

การค้นหตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์  
โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง

LICENSE PLATE LOCATION  
USING SUBTRACT MORPHOLOGY TECHNIQUE

ธีรพล ยอดโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ปีการศึกษา 2556  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การค้นหาค่าแห่งของป้ายทะเลเบียนรอนต์  
โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง

ธีรพล ยอดโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การค้นหตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิค  
มอร์โฟโลยีแบบหักล้าง

License Plate Location using Subtract Morphology Technique

ชื่อ - นามสกุล

นายธีรพล ยอดโรจน์

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.

ปีการศึกษา

2556

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ 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 6 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหัทกล้าง
ชื่อ - นามสกุล	นายธีรพล ยอดโรจน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

งานวิจัยทางด้านการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ในสภาวะพื้นหลังที่ซับซ้อนมีความยุ่งยากและเกิดข้อผิดพลาดในการระบุตำแหน่งเนื่องจากภาพมีแสงที่ไม่สมดุลและสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง ทั้งนี้การผิดพลาดที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อระบบรู้จำป้ายทะเบียน ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งแบบหนึ่งป้ายและแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหัทกล้าง เพื่อแก้ปัญหาในข้างต้น

การทดลองได้ใช้ภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียนในสภาวะพื้นหลังและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยทำการแปลงภาพสีต้นฉบับให้เป็นภาพระดับสีเทา จากนั้นได้นำเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหัทกล้างระหว่าง Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Top-hat เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวน จากนั้นได้นำเทคนิค Canny มาใช้เพื่อมาหาขอบภาพ และดำเนินการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียน

ผลการทดลองพบว่าการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้ายมีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ร้อยละ 97 แต่เมื่อนำเทคนิคดังกล่าวมาหาแบบหลายป้ายจะมีประสิทธิภาพลดลงโดยมีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่ง 2 ป้ายได้ถูกต้องร้อยละ 14 ถูกต้องเพียง 1 ป้าย ที่ร้อยละ 36 และไม่สามารถระบุตำแหน่งได้เลยที่ร้อยละ 50 จากนั้นได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งให้สูงขึ้นโดยใช้การดำเนินงานลอจิกและเทคนิคการหัทกล้างกันในทางเมตริกซ์ ผลการทดสอบพบว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถลดสัญญาณรบกวนได้มากขึ้น ส่งผลให้สามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนแบบ 2 ป้ายเป็นร้อยละ 82

**คำสำคัญ:** การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน มอร์โฟโลยี การหาขอบภาพ



<b>Thesis Title</b>	License Plate Location using Subtract Morphology Technique
<b>Name - Surname</b>	Mr. Teerapon Yodrot
<b>Program</b>	Electrical Engineering
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Jakkree Srinonchat, Ph.D.
<b>Academic Year</b>	2013

## ABSTRACT

The research of license plate identification in the complex background is more difficult and error to identify the location of license plate in order to the unbalance light source and background noise. This is a consequently effect to the license plate recognition system. Therefore, this thesis presents the single and multiple license plates identification using subtract morphology technique to solve the above problem.

In the experiment, the license plates images with different background and color of car were used which those images converted to be the gray scale image. The subtract morphology technique which based on the subtraction of closing Top-hat and Top-hat was then used for solving the unbalance light source and reducing noise. The canny technique was then used for edge detection and license plates identification process.

The results show that this technique provides the efficiency of the single license plate identification as 97%. However, the efficiency of this technique decreases when it applies to multiple license plates. It provides the accuracy only 14% of multiple license plates detection, 36% of single license plate in the multiple license plates image and the least 50% is failed to detect the multi license plates. The logic processing and subtraction matrix are added for increasing the efficient of multiple license plates identification. This technique can decrease more noise and directly effect to the efficiency of the multiple license plates identification which it provides the accuracy as 82%.

**Keywords:** license plate location, morphology, edge detection

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและสนับสนุนในการทำวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ เรืองวาริ ดร.สุรินทร์ แห่งมงาม และผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ อุดมพระยากุล ที่ให้คำแนะนำความรู้และประสบการณ์ที่เป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน น้องนิสิตที่ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ ที่ได้ช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูล รวมถึงคำแนะนำต่างๆ ตลอดเวลาที่ทำวิจัยอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ บิดามารดาที่ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ธีรพล ยอดโรจน์



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญรูป.....	(9)
บทที่	
1 บทนำ .....	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	12
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	13
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	13
1.4 ข้อยกเว้นของการศึกษา.....	13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
2.1 การประมวลภาพดิจิทัล.....	14
2.2 ภาพสีและภาพระดับสีเทา.....	17
2.3 ภาพไบนารี.....	19
2.4 มอร์โฟโลยี.....	20
2.5 การค้นหาขอบภาพ.....	25
2.6 การดำเนินงานลอจิก.....	28
2.7 การฉายเงาภาพ.....	29
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	34
3.1 การเก็บภาพต้นฉบับ.....	35
3.2 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา.....	37
3.3 การคำนวณทางมอร์โฟโลยี.....	39
3.4 การหาขอบภาพ.....	45

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.5 การกำจัดสัญญาณรบกวนสำหรับการหาแบบหลายป้าย.....	47
3.6 การแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียน.....	49
3.7 ทดลองกับภาพที่มีการบดบังป้ายทะเบียน.....	53
3.8 การวัดประสิทธิภาพในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์.....	55
4 ผลการวิจัย.....	56
4.1 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย.....	56
4.2 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ไม่ปกติ.....	59
4.3 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้าย.....	69
4.4 เปรียบเทียบผลการทดลอง.....	78
5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	80
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	80
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....	81
รายการอ้างอิง.....	82
ภาคผนวก.....	84
ภาคผนวก ก ตัวอย่างผลการทดลองและภาพที่ใช้ในการทดลอง.....	85
ภาคผนวก ข ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่.....	99
ประวัติผู้เขียน.....	131

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความจริงของลอจิกแอนด์.....	29
ตารางที่ 4.1 ผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย.....	56
ตารางที่ 4.2 ผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีการบังคับแบบกระจาย.....	61
ตารางที่ 4.3 ผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีการบังคับแบบวัตถุเดียว.....	63
ตารางที่ 4.4 ผลการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้าย.....	74
ตารางที่ 4.5 ผลการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้าย.....	78
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้าย.....	78



## สารบัญรูป

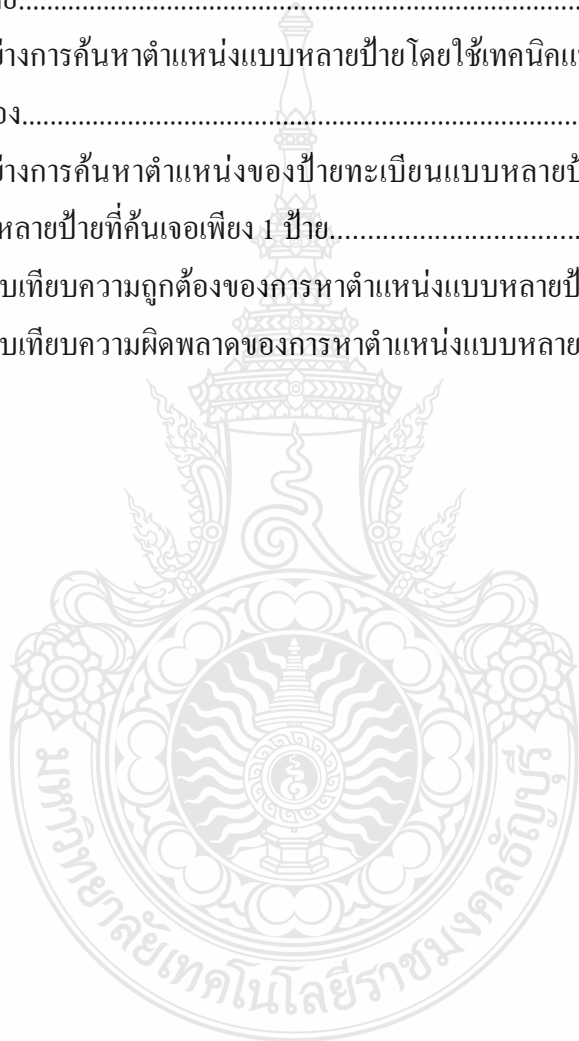
	หน้า
รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของพิกเซลในภาพ.....	15
รูปที่ 2.2 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ.....	15
รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของภาพสี.....	17
รูปที่ 2.4 ภาพสีเชิงดิจิทัล.....	18
รูปที่ 2.5 ภาพระดับสีเทาเชิงดิจิทัล.....	18
รูปที่ 2.6 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซล.....	19
รูปที่ 2.7 การประมวลผลภาพของมอร์ฟอโลยีแบบการย่อ.....	21
รูปที่ 2.8 การย่อภาพ.....	22
รูปที่ 2.9 การประมวลผลภาพของมอร์ฟอโลยีแบบการขยาย.....	22
รูปที่ 2.10 การขยายภาพ.....	23
รูปที่ 2.11 มอร์ฟอโลยีแบบ Opening.....	23
รูปที่ 2.12 มอร์ฟอโลยีแบบ Closing.....	24
รูปที่ 2.13 มอร์ฟอโลยีแบบ Opened Top-Hat.....	24
รูปที่ 2.14 มอร์ฟอโลยีแบบ Closed Top-Hat.....	25
รูปที่ 2.15 การหาขอบภาพด้วยวิธี Canny.....	28
รูปที่ 2.16 การฉายภาพเงาในแนวตั้งและแนวนอน.....	30
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองการหาค่าตำแหน่งแบบหนึ่งป้าย.....	34
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทดลองการหาค่าตำแหน่งแบบหลายป้าย.....	35
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาแบบหนึ่งป้าย.....	36
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาแบบหลายป้าย.....	37
รูปที่ 3.5 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา.....	38
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนของมอร์ฟอโลยีแบบป้ายเดียว.....	40
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนของมอร์ฟอโลยีแบบหลายป้าย.....	40
รูปที่ 3.8 เปรียบการกรองภาพด้วย Top-hat สองแบบ.....	41
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างภาพที่นำมาหักล้างกัน.....	42
รูปที่ 3.10 ผลการหักล้างทางเมตริกซ์.....	43
รูปที่ 3.11 ผลการรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย.....	43

## สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.12	การรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย.....	44
รูปที่ 3.13	เปรียบเทียบการหาขอบภาพด้วยวิธีต่างๆ.....	46
รูปที่ 3.14	ผลการหาขอบภาพ.....	47
รูปที่ 3.15	การดำเนินงานลอจิกแอนด์.....	48
รูปที่ 3.16	การหักล่างทางเมตริกซ์.....	48
รูปที่ 3.17	ตัวอย่างผลการกำจัดสัญญาณรบกวนในการหาแบบหลายป้าย.....	49
รูปที่ 3.18	บริเวณของป้ายทะเบียนรถยนต์.....	49
รูปที่ 3.19	การหาตำแหน่งพิกเซล.....	51
รูปที่ 3.20	การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย.....	52
รูปที่ 3.21	การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย.....	53
รูปที่ 3.22	ตัวอย่างการปิดแบบกระจาย.....	54
รูปที่ 3.23	ตัวอย่างการปิดแบบขึ้นใหญ่ขึ้นเดียว.....	54
รูปที่ 3.24	การวัดประสิทธิภาพของการหาแบบหนึ่งป้าย.....	55
รูปที่ 3.25	การการวัดประสิทธิภาพของการหาแบบหลายป้าย.....	55
รูปที่ 4.1	ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย.....	57
รูปที่ 4.2	เปรียบเทียบตัวอักษรและตัวเลข สีดำ ฟ้ำ เขียว.....	58
รูปที่ 4.3	ตัวอย่างภาพที่ผิดพลาดในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย....	59
รูปที่ 4.4	ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบดบังแบบกระจาย.....	60
รูปที่ 4.5	เปรียบเทียบภาพที่มีการบดบังแบบกระจายกับภาพที่ไม่มีสิ่งบดบัง.....	62
รูปที่ 4.6	ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวที่ถูกต้อง.....	64
รูปที่ 4.7	ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวที่ผิดพลาด.....	65
รูปที่ 4.8	เปรียบเทียบภาพที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวกับภาพที่ไม่มีสิ่งบดบัง.....	66
รูปที่ 4.9	ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีลักษณะเอียง.....	67
รูปที่ 4.10	ตัวอย่างผลการทดลองป้ายทะเบียนรถยนต์มีลักษณะเอียง.....	68
รูปที่ 4.11	ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ถูกต้อง.....	69

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย.....	71
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ไม่เจอเลย.....	72
รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ถูกต้อง.....	75
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย.....	76
รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบความถูกต้องของการหาตำแหน่งแบบหลายป้าย.....	79
รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบความผิดพลาดของการหาตำแหน่งแบบหลายป้าย.....	79





# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ได้รับความสนใจจากงานวิจัยต่างๆ เพราะสามารถนำไปใช้ในระบบการรู้จำป้ายทะเบียนเพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการจราจร เช่น ระบบรักษาความปลอดภัยในที่จอดรถ การออกใบสั่งอัตโนมัติให้กับผู้ขับขี่ที่ฝ่าฝืนกฎจราจร การเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน การแยกส่วนของตัวอักษรและการบันทึกตัวอักษร โดยการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกของระบบ ดังนั้นความถูกต้องในการหาตำแหน่งจึงส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ จากงานวิจัยต่างๆ ได้มีการนำเสนอเทคนิคการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ซึ่งแต่ละเทคนิคนั้นจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่พบว่าเทคนิคที่ได้นำเสนอนั้นส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัดในส่วนของการหาพื้นที่หลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยมอร์โฟโลยีสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

