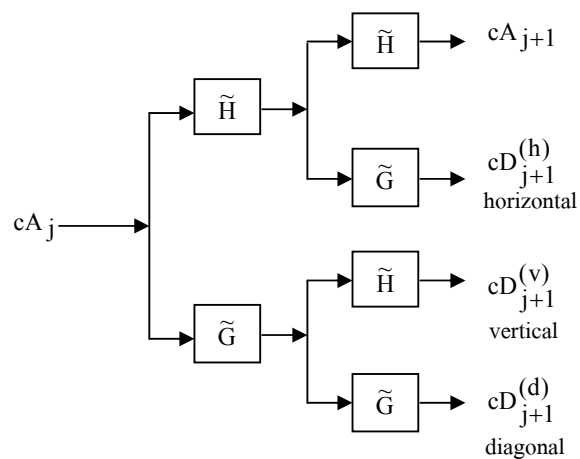
2.3.1.1 ฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับการแปลงเวฟเลต (Basis Function) Mallat [13] กล่าวว่า การอธิบายสิ่งใดในทฤษฎีเวฟเลต จะเปรียบเสมือนการแตกสิ่งเหล่านั้นออกเป็นส่วนประกอบเล็กๆ ที่สัมพันธ์กันเหมือนกับภาพต่อจิ๊กซอว์ โดยที่ชิ้นส่วนเหล่านั้นจะอยู่ในรูปของเวฟเลตที่ถูกสเกลและเลื่อนตำแหน่ง โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักต่างๆ กันขึ้นอยู่กับเวฟเลตแต่ละตัว ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนว่าคลื่นเวฟเลตเป็นฟังก์ชันพื้นฐานในการสร้างสัญญาณใดๆ เรียกว่า ฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับการแปลงเวฟเลต (Basis Function) โดยการแตกกระจายชิ้นส่วนนี้เรียกว่า การแตกกระจายเวฟเลต (Wavelet Decomposition) ซึ่งก็คือขั้นตอนการแปลงเวฟเลต (Wavelet Transform : WT) และในทำนองเดียวกัน การรวมกลับเวฟเลต (Wavelet Reconstruction) ก็คือการแปลงกลับ เวฟเลต (Inverse Wavelet Transform : IWT)

2.3.1.2 ตระกูลของเวฟเลต (Wavelet Families) เป็นตระกูลของฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับการแปลงเวฟเลต ซึ่งมีให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในหลายรูปแบบ ในงานวิจัยนี้ได้นำเวฟเลตตระกูล Daubechies สำหรับการแปลงเวฟเลตจาก Matlab [14] เพื่อใช้ในการทดลองในบทที่ 3

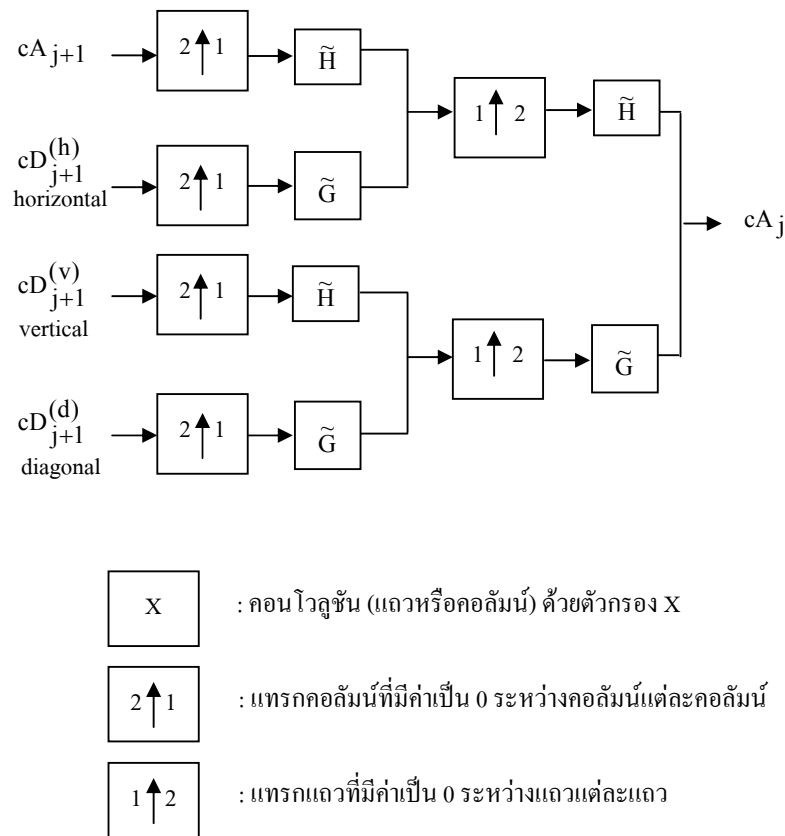
ในงานวิจัยนี้จะนำฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับการแปลงเวฟเลตชนิด Daubechies ที่กล่าวมาข้างต้นไปใช้ในการทดลองเพื่อสำหรับการกรองความถี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบเขตวัตถุ

การแปลงเวฟเลตแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การแปลงเวฟเลตแบบต่อเนื่อง และการแปลงเวฟเลตแบบเต็มหน่วย (Discrete Wavelet Transform: DWT) แต่เนื่องจากภาพเป็นฟังก์ชันแบบไม่ต่อเนื่อง และมีข้อมูลเป็น 2 มิติ จึงใช้การแปลงเวฟเลตเต็มหน่วยแบบ 2 มิติ

การแปลงเวฟเลตแบบเต็มหน่วย โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในจุดประสงค์ของการบีบอัดสัญญาณ สัมประสิทธิ์เวฟเลต เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน (Non-Redundant) จึงต้องลดสัญญาณลง ด้วยการลดจำนวนการสุ่ม แต่สำหรับงานวิจัยนี้พบว่าเมื่อมีการแปลงกลับเวฟเลต การเพิ่มข้อมูลจากข้อมูลที่ถูกลดลงมีผลต่อแนวการรวมภาพที่ต้องการจะควบคุม ทำให้ไม่สามารถควบคุมสัมประสิทธิ์บริเวณนั้นได้ การแปลงเวฟเลตเต็มหน่วยแบบ 2 มิตินี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเป็นข้อเสียที่สำคัญ จากปัญหานี้การรักษาระดับที่แสดงในภาพจะถูกแทนด้วยระดับเวฟเลตที่เป็นอิสระต่อกันจากตำแหน่งในภาพแต่ละระดับเวฟเลต เพื่อที่จะรักษาการเปลี่ยนแปลงทำได้ด้วยการไม่ลดจำนวนลงด้วยการสุ่ม และภาพที่ได้จากการแยกส่วนจะรักษานาขนาดเท่ากับภาพเดิม และเรียกการแปลงนี้ว่า การแปลงเวฟเลตแบบสเตชันนารี (Discrete Stationary Wavelet Transform) [11] จากภาพที่ 2-8 จะแทน cA_j เป็นสัญญาณที่นำไปแยกองค์ประกอบด้วยการกรองตามแนวด้วยตัวกรองความถี่ต่ำ และตัวกรองความถี่สูง ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ความถี่สูง และความถี่ต่ำ จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้คือทั้ง 2 จะถูกกรองตามแนวหลัก ผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วยแบนด์ย่อยความถี่ต่ำจำนวน 1 แบนด์คือ cA_{j+1} และแบนด์ย่อยความถี่สูงจำนวน 3 แบนด์ คือ $cD_{j+1}^{(h)}$, $cD_{j+1}^{(v)}$ และ $cD_{j+1}^{(d)}$ ตามลำดับ



ภาพที่ 2-8 การแยกสัญญาณ SWT แบบ 2 มิติที่ระดับ j



ภาพที่ 2-9 การรวมสัญญาณ DWT แบบ 2 มิติที่ระดับ j

การสร้างสัญญาณขึ้นมาใหม่จากองค์ประกอบย่อยของแบนด์ย่อยต่างๆ ทำได้โดยเริ่มจากส่วนประกอบแบนด์ย่อยทั้ง 4 ทำการคอนโวลูชันด้วยตัวกรองความถี่ต่ำ และตัวกรองความถี่สูงแล้วนำมาบวกเข้าด้วยกัน จากนั้นทำซ้ำไปตามแนวแกนนอน ด้วยการคอนโวลูชันด้วยตัวกรองความถี่ต่ำและตัวกรองความถี่สูง บวกเข้าด้วยกัน จะได้ผลลัพธ์ที่สร้างขึ้นใหม่ เรียกว่าการแปลงกลับเวฟเลตแบบสเตชันนารี (Inverse Discrete Stationary Wavelet Transform: ISWT)

ในงานวิจัยนี้ได้นำการแปลงเวฟเลตแบบสเตชันนารี (SWT) สำหรับการแยกสัญญาณภาพในระดับต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการหาความถี่เพื่อหาเส้นขอบวัตถุ

2.3 การกำหนดกลุ่มของข้อมูลและการระบุตำแหน่ง

ในที่นี้กำหนดจากข้อมูล 2 สิ่งด้วยกันคือ กำหนดจากขนาดพื้นที่ กำหนดจากขอบเขตของพื้นที่ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

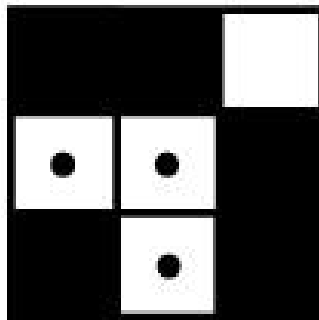
การกำหนดกลุ่มของข้อมูลในขั้นตอนแรกหาจำนวนพิกเซลที่มีอยู่จริงในพื้นที่ที่เป็นสีขาวที่ได้จากภาพขาวดำโดยกำหนดให้กลุ่มของข้อมูลที่อยู่ติดและมีค่าเหมือนกันเป็นกลุ่มเดียวกันซึ่งสามารถแยกกลุ่มได้โดยการกำหนดลาเบลให้กับกลุ่มดังภาพที่ 2-10

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ 2-10 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ

โดยแบ่งออกเป็นสองแบบคือ แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน และแบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน อธิบายได้ดังนี้

2.3.1 แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน เมื่อมองแต่ละพิกเซลแบบสเกลาร์ (Scalar) พิกเซลที่อยู่ติดกันในทิศทางด้าน บน ล่าง ซ้าย และขวาดังภาพที่ 2-11 จะถูกกำหนดเป็นกลุ่มเดียวกัน นอกนั้นจะกลายเป็นกลุ่มถัดไป



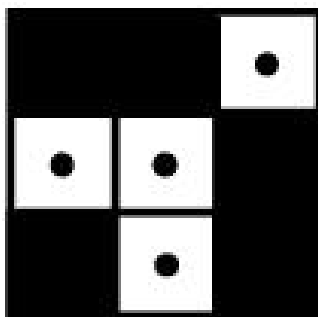
ภาพที่ 2-11 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน

เมื่อพิจารณาถึงเมทริกซ์ตัวอย่างภาพที่ 2-12 สามารถเขียนใหม่ได้เป็นดังภาพที่ 2-25 แสดงเป็นเมทริกซ์ได้ดังนี้

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	3	3	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ 2-12 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 4 ด้าน

2.3.2 แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน เมื่อมองแต่ละจุด แล้วจุดที่อยู่ติดกันในทิศทางด้านบน บนซ้าย บนขวา ล่าง ล่างซ้าย ล่างขวา ซ้าย และขวาดังภาพที่ 2-13 จะถูกกำหนดเป็นกลุ่มเดียวกัน



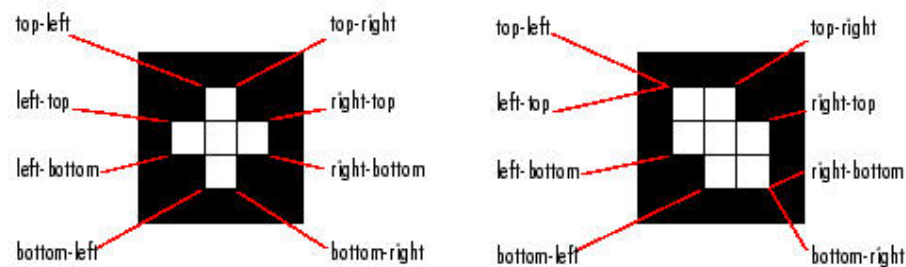
ภาพที่ 2-13 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน

เมื่อพิจารณาถึงเมทริกซ์ตัวอย่างภาพที่ 2-13 สามารถเขียนใหม่ได้เป็นดังภาพที่ 2-14 แสดงเป็นเมทริกซ์ได้ดังนี้

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	2	2	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ 2-14 ค่าเมทริกซ์ตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 8 ด้าน

หลังจากนั้นจะนับจำนวน จุดที่มีอยู่ในกลุ่มนั้นๆ และกำหนดเป็นขนาดของพื้นที่เฉพาะกลุ่ม ขึ้นตอนถัดไปหาขอบเขตของกลุ่มข้อมูล เมื่อสามารถกำหนดกลุ่มของข้อมูลได้แล้วก็หาขอบเขตโดยอ้างอิงจากแนวแกนและกำหนดจุดเริ่มต้นของแนวแกนจากมุมบนด้านซ้ายจากนั้นหาจุดเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 2-15 แทนค่าด้วยตำแหน่งของแนวแกน (x,y) แล้วหาระยะสิ้นสุดของกลุ่มข้อมูลนั้น



ภาพที่ 2-15 การระบุตำแหน่งอ้างอิงของกลุ่มข้อมูลในภาพโดยอ้างอิงจากแนวแกน x และ y

จากนั้นนำตำแหน่งตามแนวแกนที่ได้ไปแทนค่าระบุลงบนภาพต้นฉบับเพื่อหาคุณลักษณะของภาพอย่างอื่นที่อยู่ในกลุ่มของข้อมูลชุดเดียวกัน

2.5 การดำเนินการทำให้เรียบ

การดำเนินการทำให้เรียบ (Smoothing Operation) Fisher, Perkins, Walker และ Wolfart [13] กล่าวไว้ว่าเป็นการดำเนินการเพื่อลดสัญญาณรบกวน หรือเตรียมข้อมูลภาพสำหรับการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป เช่น การแยกส่วน (Segmentation) สามารถแบ่งแยกวิธีการได้เป็นตัวกรองแบบเชิงเส้น (Linear Filter) และตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Filter) ซึ่งเมื่อก่อนจะทำใน Fourier Domain ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะตัวกรองเชิงเส้นบางชนิดเท่านั้น

2.5.1 ตัวกรองสม่ำเสมอ (Uniform Filter) ภาพผลลัพธ์ถูกนำออกบนค่าเฉลี่ยของตัวทาบ ซึ่งค่าภายในน้ำหนักรวมเหมือนกัน ตัวอย่างดังภาพที่ 2-16 (ก) สำหรับกรณีสี่เหลี่ยมมุมฉาก (Rectangular) และ (ข) สำหรับกรณีวงกลม (Circular) ในกรณีนี้การกรองทั้ง 2 แบบจะถูกทำให้เข้าสู่สภาพเดิมโดยกำหนดให้ $\sum h[j, k]=1$

