

การศึกษาการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนโดยใช้เทคนิค
มาร์จิ้นออสเปซและมอร์โฟโลยี

STUDYING OF TOP OBJECT DETECTION IN IMAGE
OVERLAPPING USING MARGINAL SPACE AND MORPHOLOGY
TECHNIQUE

ขวัญจิต ออกเวหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

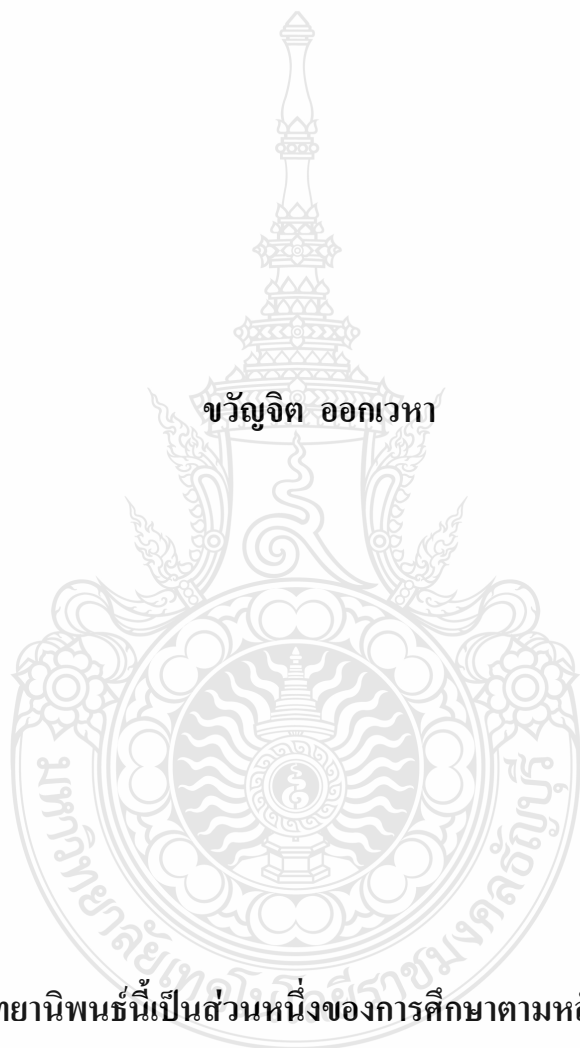
คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนโดยใช้เทคนิค
มาร์จिनอลสเปซและมอร์โฟโลยี



ขวัณญจิต ออกเวหา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนโดยใช้เทคนิค
มาร์จินอลสเปซและมอร์โฟโลยี

Studying of Top Object Detection in Image Overlapping Using
Marginal Space and Morphology Technique

ชื่อ - นามสกุล

นางสาวขวัญจิต ออกเวหา

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.

ปีการศึกษา

2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อาจารย์อำนวยการ เรืองวารี, Dr.-Ing.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ อุดมธรรษากุล, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์สุรินทร์ แห่งมงาม, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด, Ph.D.)

วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนโดยใช้เทคนิคมาร์จินอลสเปซและมอร์โฟโลยี
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวขวัญจิต ออกเวหา
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การระบุตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนของภาพ 2 มิติ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ข้อมูลภาพถ่ายในหลายๆ มุมมองเพื่อนำมาประมวลผล จึงเป็นผลให้มีการประมวลผลที่ซ้ำและต้องการข้อมูลที่มาก ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงทำการศึกษาการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพ 2 มิติ ที่ทับซ้อนโดยใช้ข้อมูลภาพมุมบนเพียงภาพเดียวร่วมกับเทคนิคมาร์จินอลสเปซและมอร์โฟโลยี

การทดลองได้ใช้ภาพถ่ายวัตถุขนาด 480 x 640 พิกเซล มาทำการหาขอบภาพโดยใช้การหาขอบภาพอนุพันธ์อันดับสอง เทคนิคที่นำมาใช้ คือ เทคนิคการลาปลาซของเกาส์เซียน (Laplacian of a Gaussian) กรองภาพโดยใช้ตัวกรองแบบโมชัน (Motion Filter) และทำการปรับปรุงภาพโดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่ต้องการ จากนั้นทำการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคดิสแตนทรานฟอร์ม เทคนิคการแบ่งส่วนภาพสันปันน้ำ (Watershed Segmentation) และเทคนิคหาจุดศูนย์กลาง

ผลการทดลองการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดพบว่าเทคนิคดิสแตนทรานฟอร์มจะมีประสิทธิภาพในการระบุกลุ่มวัตถุมากกว่าระบุวัตถุเดี่ยว ส่วนเทคนิคการแบ่งส่วนภาพสันปันน้ำมีประสิทธิภาพในการระบุวัตถุในภาพที่มีการทับซ้อน เช่น ภาพวัตถุทรงกลม ภาพวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และภาพวัตถุทรงรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้ประสิทธิภาพร้อยละ 93.33 29.03 และ 74.36 ตามลำดับ และเทคนิคจุดศูนย์กลางให้ประสิทธิภาพในการระบุวัตถุบนสุดร้อยละ 68.88 ในภาพที่มีการทับซ้อนมาก

คำสำคัญ: การตรวจหาวัตถุ มาร์จินอลสเปซ มอร์โฟโลยี

Thesis Title	Studying of Top Object Detection in Image Overlapping Using Marginal Space and Morphology Technique.
Name - Surname	Miss Khwanjit Orkweha
Program	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Jakkree Srinonchat, Ph.D.
Academic Year	2012

ABSTRACT

The top object identification in two dimensions image is required many angle images for image processing. This causes to slow computation and request a lot of information. Therefore, this thesis presents the studying of top object detection in two dimensions image overlapping, which requests only one top view image using marginal space and morphology technique.

The experiments, the image sizes 480 x 640 pixels are used to find edge using second-order derivative equation. This technique includes laplacian of a gaussian technique to filter the image using motion filter. The image is then modified using morphology technique. This results show that this technique provides the good efficiency to searching the target object. The top object is then identified using different techniques such as distant transform, watershed segmentation technique and centroid technique.

The experimental of top object identification show that the distant transform technique provides the efficiency to identify the group object more than single object. The watershed segmentation technique offers the efficiency of top object identification which exists in obstruction image such as the circular objects, rectangular objects and square objects. It gives the accuracy as 93.33%, 29.03% and 74.36% respectively. Finally, the centroid technique achieves the top object identification at 68.88% in the condition of more complex obstruction image.

Keywords: object detection, marginal space, morphology

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตากรุณาเป็นอย่างสูงจาก ท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.อำนาจ เรืองวารี ดร.สุรินทร์ แห่งมงาม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร และผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ อุดมherrษากุล ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษา และแนวทางในการดำเนินงานทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ขอขอบคุณทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดมา

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ขวัญจิต ออกเวหา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ข้อยกเว้นงานวิจัย.....	2
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล.....	4
2.2 แบบจำลองของสี.....	5
2.3 การแยกภาพออกเป็นส่วน.....	10
2.4 การค้นหาขอบภาพ.....	10
2.5 การกรองข้อมูลภาพ.....	14
2.6 การปรับปรุงขอบภาพ.....	18
2.7 ดิสแตนทรานฟอร์ม.....	21
2.8 จุดศูนย์กลาง.....	22
2.9 การแบ่งภาพโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation.....	23
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	30
3.1 แปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา.....	31
3.2 การหาขอบภาพ.....	32
3.3 การกรองภาพและปรับปรุงขอบภาพ.....	34
3.4 ตรวจสอบและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน.....	36
3.5 ทดลองภาพที่มีการทับซ้อนมากขึ้น.....	42
3.6 ทดลองวัตถุที่มีขนาดต่างกัน.....	42
3.7 ทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม.....	43
4 ผลการวิจัย.....	45
4.1 ผลการตรวจหาขอบภาพ.....	45
4.2 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอรั่ม.....	46
4.3 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง.....	48
4.4 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation.....	50
4.5 เปรียบเทียบผลการทดลอง.....	52
5 สรุปผลการวิจัยการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 การหาขอบภาพวัตถุ.....	64
5.2 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอรั่ม.....	64
5.3 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคหาจุดศูนย์กลาง.....	65
5.4 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation.....	66
5.5 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 3- 8 ผลต่อภาพ.....	67
5.6 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงวัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อนมากขึ้น.....	67
5.7 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมที่มีขนาดต่างกัน.....	68
5.8 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม.....	68
5.9 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต.....	69

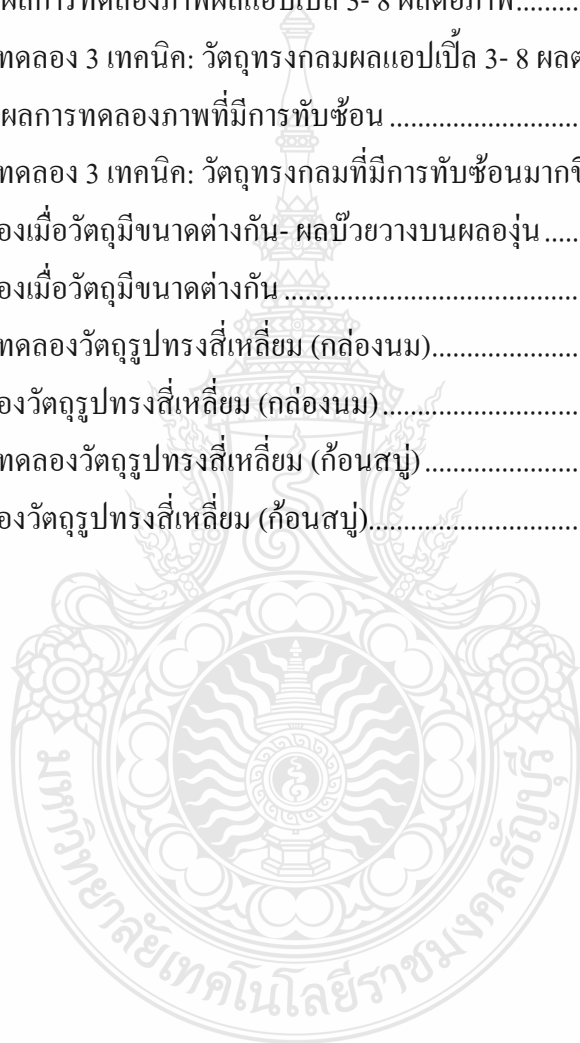
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง.....	70
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก ภาพที่ใช้ในการทดลอง.....	73
ภาคผนวก ข โปรแกรม	92
ภาคผนวก ค ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่.....	97
ประวัติผู้เขียน.....	125



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	สรุปผลการทดลองเทคนิคคิสแดนทรานฟอร์ม.....	48
4.2	สรุปผลการทดลองเทคนิคจุดศูนย์กลาง.....	50
4.3	สรุปผลการทดลองเทคนิค Watershed Segmentation	52
4.4	เปรียบเทียบผลการทดลองภาพผลแอปเปิ้ล 3- 8 ผลต่อภาพ.....	53
4.5	สรุปผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 3- 8 ผลต่อภาพ	54
4.6	เปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีการทับซ้อน	55
4.7	สรุปผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อนมากขึ้น.....	55
4.8	ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน- ผลบัพัววางบนผลองุ่น	57
4.9	ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน	58
4.10	สรุปผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม).....	60
4.11	ผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม).....	61
4.12	สรุปผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่).....	62
4.13	ผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่).....	63



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 มุมมอง 2 มิติ	1
1.2 มุมมอง 3 มิติ	1
1.3 ขั้นตอนการตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบน	3
2.1 ตำแหน่งของพิกเซล	5
2.2 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ	5
2.3 องค์ประกอบของภาพ RGB	6
2.4 แสดงสีขั้นปฐมภูมิกับสีขั้นทุติยภูมิ และลักษณะของสี RGB Color Cube	7
2.5 ภาพเชิงดิจิทัลประเภท RGB Image	7
2.6 ภาพเชิงดิจิทัลประเภทระดับสีเทา	8
2.7 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซลภาพที่ประกอบเป็นตัวอักษร	9
2.8 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง	12
2.9 ลักษณะการหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง	13
2.10 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง	14
2.11 การกรองข้อมูลภาพ	15
2.12 ค่าของ Structuring Element (SE)	19
2.13 การทำงานของเทคนิคการกัดกร่อน	19
2.14 ผลการทำของเทคนิคการกัดกร่อน	19
2.15 การทำงานของเทคนิคการขยาย	20
2.16 ผลการทำของเทคนิคการขยาย	20
2.17 การทำงานของ Opening	21
2.18 ลักษณะของ Watershed Lines	24
2.19 การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของเทคนิค Watershed	25
2.20 ลักษณะภาพ Oversegmentation	26
2.21 การระบุจุดและการสร้าง Watershed Lines	26
3.1 ขั้นตอนการตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบน	30
3.2 ภาพเชิงดิจิทัลประเภท RGB Image	31
3.3 ภาพเชิงดิจิทัลประเภทภาพสีเทา	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.4 ผลการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิคต่างๆ	33
3.5 การหาขอบภาพโดยวิธี LOG	34
3.6 การกรองภาพโดยใช้เทมเพลตในลักษณะต่างๆ	35
3.7 กรองภาพโดยใช้ตัวกรอง Motion	36
3.8 ผลหลังผ่านการใช้เทคนิค Opening.....	36
3.9 ลักษณะการระบุตำแหน่งโดยใช้เทคนิคคิสเตนทรานฟอร์ม	37
3.10 สร้างกรอบวงกลมครอบวัตถุที่อยู่ด้านบน	38
3.11 ตัวอย่างในการคำนวณหาค่าจุดศูนย์กลาง	38
3.12 ระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่ได้จากการคำนวณ	39
3.13 ผลการระบุตำแหน่งวัตถุของเทคนิคจุดศูนย์กลางบนภาพขอบวัตถุ.....	40
3.14 ผลการระบุตำแหน่งวัตถุของเทคนิคจุดศูนย์กลางบนภาพ RGB	40
3.15 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation	41
3.16 แบ่งพื้นที่วัตถุโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation.....	41
3.17 ระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation	42
3.18 วัตถุที่มีการทับซ้อนมากขึ้น	42
3.19 วัตถุที่มีขนาดต่างกัน	43
3.20 วัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม).....	43
3.21 วัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่)	44
4.1 ภาพถ่ายผลแอปเปิ้ล	45
4.2 ผลการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิค LOG	46
4.3 ผลการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้เทคนิค Opening	46
4.4 ระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยสร้างวงกลมครอบ	47
4.5 ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง	49
4.6 ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation	51
4.7 ขอบภาพวัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม).....	61
5.1 การหาขอบภาพวัตถุ.....	64
5.2 ผลตรวจพบวัตถุเดี่ยว	65

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.3	ผลตรวจพบกลุ่มวัตถุ	65
5.4	ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง	66
5.5	ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation	66
5.6	ลักษณะของการระบุวัตถุที่ผิดพลาด	67
5.7	ลักษณะขอบภาพของวัตถุ.....	68



บทที่ 1

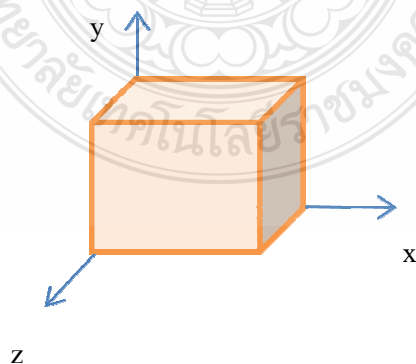
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การประมวลผลภาพดิจิทัล เป็นกระบวนการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลดิจิทัลในลักษณะ 2 มิติ คือ มีค่าตำแหน่งในแกน x และแกน y การคำนวณการมองเห็น (Computer Vision) จะมองข้อมูลภาพในลักษณะ 2 มิติ ที่สามารถบอกได้ถึงขนาดความกว้างและความยาวของวัตถุ หากต้องการทราบความลึกของวัตถุต้องใช้ข้อมูลภาพในลักษณะ 3 มิติ คือ มีแกน x แกน y และแกน z



ภาพที่ 1.1 มุมมองภาพ 2 มิติ



ภาพที่ 1.2 มุมมองภาพ 3 มิติ

ภาพถ่ายดิจิทัลโดยใช้กล้องถ่ายรูปดิจิทัลภาพที่ได้เมื่อมีการประมวลผลภาพแล้วจะได้ค่าในลักษณะ 2 มิติ ซึ่งเมื่อเทียบกับมุมมองการมองด้วยสายตาของมนุษย์ที่สามารถระบุวัตถุในลักษณะของภาพ 3 มิติ ได้ การที่จะทำให้สามารถระบุวัตถุในภาพ 2 มิติ ได้จะต้องใช้การถ่ายภาพในหลายมุมมองเพื่อมาทำการประมวลผลหาค่าความแตกต่างในแต่ละภาพ หรือใช้กล้องในการถ่ายภาพหลายๆตัว เป็นการสิ้นเปลืองและสูญเสียเวลา ในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการที่จะระบุความลึกหรือตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพ 2 มิติ โดยใช้ภาพในมุมมองเดียว คือ ใช้มุมมองจากด้านบน (Top View) และใช้ภาพถ่ายเพียงภาพเดียวในการประมวลผลภาพ โดยการทำให้สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในภาพ และนอกจากนั้นยังสามารถตรวจหาและระบุวัตถุในภาพได้แบบอัตโนมัติไม่ต้องมีการเรียนรู้จดจำค่าจากภาพต้นฉบับก่อน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 ศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจหาวัตถุในภาพ 2 มิติ
- 1.2.2 ศึกษาเทคนิคการจูนอลสเปซและมอร์ฟิโลยีเพื่อตรวจหาวัตถุที่มีการทับซ้อนของวัตถุ
- 1.2.3 ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลเพื่อทำการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดของภาพที่มีการทับซ้อนของวัตถุ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

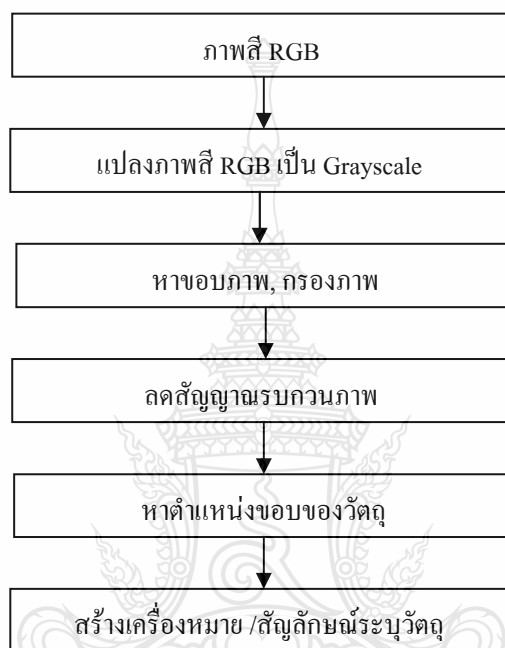
- 1.3.1 สามารถตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดในภาพ 2 มิติ ที่มีการทับซ้อนของวัตถุ
- 1.3.2 สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด
- 1.3.3 ระบบสามารถให้ประสิทธิภาพของความถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

1.4 ข้อยกเว้นงานวิจัย

- 1.4.1 ภาพถ่ายดิจิทัล 2 มิติ ขนาด 480 x 640 พิกเซล
- 1.4.2 ภาพถ่ายที่ใช้ทดสอบเป็นภาพที่มีการทับซ้อนของวัตถุ

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพกับการค้นหาวัตถุชิ้นบนสุดในภาพที่มีการทับซ้อน ใช้การสร้างเครื่องหมาย/สัญลักษณ์เป็นตัวระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 1.3 ขั้นตอนการตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 มีความรู้และความเข้าใจในหลักการด้านการประมวลผลภาพ

1.6.2 สามารถนำแนวคิดของวิจัยไปประยุกต์ใช้การทำงานของแขนกล ใช้ในการหยิบจับสินค้าด้านบนในกรณีมีการวางทับซ้อนของสินค้า

1.6.3 นำไปพัฒนาต่อในการนับจำนวนวัตถุในภาพ ที่มีการทับซ้อนของวัตถุให้สามารถนับจำนวนได้ถูกต้อง

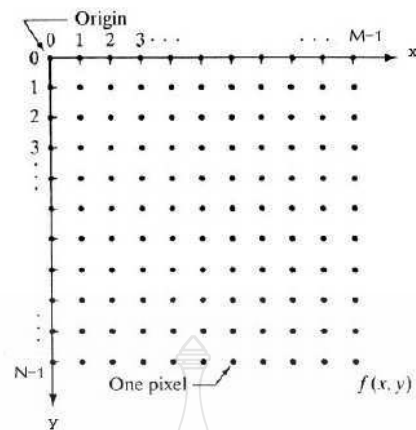
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอหลักการและทฤษฎีทางการประมวลผลสัญญาณภาพที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดในภาพ 2 มิติ จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางการประมวลผลสัญญาณภาพ เช่น การหาขอบภาพ การกรองสัญญาณ และการปรับปรุงสัญญาณภาพ เป็นต้น

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital Format) สามารถนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิทัลเป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆ จำนวนมากเรียกว่า พิกเซล (Pixel) โดยใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อแสดงผลภาพตามต้องการได้ ภาพดิจิทัลมีข้อดีที่สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการต่างๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ได้ [1] สามารถอธิบายลักษณะและความหมายของพิกเซล พิกเซล คือ ความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ ในแต่ละภาพจะประกอบด้วยพิกเซลมากมายที่สร้างขึ้นซึ่งจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นเป็นตัวบอกถึงความละเอียด (Resolution) ของภาพซึ่งมีหน่วยเป็น ppi (Pixel Per Inch) คือ จำนวนพิกเซลต่อนิ้ว ซึ่งโดยทั่วไปถือว่าภาพที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีจะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไป ยิ่งค่าจำนวนพิกเซลต่อพื้นที่นิ้วยิ่งสูงขึ้น ภาพจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น



N = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในการแกน Y
 M = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในการแกน X

ภาพที่ 2.1 ตำแหน่งของพิกเซล [1]

สามารถอธิบายได้ในรูปแบบเมตริกซ์ของพิกเซลขนาด $N \times M$ ดังภาพที่ 2.2 โดยใช้คู่ลำดับ $f(i, j)$ แทนค่าแต่ละพิกเซลและค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่พิกเซลนั้นๆ ของภาพ

	0	$j \rightarrow M$			
0	$f(0,0)$	$f(0,1)$	$f(0,2)$	$f(0,3)$	$f(0,4)$
1	$f(1,0)$	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(1,3)$	$f(1,4)$
2	$f(2,0)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$	$f(2,3)$	
i	$f(3,0)$	$f(3,1)$	$f(3,2)$		
j	$f(4,0)$	$f(4,1)$	$f(4,2)$		
N					

ภาพที่ 2.2 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ [1]

2.2 แบบจำลองของสี (Color Model)

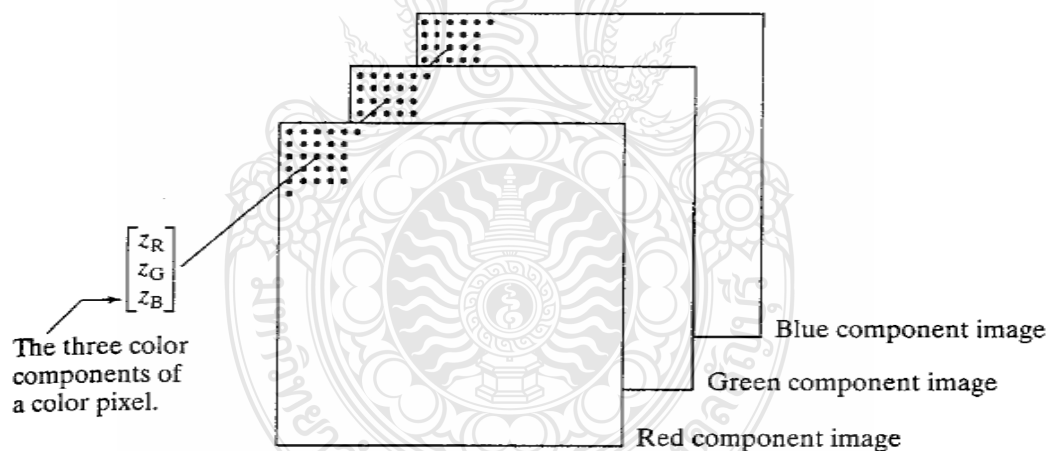
จุดประสงค์ของการสร้างแบบจำลองของสี (Color Model) หรือเรียกว่า Color Space หรือ Color Systems เพื่อใช้ในการระบุสีตามมาตรฐานให้สะดวกและง่ายขึ้น ด้วยวิธีการที่ยอมรับ

โดยทั่วไป สิ่งสำคัญของแบบจำลองสี คือ การระบุความสัมพันธ์ และค่าเฉพาะในระบบนั้นๆ ว่าสีที่ได้ ถูกกำหนดค่าใดไว้ที่จุดนั้นๆ

แบบจำลองสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้ถูกนำมาใช้ทั้งในอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เช่น จอคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หรือการประยุกต์ใช้ใดๆ ก็ตามที่มีเป้าหมายในเรื่องของสี อย่างเช่น การสร้างสีในการ์ตูน แอนิเมชัน ในกระบวนการแบบจำลองสีที่ถูกนำมาใช้มากที่สุด คือ RGB (Red, Green, Blue) ซึ่งถูกนำมาใช้กับจอคอมพิวเตอร์และกล้องวิดีโอ ส่วนแบบจำลองสี CMY (Cyan, Magenta, Yellow) กับแบบจำลองสี CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) จะนำมาใช้ในระบบเครื่องพิมพ์ และแบบจำลองสี HSI (Hue, Saturation, Intensity) ที่เป็นแบบจำลองที่มีความใกล้เคียงกับการแปลค่าสีของมนุษย์มากที่สุด โดยที่แบบจำลอง HSI นั้นมีข้อดี คือ มีข้อมูลของรูปภาพทั้งที่เป็นภาพสีและภาพขาวดำ

2.2.1 ภาพ RGB

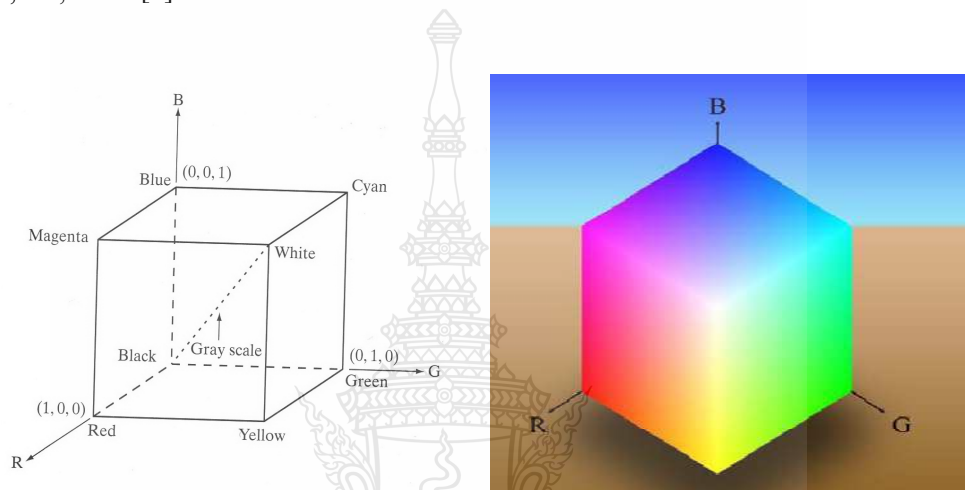
ภาพ RGB คือ ชุดการเรียงลำดับของพิกเซล สี $M \times N \times 3$ ซึ่งแต่ละพิกเซลสี ค่าความสัมพันธ์ทั้งสามขององค์ประกอบ คือ สีแดง สีเขียว สีนํ้าเงิน ที่กำหนดไว้ภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของภาพ RGB [2]

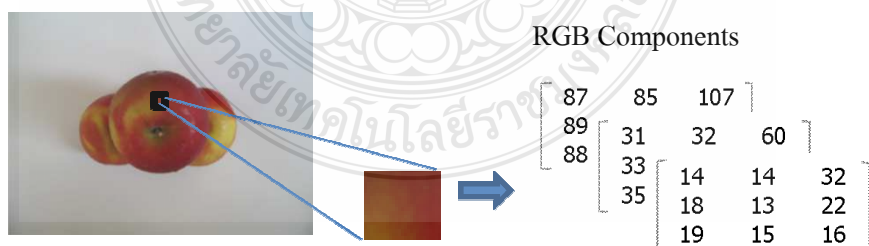
ภาพสี RGB สามารถแสดงผลในแบบของแผ่นซ้อนทับของภาพสี 3 ภาพ เมื่อสีแดง สีเขียว สีนํ้าเงิน ถูกส่งไปยังจอภาพสีเพื่อสร้างภาพสีบนจอภาพ โดยระบบแล้วการเกิดภาพสี RGB นั้นจะอ้างอิงถึงองค์ประกอบของสีแดง เขียว และนํ้าเงินของภาพนั้นๆ การแบ่งกลุ่มข้อมูลขององค์ประกอบสีขึ้นอยู่กับช่วงระยะที่กำหนดของข้อมูล กลุ่มข้อมูลของภาพ RGB จะเป็นแบบสองเท่า ช่วงค่าข้อมูล

จะเท่ากับ $[0, 1]$ และเช่นเดียวกันถ้าช่วงข้อมูลที่ $[0, 255]$ หรือ $[0, 635535]$ กลุ่มของภาพจะเป็น Unit 8 หรือ Unit 16 ตามลำดับ จะใช้จำนวนบิตเป็นค่าพิกเซลขององค์ประกอบสี เพื่อใช้ตัดสินค่า Bit Depth ของภาพ เช่น ในแต่ละองค์ประกอบสีมีค่าเท่ากับ 8 บิต ค่าความสัมพันธ์ RGB จะมีค่า 24 Bit Depth โดยทั่วไปแล้วจำนวนของบิต ในทุกองค์ประกอบภาพจะมีค่าเท่ากัน ในกรณีนี้จำนวนสีที่เป็นไปได้ในภาพ RGB จะมีค่า $(2^b)^3$ โดย b จำนวนของบิตในแต่ละองค์ประกอบภาพ ในกรณีของ 8 บิต จะมีค่าเท่ากับ 16,777,216 สี [3]



ภาพที่ 2.4 สีขั้นปฐมภูมิกับสีขั้นทุติยภูมิ และลักษณะสีของ RGB Color Cube [3]

โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพ RGB จะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยภาพ RGB แสดงตัวอย่างของค่าพิกเซลได้ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ภาพเชิงดิจิทัลประเภท RGB Image

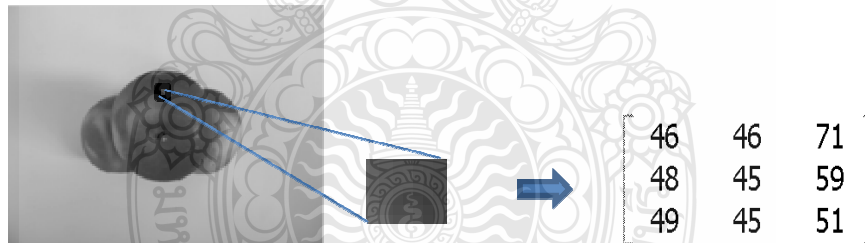
2.2.2 ภาพสีเทา (Gray Image)

ค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสีเทา คือ ค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของพิกเซลซึ่งจะอยู่ในภาพของภาพขาวดำระดับสีเทา ดังภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำระดับสีเทา ทำได้โดยแยกระดับสีแต่ละพิกเซลออกจากกันในภาพแบบสี RGB จากนั้นนำค่าสี RGB มาเข้าสู่สมการ เพื่อคำนวณหาค่าสีเทาและนำค่าที่ได้ไปแทนที่จุดพิกเซลเดิม โดยคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

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

หรือ
$$G' = (R+G+B) / 3 \quad (2.2)$$

โดยกำหนดให้
 G' คือ ค่าระดับสีเทา
 R คือ ค่าระดับสีแดง
 G คือ ค่าระดับสีเขียว
 B คือ ค่าระดับสีน้ำเงิน

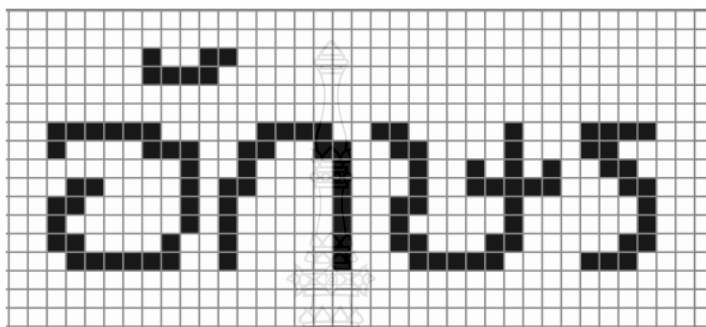


ภาพที่ 2.6 ภาพเชิงดิจิทัลประเภทระดับสีเทา

2.2.3 ภาพไบนารี (Binary Image)

ภาพไบนารี คือ ภาพซึ่งในแต่ละพิกเซลจะมีความเข้มสองระดับ คือ ขาวกับดำ โดยเขียนแทนด้วยเลข 0 และ 1 ด้วยความเข้มของแสงเพียงสองระดับ ภาพไบนารีจึงมีข้อจำกัดที่จะนำภาพมาใช้แสดงภาพโดยทั่วไป แต่ทำให้การประมวลผลทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การประมวลผลภาพไบนารีนำไปใช้มากในการประมวลผลเอกสารและการประมวลผลที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การนับจำนวนชิ้นส่วนที่อยู่บนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่ เป็นต้น การมีความเข้มเพียงสองระดับใน

ภาพไบนารีทำให้สามารถเลือกที่จะพิจารณาให้ความเข้มระดับหนึ่งแทนภาพของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียกพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้ว่า พิกเซลภาพและความเข้มอีกระดับแทนพื้นหลัง ในการพิจารณาภาพไบนารีจะไม่สนใจแต่ละพิกเซลที่แยกกัน แต่เราจะสนใจกลุ่มของพิกเซลที่อยู่ติดกัน เช่น กลุ่มของพิกเซลที่เรียงกันเป็นตัวอักษร



ภาพที่ 2.7 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซลภาพที่ประกอบเป็นตัวอักษร [1]

การสร้างภาพไบนารีทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลใดเป็นสีขาวหรือสีดำ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่า “ค่าเทรชโฮล” (Threshold Value) ข้อมูลภาพจะมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของภาพใดๆ ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (สีดำ) ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ค่าเทรชโฮล เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้จะไม่สวยงามเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีคือ การกำหนดค่าเทรชโฮลที่เหมาะสม ภาพที่จะนำมาทำการสร้างเป็นภาพไบนารีมีวิธีการคำนวณหาค่าเทรชโฮลได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีเหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไปแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