มอร์โฟโลยีเป็นเทคนิคการประมวลผลภาพที่พิจารณาของกลุ่มของพิกเซลที่เป็นวัตถุในภาพตามที่กำหนดไว้ จึงต้องมีการกำหนดองค์ประกอบโครงสร้าง (Structure Elements) ให้เหมาะสมเพื่อมาช่วยในการพิจารณา สำหรับมอร์โฟโลยีมีการวิเคราะห์มากมายหลายวิธีแต่ในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจมอร์โฟโลยีการกรองภาพด้วยวิธี Top-hat ที่เป็นการนำมอร์โฟโลยีแบบ Opened Top-hat มาประยุกต์ใช้งานต่อ โดยนำภาพที่ได้จาก Opened Top-hat มาผ่านการ Closing จากนั้นทำการวิเคราะห์หาลักษณะเด่นด้วยการหลักข้างกันในทางเมตริกซ์ (Matrix) แบบจุดต่อจุด ระหว่าง Opened Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Opened Top-hat จะทำให้มีความสามารถในการแก้ไขความไม่สมดุลของแสงบนพื้นหลัง ในส่วนของการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายในภาพ ได้พัฒนาเพิ่มการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยนำเสนอกระบวนการลอจิกแอนด์ (AND) และการหลักข้างกันในทางเมตริกซ์แบบจุดต่อจุดเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ภาพมีพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหลักข้างกันในทางเมตริกซ์ ในการกรองภาพเพื่อหาตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการทดลองได้อธิบายในเอกสารนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 ศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพสำหรับแยกตำแหน่งของป้ายทะเบียนออกจากพื้นหลัง
- 1.2.2 พัฒนาเทคนิคในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้มอร์โฟโลยี

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 ประมวลผลภาพป้ายทะเบียนที่มีพื้นหลังป้ายเป็นสีขาว
- 1.3.2 ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพให้สามารถค้นหาและแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้อย่างถูกต้องไม่น้อยกว่า 97 % โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง

## 1.4 ข้อกำหนดของการศึกษา

- 1.4.1 ภาพที่นำมาวิจัยมีขนาด 300 x 400 พิกเซล
- 1.4.2 ภาพที่นำมาวิจัยเป็นภาพถ่ายด้านท้ายรถยนต์ในเวลากลางวันระยะห่างจากกล้องถ่ายถึงรถยนต์ไม่เกิน 3 เมตร
- 1.4.3 ระยะความลึกในแนวระนาบของรถยนต์ 2 คัน ไม่เกิน 1 เมตร

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 มีความรู้และความเข้าใจด้านการประมวลผลภาพ
- 1.5.2 สามารถนำไปใช้ในระบบการรู้จำป้ายทะเบียนเพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการจราจร
- 1.5.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุอื่นๆในภาพ

## บทที่ 2

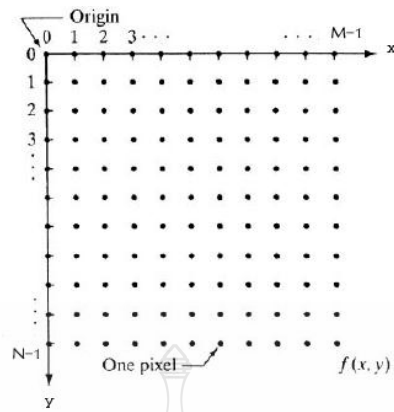
### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและการประมวลผลภาพ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพถ่ายที่มีพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) ภาพสีและภาพระดับสีเทา (Color and Grayscale Image) ภาพไบนารี (Binary Image) มอร์โฟโลยี (Morphology) การค้นหาขอบภาพ (Edge Detection) การดำเนินการลอจิก (Logic Operator) การฉายเงาภาพ (Projection Profiles) และสุดท้ายกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์นี้

#### 2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล สามารถนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ การวิเคราะห์ภาพดิจิทัลจะเกี่ยวข้องกับการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิทัล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิทัลและเอาท์พุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัล ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้นำมาจากการทำงานของสายตามนุษย์นั้น คือ งานทางด้าน Computer Vision การมองเห็นของสายตามนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่วไปในกระบวนการวิเคราะห์ภาพดิจิทัล และ Computer Vision จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกันภาพดิจิทัลเป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆ จำนวนมากเรียกว่า พิกเซล โดยใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพตามต้องการได้ มีข้อดีที่สามารถนำมาประมวลผลปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้

พิกเซล คือ ความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพภาพหนึ่งๆ จะประกอบด้วยพิกเซลมากมายซึ่งภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพซึ่งมีหน่วยเป็น พิกเซล (Pixel Per Inch) คือ จำนวนพิกเซลต่อนิ้วซึ่งโดยทั่วไปถือว่าภาพที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีจะมีความละเอียด 300 x 300 พิกเซล ขึ้นไป ยิ่งค่า พิกเซล ยิ่งสูงขึ้นภาพจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น ซึ่งรายละเอียดตำแหน่งของพิกเซลแสดงดังรูปที่ 2.1



เมื่อ  $N$  คือ จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแกน  $Y$   
 $M$  คือ จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแกน  $X$

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งของพิกเซลในภาพ [1]

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

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

รูปที่ 2.2 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ [1]

การแปลงภาพดิจิทัลนั้นวัตถุต่างๆ หรือสิ่งที่มองเห็นทั่วไปสามารถแสดงถึงฟังก์ชันใน 2 มิติในภาพของ  $F(x, y)$  โดยที่  $x$  และ  $y$  คือ ตำแหน่งหรือพิกัดของภาพ  $F$  คือ ค่าความเข้มของภาพ ซึ่งความเข้มนี้ คือ ค่าระดับสีเทา [2] โดยที่  $F$  มีค่ามากกว่าศูนย์และมีค่าจำกัดนิยามได้ดังสมการที่ 2.1

$$0 < F(x, y) < \infty \quad (2.1)$$

ค่าระดับความเข้มแสง  $F(x, y)$  คือค่าผลคูณ (Dot Product) ของฟังก์ชันดังสมการที่ 2.2 จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ค่าระดับความสว่างที่ตกกระทบวัตถุ (Illumination) ซึ่งสามารถนิยามได้เป็นค่าฟังก์ชันของ  $i(x, y)$  และ ค่าระดับความสว่างที่สะท้อนมาโดยวัตถุ (Reflectance) ซึ่งสามารถนิยามได้เป็นค่าฟังก์ชันของ  $r(x, y)$

$$F(x, y) = i(x, y)r(x, y) \quad (2.2)$$

โดยที่

$$0 < i(x, y) < \infty \quad (2.3)$$

$$0 < r(x, y) < 1 \quad (2.4)$$

กำหนดค่าความเข้ม (Intensity) ของภาพที่ตำแหน่ง  $(x_0, y_0)$  ใดๆ เป็นค่าระดับสีเทาดังสมการที่ 2.5

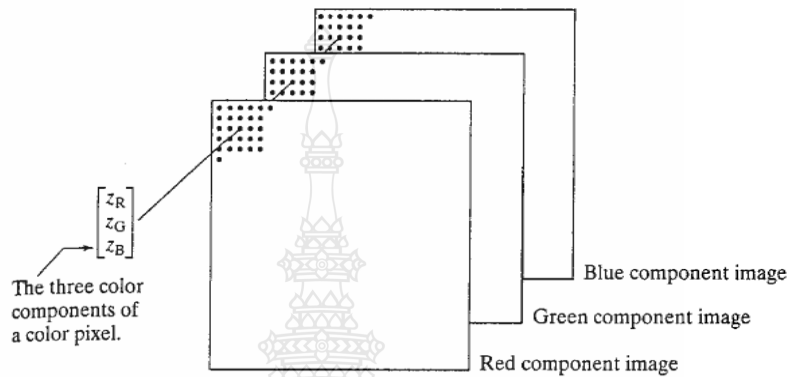
$$Grayscale = F(x_0, y_0) \quad (2.5)$$

จากสมการที่ 2.2 ถึงสมการที่ 2.4 ทำให้ได้ค่าความเข้มของระดับสีเทาดังสมการที่ 2.6

$$Grayscale_{\min} \leq Grayscale \leq Grayscale_{\max} \quad (2.6)$$

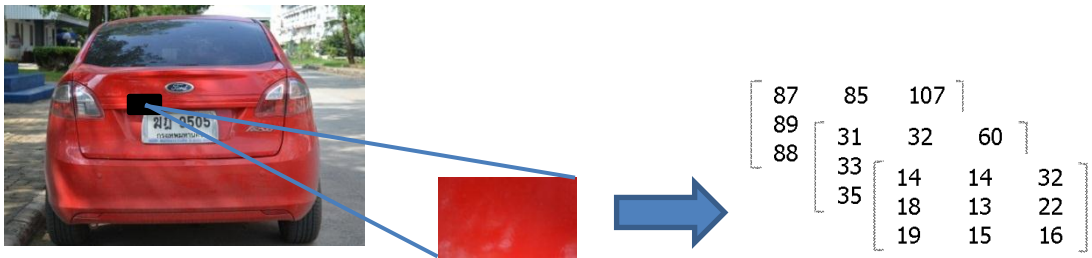
## 2.2 ภาพสีและภาพระดับสีเทา

ภาพสีคือ ชุดการเรียงลำดับของ pixel สี  $M \times N \times 3$  ซึ่งในทุกๆ พิกเซลของภาพสีนั้นจะมีค่าระดับ RGB เป็นส่วนประกอบที่มีค่าแตกต่างกัน ค่าความสัมพันธ์ทั้งสามขององค์ประกอบคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของภาพสี [2]

ภาพสีสามารถแสดงในแบบของแผ่นทับซ้อนกันของ 3 ภาพสี คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ถูกส่งไปยังจอภาพเพื่อสร้างภาพสีบนจอภาพ โดยระบบแล้วการเกิดภาพสีนั้นจะอ้างอิงถึงองค์ประกอบของสีแดง เขียว และน้ำเงินของภาพนั้นๆ การแบ่งกลุ่มข้อมูลขององค์ประกอบสีขึ้นอยู่กับช่วงระยะที่กำหนดของข้อมูล กลุ่มข้อมูลของภาพสีจะเป็นแบบ Double ช่วงค่าข้อมูลจะเท่ากับ 0,1 และเช่นเดียวกันถ้าช่วงข้อมูลที่ 0 ถึง 255 หรือ 0 ถึง 635535 กลุ่มของภาพสีจะเป็น Unit 8 หรือ Unit 16 ตามลำดับ จะใช้จำนวนบิตเป็นค่าพิกเซลขององค์ประกอบสี เพื่อใช้ตัดสินค่า bit depth ของภาพ RGB เช่น ในแต่ละองค์ประกอบสีมีค่าเท่ากับ 8 บิต ค่าความสัมพันธ์ RGB จะมีค่า 24 bit depth โดยทั่วไปแล้วจำนวนของ bit ในทุกองค์ประกอบภาพจะมีค่าเท่ากันในกรณีนี้ จำนวนสีที่เป็นไปได้ในภาพ RGB จะมีค่า  $(2^b)^3$  โดย  $b$  คือ จำนวนของ bit ในแต่ละองค์ประกอบภาพ ในกรณีของ 8 บิต จะมีค่าเท่ากับ 16,777,216 โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพสีจะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยภาพตัวอย่างของ Pixel Value ได้แสดงดังรูปที่ 2.4

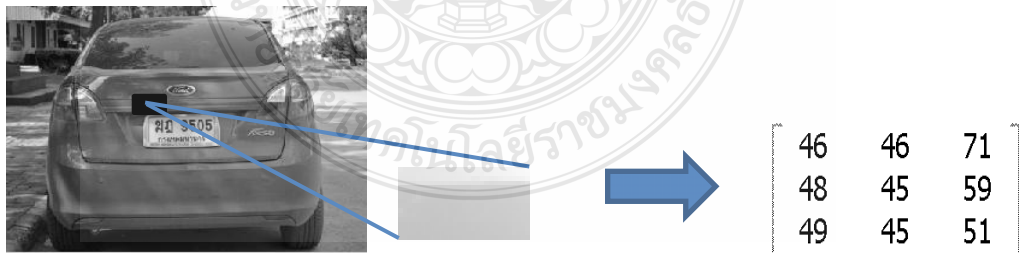


#### รูปที่ 2.4 ภาพสีเชิงดิจิทัล

ภาพสีเมื่อแปลงเป็นภาพระดับสีเทาจะไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องมีเฉพาะค่าของความสว่างเท่านั้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา ทุกๆ พิกเซลของภาพระดับสีเทาโดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งระดับของภาพระดับสีเทาได้ 256 ระดับ 0 ถึง 255 ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทาทำได้โดยแยกระดับสีแต่ละพิกเซลออกจากกัน จากนั้นนำค่าสี RGB มาเข้าสู่สมการ เพื่อคำนวณหาค่าสีเทาและนำค่าที่ได้ไปแทนที่จุดพิกเซลเดิม โดยแสดงตัวอย่างการคำนวณดังสมการที่ 2.7 ซึ่งเป็นสมการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ และภาพขาวดำที่ได้ แสดงตัวอย่างของ Pixel Value ดังรูปที่ 2.5

$$Gr_{x,y} = 0.2989 \times R_{x,y} + 0.5870 \times G_{x,y} + 0.1140 \times B_{x,y} \quad (2.7)$$