2.5.2 ตัวกรองเชิงเส้นสามเหลี่ยม (Triangular Filter) ภาพผลลัพธ์ถูกนำออกบนค่าเฉลี่ยของตัวทาบ ซึ่งค่าภายในน้ำหนักรวมแตกต่างกัน ตัวกรองชนิดนี้สามารถมองเสมือนการคอนโวลูชันของตัวกรองสม่ำเสมอ 2 ตัวที่เหมือนกัน อาจเป็นแบบสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือวงกลม ตัวอย่างดังภาพที่ 2-17 เป็นตัวกรองเชิงเส้นสามเหลี่ยม (ก) สำหรับกรณีตัวกรองพีระมิด (Pyramidal) และ (ข) สำหรับกรณีตัวกรองแบบกรวย (Cone) ในกรณีนี้การกรองทั้ง 2 แบบจะถูกทำให้เข้าสู่สภาพเดิมโดยให้ $\sum h[j, k]=1$

$$h_{\text{rect}}[j, k] = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{(ก)}$$

$$h_{\text{circ}}[j, k] = \frac{1}{21} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{(ข)}$$

ภาพที่ 2-16 ตัวทาบขนาด 5×5 (ก) Rectangular Filter ($j=k=5$) (ข) Circular Filter ($R=2.5$)

$$h_{\text{rect}}[j,k] = \frac{1}{81} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad h_{\text{circ}}[j,k] = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 5 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(ก) (ข)

ภาพที่ 2-17 ตัวทาบขนาด 5×5 (ก) Pyramidal Filter ($j=k=5$) (ข) Cone Filter ($R=2.5$)

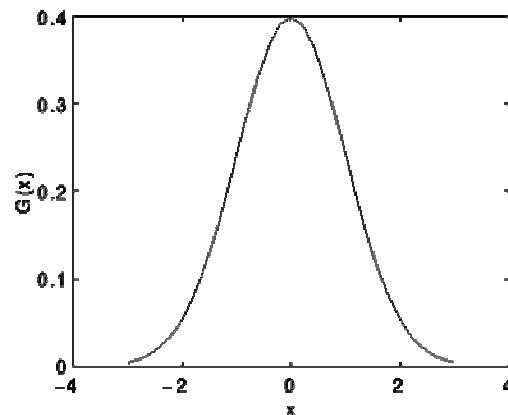
2.5.3 ตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filter) หรือตัวกระทำ Gaussian Smoothing Young , Gerbrands and Vliet [13] อธิบายไว้ว่า เป็นการทำคอนไวลูชัน 2 มิติ ถูกใช้ในการทำภาพให้เบลอ และกรองสัญญาณรบกวน เป็นตัวกรองค่าเฉลี่ย โดยการใช้น้ำหนักตัวกรองที่แตกต่างกัน แทนค่าโคจรของ Gaussian โค้งรูปประฆัง ลักษณะการกระจายของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติ แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (2-4)$$

เมื่อ $G(x)$ คือ สัมประสิทธิ์การกระจายของเกาส์เซียน

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของการกระจาย

และ x คือ ค่ามาตรฐานได้โค้งปกติจากภาพที่ 2-18 สมมติให้การกระจายมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เป็น 0 (นั่นคือ กึ่งกลางบนแนวแกน $x=0$) และ σ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจายเป็น 1



ภาพที่ 2-18 การกระจายของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติที่ $\bar{X}=0$ และ $\sigma=1.0$

ลักษณะการกระจายของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติ ซึ่งมีคุณสมบัติเท่ากันตลอดแนว (สมมาตรทั้งแนววงกลม) แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2-5)$$

เมื่อ $G(x)$ คือ สัมประสิทธิ์การกระจายของเกาส์เซียน

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของการกระจาย

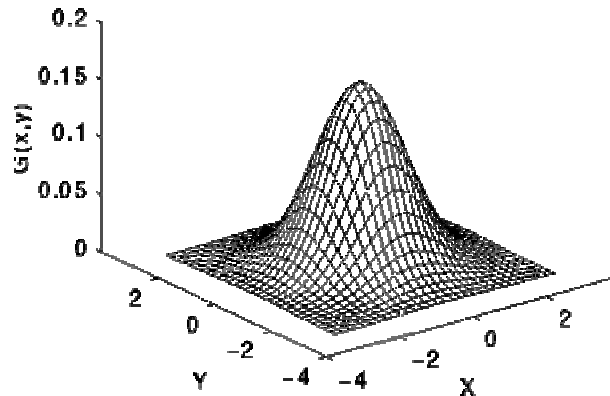
x คือ ค่ามาตรฐานได้ไค้ปกติ แนวแกน x

และ y คือ ค่ามาตรฐานได้ไค้ปกติ แนวแกน y

สมการที่ (2-6) ได้มาจากการกระจาย Gaussian แบบ 1 มิติ คูณกันในแนวแกน x และแนวแกน y แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

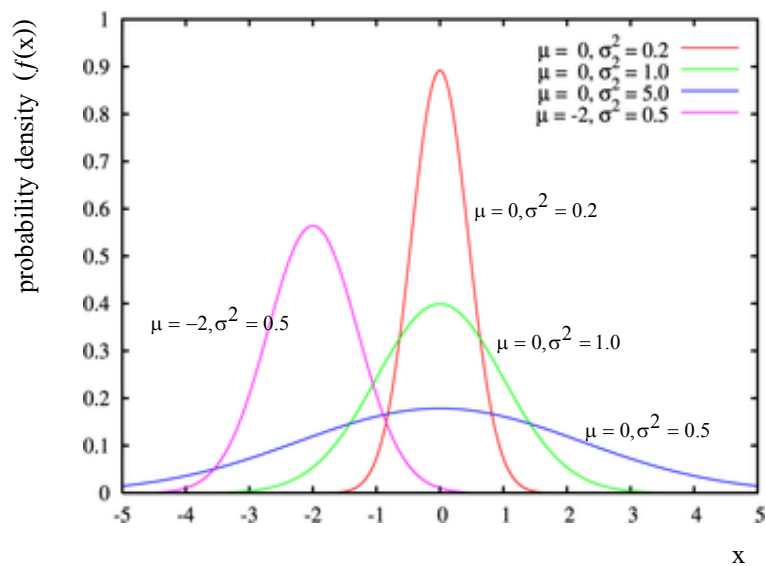
$$G(x,y) = \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \right] \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}} \right] \quad (2-6)$$

$$= G_{1D}(x) \cdot G_{1D}(y) \quad (2-7)$$



ภาพที่ 2-19 การกระจายของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติที่ $\bar{X} = 0$ และ $\sigma = 1.0$

จากภาพที่ 2-19 สมมติให้การกระจายมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เป็น 0 (นั่นคือ กึ่งกลางบนแนวแกน $x = 0$ และ $y = 0$) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจายเป็น 1



ภาพที่ 2-20 กราฟของฟังก์ชัน Gaussian ที่ $\sigma^2 = 0.2, 1.0, 5.0$

จากภาพที่ 2-20 ส่วนโค้งของค่าฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติ แสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และค่าเฉลี่ย (μ) เมื่อ $\mu = 0$ ที่ $\sigma^2 = 0.2$ สัมประสิทธิ์ Gaussian มีการกระจายน้อย ในขณะที่เดียวกัน $\sigma^2 = 5.0$ สัมประสิทธิ์ Gaussian มีการกระจายมาก

แนวคิดของ Gaussian Smoothing จะใช้การกระจาย 2 มิติ ของจุดที่แผ่ออก และได้มาโดยการ ทำคอนโวลูชัน ก่อนอื่นต้องสร้างค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian ก่อนการทำคอนโวลูชัน ภาพที่ 2-21 เป็นสัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติที่ $\sigma = 1.0$

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0018	0.0011	0.0002	0.0000	0.0000
0.0000	0.0002	0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029	0.0002	0.0000
0.0000	0.0011	0.0131	0.0586	0.0965	0.0586	0.0131	0.0011	0.0000
0.0001	0.0018	0.0215	0.0956	0.1592	0.0965	0.0215	0.0018	0.0001
0.0000	0.0011	0.0131	0.0586	0.0965	0.0586	0.0131	0.0011	0.0000
0.0000	0.0002	0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029	0.0002	0.0000
0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0018	0.0011	0.0002	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ภาพที่ 2-21 สัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติที่ $\sigma = 1.0$

ด้วยลักษณะเป็นวงกลมที่สมมาตรทำให้ฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติเมื่อนำไปทำคอนโวลูชัน จะได้ผลลัพธ์เท่ากับ การนำฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติไปทำคอนโวลูชันตามทิศทางของ x และตามทิศทางของ y ภาพที่ 2-21 เป็นสัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติ ดังนั้นการทำ Gaussian Smoothing ด้วยการคอนโวลูชัน จะใช้วิธีการนำสัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 1 มิติไปทำคอนโวลูชันตามทิศทางของ x และตามทิศทางของ y ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว กับการคอนโวลูชัน ด้วยการใช้สัมประสิทธิ์ของค่าประมาณของฟังก์ชัน Gaussian แบบ 2 มิติ

ในงานวิจัยนี้ใช้ Gaussian Smoothing โดยทำการทำคอนโวลูชันโดยสร้างตัวกรองแบบ 2 มิติ สำหรับทำคอนโวลูชันทั้งแนวแกน x และแนวแกน y เพื่อสลายสัมประสิทธิ์บริเวณรอยต่อของบริเวณที่เป็นข้อความ และภาพ ซึ่งต้องการให้บริเวณรอยต่อเรียบเนียนกลมกลืน และทำให้บริเวณที่เป็นข้อความแยกกับส่วนที่ไม่ใช่ข้อความเกิดการทับซ้อนกัน

2.6 การแบ่งกลุ่มแบบ K-mean (K-mean Clustering Algorithm)

การแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ค่าจุดพิภักที่จะถือว่าเป็นกลุ่มเดียวกันในวิธีของ K-mean สามารถวัดได้จากการหาระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของการแยกกลุ่มดังนี้

ลำดับที่ 1. เลือก K เริ่มต้นเป็นจุดศูนย์กลางแยกกลุ่ม $Z_1(1), Z_2(2), \dots, Z_K(1)$

ลำดับที่ 2. ขั้นตอนต่อไปทำการหาระยะห่างระหว่างจุดรอบข้างกับจุดศูนย์กลางแยกกลุ่มโดยใช้ความสัมพันธ์

$$x \quad \text{ถ้า} \quad \|x - z_j(k)\| < \|x - z_i(k)\| \quad (2-8)$$

เมื่อ x แทนค่าของสีในตำแหน่งที่ต้องการหา

ดังนั้น $i = 1, 2, \dots, K, i \neq j$ ที่ซึ่ง $S_j(k)$ แทนจุดศูนย์กลางใหม่ของการแยกกลุ่มคือ $z_j(k)$

ลำดับที่ 3. จากผลลัพธ์จากขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาจุดศูนย์กลางใหม่ของการแยกกลุ่ม $z_j(k+1), j = 1, 2, \dots, K$ เมื่อได้ผลรวมของระยะจัดรัสจากจุดทั้งหมดใน $S_j(k)$ จะเป็นจุดศูนย์กลางใหม่ของการแยกกลุ่ม กล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าจุดศูนย์กลางใหม่ของการแยกกลุ่ม $z_j(k+1)$ คือการคำนวณเพื่อหาดัชนีการปฏิบัติ

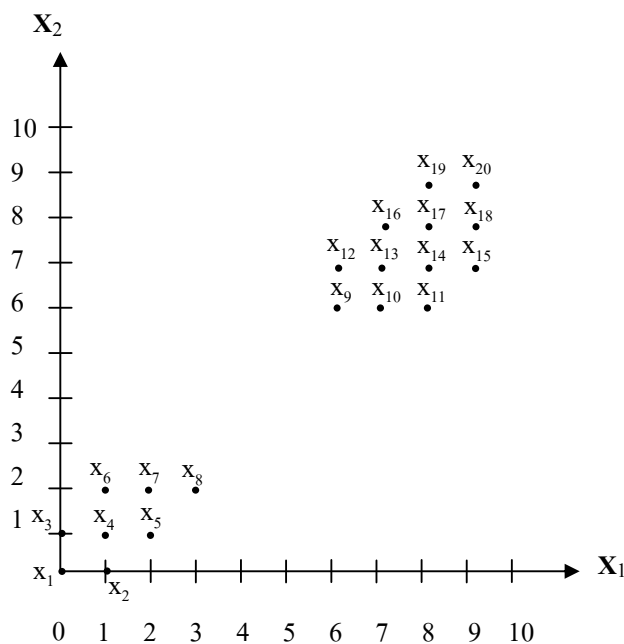
$$J_j = \sum_{j=1}^K \|x - z_j(k+1)\|^2, j = 1, 2, \dots, K \quad (2-9)$$

$z_j(k+1)$ สามารถทำให้ง่ายในความหมายของ $S_j(k)$ ฉะนั้นการหาจุดศูนย์กลางใหม่ของการแยกกลุ่มสามารถหาได้โดย

$$Z_j(k+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{j=1}^K x, j = 1, 2, \dots, K \quad (2-10)$$

ซึ่ง N_j คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างใน $S_j(k)$ ชื่อ เค-มินส์ คือ จุดศูนย์กลางของการแยกกลุ่ม ที่ปรับปรุงใหม่โดยต่อเนื่องกัน

ลำดับที่ 4. ถ้า $z_j(k+1) = z_j(k)$ โดย $j = 1, 2, \dots, K$ แสดงว่าวิธีการนี้เป็นการหาจุดศูนย์กลางของการแยกกลุ่มที่ถูกต้อง จากนั้นกลับไปทำลำดับที่ 2 เพื่อหาระยะห่างระหว่างจุดว่าจุดใดใกล้จุดศูนย์กลางของการแยกกลุ่มมากที่สุดหากมีระยะห่างใกล้ที่สุดถือว่าจุดนั้นเป็นจุดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน



ภาพที่ 2-22 รูปแบบการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean

ในงานวิจัยนี้ใช้ การแบ่งกลุ่มแบบ K-mean เพื่อแยกกลุ่มบริเวณส่วนที่เป็นข้อความ และภาพออกจากกัน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้พอสังเขปดังนี้

ผลงานการวิจัยของ Acharyya และ Kundu [1] เป็นผลงานการวิจัยที่ทำการเกี่ยวกับการแยกความแตกต่างของพื้นผิว โดยมีการใช้ เอ็ม-แบนด์ เวฟเล็ท ซึ่งตัวกรองภาพที่ใช้เป็นช่วงสัญญาณความถี่ 2 ช่วง เข้ามากรองภาพเพื่อหาทิศทางการเปลี่ยนแปลงของวัตถุในแนวนอนและแนวตั้ง ผลลัพธ์ที่ได้คือภาพมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวที่แตกต่างกัน แต่ปัญหาของงานวิจัยนี้ไม่สามารถกรองภาพที่มีความสับสนได้เพราะมีช่วงสัญญาณความถี่เพียง 2 ช่วง

ผลงานวิจัยต่อมาคือผลงานวิจัยของ Berkner [2] เป็นผลงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการคัดสัญญาณรบกวนในภาพ โดยใช้เวฟเลตมากรองภาพเพื่อคัดสัญญาณส่วนที่ไม่ต้องการออกไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

ผลงานวิจัยต่อมาคือผลงานวิจัยของ Tan, Cao และ Shen [3] เป็นผลงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมข้อความเอกสารที่มีการเขียนด้วยมือเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานสำคัญ โดยมีการใช้เทคนิคของ เวฟเลต ผลลัพธ์ที่ได้สามารถเก็บรายละเอียดข้อความที่เขียนด้วยมือได้ค่อนข้างชัดเจน