ก) การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-Assigned Threshold Value) เป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่า ค่าเทรชโฮล ค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่น ภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับ ก็จะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 - 255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้

ข) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) คือ การหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด การหาค่าเทรชโฮลนี้ใช้วิธีทางสถิติ คือ การหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพเพื่อนำมาทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้

2.3 การแยกภาพออกเป็นส่วน (Image Segmentation)

การแยกบริเวณของภาพนั้นๆ จะทำให้ได้ภาพที่เป็นวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลัง ที่จะทำให้ทราบว่าในภาพมีวัตถุอยู่ที่ขึ้นและพิกเซลใดเป็นของวัตถุขึ้นใด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นพื้นฐานของการประมวลผลภาพที่จะนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไป วิธีการแยกบริเวณแบ่งออกเป็น 3 ประเภท หลักๆ คือ

2.3.1 Amplitude Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพ โดยดูจากความเหมือนกันของคุณสมบัติของพิกเซลภายในพื้นที่เพียงอย่างเดียว เช่น วิธีการ Intensity Thresholding เป็นการแยกแยะวัตถุจากฉากหลังโดยดูจาก Intensity ของพิกเซลเป็นหลัก ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีขั้นตอนในการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อน ทำงานได้รวดเร็ว ส่วนข้อเสีย คือ ไม่สามารถใช้กับภาพที่มีสัญญาณรบกวนมากหรือภาพที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ

2.3.2 Region Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยดูจากตำแหน่งของพิกเซลและความเหมือนกันของคุณสมบัติของพิกเซลภายในพื้นที่หลัก โดยถ้าพิกเซลที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันจะถูกจัดกลุ่มเดียวกัน ข้อดีของการทำเช่นนี้จะได้พื้นที่ต่อเนื่อง ข้อเสียของวิธีการนี้ คือ การกำหนดกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ใช้ตรวจสอบว่าพิกเซลนั้นที่มีคุณสมบัติเหมือนกันเพื่อใช้ในการรวมกลุ่มเข้าด้วยกันทำได้ยาก วิธีการเหล่านี้อาศัยอัลกอริทึม โครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อน และการประมวลผลที่ใช้เวลานาน

2.3.3 Edge Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยอาศัยความไม่ต่อเนื่องของคุณสมบัติของพิกเซลที่บริเวณขอบของวัตถุ ดังนั้น ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มุ่งที่จะตรวจหาขอบของวัตถุ ทำให้มีความเร็วในการประมวลผลเพราะวิธีการนี้ใช้เฉพาะข้อมูลบริเวณขอบของวัตถุเท่านั้น ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้

คือ ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ “ขอบ” ของวัตถุซึ่งอาจจะต้องผ่านกระบวนการอื่นๆ จึงจะสามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ขอบของวัตถุที่ได้อาจไม่ต่อเนื่องถ้าวัตถุมีสีที่ไม่สม่ำเสมอ

2.4 การค้นหาขอบภาพ (Edge Detection)

หลักการประมวลผลภาพ คือ การประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพเคลื่อนไหว (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติ อื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพ วิธีบันทึกข้อมูลของภาพสำหรับการวัดจัดเก็บในรูปแบบของค่าพิกเซล การแยกวัตถุ 2 วัตถุ ออกจากกันหรือแยกออกจากพื้นหลัง (Background) ต้องใช้การค้นหาขอบวัตถุที่อยู่ในภาพนั้น การค้นหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบรูปที่เกิดจากความสว่างของภาพที่เปลี่ยนไปทันที โดยดูจากขนาดหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง การค้นหาขอบภาพเป็นการดึงส่วนประกอบของภาพที่มีจุดเด่นออกจากพื้นหลัง มีวิธีการแยกได้สองลักษณะ คือ การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method) และการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method) [4]

2.4.1 การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง

วิธีการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Operator: ∇) มีหลักการ คือ บริเวณขอบของวัตถุในภาพ (เมื่อ $P(x, y)$ ฟังก์ชันของภาพ) จะมีค่าเกรเดียนต์ที่สูงการพิจารณาขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude: $|\nabla P|$) เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง (Threshold: T) ที่กำหนดขึ้นเมื่อค่าของ $|\nabla P|$ มีค่ามากกว่าค่าอ้างอิงแสดงว่าจุดดังกล่าว คือ ขอบของวัตถุที่ปรากฏบนภาพที่จุด $P(x, y)$ การค้นหาขอบของวัตถุโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่งเป็นวิธีการแยกส่วนประกอบของภาพ และเมื่อความไม่ต่อเนื่องของค่าพิกเซลบริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุกับพื้นหลัง และค่าอนุพันธ์ย่อยที่ไม่ต่อเนื่องตามทิศทางของเกรเดียนต์ของแนวแกน x และแกน y กำหนดค่าได้ดังสมการที่ 2.3 และ 2.4

$$\nabla_x P(x, y) = P(x, y) - P(x - 1, y) \quad (2.3)$$

$$\text{และ} \quad \nabla_y P(x, y) = P(x, y) - P(x, y - 1) \quad (2.4)$$

ขนาดของเกรเดียนต์ ของ $P(x, y)$ กำหนดค่าได้จาก

$$|\nabla P(x, y)| = \sqrt{(\nabla_x P(x, y))^2 + (\nabla_y P(x, y))^2} \quad (2.5)$$

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ประมาณค่าขนาดของเกรเดียนต์ ได้ว่า

$$|\nabla P(x, y)| = |(\nabla_x P(x, y))| - |(\nabla_y P(x, y))| \quad (2.6)$$

การค้นหาลักษณะที่มียอดค่าของเส้นตรงสามารถดำเนินการได้หลายวิธี คือ Sobel, Prewitt, Robert และ Canny ยกตัวอย่างเช่น วิธี Canny Edge Detection เป็นวิธีการแบ่งออกเป็น ส่วนย่อยในแต่ละพิกเซล กำหนดรูปแบบการเปลี่ยนแปลงภาพให้มีความเรียบด้วยตัวกรองเกาส์เซียน ก่อนคำนวณหาขนาด และทิศทางของเกรเดียนต์ขึ้นมา ค่าของ Mask กำหนดค่าได้ดังสมการที่ 2.7 และ 2.8

$$Mask(E_x) = \begin{pmatrix} Z_{x1} & Z_{x2} & Z_{x3} \\ Z_{x4} & Z_{x5} & Z_{x6} \\ Z_{x7} & Z_{x8} & Z_{x9} \end{pmatrix} = E_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

$$Mask(E_y) = \begin{pmatrix} Z_{y1} & Z_{y2} & Z_{y3} \\ Z_{y4} & Z_{y5} & Z_{y6} \\ Z_{y7} & Z_{y8} & Z_{y9} \end{pmatrix} = E_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

กำหนดให้ขนาดของ Mask เท่ากับ 3×3 และมีค่าเท่ากับ E_x และ E_y หากค่าอนุพันธ์ อันดับหนึ่งของส่วน $\frac{\partial P}{\partial x}$ และของส่วน $\frac{\partial P}{\partial y}$ ขนาดของเกรเดียนต์หาได้จากสมการที่ 2.9

$$M(i, j) = \sqrt{E_x^2(i, j) + E_y^2(i, j)} \quad (2.9)$$



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) การหาขอบภาพโดยวิธี Sobel

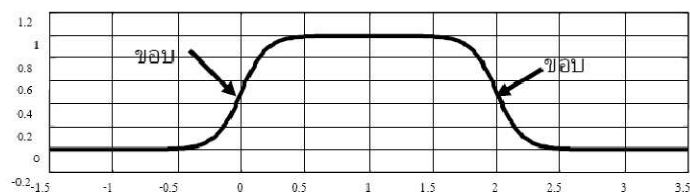
ภาพที่ 2.8 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง

2.4.2 การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง

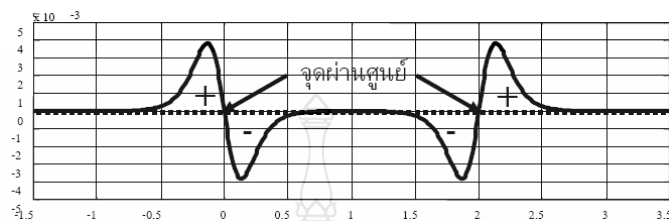
การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสองหาขอบภาพมี 2 วิธี คือ Zero Crossing และ Laplacian of a Gaussian (LOG) การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสองเปรียบได้กับการหาอนุพันธ์อันดับสองของภาพเพื่อให้ได้ขอบของภาพ โดยภาพที่ผ่านขั้นตอนการหาอนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Operator: $\nabla^2 P$) บริเวณที่เป็นส่วนขอบจะเด่นชัดขึ้น ประมวลค่าของ $\nabla^2 P$ โดยใช้ Mask ของสมการที่ 2.7 และ 2.8 ซึ่งจะทำให้ตำแหน่งของบริเวณขอบของวัตถุในภาพเกิดจากค่าจุดผ่านศูนย์ (Zero Crossing) ของ $\nabla^2 P$ การหาอนุพันธ์อันดับสองสามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

$$\nabla^2 P = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \quad (2.10)$$

การค้นหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง เมื่อทำ $\nabla^2 P$ บริเวณขอบจะมีตำแหน่งเดียวกับค่าจุดผ่านศูนย์กลางของค่าจาก $\nabla^2 P$ พิจารณาได้จากตำแหน่งที่พิกเซลเปลี่ยนแปลงจากค่าที่เป็นบวกเป็นค่าที่เป็นลบหรือจากค่าที่เป็นลบไปเป็นค่าที่เป็นบวก ดังภาพที่ 2.9



(ก) ภาพตั้งต้น



(ข) อนุพันธ์อันดับสองของภาพตั้งต้น

ภาพที่ 2.9 ลักษณะการหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง [4]



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) ภาพหลังผ่านการหาขอบภาพโดยวิธี LOG

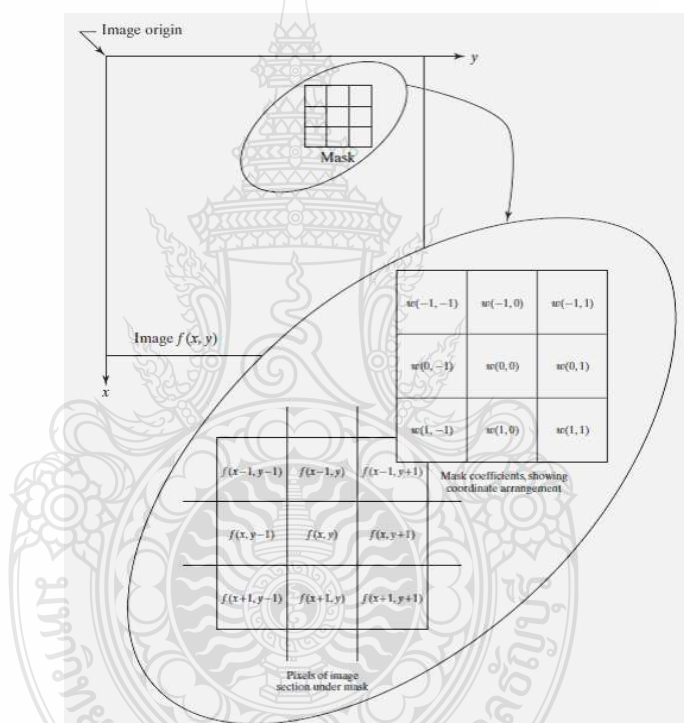
ภาพที่ 2.10 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง

การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง ไม่สนใจทิศทางภาพในแนวแกน x และ y กำหนดจุดที่ค่า y เป็นจุดผ่านศูนย์ วิธีนี้ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการค้นหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง กล่าวคือ เราสามารถตรวจจับความไม่ต่อเนื่องของพิกเซลในโดเมนรูปภาพได้โดยใช้อนุพันธ์ของภาพนั่นเอง

2.5 การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering)

การกรองข้อมูลภาพ คือ การนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพ คือ การเน้น (Enhance) หรือลดทอน (Attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

การกรองข้อมูลภาพ คือ การประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากในการใช้งานจริงภาพที่ได้มาจะมีสัญญาณรบกวน หรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆ มาปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเหมาะแก่การประมวลผล ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การกรองข้อมูลภาพ [3]

องค์ประกอบสำคัญของการกรองข้อมูลภาพ คือ ตัวกรอง ซึ่งคุณสมบัติของตัวกรองเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของภาพผลลัพธ์ เราอาจมองข้อมูลของภาพๆ หนึ่งให้เป็นสัญญาณๆ หนึ่งได้ด้วยการกำหนดให้ระดับความเข้มแสงของแต่ละจุด คือ ขนาด (Amplitude) ของสัญญาณ ณ ตำแหน่งนั้นๆ

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงเทียบกับตำแหน่งของจุดภาพ ความถี่ของการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนระดับความเข้มแสงของจุดที่อยู่ติดกันไป ตัวกรอง คือ

ระบบๆ หนึ่งซึ่งรับสัญญาณเข้ามาทำการประมวลผลสัญญาณและส่งสัญญาณออก โดยทั่วไปตัวกรองจะถูกสร้างให้เป็นระบบเชิงเส้น (Linear System) เนื่องจากออกแบบได้ง่ายและมีประสิทธิภาพดี ปัจจุบันมีทฤษฎีและเทคนิคมากมายเกี่ยวกับการออกแบบตัวกรองสัญญาณแบบระบบเชิงเส้น

ในการกรองข้อมูลภาพจะพิจารณาว่าภาพ คือ สัญญาณ 2 มิติ ที่ประกอบขึ้นจากสัญญาณความถี่ต่างๆ ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ต่างกัน การออกแบบตัวกรองจึงเป็นการกำหนดว่าเราต้องการกำจัดสัญญาณความถี่ใดออกไปหรือต้องการเลือกใช้สัญญาณความถี่ใด

ในการกรองสัญญาณใดๆ เราจะต้องทราบความถี่หรือช่วงความถี่ของสัญญาณที่เราต้องการและสัญญาณที่เราไม่ต้องการ จากนั้นเราจะเลือกตัวกรองที่เหมาะสม มาใช้เพื่อจำกัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกหรือเน้นสัญญาณที่ต้องการให้เด่นชัดยิ่งขึ้น

2.5.1 การกรองโดยการเฉลี่ยจากหลายภาพ หากเรามีชุดของภาพคุณภาพต่ำหลายๆ ภาพซึ่งถ่ายภาพจากมุมมองเดียวกัน เราสามารถสร้างภาพใหม่ที่มีคุณภาพสูงกว่าจากชุดภาพนั้นได้ หากสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นแบบสุ่มภาพที่เก็บ แต่ละครั้งย่อมมีลักษณะต่างกัน หากความเข้มแสงของจุดในภาพหนึ่งถูกรบกวนเราสามารถนำข้อมูลความเข้มแสงของจุดจากภาพอื่นๆ ณ ตำแหน่งเดียวกันมาแทน แต่ละจุดในภาพผลลัพธ์ที่ได้ จะเกิดจากการเฉลี่ย จากจุดที่ตรงกันของภาพต่างๆ ในชุดภาพ

2.5.2 การกรองข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (Mean Filtering) วิธีการนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ของจุดทั้งหมด วิธีนี้เป็นการลดทอนสัญญาณรบกวน ภาพที่ได้จะมีสัญญาณรบกวนลดลง หากมีภาพขนาด $N \times M$ ทั้งหมด K ภาพ เราสามารถคำนวณหาภาพใหม่ได้

$$\hat{I}(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K I_j(x, y) \quad (2.11)$$

$\hat{I}(x, y)$ คือ ความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพผลลัพธ์

$I_j(x, y)$ คือ ความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพที่ j

2.5.3 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median Filtering) วิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับ (Sort) จากน้อยไปหามากจากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวนภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ค่าทั้งสองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการคำนวณสูง แต่ข้อดี คือ ไม่สูญเสียความคมชัด

2.5.4 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่านิยม (Modal Filtering) วิธีการนี้คล้ายกับวิธีใช้ค่ามัธยฐานแต่ไม่ใช้การเรียงลำดับข้อมูลระดับความเข้มแสงที่ใ้บ่ยที่สุดจะถูกเลือกไปใช้ วิธีนี้เสมือนการโหวตลงคะแนนเสียง ผู้ที่ได้คะแนนเสียงสูงที่สุด คือ ผู้ชนะ วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นไม่บ่อย

2.5.5 การกรองโดยใช้หน้าต่าง การกรองข้อมูลภาพวิธีนี้จะใช้หน้าต่างในการกำหนดขอบเขตของการพิจารณาเพื่อหาระดับความเข้มแสงของจุดต่างๆ ในภาพผลลัพธ์ ความเข้มของแสงที่อยู่จุดรอบๆ จุดกึ่งกลางของหน้าต่างจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้ คือ ค่าความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์หน้าต่างจะถูกเลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆ ในภาพจนครบทุกจุด

2.5.6 การกรองโดยวิธีคอนโวลูชัน (Convolution Filtering) วิธีการกรองข้อมูลภาพที่กล่าวมาส่วนใหญ่อาศัยหลักของการหาค่าเฉลี่ยของจุดเดียวกันจากหลายๆภาพ หรืออาจจะเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากจุดต่างๆ ที่อยู่รอบๆ จุดที่เราสนใจ เนื่องจากการหาค่าเฉลี่ยเป็นการลดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วิธีการที่ผ่านมาจึงใช้ได้ดีกับการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เป็นสัญญาณความถี่สูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการกรองสัญญาณมีวัตถุประสงค์เพื่อนำคุณสมบัติบางอย่างที่ต้องการในภาพให้เด่นชัดขึ้นในขณะที่ลดทอนคุณสมบัติที่ไม่ต้องการลง หากเราต้องการเน้นการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มของจุดต่างๆ ภายในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในที่นี้จะเสมือนกับการกรองสัญญาณความถี่สูงผ่าน เราจะไม่สามารถใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ วิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ คือ การคอนโวลูชัน ซึ่งเป็นการกระทำกันระหว่างเทมเพลต (Template) กับภาพ (Image) เทมเพลต คือ เมตริกซ์ขนาด $N \times M$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปซ้อนทับกับภาพที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชัน กำหนดให้เทมเพลต $T(i, j)$ เป็นเทมเพลตกับภาพ โดย $\hat{I}(X, Y)$ คือ ภาพผลลัพธ์จากการคอนโวลูชันสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.12

$$\hat{I}(X, Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i, j) \cdot I(X - i, Y - j) \quad (2.12)$$

จากสมการที่ 2.12 จะเห็นว่าระดับความเข้มแสง ณ จุด (X, Y) ในภาพผลลัพธ์ได้จากการหาผลรวมของผลคูณระหว่างค่าในเทมเพลตกับค่าระดับความเข้มแสงของภาพในบริเวณที่เทมเพลตซ้อนทับอยู่จากสมการ ตัวชี้ตำแหน่งจุดในภาพ $(X - i, Y - j)$ แสดงให้เห็นว่ามีการพลิกเทมเพลตทางแกนนอน และแกนตั้ง ดังสมการที่ 2.13 แสดงการคอนโวลูชันที่ไม่ต้องมีการพลิกเทมเพลต ซึ่งวิธีการนี้มีชื่อที่แท้จริงว่า Cross-Correlation และเป็นที่ยอมรับใช้ในด้านการประมวลผลภาพ

$$\hat{I}(X, Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i, j) \cdot I(X+i, Y+j) \quad (2.13)$$

ขั้นตอนจะประกอบด้วย การเลื่อน การบวก และการคูณ เราสามารถใช้การคอนโวลูชันในการประมวลผลภาพได้ในหลายลักษณะ เช่น การกรองสัญญาณภาพการหาขอบภาพหรือการหารูปทรงของวัตถุในภาพ เป็นต้น

2.6 การปรับปรุงขอบภาพ

2.6.1 กระบวนการมอร์โฟโลยี (Morphology Processing)

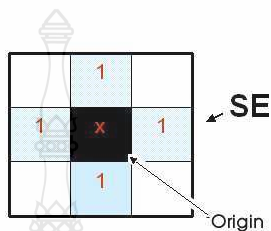
มอร์โฟโลยีจัดเป็นคณิตศาสตร์แขนงหนึ่งที่อยู่ใต้วงของพีชคณิต ที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากตัวดำเนินการของมันสามารถสร้างขึ้นมาให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน และสามารถจำแนกวัตถุที่มีรูปร่างต่างกัน ในภาพอย่างมีเหตุผลผู้ที่ริเริ่มนำทฤษฎีนี้มาใช้ คือ Hadwiger โดยในช่วงแรกๆ จะใช้การประมวลผลกับเซตที่มีค่าเป็นจริงกับเท็จ ซึ่งต่อมาได้มีผู้พัฒนานำมาใช้กับการประมวลผลภาพไบนารี และได้พัฒนาเรื่อยจนสามารถนำมาใช้กับภาพเกรย์สเกล โดยมอร์โฟโลยีมี 2 ส่วน คือ การขยายพิกเซล (Dilation) และการลดหรือการกัดกร่อน (Erosion) ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะการทำกระบวนการรูปร่างลักษณะสำหรับข้อมูลภาพแบบขาวดำกระบวนการรูปร่างลักษณะจะคล้ายกับการทำคอนโวลูชัน ซึ่งจะต้องใช้ Mask Coefficient แต่ในการกระทำนี้จะเรียกว่า Structure Element (SE) การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะนี้ได้หลายแบบด้วยกันตัวอย่าง เช่น การขยายพิกเซล การลดขนาดพิกเซล การทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดกว้างมากขึ้น (Opening) และการทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) การขยายหรือลดพิกเซล และการทำรูปภาพให้เปิดมากขึ้นหรือปิดมากขึ้นจะขึ้นอยู่กับ Structure Element [3]

2.6.2 เทคนิคการกัดกร่อน (Erosion)

เทคนิคการกัดกร่อน คือ จะลดขนาดของพิกเซล โดยการสแกนค่าของ Structuring Element บนแต่ละค่าของพิกเซลภาพ โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวาซึ่งจะเปลี่ยนค่าพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ให้มีค่าเป็น 0 เมื่อพิกเซลใดพิกเซลหนึ่งบน Structuring Element มีค่าตรงกับค่าพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิม เมื่อทุกพิกเซลของ Structuring Element มีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2.12 และ 2.13 โดยมีสมการดังนี้

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\} \quad (2.14)$$

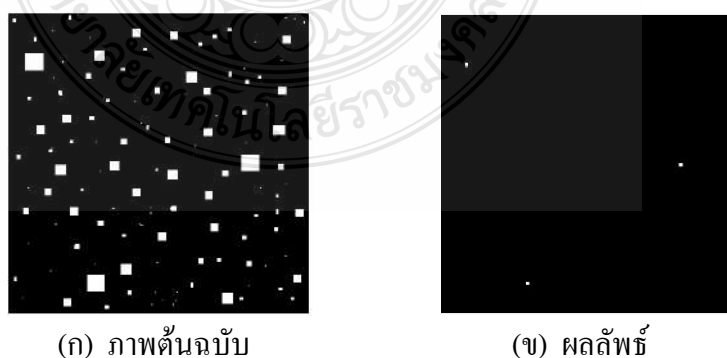
- เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล
 B คือ Structuring Element
 Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ



ภาพที่ 2.12 ค่าของ Structuring Element [3]



ภาพที่ 2.13 การทำงานของเทคนิคการกัดกร่อน [3]



ภาพที่ 2.14 ผลของการทำงานของเทคนิคการกัดกร่อน [3]

2.6.3 เทคนิคการขยาย (Dilation)

เทคนิคการขยาย คือ การขยายพิกเซลของภาพโดยการสแกนค่าของ Structuring Element บนแต่ละค่าของพิกเซลภาพโดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา ซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้มีค่าเป็น 1 เมื่อค่าของพิกเซลใดๆ พิกเซลหนึ่งบน Structuring Element มีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิมเมื่อทุกค่าของ Structuring Element มีค่าตรงกับทุกค่าของพิกเซลภาพแสดงดังภาพที่ 2.15 โดยมีสมการดังนี้

$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left[(\hat{B})_z \cap A \right] \subseteq A \right\}$$

(2.15)

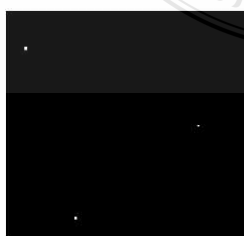
เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

B คือ Structuring Element

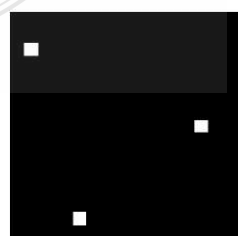
Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ

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

ภาพที่ 2.15 การทำงานของเทคนิคการขยาย [3]



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) ผลลัพธ์

ภาพที่ 2.16 ผลของการทำงานของเทคนิคการขยาย [3]

2.6.4 เทคนิคการปรับปรุงขอบภาพ Opening

เทคนิคการปรับปรุงขอบภาพ Opening เป็นการนำเทคนิคการกัดกร่อนขอบภาพ จากนั้นทำการขยายโดยใช้เทคนิคการขยายภาพ สามารถเขียนสมการของ Opening ได้ดังสมการที่ 2.16 และสมการที่ 2.17

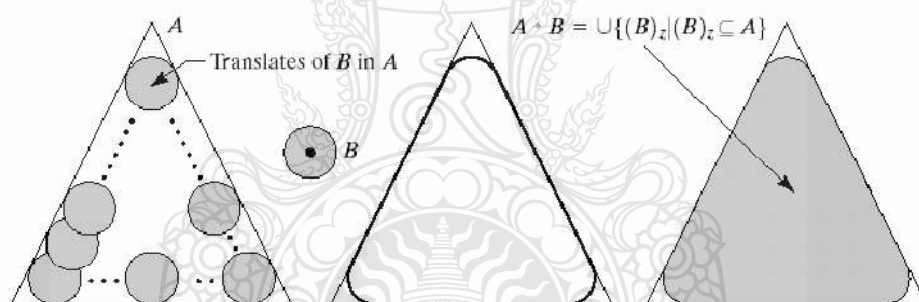
$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (2.16)$$

$$A \circ B = U \left\{ (B)_z \mid (B)_z \subseteq A \right\} \quad (2.17)$$

เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

B คือ Structuring Element

Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ



ภาพที่ 2.17 การทำงานของ Opening [3]

2.7 ดิสแตนท์ทรานฟอร์ม (Distance Transform)

การหาระยะห่างระหว่างพิกเซล 2 พิกเซล สามารถหาได้โดยใช้การกระทำกันของพิกเซลจำนวน 4 พิกเซล จากนั้นพิจารณาความต่างของระยะระหว่าง 2 พิกเซล คือ $f(i, j)$ และ $f(m, n)$ ดังสมการที่ 2.18

$$d(f(i, j), f(m, n)) = |i - m| + |j - n| \quad (2.18)$$

ดิสแตนทรานฟอร์ม คือ การแทนที่ค่าของพิกเซลในพื้นที่ของวัตถุที่มีระยะห่างน้อยที่สุดค่าที่ได้เป็นพื้นที่ของขอบภาพ ตัวแปลงที่ใช้เป็นวิธีการแบบอนุกรมบนพื้นฐานของพื้นที่ใกล้เคียงกัน การสแกนพื้นที่ 2 รอบ รอบแรกสแกนหาลำดับจากซ้ายไปขวา รอบที่สองจากบนลงล่าง โดยให้ $f(i, j)$ เป็นค่าพิกเซลต้นฉบับโดยปราศจากการสูญเสีย ดังสมการที่ 2.19

$$f(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } f(i, j) \text{ is in an object area} \\ 0, & \text{others} \end{cases} \quad (2.19)$$

เมื่อดำเนินการหาระยะการเปลี่ยนของพิกเซล (i, j) เมื่อเราได้ค่าพิกเซลของ 2 พิกเซล ที่มีการดำเนินการลักษณะเดียวกันที่ใกล้เคียงกันให้ $s(i, j)$ เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการสแกนรอบแรก จากสมการที่ 2.20

$$s(i, j) = \begin{cases} 0, & f(i, j) = 0 \\ \min \{s(i, j-1)+1, s(i-1, j)+1\}, & f(i, j) = 1 \end{cases} \quad (2.20)$$

ผลการสแกนรอบแรกจะให้ผลพื้นที่ภายในที่อยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าที่ได้ทางด้านขวาและด้านล่างยังไม่ใช่พื้นที่ที่น้อยที่สุดที่สามารถเป็นขอบภาพได้จึงต้องการสแกนรอบสอง โดยสแกนจากขวาไปซ้าย และล่างขึ้นบน หลังจากสแกนรอบสองผลลัพธ์ที่ได้ของ ดิสแตนทรานฟอร์มให้ $d(i, j)$ เป็นผลการสแกนรอบสอง จากสมการที่ 2.21

$$d(i, j) = \begin{cases} 0, & s(i, j) = 0 \\ \min \{d(i+1, j)+1, d(i, j+1)+1, s(i, j)\}, & s(i, j) = 1 \end{cases} \quad (2.21)$$

2.8 จุดศูนย์กลาง (Centroid)

ถ้าอธิบายภาพวัตถุด้วยภาพไบนารี $f(x, y)$ เราสามารถเขียนพื้นที่ A ของวัตถุให้อยู่ในรูปของผลรวมได้ ดังสมการที่ 2.22

$$A = \sum_x \sum_y f(x, y) \quad (2.22)$$

โดยที่ $f(x, y) = 1$ ถ้าเป็นพื้นที่ของวัตถุ
 $f(x, y) = 0$ ถ้าเป็นพื้นที่ของพื้นหลัง

เมื่อเราได้ค่า x และ y ครบทั้งภาพ เราสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยแกน x และ y ของวัตถุ โดยหาผลรวมได้จากสมการที่ 2.23 และ 2.24

$$\bar{x} = \frac{\sum_x \sum_y x f(x, y)}{\sum_x \sum_y f(x, y)} = \frac{1}{A} \sum_x \sum_y x f(x, y) \quad (2.23)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_x \sum_y y f(x, y)}{\sum_x \sum_y f(x, y)} = \frac{1}{A} \sum_x \sum_y y f(x, y) \quad (2.24)$$

ค่าเฉลี่ยของแกน (\bar{x}, \bar{y}) เราเรียกว่า Centroid หรือจุดศูนย์กลางถ่วง หรือจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ [5]

2.9 การแบ่งภาพโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

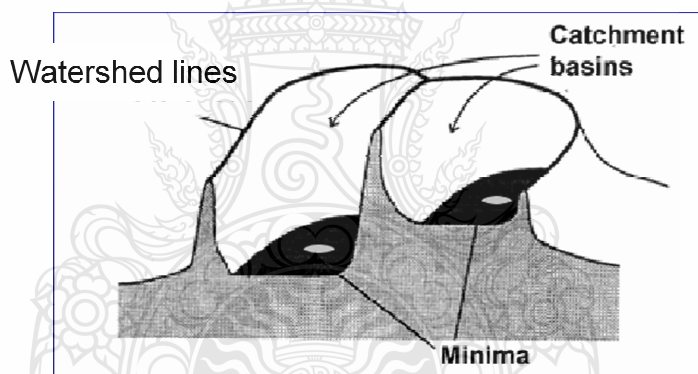
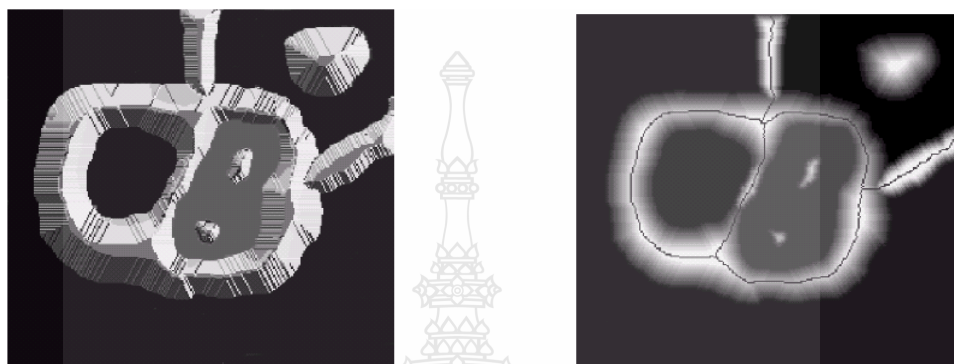
การแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ โดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation เป็นการหาความต่อเนื่องของเส้นรอบรูปของพื้นที่หรือวัตถุ แนวคิดของ Watershed จะมองภาพในลักษณะภาพ 3 มิติ พิกัดเชิงพื้นที่และภาพระดับสีเทา พิจารณา 3 จุด ด้วยกัน คือ จุดที่เป็นค่าของพื้นที่ที่มีค่าน้อยที่สุด จุดที่หยดน้ำจะลดลงไปค่าที่สุด เรียกว่า อ่างเก็บกักน้ำ (Catchment Basins) และจุดที่น้ำมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าพื้นที่ของพื้นที่ที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งจุดดังกล่าวเรียกว่า เส้นแบ่ง หรือ Watershed Lines

แนวคิดเบื้องต้นของอัลกอริทึมนี้ คือ เส้นแบ่งเกิดจากช่องว่างที่เกิดขึ้นของแต่ละบริเวณที่มีค่าน้อยที่สุดและลักษณะของการท่วม การเพิ่มขึ้นของน้ำในอ่างที่จะนำไปสู่การเกิดการผสมกันจนเกิดเป็นแนวสันเขื่อน หรือเส้นรอบรูปของสันเขื่อนในแต่ละส่วน

ในส่วนของอัลกอริทึมให้ M_1, M_2, \dots, M_R เป็นเซตใช้แสดงค่าพิกัดของจุดในบริเวณที่มีค่าน้อยที่สุดของภาพ $g(x, y)$ ให้ $C(M_i)$ เป็นค่าที่ใช้แสดงพิกัดของจุดในอ่างเก็บกักน้ำที่เกี่ยวข้องกับบริเวณที่มีค่าน้อยที่สุดของ M_i (จุดต่างๆ ในอ่างเก็บกักน้ำมาจากการเชื่อมต่อขององค์ประกอบ)

เครื่องหมาย \min และ \max จะใช้แสดงค่า minimum และ maximum ของ $g(x,y)$ สุดท้ายให้ $T[n]$ แสดงค่าพิกัด (s,t) เมื่อ $g(s,t) < n$ ดังสมการ

$$T[n] = \{(s,t) | g(s,t) < n\} \quad (2.25)$$



ภาพที่ 2.18 ลักษณะของ Watershed Lines [3]