เมื่อ  $Gr_{x,y}$  คือ ค่าของระดับสีเทาที่ได้จากการแปลงที่พิกเซล (x,y)  
 $R_{x,y}, G_{x,y}, B_{x,y}$  คือ ค่าระดับ R,G,B ของภาพสีที่พิกเซล (x,y)



#### รูปที่ 2.5 ภาพระดับสีเทาเชิงดิจิทัล

## 2.3 ภาพไบนารี

ภาพไบนารีในแต่ละพิกเซลจะมีความเข้มสองระดับ คือ ขาวกับดำ โดยเขียนแทนด้วยเลข 0 และ 1 ด้วยความเข้มของแสงที่มีเพียงสองระดับทำให้ภาพไบนารีมีข้อจำกัดที่จะนำภาพมาแสดงเพราะไม่มีสีสันทึ่มมองเห็น แต่ทำให้การประมวลผลทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การประมวลผลภาพไบนารีนำไปใช้มากในการประมวลผลเอกสาร การประมวลผลที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การนับจำนวนลูกปลาในตู้ปลา การนับจำนวนชิ้นส่วนที่อยู่บนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่ การนับจำนวนรถยนต์บนถนนจากทางอากาศ เป็นต้น การมีความเข้มเพียงสองระดับในภาพไบนารีทำให้สามารถเลือกที่จะพิจารณาให้ความเข้มระดับหนึ่งแทนภาพของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียกพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้ว่าพิกเซลภาพและความเข้มอีกระดับแทนพื้นหลัง ในการทดลองนี้ให้ความสนใจจะพิจารณากลุ่มของพิกเซลที่เป็นสีขาวมีระดับความเข้ม คือ 1 ที่ได้ผ่านการประมวลผลภาพให้เหลือเฉพาะกลุ่มที่คิดว่าเป็นกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ต้องการ ตัวอย่างกลุ่มของพิกเซลแสดงดังรูปที่ 2.6

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

รูปที่ 2.6 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซล

การสร้างภาพไบนารีสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลใดเป็นสีขาวหรือสีดำ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งๆที่เรียกว่า “ค่าเทรชโฮล” (Threshold Value) ข้อมูลภาพจะมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของภาพใดๆ ที่มีค่า



มากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโวลจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (สีดำ) ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโวลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือค่าเทรชโวลเนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโวลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโวลที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้จะไม่สวยงามเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารี คือ การกำหนดค่าเทรชโวลที่เหมาะสม ภาพที่จะนำมาทำการสร้างเป็นภาพไบนารีมีวิธีการคำนวณหาค่าเทรชโวลได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีเหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป แต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

1) การหาค่าเทรชโวลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-Assigned Threshold Value) เป็นการกำหนดค่าเทรชโวลโดยการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่าค่าเทรชโวลค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่น ภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับก็จะมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโวลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้

2) การหาค่าเทรชโวลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) คือ การหาค่าเทรชโวลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด การหาค่าเทรชโวลนี้ใช้วิธีทางสถิติ คือ การหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเทรชโวลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพเพื่อทำการคำนวณค่าเทรชโวลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโวลที่ได้มาใช้

## 2.4 มอร์โฟโลยี

มอร์โฟโลยีจัดเป็นคณิตศาสตร์แขนงหนึ่งที่อยู่ในพวกของพีชคณิต ที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากตัวดำเนินการของมันสามารถสร้างขึ้นมาให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งานและสามารถจำแนกวัตถุที่มีรูปร่างต่างกันในภาพได้อย่างมีเหตุผล ผู้ที่ริเริ่มนำทฤษฎีนี้มาใช้ คือ Hadwiger โดยในช่วงแรกๆ จะใช้ประมวลผลกับเซตที่มีค่าเป็นจริงกับเท็จ ซึ่งต่อมาได้มีผู้พัฒนานำมาใช้ในการประมวลผลภาพไบนารี และได้พัฒนาเรื่องจนสามารถนำมาใช้กับภาพระดับสีเทา โดยมีมอร์โฟโลยีมีส่วนด้วยกัน คือ การย่อ (Erosion) และการขยาย (Dilation) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้กับภาพระดับสีเทาแต่เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจใน ที่นี้จะอธิบายกระบวนการนำมาใช้สำหรับข้อมูลภาพแบบขาวดำ การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะจะคล้ายกับการทำ Convolution ซึ่งจะต้องใช้ Mask Coefficient แต่ในการกระทำนี้จะเรียก Mask Coefficient ว่า Structure Element การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะนี้ได้หลายแบบด้วยกันตัวอย่างเช่น การลดขนาดพิกเซล การขยายพิกเซล การทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดกว้างมากขึ้น (Opening) และการทำรูปภาพ

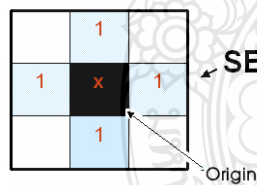
ในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) ขนาดพื้นที่ของผลที่ได้จากกระบวนการมอร์โฟโลยีจะมีขนาดที่พิกเซลขึ้นอยู่กับขนาดขององค์ประกอบโครงสร้างที่ใช้

#### 2.4.1 การขุดภาพ (Erosion)

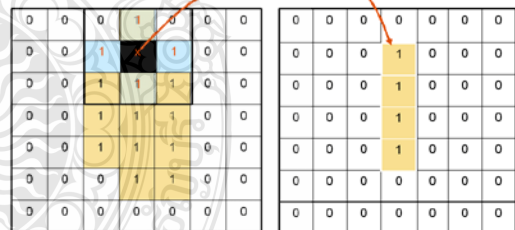
การขุดภาพ คือ การลดขนาดพิกเซลของภาพโดยการสแกนค่าขององค์ประกอบโครงสร้างบนแต่ละค่าของพิกเซลภาพ โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวาซึ่งจะเปลี่ยนค่าพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ให้มีค่าเป็น 0 เมื่อพิกเซลใดๆ พิกเซลหนึ่งบนองค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าพิกเซลภาพ และจะมีค่าคงเดิมเมื่อทุกพิกเซลขององค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าของพิกเซล โดยแสดงการคำนวณดังสมการที่ 2.8 การประมวลผลภาพของมอร์โฟโลยีแบบการขุด แสดงดังรูปที่ 2.7 และผลของการประมวลผลภาพแสดงดังรูปที่ 2.8

$$f \ominus b = \{z \mid (b)_z \subseteq f\} \quad (2.8)$$

- เมื่อ  $f$  คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล  
 $b$  คือ Structuring Element  
 $Z$  คือ เซตข้อมูลจุดภาพ

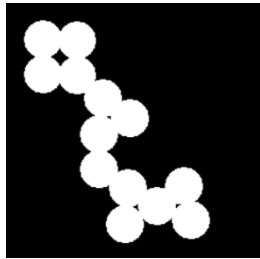


(ก) Structuring Element (SE)



(ข) การขุด (Erosion)

รูปที่ 2.7 การประมวลผลภาพของมอร์โฟโลยีแบบการขุด (Erosion) [3]



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) การย่อภาพ

รูปที่ 2.8 การย่อภาพ [4]

### 2.4.2 การขยายภาพ (Dilation)

การขยายภาพ คือ การขยายขนาดพิกเซลของภาพโดยการสแกนค่าขององค์ประกอบโครงสร้างบนแต่ละค่าของพิกเซลภาพ โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา ซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้มีค่าเป็น 1 เมื่อค่าของพิกเซลใดๆ พิกเซลหนึ่งบนองค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิมเมื่อทุกค่าขององค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับทุกค่าของพิกเซล โดยแสดงการคำนวณดังสมการที่ 2.9 การประมวลผลภาพของมอร์โฟโลยีแบบการขยาย แสดงดังรูปที่ 2.9 และผลของการประมวลผลภาพแสดงดังรูปที่ 2.10

$$f \oplus b = \{z | [(b)_z \cap f] \subseteq f\} \quad (2.9)$$

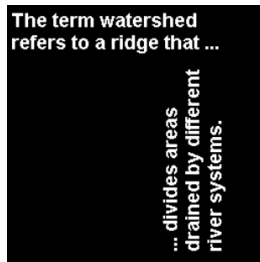
เมื่อ  $f$  คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

$b$  คือ Structuring Element

$z$  คือ เซตข้อมูลจุดภาพ

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

รูปที่ 2.9 การประมวลผลภาพของมอร์โฟโลยีแบบการขยาย (Dilation) [3]



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) การขยายภาพ

รูปที่ 2.10 การขยายภาพ [4]

2.4.3 การกรองภาพด้วย Top-hat

ในงานวิจัยนี้ใช้การการกรองภาพด้วย Top-hat เพราะสามารถดึงเอาลักษณะเด่นของป้ายทะเบียนที่มีพื้นหลังเป็นสีขาวออกจากพื้นหลังที่ซับซ้อน จึงง่ายต่อการนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้เหลือเฉพาะตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนเท่านั้น การกรองภาพด้วย Top-hat นั้นเป็นการพัฒนาต่อมาจากรูปแบบมอร์โฟโลยี 2 รูปแบบด้วยกัน รูปแบบแรก คือ มอร์โฟโลยีแบบ Opening โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามาย่อภาพ ตามด้วยการขยายภาพด้วยองค์ประกอบ โครงสร้าง ดังสมการที่ 2.10 ผลของการกรองภาพด้วย Opening แสดงดังรูปที่ 2.11

$$f_a = (f \ominus b) \oplus b \tag{2.10}$$

เมื่อ  $f$  คือ ภาพต้นฉบับระดับสีเทา  
 $b$  คือ องค์ประกอบ โครงสร้าง



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) มอร์โฟโลยีแบบ Opening

รูปที่ 2.11 มอร์โฟโลยีแบบ Opening

มอร์โฟโลยีรูปแบบที่สอง คือ มอร์โฟโลยีแบบ Closing โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามาขยายภาพ ตามด้วยการย่อภาพ ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง ดังสมการที่ 2.11 ผลของการกรองภาพด้วย Closing แสดงดังรูปที่ 2.12

$$f_b = (f \oplus b) \ominus b \quad (2.11)$$



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) มอร์โฟโลยีแบบ Closing

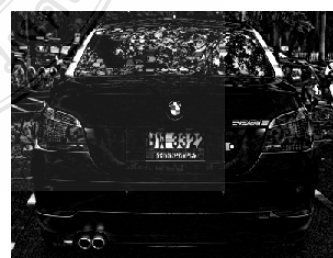
**รูปที่ 2.12** มอร์โฟโลยีแบบ Closing

การกรองภาพ Top-Hat นั้นสามารถพัฒนาต่อไปได้อีก 2 รูปแบบด้วยกัน รูปแบบแรกเรียกว่า Opened Top-Hat ซึ่งพัฒนาต่อมาจากการมอร์โฟโลยีแบบ Opening ในสมการที่ 2.12 โดยนำภาพต้นฉบับที่เป็นภาพระดับสีเทามาหักล้างกับภาพที่ผ่านการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Opening ดังแสดงในสมการที่ 2.13

$$f_{oth} = f - f_a \quad (2.12)$$



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) มอร์โฟโลยีแบบ Opened Top-Hat

**รูปที่ 2.13** มอร์โฟโลยีแบบ Opened Top-Hat

การกรองภาพ Top-Hat สามารถพัฒนาต่อได้เป็นรูปแบบที่สองเรียกว่า Closed Top-Hat ซึ่งพัฒนาต่อมาจากมอร์โฟโลยีแบบ Closing ในสมการที่ 2.13 โดยนำภาพที่ผ่านการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Closing มาหักล้างกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพระดับสีเทา ดังแสดงในสมการที่ 2.14

$$f_{cth} = f_b - f \quad (2.13)$$



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) มอร์โฟโลยีแบบ Closed Top-Hat

รูปที่ 2.14 มอร์โฟโลยีแบบ Closed Top-Hat

## 2.5 การค้นหาขอบภาพ

หลักของการประมวลผลภาพ คือ การประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพถ่ายหรือภาพเคลื่อนไหว (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพ การแยกวัตถุ 2 วัตถุ ออกจากกันหรือแยกออกจากพื้นหลัง (Background) ต้องใช้การค้นหาขอบวัตถุที่อยู่ในภาพนั้น การค้นหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบรูปที่เกิดจากความสว่างของภาพที่เปลี่ยนไปทันที โดยดูจากขนาดหรืออัตราการเปลี่ยนแปลง การค้นหาขอบภาพเป็นการดึงส่วนประกอบของภาพที่มีจุดเด่นออกจากพื้นหลัง มีวิธีการแยกได้สองลักษณะ คือ การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method) และการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง วิธีการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Operator;  $\nabla$ ) มีหลักการ คือ บริเวณขอบของวัตถุในภาพ (เมื่อ  $P(x, y)$  ฟังก์ชันของภาพ) จะมีค่าเกรเดียนต์ที่สูง การพิจารณาขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude;  $|\nabla P|$ ) เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง (Threshold;  $T$ ) ที่กำหนดขึ้น เมื่อค่าของ  $|\nabla P|$  มีค่ามากกว่าค่าอ้างอิงแสดงว่าจุดดังกล่าว คือ ขอบของวัตถุที่ปรากฏบนภาพที่จุด  $P(x, y)$  การค้นหาขอบของวัตถุโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่งเป็นวิธีการแยกส่วนประกอบของภาพและเมื่อความไม่ต่อเนื่อง