ผลงานการวิจัยต่อมาคือผลงานการวิจัยของ Mashor และ Othman [4] เป็นผลงานการวิจัยเกี่ยวกับการค้นหาเอกลักษณ์เซลล์มะเร็งในภาพดิจิตอล โดยใช้เทคนิคการนำวินโดวส์ขนาด 5×5 เพื่อดึงเอาค่าเอกลักษณ์ของภาพบริเวณเซลล์มะเร็ง

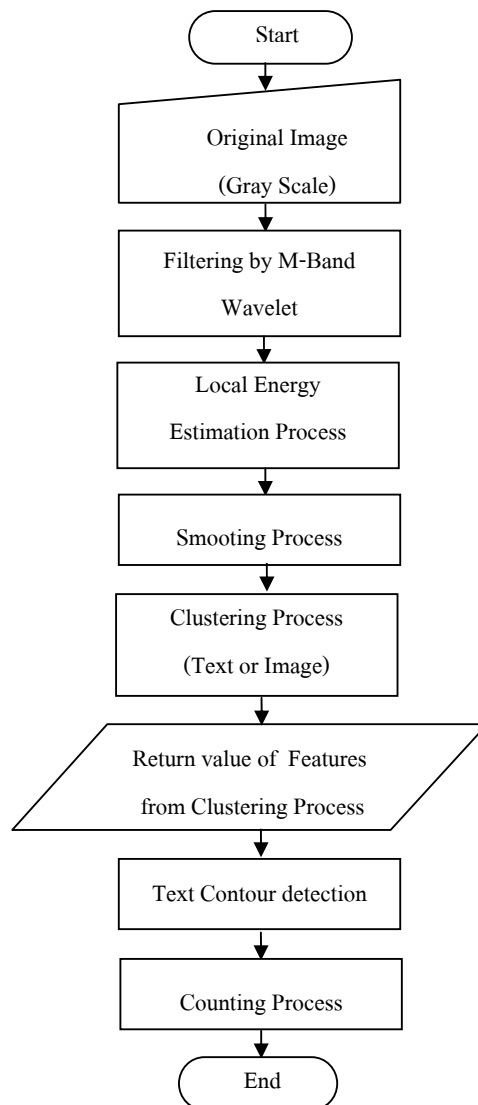
ผลงานวิจัยต่อมาคือผลงานวิจัยของ Acharyya และ Kundu เป็นผลงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการแยกข้อความและภาพ โดยมีการใช้ เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต ซึ่งตัวกรองภาพที่ใช้เป็นช่วงสัญญาณความถี่ 4 ช่วง ช่วงเข้ามากรองภาพเพื่อหาทิศทางการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ผลลัพธ์ที่ได้

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำข้อดี และปัญหาของแต่ละวิธีการมาพัฒนางานวิจัยนี้ โดยทำการศึกษาและพัฒนาขั้นตอนการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน โดยการประยุกต์วิธีกระบวนการแปลงเอ็ม-แบนด์ เวฟเลต (M-Band Wavelets Transform) และใช้คุณสมบัติการแบ่งกลุ่มแบบ K-mean ในงานวิจัยนี้ด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการและขั้นตอนการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน โดยการใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ผู้วิจัยได้คิดขึ้นมาโดยจะแบ่งขั้นตอนหลักของการทำงานได้ดังที่แสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ภาพรวมของระบบการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน

3.1 การกรองภาพ

งานวิจัยนี้ได้นำเอาคุณสมบัติที่สำคัญคือ การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต มาประยุกต์ใช้ คือ คุณสมบัติการกรองความถี่เพื่อหาเส้นขอบวัตถุว่ามีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางใด ซึ่งตัวกรองแบบ เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต มีทั้งตัวกรองความถี่ต่ำ และ ความถี่สูง โดยค่าของตัวกรองมีดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3-1 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรอง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต

No. of Tap	Fil1	Fil2	Fil3	Fil4
0	-0.067371764	-0.094195111	-0.094195111	-0.067371764
1	0.094195111	0.067371764	-0.067371764	-0.094195111
2	0.40580489	0.56737176	0.56737176	0.40580489
3	0.56737176	0.40580489	-0.40580489	-0.56737176
4	0.56737176	-0.40580489	-0.40580489	0.56737176
5	0.40580489	-0.56737176	0.56737176	-0.40580489
6	0.094195111	-0.067371764	-0.067371764	0.094195111
7	-0.067371764	0.094195111	-0.094195111	0.067371764

3.1.1 ประเภทของตัวกรองความถี่

3.1.1.1 Fil1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองความถี่ต่ำ (low-pass filter)

3.1.1.2 Fil2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองความถี่สูง (high-pass filter)

3.1.1.3 Fil3 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองความถี่สูง (high-pass filter)

3.1.1.4 Fil4 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองความถี่สูง (high-pass filter)

3.1.2 รูปแบบการกรองความถี่เพื่อหาเส้นขอบวัตถุ

3.1.2.1 การกรองความถี่ในแนวนอน (Horizontal direction) คือ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวหลัก และ การนำตัวกรองความถี่ต่ำเข้าไปกรองในแนวนอน

3.1.2.2 การกรองความถี่ในแนวตั้ง (Vertical direction) คือ การนำตัวกรองความถี่ต่ำเข้าไปกรองในแนวหลัก และ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวนอน

3.1.2.3 การกรองความถี่ในแนวทะแยง (Diagonal direction) คือ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวหลัก และ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวนอน

3.1.2.4 การกรองความถี่ในแนวนอน-แนวทะแยง(Horizontal–Diagonal direction) คือ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวหลัก และ การนำตัวกรองความถี่ต่ำเข้าไปกรองในแนวนอน

3.1.2.5 การกรองความถี่ในแนวตั้ง-แนวทะแยง (Vertical–Diagonal direction) คือ การนำตัวกรองความถี่ต่ำเข้าไปกรองในแนวหลัก และ การนำตัวกรองความถี่สูงเข้าไปกรองในแนวนอน

ซึ่งการกรองความถี่เพื่อหาเส้นขอบวัตถุในทิศทางต่างๆ โดยแยกเป็น 3 ระดับ ดังแสดงได้ดังต่อไปนี้

- Horizontal direction

$$\text{Filt}_{\text{hor1}} = H_{12}$$

$$\text{Filt}_{\text{hor2}} = H_{12} + H_{13}$$

$$\text{Filt}_{\text{hor2}} = H_{12} + H_{13} + H_{14} + H_{24}$$

- Vertical direction

$$\text{filt}_{\text{ver1}} : H_{21}$$

$$\text{filt}_{\text{ver2}} : H_{21} + H_{31}$$

$$\text{filt}_{\text{ver3}} : H_{21} + H_{31} + H_{41} + H_{42}$$

- Diagonal direction

$$\text{flt}_{\text{diag1}} = H_{22}$$

$$\text{filt}_{\text{diag2}} = H_{22} + H_{33}$$

$$\text{filt}_{\text{diag3}} = H_{22} + H_{33} + H_{44}$$

- Horizontal–diagonal direction

$$\text{flt}_{\text{hdiag1}} = H_{12}$$

$$\text{filt}_{\text{hdiag2}} = H_{12} + H_{23}$$

$$\text{filt}_{\text{hdiag3}} = H_{12} + H_{23} + H_{34}$$

• Vertical-diagonal direction

$$\text{filt}_{\text{vdiag1}} = H_{21}$$

$$\text{filt}_{\text{vdiag2}} = H_{21} + H_{32}$$

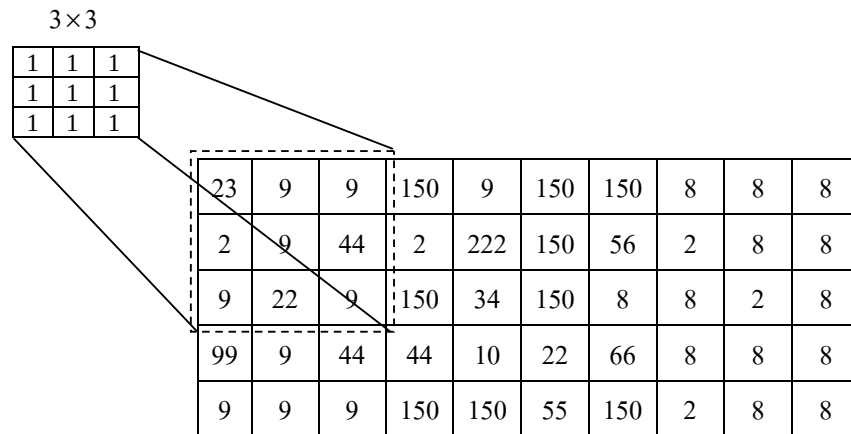
$$\text{filt}_{\text{vdiag3}} = H_{21} + H_{32} + H_{43}$$

ดังนั้นจะได้ผลลัพธ์ที่ผ่านตัวกรองตามรูปแบบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ทั้งหมด 15 ภาพ โดยสามารถแยกเป็นประเภทละ 3 ภาพ จากผลลัพธ์สามารถตัดผลลัพธ์บางค่าออกได้ โดยตัดผลลัพธ์ที่เหมือนกันออกอย่างละค่า ซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกตัดออกไปคือ $\text{Filt}_{\text{hdiag1}} = H_{12}$ และ $\text{filt}_{\text{vdiag1}} = H_{21}$

3.2 การหาค่าคุณลักษณะ

การเตรียมข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการหาค่าคุณลักษณะภาพ โดยมี 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การหาค่า STD นำผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองความถี่มาหาค่า STD (Standard deviation) – ของแต่ละจุด โดยการนำวินโดวส์ขนาด 3×3 สแกนในภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองความถี่ทีละ 1 ค่า จนครบจำนวนทั้งหมด 13 ครั้ง ดังภาพที่ 3-8 สำหรับค่า STD สามารถหาได้จากสมการ(3-1)



ภาพที่ 3-8 การนำวินโดวส์ 3×3 สแกนภาพที่ผ่านการกรอง

$$\text{STD} = \sqrt{\frac{1}{R} \sum_{m=1}^{\omega} \sum_{n=1}^{\omega} |(h_k(m,n))^2 - \bar{h}_{ki}(x,y)^2|} \quad (3-1)$$

$$\bar{k}_{ki}(x,y) = \text{ค่าเฉลี่ยของวินโดวส์}$$

$$h_k(m,n) = \text{พิกัดของแต่ละพิกเซล}$$

3.2.2 การเกลี่ยภาพ นำผลลัพธ์มาผ่านกระบวนการ Smoothing โดยใช้ Gaussian ขนาด 9×9 เพื่อการเกลี่ยภาพที่มีบริเวณการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแบบฉับพลันให้มีความสมดุลเพื่อให้บริเวณที่เป็นข้อความแยกกับส่วนที่ไม่ใช่ข้อความเกิดการทับซ้อนกัน

3.2.3 การกรองภาพ ขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเตรียมข้อมูลเพื่อหาค่าคุณลักษณะภาพ โดยการนำวินโดวส์ขนาด 5×5 แยกในผลลัพธ์จากภาพที่ผ่านการเกลี่ยภาพที่ละ 1 ค่า จนครบจำนวนทั้งหมด 13 ครั้ง ดังนั้นจะได้ผลลัพธ์สุดท้ายของค่าคุณลักษณะของแต่ละภาพ ดังภาพที่ 3-9

5×5

1	1	1	1	1	23	9	9	150	9	150	150	8	8	8
1	1	1	1	1	2	9	44	2	222	150	56	2	8	8
1	1	1	1	1	9	22	9	150	34	150	8	8	2	8
1	1	1	1	1	99	9	44	44	10	22	66	8	8	8
1	1	1	1	1	9	9	9	150	150	55	150	2	8	8
					9	222	222	2	2	2	2	8	8	88
					9	3	3	5	5	5	200	1	22	2

ภาพที่ 3-9 การนำวินโดวส์ 5×5 แยกภาพที่ผ่านการเกลี่ย

3.3 การแบ่งกลุ่มข้อความและภาพ

จากขั้นตอนการหาค่าคุณลักษณะ (Feature) ข้างต้นทำให้ทราบข้อมูลของค่าคุณลักษณะของแต่ละพิกเซลบนพิกัด x, y ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแบ่งกลุ่มของข้อความ และภาพได้อย่างถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ใช้ K-mean เป็นตัวช่วยในการแบ่งกลุ่ม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 นำภาพผลลัพธ์จากการหาค่าคุณลักษณะทั้งหมด 13 ภาพ มาแปลงมิติของภาพจาก 2 มิติเป็น 1 มิติที่ละภาพจนครบทั้ง 13 ภาพ เพื่อให้ง่ายในการแบ่งกลุ่มของพิกเซล

3.3.2 สร้างเมทริกใหม่ขนาดเท่ากับจำนวนสมาชิกของภาพที่แปลงจาก 2 มิติเป็น 1 มิติ ควบกับจำนวนภาพของการหาค่าคุณลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3-10

3	4	54	8	1	100	1	0	100	8	98	43	9
3	5	8	54	1	3	54	43	89	9	76	9	100
45	43	9	3	43	1	1	54	89	43	89	3	9
5	100	9	0	0	100	5	3	89	54	8	9	43
5	43	43	1	1	89	100	9	100	9	3	1	1
7	8	8	2	100	8	5	89	8	9	43	89	43
89	6	2	43	43	89	8	43	3	9	9	43	3
54	6	43	4	3	8	54	43	3	43	100	43	1
3	56	3	43	3	89	3	5	100	5	9	1	5
2	1	3	3	3	43	3	3	3	5	5	5	43

ภาพที่ 3-10 ตัวอย่างเมทริกผลคูณของสมาชิกกับจำนวนภาพ จากตัวอย่างมีภาพทั้งหมด 13 ภาพ และสมาชิกของแต่ละภาพเท่ากับ 10

3.3.3 นำเมทริกผลคูณของสมาชิกกับจำนวนภาพ มาทำการแยกกลุ่ม (Clustering) ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มที่ 1 แทนกลุ่มที่เป็นภาพ และ กลุ่มที่ 2 แทนกลุ่มที่เป็นข้อความ

3.3.4 กำหนด label ให้กับกลุ่มข้อมูล โดยให้พิกเซลในแต่ละค่าในกลุ่มที่ 1 มี label เท่ากับ 1 และให้พิกเซลในแต่ละค่าในกลุ่มที่ 2 มี label เท่ากับ 2

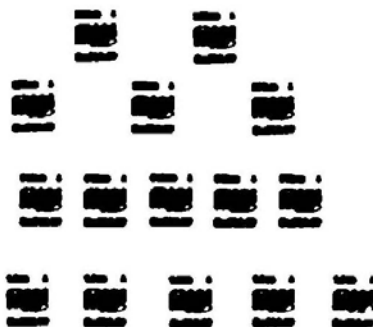
3.3.5 แปลงเมทริกที่ผ่านการกำหนด label เรียบร้อยแล้วกลับจากเมทริก 1 มิติเป็น 2 มิติ

3.4 การหาเส้นขอบเขตวัตถุ

ขั้นตอนการหาค่าเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour) โดยจะทำการเขียนโปรแกรมเข้ามาช่วยในการหาเส้นขอบเขตวัตถุด้วยโปรแกรม MATLAB Version 6.5 ซึ่งเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour) จะมีค่าภายในบอกจุดเริ่มต้น และ จุดสิ้นสุดของแต่ละ Contour คือ 0.5 โดยเมื่อต้องการจพิกัด x,y มา plot