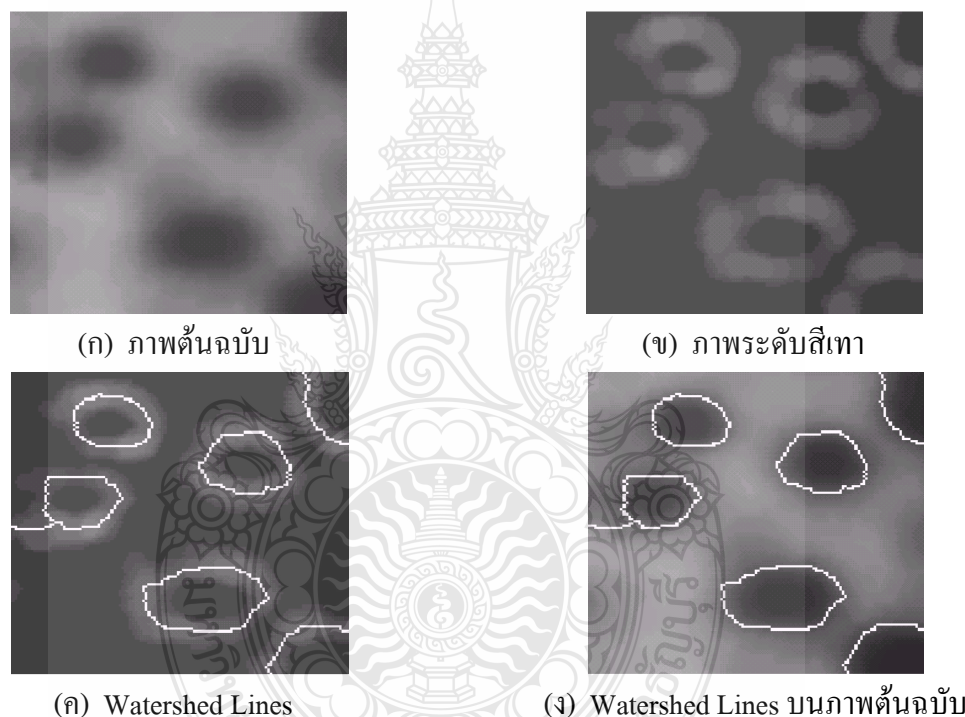
ในทางเรขาคณิต $T[n]$ เป็นค่าพิกัดของจุดใน $g(x,y)$ จะสมมติให้ $g(x,y) = n$ การเพิ่มการท่วมหรือการไหลในบริเวณจะใช้ตัวเลขจำนวนเต็มจาก $n = \min + 1$ ถึง $n = \max + 1$ ที่ขั้นตอน n ใดๆ ของกระบวนการอัลกอริทึมการท่วมของน้ำต้องการรู้ตัวเลขของจุดที่ท่วมลึกที่สุด เกี่ยวกับค่าพิกัด $T[n]$ ที่อยู่ด้านล่างของระนาบ $g(x,y) = n$ ระบุเป็นสีดำ และพิกัดอื่นๆระบุเป็นสีขาว

ให้ $C_n(M_i)$ เป็นเซตค่าจุดพิกัดของอ่างเก็บกักน้ำที่เกี่ยวข้องกับค่าที่น้อยที่สุด M_i เมื่อมีการท่วมในพื้นที่ของ n ดังที่ได้อธิบายแล้วข้างต้น $C_n(M_i)$ หากมองในลักษณะของภาพไบนารีจะได้

$$C_n(M_i) = C(M_i) \cap T[n] \quad (2.26)$$

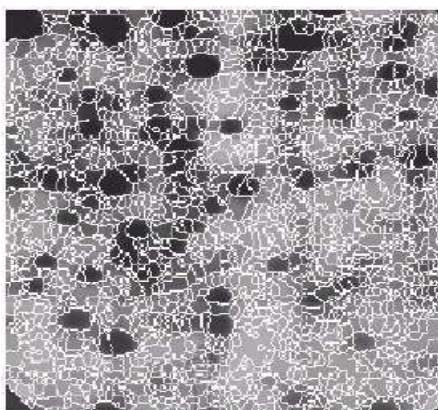
จะได้ $C_n(M_i) = 1$ ถ้า $(x, y) \in C(M_i)$ AND $(x, y) \in T[n]$ และ $C_n(M_i) = 0$ ในกรณีค่าอื่นๆ อธิบายในทางเรขาคณิตเราใช้ตัวดำเนินการ AND ในการแยกแบ่งส่วนพื้นที่ที่ท่วมน้ำของภาพไบนารี $T[n]$ ที่เกี่ยวข้องกับบริเวณที่น้อยที่สุด M_i

อัลกอริทึมของ Watershed ถูกนำมาใช้กับภาพระดับสีเทา ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้จะขึ้นอยู่กับค่า n ที่เลือกใช้ โดยเราสามารถหาค่าดังกล่าวได้จากค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในฮิสโตแกรมของ $g(x, y)$



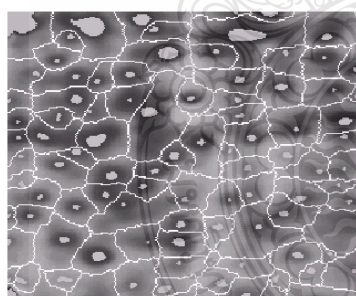
ภาพที่ 2.19 การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของเทคนิค Watershed [3]

อัลกอริทึมการแบ่งส่วนของเทคนิค Watershed Segmentation ถูกนำมาใช้ในการแบ่งภาพ ตั้งแต่แบบพื้นฐานจนถึง Oversegmentation ซึ่งภาพ Oversegmentation ในกรณีนี้เราจะหมายถึงภาพที่มีจำนวนวัตถุหลายๆ ในพื้นที่ ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2.20 คือ จะมีสัญญาณรบกวนและมีความผิดปกติอื่นๆ ทำให้ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำมาใช้ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร



ภาพที่ 2.20 ลักษณะภาพ Oversegmentation [3]

แนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การจำกัดจำนวนของพื้นที่โดยทำการรวมกันตั้งแต่ในขั้นตอนการแบ่งส่วน ซึ่งวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุม Oversegmentation เป็นขั้นตอนพื้นฐานของการระบุจุด (Marker) การระบุจุดเป็นการแสดงการเชื่อมต่อขององค์ประกอบในภาพการระบุจุดภายใน (Internal Marker) ใช้กับวัตถุที่เราสนใจและการระบุจุดภายนอก (External Marker) ใช้กับพื้นหลังภาพ



(ก) ระบุจุดภายในและภายนอก



(ข) ผลการแบ่งแยกวัตถุ

ภาพที่ 2.21 การระบุจุดและสร้าง Watershed Lines [3]

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ผู้วิจัยนำเสนอเกี่ยวกับงานวิจัยอื่นๆ ที่นำเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านต่างๆ เช่น ทางด้านอุตสาหกรรม และการแพทย์ ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์นี้ ได้แก่ งานวิจัยที่นำเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้เกี่ยวกับคัดแยกขนาด

ผลไม้ [6, 7] ประยุกต์ใช้กับการตรวจหาวัตถุในภาพถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า เพื่อหาข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือสินค้า แทนการตรวจสอบโดยใช้สายตามนุษย์ [8 - 10] ประยุกต์ใช้เกี่ยวกับทางการแพทย์ [11 - 13]

ในงานวิจัยของ [6] มะละกอกับผลไม้ส่งออกที่สำคัญ โดยที่มีการควบคุมคุณภาพและจัดลำดับของขนาด ซึ่งลำดับของขนาดผลไม้เป็นตัวกำหนดน้ำหนัก ด้วยเหตุนี้ในการปฏิบัติงานในการคัดแยกเป็นสิ่งที่เสียเวลา และแรงงาน บทความนี้จึงนำ Computer Vision มาใช้ในการจัดลำดับขนาดและวิเคราะห์คุณลักษณะโดยนำภาพสี RGB มาแปลงเป็นภาพไบนารี ใช้วิธีหาค่าเทรซโฮลอัตโนมัติด้วยวิธีของ Otsu's ใช้กระบวนการ Morphological ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงภาพมาช่วยในการแยกแ่งวัตถุที่เป็นมะละกอกับพื้นหลัง เมื่อได้คุณลักษณะรูปร่างซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบรูปของภาพผลมะละกอก สามารถแบ่งคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาได้ตามลักษณะเฉพาะที่ได้มาโดยใช้การเรียนรู้และทดสอบ วิธีการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสามารถแบ่งขนาดของมะละกอกได้ถูกต้องร้อยละ 94

ในงานวิจัยของ [7] ได้นำเสนอการคัดแยกสับปะรด โดยวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการประมวลผลภาพ และการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติค่าความแปรปรวนของตัวแปรขนาด โดยทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบขาวดำเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุและแยกภาพพื้นหลัง นำภาพที่ได้มากำหนดเพื่อหาขนาดในการหาขนาดพื้นที่ คือ การนับจำนวนพิกเซลที่เป็นสีดำ จากนั้นนำค่าพิกเซลมาเทียบกับพื้นที่ขนาดมาตรฐานเพื่อทำการแบ่งลำดับขนาด ผลที่ได้แบ่งสับปะรดออกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง และใหญ่ การทดสอบให้ค่าความถูกต้องของการคัดแยกร้อยละ 92.60 อัตราส่วนของสิ่งเจือปนร้อยละ 7.40 และสมรรถนะ 3,296.80 ผลต่อชั่วโมง จากงานวิจัยทั้งสองจะเป็นการคัดแยกวัตถุหรือระบุขนาดของวัตถุในภาพในลักษณะของวัตถุเดี่ยว คือ ทำการถ่ายภาพวัตถุครั้งละผลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลในการคัดแยกวัตถุ หรือระบุขนาดของวัตถุ

ในงานวิจัยของ [8] นำเสนอการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมบน ABS ของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ทดแทนการตรวจสอบโดยใช้สายตาของพนักงานซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากความเหนื่อยหัดหรือกระบวนการตัดสินใจของแต่ละบุคคล วิธีการนี้ใช้เครื่องถ่ายภาพแบบอัตโนมัติ นำภาพที่ได้มาทำการแปลงเป็นภาพขาวดำ จากนั้นผ่านขั้นตอนการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่พื้นผิว และบนขอบของ ABS ซึ่งสิ่งแปลกปลอมถูกตรวจจับโดยพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างภาพหัวอ่านที่ทำการวิเคราะห์กับภาพหัวอ่านต้นฉบับที่ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ซึ่งผลที่ได้สามารถตรวจหาสิ่งแปลกปลอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยของ [9] นำเสนอวิธีการในการคัดแยกเมล็ดเคียวออกได้มากกว่า 10 รูปแบบในการคัดแยก โดยใช้สี เนื้อผิวภายนอกและแบ่งแยกโดย SVM (Support Vector Machine) ยังพัฒนาให้สามารถตรวจจับภาพที่มีจำนวนตัวอย่างของเมล็ดมากๆ ได้ การตรวจจับภาพถูกออกแบบมาให้ตรวจจับภาพที่มีแสงไม่แน่นอนในระดับต่างๆ มีการสะท้อน และเงาของเมล็ดพืชตัวอย่างได้ คุณภาพที่ได้จากเครื่องมีค่าคมชัดและมีความแม่นยำของสีสูง ในการแยกภาพเลือกใช้สีสโตแกรมของภาพ RGB และ HSV มาใช้งานร่วมกัน โดยใช้หลักของ Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) และประยุกต์ใช้ Local Binary Pattern (LBP) แทนคุณลักษณะ อธิบายขั้นตอนการทดลองดังนี้ สร้างกล่องควบคุมแสงในการถ่ายภาพต้นฉบับ ทำการลดสัญญาณรบกวน โดยใช้ Median Filter หรือ Connected Component Labeling สกัดแยกคุณลักษณะของภาพโดยใช้สีสโตแกรมในภาพ RGB และ HSV ซึ่งเป็นพื้นฐานของ GLCM และ LBP ในการแบ่งแยกภาพตามคุณลักษณะของภาพ วิธีการที่นำเสนอได้ทำการทดลองกับตัวอย่างภาพ 10,000 ภาพ ให้ผลความแม่นยำร้อยละ 95.60 สำหรับเมล็ดพืชทั่วไป และร้อยละ 80.60 สำหรับกลุ่มของเมล็ดพืชเสีย โดยที่ผลการทดลองเบื้องต้นมีประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพในทางปฏิบัติ

ในงานวิจัยของ [10] นำเสนอการตรวจหาข้อบกพร่องโดยตรวจหาการติดกันหรือการรั่วของรหัสที่แสดงผลหน้าจอ VFD (Vacuum Fluorescent Display) โดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพทำการเทรซโฮลโดยใช้วิธีการของ Otsu's ในการดำเนินการภาพที่ได้จะเป็นภาพไบนารี จากนั้นใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีในการแบ่งบริเวณภาพในการระบุขอบเขตการเชื่อมต่อของสัญลักษณ์ ทำการนับจำนวนของคุณลักษณะที่บ่งชี้ของ VFD จากนั้นตรวจสอบขอบเขตการเชื่อมต่อเพื่อหาข้อบกพร่อง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการตรวจหาให้ผลที่ดี ในการตรวจหาวัตถุของงานวิจัยที่นำเสนอในการตรวจหาวัตถุ นั้น จะมีการสร้างการเรียนรู้หรือภาพต้นแบบสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบ

ในงานวิจัยของ [11] นำเสนออัลกอริทึมบนพื้นฐานของมอร์โฟโลยีในการแบ่งแยกวัตถุที่มีการทับซ้อนแบบอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคดิสแตนทรานฟอร์มและเทคนิค Dilation พิจารณาพื้นที่ที่มีจุดเชื่อมต่อในการออกแบบและทำให้บรรลุผลสำเร็จในการแบ่งแยกวัตถุ งานวิจัยนี้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์กับปัญหาการแบ่งแยกเซลล์ในภาพทางการแพทย์ของตับ เป็นการวิเคราะห์โรคตับอักเสบ ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้มีความเร็วและผลการแบ่งแยกเป็นที่น่าพอใจ จากนั้นทำการแบ่งแยกวัตถุในภาพที่มีการทับซ้อนแล้วทำการนับวัตถุที่อยู่ในภาพ นำเทคนิคของงานวิจัยนี้มาประยุกต์ใช้การงานวิจัยในการใช้หลักการเทคนิคดิสแตนทรานฟอร์ม ในการแบ่งวัตถุในภาพซึ่งเป็นองค์ประกอบพารามิเตอร์หนึ่งในการประยุกต์ใช้เทคนิคมาร์จินอลสเปซ

ในงานวิจัยของ [12] การวิเคราะห์ภาพเซลล์โดยอัตโนมัติมีความน่าสนใจและมีความสำคัญ โดยที่การแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ และการแยกหมวดหมู่เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการที่จะมาทำการวิเคราะห์ผลของเทคนิค Otsu's และการสร้างสัญลักษณ์การเชื่อมต่อบริเวณ (Connected Region Labeling) บทความนี้ใช้หลักการเลือกค่าจากภาพสี RGB โดยใช้ K - L Transform ในการลดความซับซ้อนของภาพ จากนั้นใช้การหาค่าเทรสโฮลอัตโนมัติโดยวิธีของ Otsu's ในการแปลงภาพให้เป็นภาพไบนารี นำข้อมูลภาพไบนารีมาใช้ในการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ สุดท้ายใช้วิธีการสร้างสัญลักษณ์การเชื่อมต่อบริเวณมาทำการแยกภาพไบนารีออกเป็นหมวดหมู่ บทความนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้การแบ่งภาพและการแยกเป็นหมวดหมู่ของภาพเซลล์ชนิดต่างๆ ผลที่ได้มีประสิทธิภาพและให้ค่าความถูกต้องของข้อมูล

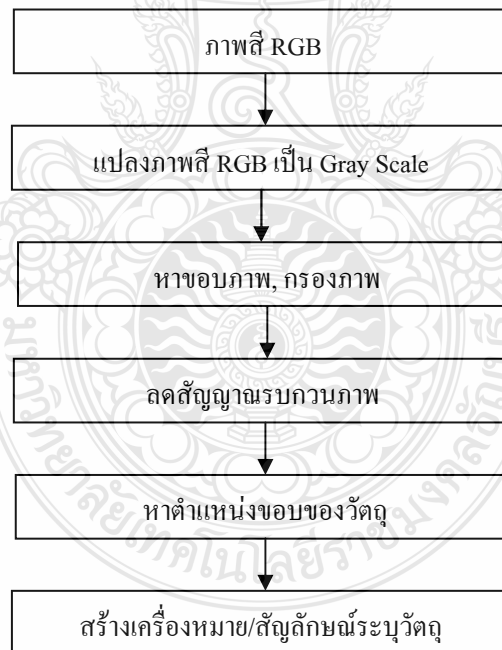
ในงานวิจัยของ [13] นำเสนอการนับเซลล์เม็ดเลือดแดง ใช้การตรวจนับจำนวนวัตถุบนภาพขาว - ดำ โดยวิธี Sum - Result Indexing เป็นวิธีที่มีการพัฒนาจากวิธีการเข้ารหัสแบบ Run-Length Encoding (RLE) การระบุตัวตนของกลุ่มพิกเซลหลังจากที่มีการรวมโดยจัดกลุ่มจุดที่อยู่ติดกันในแนวนอนและหาความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่ม ความถูกต้องในการนับให้ผลเหมือนกันแต่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี Contour Tracing Technique

ในงานวิจัยการแบ่ง การแยก หรือการนับวัตถุในภาพจะเป็นลักษณะของวัตถุที่ไม่มีการทับซ้อนของวัตถุ หรือการทับซ้อนไม่มากคือเป็นลักษณะของวัตถุที่มีการวางทับซ้อนกันไม่มากจะถูกแบ่ง [12] หรือถ้าหากมีการทับซ้อน วัตถุจะถูกจัดเป็นกลุ่มของวัตถุแล้วทำการนับวัตถุเป็นหนึ่งวัตถุ [13] จากงานวิจัยที่นำเสนอจะเห็นได้ว่า งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคัดแยก ระบุขนาด และการตรวจหาวัตถุ จะใช้ภาพวัตถุที่เป็นวัตถุเดี่ยวในภาพ ซึ่งในการวิจัยนี้ต้องการตรวจหาวัตถุโดยใช้ภาพที่มีจำนวนวัตถุมากกว่าหนึ่งวัตถุในภาพ และในการทดสอบจะใช้การตรวจหาแบบอัตโนมัติไม่ต้องมีการเรียนรู้ภาพต้นฉบับก่อนในการตรวจหาวัตถุ ภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบหากมีการวางทับซ้อนของวัตถุ ผลการทดลองจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุในกรณีภาพที่มีการทับซ้อน ในบทความนี้จึงนำเสนอเทคนิคในการตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด โดยนำเทคนิคการหาขอบภาพ การลดสัญญาณรบกวนภาพ และเพิ่มเติมการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคมาร์จิ้นอลสเปซและเทคนิคมอร์โฟโลยี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการงานวิจัยการตรวจหาวัตถุทรงกลมที่อยู่บนสุดในภาพ 2 มิติ ซึ่งภาพในลักษณะภาพ 2 มิติ คือ ภาพที่มองเห็นตามแนวแกน x (ความกว้าง) และตามแนวแกน y (ความยาว) แตกต่างจากลักษณะภาพ 3 มิติ ที่สามารถมองเห็นตามแนวแกน x (ความกว้าง) แนวแกน y (ความยาว) และแนวแกน z (ความลึก) ภาพ 3 มิติ ที่ออกมาทำให้เหมือนภาพที่เรามองจากสายตามนุษย์ที่สามารถระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในภาพได้ แต่ในภาพ 2 มิติ เราจะสามารถระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนได้อย่างไร งานวิจัยจึงมุ่งศึกษาการตรวจหาวัตถุบนภาพ 2 มิติ ของวัตถุที่ทับซ้อน นำเทคนิคด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ทั้งการหาขอบภาพ การลดสัญญาณรบกวน การตรวจหาและระบุตำแหน่งวัตถุที่อยู่ด้านบนได้ ทำการทดสอบกับภาพถ่ายผลไม้ภาพที่นำมาทดสอบเป็นภาพถ่ายดิจิทัลขนาด 480 x 640 พิกเซล สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังแสดงในภาพที่ 3.1

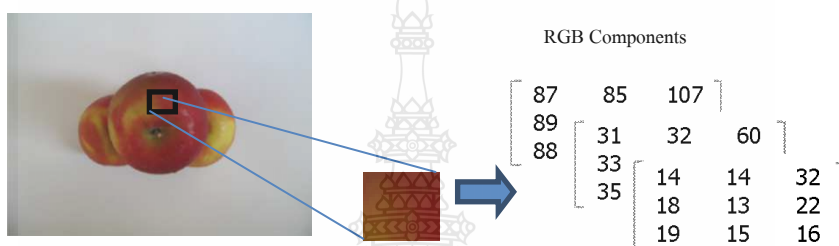


ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบน

3.1 แปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

3.1.1 ภาพสี (RGB Image)

ในแต่ละพิกเซลของภาพสี ประกอบด้วยเวกเตอร์ที่แสดงค่าของสีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) อย่างละ 8 บิต ดังนั้นข้อมูล 1 พิกเซล ของภาพจะประกอบด้วยจำนวนบิต 24 บิต ของทั้ง 3 ค่าสี (RGB) ทำให้ภาพสีจะมีจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 2^{24} สีหรือ 16 ล้านสี โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพ RGB จะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน แสดงภาพ RGB ตัวอย่างดังภาพที่ 3.2



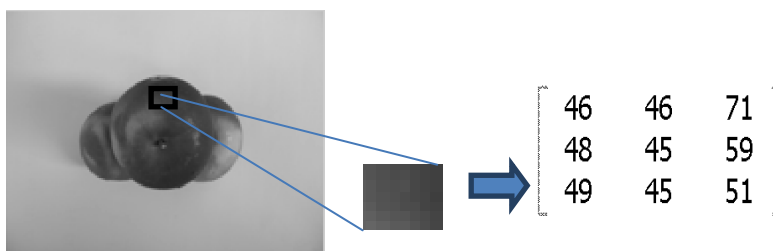
ภาพที่ 3.2 ภาพเชิงดิจิทัลประเภท RGB Image

3.1.2 ภาพสีเทา (Gray Image)

ค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสีเทา คือ ค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของพิกเซลซึ่งจะอยู่ในภาพระดับสีเทา (Gray Level) ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพสีเทา ทำได้โดยแยกระดับสีแต่ละพิกเซลออกจากกัน ในภาพแบบสี RGB จากนั้นนำค่าสี RGB มาเข้าสู่สมการเพื่อคำนวณหาค่าสีเทาและนำค่าที่ได้ไปแทนที่จุดพิกเซลเดิม ในงานวิจัยนี้แปลงภาพ RGB เป็นภาพสีเทาโดยใช้สมการที่ 2.1 จากภาพที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการแทนค่าพิกเซลตำแหน่งที่ (0, 0) ค่า R = 87, G = 31 และ B = 14 นำค่าดังกล่าวแทนค่าในสมการจะได้

$$\begin{aligned} \text{Grayscale (0, 0)} &= 0.3(87) + 0.59(31) + 0.11(14) \\ &= 46 \end{aligned}$$

จากตัวอย่างเราจะได้ค่าระดับสีเทาของพิกเซล (0, 0) ทำการคำนวณค่าพิกเซลทุกๆ ตำแหน่งของภาพจะได้ค่าระดับสีเทา ดังในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ภาพเชิงดิจิทัลประเภทภาพสีเทา

ผลจากการแปลงภาพ RGB เป็นภาพสีเทาจะทำให้ได้ภาพที่มีค่าความเข้มระดับสีเทาที่มีค่าตั้งแต่ 0 - 255 โดยที่ค่า 0 คือ สีดำ และค่า 255 คือ สีขาว

3.2 การหาขอบภาพ

ทำการแยกวัตถุที่ต้องการออกจากภาพพื้นหลัง โดยที่การแยกวัตถุ 2 วัตถุ ออกจากกันหรือแยกออกจากพื้นหลังต้องใช้การค้นหาขอบวัตถุที่อยู่ในภาพนั้น การค้นหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบรูปที่เกิดจากความสว่างของภาพที่เปลี่ยนไปทันที โดยดูจากขนาดหรืออัตราการเปลี่ยนของขนาด การค้นหาขอบภาพเป็นการดึงส่วนประกอบของภาพที่มีจุดเด่นออกจากพื้นหลัง มีวิธีการแยกได้สองลักษณะ คือ การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method) และการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

นำภาพ RGB ที่ผ่านการแปลงภาพเป็นภาพระดับสีเทา ทำการค้นหาขอบภาพ ทดลองใช้การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง เช่น Sobel, Prewitt, Robert และ Canny ผลที่ได้ คือ เทคนิค Sobel, Prewitt และ Robert มีความสมบูรณ์ของภาพน้อย ข้อมูลของขอบไม่สมบูรณ์ ส่วนเทคนิค Canny ขอบภาพที่ได้มีความสมบูรณ์ของขอบภาพแต่ภาพยังคงมีสัญญาณรบกวน ทำให้ยากในการนำข้อมูลไปใช้ทำการทดลองโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง คือ LOG และ Zero Crossing ผลของขอบภาพที่ได้จากการใช้อนุพันธ์อันดับสองทั้ง 2 เทคนิคจะเห็นว่าให้ขอบภาพที่สมบูรณ์มากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง จึงการนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย



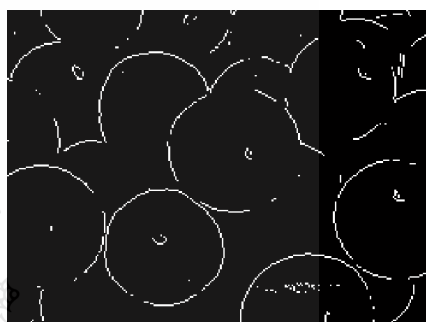
(ก) ภาพ RGB ดั้งเดิม



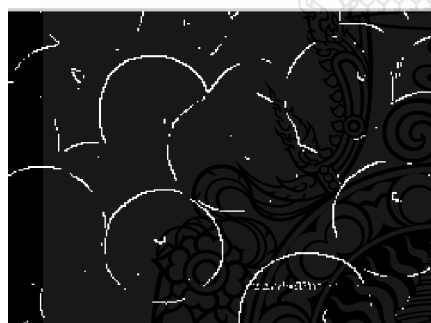
(ข) ภาพสีเทา



(ค) Sobel



(ง) Prewitt



(จ) Robert



(ฉ) Canny



(ช) LOG



(ซ) Zero Crossing

ภาพที่ 3.4 ผลการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิคต่างๆ

การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง ในงานวิจัยนี้เลือกเทคนิคการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิค LOG เทคนิคดังกล่าวเป็นการดำเนินการในลักษณะเชิงเส้น หลักการของการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิค LOG ใช้การรวมภาพผลที่ได้ คือ ทำให้ภาพราบเรียบ (ลดสัญญาณรบกวน) และการคำนวณลาปลาซทำให้เกิดขอบภาพซ้อน ซึ่งการหาขอบภาพจะใช้การผ่านศูนย์ระหว่างขอบที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.5 ผลการหาขอบภาพโดยใช้วิธี LOG

3.3 การกรองภาพและปรับปรุงขอบภาพ

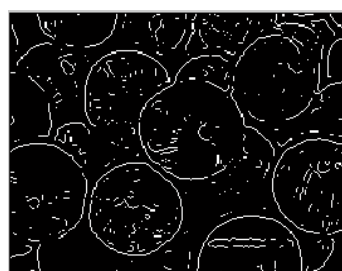
ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพยังคงมีสัญญาณรบกวน จึงต้องมีการกรองข้อมูลภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวนดังกล่าว ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการคอนโวลูชัน ซึ่งเป็นการกระทำกันระหว่างเทมเพลตในลักษณะต่างๆ กับภาพต้นฉบับ เทมเพลตเป็นเมตริกซ์ขนาด $M \times N$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปทับซ้อนกับภาพต้นฉบับที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชัน

ทำการทดลองการกรองภาพโดยใช้เทมเพลตในลักษณะต่างๆ เช่น Disk, Average, Log, Laplacian, Motion, Prewitt และ Sobel เพื่อดูประสิทธิภาพในการกรองสัญญาณของเทมเพลต ดังแสดงในภาพที่ 3.6

ผลของการกรองภาพโดยใช้เทมเพลตต่างๆ ผลที่ได้ คือ ตัวกรอง Disk และ Average ขอบภาพวัตถุในภาพหายไป ตัวกรอง Laplacian และ Log ขอบภาพหนาขึ้น เส้นขอบภาพเบลอและสัญญาณรบกวนมีความปริมาณมาก ตัวกรอง Prewitt และ Sobel ขอบภาพของวัตถุในภาพยังคงอยู่แต่มีความผิดเพี้ยนไปของขอบภาพ คือ ขอบภาพวัตถุมีความหนาเพิ่มขึ้นและสัญญาณรบกวนมีปริมาณเพิ่มขึ้น ตัวกรอง Motion ยังคงรักษาขอบภาพได้สมบูรณ์ที่สุดและมีปริมาณสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเทมเพลตอื่นๆ จึงเลือกใช้ตัวกรองดังกล่าวในงานวิจัยนี้ ผลการทดลองดังแสดงผลในภาพที่ 3.7



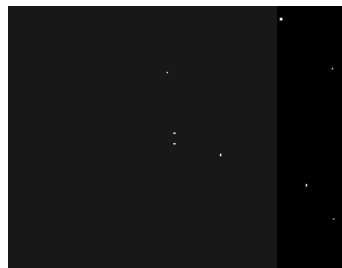
(ก) ภาพ RGB ต้นฉบับ



(ข) ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพ



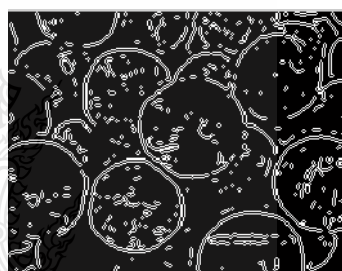
(ค) Disk



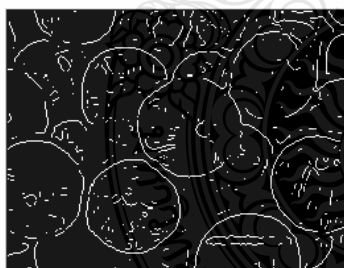
(ง) Average



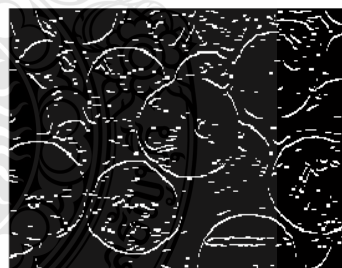
(จ) Laplacian



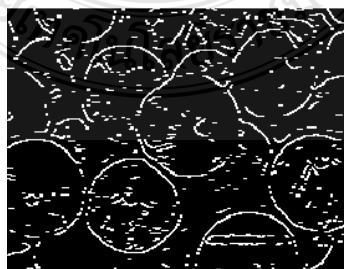
(ฉ) Log



(ช) Motion



(ซ) Prewitt



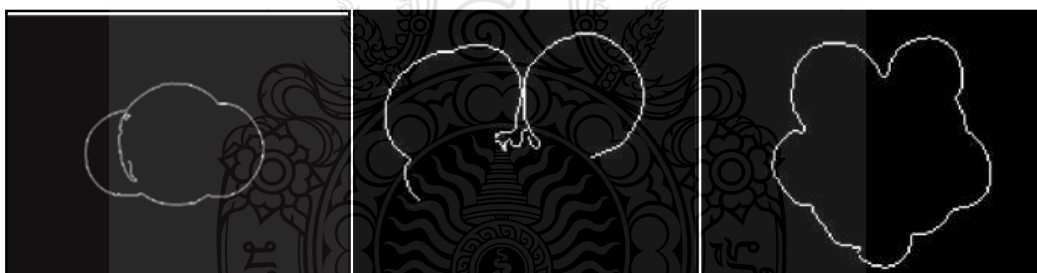
(ฅ) Sobel

ภาพที่ 3.6 กรองภาพโดยใช้เทมเพลตในลักษณะต่างๆ



ภาพที่ 3.7 กรองภาพโดยใช้ตัวกรอง Motion

หลังจากทำการกรองภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวน ผลการทดลองขอบภาพที่ได้ยังคงมีสัญญาณรบกวน นำกระบวนการมอร์ฟโพลีมาประยุกต์ใช้ โดยการใช้เทคนิค Opening ในการตัดวัตถุในภาพที่มีค่าพิกเซลน้อยๆ หรือสัญญาณรบกวนออกจากภาพเพื่อให้คงไว้แต่พิกเซลของวัตถุที่อยู่ด้านบนหรือวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ ผลที่ได้หลังผ่านการใช้เทคนิค Opening ขอบภาพวัตถุมีความชัดเจนของขอบ โดยสามารถตัดในส่วนของพิกเซลที่ไม่ใช่ขอบภาพวัตถุได้ แต่ขอบภาพวัตถุบางส่วนหายไป ดังแสดงในภาพที่ 3.8



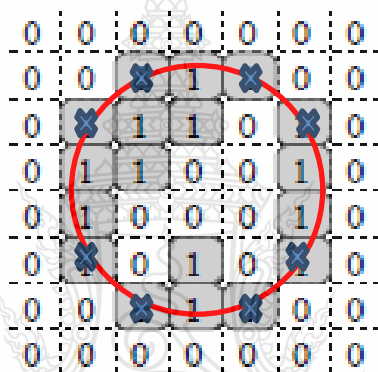
ภาพที่ 3.8 ผลหลังผ่านการใช้เทคนิค Opening

3.4 ตรวจสอบและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน

ทำการตรวจสอบและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนในภาพ 2 มิติ โดยนำเทคนิคด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ เช่น การสร้างกรอบครอบวัตถุที่อยู่ด้านบนโดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม การระบุโดยใช้การหาจุดศูนย์กลาง และระบุโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการตรวจสอบและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนของแต่ละเทคนิค

3.4.1 การสร้างกรอบวงกลมครอบวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม

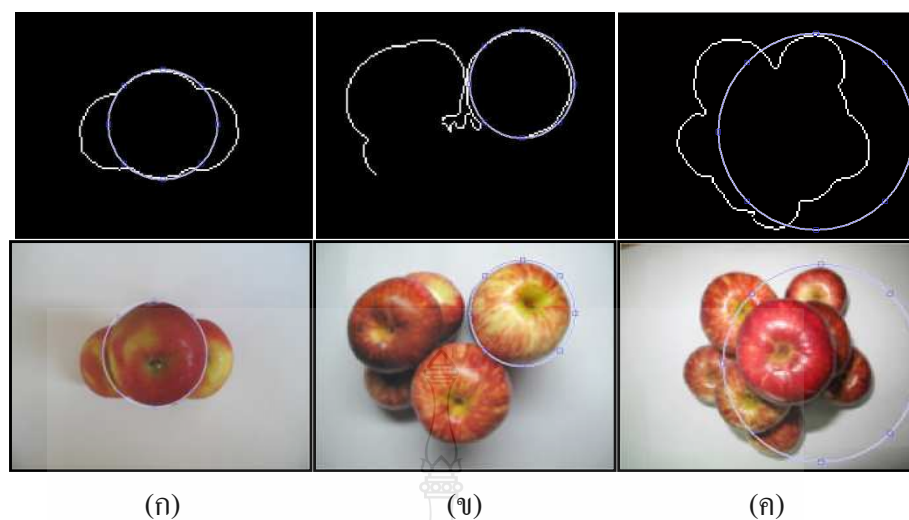
หาตำแหน่งของขอบภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ เพื่อทำการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนในภาพ จากการประยุกต์ใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม ซึ่งเป็นลักษณะของการพิจารณาความเหมือนและแตกต่างกันของพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงกัน ว่าเป็นขอบภาพวัตถุหรือพื้นหลัง สแกนเพื่อระบุตำแหน่งจากซ้ายไปขวา ขวาไปซ้าย บนลงล่าง และล่างขึ้นบน เมื่อตรวจพบความแตกต่างกันของพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงกันจะทำการตรวจสอบว่าตำแหน่งที่พบเป็นตำแหน่งของพิกเซลที่เป็นขอบภาพวัตถุหรือไม่ ถ้าใช่ทำการระบุตำแหน่ง ระบุตำแหน่งได้ครบแล้วทำการสร้างวงกลมครอบวัตถุ ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ลักษณะการระบุตำแหน่งโดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม

ผลของการนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน แสดงในภาพที่ 3.10 ซึ่งจะแสดงผลในรูปแบบของขอบภาพและภาพต้นฉบับ RGB

เมื่อทำการทดลองจะเห็นว่า สามารถสร้างกรอบวงกลมครอบวัตถุที่อยู่ด้านบนได้ ผลการทดลองที่ได้มี 2 ลักษณะ คือ พบวัตถุที่อยู่ด้านบนในลักษณะวัตถุเดี่ยว และพบวัตถุในลักษณะกลุ่มวัตถุ จากภาพที่ 3.10 เราจะให้ลักษณะของภาพ (ก) และ (ข) เป็นการตรวจพบวัตถุที่อยู่ด้านบนในลักษณะวัตถุเดี่ยว ส่วนภาพ (ค) เป็นการตรวจพบวัตถุที่อยู่ด้านบนในลักษณะของกลุ่มวัตถุ



ภาพที่ 3.10 สร้างกรอบวงกลมครอบวัตถุที่อยู่ด้านบน

3.4.2 การสร้างจุดระนาบวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลางถ่วง (Centroid)

ขอบภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน โดยใช้เทคนิค Opening ภาพที่ได้เป็นภาพไบนารี พื้นที่ของพื้นหลังเป็น 0 (สีดำ) และพื้นที่ของวัตถุเป็น 1 (สีขาว) นำขอบภาพที่ได้มาทำการคำนวณหาจุดศูนย์กลางถ่วง สมการที่ 2.23 ถึง 2.25 แสดงในตัวอย่าง

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

ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างในการคำนวณหาค่าจุดศูนย์กลางถ่วง [5]

จากภาพตัวอย่างแทนค่าในสมการที่ 2.23 จะได้ค่า

$$A = \sum_x \sum_y f(x, y) = 23$$

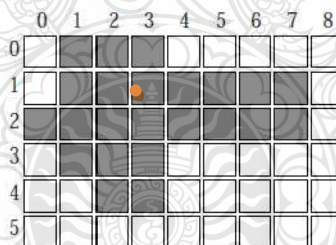
แทนค่าในสมการที่ 2.24 จะได้ค่า

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum \sum xf(x, y)}{A} \\ &= \frac{1+2+3+1+2+3+4+5+6+7+0+1+2+3+4+5+6+7+1+2+3+2+3}{23} \\ &= \frac{73}{23} \approx 3.2\end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ 2.25 จะได้ค่า

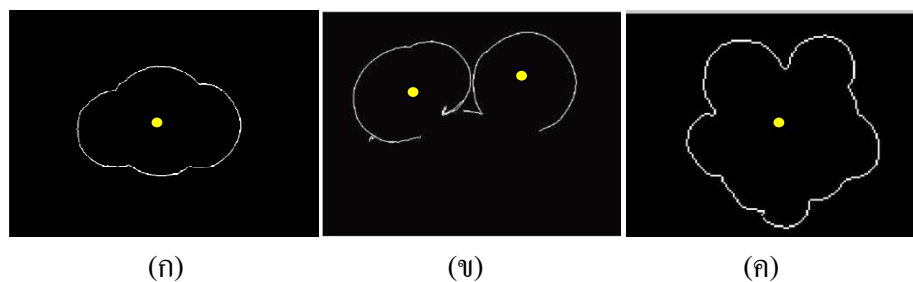
$$\begin{aligned}\bar{y} &= \frac{\sum \sum yf(x, y)}{A} \\ &= \frac{2+0+1+2+3+0+1+2+3+4+0+1+2+3+4+1+2+1+2+1+2+1+2}{23} \\ &= \frac{40}{23} \approx 1.7\end{aligned}$$

นำค่า \bar{x} และ \bar{y} มาพล็อตลงในภาพที่ 3.11 ซึ่งตำแหน่งที่ได้ คือ จุดศูนย์กลางของภาพ

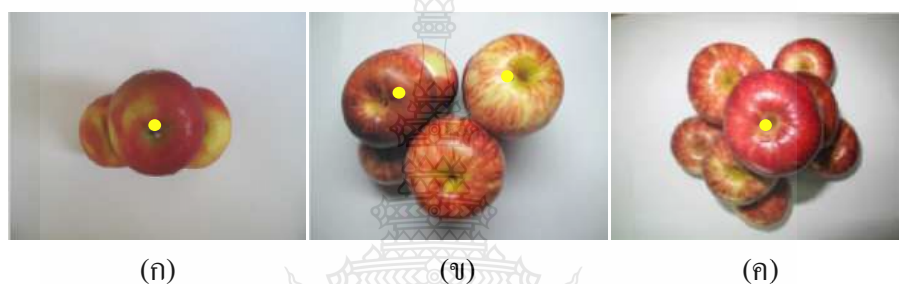


ภาพที่ 3.12 ระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่ได้จากการคำนวณ [5]

จากหลักการดังกล่าวนำมาใช้กับภาพวัตถุที่เราทำการหาขอบภาพเพื่อใช้จุดศูนย์กลางดังกล่าวเป็นจุดระบุตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด ภาพที่ 3.13 (ก) ถึง (ค) แสดงจุดที่ระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางบนภาพที่เป็นภาพขอบวัตถุที่ผ่านการปรับปรุงขอบภาพ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของขอบภาพกับผลการระบุตำแหน่งของเทคนิคจุดศูนย์กลาง ภาพที่ 3.14 (ก) ถึง (ค) แสดงจุดที่ระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางบนภาพสี RGB ต้นฉบับ



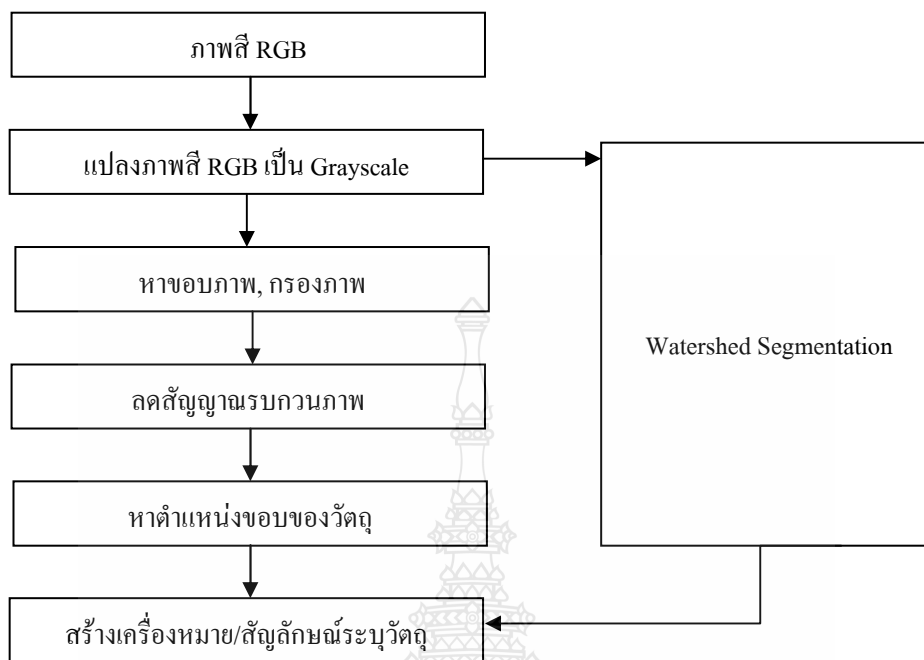
ภาพที่ 3.13 ผลการระบุตำแหน่งวัตถุของเทคนิคจุดศูนย์กลางถ่วงบนภาพขอบวัตถุ



ภาพที่ 3.14 ผลการระบุตำแหน่งวัตถุของเทคนิคจุดศูนย์กลางถ่วงบนภาพ RGB

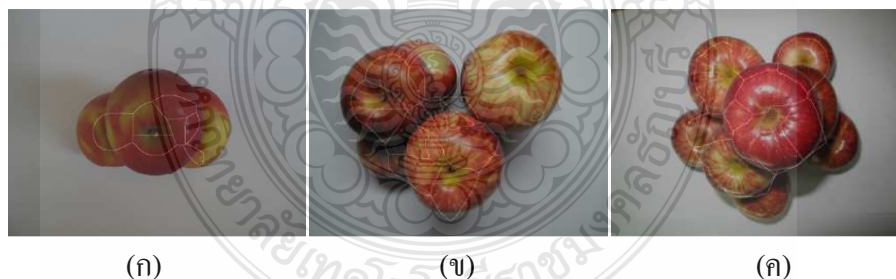
3.4.3 การระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

เทคนิค Watershed Segmentation [14] การทำงานของ Watershed Segmentation จะแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสีเทา หลังจากนั้นทำการกรองภาพที่ได้ โดยผลจากการกรองภาพในส่วนที่มีค่าเกรเดียนต์สูงจะเป็นเส้นขอบของวัตถุ และที่มีค่าเกรเดียนต์ต่ำจะเป็นพื้นที่ด้านในของวัตถุ ทำการระบุตำแหน่งที่เป็นพื้นที่ของวัตถุและพื้นที่ของพื้นหลัง จำนวนโดยใช้ Watershed Transform เป็นฟังก์ชันในการแบ่งพื้นที่ สร้าง Watershed Lines เป็นเครื่องหมายระบุการแบ่งพื้นที่ ในงานวิจัยนี้เรานำพื้นที่ที่ทำการแบ่งมาใช้เป็นพื้นที่ของวัตถุที่ต้องการตรวจหาและใช้เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางถ่วงมาระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดจากพื้นที่ดังกล่าว ในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ดังนี้



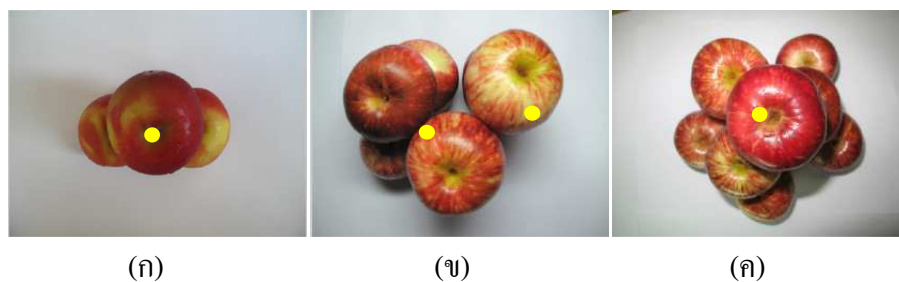
ภาพที่ 3.15 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation

ทดลองกับภาพผลแอปเปิ้ล 3 - 8 ผล โดยแสดง Watershed Lines บนภาพสี RGB ดั้งเดิม เพื่อแสดงให้เห็น Watershed Lines ที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.16 แบ่งพื้นที่วัตถุโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

จากภาพที่ 3.16 (ก) ถึง (ค) จะใช้พื้นที่ที่ได้จากการสร้าง Watershed Lines ของ Watershed Transform มาทำการตรวจหาและระบุตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง ซึ่งแสดงผลการตรวจหาวัตถุ ดังในภาพที่ 3.17 (ก) ถึง (ค) ตามลำดับ



ภาพที่ 3.17 ระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

3.5 ทดลองภาพที่มีการทับซ้อนมากขึ้น

เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 3 เทคนิค ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ จึงทำการทดลองเพิ่มเติมกับตัวอย่างภาพที่มีจำนวนของวัตถุวางทับซ้อนมากขึ้น โดยใช้วัตถุที่มีลักษณะรูปทรงเดียวกันในภาพ



ภาพที่ 3.18 วัตถุที่มีการทับซ้อนมากขึ้น

3.6 ทดลองวัตถุที่มีขนาดต่างกัน

ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 3 เทคนิค จึงได้ทำการทดลองโดยใช้ภาพวัตถุที่มีขนาดต่างกันมาทำการวางซ้อน



ภาพที่ 3.19 วัตถุที่มีขนาดต่างกัน

3.7 ทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม

ทำการทดลองโดยใช้ภาพถ่ายวัตถุที่มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม ในการทดลองเราใช้ภาพกล่องนมและก้อนสบู่ มาทำการวางทับซ้อนกันในลักษณะต่างๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 3 เทคนิค ที่นำมาประยุกต์ใช้



ภาพที่ 3.20 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)



ภาพที่ 3.21 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสมุนไพร)



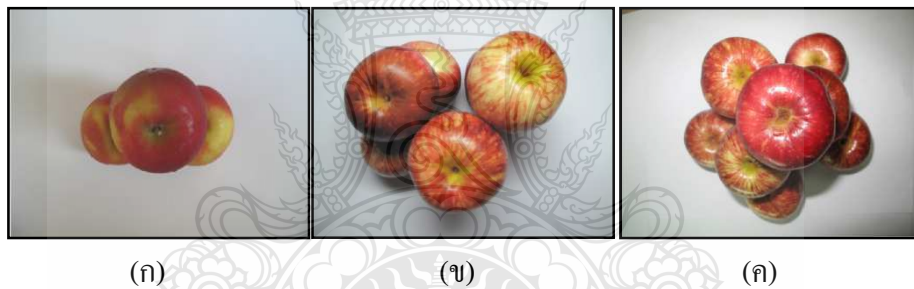
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ทดลองเพื่อตรวจหาวัตถุทรงกลมที่อยู่บนสุดของภาพถ่ายดิจิทัลที่มีการทับซ้อนของวัตถุในภาพ ทดสอบความสามารถในการตรวจหาและระบุวัตถุในเงื่อนไขที่วัตถุมีการวางทับซ้อนของวัตถุในลักษณะต่างๆ โดยนำเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณภาพมาประยุกต์ใช้พิจารณาผลการทดสอบการทำงานในเงื่อนไขต่างๆ

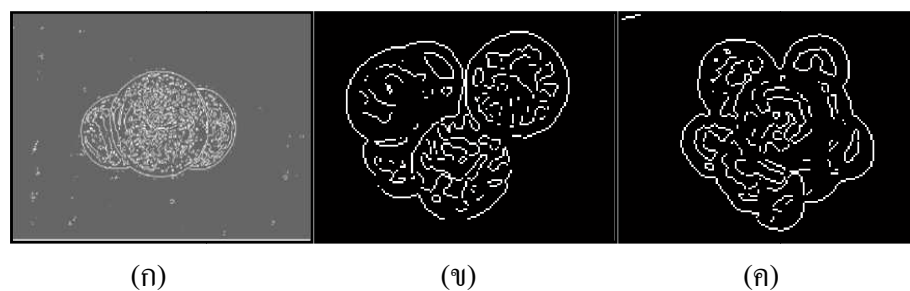
4.1 ผลการตรวจหาขอบภาพ

ในขั้นตอนแรกนำภาพถ่ายดิจิทัล RGB ขนาด 480×640 พิกเซล ถ่ายในลักษณะของภาพ 2 มิติ โดยตัวอย่างที่นำมาทดลองใช้ผลแอปเปิ้ล จำนวนตัวอย่าง 3 - 8 ผลต่อภาพ



ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายผลแอปเปิ้ล

ทำการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพสีเทา โดยใช้สมการที่ 2.1 เพื่อหาขอบภาพของวัตถุ งานวิจัยนี้ใช้การหาขอบภาพ วิธีการของอนุพันธ์อันดับสอง เลือกใช้เทคนิค LOG เป็นตัวดำเนินการ จากตัวอย่างภาพที่ 4.1 (ก) ถึง (ค) แสดงผลการหาขอบภาพได้ดังภาพที่ 4.2 (ก) ถึง (ค) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 ผลการหาขอบภาพโดยใช้เทคนิค LOG

ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพยังคงมีสัญญาณรบกวน จึงต้องทำการกรองภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวน ในงานวิจัยนี้ใช้การกรองภาพโดยวิธีการคอนโวลูชัน จากนั้นทำการตัดวัตถุในภาพที่มีค่าพิกเซลน้อยๆ หรือสัญญาณรบกวนออกจากภาพ โดยใช้เทคนิค Opening ให้คงไว้แต่พิกเซลของวัตถุที่อยู่ด้านบนหรือวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ผลการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้เทคนิค Opening

4.2 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคคิสแทนทรานฟอร์ม

เมื่อได้ขอบภาพของวัตถุ หาดำแหน่งของขอบภาพวัตถุโดยหาดำแหน่งของขอบภาพที่มีความสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นจุดหรือตำแหน่งในการสร้างสัญลักษณ์ หาดำแหน่งของขอบภาพใช้หลักการของเทคนิคคิสแทนทรานฟอร์ม ซึ่งใช้การสร้างสัญลักษณ์เป็นกรอบรูปทรงกลม ผลของการสร้างกรอบวัตถุแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยสร้างวงกลมครอบ

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองเทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง	
		พบกลุ่มวัตถุ	พบวัตถุเดี่ยว
แอปเปิ้ล 3 ผล	10	4	6
แอปเปิ้ล 4 ผล	10	6	4
แอปเปิ้ล 5 ผล	10	9	1
แอปเปิ้ล 6 ผล	10	9	1
แอปเปิ้ล 7 ผล	10	10	0
แอปเปิ้ล 8 ผล	10	10	0
ผลรวม	60	48	12
ผลรวมคิดเป็นร้อยละ	100	80	20

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 เทคนิคนี้สามารถตรวจหาวัตถุที่อยู่ด้านบนของภาพ 2 มิติ ในลักษณะของภาพที่ตรวจพบภาพวัตถุเดี่ยวที่อยู่บนสุดในระนาบ Z ได้ร้อยละ 20.00 และตรวจพบภาพในลักษณะกลุ่มวัตถุได้ร้อยละ 80.00 ผลที่ได้เกิดจากขอบภาพของวัตถุที่ได้ไม่ใช่ขอบภาพของวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด จึงทำให้เมื่อทำการสแกนหาและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดเกิดความผิดพลาด ซึ่งผลที่ได้จะเห็นว่าในกรณีนี้มีจำนวนวัตถุในภาพไม่มาก เทคนิคนี้จะให้ประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุเดี่ยวได้ดีกว่าภาพที่มีวัตถุจำนวนมาก

4.3 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลางถ่วง (Centroid)

เมื่อได้ขอบภาพของวัตถุจากข้อ 4.1 นำขอบภาพที่ได้มาทำการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุด โดยใช้การหาจุดศูนย์กลางถ่วงจากขอบภาพเพื่อระบุวัตถุ จากภาพผลการทดลองจุด (Point) ที่ระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด โดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลางถ่วง ในระนาบ Z ของภาพ 2 มิติ จะมีการสร้างตำแหน่งในภาพ 1 ถึง 2 จุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของขอบภาพวัตถุ ภาพที่มีการระบุจุดของวัตถุบนภาพมากกว่า 1 จุด เกิดจากมีความสมบูรณ์ของขอบภาพวัตถุมากกว่า 1 ขอบภาพวัตถุ จากผลการทดลองจะเห็นว่าทั้ง 2 จุดจะเป็นวัตถุที่ไม่ถูกทับซ้อน ถึงแม้จะไม่ได้อยู่บนสุดของภาพเมื่อใช้สายตามนุษย์ในการมอง



ภาพที่ 4.5 ผลการระบุนวัตกรรมที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์ถ่วง

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการทดลองเทคนิคจุดศูนย์กลาง

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง
แอปเปิ้ล 3 ผล	10	9
แอปเปิ้ล 4 ผล	10	10
แอปเปิ้ล 5 ผล	10	9
แอปเปิ้ล 6 ผล	10	8
แอปเปิ้ล 7 ผล	10	6
แอปเปิ้ล 8 ผล	10	7
ผลรวม	60	49
ผลรวมคิดเป็นร้อยละ	100	81.67

จากตารางสรุปผลการทดลองที่ 4.2 ตรวจสอบวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้การหาจุดศูนย์กลางของขอบภาพ สามารถระบุวัตถุในลักษณะของวัตถุเดี่ยวที่อยู่ด้านบนสุดได้ร้อยละ 81.67 ในส่วนของความผิดพลาดที่ไม่สามารถระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ ลักษณะดังกล่าวเกิดจากขอบภาพวัตถุในส่วนของวัตถุที่ไม่ได้อยู่ด้านบนสุดมีความสมบูรณ์มากกว่าวัตถุที่อยู่ด้านบน ผลที่ได้จะพบว่าเทคนิคนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกับภาพวัตถุที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก 3 - 5 ผล มากกว่าเนื่องจากด้วยจำนวนวัตถุที่ไม่มากและลักษณะของวัตถุรูปทรงที่เป็นทรงกลม จึงทำให้ลักษณะในการเรียงทับซ้อนวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดมีความสมบูรณ์ของขอบภาพ มากกว่าขอบภาพของวัตถุที่มีจำนวนวัตถุในภาพ 6 - 8 ผล

4.4 ระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

เมื่อได้ขอบภาพของวัตถุจากหัวข้อที่ 4.1 นำขอบภาพที่ได้มาทำการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ในการแบ่งพื้นที่ ที่จะระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดในภาพ



ภาพที่ 4.6 ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการทดลองเทคนิค Watershed Segmentation

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง
แอปเปิ้ล 3 ผล	10	9
แอปเปิ้ล 4 ผล	10	9
แอปเปิ้ล 5 ผล	10	10
แอปเปิ้ล 6 ผล	10	9
แอปเปิ้ล 7 ผล	10	10
แอปเปิ้ล 8 ผล	10	9
ผลรวม	60	56
ผลรวมคิดเป็นร้อยละ	100	93.33



















จากตารางสรุปผลการทดลองที่ 4.3 การตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุด โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบนสุดในลักษณะที่ตรวจพบวัตถุเดี่ยวได้ร้อยละ 93.33 ในส่วนของร้อยละ 6.67 ของเทคนิคนี้ สามารถระบุวัตถุที่อยู่ในภาพในลักษณะของวัตถุเดี่ยวได้แต่ไม่ใช่วัตถุที่อยู่ด้านบนสุด ผลการระบุที่ผิดพลาดเกิดจากค่าเกณฑ์ของวัตถุที่ไม่ใช่วัตถุด้านบนสุดมีค่ามากกว่าวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด เมื่อสร้าง Watershed Lines ทำให้เส้นขอบที่เกิดขึ้นไม่ใช่ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด

4.5 เปรียบเทียบผลการทดลอง

4.5.1 ทดลองวัตถุทรงกลม: ผลแอปเปิ้ลจำนวน 3 - 8 ผลต่อภาพ

นำผลการทดลองที่ประยุกต์ใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอร์ม เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางวงและเทคนิค Watershed Segmentation มาทำการเปรียบเทียบผลการทดลอง ภาพที่ใช้จะเป็นชุดเดียวกันจำนวน 60 ภาพ โดยผลที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะใช้ผลการทดลองที่สามารถระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะวัตถุเดี่ยว

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลการทดลองภาพผลแอปเปิ้ล 3 - 8 ผลต่อภาพ

ชื่อ	จำนวน ภาพ	ผลการทดลอง		
		คิสแตนทรานฟอร์ม (วัตถุเดี่ยว)	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
3 ผล	10			
4 ผล	10			
5 ผล	10			
6 ผล	10			
7 ผล	10			
8 ผล	10			

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 3 - 8 ผลต่อภาพ










ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง		
		คิสแตนทรานฟอร์ม (วัตถุเดี่ยว)	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
แอปเปิ้ล 3 ผล	10	6	9	9
แอปเปิ้ล 4 ผล	10	4	10	9
แอปเปิ้ล 5 ผล	10	1	9	10
แอปเปิ้ล 6 ผล	10	1	8	9
แอปเปิ้ล 7 ผล	10	0	6	10
แอปเปิ้ล 8 ผล	10	0	7	9
ผลรวม	60	12	49	56
ผลรวมคิดเป็นร้อยละ	100	20.00	81.67	93.33

จากตารางสรุปผลจะเห็นได้ว่า การตรวจหาวัตถุโดยใช้การสร้างกรอบวัตถุของเทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม (วัตถุเดี่ยว) มีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะวัตถุเดี่ยวได้ร้อยละ 20.00 เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 81.67 และการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 93.33 จากการทดลองเปรียบเทียบพบว่าเทคนิค Watershed Segmentation นี้มีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดได้มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวใช้ค่าเกรเดียนต์ในการสร้าง Watershed Lines ซึ่งวัตถุที่อยู่ด้านบนของภาพจะมีค่ามากกว่าวัตถุที่อยู่ด้านล่าง และด้วยจำนวนวัตถุในภาพที่มีการทับซ้อนไม่มากนัก ทำให้เทคนิคดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงกว่าเทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและเทคนิคจุดศูนย์กลางที่ใช้ค่าของขอบภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุด

4.5.2 ทดลองภาพวัตถุที่มีการทับซ้อนมากขึ้น

ทำการทดลองเพิ่มจำนวนวัตถุในภาพตัวอย่างให้มีจำนวนของวัตถุวางทับซ้อนมากขึ้น โดยใช้วัตถุที่มีลักษณะรูปทรงกลม ทดลองเปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีการทับซ้อนมากขึ้นของทั้ง 3 เทคนิค ดังแสดงตัวอย่างภาพผลการทดลองในตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีการทับซ้อน

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการทดลองภาพที่มีการทับซ้อน

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง		
		คิสแดนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
ส้ม (1)	15			
ส้ม (2)	10			
แตงโม	20			

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อนมากขึ้น


ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง		
		คิสแดนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
ส้ม (1)	15	3	13	2
ส้ม (2)	10	0	10	1
แตงโม	20	3	8	3
ผลรวม	45	6	31	6
ผลรวมคิดเป็นร้อยละ	100	13.33	68.88	13.33

ตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพที่มีจำนวนของวัตถุวางทับซ้อนมากขึ้น การตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะของวัตถุเดี่ยว โดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 68.88 ซึ่งเมื่อเทียบกับการสร้างกรอบวัตถุที่ใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ที่ได้ผลการทดลองเท่ากัน คือ ร้อยละ 13.33 จากการทดลองพบว่าเทคนิคจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่มีการทับซ้อนได้สูงกว่าเทคนิคอื่นๆ ที่นำเสนอเนื่องจากเมื่อภาพมีจำนวนวัตถุหลายๆ เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มที่ใช้หลักการสแกนหาขอบจะเกิดความผิดพลาดเนื่องจากภาพจะมีขอบภาพวัตถุจำนวนมากในภาพจึงทำให้ผลการสแกนหาขอบภาพที่ไม่ใช่วัตถุที่อยู่ด้านบนสุดก่อนจึงทำการระบุผิดพลาด ในส่วนของการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation เมื่อจำนวนวัตถุในภาพมีจำนวนมาก Watershed Lines ที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนมากขึ้นด้วยทำให้เมื่อทำการระบุวัตถุที่อยู่บนสุดเกิดความผิดพลาด ไม่สามารถระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ ค่าความผิดพลาดดังกล่าวเรียกว่า Oversegmentation

4.5.3 ทดลองวัตถุที่มีขนาดต่างกัน

เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 3 เทคนิค จึงได้ทำการทดลองโดยใช้ภาพวัตถุที่มีขนาดต่างกันมาทำการวางซ้อน จำนวนของภาพที่นำเสนอในแต่ละรูปแบบที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนมากกว่า 1 ภาพ แต่เมื่อทำการทดลองภาพที่รูปแบบในภาพเหมือนกัน ผลการทดลองที่ได้มาจะมีผลเช่นเดียวกัน ดังเช่น ภาพตัวอย่างภาพผลบ๊วยวางบนผลองุ่น ทำการทดลอง 7 ภาพ โดยเคลื่อนย้ายผลบ๊วยไปตามจุดต่างๆ ผลที่ได้ทั้ง 7 ภาพ เหมือนกันดังแสดงผลในตารางที่ 4.8 ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน (ผลบ๊วยวางบนผลองุ่น) คือ ใช้วิธีสร้างกรอบวงกลมครอบวัตถุโดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและเทคนิคจุดศูนย์กลางสามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ แต่เทคนิค Watershed Segmentation ไม่สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ โดยผลที่ได้ คือ จะทำการระบุวัตถุที่ไม่ใช่วัตถุที่อยู่บนสุด

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน (ผลบ๊วยวางบนผลองุ่น)

ลำดับภาพ	ผลการทดลอง		
	ดิสแตนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน

ชื่อ	ผลการทดลอง		
	ดิสแตนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
แตงโม+ส้ม			
องุ่น+บ๊วย			
ส้ม+แอปเปิ้ล			
ส้ม+สตาลี			
ส้ม+องุ่น			
บ๊วย+องุ่น			

จากผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.9 ผลการทดลองเมื่อวัตถุมีขนาดต่างกัน เราจะเห็นว่าในกรณีที่วัตถุมีขนาดต่างกัน คือ เล็ก - ใหญ่ และสีของวัตถุต่างกัน ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อผลการทดลอง ผลที่ได้หากทำการวิเคราะห์ในแต่ละคุณลักษณะ เช่น สีของวัตถุที่ต่างกัน หากวัตถุที่จัดวางด้านบนมีสีที่อ่อนกว่าสีของวัตถุที่อยู่ด้านล่าง ผลการทดลองที่ได้สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ โดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและการใช้เทคนิคการหาจุดศูนย์กลาง แต่การประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ผลการตรวจหาและระบุวัตถุมีความผิดพลาดไม่สามารถตรวจหาและระบุวัตถุได้ในทางกลับกันหากวัตถุที่อยู่ด้านบนมีสีเข้มกว่าวัตถุที่อยู่ด้านล่างเมื่อทำการทดลองจะพบว่าทั้ง 3 เทคนิค ไม่สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะในด้านของขนาดรูปทรงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย คือ หากวัตถุที่อยู่ด้านบนมีสีอ่อนกว่าสีของวัตถุที่อยู่ด้านล่างแต่วัตถุดังกล่าวมีขนาดเล็กกว่าวัตถุที่อยู่ด้านล่าง ผลที่ได้ก็จะแตกต่างกันไป เช่น ภาพผลส้มวางบนผลแดงโม ผลที่ได้ก็สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation แต่เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางไม่สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ วัตถุที่อยู่ด้านบนมีสีอ่อนกว่าและมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่อยู่ด้านล่างผลการทดลองที่ได้ คือ มีประสิทธิภาพในตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ โดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มและการใช้เทคนิคการหาจุดศูนย์กลาง ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ผลการตรวจหาและระบุวัตถุเกิดความผิดพลาดไม่สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้

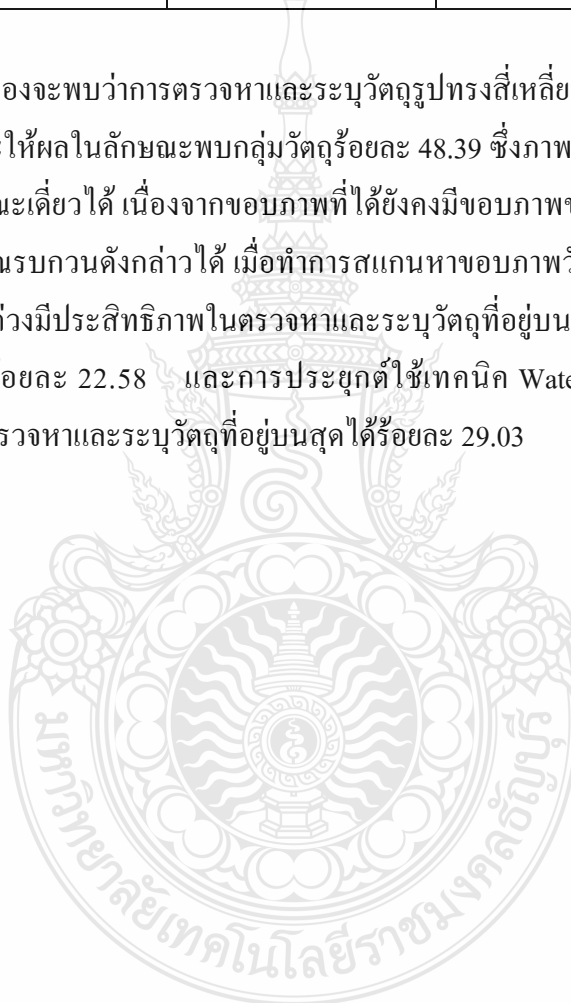
4.5.4 ทดลองวัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม

จากการทดลองเปลี่ยนรูปทรงวัตถุในภาพที่มีการวางซ้อนเป็นวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม เพื่อดูประสิทธิภาพการตรวจหาและวัตถุที่อยู่บนสุดในภาพทั้ง 3 เทคนิค ที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ วัตถุที่นำทดลองจะใช้กล่องนมและก้อนสบู่ เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานเบื้องต้น ในส่วนของการใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์ม การสร้างกรอบครอบวัตถุที่ใช้ยังคงใช้กรอบครอบที่เป็นทรงกลมในการระบุวัตถุที่อยู่บนสุด ในงานวิจัยต่อไปศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติมการเปลี่ยนการสร้างกรอบวัตถุให้มีรูปทรงตามรูปทรงของวัตถุที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง		
		คิสแตนทรานฟอร์ม (กลุ่มวัตถุ)	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
กล่องนม	31	15	7	9
คิดเป็นร้อยละ	100	48.39	22.58	29.03

ผลการทดลองจะพบว่า การตรวจหาและระบุวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม) โดยใช้เทคนิคคิสแตนทรานฟอร์มจะให้ผลในลักษณะพบกลุ่มวัตถุร้อยละ 48.39 ซึ่งภาพการทดลองชุดนี้ไม่สามารถตรวจพบวัตถุในลักษณะเดียวได้ เนื่องจากขอบภาพที่ได้ยังคงมีขอบภาพของลวดลายของกล่องนมที่ไม่สามารถตัดสัญญาณรบกวนดังกล่าวได้ เมื่อทำการสแกนหาขอบภาพวัตถุทำให้เกิดความผิดพลาดเทคนิคการหาจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะของตรวจพบวัตถุเดียวได้ถูกต้องร้อยละ 22.58 และการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 29.03



ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)

ผลการทดลอง		
คิสเตนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
		
		
		
		
		
		

ผลในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุด เมื่อวัตถุมีรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม) มีประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดพบน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลตารางที่ 4.5 ทางผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าวัตถุสี่เหลี่ยม (กล่องนม) ที่นำมาใช้มีลวดลายและสีต่างๆ บนวัตถุ เมื่อทำการประมวลผลภาพทำให้เกิดขอบภาพของลวดลายนอกเหนือจากขอบภาพของวัตถุ (กล่องนม)



ภาพที่ 4.7 ขอบภาพวัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)













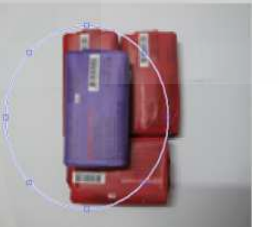


จากการทดลองโดยใช้วัตถุในภาพเป็นกล่องนม ผลการทดลองที่ได้มีความผิดพลาดสูง จึงดำเนินการเปลี่ยนวัตถุที่ใช้เป็นภาพวัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู) ที่มีลวดลายและสีบนพื้นของวัตถุน้อยกว่าภาพที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)

ตารางที่ 4.12 สรุปผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู)

ชื่อ	จำนวนภาพ	ผลการทดลอง		
		ดิสแตนทรานฟอร์ม (กลุ่มวัตถุ)	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
ก้อนสบู	39	38	24	29
คิดเป็นร้อยละ	100	97.44	61.54	74.36

ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู) โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคดิสแตนทรานฟอร์ม จะมีประสิทธิภาพตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะพบกลุ่มวัตถุร้อยละ 97.44 ซึ่งไม่สามารถตรวจพบวัตถุในลักษณะเดี่ยวได้ เนื่องจากขอบภาพที่ได้ยังคงมีขอบภาพของลวดลายของวัตถุ ในขณะที่เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะวัตถุเดี่ยวได้ถูกต้องร้อยละ 61.54 และการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะวัตถุเดี่ยวได้ร้อยละ 74.36

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่)

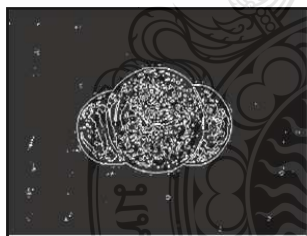
ผลการทดลอง		
คิสแตนทรานฟอร์ม	จุดศูนย์กลาง	Watershed Segmentation
		
		
		
		
		

บทที่ 5

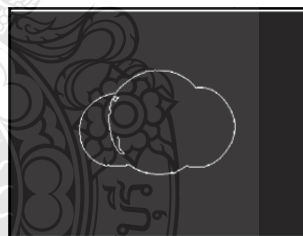
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การหาขอบภาพวัตถุ

นำเสนอการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อน ภาพถ่ายดิจิทัล 2 มิติ ภาพขนาด 640 x 480 พิกเซล ใช้ภาพถ่ายวัตถุที่ถูกจัดวางทับซ้อนในลักษณะต่างๆ การทดลองนี้เราใช้เทคนิคในการหาขอบภาพของวัตถุแล้วทำการตรวจจับขอบของวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ จากนั้นทำการระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคต่างๆ ซึ่งในการหาขอบภาพของวัตถุในงานวิจัยนี้ใช้การหาขอบภาพโดยใช้อุปกรณ์อันดับสอง เทคนิคของ LOG ที่ให้ผลการหาขอบภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์ นอกจากนั้นเรายังใช้การกรองภาพแบบคอนโวลูชัน ที่ใช้ตัวกรอง Motion ที่เป็นตัวดำเนินการเชิงเส้นเข้ามาช่วยในการกรองสัญญาณรบกวนในภาพ ในการระบุวัตถุที่อยู่บนสุดใช้แนวคิดที่ว่าวัตถุที่มีขอบภาพสมบูรณ์ ขอบภาพนั้นจะเป็นขอบภาพของวัตถุที่อยู่บนสุด ทำการตัดพิกเซลที่มีค่าน้อยออกจากภาพ เพื่อให้เหลือพิกเซลของขอบภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์โดยใช้เทคนิค Opening ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการประยุกต์ใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี



(ก) ขอบภาพวัตถุที่ผ่านการกรอง



(ข) ขอบภาพวัตถุที่ผ่านเทคนิค Opening

ภาพที่ 5.1 การหาขอบภาพวัตถุ

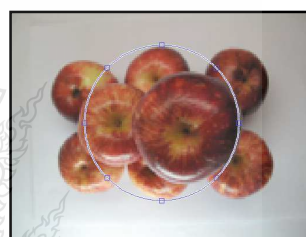
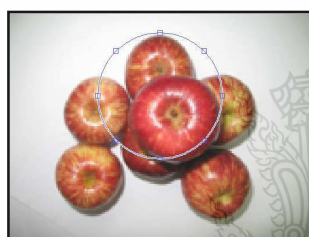
5.2 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคดิสแตนทรานฟอร์ม

หลักการของเทคนิคดิสแตนทรานฟอร์มในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุด ใช้ความเหมือนและแตกต่างของพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นการระบุว่าพิกเซลใดเป็นวัตถุและพื้นที่ใดเป็นพื้นหลัง ทำการระบุเพิ่มเติม คือ พื้นที่ใดเป็นพื้นที่ของวัตถุที่เราสนใจ พื้นที่ที่เราสนใจ คือ พื้นที่ของวัตถุที่อยู่บนสุดในภาพ 2 มิติ ทำการระบุจุดของพื้นที่ที่ตรวจพบว่าเป็นขอบภาพวัตถุ แล้วสร้าง

วงกลมครอบวัตถุตามจุดที่ตรวจพบ ผลจากการใช้เทคนิคดีสแตนทรานฟอร์ม์ในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในงานวิจัยนี้ผลการทดลองที่ได้จะมี 2 ลักษณะ คือ ตรวจพบวัตถุเดี่ยว และพบกลุ่มวัตถุ



ภาพที่ 5.2 ผลการตรวจพบวัตถุเดี่ยว

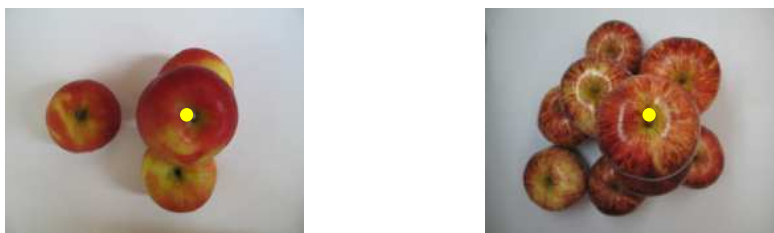


ภาพที่ 5.3 ผลการตรวจพบกลุ่มวัตถุ

จากการทดลองใช้ภาพตัวอย่างผลแอปเปิ้ล จำนวน 3 - 8 ผลต่อภาพ จำนวน 60 ภาพ พบว่าเทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะพบกลุ่มวัตถุร้อยละ 80.00 และลักษณะพบวัตถุเดี่ยวร้อยละ 20.00 โดยข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการควบคุมทิศทางของแสงที่ตกกระทบวัตถุในภาพไม่สม่ำเสมอจึงทำให้ขอบวัตถุในภาพไม่สมบูรณ์

5.3 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคหาจุดศูนย์กลาง

นำขอบภาพวัตถุที่ทำการตัดพิกเซลๆ ที่มีค่าน้อยๆ ออกจากภาพแล้ว คงเหลือแต่ขอบภาพวัตถุที่สมบูรณ์มาใช้ในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิคหาจุดศูนย์กลางในการคำนวณพื้นที่ของจากขอบภาพเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุ และทำการระบุตำแหน่งของวัตถุด้วยการสร้างจุดลงบนภาพ RGB



ภาพที่ 5.4 ผลการระบุวัตถุที่อยู่ด้านบน โดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง

จากการทดลองใช้ภาพถ่ายอย่างผลแอปเปิ้ลจำนวน 3 - 8 ผลต่อภาพ จำนวน 60 ภาพ พบว่าเทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 81.67 ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในระนาบ Z ของภาพ 2 มิติ ของเทคนิคหาจุดศูนย์กลางจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของขอบภาพวัตถุ

5.4 ผลการทดลองการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

เทคนิค Watershed Segmentation จะเป็นลักษณะของการแบ่งพื้นที่ของวัตถุในภาพออกเป็นส่วนๆ โดยใช้หลักการสร้างเส้นแบ่งพื้นที่ของ Watershed Transform ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนำมาใช้หาจุดศูนย์กลางของพื้นที่ที่ถูกแบ่งโดยใช้เทคนิคจุดศูนย์กลาง



ภาพที่ 5.5 ผลการระบุวัตถุที่อยู่บนสุดโดยใช้เทคนิค Watershed Segmentation

จากการทดลองใช้ภาพถ่ายอย่างผลแอปเปิ้ลจำนวน 3 - 8 ผลต่อภาพ จำนวน 60 ภาพ พบว่าเทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 93.33 ในลักษณะที่ตรวจพบวัตถุเดี่ยวได้ ในส่วนของภาพที่มีความผิดพลาดไม่สามารถตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดได้เกิดจากพื้นที่ถูกสร้างเส้นแบ่งไม่ใช่พื้นที่ของวัตถุที่อยู่บนสุดในภาพดังแสดงในภาพที่ 5.6



(ก) Watershed Lines



(ข) ระบุวัตถุ

ภาพที่ 5.6 ลักษณะของการระบุวัตถุที่ผิดพลาด

จากภาพที่ 5.6 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่สร้างเส้นแบ่งไม่ใช่พื้นที่ของวัตถุที่อยู่บนสุด แต่เป็นพื้นที่ของวัตถุด้านล่างที่ไม่ถูกทับซ้อน ซึ่งในการตรวจหาพื้นที่ของ Watershed Segmentation พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีค่าเกรเดียนต์มากกว่าพื้นที่ของวัตถุที่อยู่บนสุด

5.5 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 3 - 8 ผลต่อภาพ

นำผลการทดลองของทั้ง 3 เทคนิค มาทำการเปรียบเทียบผลการทำงานในลักษณะของการตรวจพบวัตถุเดี่ยว จะพบว่าการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุร้อยละ 93.33 ซึ่งมากกว่าเทคนิคคิสแดนทรานฟอรั่มที่ตรวจพบวัตถุร้อยละ 20.00 และเทคนิคหาจุดศูนย์กลาง สามารถตรวจพบวัตถุร้อยละ 81.67 จึงสรุปได้ว่าการทดลองภาพผลแอปเปิ้ลจำนวน 3 - 8 ผลต่อภาพ ซึ่งมีจำนวนของวัตถุที่มีความทับซ้อนของวัตถุไม่มาก และลักษณะของวัตถุเป็นรูปทรงกลม การประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพสูงสุด

5.6 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อนมากขึ้น

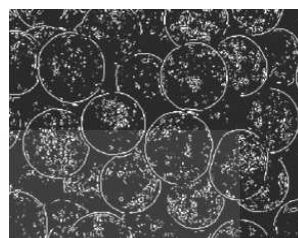
นำภาพวัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อนมากขึ้นจำนวน 45 ภาพ มาทดลองกับทั้ง 3 เทคนิค ผลที่ได้จะพบว่าเมื่อวัตถุมีความทับซ้อนมากขึ้น เทคนิคการหาจุดศูนย์กลางมีประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดมากที่สุด คือ ร้อยละ 68.88 ลำดับถัดไปเป็นการใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอรั่มที่ตรวจพบวัตถุในลักษณะวัตถุเดี่ยวได้ร้อยละ 13.33 ซึ่งเท่ากับการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation

จากการทดลองจะพบว่า เมื่อภาพวัตถุมีความทับซ้อนมากขึ้นประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ลดลงเป็นอย่างมากทั้งนี้เพราะเมื่อวัตถุมากขึ้นจะเกิดการแบ่งพื้นที่ผิดพลาดที่เรียกว่า Oversegmentation ในส่วนของการใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอรั่มมี

ประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่เป็นลักษณะเดี่ยวได้ดีขึ้น เพราะเมื่อภาพมีความทับซ้อนมากขึ้นความคมชัดของขอบภาพวัตถุที่อยู่ด้านบนจะมีความชัดเจนขึ้น



(ก) วัตถุมีการทับซ้อนน้อย



(ข) วัตถุมีการทับซ้อนมาก

ภาพที่ 5.7 ลักษณะขอบภาพของวัตถุ

5.7 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุทรงกลมที่มีขนาดต่างกัน

นำภาพวัตถุรูปทรงกลมที่มีขนาดต่างกันและต่างชนิดกันมาทำการทดลองกับทั้ง 3 เทคนิค ผลที่ได้จะพบว่าภาพแต่ละรูปแบบให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันไป เช่น เมื่อภาพมีลักษณะเป็นภาพที่วัตถุด้านบนมีสีอ่อนกว่าวัตถุด้านล่าง ผลที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 เทคนิค คือ เทคนิคคิสแตนทรานฟอรัมและเทคนิคการหาจุดศูนย์กลางสามารถตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดได้ แต่การประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ไม่สามารถตรวจพบได้เนื่องจากภาพที่ใช้มีความทับซ้อนมากจึงเกิดความผิดพลาดในการแบ่งพื้นที่ หรือหากวัตถุที่อยู่ด้านบนมีสีเข้มกว่าวัตถุที่อยู่ด้านล่าง ผลการทดลองที่ได้ทั้ง 3 เทคนิค ไม่สามารถตรวจพบวัตถุที่อยู่ด้านบนได้ ซึ่งผลของเทคนิคคิสแตนทรานฟอรัมและเทคนิคการหาจุดศูนย์กลางเกิดจากการหาขอบภาพวัตถุมีความผิดพลาด วัตถุที่อยู่ด้านล่าง (สีอ่อนกว่า) ให้ขอบภาพที่มีความสมบูรณ์มากกว่าวัตถุที่อยู่ด้านบน จึงทำให้ผลผิดพลาดดังกล่าวและในส่วนของ การประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation ไม่สามารถตรวจพบได้เนื่องจากภาพที่ใช้มีความทับซ้อนมากจึงเกิดความผิดพลาดในการแบ่งพื้นที่

5.8 เปรียบเทียบผลการทดลอง 3 เทคนิค: วัตถุที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม

ผลการทดลองเปลี่ยนรูปทรงวัตถุที่ใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 3 เทคนิค โดยใช้ภาพวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมในการทดลองนี้ทดลองใช้ภาพกล่องนม และก้อนสับ ผลที่ได้ คือ เทคนิคคิสแตนทรานฟอรัมสามารถตรวจหาพบวัตถุในลักษณะพบกลุ่มวัตถุของภาพกล่องนมได้ร้อยละ 48.39 และภาพก้อนสับได้ร้อยละ 97.44 เทคนิคจุดศูนย์กลางสามารถตรวจพบวัตถุ

ที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 22.58 และ 61.54 ตามลำดับ การประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation สามารถตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดได้ร้อยละ 29.03 และ 74.36 ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าเมื่อเราใช้ภาพที่มีลวดลายและสีต่างๆ บนวัตถุน้อยลง จากผลการทดลองของภาพกล่องนมเปรียบเทียบกับผลการทดลองของภาพก้อนสบู่ ประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดเพิ่มขึ้นทั้ง 3 เทคนิค

การทดลองที่ได้เมื่อเทียบกับผลการทดลองในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุด วัตถุทรงกลม (ผลแอปเปิ้ล) 3 - 8 ผล (ตารางที่ 4.1) ผลการทดลองโดยใช้เทคนิคคิสแดนทรานฟอร์มกับภาพวัตถุทรงกลมสามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะวัตถุเดี่ยวได้ร้อยละ 20.00 และพบกลุ่มวัตถุร้อยละ 80.00 ต่างจากผลการทดลองที่ทดลองวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม) และวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่) ที่ไม่สามารถทำการตรวจพบวัตถุในลักษณะวัตถุเดี่ยว ตรวจพบแต่วัตถุในลักษณะกลุ่มวัตถุของกล่องนมร้อยละ 49.00 และก้อนสบู่ร้อยละ 97.44 จากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อวัตถุที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนไม่ทับซ้อนมาก ประสิทธิภาพในการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดของการประยุกต์ใช้เทคนิค Watershed Segmentation มีประสิทธิภาพมากที่สุด ไม่ว่าจะวัตถุที่ใช้ในการทดลองจะเป็นวัตถุรูปทรงกลมหรือรูปทรงสี่เหลี่ยม

5.9 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต

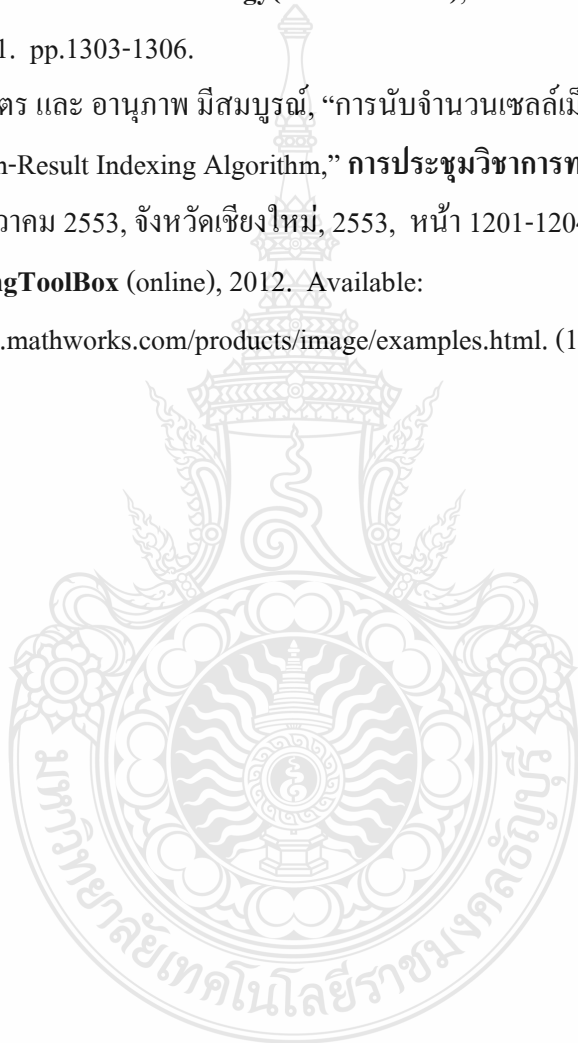
ในงานวิจัยนี้จะเห็นว่ามีข้อผิดพลาดที่เกิดจากขอบภาพของวัตถุที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากแสงที่ตกกระทบวัตถุในขั้นตอนของการถ่ายภาพตัวอย่าง เนื่องจากทางผู้วิจัยทำการถ่ายภาพวัตถุโดยใช้แสงจริงตามธรรมชาติ ไม่ได้ทำการควบคุมแสง เนื่องจากมองว่าการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงนั้นคงเป็นไปได้ยากหากใช้งานกับสถานที่ๆ ต้องมีการควบคุมแสง ในขั้นตอนของการสร้างกรอบครอบวัตถุ ในงานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึมพื้นฐานในการสร้างกรอบครอบ ลักษณะของกรอบที่ได้จึงไม่สามารถครอบวัตถุตามขอบภาพหรือตามรูปทรงของวัตถุได้ และเมื่อทำการเปลี่ยนรูปทรงของวัตถุ ทางผู้วิจัยยังไม่ได้ทำการพัฒนาลักษณะกรอบครอบให้เหมาะสมกับรูปทรงของวัตถุที่เปลี่ยนไป ซึ่งนำไปสู่แนวคิดเพื่อการศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต

ศึกษาและพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนเพิ่มขึ้น ประยุกต์ใช้กับวัตถุที่มีรูปทรงหลากหลาย ให้สามารถตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่ในลำดับถัดไปเพื่อที่จะทำการนับจำนวนของวัตถุในภาพ 2 มิติ ที่มีการทับซ้อน นำผลการตรวจหาและระบุวัตถุที่อยู่บนสุดมาประยุกต์ใช้ในการหาพื้นที่หรือขนาดของวัตถุที่อยู่บนสุด

รายการอ้างอิง

- [1] เกศินี ตะละ, การตรวจหาป้ายจำกัดความเร็วในเงื่อนไขที่ถูกสภาพแวดล้อมบดบังด้วยการประมวลผลภาพ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554.
- [2] Gonzalez, Rafael C., Woods Richard E. and Eddins Steven L., **Digital Image Processing using MATLAB**. Newjersey: Prentice Hall, 2004.
- [3] Gonzalez, Rafael C., Woods Richard E., **Digital Image Processing**. 2nd ed. Newjersey: Prentice Hall, 2002.
- [4] วิโรจน์ งามอาจ, การประมวลผลภาพวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยโพลิเมอร์จากการปั่นด้วยไฟฟ้าสถิต, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [5] **Chapter 8 Object representation and analysis** (online). Available: <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/ibv/reader/chapter8.pdf> (19/10/2012).
- [6] Slamet R., et al., “Shape Characteristics Analysis for Papaya Size Classification,” **The 5th Student Conference on Research and Development-SCOREd 2007**, 11-12 December 2007, Malaysia, 2007.
- [7] วิจิต นางแล และ นิตินัย ใจสิน, “การสร้างเครื่องมือคัดแยก สับปะรดโดยวิธีการคัดแยกด้วยภาพ,” **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ประจำปี 2552**, จังหวัดเชียงราย, 2552.
- [8] Kiratiratanapruk, K. and Sinthupinyo, W., “Color and Texture for Corn Seed Classification by Machine Vision,” **19th International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)**, 7-9 December 2011, Chiang Mai Thailand, 2011.
- [9] สุขเมธ นัฐสถาพร และคณะ, “วิธีการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมบนภาพถ่ายของหัวอ่านของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์,” **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า, ครั้งที่ 33**, 1-3 ธันวาคม 2553, จังหวัดเชียงใหม่, 2553. หน้า 1249-1252.
- [10] Zhang, C., et al., “VFD Character Display Defect Detection Based On Morphology And Connected Component Labeling,” **2012 International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2012)**, 19-21 May 2012, Yantai China, 2012. pp.2008-2011.

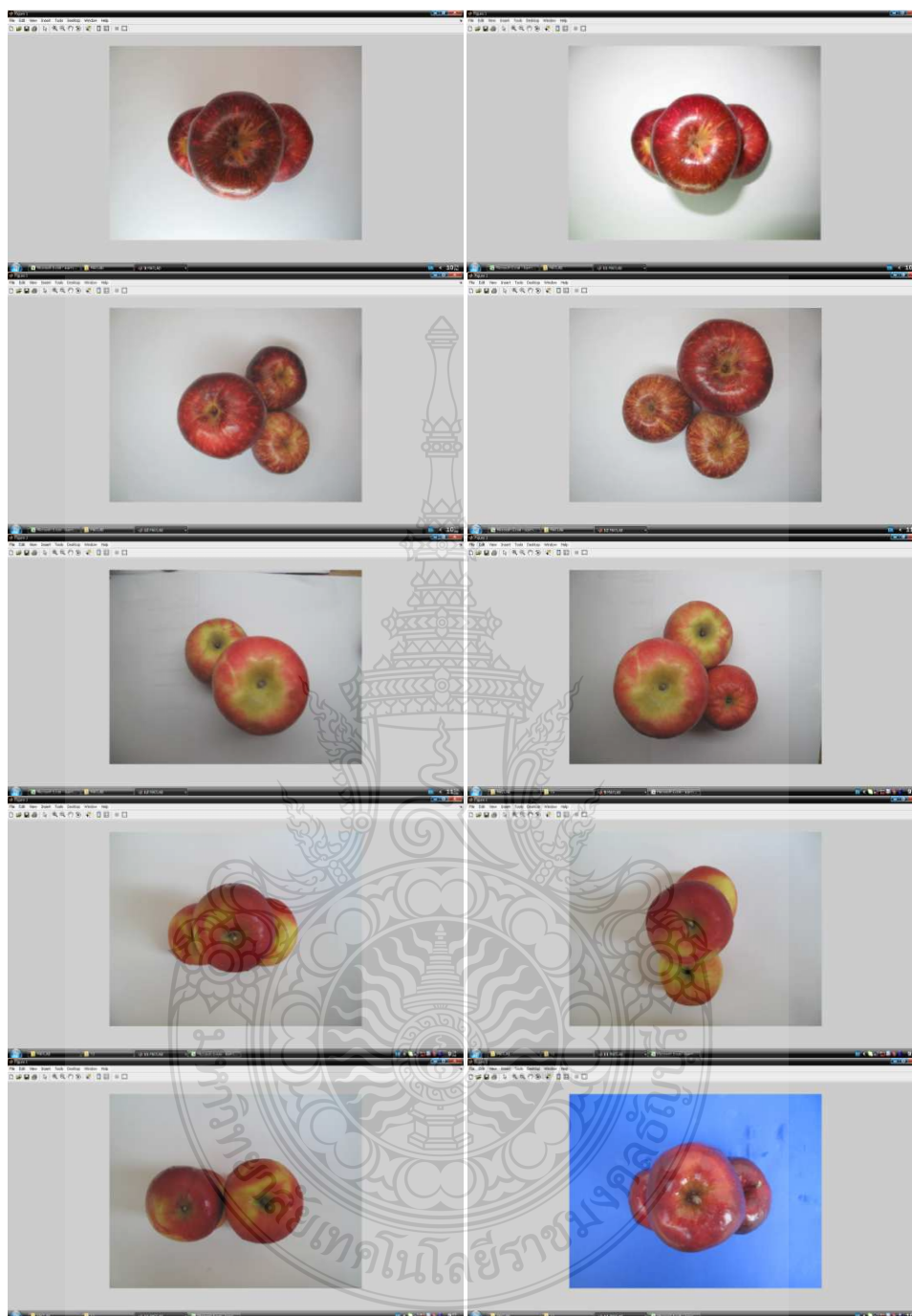
- [11] Bingham, L. et al., “Automatic Separation of Overlapping Objects,” **Proceedings of the 4th World Congress on Intelligent Control and Automation**, 10-14 June 2002, Shanghai P.R.China, 2002. pp.2901-2905.
- [12] Lin, Z. and Yu H., “The cell Image Segmentation and Classification Based on OTSU Method and Connected Region Labeling,” **2011 International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT 2011)**, 24-26 December 2011, Harbin China, 2011. pp.1303-1306.
- [13] เกศศักดิ์ดา ศรีโคตร และ อานูภาพ มีสมบูรณ์, “การนับจำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงแบบอัตโนมัติ โดยวิธี Sum-Result Indexing Algorithm,” **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า, ครั้งที่ 33, 1-3 ธันวาคม 2553, จังหวัดเชียงใหม่, 2553, หน้า 1201-1204.**
- [14] **ImageProcessingToolBox** (online), 2012. Available:
<http://www.mathworks.com/products/image/examples.html>. (14/06/2012).



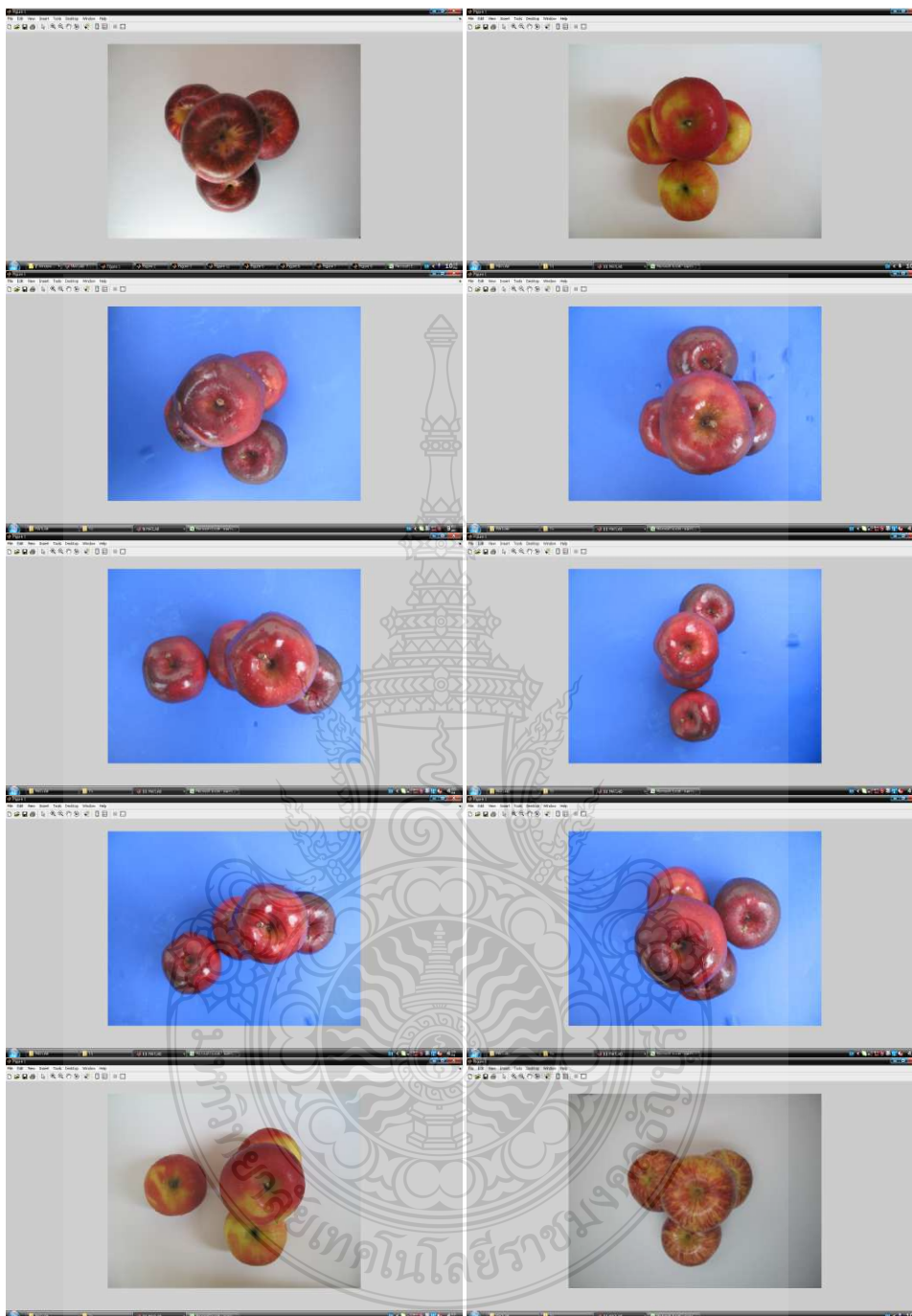
ภาคผนวก



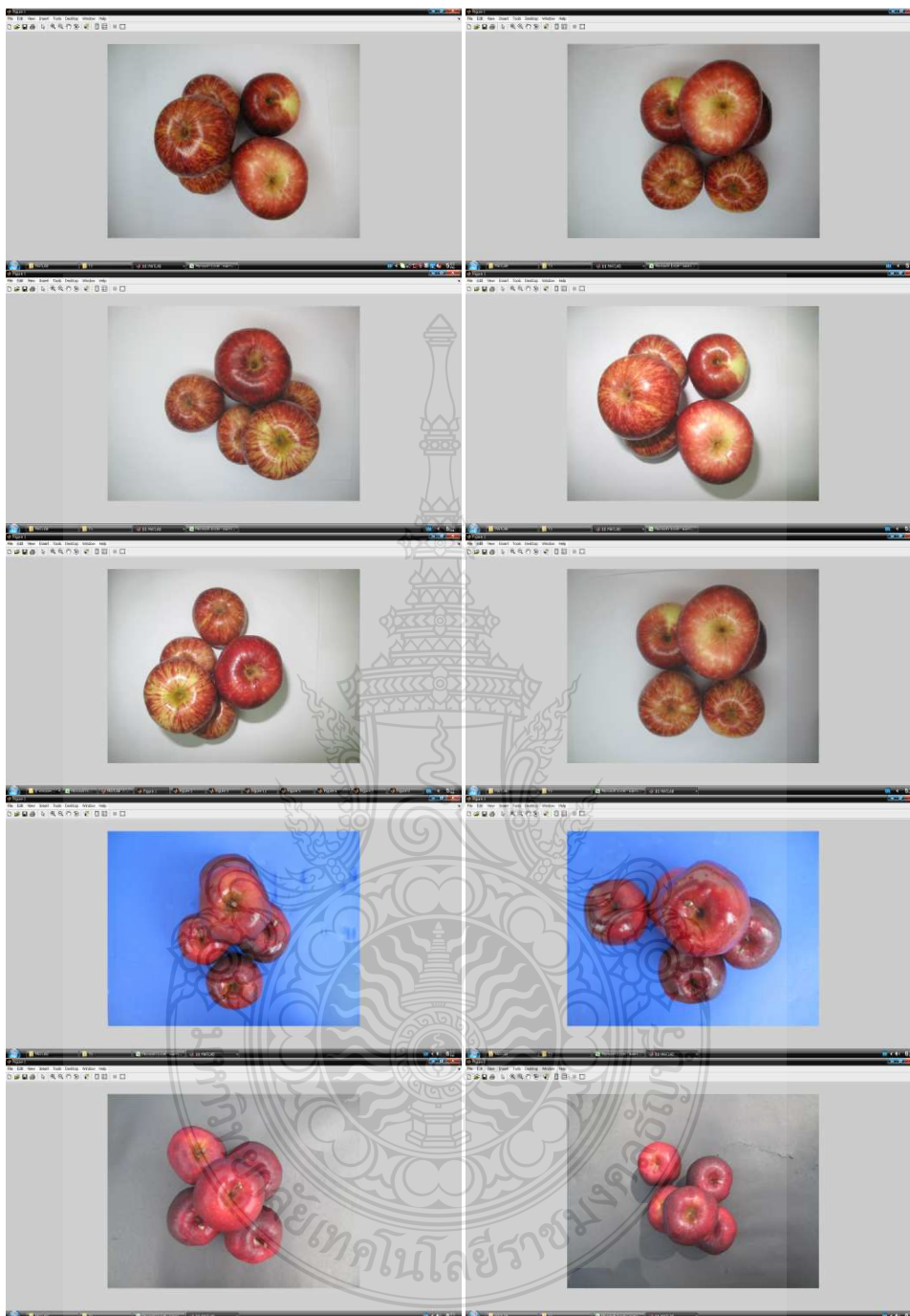




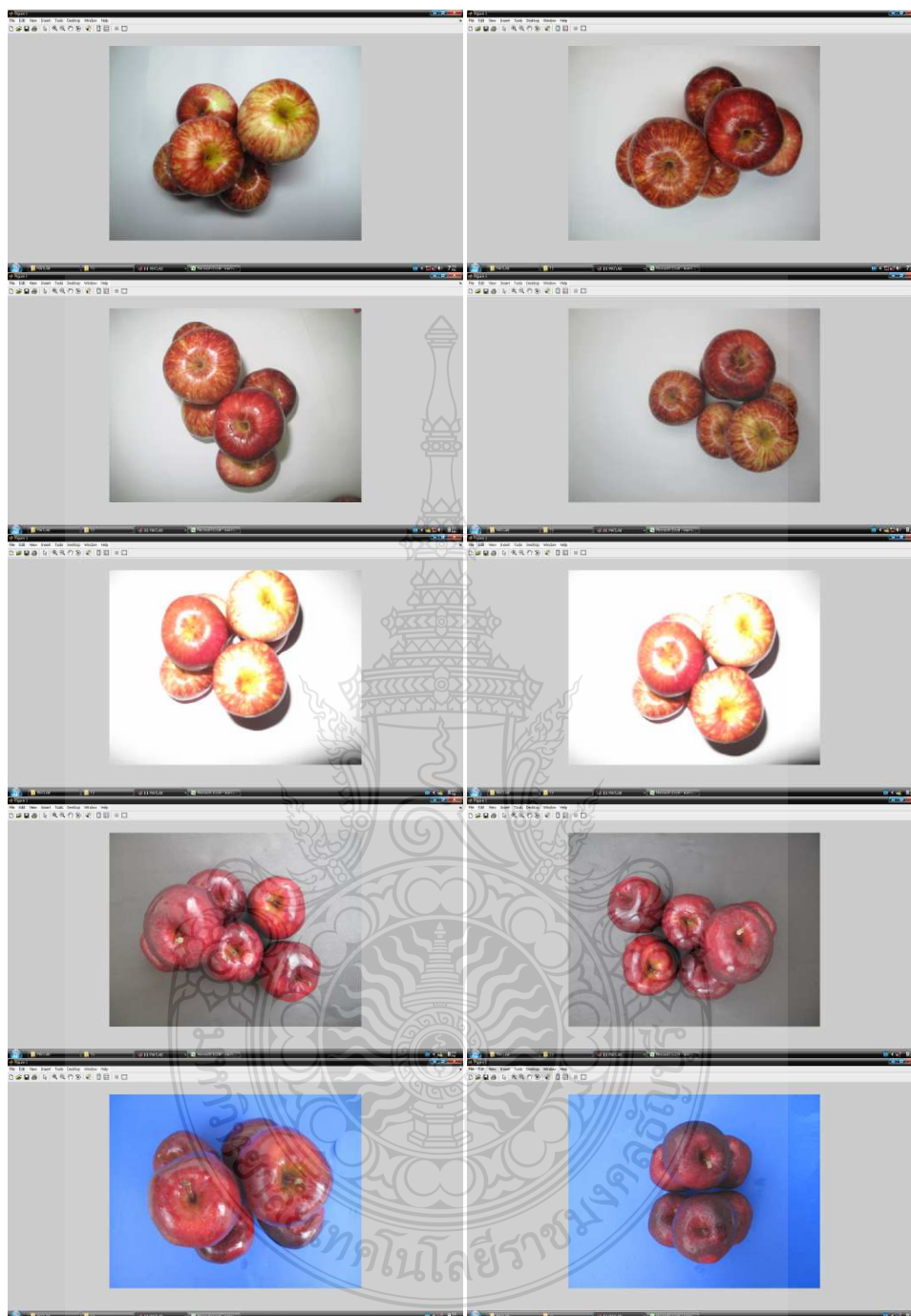
ภาพที่ ก.1 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 3 ผลต่อภาพ