ของค่าพิกเซลบริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุกับพื้นหลังและค่าอนุพันธ์ย่อยที่ไม่ต่อเนื่องตามทิศทางของ  
เกรเดียนต์ของแนวแกน  $X$  ( $\nabla_x$ ) และ แกน  $Y$  ( $\nabla_y$ ) กำหนดค่าได้ตามสมการ

$$\nabla_x P(x, y) = P(x, y) - P(x-1, y) \quad (2.14)$$

$$\nabla_y P(x, y) = P(x, y) - P(x, y-1) \quad (2.15)$$

ขนาดของเกรเดียนต์  $P(x, y)$  ของกำหนดค่าได้จาก

$$|\nabla P(x, y)| = \sqrt{(\nabla_x P(x, y))^2 + (\nabla_y P(x, y))^2} \quad (2.16)$$

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ประมาณค่าขนาดของเกรเดียนต์ ได้ว่า

$$|\nabla P(x, y)| = |(\nabla_x P(x, y))| + |(\nabla_y P(x, y))| \quad (2.17)$$

การค้นหาลักษณะที่มีองค์ประกอบของเส้นตรงสามารถดำเนินการได้หลายวิธี คือ Sobel, Prewitt, Robert และ Canny ยกตัวอย่างเช่นวิธีการหาลักษณะด้วย Canny [5] ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการหา 4 ขั้นตอน คือ การปรับภาพให้เรียบ (Smoothing), การหาเกรเดียนต์ (Finding Gradients), กำจัดค่าขอบที่ไม่ใช่ค่าสูงสุด (Non-Maximum Suppression), การกำหนดค่าขีดแบ่งในการแบ่งข้อมูล (Thresholding)

ขั้นตอนที่ 1 การปรับภาพให้เรียบโดยการกำจัดสัญญาณรบกวนก่อนด้วยตัวกรองเกาส์เซียน กำหนดให้ขนาดของหน้าต่าง (Mask) เท่ากับ  $3 \times 3$  และมีค่าเท่ากับ  $E_x$  และ  $E_y$  การกำหนดขนาดของหน้าต่างนี้มีผลต่อการกำจัดสัญญาณรบกวนหากกำหนดให้มีขนาดใหญ่จะทำให้สามารถกำจัดสัญญาณได้ดีกว่าขนาดเล็ก แต่ถ้ากำหนดหน้าต่างให้มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ส่วนที่เป็นรายละเอียดของขอบภาพที่เป็นขอบย่อยๆ ขาดหายไปด้วย หากค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่งของส่วน  $\frac{\partial P}{\partial x}$  และของส่วน  $\frac{\partial P}{\partial y}$  ดังสมการที่ 2.18 และ 2.19

$$Mask(E_x) = \begin{pmatrix} Z_{x1} & Z_{x2} & Z_{x3} \\ Z_{x4} & Z_{x5} & Z_{x6} \\ Z_{x7} & Z_{x8} & Z_{x9} \end{pmatrix} = E_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.18)$$

$$Mask(E_y) = \begin{pmatrix} Z_{y1} & Z_{y2} & Z_{y3} \\ Z_{y4} & Z_{y5} & Z_{y6} \\ Z_{y7} & Z_{y8} & Z_{y9} \end{pmatrix} = E_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.19)$$

ขั้นตอนที่ 2 การหาเกรเดียนต์จะหาทั้งขนาด  $M(i, j)$  และทิศทาง  $\theta(i, j)$  หาได้จากสมการ 2.20 และ จากสมการ 2.21

$$M(i, j) = \sqrt{E_x^2(i, j) + E_y^2(i, j)} \quad (2.20)$$

$$\theta(i, j) = \tan^{-1}(E_x^2(i, j) + E_y^2(i, j)) \quad (2.21)$$

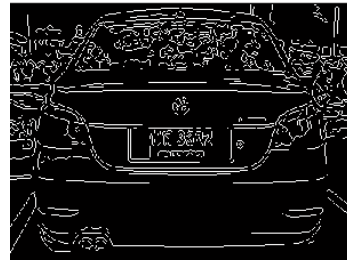
ขั้นตอนที่ 3 การกำจัดค่าขอบที่ไม่ใช่ค่าสูงสุดในการหาขอบด้วยวิธี Canny จะได้ขอบภาพที่เป็นพิกเซลที่มีค่าสูงสุดและมีทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์เท่านั้น เป็นการช่วยกำจัดพิกเซลที่เป็นสัญญาณรบกวนและพื้นผิว (Texture) ซึ่งจากการหาด้วยวิธีดังกล่าวจะทำให้ได้ขอบภาพที่มีความบางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการกำจัดค่าขอบที่ไม่ใช่ค่าสูงสุดจะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกๆ พิกเซลยกเว้นพิกเซลที่มีค่าสูงสุดและมีทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์จะยังคงค่าเดิมไว้

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดค่าขีดแบ่งในการแบ่งข้อมูลนั้นทำเพื่อตัดสินใจว่าพิกเซลใดคือส่วนที่เป็นขอบภาพอย่างแท้จริงเพราะภาพที่ได้อาจมีบางส่วนที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริง แต่เป็นสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายที่มีความชัดเจนใกล้เคียงกับขอบภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่าขีดแบ่งในการแบ่งข้อมูลขึ้นมา 2 ค่า คือ ค่าขีดแบ่งที่มีค่ามากกว่า (High Threshold;  $T_1$ ) และค่าขีดแบ่งที่มีค่าน้อยกว่า (Low Threshold;  $T_2$ ) โดยมีวิธีการแบ่งข้อมูล คือ พิกเซลที่มีค่ามากกว่า  $T_1$  ถูกปรับให้เป็น 1 เป็นเส้นขอบภาพ พิกเซลใดมีค่าน้อยกว่า  $T_2$  ถูกปรับให้เป็น 0 ไม่เป็นเส้นขอบภาพ ส่วนพิกเซลที่มีค่าอยู่ระหว่าง  $T_1$  กับ  $T_2$  ให้พิจารณาพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ มีค่ามากกว่า  $T_2$  แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นหนึ่งในขอบภาพด้วยเช่นกัน





(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) การหาขอบภาพ

## รูปที่ 2.15 การหาขอบภาพด้วยวิธี Canny

### 2.6 การดำเนินงานลอจิก

การทำงานในลักษณะของลอจิกและวงจรดิจิทัลนั้นจะมีส่วนประกอบพื้นฐาน คือ ลอจิกเกต (Logic Gate) ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนระบบเลขไบนารี มีเลข 0 กับเลข 1 ดังนั้น ในการประมวลผลภาพที่ต้องทำงานหรือเกี่ยวข้องกับกระบวนงานลอจิกจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและใช้งานได้อย่างถูกต้อง ในส่วนการดำเนินงานของลอจิกมีลอจิกเกตที่นิยมใช้กัน เช่น AND, OR, NOT, NOR และ NAND เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างวงจรลอจิกที่ซับซ้อนต่อไป

พีชคณิตทางลอจิกใช้สำหรับหาข้อเท็จจริงต่างๆ เกี่ยวกับการกระทำทางลอจิก ซึ่งจะแตกต่างกับพีชคณิตทั่วๆ ไป ตรงที่พีชคณิตทางลอจิกประกอบด้วยชุดของตัวคงที่ และตัวแปรที่มีค่าได้เพียง 2 ค่าเท่านั้น คือ 0 และ 1 ตัวแปรนี้จะเรียกว่า ตัวแปรลอจิก (Logic Variables) สำหรับค่าของฟังก์ชันที่มีค่าเป็น 0 หรือ 1 นั้นจะเรียกว่า ระดับลอจิก (Logic Level) ดังนั้นค่าของฟังก์ชันในภาพที่เป็นสีดำและสีขาว สามารถแทนได้ด้วยระดับลอจิก สีขาวให้มีค่าเป็นลอจิก 1 สีดำให้มีค่าเป็นลอจิก 0 ค่าของฟังก์ชันในภาพจะมีระดับลอจิกเป็น 0 หรือ 1 มากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับภาพที่ได้ผ่านการประมวลผลมาแล้ว สำหรับการดำเนินงานลอจิกพื้นฐานจะยกตัวอย่างการดำเนินงานลอจิกเกตสองรูปแบบ คือ รูปแบบแรกการคูณทางลอจิกเรียกว่า การดำเนินงานลอจิกแอนด์ หรือการกระทำแอนด์ มีสัญลักษณ์ คือ เครื่องหมายคูณแบบจุด (.) รูปแบบที่สองการบวกทางลอจิกเรียกว่า การดำเนินงานลอจิกออร์ (OR) หรือการกระทำ OR มีสัญลักษณ์ คือ เครื่องหมายบวก (+) รูปแบบที่สาม การคอมพลิเมนต์ทางลอจิก หรือการกลับค่าเรียกว่า การกระทำ NOT มีสัญลักษณ์ คือ จีคบน (-)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการดำเนินงานลอจิกแอนด์เรียกว่า การคูณแบบแอนด์ ในส่วนของการกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายภาพ เมื่อกำหนดให้ A และ B แทนภาพอินพุตทั้งสองที่มีขนาดความกว้าง ขนาดความยาว ของจำนวนพิกเซลที่เท่ากันซึ่งที่มาของภาพอินพุตทั้งสองได้กล่าวอยู่ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5 การกำจัด

สัญญาณรบกวน ถ้าภาพ A มากระทำแบบแอนด์ กับภาพ B ได้ผลลัพธ์ เป็น X ทำให้เขียนสมการลอจิกได้ดังสมการที่ 2.22

$$X = A \bullet B \quad (2.22)$$

จากสมการลอจิก คือ การคูณแบบแอนด์ ซึ่งสามารถเขียนตารางความจริงได้ดังตารางที่ 2.1

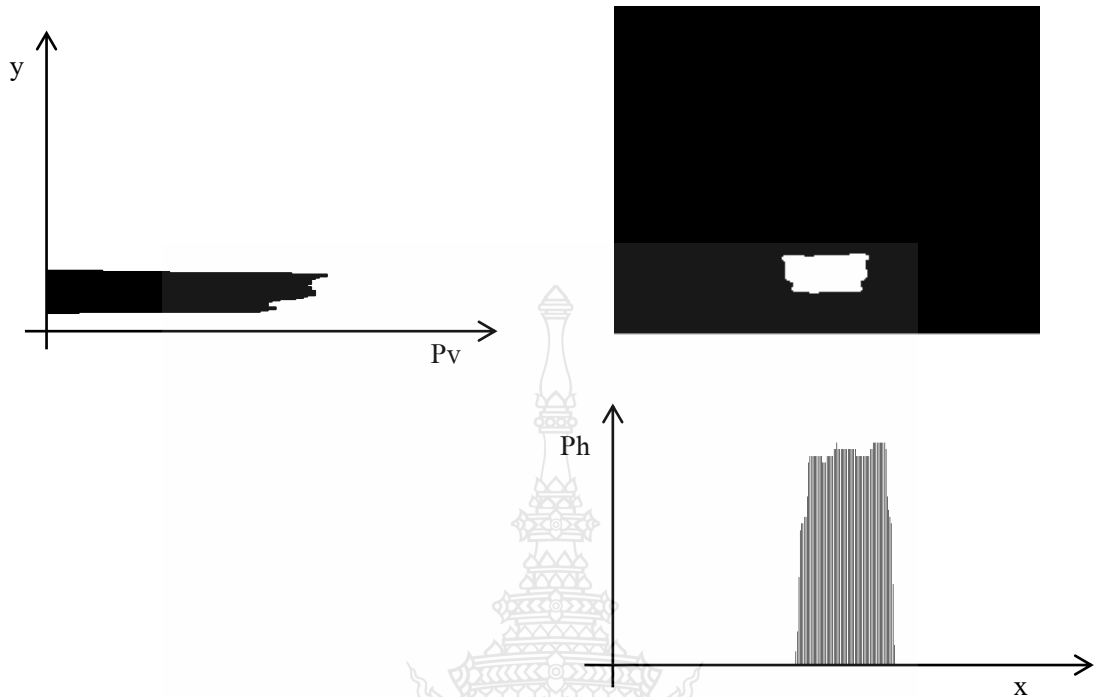
ตารางที่ 2.1 ค่าความจริงของลอจิกแอนด์

Input		Output
ภาพ A	ภาพ B	$X(A, B) = A \bullet B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

เมื่อพิจารณาจากตารางความจริงจะเห็นว่า การคูณแบบแอนด์ เหมือนกับการคูณทางพีชคณิตธรรมดา เมื่อใดก็ตามที่ตำแหน่งเดียวกันของพิกเซล A และ B เป็น 0 จะได้ผลคูณเป็น 0 แต่ถ้าตำแหน่งเดียวกันของพิกเซล A และ B เป็น 1 จะได้ผลคูณเป็น 1 ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว เราสามารถสรุปได้ว่าการดำเนินงานลอจิกแอนด์นั้นจะได้ผลคูณเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออินพุตทั้งหมดจะต้องเป็น 1 สำหรับกรณีอื่นๆ นอกจากนี้จะได้ผลลัพธ์เป็น 0