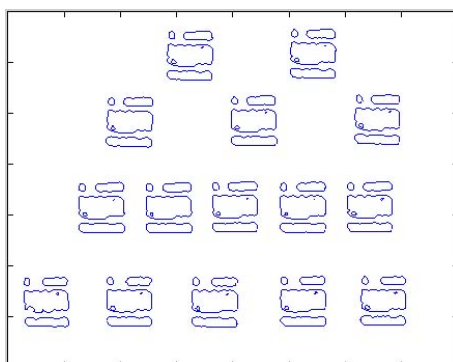
ให้แสดงที่โปรแกรมต้องบวกเพิ่มอีก 1 พิกเซล และ ลดลงอีก 1 พิกเซลเพื่อจะได้ค่าที่สามารถ plot เป็นเส้นขอบเขตของวัตถุ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 จากภาพที่ได้จากการแบ่งกลุ่มข้อความ และภาพ โดยกำหนดพิกเซลที่มี label เท่ากับ 1 มีค่าเป็น 1 และกำหนดพิกเซลที่มี label เท่ากับ 2 มีค่าเป็น 0 ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 ภาพที่ได้จากการแทนค่าด้วย 0 และ 1

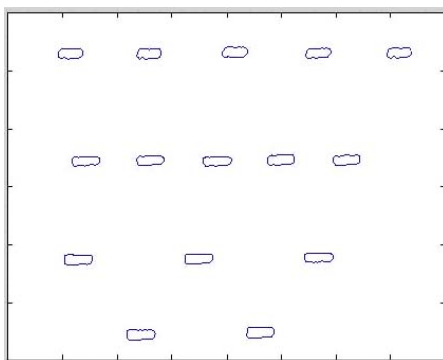
3.4.2 นำภาพที่ได้จากการแทนค่าด้วย 0 และ 1 ดังภาพที่ 3-5 มาหาเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour) ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ผลลัพธ์จากการหาเส้นขอบเขตวัตถุ (Contour)

3.4.3 จากภาพผลลัพธ์ดังภาพที่ 3-6 ได้เส้นขอบเขตวัตถุที่มีสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยสามารถหาสัดส่วนได้จาก ค่า $(x_{\max} - x_{\min}) / (y_{\max} - y_{\min})$ ของแต่ละเส้นขอบเขตวัตถุ เมื่อได้

สัดส่วนของแต่ละเส้นขอบเขตวัตถุ จากนั้นเลือกเส้นขอบเขตวัตถุที่มีสัดส่วนระหว่าง 2.5 ถึง 4.2 เป็นตัวแทนของตำแหน่งของข้อความที่ระบุความจุ คือ 256MB 512MB และ1GB ดังภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 เส้นขอบเขตวัตถุที่มีสัดส่วนระหว่าง 2.5 ถึง 4.2

3.4.4 เมื่อได้เส้นขอบเขตวัตถุที่มีสัดส่วนระหว่าง 2.5 ถึง 4.2 จากนั้นนำตำแหน่งพิกัด x,y มาระบุลงบนภาพตั้งต้นแล้วตัดภาพที่ตำแหน่งที่ระบุเอาไว้ข้างต้นไปแสดงผลดังภาพที่ 3-14 และวนซ้ำกระบวนการนี้อีกครั้งจนกว่าจะครบทุกตำแหน่ง



ภาพที่ 3-14 ผลจากการตัดบางส่วนของภาพต้นฉบับ

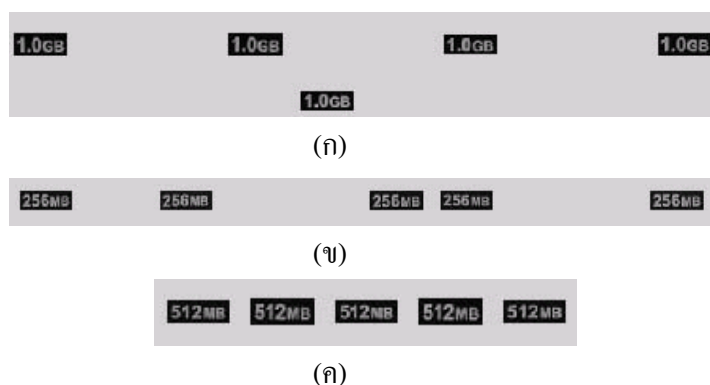
3.5 ขั้นตอนการนับจำนวนของวัตถุ

ขั้นตอนการนับจำนวนของวัตถุจะสามารถทำได้ถูกต้องแม่นยำต้องผ่านกระบวนการหาค่าความเหมือนของแต่ละภาพ (Correlation) ของภาพที่แยกออกมาได้ในการวัดค่าความเหมือนของแต่ละภาพ แสกนเทียบกับภาพอื่นที่สามารถแยกออกมาได้ โดยจะเลือกเอามินิเอนสตีการ์ดที่มีขนาด1GB เข้าเปรียบเทียบเป็นลำดับแรก ซึ่งหากผลของการแสกนหาค่าความเหมือนมีความเหมือนมากที่สุด ความถี่บริเวณนั้นจะมีความถี่สูง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.1 นำภาพที่ 1 เปรียบเทียบกับภาพที่ 2 โดยการเพิ่มขนาดของเมทริกซ์ของภาพที่ 2 ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเท่ากับ 2 เท่าของภาพที่ 1 โดยแทนค่าพิกเซลส่วนที่ขยายเป็น 0 จากนั้นนำภาพที่ 1 เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับภาพที่ 2 โดยหาค่ามากที่สุดในแต่ละคอลัมน์ของทั้งสองภาพ และ

ค่ามากที่สุดของแต่ละภาพแล้วนำค่าที่ได้จากทั้งสองภาพมาเปรียบเทียบกันหากมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันจะถือเป็นข้อมูลกลุ่มเดียวกันจะเก็บค่าความเหมือนสูงสุดเอาไว้ และทำการเปรียบกับภาพต่อไปจนครบทุกภาพ

3.5.2 นับจำนวนค่าความเหมือนสูงสุดที่มีค่าใกล้เคียงกันหรือเท่ากันแยกเป็นกลุ่มแล้วนำตำแหน่งของภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาแสดงดังภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 ผลจากการการแยกกลุ่ม และนับจำนวนวัตถุ โดย (ก) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 1GB (ข) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 256MB และ (ค) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 512MB

3.6 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน ประกอบไปด้วยภาพจำนวน 14 ไฟล์ที่มีการเรียงตัว และพื้นหลังที่แตกต่างกันโดยสามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3-1 ซึ่งเป็นภาพทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

3.6.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 3-2 รายการภาพที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
1.	f_h256_5.gif	900 x 525	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
2.	f_h256_10.gif	797 x 489	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
3.	f_h256_15.gif	791 x 597	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
4.	f_h512_5.gif	791 x 597	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
5.	f_h512_10.gif	791 x 258	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
6.	f_h512_15.gif	791 x 421	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
7.	f_h1_5.gif	791 x 251	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
8.	f_h1_10.gif	791 x 387	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
9.	f_h1_15.gif	791 x 597	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
10.	f_hall_5.gif	791 x 197	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
11.	f_hall_10.gif	791 x 400	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
12.	f_hall_15.gif	791 x 597	ตั้งฉาก และมีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
13.	f_t256_5.gif	742 x 234	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
14.	f_t256_10.gif	765 x 362	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
15.	f_t256_15.gif	736 x 519	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
16.	f_t512_5.gif	791 x 228	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
17.	f_t512_10.gif	762 x 335	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
18.	f_t512_15.gif	752 x 494	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
19.	f_t1_5.gif	791 x 255	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
20.	f_t1_10.gif	735 x 372	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
21.	f_t1_15.gif	756 x 520	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
22.	f_tall_5.gif	720 x 228	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
23.	f_tall_10.gif	736 x 365	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
24.	f_tall_15.gif	736x 519	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
25.	f_f256_5.gif	828 x 372	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
26.	f_f256_10.gif	795 x 611	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
27.	f_f256_15.gif	824 x 741	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
28.	f_f512_5.gif	795 x 364	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
29.	f_f512_10.gif	779 x 636	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
30.	f_f512_15.gif	900 x 809	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
31.	f_fl_5.gif	837 x 355	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
32.	f_fl_10.gif	780 x 649	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
33.	f_fl_15.gif	900 x 768	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
34.	f_fall_5.gif	722 x 375	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
35.	f_fall_10.gif	686 x 636	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
36.	f_fall_15.gif	900 x 750	ตั้งฉาก และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	โทนสีเทาทั้งหมด

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
37.	f_mfht256_5.gif	646 x 408	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
38.	f_mfht256_10.gif	791 x 530	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
39.	f_mfht256_15.gif	791 x 672	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
40.	f_mfht512_5.gif	682 x 373	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
41.	f_mfht512_10.gif	791 x 597	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
42.	f_mfht512_15.gif	791 x 705	ตั้งฉาก มีระยะห่าง ,ไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ และวางตัวแบบสลับฟัน ปลา	โทนสีเทาทั้งหมด
43.	f_mfht1_5.gif	791 x 374	ตั้งฉาก และไม่มีระยะห่าง ระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
44.	f_mfht1_10.gif	739 x 524	ตั้งฉาก และไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
45.	f_mfht1_15.gif	791 x 629	ตั้งฉาก และไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
46.	f_mfhtall_5.gif	366 x 629	ตั้งฉาก และไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
47.	f_mfhtall_10.gif	791 x 629	ตั้งฉาก และไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
48.	f_mfhtall_15.gif	791 x 629	ตั้งฉาก และไม่มี ระยะห่างระหว่างวัตถุ	โทนสีเทาทั้งหมด
49.	f_npp25690_5.gif	635 x 377	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม วางทำมุม 90 องศา
50.	f_npp25690_10.gif	791 x 597	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
51.	f_npp25690_15.gif	791 x 597	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
52.	f_npp51290_5.gif	580 x 393	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
53.	f_npp51290_10.gif	720 x 546	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
54.	f_npp51290_15.gif	791 x 739	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
55.	f_npp190_5.gif	574 x 386	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
56.	f_npp190_10.gif	791 x 739	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
57.	f_npp190_15.gif	791 x 739	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์เอกสาร ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
58.	f_nppall90_5.gif	573 x 317	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
59.	f_nppall90_10.gif	651 x 458	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
60.	f_nppall90_15.gif	791 x 739	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพ กับข้อความ และวางทำ มุม วางทำมุม 90 องศา
61.	f_npp256m_5.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
62.	f_npp256m_10.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
63.	f_npp256m_5.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์เอกสาร ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
64.	f_npp512m_5.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
65.	f_npp512m_10.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
66.	f_npp512m_15.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
67.	f_npp1m_5.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ,ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
68.	f_npp1m_10.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
69.	f_npp1m_15.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อไฟล์เอกสาร ภาพ	ขนาด (pixel)	ลักษณะการวางตัว ของวัตถุ	พื้นหลัง
70.	f_nppallm_5.gif	587 x 536	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
71.	f_nppallm_10.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา
72.	f_nppallm_15.gif	900 x 692	ตั้งฉาก มีทั้งระยะห่าง ไม่มีระยะห่างระหว่าง วัตถุ และวางตัวแบบ สลับพื้นปลา	หนังสือพิมพ์ มีทั้งภาพกับ ข้อความ และวางทำมุม 45, 75, 90 องศา

3.6.2 วิธีการทดลอง ในการทดลองครั้งนี้ได้แยกกลุ่มของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 6 แบบ ดังต่อไปนี้

3.6.2.1 แบบ ก ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยมีระยะห่างระหว่างวัตถุ

3.6.2.2 แบบ ข ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยไม่มีระยะห่างระหว่างวัตถุ

3.6.2.3 แบบ ค ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยมีระยะห่างระหว่างวัตถุ และมีการวางตัวแบบสลับพื้นปลา

3.6.2.4 แบบ ง ภาพมินิเอสดีการ์ดที่รวมเอาวิธี ก-ค เข้าไว้ด้วยกัน

3.6.2.5 แบบ จ ภาพมินิเอสดีการ์ดที่รวมเอาวิธี ก-ง เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีพื้นหลังเป็นหนังสือพิมพ์ ซึ่งมีทั้งข้อความ และภาพ อีกทั้งมีการวางตัวของหนังสือพิมพ์ที่ทำมุม 90 องศา

3.6.2.6 แบบ ฉ ภาพมินิเอสดีการ์ด ที่รวมเอาวิธี ก-ง เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีพื้นหลังเป็นหนังสือพิมพ์ ซึ่งมีทั้งข้อความ และภาพ อีกทั้งมีการรวมเอาการวางตัวของหนังสือพิมพ์ที่ทำมุม 45, 75, 90 องศา

โดยก็นำเอกสารภาพจากตารางที่ 3-1 ที่อยู่ในแต่ละกลุ่มข้อมูลมาทำการทดลอง สังเกตและบันทึกการนับจำนวนวัตถุที่มีอยู่ในแต่ละเอกสารภาพ ขึ้นตอนต่อมาตรวจนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดที่อยู่ในเอกสารภาพ เมื่อทำการทดลองจนสิ้นสุดกระบวนการทั้งหมดให้บันทึกผลการตรวจนับจำนวนวัตถุที่ได้จากการทดลอง ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งจนครบทุกภาพ วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้

3.6.3 การวัดประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยนี้ได้มีการเก็บข้อมูลในการตรวจนับจำนวนวัตถุของมินิเอสดีการ์ดที่มีลักษณะการวางตัวที่แตกต่างกันอยู่ 6 แบบ ซึ่งสามารถวัดประสิทธิภาพของทั้งหมดด้วยวิธีการนำผลการนับจำนวนวัตถุเปรียบเทียบกับจำนวนวัตถุที่มีอยู่จริง จากนั้นหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการนับโดยแทนค่าในสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนวัตถุทั้งหมด} - \text{ค่าผิดพลาด}}{\text{จำนวนวัตถุทั้งหมด}} \times 100$$

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการทดลองการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟเลต โดยเริ่มจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง การกรองภาพ การหาค่าคุณลักษณะ การเกลี่ยภาพ การแบ่งกลุ่มข้อความ และภาพ การหาเส้นขอบเขตวัตถุ ขั้นตอนการนับจำนวนของวัตถุ และวิเคราะห์ผลการทดลองจากงานวิจัยนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรม คือ MATLAB Version 6.5

4.1.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ คือ คอมพิวเตอร์ ซีพียู Pentium III 933 GHz หน่วยความจำ 256 MB ฮาร์ดดิสก์ 20 GB บนระบบปฏิบัติการ Microsoft XP

4.1.3 ภาพถ่ายมินิเอสดีการ์ดต้นฉบับ จำนวน 1 ภาพ ซึ่งการเรียงตัวของ มินิเอสดีการ์ด ที่มีกลุ่มของข้อความและกลุ่มของรูปภาพที่มีความคมชัดและแยกออกจากกันอย่างชัดเจน โดยแปลงให้เป็นภาพในรูปแบบของ Gray Scale มีขนาดของภาพที่นำมาทดลอง 900x690 พิกเซล