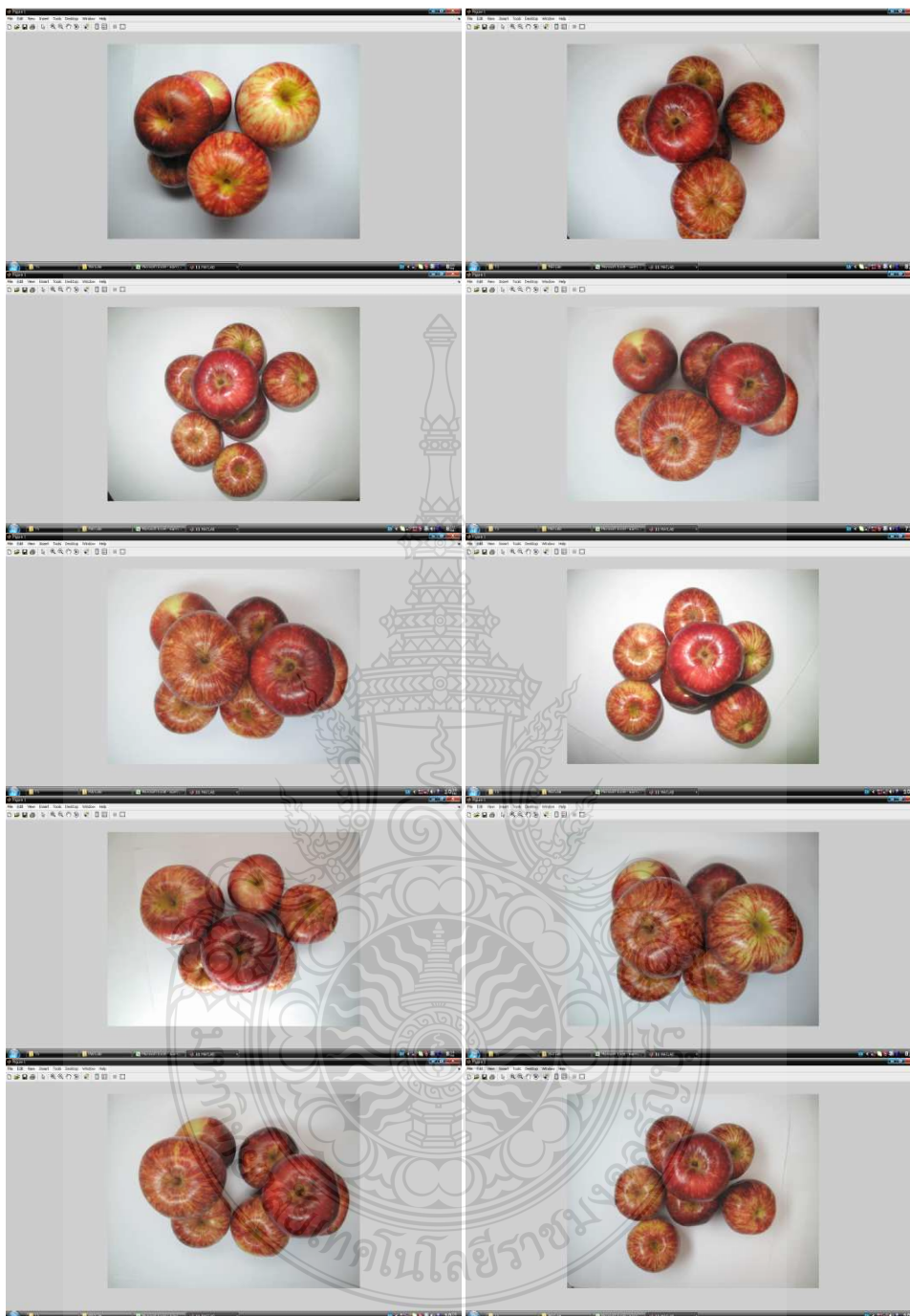
ภาพที่ ก.2 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 4 ผลต่อภาพ



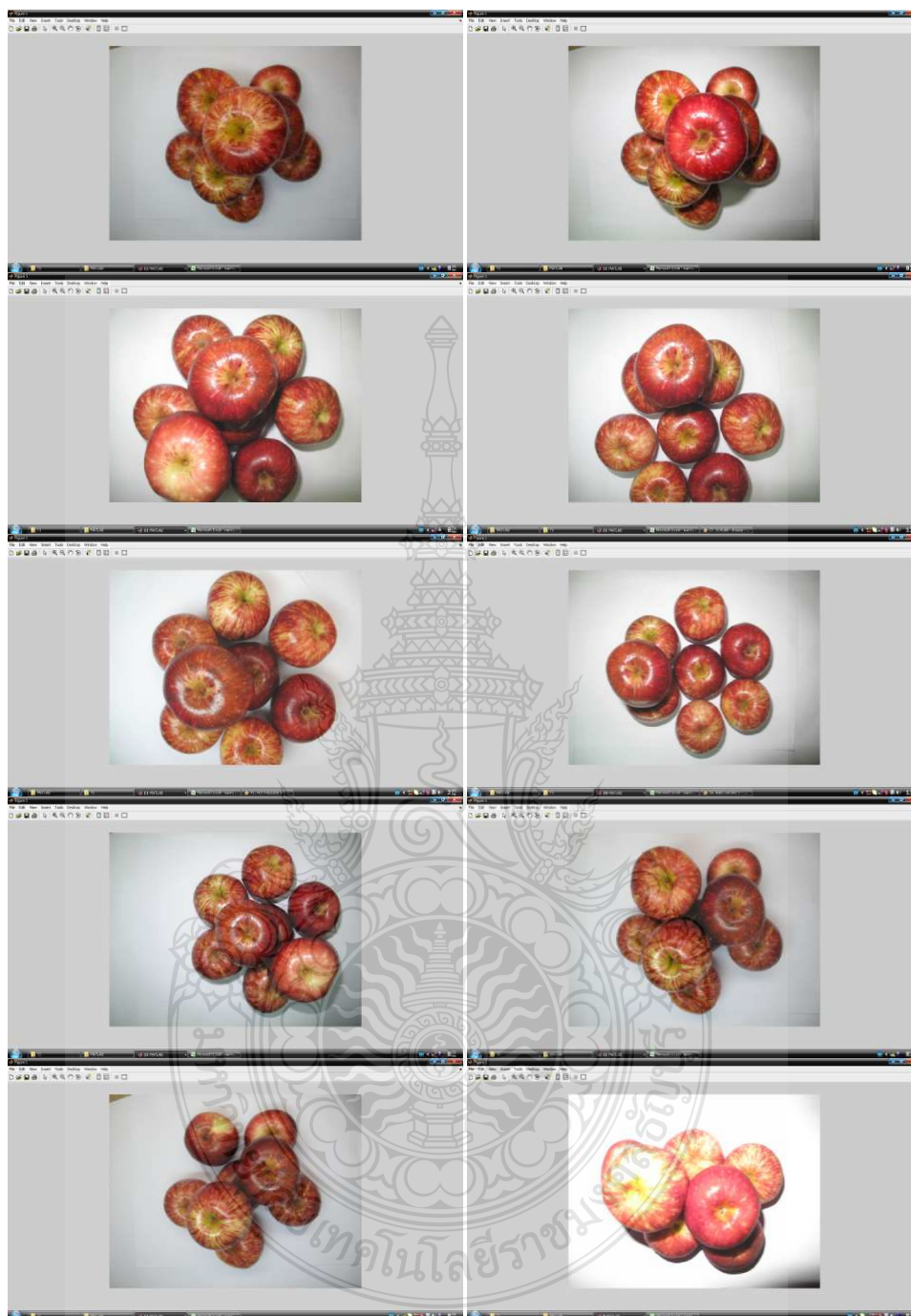
ภาพที่ ก.3 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 5 ผลต่อภาพ



ภาพที่ ก.4 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 6 ผลต่อภาพ



ภาพที่ ก.5 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 7 ผลต่อภาพ



ภาพที่ ก.6 วัตถุทรงกลมผลแอปเปิ้ล 8 ผลต่อภาพ



ภาพที่ ก.7 วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อน: ส้ม (1)

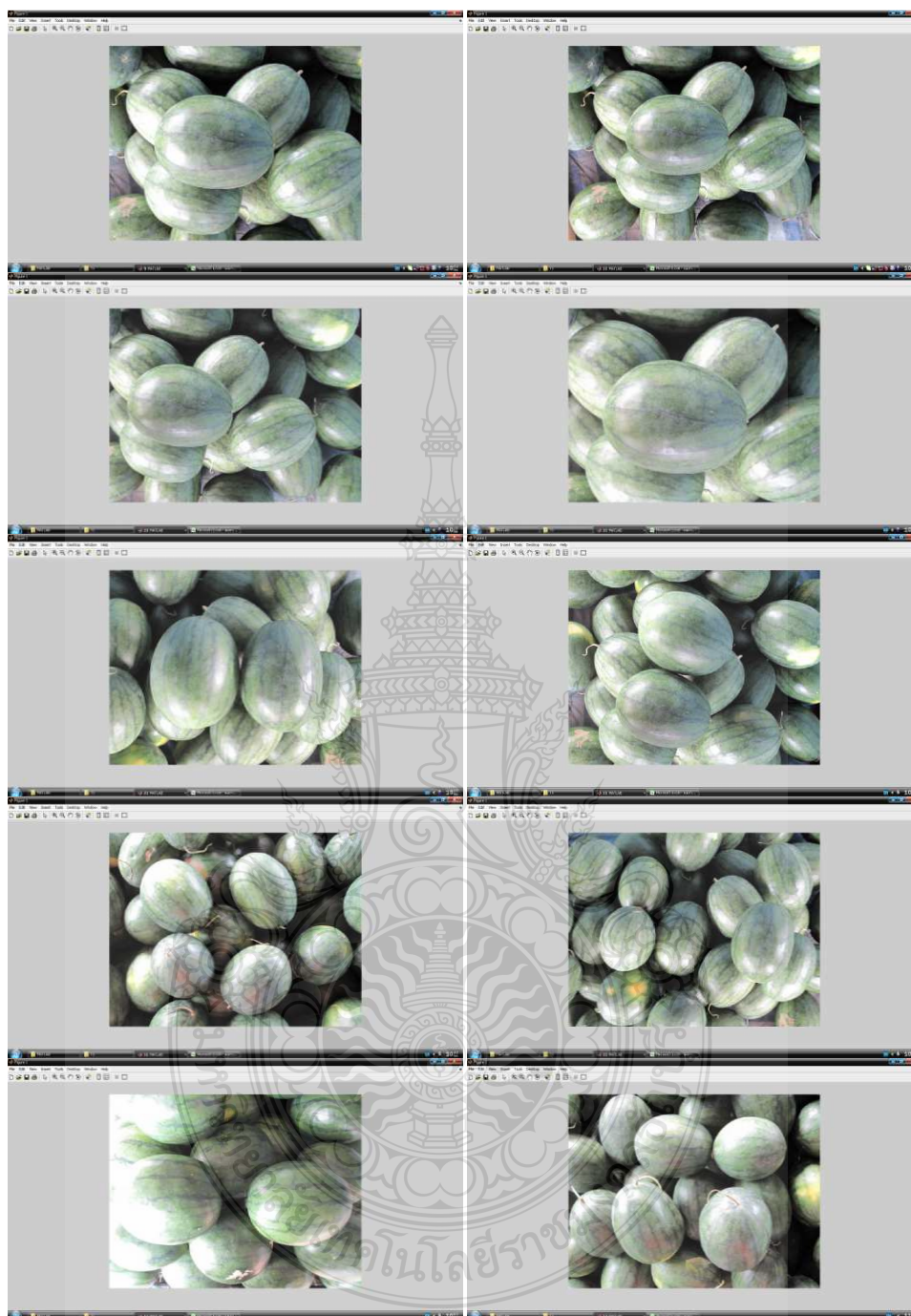


ภาพที่ ก.7 วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อน: ส้ม (1) (ต่อ)

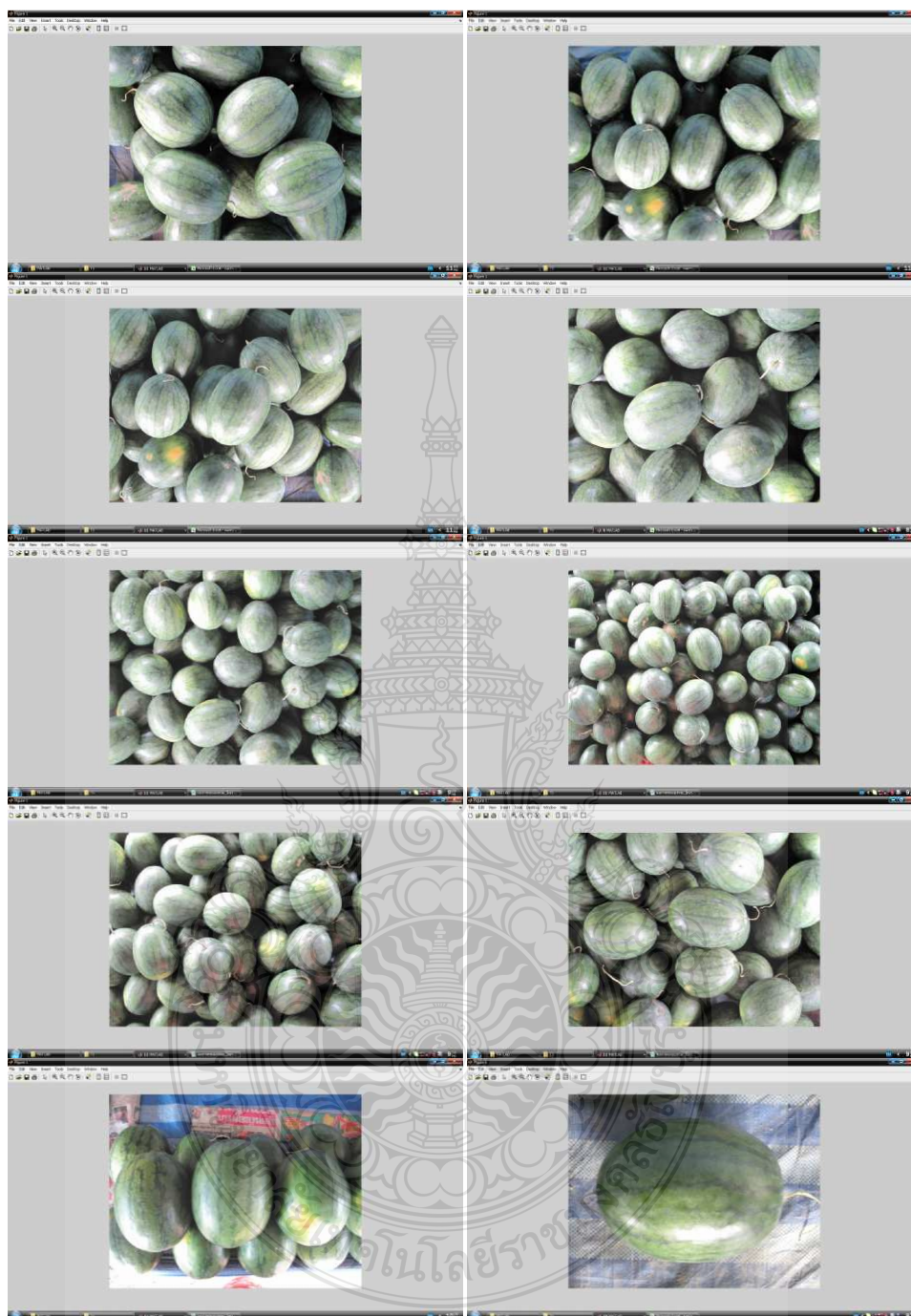




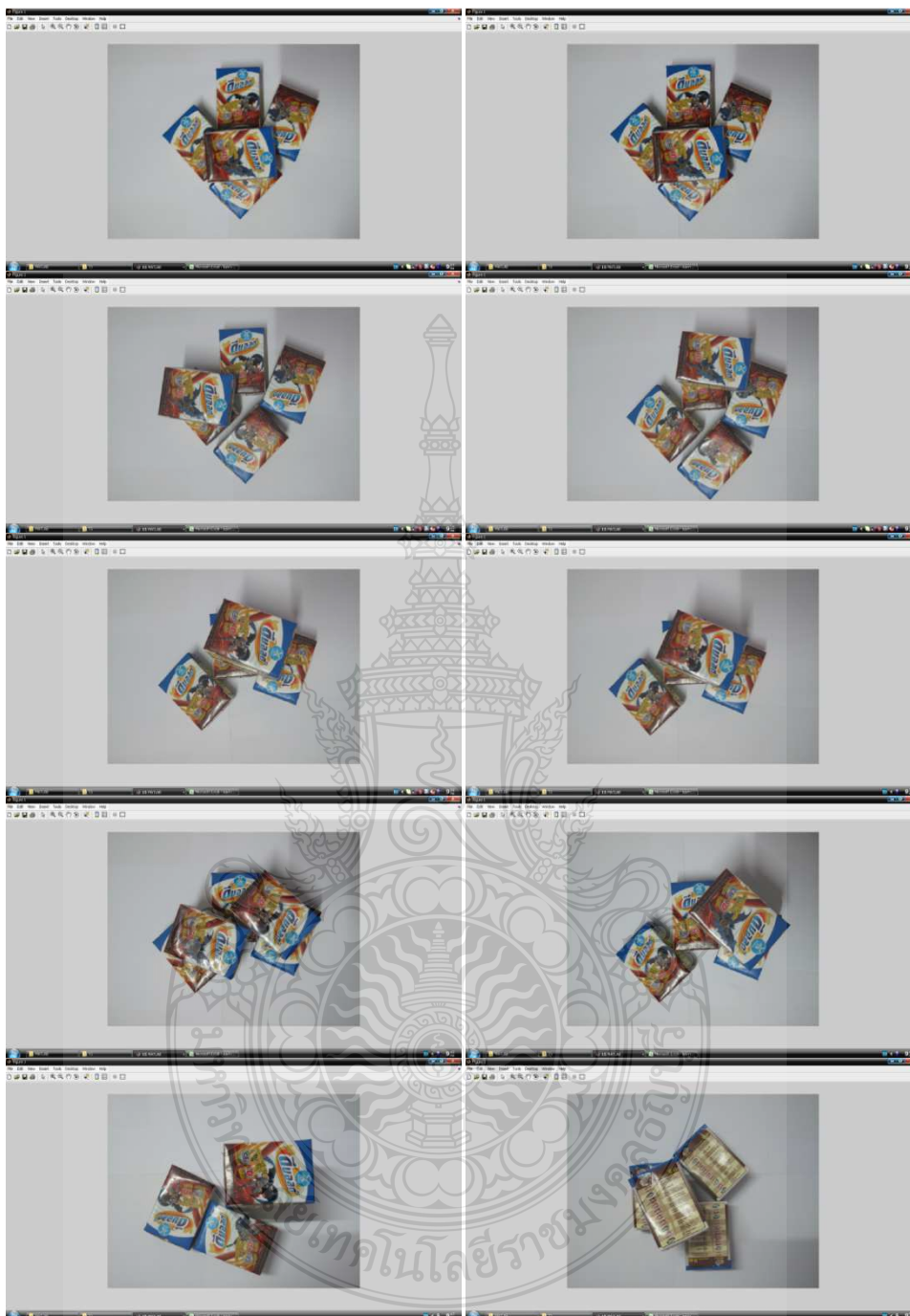
ภาพที่ ก.8 วัตถุดิบที่มีการทับซ้อน: ส้ม (2)



ภาพที่ ก.9 วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อน: แดงโม



ภาพที่ ก.9 วัตถุทรงกลมที่มีการทับซ้อน: แดงโม (ต่อ)



ภาพที่ ก.10 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม)



ภาพที่ ก.10 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม) (ต่อ)



ภาพที่ ก.10 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (กล่องนม) (ต่อ)



ภาพที่ ก.11 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู)



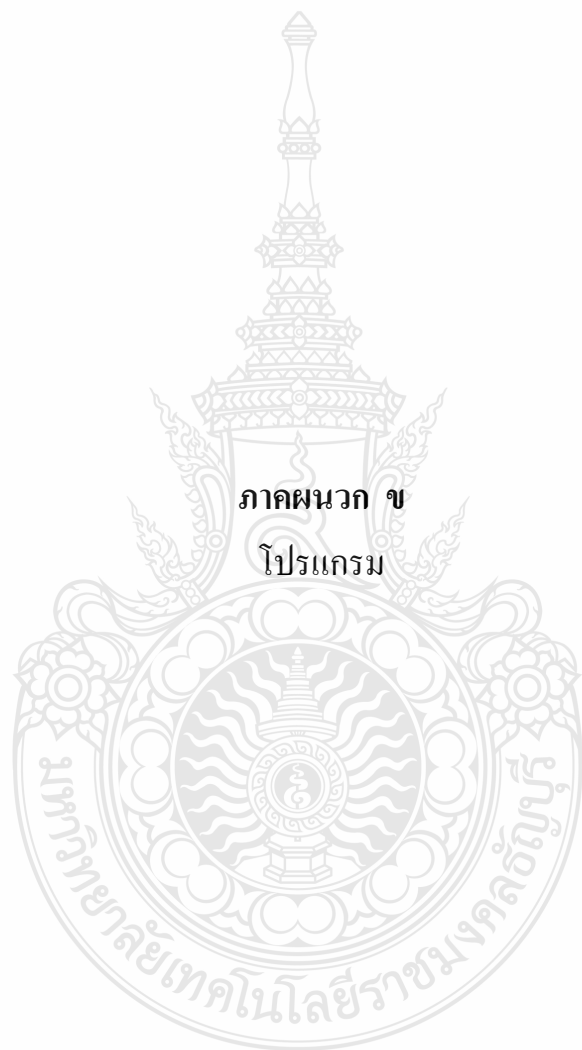
ภาพที่ ก.11 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่) (ต่อ)



ภาพที่ ก.11 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่) (ต่อ)



ภาพที่ ก.11 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยม (ก้อนสบู่) (ต่อ)



ภาคผนวก ข
โปรแกรม

โปรแกรมที่ 1 เทคนิคดิสแตนท์ทรานฟอร์ม

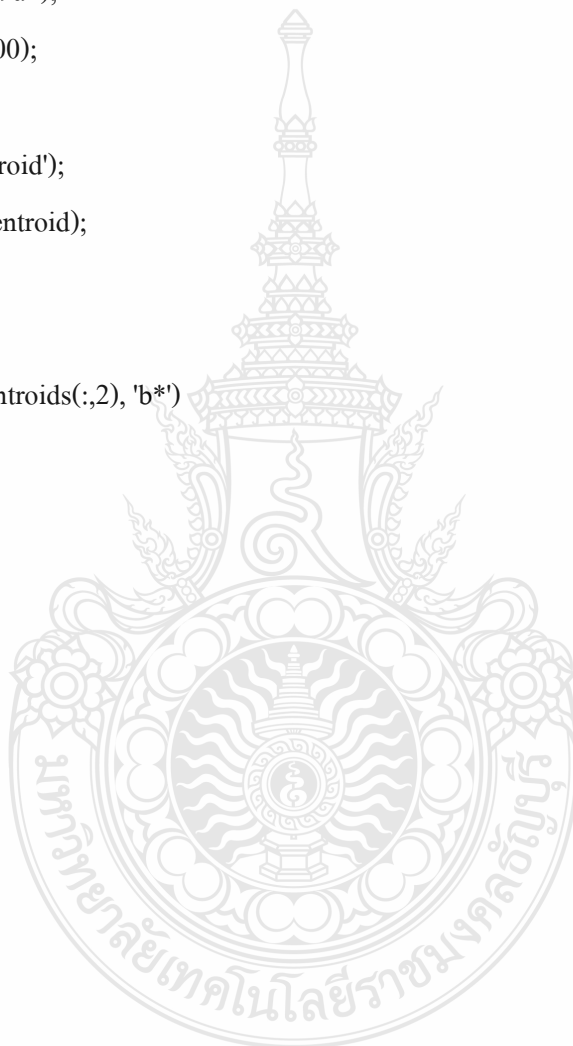
```

A=imread('5_12.jpg');
B=rgb2gray(A);
s=edge(B,'log');
y=fspecial('motion',1.5);
BW=imfilter(s,y,'circular');
u=bwareaopen(BW,300);
[row,col]=size(u);
a1=0;
for i=row:-1:1
    for j=1:1:col-1
        if u(i,j)&& u(i,j+1)==1
            a11=i;a12=j+1;
            break;
        end
    end
end
disp('ENDPOINT-START INDEX A1');disp(a11);disp(a12);
%-----ทำการหาตำแหน่งเริ่ม-จบ ในแต่ละเฟรม ให้ได้จุดตัดของขอบภาพ บน-ล่าง-ซ้าย-ขวา-----%
se=strel('arbitrary',r);
u=imopen(u,se); %
e=imellipse(gca,[xr-r xc-r r*2 r*2]);
uim=imfill(u,'holes');
figure(5),imshow(uim);

```

โปรแกรมที่ 2 เทคนิคจุดศูนย์กลาง

```
A=imread('5_12.jpg');  
B=rgb2gray(A);  
s=edge(B,'log');  
y=fspecial('motion',1.5);  
BW=imfilter(s,y,'circular');  
u=bwareaopen(BW,300);  
L=bwlabel(u);  
s=regionprops(L,'centroid');  
centroids = cat(1, s.Centroid);  
figure(7),imshow(A);  
hold on  
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')  
hold off
```



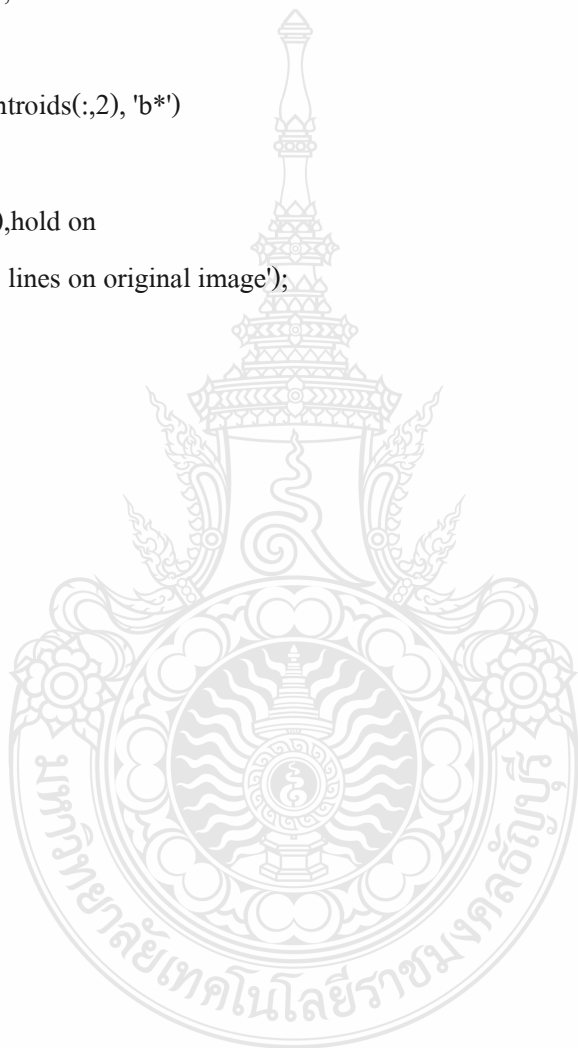
โปรแกรมที่ 3 เทคนิค Watershed Segmentation

```

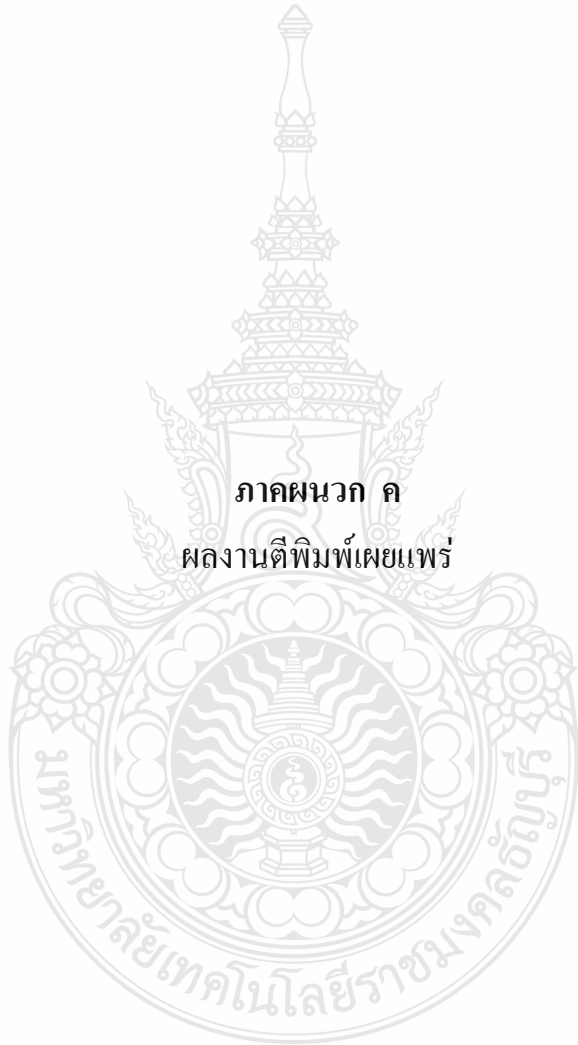
rgb=imread('5_12.jpg');
I=rgb2gray(rgb);
hy = fspecial('log');
hx = hy;
Iy = imfilter(double(I),hy,'replicate');
Ix = imfilter(double(I),hx,'replicate');
gradmag = sqrt(Ix.^2 + Iy.^2);
L = watershed(gradmag);
Lrgb = label2rgb(L);
se = strel('disk',1);
Io = imopen(I,se);
Ie = imerode(I,se);
Iobr = imreconstruct(Ie,I);
Ioc = imclose(Io,se);
Iobrd = imdilate(Iobr,se);
Iobrcbr = imreconstruct(imcomplement(Iobrd),imcomplement(Iobr));
Iobrcbr = imcomplement(Iobrcbr);
fgm = imregionalmax(Iobrcbr);
I2 = I;
I2(fgm) = 255;
se2 = strel(ones(5,5));
fgm2 = imclose(fgm,se2);
fgm3 = imerode(fgm2,se2);
fgm4 = bwareaopen(fgm3,20);
I3 = I;
I3(fgm4) = 255;
bw = im2bw(Iobrcbr,graythresh(Iobrcbr));
D = bwdist(bw);

```

```
DL = watershed(D);  
bgm = DL == 0;  
L=bwlabel(bgm);  
s=regionprops(L,'centroid');  
centroids = cat(1, s.Centroid);  
figure(1),imshow(rgb);  
hold on  
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')  
hold off  
figure(2);imshow(rgb),hold on  
title(' Watershed ridge lines on original image');
```



ภาคผนวก ค
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่





มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
BANGKOK UNIVERSITY

NECTEC
a member of NSTDA



การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 35 The 35th Electrical Engineering Conference (EECON-35)

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพ
ณ รอยัลคิลล์ กอล์ฟ รีสอร์ท แอนด์ สปา นครนายก 12 - 14 ธันวาคม 2555
<http://eecon35.bu.ac.th>

20 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ :: 50 ปี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

คณะกรรมการจัดการประชุม

คณะกรรมการสภาวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันกรรมการสามัญ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยสยาม
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
มหาวิทยาลัยลัดกษณ์
มหาวิทยาลัยธนบุรี
มหาวิทยาลัยรังสิต
มหาวิทยาลัยเรศวร
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นแอสเซีย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

สถาบันกรรมการสมทบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
มหาวิทยาลัยราชธานี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering Conference, EECON) เป็นการประชุมวิชาการระดับชาติที่มีมาตรฐานสูงระดับสากล ดำเนินการโดยคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าที่ประกอบด้วย คณะกรรมการสภาวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ผู้แทนจากสถาบัน กรรมการสถาบัน ผู้แทนจากสถาบัน กรรมการสมทบ และคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมจากสถาบัน กรรมการสามัญที่ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพในแต่ละปี เริ่มจัดประชุมครั้งแรกเมื่อ ปี 2521 จนถึงปัจจุบัน ปี 2555 เป็นครั้งที่ 35 ซึ่งมหาวิทยาลัยกรุงเทพ และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพดำเนินการจัดการประชุม

สาขาของบทความ

ไฟฟ้ากำลัง (PW)	การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)	คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)	ไฟโตนิกส์ (PH)
ระบบควบคุมและการวัดคุม (CT)	วิศวกรรมชีวการแพทย์ (BE)
อิเล็กทรอนิกส์ (EL)	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (CN)

การส่งบทความ

บทความจัดทำเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ A4 ส่งผ่าน
ขบวนการออนไลน์ โดยขั้นตอนและรายละเอียดในการส่งบทความสามารถดูได้ที่เว็บไซต์ของ
สภาวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (EECON Council)
<http://www.eecon-thailand.org> หรือที่เว็บไซต์ของการประชุม <http://eecon35.bu.ac.th>

การพิจารณาและการนำเสนอบทความ

การพิจารณาบทความทำโดยผู้พิจารณาบทความระดับวิชาชีพชั้นสูง (Professional Reviewers)
ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ได้รับการคัดเลือกตรงตามสาขาจากสภาวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย
และจากสถาบันกรรมการที่เป็นกรรมการสามัญทั่วประเทศ บทความที่ผ่านการพิจารณาจะได้รับ
การตีพิมพ์ใน Proceedings ของ EECON-35 และต้องมีการนำเสนอในที่ประชุมทุกบทความ
บทความตีพิมพ์ในแต่ละสาขาจะได้รับการคัดเลือกในขั้นตอนแรกจากผู้พิจารณาบทความ และจะได้รับการ
พิจารณาตัดสิน ในขั้นตอนสุดท้ายโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้รับการเสนอชื่อจากสภาวิชาการ
วิศวกรรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย และจากสถาบันที่เป็นกรรมการสามัญทั่วประเทศ

กำหนดการสำคัญ

หมดเขตรับบทความ	13	กรกฎาคม	2555
แจ้งผลการพิจารณาบทความ	7	กันยายน	2555
หมดเขตรับบทความฉบับสมบูรณ์	21	กันยายน	2555
การนำเสนอบทความ	12-14	ธันวาคม	2555
การลงทะเบียนของผู้นำเสนอบทความ	21	กันยายน	2555
การลงทะเบียนล่วงหน้า	5	ตุลาคม	2555

ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ

1) ดร.วิศาล พิณชู โทรทัศน์ 087-009-8729
2) ผศ.ดร.สุพจน์ สุขไพฑารมภ์ โทรทัศน์ 086-565-5305
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ (วิทยาเขตรังสิต)
9/1 หมู่ 5 ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ 02-902-0299 ต่อ 2620 โทรสาร 02-516-8554
email : eecon35@hotmail.com, eecon35@bu.ac.th

CALL FOR PAPERS



Reviewer

Ajlawit Chantaveerod
 Akaraphunt Vongkumphae
 Akkarat Boonpoonga
 Alex Pongpech
 Amnat Sukri
 Amnoi Ruengwaree
 Amorn Jiraseree-Amornkun
 Anudhit Charean
 Anupap Meesomboon
 Anuwat Jangwanitert
 Anuwat Prasertsit
 Aphibal Pruksanubal
 Apichai Bhatranand
 Apichan Kanjanavapastit
 Apinunt Thanachayanont
 Apirada Namsang
 Apirat Siritaratiwat
 Apiwat Lek-Uthai
 Arkhom Mougkhaodaeng
 Arkorn Kaewrawang
 Amuphap Dowrueng
 Arporn Teeramongkonrasmee
 Arthit Sode-Yome
 Atcha Kopwittaya
 Athikorn Sareephattananon
 Atthapol Ngaopitakkul
 Bancha Burapattanasiri
 Benjamas Panomruttanarug
 Bongkarn Homnan
 Bongkoj Sookananta
 Boonchai Techaumnat
 Boonchuay Supmonchai
 Boonlert Suechoey
 Boonruk Chipipop
 Boonsri Kaewkham-Ai

Organization

Walailak University
 Naresuan University
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Dhurakij Pundit University
 Khon Kaen University
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 Mahanakorn University of Technology
 Kasem Bundit University
 Khon Kaen University
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Prince of Songkla University
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Udon Thani Rajabhat University
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Civil Aviation Training Center Thailand
 Khon Kaen University
 Chulalongkorn University
 Srinakharinwirot University
 Khon Kaen University
 National Electronics and Computer Technology Center
 Chulalongkorn University
 Siam University
 National Electronics and Computer Technology Center
 Eastern Asia University
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Kasem Bundit University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Dhurakij Pundit University
 Ubon Ratchathani University
 Chulalongkorn University
 Chulalongkorn University
 South-East Asia University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Chiang Mai University



SCHOOL OF
ENGINEERING
BANKOK UNIVERSITY



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Boonyang Plangklang
Boonying Knobnob
Budhapon Sawetsakulanond
Bundit Thipakom
Bunlung Neammanee
Cattareeya Suwanasri
Chai Chompoo-Inwai
Chainarin Ekkaravarodome
Chainarong Klimanee
Chainarong Wisassakwichai
Chairat Pinthong
Chaiwit Chat-Uthai
Chaiyachet Saivichit
Chaiyan Jettanasen
Chaiyaporn Khemapatapan
Chaiyaporn Lothongkam
Chaiyo Thammarat
Chaiyo Thammarat
Chalee Vorakulpipat
Chanchai Thajiam
Chanchai Dechthummarong
Chanin Wissawinthanon
Channarong Banmongkol
Chanwit Boonchuay
Charin Junlawanit
Chamchai Pluempitiwinyawe
Charturong Tantibundhit
Chatchai Jantaraprim
Chatchai Suppittaksakul
Chatchai U-Thaiwasin
Chatchawarn Hansakunbuntheung
Chawasak Rakpenthai
Cherdkul Sopavanit
Chiranut Sa-Ngamsak
Chirasak Sinsukudomchai

Organization

Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Mahanakorn University of Technology
King Mongkut's University of Technology Thonburi
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Srinakharinwirot University
Rajamangala University of Technology Krungthep
Naresuan University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chulalongkorn University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Dhurakij Pundit University
Mahanakorn University of Technology
South-East Asia University
South-East Asia University
National Electronics and Computer Technology Center
Srinakharinwirot University
Rajamangala University of Technology Lanna
Chulalongkorn University
Chulalongkorn University
Rajamangala University of Technology Rattanakosin
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Chulalongkorn University
Thammasat University
Prince of Songkla University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
South-East Asia University
National Electronics and Computer Technology Center
University of Phayao
Chulalongkorn University
Khon Kaen University
South-East Asia University



Reviewer

Chirdpong Deelertpaiboon
 Choochart Haruechaiyasak
 Chow Chompooinwai
 Chukiet Sodsri
 Chumnarn Punyasai
 Chutipon Uyaisorn
 Chuttchaval Jeraputra
 Deacha Puangdownreong
 Decha Wilairat
 Denchai Worasawate
 Diew Koolpiruck
 Dr.-Eng. Pakorn Ubolkosold
 Duang-Arthit Srimoon
 Ekachai Leelarasmeek
 Ekachai Phaisangittisaikul
 Ekapon Siwapornsathain
 Issarachai Ngarmroo
 Jakkree Sriinonchat
 Jantana Panyavaraporn
 Jasada Kudtongngam
 Jeerasuda Koseeyapom
 Jirasak Charwititum
 Jitkomut Songsiri
 Jonglak Pahasa
 Jukkrit Tagapanij
 Jumpol Polvichai
 Kamon Jirasereeamornkul
 Kampol Woradit
 Kanadit Chetpattananondh
 Kanchana Silawarawet
 Kanitpong Pengwon
 Karel Sterckx
 Kasem Utaikaifa
 Keattisak Sriipimanwat
 Keerati Chayakulkheeree

Organization

King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 National Electronics and Computer Technology Center
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Silpakorn University
 National Electronics and Computer Technology Center
 Eastern Asia University
 Mahidol University
 South-East Asia University
 Mahidol University
 Kasetsart University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Bangkok University
 Rangsit University
 Chulalongkorn University
 Kasetsart University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 Burapha University
 National Electronics and Computer Technology Center
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Chulalongkorn University
 University of Phayao
 Mahanakorn University of Technology
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Srinakharinwirot University
 Prince of Songkla University
 Siam University
 Chiang Mai University
 Bangkok University
 University of the Thai Chamber of Commerce
 National Electronics and Computer Technology Center
 Sripatum University



Reviewer

Khanittha Kaewdang
 Kiattisin Kanjanawanishkul
 Kitja Luckamnuyporn
 Kittiphong Meesawat
 Kittipong Tonmitr
 Kittisak Tripipatpomchai
 Kitiwann Nimkerdphol
 Kobchai Dejhan
 Kobsak Sriprapha
 Komsan Hongesombut
 Komson Daroj
 Komson Petcharaks
 Kongpan Areerak
 Korporn Panyim
 Kosin Chamnongthai
 Kosol Nithisopa
 Kosol Oranpiroj
 Krischonme Bhumkittipich
 Krisda Yingkayun
 Krissada Asavaskulkiet
 Krit Angkeaw
 Kritchai Wittheephanich
 Kulyos Audomvongseree
 Kunthphong Srisathit
 Kusumal Chalermyanont
 Laor Boongasame
 La-Or Kovavisaruch
 Lunchakorn Wuttisittikulij
 Mana Sriyudthsak
 Manop Aorpimai
 Marut Buranarach
 Mitchai Chonghcheawchamnan
 Monai Krairiks
 Mongkol Konghirun
 Mongkol Pusayatanont

Organization

Ubon Ratchathani University
 Mahasarakham University
 Rajamangala University of Technology Phra Nakom
 Khon Kaen University
 Khon Kaen University
 Rangsit University
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 National Electronics and Computer Technology Center
 Kasetsart University
 Ubon Ratchathani University
 Chulalongkorn University
 Suranaree University of Technology
 Mahidol University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
 Rajamangala University of Technology Lanna
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 Rajamangala University of Technology Lanna
 Mahidol University
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Srinakharinwirot University
 Chulalongkorn University
 Rajamangala University of Technology Rattanakosin
 Prince of Songkla University
 Bangkok University
 National Electronics and Computer Technology Center
 Chulalongkorn University
 Chulalongkorn University
 Mahanakorn University of Technology
 National Electronics and Computer Technology Center
 Prince of Songkla University
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Ubonratchatani University



SCHOOL OF
ENGINEERING
BANKOK UNIVERSITY



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Monthon Nawong
Montree Siripruchyanun
Montri Karnjanadecha
Montri Somdunyakonok
Naebbboon Hoonchareon
Nalin Sidahao
Napat Sra-lum
Nararat Ruangchaijatupon
Narong Buabthong
Narong Yoothanom
Narongdech Keeratipranon
Natasha Dejdumrong
Natchpong Hatti
Nathabhat Phankong
Nathem Koetsam-Ang
Nattachote Rugthaicharoencheep
Nattapong Phanthuna
Nattapong Swangmuang
Nattavut Chayavanich
Nattawoot Suwannata
Natth Junkrob
Nattha Jindapetch
Natthaphob Nimpitiwan
Natthawuth Somakettarin
Nimit Boonpirom
Nipapon Siripon
Niphath Jantharamin
Nipont Tangthong
Nisachon Tangsangiumvisai
Nit Petcharak
Nitipong Panklang
Nopadol Uchaipichat
Nopporn Patcharaprakiti
Nuntiya Chaiyabut
Nutthaphong Tanthanuch

Organization

Dhurakij Pundit University
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Prince of Songkla University
Siam University
Chulalongkorn University
Mahanakorn University of Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Khon Kaen University
Thammasat University
Sripatum University
Dhurakij Pundit University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
National Electronics and Computer Technology Center
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Kasem Bundit University
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Chiang Mai University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Mahasarakham University
South-East Asia University
Prince of Songkla University
Bangkok University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Sripatum University
Chiang Mai University
Naresuan University
Rajamangala University of Technology Krungthep
Chulalongkorn University
Dhurakij Pundit University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Thammasat University
Rajamangala University of Technology Lanna
Bangkok University
Thammasat University



Reviewer

Opas Chutatape
 Paiboon Kiatsookkanatorn
 Paisarn Sonthikorn
 Paitoon RakLuea
 Pakorn Kaewtrakulpong
 Pakpum Somboon
 Panavy Pookaiyaudom
 Panus Nattharith
 Panuthat Boonpramuk
 Parachai Juanuwattanukul
 Parnjit Damrongkulkarnjom
 Patamaporn Sripadungtham
 Pathomthat Chiradeja
 Pawee Chaiyaboon
 Peerapol Yuvapoositanon
 Peerawut Yutthagowith
 Peerayot Sanposh
 Pennapa Pairodamonchai
 Petch Nantivatana
 Phai boon Booppha
 Phairote Wounchoum
 Phaisan Ngamjanyaporn
 Phakkawat Jantree
 Phichet Moungnoul
 Phongsak Phakamach
 Phumin Kirawanich
 Pichai Aree
 Pinit Thepsatorn
 Pipat Prommee
 Pished Bunnun
 Pisit Liutanakul
 Pisit Vanichchanunt
 Pisit Wisutmetheekorn
 Pisut Raphisak
 Piya Warabuntaweesuk

Organization

Rangsit University
 Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Bangkok University
 Mahanakorn University of Technology
 Naresuan University
 King Mongkut's University of Technology Thonburi
 Sripatum University
 Kasetsart University
 Kasetsart University
 Srinakharinwirot University
 Rajamangala University of Technology Thanyaburi
 Mahanakorn University of Technology
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 Udon Thani Rajabhat University
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Sripatum University
 Udon Thani Rajabhat University
 Prince of Songkla University
 Rangsit University
 Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 North Eastern University
 Mahidol University
 Thammasat University
 Srinakharinwirot University
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
 National Electronics and Computer Technology Center
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok
 Mahanakorn University of Technology
 Kasetsart University
 Bangkok University



SCHOOL OF
ENGINEERING
BANGKOK UNIVERSITY



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Pongsatom Sedtheetorn
Pongsawat Kotchapoom
Poonlap Lamsrichan
Pornchai Phukpattaranont
Pornrapeepat Bhasaputra
Prajuab Pawarangkoon
Pramin Artrit
Pramote Anunvrapong
Pramuk Unahalekhaka
Prapapan Khluabwannarat
Prasit Nakonrat
Prasit Teekaput
Prasopchok Hothongkham
Prayoot Akkaraekthalin
Preecha Kocharoen
Preecha Sakarung
Rachu Punchalard
Rangsipan Marukatat
Rardchawadee Silapunt
Rawid Banchuin
Rungsimant Sittthikorn
Sakchai Thipchaksurat
Sakda Somkun
Sakorn Po-Ngam
Salitip Sinthusonthisat
Samphan Phrompichai
Samroeng Hintarnai
Sandhai Dechanupaprittha
Sandhai Rattananon
Sangsuree Vasupongayya
Sanittham Prom-On
Sanun Srisuk
Sanya Khunkhao
Sanya Mitaim
Saowapak Thongvigitmanee

Organization

Mahidol University
Eastern Asia University
Kasetsart University
Prince of Songkla University
Thammasat University
Mahanakom University of Technology
Khon Kaen University
Rajamangala University of Technology Krungthep
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
South-East Asia University
Ubon Ratchathani University
Chulalongkorn University
Rajamangala University of Technology Rattanakosin
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Sripatum University
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Mahanakom University of Technology
Mahidol University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Siam University
Mahanakom University of Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
National Institute of Metrology
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Mahanakom University of Technology
Mahanakom University of Technology
Sripatum University
Kasetsart University
University of the Thai Chamber of Commerce
Prince of Songkla University
University College London
Mahanakom University of Technology
Sripatum University
Thammasat University
National Electronics and Computer Technology Center



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Sarawan Wongsu
Sarawuth Chairnool
Sarun Sumriddetchajom
Sataporn Pompromlikit
Sawat Bunnjaweht
Seangrawee Buakaew
Sermsak Uatrongjit
Singthong Pattanasethanon
Sirichai Dangeam
Siripong Chaysin
Siriroj Sirisukprasert
Sirivit Taechajedcadarungsri
Siriwich Tadsuan
Siriya Skolthanasat
Sisuda CHAITHONGSUK
Sitthidet Vachirasricinkul
Somboon Nuchprayoon
Somboon Sooksatra
Somchai Biansoongnem
Somchai Hiranvarodom
Somchai RATANATHAMMAPHAN
Somchat Jiriwibhakom
Sommat Sangn-Gem
Somnida Bhatranand
Somphop Rodamporn
Sompom Seewattanapon
Somying Thainimit
Somyot Kaitwanidvilai
Songklod Sriprang
Songkran Kantawong
Songphol Kanjanachuchai
Songrit Maneewongvatana
Sopon Phumeechanya
Sorawat Chivapreecha
Sorot Auyporn

Organization

King Mongkut's University of Technology Thonburi
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
National Electronics and Computer Technology Center
Khon Kaen University
Mahanakom University of Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chiang Mai University
Mahasarakham University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Srinakharinwirot University
Kasetsart University
Khon Kaen University
South-East Asia University
National Electronics and Computer Technology Center
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
University of Phayao
Chiang Mai University
Rangsit University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Chulalongkorn University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Mahanakom University of Technology
Mahidol University
Srinakharinwirot University
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Kasetsart University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Rajamangala University of Technology Rattanakosin
Bangkok University
Chulalongkorn University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Silpakom University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Provincial Electricity Authority



Reviewer

Srisak Noyraiphoom
Suchada Sitjongsataporn
Suchart Yammen
Suchin Tirongjitmoah
Sudchai Boonto
Sumate Naetiladdanon
Suneat Pranonsatit
Supachai Paiboon
Supachai Vorapojpisut
Supachate Innet
Suparerk Manitpornsut
Supatana Auethavekiat
Supattana Nirukkanaporn
Supavadee Aramvith
Supawan Pongpitakchai
Supot Sookpotharom
Surachai Chaitusaney
Surachet Kanprachar
Surachoke Thanapitak
Surapan Airphaiboon
Surapong Suwankawin
Suratsavadee Korkua
Suree Pumrin
Suthathip Maneewongvatana
Suthee Rukkaphan
Suwat Pattaramalai
Suwit Kiravittaya
Tanasak Phanprasit
Tanet Wonghong
Tanin Duangjan
Tasanee Chayavanich
Taweessup Apiwattanapong
Teeravisit Laohapensaeng
Thamvarit Singhavitai
Thanadol Pritranan

Organization

Rajamangala University of Technology Phra Nakorn
Mahanakorn University of Technology
Naresuan University
Ubon Ratchathani University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Kasetsart University
Mahidol University
Thammasat University
University of the Thai Chamber of Commerce
University of the Thai Chamber of Commerce
Chulalongkorn University
Rangsit University
Chulalongkorn University
Naresuan University
Bangkok University
Chulalongkorn University
Naresuan University
Mahidol University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chulalongkorn University
Walailak University
Chulalongkorn University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Kasem Bundit University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Naresuan University
Bangkok University
Bangkok University
Srinakharinwirot University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
National Electronics and Computer Technology Center
Mae Fah Luang University
Mahidol University
Mahidol University



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Thanakorn Namhornchan
Thanapat Promwattanapakdee
Thanapong Suwanasri
Thanathip Sum-Im
Thaschagon Onboonuea
Thavatchai Tayjasanant
Theerapol Muankhaw
Theerayod Wiangtong
Theerayut Janjaem
Theerayuth Chatchanayuenyong
Thidarat Tawsook
Thipwan Fangsuwannarak
Thumrongrat Amornraksa
Toempong Phetchakul
Trin Saengsuwan
Tuchsanai Ploysuwan
Ukrit Mankong
Usana Tuntoolavest
Ut Goenchanart
Uthen Karnarn
Varathana Arjith
Vech Vivek
Veerachai Malyavej
Viboon Chunksag
Vichai Sae-Li
Vichakom Hengsrítawat
Vijit Kinnares
Virasit Imtawil
Vladimir Buntilov
Vuttiapon Tarateeraseth
Vyapote Supabowornsathian
Waleed Mohammad
Walisa Romsaiyud
Wanchai Chankaipol
Wanchai Chimchavee

Organization

Eastern Asia University
Sripatum University
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Srinakharinwirot University
Eastern Asia University
Chulalongkorn University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Mahanakorn University of Technology
Kasem Bundit University
Mahasarakham University
Bangkok University
Suranaree University of Technology
King Mongkut's University of Technology Thonburi
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Kasetsart University
Siam University
Chiang Mai University
Kasetsart University
Rangsit University
Rajamangala University of Technology Lanna
Srinakharinwirot University
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Mahanakorn University of Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Eastern Asia University
Sripatum University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Khon Kaen University
Mahidol University
Srinakharinwirot University
Siam University
Bangkok University
Siam University
Sripatum University
University of the Thai Chamber of Commerce



SCHOOL OF
ENGINEERING
BANGKOK UNIVERSITY



รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 35

Reviewer

Wanchai Pijtrojana
Wanchai Subsingha
Wanchak Lenwari
Wanchalerm Pora
Wannarat Suntiamorntut
Warit Wichakool
Watis Leelapatra
Weerapun Rungseevijitprapa
Wekin Piyarat
Werachet Khan-Ngern
Werapon Chiracharit
Wichit Krueasuk
Widhyakorn Asdomwised
Wijittra Petchakit
Wilajpom Lee
Winyu Sawaengsinkasikit
Wipavan Narksarp
Wisarn Patchoo
Wiwat Tippachon
Wongwit Senavongse
Worakam Wongsaichua
Wuthipom Loetwassana
Wuttipong Kumwilaisak
Wuttiwat Kongrattanaprasert
Yongyut Chonbodeechalermroong
Yongyuth Naras
Yongyuth Permpoontanalarp
Youthana Kulvitit
Yutana Chongjaream
Yutana Jewajinda
Yuttana Kumsuwan
Yuttapong Jiraksopakun
Yutthana Kanthaphayao

Organization

Thammasat University
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Chulalongkorn University
Prince of Songkla University
Prince of Songkla University
Khon Kaen University
Chulalongkorn University
Srinakharinwirot University
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Sripatum University
Chulalongkorn University
Walailak University
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Kasem Bundit University
Siam University
Bangkok University
Rajamangala University of Technology Lanna
Srinakharinwirot University
Ubon Ratchathani University
Mahanakorn University of Technology
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Rajamangala University of Technology Krungthep
Naresuan University
Siam University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Chulalongkorn University
Dhurakij Pundit University
National Electronics and Computer Technology Center
Chiang Mai University
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

สารบัญ

EL024	<p>การสังเคราะห์ขดลวดเหนี่ยวนำชนิดลอยตัวโดยใช้วงจร CCDDCCs และการประยุกต์ใช้งาน</p> <p>มนตรี สมดุลยกนก¹ เทศศักดิ์ กัน โต้² และ พิพัฒน์ พรหมมี²</p> <p>¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์</p> <p>²สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p>	839
บทความกลุ่มการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล(DS)		
IP-DS1	<p>A Study of Non-Binary Low-Density Parity-Check Codes and Its Applications</p> <p>Ambar Bajpai¹ Gan Srirutchataboon¹ Tharathorn Phromsa-ard¹</p> <p>Suvit Nakpeerayuth¹ Piya Kovintavewat² and Lunchakorn Wuttisittikulkij¹</p> <p>¹Chulalongkorn University</p> <p>²Nakhon Pathom Rajabhat University</p>	843
DS001	<p>A Noise Reduction Technique with Speech Harmonic Regeneration for Hands-Free Telephony</p> <p>หทัยชนก ธรรมเชิดชูพงษ์, นิสาชล ตั้งเสงี่ยมวิสัย</p> <p>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p>	849
DS002	<p>การตรวจหาวัตถุโดยใช้เทคนิคมาร์จินอลสเปสและโมลโฟโลยี</p> <p>ขวัญจิต ออกเวหา และ จักรกวี ศรีนนท์ฉัตร</p> <p>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี</p>	853
DS003	<p>การตรวจหาพื้นที่ลอนของกระดาษลูกฟูกโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ</p> <p>มีนา รัตนากร และ ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล</p> <p>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี</p>	857
DS004	<p>Vehicle Matching from Multiple Non-overlapping Cameras</p> <p>นิธิพัฒน์ ศรีคันธะมาต¹, ศุภกร สิทธิไชย¹ และ ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์¹</p> <p>¹จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p> <p>²ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ</p>	861
DS005	<p>Continuously Adaptive Mean-Shift Analysis for Object Tracking</p> <p>อดิศร ผาสุขมูล¹, สุภาวดี อร่ามวิทย์, ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์ และ ศุภกร สิทธิไชย²</p> <p>¹จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย</p> <p>²ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ</p>	865

การตรวจหาวัตถุโดยใช้เทคนิคมาร์จิ้นออสเปซและมอร์โฟโลยี

Robust Object Detection Using Marginal Space and Morphology Technique

ขวัญจิต ออกเวหา และ จักรี ศรีนันทจักร

ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการประมวลผลสัญญาณ

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: 0-2549-3400

E-mail: khwan_o1207@hotmail.com, jakkree.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการค้นหาลักษณะของวัตถุที่ทับซ้อนหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจและนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรมหรือด้านการแพทย์ บทความนี้นำเสนอการตรวจหาวัตถุโดยใช้เทคนิค Marginal Space และ Morphology โดยมุ่งศึกษานภาพของวัตถุที่ทับซ้อน ข้อดีของเทคนิค Marginal Space นี้จะช่วยหาตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการได้ถูกต้องและรวดเร็วในขณะที่ Morphology จะช่วยลดสัญญาณรบกวน โดยภาพของผลแอปเปิ้ลขนาด 480 x 640 พิกเซล จำนวน 60 ภาพที่ได้ถูกนำมาทดสอบ ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการค้นหาวัดที่ต้องการในภาพที่มีทับซ้อนกันอยู่ 80 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การตรวจหาวัตถุ, มาร์จิ้นออสเปซ, มอร์โฟโลยี

Abstract

The object detection of overlapping or changing object is recently interested research and applied to industrial and medical area. This article presents the robust object detection using marginal space and morphology technique specially focused on overlapping object. The advantage of the marginal space technique is fast target object searching while the morphology technique does reduce the background noise of specific area. There are 60 images of apple with 480 x 640 pixels each are used in this experiment. The primary results show that these techniques provide the 80% efficient of object detection.

Keywords: Object Detection, Marginal Space, Morphology

1. คำนำ

ในปัจจุบันงานวิจัยทางการประมวลผลภาพเพื่อหาขนาดของวัตถุและการนับจำนวนวัตถุเป็นที่สนใจในการประยุกต์ใช้โรงงานอุตสาหกรรม เช่น [1] ได้มีนำเสนอการศึกษาและพัฒนา การแบ่งขนาด

มะละกอโดยใช้คุณลักษณะของรูปทรงโดยรวม 4 คุณลักษณะมาใช้คือพื้นที่ ค่าเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบรูป โดยนำภาพ RGB มาแปลงเป็นไบนารี ใช้วิธีการหาค่าเทรซโฮลด์โนมัลด์ด้วยวิธีของ Otsu's ซึ่งใช้กระบวนการ Morphological ที่เกี่ยวข้องกับการยกระดับภาพมาใช้ในการแยก/แบ่งวัตถุกับพื้นหลัง และใน [2] ได้นำเสนอการลดแยกสับประคโดยแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบไบนารี เพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุและแยกภาพพื้นหลัง นำภาพที่ได้มาคำนวณเพื่อหาขนาดในการหาขนาดพื้นที่คือ การนับจำนวนพิกเซลที่เป็นสีดำ จากนั้นนำค่าพิกเซลมาเทียบกับพื้นที่ขนาดมาตรฐานเพื่อทำการแบ่งลำดับขนาด และ[3]ได้นำเสนอวิธีการหาเค้าโครงและพื้นที่เฉพาะส่วนของภาพวัตถุโดยการให้เค้าโครงร่าง (Template) ในการหาขอบและที่ตั้งของวัตถุหลายๆชิ้นว่าเข้ากับตัวอย่าง โครงร่างหรือไม่ โดยใช้อัลกอริทึมมาเพิ่มประสิทธิภาพข้อจำกัดของบทความนี้คือการทำงานตามข้อมูลของโครงร่างเท่านั้น อีกทั้งใน [4-5] ได้นำเสนอการนับเซลล์เม็ดเลือดแดง ใช้การนับจำนวนวัตถุบนภาพขาว-ดำ โดยวิธี Sum-Result Indexing ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนามาจากการเข้ารหัสแบบ Run-Length Encoding (RLE) การระบุตัวคนของกลุ่มพิกเซลหลังจากที่มีการรวมโดยจัดกลุ่มจุดที่อยู่ติดกันในแนวนอนและความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่ม ความถูกต้องในการนับให้ผลเหมือนกันแต่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี Contour tracing technique และนำเสนอการนับจำนวนลูกปลา ใช้วิธีการนับจำนวนวัตถุบนภาพขาว-ดำโดยวิธี Parallel Sum-Result Indexing ที่พัฒนามาจาก Two scan sum-result indexing โดยทำการ run indexing ไปพร้อมๆกับการทำ run-length encoding ในการทำ faster scan รอบเดียว โดยยังคงความถูกต้องในการนับและสามารถลดทอนเวลาในการประมวลผลได้ แต่ยังคงเกิดความผิดพลาดในกรณีที่มีภาพมีการทับซ้อน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาวัตถุในกรณีภาพที่ทับซ้อน ในบทความนี้จึงนำเสนอเทคนิคในการหาวัตถุด้านบนในกรณีที่มีภาพทับซ้อน โดยอาศัยวิธีการหาขอบภาพและลดสัญญาณรบกวนโดยวิธี Morphology เพื่อคัดพิกเซลของภาพให้คงไว้เฉพาะวัตถุที่อยู่ด้านบน หรือวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ

2. วิธี Marginal Space

วิธี Marginal Space [6-7] เป็นวิธีการหาวัตถุโดยการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ โดยในแต่ละส่วนจำเป็นต้องหาองค์ประกอบพารามิเตอร์ที่สำคัญให้ครบทั้งหมด 5 ตัวคือ พารามิเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 เป็นพารามิเตอร์ของตำแหน่ง พารามิเตอร์ตัวที่ 3 เป็นพารามิเตอร์คุณสมบัติของวัตถุ และพารามิเตอร์ตัวที่ 4 และ 5 เป็นพารามิเตอร์คุณสมบัติและความสัมพันธ์ของวัตถุกับพื้นที่รอบข้าง ดังนั้นเพื่อให้วิธีการ Marginal Space มีประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

2.1 การหาขอบภาพ

การแยกบริเวณของภาพ เป็นการแยกระหว่างวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลัง ทำให้ทราบว่าในภาพมีจำนวนวัตถุเท่าใดและพิกเซลใดเป็นของวัตถุชั้นใด บทความนี้ใช้วิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยอาศัยความไม่ต่อเนื่องของคุณสมบัติของพิกเซลที่บริเวณขอบของวัตถุ ข้อดีของวิธีการนี้คือมุ่งที่จะตรวจหาขอบของวัตถุ ทำให้มีความเร็วในการประมวลผลเพราะวิธีการนี้ใช้เฉพาะข้อมูลบริเวณขอบของวัตถุเท่านั้น ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้คือผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ “ขอบ” ของวัตถุ ซึ่งขอบของวัตถุที่ได้อาจมีความไม่ต่อเนื่องเมื่อวัตถุมีสีไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เทคนิคดังกล่าวดำเนินการโดยนำภาพต้นฉบับมาแปลงภาพเป็นภาพระดับสีเทา ที่มีค่าตั้งแต่ 0-255 จากนั้นหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Operator $[\nabla^2 P]$) บริเวณที่ส่วนขอบจะเด่นชัดขึ้น การประมาณค่าของ Mask จะทำให้ตำแหน่งของบริเวณขอบของวัตถุในภาพคือ ค่าจุดผ่านศูนย์ (Zero Crossing) ของ $\nabla^2 P$ การหาอนุพันธ์อันดับสอง หาได้จาก

$$\nabla^2 P = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \tag{1}$$

การค้นหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง เมื่อทำ $\nabla^2 P$ บริเวณขอบจะมีตำแหน่งเดียวกับค่าจุดศูนย์กลางของค่าจาก $\nabla^2 P$ พิจารณาได้จากตำแหน่งที่พิกเซลเปลี่ยนแปลงจากค่าที่เป็นบวกเป็นค่าที่เป็นลบหรือค่าจากที่เป็นลบไปเป็นค่าที่เป็นบวก

2.2 การกรองภาพ

ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพยังคงมีสัญญาณรบกวน จึงต้องมีการกรองข้อมูลภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวนดังกล่าว ในบทความนี้ได้ใช้วิธีการคอนโวลูชัน (Convolution) ซึ่งเป็นการกระทำกันระหว่างเทมเพลต (Template) กับภาพ (Image) เทมเพลตคือ เมทริกซ์ขนาด $M \times N$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปทับซ้อนกับภาพที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชัน กำหนดให้ $T(x, y)$ เป็นเทมเพลต โดยที่ $I(X, Y)$ คือภาพผลลัพธ์จากการคอนโวลูชันกับภาพสามารถแสดงได้ดังสมการ

(2) โดยใช้ตัวกรองแบบ Motion ซึ่งจะให้ค่าใกล้เคียงการเคลื่อนไหวเชิงเส้นของพิกเซล

$$\hat{I}(X, Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(x, y) I(X-i, Y-j) \tag{2}$$

จากสมการจะเห็นว่าระดับความเข้มแสง ณ จุด (X, Y) ในภาพผลลัพธ์ได้จากการหาผลรวมของผลคูณระหว่างค่าในเทมเพลตกับค่าระดับความเข้มแสงของภาพในบริเวณที่เทมเพลตทับอยู่ จากสมการตัวชี้ตำแหน่งจุดในภาพ $(X-i, Y-j)$ แสดงให้เห็นว่ามีกรพิกเซลเทมเพลตทางแกนอนและแกนตั้ง

2.3 การปรับปรุงขอบภาพ

บทความนี้ใช้ Opening เป็นเทคนิคในการปรับปรุงภาพโดยการกัดกร่อนขอบภาพ (Erosion) ดังสมการที่ 3 แล้วตามด้วยการขยายขอบภาพ (Dilation) ดังสมการที่ 4

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \tag{3}$$

$$A \oplus B = \{z | [(B)_z] \cap A \subseteq A\} \tag{4}$$

เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล
 B คือ องค์ประกอบโครงสร้าง (Structuring Element)
 Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ
 สามารถเขียนสมการของ Opening ได้ดังสมการที่ 5

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \tag{5}$$

ใช้เทคนิค Opening เพื่อขจัดวัตถุที่มีค่าพิกเซลน้อยๆ และลดสัญญาณรบกวนออกจากภาพเพื่อให้เหลือแต่ขอบภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์

3. วิธีการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบกับภาพถ่ายผลไม้ที่ไม่มีรูปทรงกลมคือ ผลแอปเปิ้ล โดยภาพที่นำมาทดสอบเป็นภาพถ่ายดิจิทัลขนาด 480 x 640 พิกเซล จำนวน 60 ภาพ รูปที่ 1 แสดงวิธีการสร้างกรอบครอบวัตถุที่อยู่ด้านบน ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการสร้างรอยครอบวัตถุที่อยู่ด้านบนสุด