## 2.7 การฉายเงาภาพ

การฉายเงาภาพสามารถแบ่งออกเป็นสองรูปแบบด้วยกัน รูปแบบแรก คือ การฉายเงาภาพในแนวตั้ง (Vertical Projection Profiles) รูปแบบที่สอง คือ การฉายเงาภาพในแนวนอน (Horizontal Projection Profiles) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ทั้งสองรูปแบบในขั้นตอนการแสดงผลป้ายทะเบียนรถยนต์ของเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย คุณสมบัติของการฉายเงาภาพให้  $S_{(N,M)}$  เป็นภาพขาวดำกลุ่มของพิกเซลที่เป็นป้ายทะเบียน  $N$  คือ แถว (Row) ของภาพ  $M$  คือ หลัก (Columns) ของภาพ



รูปที่ 2.16 การฉายภาพเงาในแนวตั้งและแนวนอน

การฉายเงาภาพในแนวตั้ง  $P_v[i]$  หาได้จากผลรวมของพิกเซลที่เป็นสีขาวในแนวแกน  $y$  ซึ่งเป็นการรวมกันตั้งแต่หลักที่ 1 ถึง 400 ของแต่ละแถว ทั้งหมด 300 แถว หาได้จากสมการที่ 2.23

$$P_v[i] = \sum_{j=1}^M S[i, j] \quad (2.23)$$

การฉายเงาภาพในแนวนอน  $P_h[j]$  หาได้จากผลรวมของพิกเซลที่เป็นสีขาวในแนวแกน  $x$  ซึ่งเป็นการรวมกันตั้งแต่แถวที่ 1 ถึง 300 ของแต่ละหลักทั้งหมด 400 หลัก หาได้จากสมการที่ 2.24

$$P_h[j] = \sum_{i=1}^N S[i, j] \quad (2.24)$$

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งงานวิจัยทางการประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีการพัฒนา มาอย่างหลากหลายแนวทางและจะมีความแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยนั้นๆ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้คัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยที่กำลังศึกษาดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

ในงานวิจัยของ [6] นำเสนอในหัวข้อ “Method of License Plate Location Based on Edge Detection and Color Information” 2011 ได้นำเสนอการตรวจจับขอบภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลสี โดยใช้วิธีแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาแล้วหาขอบภาพทางด้านแนวตั้ง วิเคราะห์ขอบบน ขอบล่าง ด้วย Wavelet Transform วิเคราะห์ขอบซ้าย ขอบขวา ตัวกรองชนิดเกเบอร์ เพื่อหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบคร่าวๆ นำภาพสีจากตำแหน่งที่ได้แบบคร่าวๆ มาวิเคราะห์สีเน้นที่สีจากป้ายสีฟ้าและสีเหลือง ตัวอักษรสีขาวและสีดำแล้วแปลงเป็นภาพขาวดำ เพื่อระบุตำแหน่งที่แน่นอน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 92 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นหลังที่มีความซับซ้อนเพราะภาพที่ใช้ถ่ายเฉพาะช่วงท้ายรถเท่านั้น

ในงานวิจัยของ [7] นำเสนอในหัวข้อ “License Plate Detection Method Using Vertical Boundary Pairs and Geometric Relationships” 2010 ได้นำเสนอการวิเคราะห์เส้นคู่ทางด้านแนวตั้ง และความความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต โดยเน้นการหาบริเวณขอบของป้ายทะเบียนหรือที่เป็นตัวอักษร ในการวิเคราะห์ภาพใช้การหาขอบเส้นคู่แนวตั้งด้านข้างของป้ายทะเบียนด้วยการหาขอบภาพแบบ Sobel จากนั้นวิเคราะห์พื้นที่จากเส้นคู่ที่ได้ว่าใช่ตำแหน่งของป้ายทะเบียนหรือไม่เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 95.8 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นหลังที่มีความซับซ้อนเพราะภาพที่ใช้ถ่ายเฉพาะช่วงหน้ารถเท่านั้น

ในงานวิจัยของ [8] นำเสนอในหัวข้อ “A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection” 2011 ได้นำเสนอการคำนวณทางมอร์โฟโลยีและตรวจจับขอบภาพ โดยใช้วิธีแปลงภาพสีต้นฉบับเป็นภาพระดับสีเทา กรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Erosion แล้วนำมาหักล้างกันกับภาพระดับสีเทา จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Sobel กรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Erosion อีกครั้ง ตามด้วยแบบ Closing เพื่อระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 96 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนเพราะภาพที่ใช้ถ่ายเฉพาะช่วงหน้ารถเท่านั้น

ในงานวิจัยของ [9] นำเสนอในหัวข้อ “License Plate Location Based on Compound Mathematical Morphology” 2009 ได้นำเสนอการคำนวณทางมอร์โฟโลยีหลายๆ รูปแบบ โดยใช้วิธีการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Opening ตามด้วยแบบ Closing เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง จากนั้นกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Opening ตามด้วย Dilation เพื่อหาขอบภาพ แล้วนำภาพที่ได้จากแบบ Opening และแบบ Dilation นำมาหักล้างกันเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 97.5

ในงานวิจัยของ [10] นำเสนอในหัวข้อ “A new method for license plate detection based on color and edge information of Lab space” 2011 ได้นำเสนอการวิเคราะห์สีและขอบภาพของพื้นที่ป้ายทะเบียน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการแปลงสีป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ต้องการให้เป็นเชิงลบ (0) หรือเชิงบวก (1) ในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจวิเคราะห์เฉพาะป้ายที่มีพื้นหลังสีฟ้าและสีเหลือง จากนั้นกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีเพื่อลดสัญญาณรบกวน สุดท้ายหาขอบภาพทางด้านแนวตั้งเพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งของป้ายทะเบียน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 98.51 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนหลังสีพื้นหลังของป้ายที่เหมือนกับสิรถยนต์

ในงานวิจัยของ [11] นำเสนอในหัวข้อ “A new method of vehicle license plate location under complex scenes” 2010 ได้นำเสนอการหักล้างกันในภาพระดับสีเทาและการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยี โดยวิธีการแปลงภาพสีต้นฉบับเป็นภาพระดับสีเทา แล้วกำจัดค่าทางด้านแนวนอนออกไปเหลือเฉพาะค่าทางด้านแนวตั้ง จากนั้นกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Opening ตามด้วยแบบ Closing นำกลุ่มของพิกเซลภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 96.34 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนกลางของภาพที่ถ่ายตอนกลางวันในพื้นที่ซับซ้อน

ในงานวิจัยของ [12] นำเสนอในหัวข้อ “การค้นหาดำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง” 2013 ได้นำเสนอการใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง โดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทากรองภาพด้วย มอร์โฟโลยีแบบ Top-hat ตามด้วย Closing แล้วนำภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Top-hat มาทำการหักล้างกันในทาง เมตริกซ์ จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Canny และเติมพื้นที่ในช่องว่างเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 97 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนกลางของภาพที่มีป้ายทะเบียนหลายป้าย

ในงานวิจัยของ [13] นำเสนอในหัวข้อ “Multiple License Plate Extraction Based on Mathematical Morphology and Component Filtering in Indian Traffic Condition” 2010 ได้นำเสนอการคำนวณทางมอร์โฟโลยีและ Component Filtering โดยกำจัดค่าทางด้านแนวนอนออกไปเหลือ

เฉพาะค่าทางด้านแนวตั้ง จากนั้นใช้การกรองภาพด้วยมอร์ฟোলยีแบบ Closing ตามด้วยแบบและ Opening และนำมาหักล้างกันไปมา นำกลุ่มของพิกเซลที่ได้มาวิเคราะห์ขนาดว่ากลุ่มของพิกเซลไหนคือป้ายทะเบียนรถยนต์ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 98.8

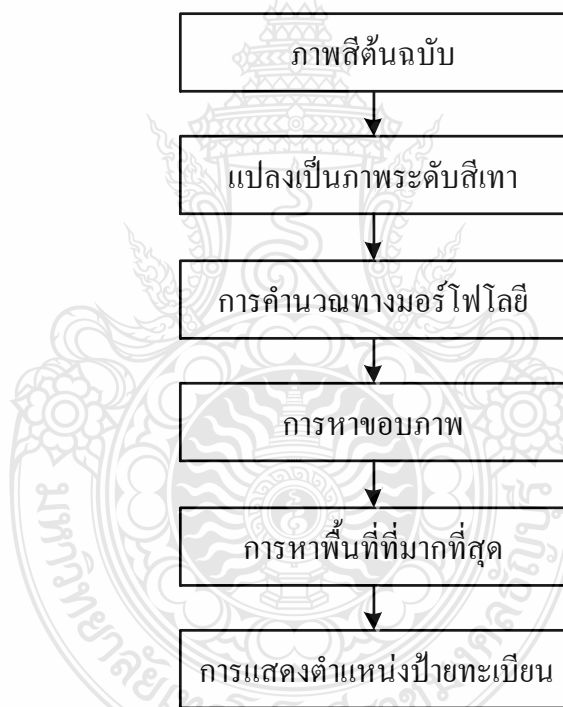
ในงานวิจัยของ [14] นำเสนอในหัวข้อ “Multiple License Plate Detection for Complex Background” 2010 ได้นำเสนอการใช้ Wavelet Transform ในการประมวลผลภาพเพื่อหาขอบภาพทางด้านแนวตั้งและแนวนอน จากนั้นสร้างเส้นเปรียบเทียบกับคุณสมบัติความถี่สูงสร้างไว้เหนือตำแหน่งที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียน จากนั้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนล่างเส้นเปรียบเทียบกับโดยวิเคราะห์อัตราส่วนขนาดความกว้างและความยาวว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนหรือไม่ ถ้ามีมากกว่า 1 ป้ายก็กลับไปวิเคราะห์ล่างเส้นเปรียบเทียบกับอีกครั้งและแสดงตำแหน่งที่วิเคราะห์ได้ออกมา ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 92.4



### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

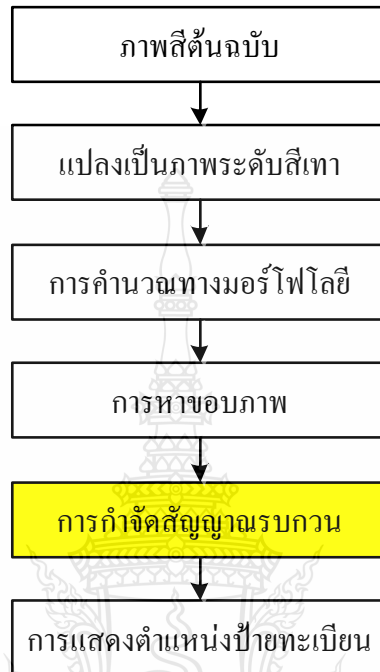
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประมวลผลภาพสำหรับค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยแบ่งเป็นสองรูปแบบ รูปแบบแรก คือ การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย ขั้นตอนแรกแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา ใช้การประมวลผลภาพด้วย มอร์ฟोलยีแบบ Top-hat และ Closing เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Canny และเติมพื้นที่ในช่องว่างที่มีลักษณะเป็นวงปิดแล้วแสดงตำแหน่งที่ได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองการหาตำแหน่งแบบหนึ่งป้าย

รูปแบบที่สอง คือ การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย โดยพัฒนาเพิ่มขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนขึ้นมาสำหรับการหาแบบหลายป้ายทะเบียน เนื่องจากจะมีพื้นหลังที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นด้วยการใช้ดำเนินงานลอจิกและเทคนิคการหักล้างกันในทางเมตริกซ์ ข้อดีของ

เทคนิคที่พัฒนานี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่แบบหลายป้ายได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทดลองการหาตำแหน่งแบบหลายป้าย

### 3.1 การเก็บภาพต้นฉบับ

การเก็บภาพต้นฉบับใช้การถ่ายภาพจากกล้องดิจิทัล เป็นการถ่ายภาพรถยนต์ที่ระยะห่างระหว่างกล้องกับรถยนต์ไม่เกิน 3 เมตร พร้อมป้ายทะเบียน (ด้านท้าย) ถ่ายตอนกลางวันในสภาวะพื้นหลังภาพที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยป้ายทะเบียนรถยนต์มีพื้นหลังป้ายเป็นสีขาว จำนวน 100 ภาพ ในส่วนของภาพถ่ายที่ใช้ในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายนั้น ระยะเวลาลึกลงในแนวระนาบของรถยนต์เอียงไม่เกิน 1 เมตร ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้ายแสดงดังรูปที่ 3.3 และตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายแสดงดังรูปที่ 3.4