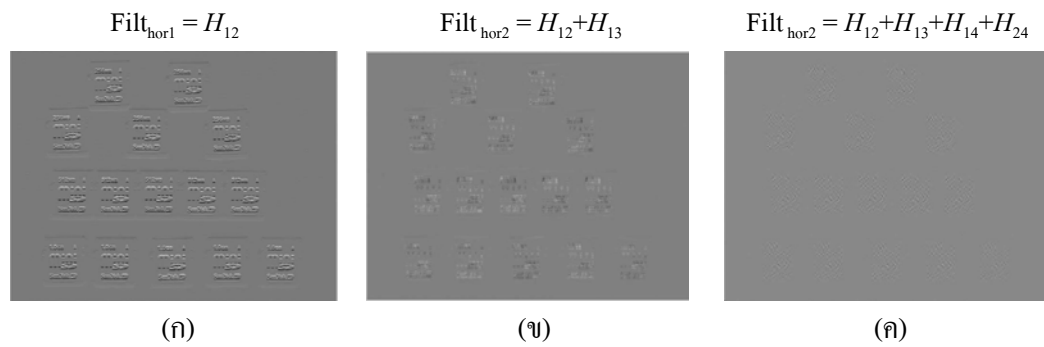
4.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองในขั้นตอนนี้จะเป็นการอธิบายผลที่ได้จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนของโปรแกรมซึ่งแสดงผลเรียงตามลำดับของบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้

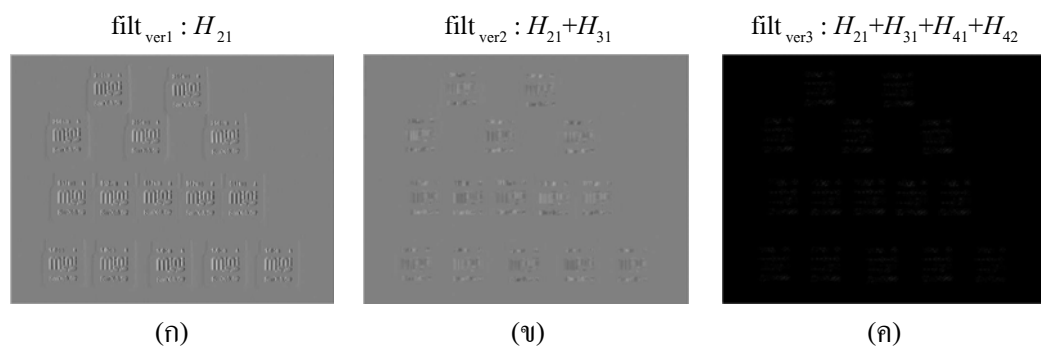
4.2.1 การกรองภาพ การทดลองนี้จะใช้ภาพถ่าย ซึ่งการเรียงตัวของ มินิเอสดีการ์ด ที่มีกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของรูปภาพที่มีความคมชัด จากนั้นนำตัวกรองเข้ามากรองความถี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบวัตถุดังแสดงในตารางที่ 4-1 – 4-5



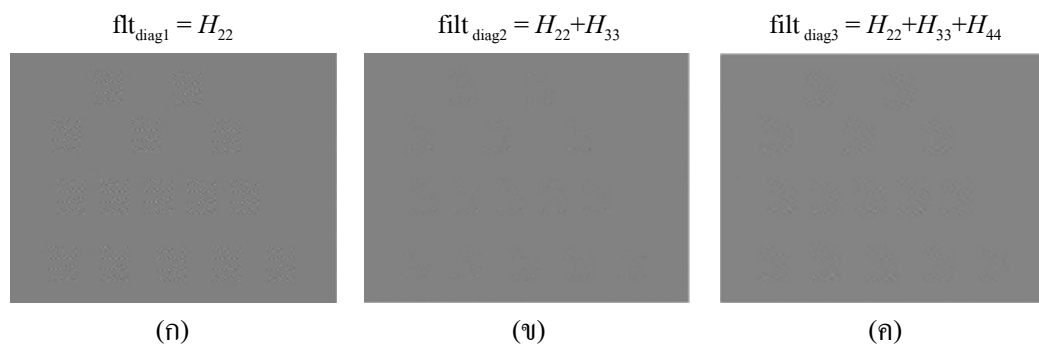
ภาพที่ 4-1 ภาพมินิเอสดีการ์ดตั้งต้น



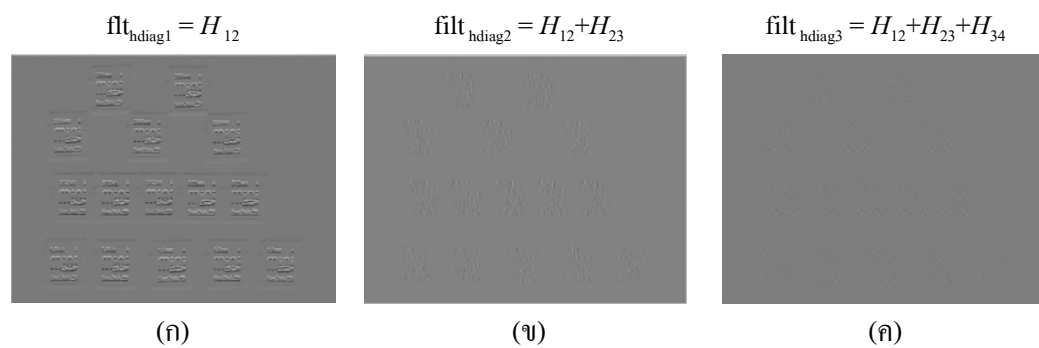
ภาพที่ 4-2 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวนอน (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3



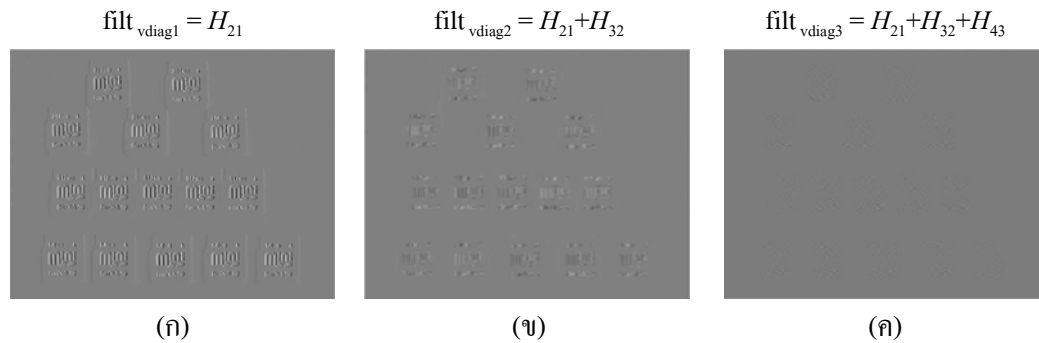
ภาพที่ 4-3 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวตั้ง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3



ภาพที่ 4-4 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3



ภาพที่ 4-5 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวนอน-แนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1 (ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3

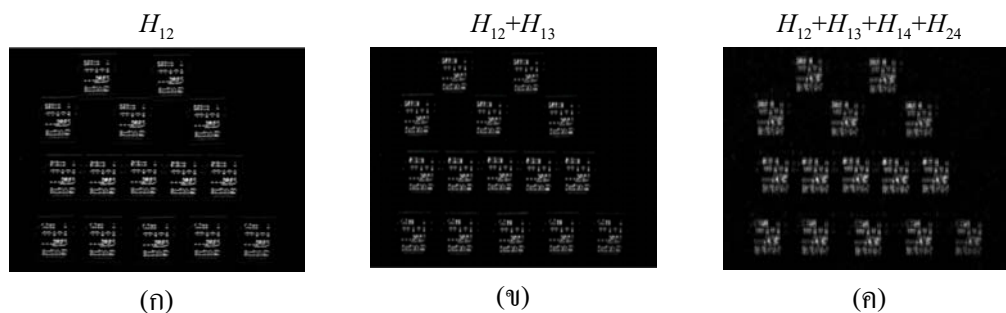


ภาพที่ 4-6 ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการกรองแนวตั้ง-แนวทะแยง (ก) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 1
(ข) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 2 (ค) ภาพที่ผ่านตัวกรองระดับที่ 3

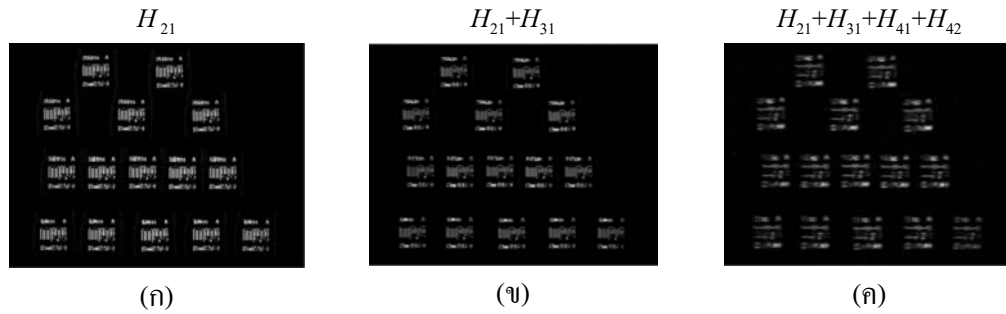
จากผลลัพธ์สามารถตัดผลลัพธ์บางค่าออกไป และคงไว้เพียงค่าที่เหมือนกันเพียงแบบละประเภท โดยผลลัพธ์ที่ถูกตัดออกไป คือ $\text{Filt}_{\text{hdiag1}} = H_{12}$ และ $\text{filt}_{\text{vdiag1}} = H_{21}$ ดังนั้นภาพที่ผ่านตัวกรองจะมีจำนวนทั้งหมด 13 ภาพ โดยผลลัพธ์เข้ากระบวนการหาค่าคุณลักษณะต่อไป

4.2.1 การหาค่าคุณลักษณะ

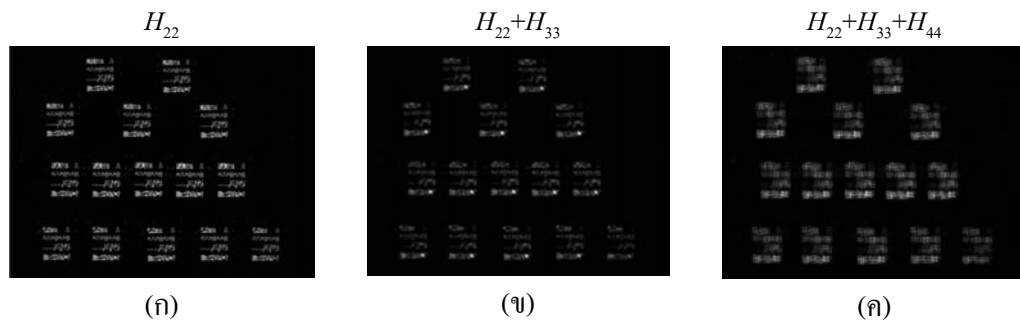
4.2.1.1 การหาค่า STD ผลลัพธ์มีลักษณะของภาพดังแสดงในภาพที่ 4-7 – 4-11



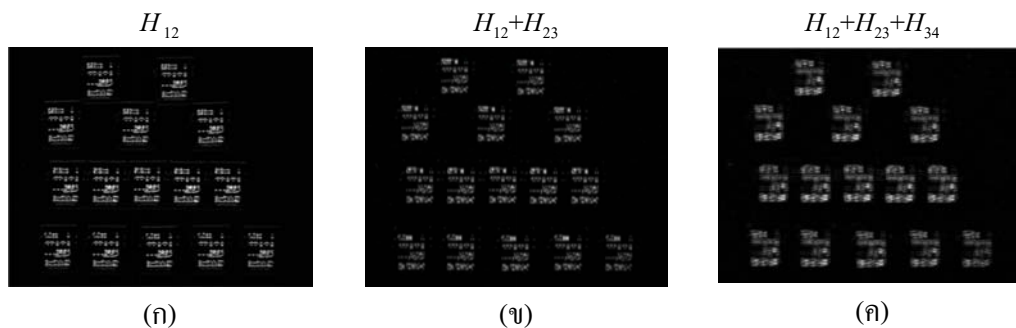
ภาพที่ 4-7 ภาพผลลัพธ์จากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองแนวนอน (ก) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 1 (ข) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 2 (ค) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 3



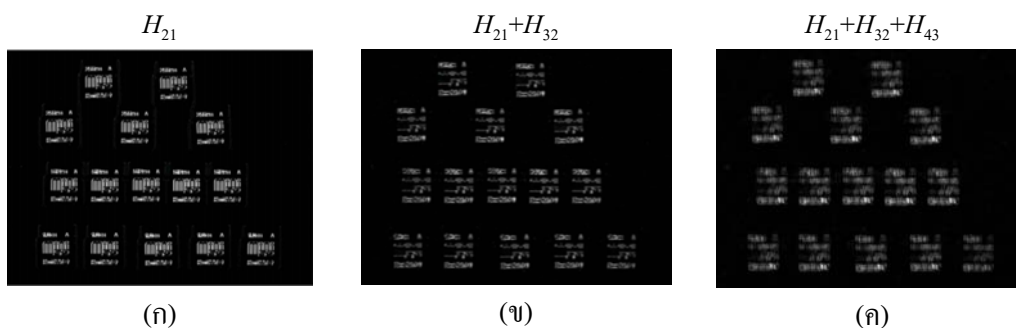
ภาพที่ 4-8 ภาพผลลัพธ์จากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองแนวตั้ง (ก) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 1 (ข) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 2 (ค) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 3



ภาพที่ 4-9 ภาพผลลัพธ์จากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองแนวทะแยง (ก) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 1 (ข) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 2 (ค) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 3

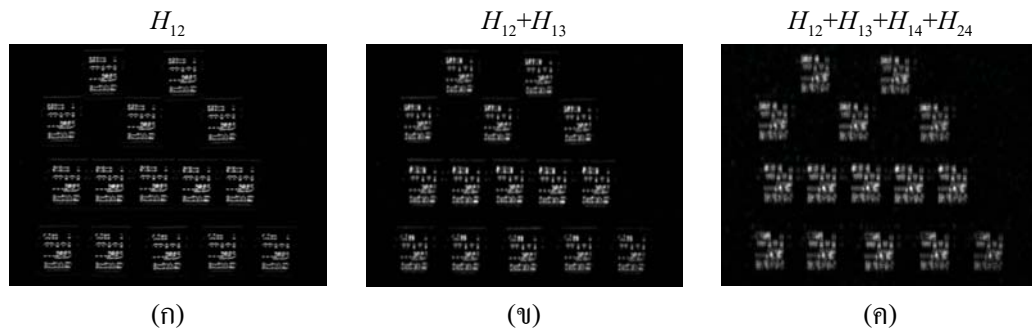


ภาพที่ 4-10 ภาพผลลัพธ์จากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองแวนอน-แวนทะแยง (ก) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 1 (ข) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 2 (ค) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 3

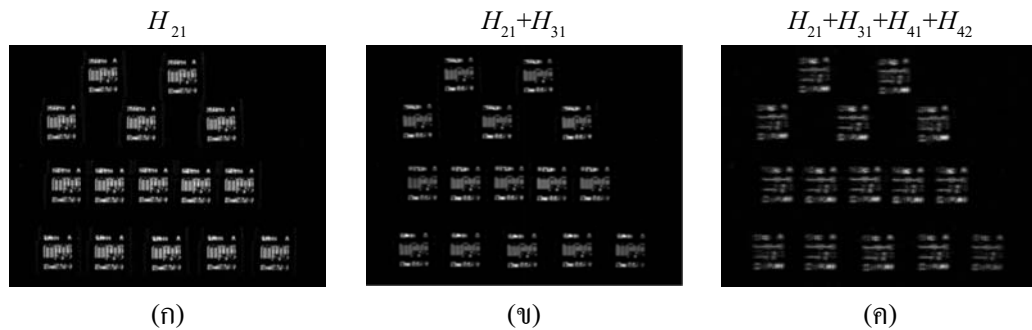


ภาพที่ 4-11 ภาพผลลัพธ์จากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองแวนตั้ง-แวนทะแยง (ก) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 1 (ข) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 2 (ค) ภาพจากการหาค่า STD จากภาพที่ผ่านการกรองในระดับที่ 3