4. ผลการทดลอง

ในขั้นตอนแรกนำภาพถ่ายดิจิทัล ขนาด 480 x 640 พิกเซล ซึ่งได้ทำการถ่ายภาพตัวอย่างโดยใช้ผลแอปเปิ้ล จำนวนตัวอย่าง 3-8 ผล ต่อภาพ จัดวางในลักษณะต่างๆ รูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพผลแอปเปิ้ล

แปลงภาพต้นฉบับเป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale Image) เพื่อทำการหาขอบภาพ ในบทความนี้ใช้การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Operator) เลือกเทคนิคการหาขอบภาพโดยวิธี LOG (Laplacian of a Gaussian) เป็นตัวดำเนินการเชิงเส้น หลักการของการหาขอบวิธี LOG ใช้การรวมภาพทำให้เกิดผล คือ ทำให้ภาพราบเรียบ (ลดสัญญาณรบกวน) และการคำนวณลาปลาซทำให้เกิดขอบภาพซ้อน โดยที่การหาขอบใช้การผ่านศูนย์ระหว่างข้อทั้งสอง ผลการหาขอบภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพที่ผ่านการหาขอบภาพโดยใช้วิธี LOG

ภาพที่ผ่านการหาขอบยังคงมีสัญญาณรบกวน จึงต้องทำการกรองภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวน ใช้การกรองภาพโดยวิธีการคอนโวลูชัน จากนั้นทำการตัดวัตถุในภาพที่มีค่าพิกเซลน้อยๆ หรือสัญญาณ

รบกวนออกจากภาพโดยใช้เทคนิค Opening ให้คงไว้แต่พิกเซลของวัตถุที่อยู่ด้านบนหรือวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพหลังผ่านการใช้เทคนิค Opening

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าขอบภาพที่ผ่านการกรองภาพจะมีบางส่วนของขอบวัตถุหายไปบ้าง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ขอบภาพบางส่วนขาดหายไป เกิดจากทิศทางของแสงที่ตกกระทบบนวัตถุ โปรแกรมจะทำการหาตำแหน่งของขอบภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพที่สุด เพื่อทำการสร้างรอยครอบวัตถุดังกล่าว ซึ่งจะถือว่าขอบภาพที่ได้นั้นเป็นส่วนหนึ่งของขอบภาพวัตถุที่อยู่ด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 5

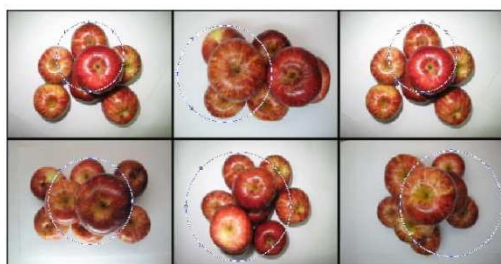


รูปที่ 5 สร้างรอยครอบวัตถุที่อยู่ด้านบน

จากการทดลองในเบื้องต้นพบว่า เทคนิคที่ใช้นี้สามารถหาวัตถุตามที่ต้องการได้ จึงทำการทดลองเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนภาพของวัตถุ ดังนี้



รูปที่ 6 ภาพผลการทดลอง



รูปที่ 6 ภาพผลการทดลอง (ต่อ)

จากผลการทดลองพบว่า

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

ชื่อ	จำนวนครั้ง	ผลการทดลอง	
		พบกลุ่มวัตถุ	พบวัตถุเดียว
แอปเปิ้ล 3 ผล	10	4	6
แอปเปิ้ล 4 ผล	10	6	4
แอปเปิ้ล 5 ผล	10	9	1
แอปเปิ้ล 6 ผล	10	9	1
แอปเปิ้ล 7 ผล	10	10	0
แอปเปิ้ล 8 ผล	10	10	0
ผลรวม	60	48	12
ผลรวมคิดเป็น %	100	80	20

จากตารางสรุปผล เทคนิคที่ใช้อุปกรณ์สามารถหาวัตถุในลักษณะภาพที่ต้องการคือ ภาพเดี่ยวของวัตถุที่อยู่บนสุดในระนาบ Z ได้ 20% โดยเทคนิคนี้ การควบคุมแสงที่ตกกระทบภาพมีผลต่อการตรวจพบวัตถุ

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตรวจหาวัตถุ โดยการสร้างกรอบครอบวัตถุที่อยู่ด้านบนในภาพถ่ายดิจิทัล 2D ภาพขนาด 480 x 640 พิกเซล โดยใช้ภาพถ่ายผลแอปเปิ้ล ภาพตัวอย่างใช้ผลแอปเปิ้ล 3-8 ผล/ภาพ จัดวางในลักษณะต่างๆ การทดลองนี้ใช้เทคนิคในการหาขอบภาพของวัตถุ แล้วทำการตรวจจับขอบวัตถุที่มีความสมบูรณ์ของขอบภาพ จากนั้นทำการสร้างกรอบครอบรอบวัตถุที่อยู่บนสุด

จากการทดลองพบว่าเทคนิคนี้สามารถมีประสิทธิภาพในการตรวจพบวัตถุที่อยู่บนสุดในลักษณะพบภาพกลุ่มวัตถุคิดเป็น 80% และพบภาพวัตถุเดียว 20% โดยที่ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกิดจากการควบคุมทิศทางของแสงที่ตกกระทบวัตถุในภาพ ไม่สม่ำเสมอจึงทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ของขอบวัตถุในภาพ ดังนั้นในการพัฒนางานในอนาคตการควบคุมแสงจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณา รวมถึงการนำเทคนิคการหา center point จากภาพขอบภาพที่สมบูรณ์มาประยุกต์ใช้ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยในบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย NRP:2555A16502049, project code: 52874 ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปี 2555

เอกสารอ้างอิง

- [1] Slamet R. et al., "Shape Characteristics Analysis for Papaya Size Classification," The 5th Student Conference on Research and Development-SCoReD 2007, 11-12 December 2007, Malaysia.
- [2] วิจิต นางแล และ นิตพิชญ์ ใจสิน, "การสร้างเครื่องมือคัดแยกสับประคโดยวิธีการคัดแยกด้วยภาพ," การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ประจำปี 2552, จังหวัดเชียงราย, 2552.
- [3] Ge Guo, Tingting Jiang, Yizhou and Wen Gao, "Finding Multiple Object Instances with Occlusion," 2010 International Conference on Pattern Recognition, 2010, pp.3878-3881.
- [4] เกศศักดิ์ดา ศรีโตดร, และ อานูภาพ มีสมบูรณ์, "การนับจำนวนเซลล์เลือดแดงแบบอัตโนมัติโดยวิธี Sum-Result Indexing Algorithm," การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า, ครั้งที่ 33, 1-3 ธันวาคม 2553, จังหวัดเชียงใหม่, 2553, หน้า 1201-1204.
- [5] เกศศักดิ์ดา ศรีโตดร, และ อานูภาพ มีสมบูรณ์, "การนับจำนวนลูกปลานแบบอัตโนมัติโดยวิธี Parallel Sum-Result Indexing Algorithm," Internet, 2554.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing second edition", 2002.
- [7] Yefeng Zheng and Dorin Comaniciu, "Robust Object Detection Using Marginal Space Learning and Ranking-Based Multi-Detection Aggregation: Application to Left Ventricle Detection in 2D MRI Images," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, pp.1343-1350.



ขัญจิต ออกเวหา จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี วิศวกรรมไฟฟ้า ในปี พ.ศ. 2546 ปัจจุบันศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ การประมวลผลภาพ



จิกิริ ศรีนนท์ถวัลย์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จาก Northumbria University, UK. ในปี พ.ศ. 2548 ใน สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบันดำรง ตำแหน่งอาจารย์ที่ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ การประมวลผลสัญญาณ และระบบควบคุม



CONFERENCE PROGRAM

**The 3rd IASTED Asian Conference on
Modelling, Identification, and Control (AsiaMIC 2013)**

&

**The 8th IASTED International Conference on
Advances in Computer Science (ACS 2013)**

April 10 – 12, 2013

Phuket, Thailand

LOCATION

Novotel Phuket Resort
282 Phrabaramree Road, Patong
Kathu, Phuket, Thailand 83150

MODELLING, IDENTIFICATION, AND CONTROL (AsiaMIC 2013)

SPONSOR

The International Association of Science and Technology for Development (IASTED)

GENERAL CHAIR

Asse. Prof. Wudhichai Assawinchaichote - King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand

HONORARY CHAIR

Prof. Sarawut Sujitjorn - Synchrotron Light Research Institute (Publ. Org.), Thailand

KEYNOTE SPEAKER

Prof. Pericle Zanchetta - University of Nottingham, UK

INVITED SPEAKER

Prof. Shankar P. Bhattacharyya - Texas A & M University, USA

BEST PAPER AWARDS CHAIRS

Dr. Tao Wu - GE Global Research Center, PR China

Asst. Prof. Kongpan Areerak - Suranaree University of Technology, Thailand

PUBLICATIONS CHAIRS

Dr. Deacha Puangdownreong - South-East Asia University, Thailand

Asst. Prof. Kongpol Areerak - Suranaree University of Technology, Thailand

PUBLICITY CHAIR

Dr. Sudarat Khwan-On - Suranaree University of Technology, Thailand

SPECIAL SESSION ORGANIZERS

Dr. Prapong Klysubun - Synchrotron Light Research Institute (SLRI), Thailand

Dr. Supat Klinkhieo - Synchrotron Light Research Institute (SLRI), Thailand

Prof. Viboon Sangveraphunsiri - Chulalongkorn University, Thailand

Asst. Prof. Jiraphon Srisertpol - Suranaree University of Technology, Thailand

Dr. Jukkrit Kluabwang - Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Thailand

UNIVERSITY LIASIONS

Asst. Prof. Prayoth Kumsawat - Suranaree University of Technology, Thailand
Asst. Prof. Sakrawee Raweekul - Rajamangala University of Technology, Thailand

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

F. Abdul Aziz – Putra University, Malaysia, Malaysia
G.K. Adam – Technological Educational Institute of Larissa, Greece
C. Angeli – Technological Institute of Piraeus, Greece
W. Assawinchaichote – King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand
F. Assous – Ariel University Center, Israel
U. Biader Ceipidor – University of Rome, Italy
J. Boaventura – University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Portugal

M. Boumedine – University of the Virgin Islands, U.S. Virgin Islands
W. Byrski – AGH University of Science and Technology, Poland
X. Chen – Shibaura Institute of Technology, Japan
T.-M. Dao – University of Québec / École de Technologie Supérieure (ETS), Canada
S.R. Das – Troy University, USA
J. Davila – University of the Andes, Venezuela
T. Dhaene – Ghent University, Belgium
A. Dourado – University of Coimbra Polo II, Portugal
J. Dvornik – University of Split, Croatia
P. Fonseca i Casas – Technical University of Catalonia, Spain
E. Furutani – Kyoto University, Japan
V. Glizer – Ort Braude College, Israel
V. Grout – Glyndwr University, UK
K.-E. Häggblom – Åbo Akademi University, Finland
D. He – CSSI Incorporated, USA
G. Horton – University of Magdeburg, Germany
I. Jesus – Institute of Engineering of Porto, Portugal
B. Joseph – University of South Florida, USA
V. Jotsov – ULSIT, State University in Sofia, Bulgaria
B. Kaewkham-ai – Chiang Mai University, Thailand
T. Kawabe – University of Tsukuba, Japan
S.-H. Kim – Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea
K. Lavangnananda – King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand
M. Lee – Yeungnam University, Korea
S. Liang – Chongqing University, PR China
A. Løkketangen – Molde University College, Norway
M. Lotfalian – University of Evansville, USA
K.L. Man – Xi'an Jiaotong-Liverpool University, PR China
G. Merkuryeva – Riga Technical University, Latvia
E.D. Moreno – Federal University of Sergipe, Brazil
J. Navarro-Moreno – University of Jaen, Spain
T. Niculiu – Politehnica University of Bucharest, Romania
J.J. Nieto – University of Santiago de Compostela, Spain
G. Nikolakopoulos – Luleå University of Technology, Sweden
H. Oya – University of Tokushima, Japan
G. Petuelli – South-Westphalia University of Applied Sciences, Germany
C. Pinto – Polytechnic Institute of Porto, Portugal
M. Poboroniuc – Gheorghe Asachi Technical University of Iași, Romania
P. Pongsumpun – King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
D. Puangdownreong – South-East Asia University, Thailand
Y.B. Reddy – Grambling State University, USA

T. Riismaa – Institute of Cybernetics at Tallinn University of Technology, Estonia
M. Rodrigues – Sheffield Hallam University, UK
S.H. Rubin – Spawar Systems Center, USA
E. Santini – Sapienza University of Rome, Italy
Y.S. Shmaliy – Guanajuato University, Mexico
B. Singh – Lakehead University, Canada
R. Snow – Riddle Aeronautical University, USA
R. Spolon – São Paulo State University (UNESP), Brazil
J. Štecha – Czech Technical University in Prague, Czech Republic
C. Sueur – Central School of Lille, France
A. Swierniak – Silesian University of Technology, Poland
J.A. Tenreiro Machado – Porto Superior Institute of Engineering (ISEP), Portugal
A. Tornambè – University of Rome Tor Vergata, Italy
M. Trabia – University of Nevada, USA
H. Trinh – Deakin University, Australia
K. Tsakalis – Arizona State University, USA
H. Unger – Fern University in Hagen, Germany
G. Varga – University of Miskolc, Hungary
E.E. Yaz – Marquette University, USA
L. Yilmaz – Auburn University, USA
W. Yu – CINVESTAV, Mexico
S.-H. Zeng – Beijing University of Technology, PR China
L. Zhang – Harbin Institute of Technology, PR China
Y.M. Zhang – University of Kentucky, USA
Z. Zhang – University of Exeter, UK

ADVANCES IN COMPUTER SCIENCE (ACS 2013)

SPONSOR

The International Association of Science and Technology for Development (IASTED)

TUTORIAL SESSION

Prof. Nader F. Mir - San Jose State University, USA

SPECIAL SESSION AND PUBLICITY CHAIRS

Asst. Prof. Krerk Piromsopa - Chulalongkorn University, Thailand

Asst. Prof. Pattarasinee Bhattarakosol - Chulalongkorn University, Thailand

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

T. Akutsu – Kyoto University, Japan

N. Amano – Okayama University, Japan

A. Appice – University of Bari Aldo Moro, Italy

P. Bhattarakosol – Chulalongkorn University, Thailand

P. Bodorik – Dalhousie University, Canada

J. Chandy – University of Connecticut, USA

D. Chen – Uniformed Services University of the Health Sciences, USA

Y. Chen – University of Winnipeg, Canada

S. Chittayasothorn – King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

B. Dasgupta – University of Illinois at Chicago, USA

E. Fink – Carnegie Mellon University, USA

E. Grant – University of North Dakota, USA

J. Guo – California State University Los Angeles, USA

M. Halgamuge – University of Melbourne, Australia

X. He – Florida International University, USA

S. Huang – University of Houston, USA
N. Ikram – International Islamic University, Pakistan
N. Karacapilidis – University of Patras, Greece
M. Kim – Ewha Womans University, Korea
V.C.S. Lee – Monash University, Australia
M. Li – Nanjing University, PR China
J. Lindström – IBM Helsinki Lab, Finland
R. Lipikorn – Chulalongkorn University, Thailand
P. Mahanti – University of New Brunswick, Canada
S. Maneeroj – Chulalongkorn University, Thailand
Y. Min – Chinese Academy of Sciences, PR China
J.J. Nieto – University of Santiago de Compostela, Spain
M. Ogiela – AGH University of Science and Technology, Poland
M. Ouyang – University of Louisville, USA
N. Passos – Midwestern State University, USA
K. Piromsopa – Chulalongkorn University, Thailand
S.G. Ponnabalam – Monash University, Malaysia Campus, Malaysia
K. Pruhs – University of Pittsburg, USA
J. Puustjärvi – Helsinki University of Technology, Finland
Y. Ryu – Myongji University, Korea
O.K. Sahingoz – Turkish Air Force Adademy, Turkey
V. Savchenko – Hosei University, Japan
T. Senivongse – Chulalongkorn University, Thailand
S.M. Shamsuddin – University of Technology, Malaysia
B. Stantic – Griffith University, Australia
K. Sundaraj – University Malaysia Perlis, Malaysia
S. Suranauwarat – National Institute of Development Administration (NIDA), Thailand
K. Takano – Kanagawa Institute of Technology, Japan
A. Takasu – National Institute of Informatics, Japan
N. Taylor – Heriot-Watt University, UK
I.G. Tollis – Institute of Computer Science, Greece
I.F. Vega-Lopez – Autonomous University of Sinaloa, Mexico
D. Wang – University of Rochester Medical Center, USA
K.L. Wen – Chienkuo Technology University, Taiwan
H. Williams – Heriot-Watt University, UK

ADDITIONAL PAPER REVIEWERS

I. Ibraheem – Alandalus Private University for Medical Sciences; and Damascus University, Syria
I. A. Nasir – Sebha University, Libya
N. Nupairoj – Chulalongkorn University, Thailand
C. M. Travieso – University of Las Palmas de Gran Canaria, Spain
P. Xiang – Image Analysis, Inc, USA

PLEASE NOTE

- ❖ Paper presentations are 15 minutes in length with an additional 5 minutes for questions.
- ❖ Report to your Session Chair 15 minutes before the session is scheduled to begin.
- ❖ Presentations should be loaded onto the presentation laptop in the appropriate room prior to your session.
- ❖ End times of sessions vary depending on the number of papers scheduled.

799-013

Preview Control and Kalman Filter Applied to Lateral and Longitudinal Planning for Autonomous Vehicles
Thanh Phuc Le and Ion Stiharu (Canada)

799-045

Stochastic Stability of Extended Filtering for Nonlinear Systems with Measurement Packet Losses
Gang Wang, Jie Chen, and Jian Sun (PR China)

799-081

Enhancement Marginal Space and Morphology Technique for Robustness Object Overlapping Detection
Jakkree Srinonchat and Khwanjit Orkweha (Thailand)

799-021

Cooperative Global Robust Output Regulation for Nonlinear Multi-Agent Systems in Output Feedback Form
Yi Dong and Jie Huang (PR China)

799-029

A New Approach to Robust and Optimal Nonlinear Control Design
Zhong-Ping Jiang and Yu Jiang (USA)

799-111

Robust Inverse Dynamics Control and Vibration Rejection with Image Tracking for Inertial Stabilization System
Kritsanun Malithong and Viboon Sangveraphunsiri (Thailand)

15:30 – ACS SESSION 3 – MACHINE LEARNING/DATA MINING

Chair: Prof. Howard Williams (UK)

Location: Siam C Room

801-013

Learning User Behaviour in a Pervasive Social Networking System
Elizabeth Papadopoulou, Sarah Gallacher, Nick K. Taylor, and M. Howard Williams (UK)

801-014

The Study of High Frequency Vibration in Complex Coupling Structure via GM(h,N) Method
Wen-Long Xu, Guo-Qing Gong (PR China), Hong-Hai Li, and Kun-Li Wen (Taiwan)

801-018

Dimensional and Neighbourhood Dependencies of Phase Transitions in the Axelrod Culture Dissemination Model
Ken A. Hawick (New Zealand)

801-027

Improved Cuckoo Search in RBF Neural Network with Gaussian Distribution
Kullawat Chaowanawatee and Apichat Heednacram (Thailand)

801-037

Study on the Reasonable Price of Unleaded Gasoline by using Grey Relational Analysis Method
Yuan-Chieh Chin, Ting-Hui Hsu, Chi-Chang Chou, and Kun-Lung Cheng (Taiwan)

801-088

Supporting Query by Content on ECG Data with User Defined Functions
Daniel E. Lopez-Barron, Ines F. Vega-Lopez, and Oswaldo Cuen-Tellez (Mexico)

19:00 – DINNER BANQUET

Location: Rabiang Terrace

ENHANCEMENT MARGINAL SPACE AND MORPHOLOGY TECHNIQUE FOR ROBUSTNESS OBJECT OVERLAPPING DETECTION

Jakkree Srinonchat and Khwanjit Orkweha
Signal Processing Research Laboratory

Electronics and Telecommunication Engineering Department, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Phathumtani, Thailand, 12110.
E-mail: jakkree.s@en.rmutt.ac.th, khwan_o1207@hotmail.com

ABSTRACT

The object detection of overlapping object is still interested for image applications especially in 2D system. This article presents the robust object detection using marginal space and morphology technique. The second order of derivatives (Laplacian Operator) is selected to be edge detection technique which bases on the Laplacian of a Gaussian (LOG) to perform as the linear operator. The experiment results show that this technique give the accuracy performance at 81.67% which can identify the top object of object overlapping.

KEY WORDS

Object Overlapping, Marginal Space, Morphology.

1. Introduction

The object detection of overlapping object research is recently interested and applied to industrial area such as Slamet's research work [1]. It is studied a shape characteristics analysis for papaya size classification. It specially uses the four combination shape characterization of area, mean, diameter and parameter. The automatic threshold based on the Otsu's method is applied to convert RGB to be the binary image and the morphology technique also is introduced to distinguish the object from background more than 94 %. Wichit's work [2] is studied the pineapple classification based on binary technique to identify the object position and separate the back ground. The image is then calculated the object size by black pixel counting at 92.6 %. [3] presents the searching a frame and area of interest in image using the template matching. The limitation of this work is based on database template of shape. In [4] presents the red-blood cell counting based on the black and white images using sum-result indexing technique, which is developed from run-length encoding(RLE) technique. The results show that the accuracy of this technique is same to contour tracing technique but using less time computation. In [5] presents the fish counting technique using parallel sum result indexing technique which is developed from two scan sum result indexing technique. The result show that this technique provides the accuracy counting and also using reduces the time computation. However it still have a

problem when applies to the overlapping objective image. Therefore, to enhance the searching efficiency of overlapping object, this article presents the object detection using marginal space and the morphology technique to reduce background noise of images.

2. The Marginal Space Technique

The marginal space technique [6],[7] is the object detection using segmentation technique. Each segment divided into 5 parameters. The 1st and 2nd parameters are object position. The 3rd parameter is object characteristics. The 4th and 5th are properties and relative parameter between object and background. The highest effectiveness of the marginal space technique must perform task as following.

2.1 Edge detection

The classification of specific area of image is to distinguish between objects of interest from background. This article uses segmentation technique based on discontinuity properties pixel on the edge of object. The advantage of this technique is fast processing using only data from edge or boundary of object.

The edge detection techniques process begins with converting original image to gray scale image, 8 bits, range 0-255. Then the Laplacian operator [] is applied to search and distinguish the edge. The estimation of mask value will set zero crossing position at the edge of the object. The Laplacian equation as following.

$$\nabla^2 P = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \quad (1)$$

Edge detecting by "The Laplacian equation" is result of operation. The edge of object will become origin point from where the data of pixel can be minus or plus value.

2.2 Image filter

The background noise can be found after edge detecting process completed. The filter technique is introduced to eliminate the noise. This article uses convolution technique as collaborate voting between template and image to reduce noise. Template is a matrix size $M \times N$ of algorithm placed on object to find convolution result value where template value is template of image as equation.

$$\hat{I}(X, Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(x, y) \cdot I(X-i, Y-j) \quad (2)$$

And $\hat{I}(X, Y)$ is value from convolution

Regarding the equation present density of the light at point (X, Y) is sum of multiply value between template and density level of the light on overlapping image. The pointer from the equation $(X-i, Y-j)$

2.3 Edge enhancement

The opening technique is applied as edge enhancement by erosion method as 3rd and 4th equation for dilation method.

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\} \quad (3)$$

$$A \oplus B = \left\{z \mid \left[(\hat{B})_z \cap A \right] \subseteq A \right\} \quad (4)$$

A is image
B is Structuring element
Z is Set of element

Therefore, the opening equation is followed.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (5)$$

The opening technique has effect from eliminating of small object and dilute noise from image result to smoothing the boundaries of the object

3. Experiment

In this experiment, the circle shape has been used to test this technique. There are 60 digital images size 480×640 pixels which are selected to represent a circle shape as shows in Fig.1



Fig.1 Apple images

The process of classify the top object is followed in Fig.2

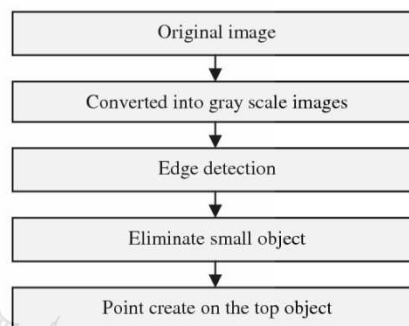


Fig.2 Process of classify the top object

Firstly, the original image has converted into grayscale images. The second order of derivatives (Laplacian Operator) is selected to be edge detection technique which bases on the Laplacian of a Gaussian (LOG) to perform as the linear operator. Because the LOG method uses the convolving technique which has effected directly to the image, the edge of image is occurred smoothly (noise reducing). The results show in Fig.3

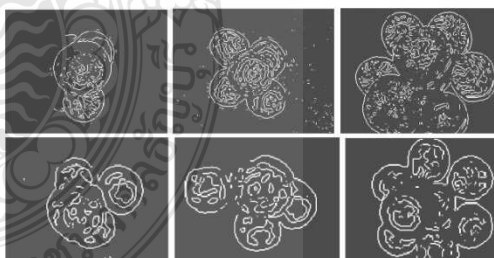


Fig.3 Boundaries detected by LOG method

After the edge detection process completed, the result still has got a background noise. The filter technique is introduced to eliminate the noise by convolution technique. Then the opening technique is used to

2.2 Image filter

The background noise can be found after edge detecting process completed. The filter technique is introduced to eliminate the noise. This article uses convolution technique as collaborate voting between template and image to reduce noise. Template is a matrix size $M \times N$ of algorithm placed on object to find convolution result value where template value is template of image as equation.

$$\hat{I}(X,Y) = T * I = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^{n-1} T(x,y) I(X-i, Y-j) \quad (2)$$

And $\hat{I}(X,Y)$ is value from convolution

Regarding the equation present density of the light at point (X,Y) is sum of multiply value between template and density level of the light on overlapping image. The pointer from the equation $(X=i, Y=j)$

2.3 Edge enhancement

The opening technique is applied as edge enhancement by erosion method as 3rd and 4th equation for dilation method.

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (3)$$

$$A \oplus B = \{z | [(B)_z^c] \subseteq A^c\} \quad (4)$$

- A is image
- B is Structuring element
- Z is Set of element

Therefore, the opening equation is followed.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (5)$$

The opening technique has effect from eliminating of small object and dilute noise from image result to smoothing the boundaries of the object.

3. Experiment

In this experiment the circle shape has been used to test this technique. There are 60 digital images size 480×640 pixels which are selected to represent a circle shape as shows in Fig 1



Fig.1 Apple images

The process of classify the top object is followed in Fig.2

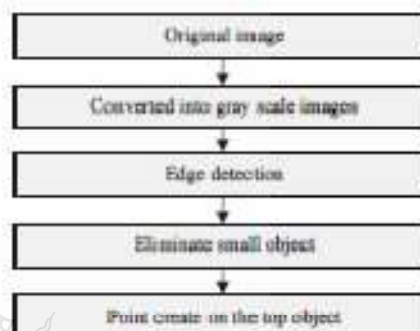


Fig.2 Process of classify the top object

Firstly, the original image has converted into grayscale images. The second order of derivatives (Laplacian Operator) is selected to be edge detection technique which bases on the Laplacian of a Gaussian (LOG) to perform as the linear operator. Because the LOG method uses the convolving technique which has effected directly to the image, the edge of image is occurred smoothly (noise reducing). The results show in Fig.3

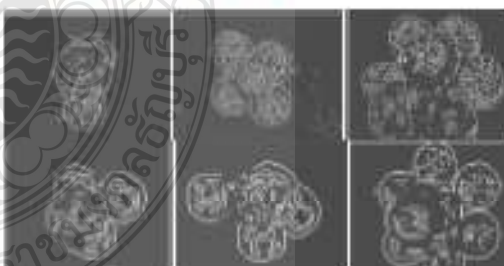


Fig.3 Boundaries detected by LOG method

After the edge detection process completed, the result still has got a background noise. The filter technique is introduced to eliminate the noise by convolution technique. Then the opening technique is used to

eliminate small object and dilute noise from image. The result shows this technique can reduce the noise and make the smoothly edge of the objects show in figure 4. However, it can be noticed that there are some loss portion of boundaries in Fig.4 this is because the luminosity of the light on the object is not balance.

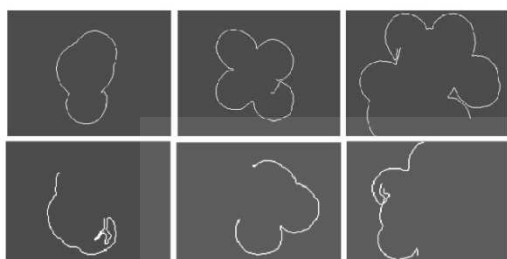


Fig.4 The image after using the opening technique

Finally, the center point of the object in boundaries area is considered from the center of area at horizontal coordinate (or x-coordinate) and vertical coordinate (or y-coordinate) respectively. The result of this process is shown in Fig.5 this process is to create a point on the image which located on the top object.



Fig.5 Point creating on the top object

4. Result

The experiment shows that this technique provides an effectiveness to detect interest object especially top object in 2D images as show in Fig.6

The results experiment in Fig.6 are compared to [8] which can be explain in Table 1

Table 1
Comparison result

Picture	Qty.	Result		
		Single object	Group object	Point create
3 Apples	10	6	4	9
4 Apples	10	4	6	10
5 Apples	10	1	9	9
6 Apples	10	1	9	8
7 Apples	10	0	10	6
8 Apples	10	0	10	7
Total	60	12	48	49
Percentage of total (%)	100	20	80	81.67

It can be noticed that this technique provides the accuracy performance at 81.67% which improve from the [8].



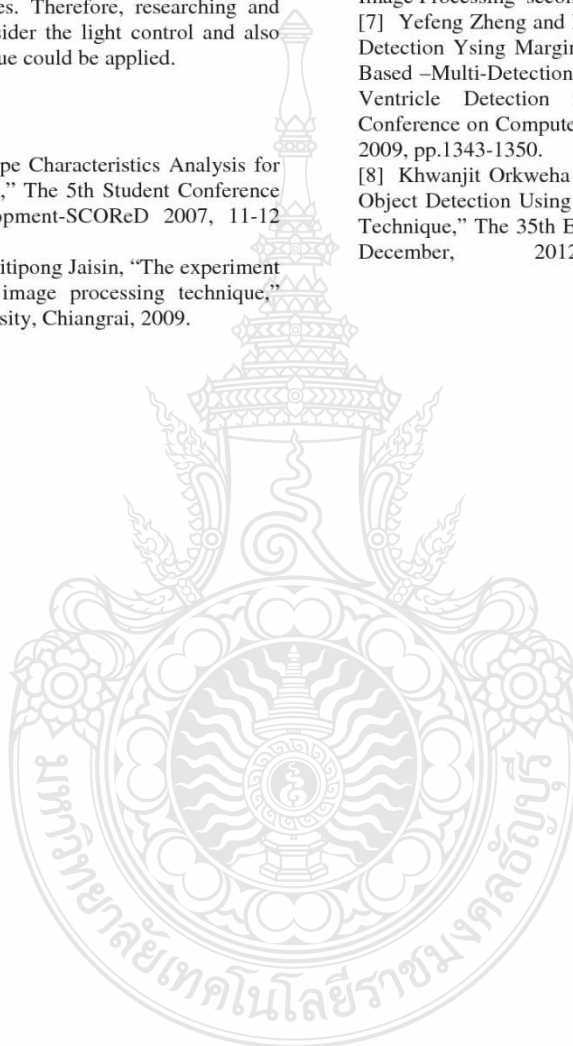
Fig.6 Experiment result

5. Conclusion

This article presents the improvement top object detection in 2D image. The apples image size 480x640 pixels, which are arranged in different position, are used to be in the input. The experiment results show that this technique give the accuracy performance at 81.67%. It can be notice that it more efficiency than [8] which can search top object interest from group object at 80% and single object 20%. However, this article still need more to improve and reduce the error. The error mostly comes from the luminosity of the light on object which affected to discontinuity of boundaries. Therefore, researching and development have to consider the light control and also another smoothing technique could be applied.

References

- [1] Slamet R. et al., "Shape Characteristics Analysis for Papaya Size Classification," The 5th Student Conference on Research and Development-SCORED 2007, 11-12 December 2007, Malaysia.
- [2] Wicit Nanglae and Nitipong Jaisin, "The experiment of pineapple sorting by image processing technique," Chiangrai Rajabhat University, Chiangrai, 2009.
- [3] GeGuo, Tingting Jiang, Yizhou and Wen Gao, "Finding Multiple Object Instances with Occlusion," 2010 International Conference on Pattern Recognition, 2010, pp.3878-3881.
- [4] Gatesakda Srikote and Anupap Meesomboon, "Automatic Fry Counting Using Sum-Result Indexing Algorithm," The 33rd Electrical Engineering Conference, 1-3 December, 2010, Chiangmai, pp.1201-1204.
- [5] Gatesakda Srikote and Anupap Meesomboon, "Automatic Fry Counting Using Parallel Sum-Result Indexing Algorithm," Internet, 2011.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing second edition," 2002.
- [7] Yefeng Zheng and Dorin Comaniciu, "Robust Object Detection Using Marginal Space Learning and Ranking-Based Multi-Detection Aggregation: Application to Left Ventricle Detection in 2D MRI Images," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, pp.1343-1350.
- [8] Khwanjit Orkweha and Jakkree Srinonchat, "Robust Object Detection Using Marginal Space and Morphology Technique," The 35th Electrical Engineering Conference, December, 2012, Nakhon Nayok.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวขวัญจิต ออกเวหา
วัน เดือน ปีเกิด	24 สิงหาคม 2523
ที่อยู่	29/2 หมู่ที่ 3 ต. สร้อยฟ้า อ. โพนาราม จ. ราชบุรี 70120
การศึกษา	
พ.ศ. 2542 – 2546	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปรทุมธานี
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2546 – 2548	ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่ หน่วยงานจัดซื้อ บริษัท ไทยทอย จำกัด
พ.ศ. 2549 – 2549	ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่ หน่วยงานจัดซื้อ บริษัท ซีเจ เอ็นจิเนียริง จำกัด
พ.ศ. 2550 – 2552	ดำรงตำแหน่งหัวหน้า หน่วยงานจัดซื้อ บริษัท พรیشัน เอ็นจิเนียริง จำกัด
พ.ศ. 2553 – 2554	ดำรงตำแหน่งหัวหน้า หน่วยงานคลังบรรจุภัณฑ์และคลังวัตถุดิบ บริษัท พรیشัน เอ็นจิเนียริง จำกัด
พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน	ดำรงตำแหน่งเจ้าหน้าที่ หน่วยงาน Procurement and Inventory Control บริษัท ไวร์เออ แอนด์ ไวร์เลส จำกัด