รูปที่ 3.3 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาแบบหนึ่งป้าย



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการหาแบบหลายป้าย

### 3.2 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

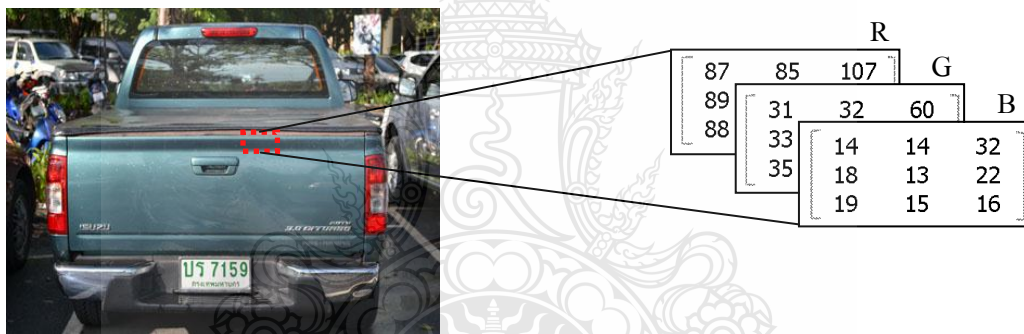
การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทานั้นก็เพราะภาพระดับสีเทาจะไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องมีเฉพาะค่าของความสว่างเท่านั้น เป็นสิ่งสำคัญที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา จากภาพต้นฉบับเป็นภาพสีนั้นในทุกๆ พิกเซลของภาพสีนั้นจะมีค่าระดับ RGB เป็นส่วนประกอบที่มีค่าแตกต่างกัน โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพ RGB จะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทาทำได้โดยการแยกข้อมูล RGB ออกจากแต่ละพิกเซลของภาพสี จากนั้นนำค่า RGB เข้าสู่สมการเพื่อคำนวณหาค่าระดับสีเทา



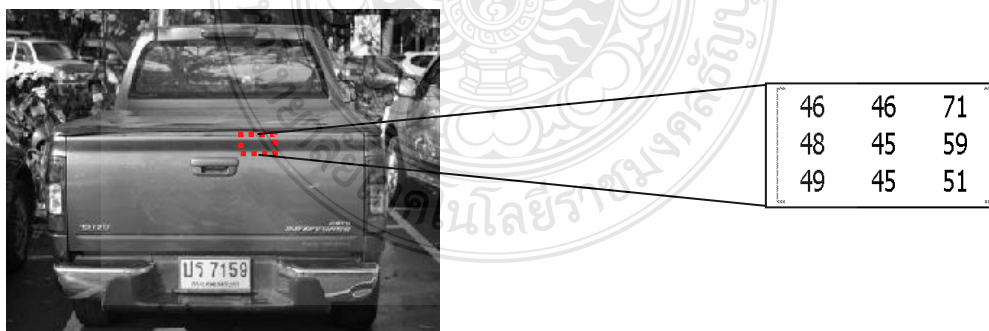
และนำค่าที่ได้ไปแทนที่ในจุดพิกเซลเดิม แสดงตัวอย่างการคำนวณภาพสีดังรูปที่ 3.5 (ก) ที่ตำแหน่งพิกเซล (1,1) ข้อมูลค่า R = 87, ข้อมูลค่า G = 31, ข้อมูลค่า B = 14 ภาพระดับสีเทาจะหาได้จากสมการที่ 2.7

$$Grayscale_{1,1} = 0.3 * 87_{1,1} + 0.59 * 31_{1,1} + 0.11 * 14_{1,1}$$

จากสมการจะได้ค่าระดับสีเทาที่ตำแหน่งพิกเซล (1,1) เท่ากับ 46 ค่าความเข้มของภาพระดับสีเทาจะมีค่าตั้งแต่ 0 คือ สีดำ ถึง 255 คือ สีขาว ทำการคำนวณกับทุกๆ พิกเซลในภาพก็จะได้ภาพระดับสีเทา ดังแสดงในรูปที่ 3.5 (ข) ในภาพที่ใช้เพื่อการหาดำแหน่งแบบหลายป้ายก็ใช้การคำนวณเพื่อให้ได้ภาพระดับสีเทาด้วยสมการเดียวกัน ผลการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาในภาพที่ใช้เพื่อการหาดำแหน่งแบบหลายป้ายดังรูปที่ 3.5 (ค)



(ก) ค่าของภาพสี



(ข) ค่าของภาพระดับสีเทา

รูปที่ 3.5 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา



ภาพต้นฉบับ



ภาพระดับสีเทา

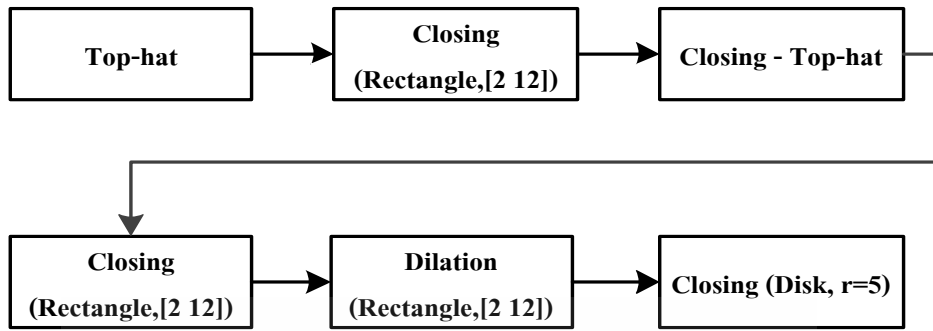
(ก)

### รูปที่ 3.5 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา (ต่อ)

### 3.3 การคำนวณทางมอร์โฟโลยี

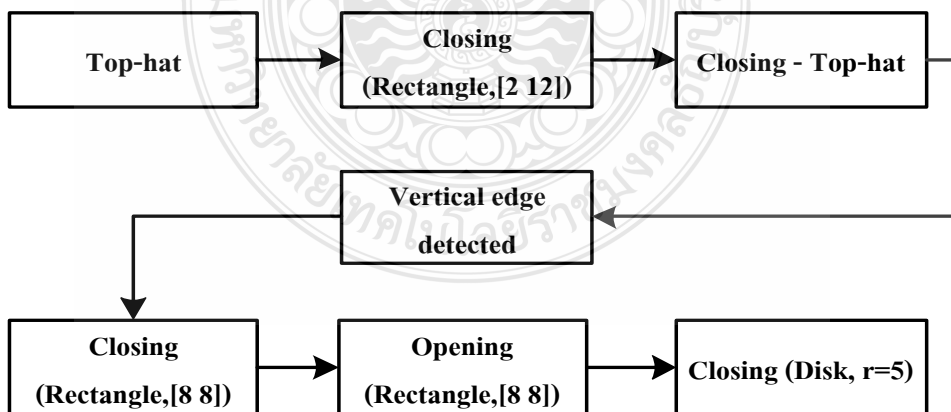
การคำนวณทางมอร์โฟโลยีถูกนำมาใช้เพื่อแยกบริเวณของป้ายทะเบียนออกจากพื้นหลังที่ซับซ้อนและลดสัญญาณรบกวนทำให้ตำแหน่งของป้ายทะเบียนเด่นชัดขึ้นมา โดยแบ่งเป็นการหักล้างกัน ในทางเมตริกซ์และการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกัน ในงานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนการคำนวณทางมอร์โฟโลยีสองรูปแบบด้วยกัน คือ มอร์โฟโลยีสำหรับการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย และมอร์โฟโลยีสำหรับการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย

มอร์โฟโลยีสำหรับการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้ายมีขั้นตอนดังนี้ การหักล้างกัน ในทางเมตริกซ์ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาประยุกต์ใช้ต่อ โดยการนำ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาทำการ Closing จากนั้นทำการวิเคราะห์หาลักษณะเด่นของตำแหน่งป้ายทะเบียนด้วยการหักล้างทางเมตริกซ์แบบจุดต่อจุด ระหว่าง Top-hat แบบ Opened Top-hat ที่ผ่าน Closing กับ Top-hat แบบ Opened Top-hat การรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนใช้การ Closing Dilation และ Closing ตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนของมอร์โฟโลยีแบบป้ายเดียว

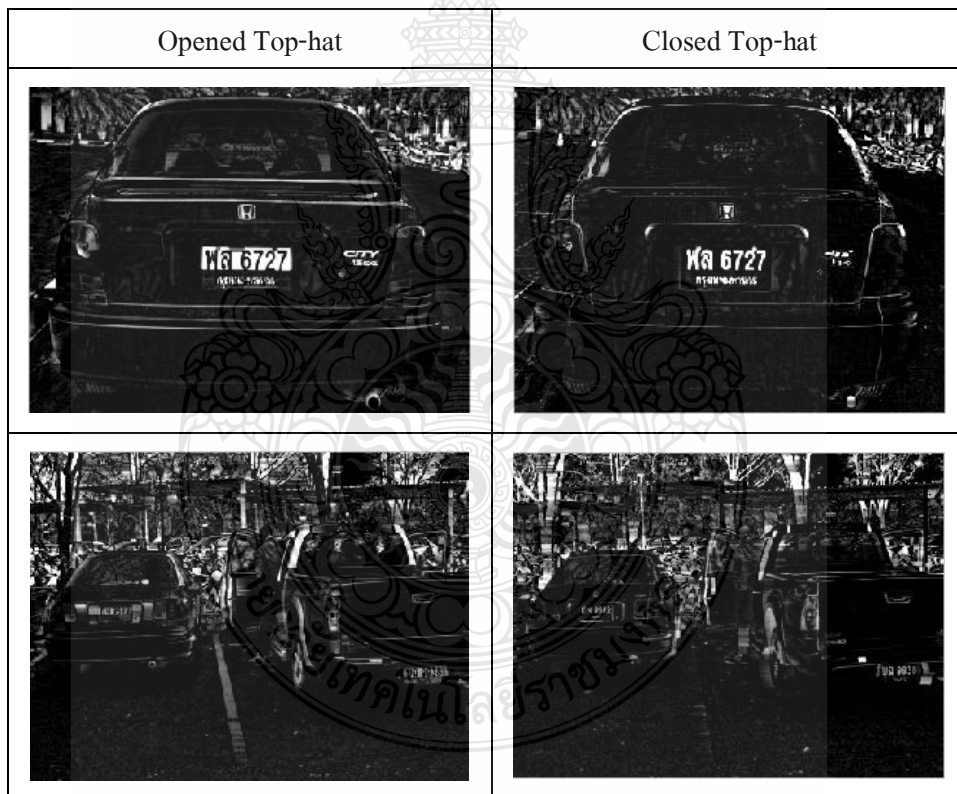
ในขั้นตอนของมอร์โฟโลยีสำหรับการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย ส่วนของการหักล้างกันในทางเมตริกซ์จะเหมือนกันกับการหาแบบหนึ่งป้าย แต่จะเพิ่มการหาขอบภาพทางด้านแนวตั้งขึ้นมาเพราะในส่วนของป้ายทะเบียนนั้นมีลักษณะตัวอักษรและตัวเลขส่วนใหญ่แล้วเป็นพิกเซลทางด้านแนวตั้งมากกว่า จึงใช้ลักษณะเด่นตรงจุดนี้คัดกรองพิกเซลทางด้านแนวนอนออกไปเหลือไว้เฉพาะพิกเซลทางด้านแนวตั้ง ส่วนการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกัน ที่เป็นการรวมพื้นที่ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกันทั้งหมด การค้นหาแบบหลายป้ายจะใช้การ Closing Opening และ Closing ตามลำดับ ซึ่งจะแตกต่างกับการหาแบบหนึ่งป้าย ขั้นตอนการคำนวณทางมอร์โฟโลยีสำหรับการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนของมอร์โฟโลยีแบบหลายป้าย

### 3.3.1 การกรอกรองภาพด้วย Top-hat

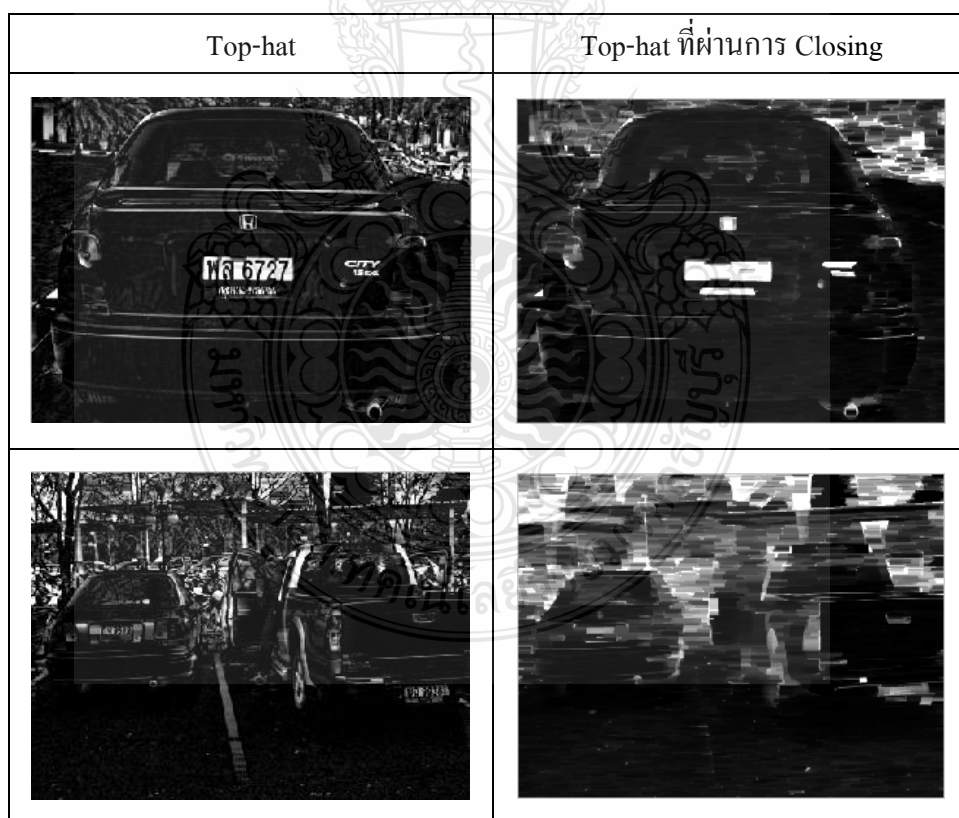
มอร์โฟโลยีการกรอกรองภาพวิธี Top-hat มีสองแบบด้วยกัน คือ Opened Top-hat และ Closed Top-hat ในงานวิจัยนี้ใช้การกรอกรองภาพวิธี Top-hat แบบ Opened Top-hat เพราะสามารถแสดงลักษณะเด่นของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีพื้นหลังเป็นสีขาว ตัวเลขและตัวอักษรเป็นสีดำ เขียว ฟ้ำ ออกมาจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน แก้ไขความไม่สมดุลของแสงบนพื้นหลังที่ซับซ้อนและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ส่วนหนึ่ง ต่างจาก Closed Top-hat ที่แสดงตัวเลขและตัวอักษรได้เหมือนกันแต่ยังมีสัญญาณรบกวนอยู่มาก เมื่อเทียบกับภาพที่ผ่านการหักล้างทางเมตริกซ์ที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป จากนั้นภาพที่ผ่านการกรอกรองภาพด้วย Opened Top-hat มาแล้ว นำมากระจายค่าของระดับสีเทาให้เต็มช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 255 เพื่อเป็นการเพิ่มค่าระดับสีเทาให้ชัดเจนมากขึ้น เปรียบเทียบผลที่ได้จากการกรอกรองภาพแบบ Top-hat ทั้งสองแบบแสดงดังรูปที่ 3.8