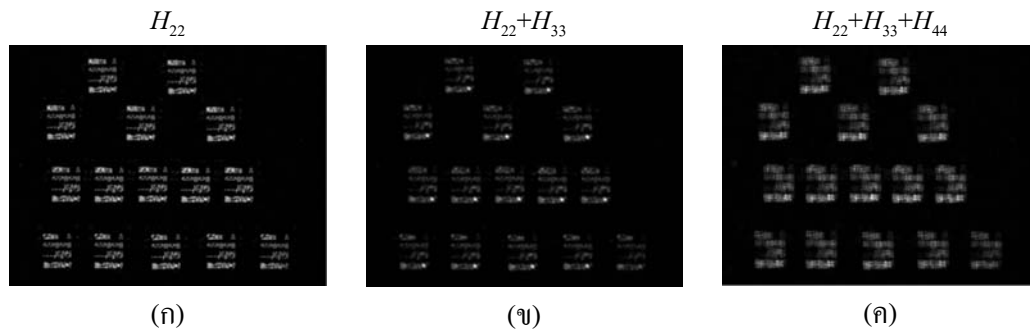
4.2.1.2 การเกี่ยภาพ ผลลัพธ์จากการเกี่ยภาพมีลักษณะของภาพ ดังแสดงในภาพที่ 4-12 – 4-16



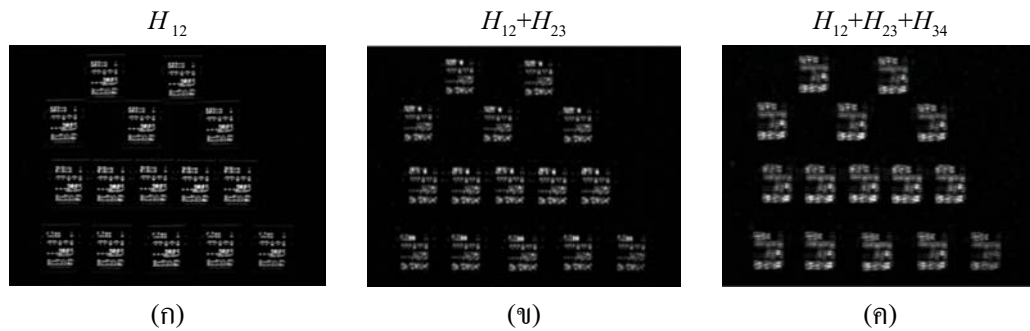
ภาพที่ 4-12 ภาพผลลัพธ์จากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD แนวนอน (ก) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 3



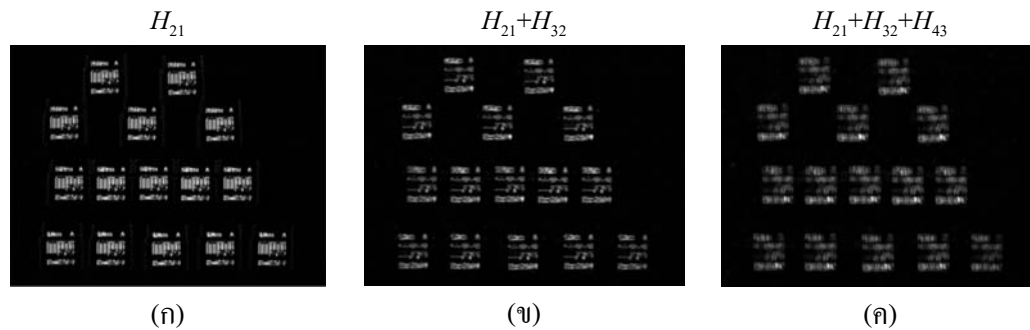
ภาพที่ 4-13 ภาพผลลัพธ์จากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD แนวตั้ง (ก) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการเกี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 3



ภาพที่ 4-14 ภาพผลลัพธ์จากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD แนวทะแยง (ก) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 3

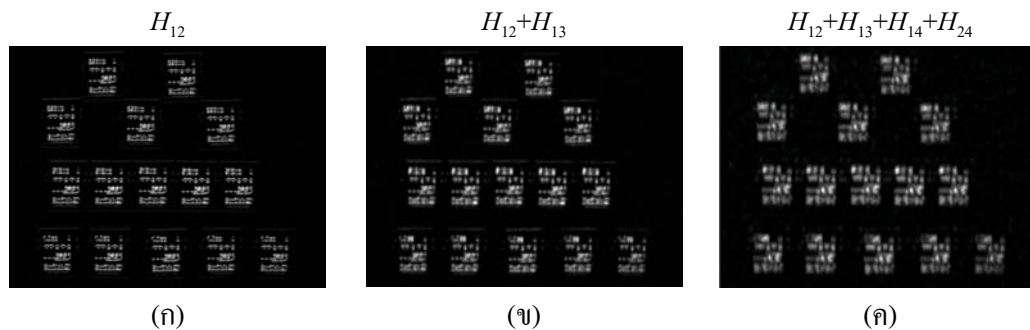


ภาพที่ 4-15 ภาพผลลัพธ์จากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD แนวนอน-แนวทะแยง (ก) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการเกลี่ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 3

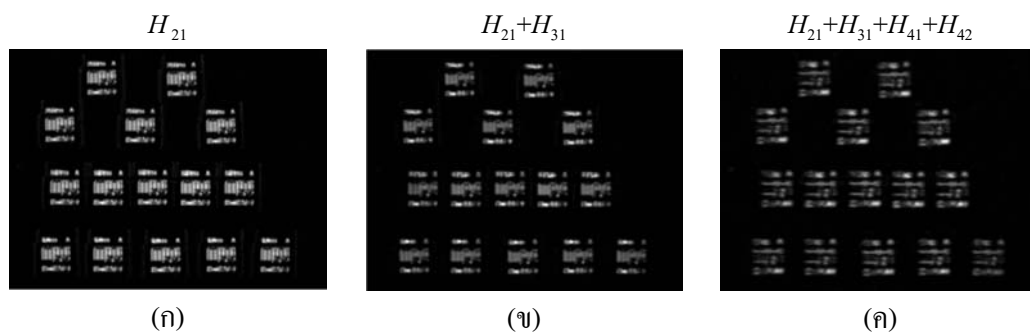


ภาพที่ 4-16 ภาพผลลัพธ์จากการเก็ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD แนวตั้ง-แนวทะแยง (ก) ภาพจากการเก็ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการเก็ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการเก็ยภาพที่ผ่านการหาค่า STD ครั้งที่ 3

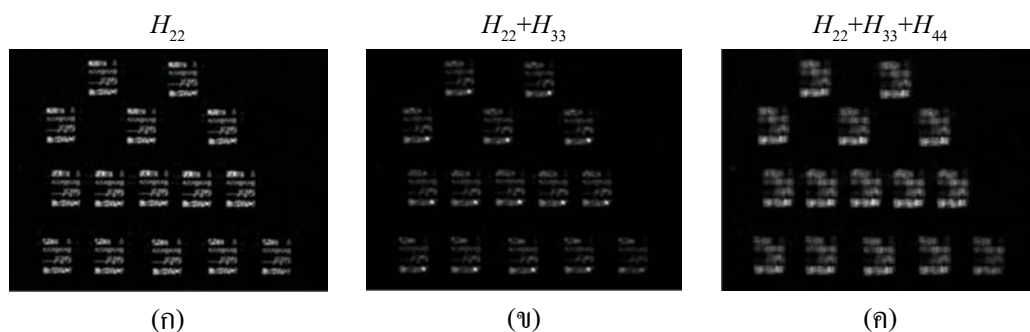
4.2.1.3 การกรองภาพ ผลลัพธ์จากการกรองภาพขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเตรียมข้อมูลเพื่อหาค่าคุณลักษณะดังแสดงในภาพที่ 4-17 – 4-21



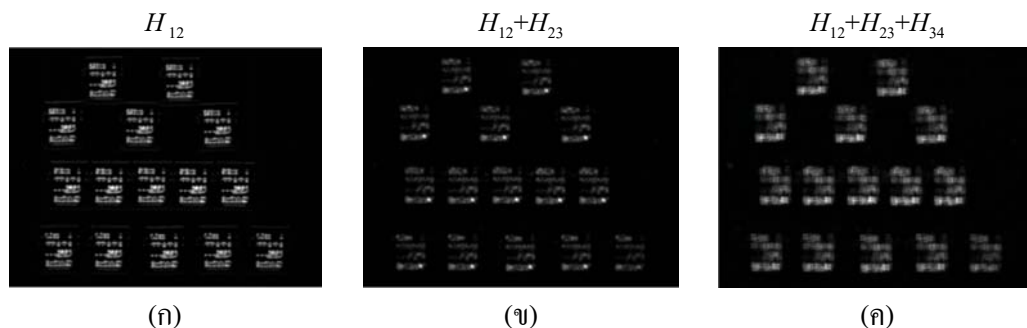
ภาพที่ 4-17 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเก็ยแนวนอน (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเก็ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเก็ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเก็ยครั้งที่ 3



ภาพที่ 4-18 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวตั้ง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3



ภาพที่ 4-19 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวทะแยง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3

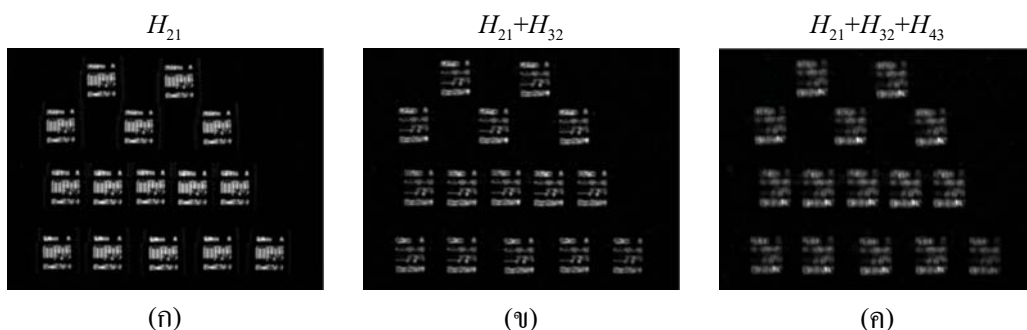


(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 4-20 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวนอน-แนวทะแยง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3



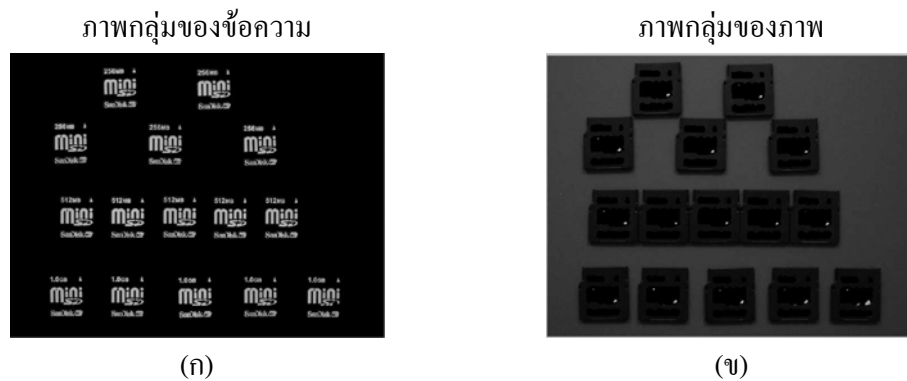
(ก)

(ข)

(ค)

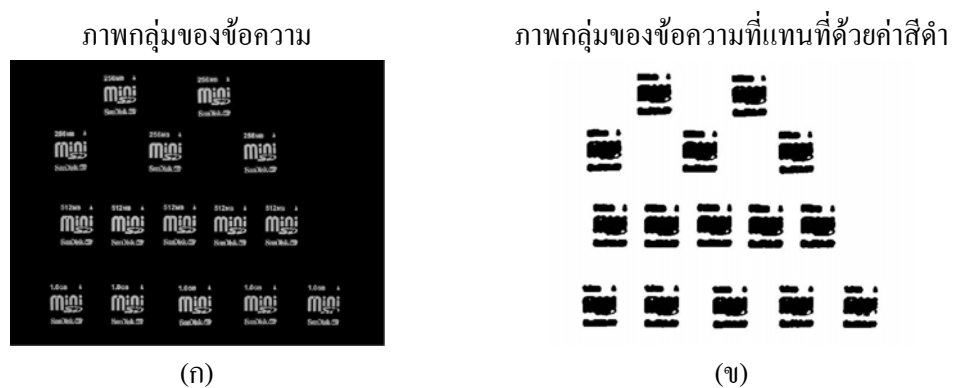
ภาพที่ 4-21 ภาพผลลัพธ์จากการกรองภาพที่ผ่านการเกลี่ยแนวตั้ง-แนวทะแยง (ก) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 1 (ข) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 2 (ค) ภาพจากการกรองที่ผ่านการเกลี่ยครั้งที่ 3

4.2.2 การแบ่งกลุ่มข้อความและภาพ การทดลองนี้จะใช้ภาพที่ผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลภาพเพื่อหาค่าคุณลักษณะมาแบ่งกลุ่มข้อความและภาพ โดยใช้หลักการของ K-mean โดยจะสามารถแบ่งกลุ่มได้ทั้งหมด 2 กลุ่มคือ กลุ่มของข้อความและกลุ่มของภาพ ดังแสดงในภาพที่ 4-22



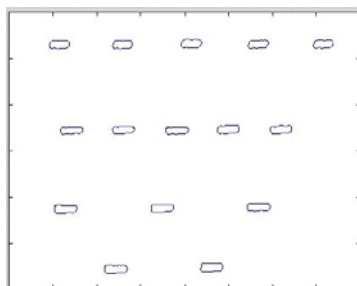
ภาพที่ 4-22 ภาพการแยกกลุ่มของข้อความ และกลุ่มของภาพ

จากผลลัพธ์การแยกกลุ่มของข้อความและภาพ ซึ่งกลุ่มของข้อความเป็นกลุ่มที่ต้องการนำมาเข้ากระบวนการนับจำนวนวัตถุเนื่องจากกลุ่มของข้อความมีข้อความที่สามารถจำแนกประเภทของมินิเอสดีการ์ดได้ คือ 256MB 512MB และ 1GB ดังนั้นเพื่อง่ายสำหรับการหาเส้นขอบเขตวัตถุจึงมีการแทนที่ด้วยค่าสีดำที่บริเวณกลุ่มของข้อความ และแทนที่ด้วยค่าสีขาวที่บริเวณกลุ่มของภาพจะทำให้การหาเส้นขอบเขตวัตถุมีความถูกต้องแม่นยำ ดังแสดงในภาพที่ 4-23



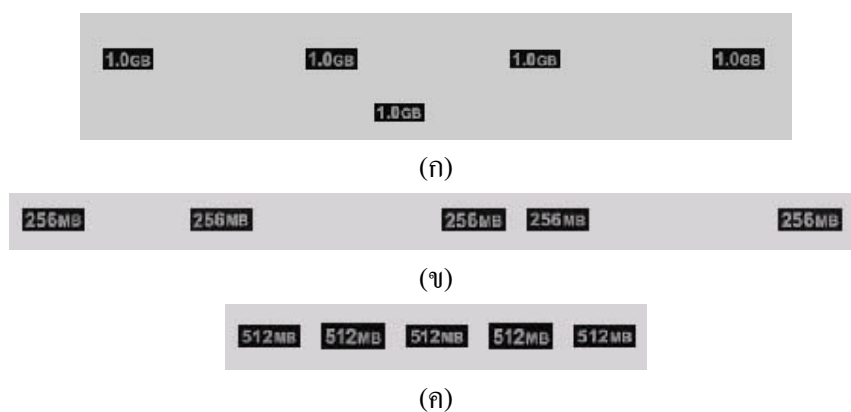
ภาพที่ 4-23 ภาพการแยกกลุ่มของข้อความที่แทนที่ด้วยค่าสีดำ

4.2.3 การหาเส้นขอบเขตวัตถุ ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้ได้ภาพเส้นขอบเขตวัตถุอย่างชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4-24



ภาพที่ 4-24 เส้นขอบเขตวัตถุ

4.2.4 ขั้นตอนการนับจำนวนของวัตถุ ผลลัพธ์ที่ได้จากการนับจำนวนวัตถุของมินิเอสดีการ์ดแบ่งเป็นประเภทละ 5 ชิ้นคือ 256MB 512MB และ 1GB ดังแสดงในภาพที่ 4-25



ภาพที่ 4-25 ผลจากการการแยกกลุ่ม และนับจำนวนวัตถุ โดย (ก) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 1GB (ข) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 256MB และ (ค) แทนกลุ่มวัตถุที่เป็น 512MB

4.3 ผลการทดลองที่ได้จากการตรวจนับจำนวนวัตถุ

ผลการทดลองแยกตามวิธีการที่ใช้ในการทดลองทั้ง 6 รูปแบบ

4.3.1 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ก แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ก

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_h256_5.gif	900×525	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_h256_10.gif	797×489	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_h256_15.gif	791×597	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_h512_5.gif	791×597	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_h512_10.gif	791×258	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_h512_15.gif	791×421	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_h1_5.gif	791×251	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_h1_10.gif	791×387	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_h1_15.gif	791×597	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_hall_5.gif	791×197	5	5	3	3	2	2	-	-	0
f_hall_10.gif	791×400	10	10	4	4	3	3	3	3	0
f_hall_15.gif	791 x 597	15	15	5	5	5	5	5	5	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-1 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และไม่มีความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.2 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ข แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ข

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_t256_5.gif	742×234	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_t256_10.gif	765×362	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_t256_15.gif	736×519	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_t512_5.gif	791×228	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_t512_10.gif	762×335	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_t512_15.gif	752×494	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_t1_5.gif	791×255	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_t1_10.gif	735×372	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_t1_15.gif	756×520	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_tall_5.gif	720×228	5	5	3	3	2	2	-	-	0
f_tall_10.gif	736×365	10	10	4	4	3	3	3	3	0
f_tall_15.gif	736×519	15	15	6	6	5	5	4	4	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-2 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และไม่มี ความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.3 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ค แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ค

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_f256_5.gif	828 × 372	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_f256_10.gif	795 × 611	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_f256_15.gif	824 × 741	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_f512_5.gif	795 × 364	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_f512_10.gif	779 × 636	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_f512_15.gif	900 × 809	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_fl_5.gif	837 × 355	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_fl_10.gif	780 × 649	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_fl_15.gif	900 × 768	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_fall_5.gif	722 × 375	5	5	1	1	2	2	2	2	0
f_fall_10.gif	686 × 636	10	10	2	2	3	3	5	5	0
f_fall_15.gif	900 × 750	15	15	5	5	5	5	5	5	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-3 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และไม่มี ความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.4 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ง แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ง

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_mfht256_5.gif	646 × 408	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_mfht256_10.gif	791 × 530	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_mfht256_15.gif	791 × 672	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_mfht512_5.gif	682 × 373	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_mfht512_10.gif	791 × 597	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_mfht512_15.gif	791 × 705	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_mfht1_5.gif	791 × 374	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_mfht1_10.gif	739 × 524	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_mfht1_15.gif	791 × 629	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_mfhtall_5.gif	366 × 629	5	5	1	1	2	2	2	2	0
f_mfhtall_10.gif	791 × 629	10	10	4	4	3	3	3	3	0
f_mfhtall_15.gif	791 × 629	15	15	3	3	6	6	6	6	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-4 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และ ไม่มีความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.5 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_npp25690_5.gif	635 × 377	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_npp25690_10.gif	791 × 597	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_npp25690_15.gif	791 × 597	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_npp51290_5.gif	580 × 393	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_npp51290_10.gif	720×546	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_npp51290_15.gif	791 × 739	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_npp190_5.gif	574 × 386	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_npp190_10.gif	791 × 739	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_npp190_15.gif	791 × 739	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_nppall90_5.gif	573 × 317	5	5	-	-	2	2	3	3	0
f_nppall90_10.gif	651 × 458	10	10	3	3	2	2	5	5	0
f_nppall90_15.gif	791 × 739	15	15	3	3	2	2	10	10	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-5 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และ ไม่มีความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.6 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองของรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ

ชื่อไฟล์ภาพ	ขนาด (pixel)	A	B	จำนวนวัตถุที่ตรวจนับแบ่งตามประเภท						C
				256MB		512MB		1GB		
				มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	มีอยู่	ผล	
f_npp256m_5.gif	900 × 692	5	5	5	5	-	-	-	-	0
f_npp256m_10.gif	900 × 692	10	10	10	10	-	-	-	-	0
f_npp256m_15.gif	900 × 692	15	15	15	15	-	-	-	-	0
f_npp512m_5.gif	900× 692	5	5	-	-	5	5	-	-	0
f_npp512m_10.gif	900 × 692	10	10	-	-	10	10	-	-	0
f_npp512m_15.gif	900 × 692	15	15	-	-	15	15	-	-	0
f_npp1m_5.gif	900× 692	5	5	-	-	-	-	5	5	0
f_npp1m_10.gif	900× 692	10	10	-	-	-	-	10	10	0
f_npp1m_15.gif	900 × 692	15	15	-	-	-	-	15	15	0
f_nppallm_5.gif	587 × 536	5	5	2	2	2	2	1	1	0
f_nppallm_10.gif	900 × 692	10	10	4	4	4	4	2	2	0
f_nppallm_15.gif	900 × 692	15	15	4	4	5	5	6	6	0

หมายเหตุ

A คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดในภาพ

B คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ตรวจนับได้

C คือ ความผิดพลาดในการตรวจนับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-6 ระบบสามารถตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดได้ 120 ชิ้นจากจำนวนมินิเอสดีการ์ดในภาพทั้งหมด 120 ชิ้น ซึ่งสามารถนับจำนวนมินิเอสดีการ์ดโดยแบ่งแยกตามประเภทของมินิเอสดีการ์ด คือ มินิเอสดีการ์ดขนาดความจุ 256MB 512MB และ 1GB ตามลำดับ ได้อย่างถูกต้อง และไม่มี ความผิดพลาดจากผลการทดลอง ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 100 %

4.3.7 ตัวอย่างผลลัพธ์การการนับ และแยกประเภทวัตถุในการทดลองครั้งนี้ได้แยกกลุ่มของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 6 แบบ ดังต่อไปนี้

4.3.7.1 แบบ ก ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยมีระยะห่างระหว่างวัตถุ

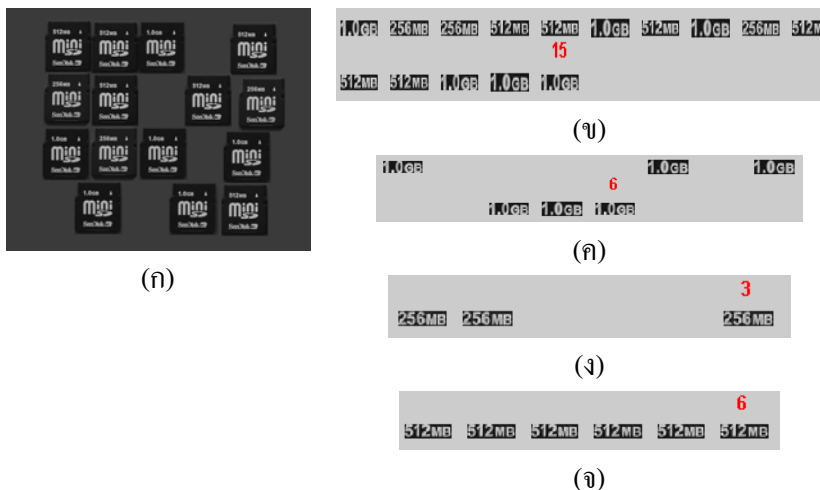
4.3.7.2 แบบ ข ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยไม่มีระยะห่างระหว่างวัตถุ

4.3.7.3 แบบ ค ภาพมินิเอสดีการ์ดที่มีการวางตัวของวัตถุในทิศทางตั้งฉาก โดยมีระยะห่างระหว่างวัตถุ และมีการวางตัวแบบสลับฟันปลา

4.3.7.4 แบบ ง ภาพมินิเอสดีการ์ดที่รวมเอาวิธี ก-ค เข้าไว้ด้วยกัน

4.3.7.5 แบบ จ ภาพมินิเอสดีการ์ดที่รวมเอาวิธี ก-ง เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีพื้นหลังเป็นหนังสือพิมพ์ ซึ่งมีทั้งข้อความ และภาพ อีกทั้งมีการวางตัวของหนังสือพิมพ์ที่ทำมุม 90 องศา

4.3.7.6 แบบ ฉ ภาพมินิเอสดีการ์ด ที่รวมเอาวิธี ก-ง เข้าไว้ด้วยกัน โดยมีพื้นหลังเป็นหนังสือพิมพ์ ซึ่งมีทั้งข้อความ และภาพ อีกทั้งมีการรวมเอาการวางตัวของหนังสือพิมพ์ที่ทำมุม 45, 75, 90 องศา



ภาพที่ 4-26 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ ก โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด (ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 4-27 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 4-28 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 4-29 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 512MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 256MB



(ก)



(ข)



(ค)

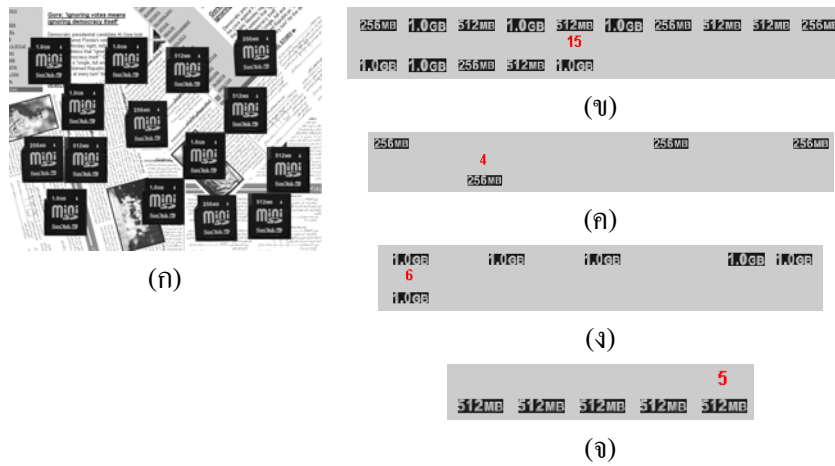


(ง)

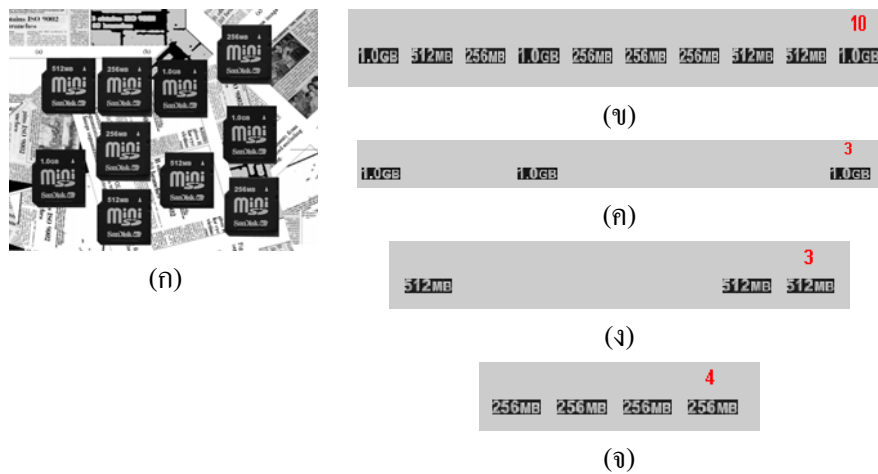


(จ)

ภาพที่ 4-30 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 1GB (ง) จำนวนวัตถุ 256MB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB



ภาพที่ 4-31 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 256MB (ง) จำนวนวัตถุ 1GB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB



ภาพที่ 4-32 ผลลัพธ์การวางของมินิเอสดีการ์ดแบบ จ โดย (ก) ภาพตั้งต้น (ข) จำนวนวัตถุทั้งหมด
(ค) จำนวนวัตถุ 256MB (ง) จำนวนวัตถุ 1GB และ (จ) จำนวนวัตถุ 512MB

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปงานวิจัย ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางพัฒนาการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดที่ต้องส่งสินค้าเสียคืน และสินค้าคงคลัง โดยใช้เจ้าหน้าที่ตรวจนับด้วยสายตาแต่เนื่องจากสินค้ามีจำนวน 100,000 ชิ้นขึ้นไปในแต่ละเดือนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ซึ่งต้องมีระบบตรวจนับจำนวนของมินิเอสดีการ์ดเพื่อช่วยลดความผิดพลาด และความถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นจึงได้พัฒนาระบบการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน โดยการใช้ การแปลงเอ็ม-แบนด์ เวฟเลต ในการกรองความถี่เพื่อนำไปหาเส้นขอบวัตถุ จากนั้นวิเคราะห์หาตำแหน่งของวัตถุ และลาเบลที่ระบุความจุของมินิเอสดีการ์ดแล้วตัดภาพ ณ ตำแหน่งของลาเบลเพื่อนับจำนวน และแบ่งแยกประเภทของมินิเอสดีการ์ด โดยขั้นตอนการทดลองจะทดลองรูปแบบการวางของมินิเอสดีการ์ดทั้ง 6 แบบ จากนั้นสังเกต และบันทึกผลการทดลองโดยพิจารณาจากความถูกต้องในการตรวจนับจำนวน และการแบ่งแยกประเภทของมินิเอสดีการ์ดแสดงผลออกมาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ดังนี้ วิธีการแบบ ก) มีความถูกต้อง 100 % วิธีการ ข) มีความถูกต้อง 100 % วิธีการ ค) มีความถูกต้อง 100 % ง) มีความถูกต้อง 100 % จ) มีความถูกต้อง 100 % ฉ) มีความถูกต้อง 100 % และเมื่อนำทั้ง 6 วิธีการมารวมกันผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องถึง 100 % และสามารถตรวจนับจำนวน และแบ่งแยกประเภทของมินิเอสดีการ์ดได้อย่างถูกต้องแม้มีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการวางตัวของวัตถุ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากข้อสรุปผลการทดลอง งานวิจัยนี้จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาส่วนต่างๆ ต่อไปดังนี้

5.2.1 พัฒนาเทคนิคการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน ให้สามารถนับจำนวนกับสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ และสินค้าชนิดอื่น

5.2.2 พัฒนาเทคนิคการแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวน ให้มีทิศทางการวางตัวของวัตถุหลายรูปแบบมากขึ้น

5.2.3 ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการกรองความถี่ให้มีความเร็วมากขึ้น เช่น การลดจำนวนครั้งในการกรอง