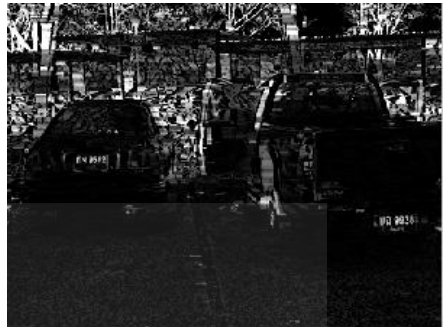
รูปที่ 3.8 เปรียบการกรอกรองภาพด้วย Top-hat สองแบบ

### 3.3.2 การหักล้างทางเมตริกซ์

เทคนิคการหักล้างกันในทางเมตริกซ์แบบจุดต่อจุดนั้นเป็นการหักล้างกันระหว่าง ภาพ Top-hat กับ ภาพ Top-hat ที่ผ่านการ Closing ดังแสดงในรูปที่ 3.9 เพื่อให้ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดมีสีขาวเด่นชัดขึ้นมาและลดสัญญาณรบกวนบนพื้นหลังที่ ชับซ้อน โดยทำมีขั้นตอนดังนี้ ทำการกรองภาพที่ได้จาก Top-hat ด้วย Closing โดยใช้องค์ประกอบ โครงสร้างแบบ Rectangular [15] เหตุที่เลือกใช้แบบ Rectangular เพราะให้เหมาะสมกับลักษณะของ ป้ายทะเบียนที่เป็นสี่เหลี่ยมและออกแบบขนาดขององค์ประกอบโครงสร้างให้มีขนาด 2 x 12 พิกเซล ผลที่ได้ทำให้บริเวณของป้ายทะเบียนมีสีขาวเด่นชัดขึ้นมา จากนั้นนำภาพมาหักล้างกันในทางเมตริกซ์ แบบจุดต่อจุดระหว่างภาพที่ได้จาก Top-hat ที่มีตัวอักษรและตัวเลขเป็นสีดำ กับภาพ Top-hat ที่ผ่านการ Closing ทั้งการหาแบบหนึ่งป้ายและการหาแบบหลายป้าย ผลจากการหักล้างทำให้สามารถคัด กรองเอาตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน และลดสัญญาณรบกวนลง ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างภาพที่นำมาหักล้างกัน

การหาแบบหนึ่งป้าย	การหาแบบหลายป้าย
	

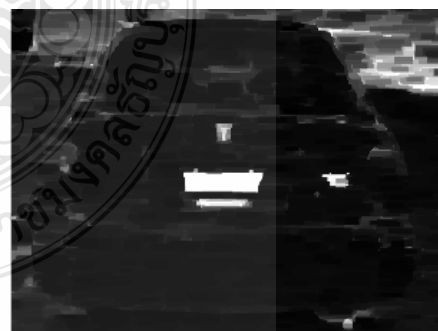
รูปที่ 3.10 ผลการหากล้างทางเมตริกซ์

### 3.3.3 การรวมพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียน

ขั้นตอนการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกันแบ่งออกเป็นสองรูปแบบด้วยกัน คือ รูปแบบแรกการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย ทำโดยการกรองภาพด้วย Closing เพื่อให้ตัวอักษรประจำหมวดและตัวเลขทะเบียนเป็นพื้นที่เดียวกัน อีกทั้งทำให้ตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกัน ตามด้วยการขยายภาพ สุดท้ายกรองภาพด้วย Closing อีกครั้ง เพื่อรวมพื้นที่ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกันทั้งหมด ผลที่ได้จากการรวมพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียน แสดงดังรูปที่ 3.11



(ก) ผลจากการหากล้างทางเมตริกซ์



(ข) Closing

รูปที่ 3.11 การรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย





(ค) Dilation



(ง) Closing

**รูปที่ 3.11** การรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย (ต่อ)

ขั้นตอนการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกัน รูปแบบที่สองการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย ภาพที่ใช้จะมีรอยนต์หลายคันจะส่งผลให้มีพื้นหลังที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นและตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนจะมีขนาดเล็กลงด้วยเมื่อเทียบกับภาพที่มีรอยนต์หนึ่งคัน ทำให้การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเพิ่มขึ้น จึงได้พัฒนาการตรวจจับขอบภาพทางด้านแนวตั้ง (Vertical Edge Detected) เพื่อช่วยในการคัดกรองตำแหน่งของป้ายทะเบียนก่อนเนื่องจากลักษณะของป้ายทะเบียนส่วนใหญ่เป็นขอบทางด้านแนวตั้ง ในส่วนการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกันนั้นทำโดยกรองภาพด้วย Closing ต่อด้วย Opening และ Closing อีกครั้งตามลำดับ ดังรูปที่ 3.12



(ก) Vertical edge detected

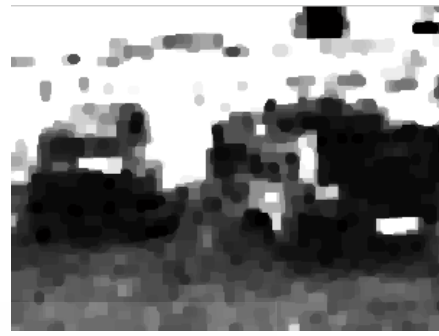


(ข) Closing

**รูปที่ 3.12** การรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย



(ค) Opening



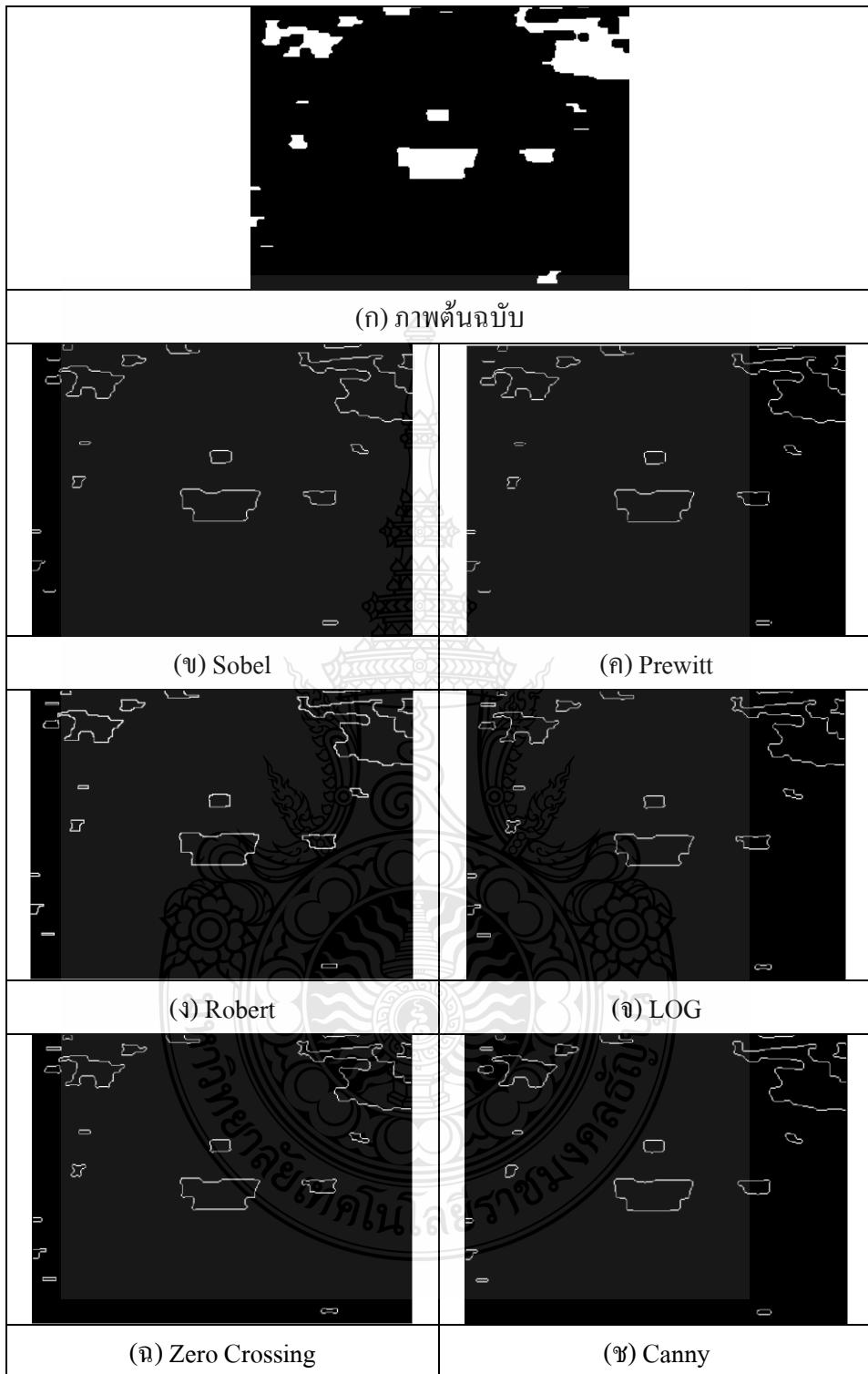
(ง) Closing

รูปที่ 3.12 การรวมพื้นที่ของการหาป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย (ต่อ)





### 3.4 การหาขอบภาพ

การค้นหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบรูปที่เกิดจากความสว่างของภาพที่เปลี่ยนไปทันที โดยดูจากขนาดหรืออัตราการเปลี่ยนขนาด การค้นหาขอบภาพเป็นการดึงส่วนประกอบของภาพที่มีจุดเด่นออกจากพื้นหลัง โดยแปลงภาพที่ผ่านการคำนวณทางมอร์โฟโลยีให้เป็นภาพขาวดำเพราะรูปที่ได้มีเฉพาะค่า 0 และ 1 เพื่อให้ง่ายต่อการหาขอบภาพได้อย่างชัดเจน โดยไม่มีความสว่างเข้ามาเกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองกับการหาขอบภาพด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ Sobel Prewitt Robert LOG Zero Crossing และ Canny ดังแสดงในรูปที่ 3.13

ในงานวิจัยนี้เลือกเทคนิคการหาขอบภาพโดยใช้วิธี Canny เพราะสามารถแสดงขอบภาพได้อย่างชัดเจนมีกลุ่มของพิกเซลที่เป็นเส้นขอบของป้ายทะเบียนต่อเนื่องกัน จากนั้นทำการปรับปรุงขอบภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้นด้วยวิธีการเฉลี่ย (Average) โดยใช้พารามิเตอร์ขนาด  $2 \times 2$  พิกเซล เพื่อให้ได้ขอบภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ผลจากการหาขอบภาพ ดังรูปที่ 3.14



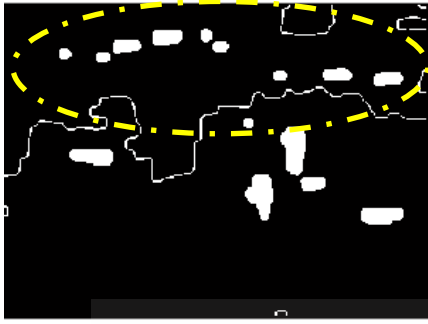
รูปที่ 3.13 เปรียบเทียบการหาขอบภาพด้วยวิธีต่างๆ

ลักษณะภาพ	ภาพขาวดำ	หาขอบด้วย Canny
การหาขอบภาพ ของการหา ตำแหน่งแบบ หนึ่งป้าย		
การหาขอบภาพ ของการหา ตำแหน่งแบบ หลายป้าย		