เอกสารอ้างอิง

1. M. Acharyya and M. K. Kundu. Document Image Segmentation Using Wavelet Scale-Space Features. Tran. Circuits and Systems for Video Technology, Vol.12, No.12, Dec 2002.
2. Berkner. Enhancement of scanned documents in Besov spaces using wavelet domain Representations, 2002
3. C.L.Tan, R.Cao, and P. Shen. Restoration of Archival Documents Using a Wavelet Technique. IEEE Tran. Pattern Analysis And Machine in Telligence, Vol. 24, Oct 2002.
4. N.A. Mat Isa, M.Y. Mashor and N.H. Othman. Seeded Region Growing Features Extraction Algorithm. Pathology Department, School of Medical Science, 2000
5. M. Acharyya and M. K. Kundu. Two Texture Segmentation using M-Band Wavelet Transform Machine Intelligence Unit, 2000
6. O. Alkin and H. Caglar. Design of Efficient M-Band Coders with Linear-Phase and Perfect-Reconstruction Properties. IEEE Tran. Signal Processing, Vol. 43, No.7 Jul 1995.
7. J. T. Tou and R. C. Gonzales. Pattern Recognition Principles. Reading. MA: Addison-Wesley, 1974.
8. P. Steffen, P. N. Heller, R. A. Gopinath and C. S. Burrus. Theory of Regular M-Band Wavelet Bases. IEEE Transaction on Signal Processing. Vol.41. No 12. Dec. 1993.
9. I. Daubechies. Orthogonal bases for compactly supported wavelets. Comm. Pure Appl. Math, vol. 41, pp. 909–996, 1988.
10. A. Laine and J. Fan. Frame representation for texture segmentation. IEEE Trans. Image Processing, vol. 5, pp. 771–779, May 1996.
11. R. C. Gonzalez and R. E.Woods. Digital Image Processing. USA : Prentice-Hall, 2002.
12. R. C. Gonzalez, R. E. Woods and S. L. Eddins. Digital Image Using MATLAB, 2004
13. R.Fisher, S.Perkins, A. Walker and E.Wolfart Gaussian Smoothing : Image Processing Learning Resources [online] 2000 [cited 2006 May 18]. Available from : URL : <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/gsmooth.htm>
14. I. T. Young , J. J. Gerbrands and L. J. Van Vliet. Smoothing Operations : Image Processing. 2003 [cited 2006 April 20]. Available from : URL :<http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip-Smoothin.html>

ภาคผนวก ก
รายละเอียดตัวอย่างโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย พัฒนาด้วย MATLAB 6.5 ซึ่งเป็นเพียงตัวอย่างส่วนหนึ่งของการทดลองเท่านั้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันการลงจุด ฟังก์ชันหลักที่ใช้ประมวลผล และฟังก์ชันการทำซ้ำ มีดังนี้

1. ฟังก์ชันการหากรองภาพเพื่อหาเส้นขอบภาพ

```
[X,map] = imread('t18.gif');
```

```
figure
```

```
imshow(X,map)
```

```
X = double(X);
```

```
% M-brand wavelet for Filtering (4 brand) -----
```

```
fil1 = [-0.067371764 0.094195111 0.40580489 0.56737176 0.56737176 0.40580489  
0.094195111 -0.067371764];
```

```
fil2 = [-0.094195111 0.067371764 0.56737176 0.40580489 -0.40580489 -0.56737176 -  
0.067371764 0.094195111];
```

```
fil3 = [-0.094195111 -0.067371764 0.56737176 -0.40580489 -0.40580489 0.56737176 -  
0.067371764 -0.094195111];
```

```
fil4 = [-0.067371764 -0.094195111 0.40580489 -0.56737176 0.56737176 -0.40580489  
0.094195111 0.067371764];
```

```
% M-brand wavelet for Filtering -----
```

```

% Start Horizontal direction -----

filthor1 = conv2(X,fil1);

filthor1 = conv2(filthor1',fil2);

filthor1 = filthor1';

filthor1 = filthor1(5:size(filthor1,1)-3,5:size(filthor1,2)-3);

%figure(101)

%imshow(filthor1,[])

filthor2 = conv2(filthor1,fil1);

filthor2 = conv2(filthor2',fil3);

filthor2 = filthor2';

filthor2 = filthor2(5:size(filthor2,1)-3,5:size(filthor2,2)-3);

%figure(102)

%imshow(filthor2,[])

filthor3 = conv2(filthor2,fil1);

filthor3 = conv2(filthor3',fil4);

filthor3 = filthor3';

filthor3 = filthor3(5:size(filthor3,1)-3,5:size(filthor3,2)-3);

filthor3 = conv2(filthor3,fil2);

filthor3 = conv2(filthor3',fil4);

filthor3 = filthor3';

filthor3 = filthor3(5:size(filthor3,1)-3,5:size(filthor3,2)-3);

%figure(103)

%imshow(filthor3,[])

% end Horizontal direction -----

```

% Start Vertical direction -----

```

filtver1 = conv2(X,fil2);
filtver1 = conv2(filtver1',fil1);
filtver1 = filtver1';
filtver1 = filtver1(5:size(filtver1,1)-3,5:size(filtver1,2)-3);
%figure(104)
%imshow(filtver1,[])

filtver2 = conv2(filtver1,fil3);
filtver2 = conv2(filtver2',fil1);
filtver2 = filtver2';
filtver2 = filtver2(5:size(filtver2,1)-3,5:size(filtver2,2)-3);
%figure(105)
%imshow(filtver2,[])

filtver3 = conv2(filtver2,fil4);
filtver3 = conv2(filtver3',fil1);
filtver3 = filtver3';
filtver3 = filtver3(5:size(filtver3,1)-3,5:size(filtver3,2)-3);
filtver3 = conv2(filtver3,fil4);
filtver3 = conv2(filtver3',fil2);
filtver3 = filtver3';
filtver3 = filtver3(5:size(filtver3,1)-3,5:size(filtver3,2)-3);

```

```

%figure(106)

%imshow(filtver3,map)

% end Vertical direction -----

% Start Diagonal direction -----

filtdiag1 = conv2(X,fil2);
filtdiag1 = conv2(filtdiag1',fil2);
filtdiag1 = filtdiag1';
filtdiag1 = filtdiag1(5:size(filtdiag1,1)-3,5:size(filtdiag1,2)-3);

%figure(107)

%imshow(filtdiag1,[])

filtdiag2 = conv2(filtdiag1,fil3);
filtdiag2 = conv2(filtdiag2',fil3);
filtdiag2 = filtdiag2';
filtdiag2 = filtdiag2(5:size(filtdiag2,1)-3,5:size(filtdiag2,2)-3);

%figure(108)

%imshow(filtdiag2,[])

filtdiag3 = conv2(filtdiag2,fil4);
filtdiag3 = conv2(filtdiag3',fil4);
filtdiag3 = filtdiag3';
filtdiag3 = filtdiag3(5:size(filtdiag3,1)-3,5:size(filtdiag3,2)-3);

```

```

%figure(109)

%imshow(filthdiag3,[])

% end Diagonal direction -----

% Start Horizontal-diagonal direction -----

filthdiag1 = conv2(X,fil1);
filthdiag1 = conv2(filthdiag1',fil2);
filthdiag1 = filthdiag1';
filthdiag1 = filthdiag1(5:size(filthdiag1,1)-3,5:size(filthdiag1,2)-3);
%figure(110)
%imshow(filthdiag1,[])

filthdiag2 = conv2(filthdiag1,fil2);
filthdiag2 = conv2(filthdiag2',fil3);
filthdiag2 = filthdiag2';
filthdiag2 = filthdiag2(5:size(filthdiag2,1)-3,5:size(filthdiag2,2)-3);
%figure(111)
%imshow(filthdiag2,[])

filthdiag3 = conv2(filthdiag2,fil3);
filthdiag3 = conv2(filthdiag3',fil4);
filthdiag3 = filthdiag3';
filthdiag3 = filthdiag3(5:size(filthdiag3,1)-3,5:size(filthdiag3,2)-3);

```



```

%figure(112)

%imshow(filthdiag3,[])

% end Horizontal-diagonal direction -----

% Start Vertical-diagonal direction -----

filtvdiag1 = conv2(X,fil2);
filtvdiag1 = conv2(filtvdiag1',fil1);
filtvdiag1 = filtvdiag1';
filtvdiag1 = filtvdiag1(5:size(filtvdiag1,1)-3,5:size(filtvdiag1,2)-3);
%figure(113)
%imshow(filtvdiag1,[])

filtvdiag2 = conv2(filtvdiag1,fil3);
filtvdiag2 = conv2(filtvdiag2',fil2);
filtvdiag2 = filtvdiag2';
filtvdiag2 = filtvdiag2(5:size(filtvdiag2,1)-3,5:size(filtvdiag2,2)-3);
%figure(114)
%imshow(filtvdiag2,[])

filtvdiag3 = conv2(filtvdiag2,fil4);
filtvdiag3 = conv2(filtvdiag3',fil3);
filtvdiag3 = filtvdiag3';
filtvdiag3 = filtvdiag3(5:size(filtvdiag3,1)-3,5:size(filtvdiag3,2)-3);

```

```
%figure(115)
```

```
% End Vertical-diagonal direction -----
```

2. ฟังก์ชันการหาค่าพลังงานภายใน

```
for i = ceil(w/2):size(M,1)-floor(w/2)
    for j = ceil(w/2):size(M,2)-floor(w/2)
        summ(i,j) = sum(sum(M(i-floor(w/2):i+floor(w/2),j-floor(w/2):j+floor(w/2))))/(w^2);
        ss=0;
        for m=i-floor(w/2):i+floor(w/2)
            for n=j-floor(w/2):j+floor(w/2)
                ss=ss+abs(M(m,n)^2-summ(i,j)^2);
            end
        end
        emg(i,j)=sqrt(ss/(w*w));
    end
end
emg=emg(ceil(w/2):size(M,1)-floor(w/2),ceil(w/2):size(M,2)-floor(w/2));
```

3. ฟังก์ชันการเกลี่ยภาพ

```
H = fspecial('gaussian',[9 9],1);
emgg = imfilter(emg,H);
```

4. ฟังก์ชันการกรองภาพขั้นตอนสุดท้ายเพื่อหาค่าคุณลักษณะ

```

feat=zeros(size(emgg));

for i = ceil(G/2):size(emgg,1)-floor(G/2)

    for j = ceil(G/2):size(emgg,2)-floor(G/2)

        feat(i,j) = sum(sum(abs(emgg(i-floor(G/2):i+floor(G/2),j-floor(G/2):j+floor(G/2)))))/(G*G);

    end

end

feat=feat(ceil(G/2):size(emgg,1)-floor(G/2),ceil(G/2):size(emgg,2)-floor(G/2));

```

5. ฟังก์ชันการแยกกลุ่มข้อความและกลุ่มภาพ

```

F = [feathor1(:) feathor2(:) feathor3(:) featver1(:) featver2(:) featver3(:) featdiag1(:)...
     featdiag2(:) featdiag3(:) feathdiag2(:) feathdiag3(:) featvdiag2(:) featvdiag3(:)];

[IDX,C] = kmeans(F,2);

B = reshape(IDX,size(feathor1,1),size(feathor1,2));

XX=X(rl+floor(w/2)+floor(G/2)+1:end-rl-floor(w/2)-floor(G/2),rl+floor(w/2)+floor(G/2)+1:end-
rl-floor(w/2)-floor(G/2));

XXX1=XX;

XXX2=XX;

XXX3=XX;

XXXX=ones(size(XXX2));

for i=1:size(B,1)

    for j=1:size(B,2)

        if B(i,j)==1

            XXX1(i,j)=0;

```

```

elseif B(i,j)==2
    XXX2(i,j)=0;
    XXXX(i,j)=0;
else
    XXX3(i,j)=0;
end
end
end

```

6. ฟังก์ชันการหาเส้นขอบเขตวัตถุ

```

figure(1005)

[C,h] = imcontour(XXXX,1);

clabel(C,h);

co_05=find(C(1,:) == 0.5); % find 0.5 data in C

figure(1006)

for i=1:size(co_05,2)
    if i<size(co_05,2)
        CC{i}=C(:,co_05(i)+1:co_05(i+1)-1);
    else
        CC{i}=C(:,co_05(i)+1:end);
    end
    plot(CC{i}(1,:),CC{i}(2,:)),hold on
end

```

5. ฟังก์ชันการนับจำนวนวัตถุ

```

for i=1:size(pp,2)

    A=[zeros(10,size(pp{i},2));pp{i};zeros(10,size(pp{i},2))];

    A=[zeros(size(pp{i},1)+20,10) A zeros(size(pp{i},1)+20,10)];

    c = normxcorr2(pp{1},A);

    maxc = max(c);

    maxcc{i} = max(maxc);

end

n=1;

figure(1009)

for i=1:size(pp,2)

    if maxcc{i}>0.8

        subplot(10,10,i),imshow(uint8(pp{i}))

    else

        pp1{n}=pp{i};

        n=n+1;

    end

end

end

% ----- END -----

```

ภาคผนวก ข

สมการ Standard deviation

Standard deviation

หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่างกำลังระหว่างข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ย ลักษณะของข้อมูลจะเหมือนกับการพิจารณาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ความแปรปรวนเป็นการวัดการกระจายที่นิยมใช้กันมากที่สุด ถ้าความแปรปรวนมีค่ามาก แสดงว่าข้อมูลในชุดนั้นมีการกระจายมาก แต่ถ้าความแปรปรวนมีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลชุดนั้นมีการกระจายน้อย

ตัวอย่าง

เมทริกซ์ขนาด 5x10 ซึ่งมีสมาชิกดังต่อไปนี้

3x3												
1	1	1	123 052 261	150	9	150	150	8	8	8		
1	1	1		2	222	150	56	2	8	8		
1	1	1		150	34	150	8	8	2	8		
			99	9	44	44	10	22	66	8	8	8
			9	9	9	150	150	55	150	2	8	8

สามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้จากสูตร

$$STD = \sqrt{\frac{1}{R} \sum_{m=1}^{\omega} \sum_{n=1}^{\omega} |(h_k(m,n)^2 - \bar{h}_{ki}(x,y)^2)|}$$

$\bar{k}_{ki}(x,y)$ = ค่าเฉลี่ยของวินโดวส์

$h_k(m,n)$ = พิกัดของแต่ละพิกเซล

ค่าเฉลี่ยของวินโดวส์หาได้จาก

$$\begin{aligned} \bar{k}_{ki}(x,y) &= \frac{1+2+3+0+5+2+2+6+1}{9} \\ &= \frac{40}{9} \\ &= 4.4 \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{eng}_k(x,y) &= \sqrt{\frac{1}{R} \sum_{m=1}^{\omega} \sum_{n=1}^{\omega} |(h_k(m,n))^2 - \bar{h}_{ki}(x,y)^2|} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{9} |1^2 - 4.4^2| + |2^2 - 4.4^2| + |3^2 - 4.4^2| + \\
 &\quad |0^2 - 4.4^2| + |5^2 - 4.4^2| + |2^2 - 4.4^2| + \\
 &\quad |2^2 - 4.4^2| + |6^2 - 4.4^2| + |1^2 - 4.4^2|}
 \end{aligned}$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายอภิชาติ พิษขุนทด

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การแยกเลเบลของวัตถุในภาพเพื่อนับจำนวนโดยใช้การแปลง เอ็ม-แบนด์ เวฟ
เลต

สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยี
คอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2545 และกำลังศึกษาใน
ระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.)