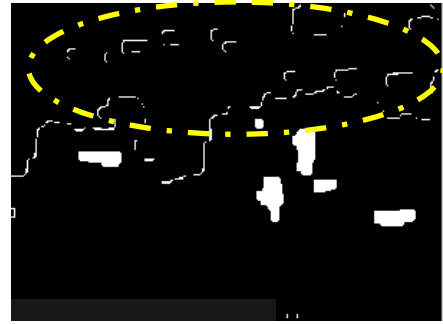
รูปที่ 3.14 ผลการหาขอบภาพ

### 3.5 การกำจัดสัญญาณรบกวนสำหรับการหาแบบหลายป้าย

เนื่องจากในภาพที่มีรอยนต์หลายคันจะมีพื้นที่หลังที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นและตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนจะมีขนาดเล็กลงด้วยเมื่อเทียบกับภาพที่มีรอยนต์หนึ่งคัน ทำให้การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีความผิดพลาดเพิ่มขึ้น จึงได้พัฒนาการกำจัดสัญญาณรบกวนเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นที่หลังที่เพิ่มขึ้นมา โดยใช้การดำเนินงานลอจิกและเทคนิคการหักล้างกันในทางเมตริกซ์ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ภาพที่ผ่านการหาขอบมาแล้วนำมาสร้างพื้นที่ในช่องว่างตรงส่วนที่มีลักษณะเป็นวงปิดเพื่อให้ได้พื้นที่ของบริเวณป้ายทะเบียนรอยนต์ ต่อด้วยนำมาผ่านการดำเนินงานลอจิกด้วยการแอนด์กับภาพจากขั้นตอนการรวมพื้นที่ที่แปลงเป็นภาพขาวดำในหัวข้อที่ 3.4 ผลที่ได้จะช่วยลดสัญญาณรบกวนจากพื้นที่หลัง แสดงดังรูปที่ 3.15



(ก) สร้างพื้นที่ในช่องว่าง



(ข) ผลการใช้ลอจิกแอนด์

### รูปที่ 3.15 การดำเนินงานลอจิกแอนด์

ขั้นตอนต่อมาภาพที่ได้จากการดำเนินงานลอจิกก็ยังคงเห็นได้ว่ามีสัญญาณรบกวนอยู่บ้าง จึงได้พัฒนาต่อโดยการนำเทคนิคการหักล้างกันมาใช้เพิ่มเติม โดยเป็นการหักล้างกันระหว่าง ภาพการหักล้างทางเมตริกซ์ (รูปที่ 3.10 การหาแบบหลายป้าย) เนื่องจากภาพในขั้นตอนมอร์โฟโลยีนั้นมีความเด่นชัดในตำแหน่งป้ายทะเบียนอยู่แล้ว แต่ตัวอักษรยังเป็นสีขาวอยู่จึงได้กลับค่า (Reversed) จาก 1 เป็น 0 และจาก 0 เป็น 1 ดังรูปที่ 3.16 (ก) แล้วนำมาหักล้างกับภาพที่ได้จากการดำเนินงานลอจิกแอนด์ (รูปที่ 3.15 (ข)) ที่เหลือเฉพาะพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียนอยู่แล้วแต่ยังมีสัญญาณรบกวนอยู่บ้าง ข้อดีของการหักล้างกันในทางเมตริกซ์นี้จะช่วยลดสัญญาณรบกวนได้อีก ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.16 (ข)



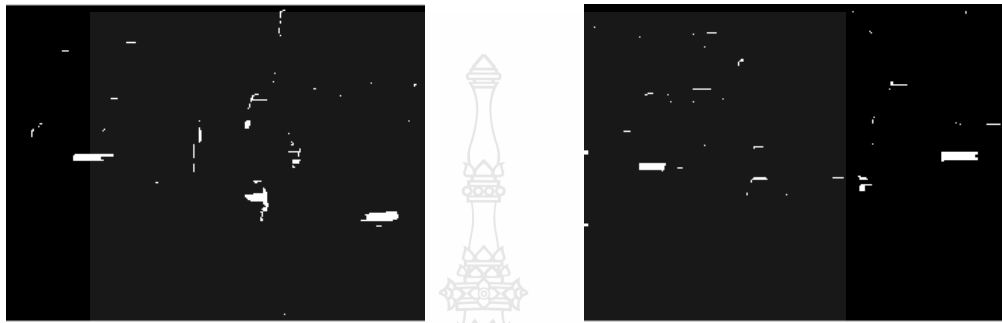
(ก) การกลับค่า



(ข) การหักล้างทางเมตริกซ์

### รูปที่ 3.16 การหักล้างทางเมตริกซ์

ขั้นตอนสุดท้ายนำผลที่ได้จากการหักล้างกันในทางเมตริกซ์มาผ่านการกรองภาพด้วย Closing เพื่อรวมพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกัน ผลที่ได้จากขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนจะเหลือเฉพาะกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ต้องการ ตัวอย่างของผลที่ได้จากขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวน แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างผลการกำจัดสัญญาณรบกวนในการหาแบบหลายป้าย

### 3.6 การแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียน

#### 3.6.1 การแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียนจากการหาแบบป้ายเดียว

ขั้นตอนแรกภาพที่ผ่านการหาขอบมาแล้วนำมาสร้างพื้นที่ในช่องว่างตรงส่วนที่มีลักษณะเป็นวงปิด ดังแสดงในรูปที่ 3.18 (ก) จากนั้นคัดกรองบริเวณที่มีกลุ่มของพิกเซลที่มากที่สุดซึ่งในที่นี้คือ บริเวณของป้ายทะเบียนรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.18 (ข)



(ก) เติมพื้นที่ในช่องว่างวงปิด

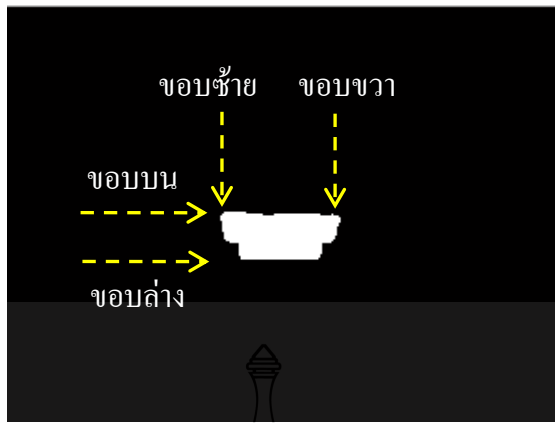
(ข) พื้นที่มากที่สุด

รูปที่ 3.18 บริเวณของป้ายทะเบียนรถยนต์

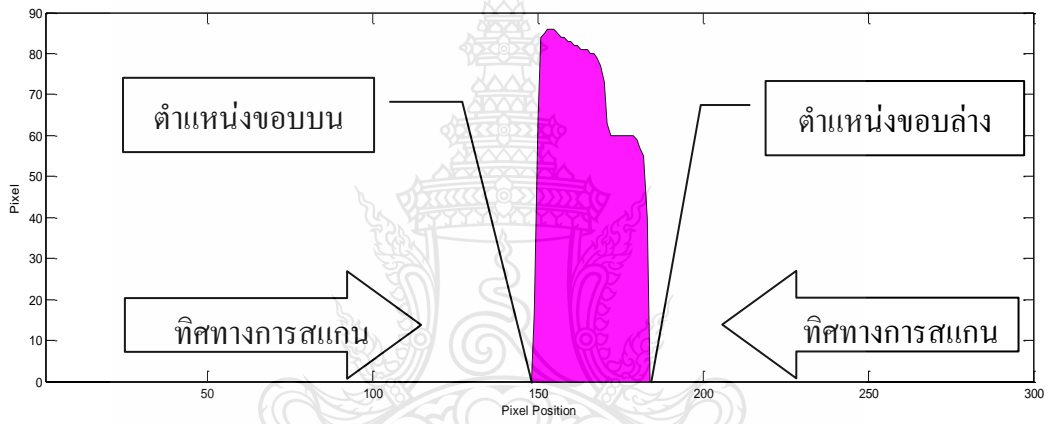
ในส่วนของการแสดงบริเวณที่เป็นป้ายทะเบียนรถยนต์นั้นจะต้องรู้ตำแหน่งของขอบบน-ล่าง ขอบซ้าย-ขวา ของบริเวณที่คัดกรองมาได้เพื่อระบุตำแหน่งว่าอยู่ในพิกเซลไหนของภาพ ดังรูปที่ 3.19 (ก) โดยใช้การรวมค่าพิกเซลทางด้านแฉวงและรวมค่าพิกเซลทางด้านหลัก เพื่อเป็นการดูค่าของพิกเซลที่เป็นขอบของตำแหน่งป้ายทะเบียนในแต่ละแกนว่าอยู่ตรงตำแหน่งพิกเซลไหนในภาพ การรวมค่าทางด้านแฉวงและหลักจะแสดงออกมาเป็นกราฟดังแสดงในรูปที่ 3.19 (ข) และ (ค) ตามลำดับ จากนั้นสแกนหาตำแหน่งพิกเซลที่เป็นขอบภาพของป้ายทะเบียน ในขั้นตอนนี้จะตั้งค่าระดับของจำนวนข้อมูลที่น้อยกว่า 10 พิกเซล ที่พบให้เป็นสัญญาณรบกวน พิกเซลที่มีค่าของระดับข้อมูลตั้งแต่ 10 พิกเซล ขึ้นไปให้เป็นตำแหน่งขอบของป้ายทะเบียนรถยนต์

ในส่วนของการสแกนทางด้านแฉวงเริ่มจากตำแหน่งพิกเซลที่ 1 สแกนทีละตำแหน่ง ในพิกเซลแรกที่พบระดับข้อมูลที่มีค่าตั้งแต่ 10 พิกเซล ขึ้นไปตำแหน่งนั้น คือ ตำแหน่งขอบด้านล่างของป้ายทะเบียน จากนั้นเริ่มจากตำแหน่งพิกเซลที่ 300 สแกนทีละตำแหน่ง ในพิกเซลแรกที่พบระดับข้อมูลที่มีค่าตั้งแต่ 10 พิกเซล ขึ้นไปตำแหน่งนั้น คือ ตำแหน่งขอบด้านบนของป้ายทะเบียน ทางด้านหลักก็เช่นเดียวกันเริ่มจากตำแหน่งพิกเซลที่ 1 สแกนทีละตำแหน่ง ในพิกเซลแรกที่พบระดับข้อมูลที่มีค่าตั้งแต่ 10 พิกเซล ขึ้นไปตำแหน่งนั้น คือ ตำแหน่งขอบด้านซ้ายของป้ายทะเบียน จากนั้นเริ่มจากตำแหน่งพิกเซลที่ 400 สแกนทีละตำแหน่ง ในพิกเซลแรกที่พบระดับข้อมูลที่มีค่าตั้งแต่ 10 พิกเซล ขึ้นไปตำแหน่งนั้น คือ ตำแหน่งขอบด้านขวาของป้ายทะเบียน

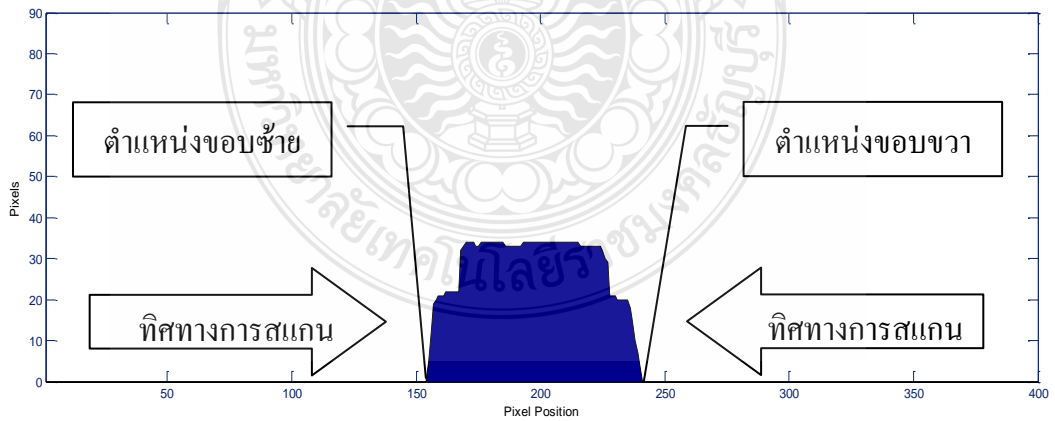
สุดท้ายเป็นการแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียน เมื่อทราบตำแหน่งขอบบน - ล่าง ขอบซ้าย - ขวา ของบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนดังรูปที่ 3.20 (ก) แล้วว่าอยู่ในตำแหน่งพิกเซลไหนในภาพ นำตำแหน่งที่ได้ไปเทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสี ดังรูปที่ 3.20 (ข) แล้วแสดงเฉพาะตำแหน่งดังกล่าวที่ได้จากการประมวลผลภาพซึ่งเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.20 (ค)



(ก) ตำแหน่งของภาพ



(ข) การรวมค่าทางด้านแนว



(ค) การรวมค่าทางด้านหลัก

รูปที่ 3.19 การหาดำแหน่งพิกเซล

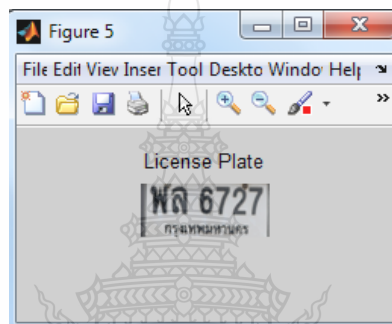




(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) หาดำแหน่ง



(ค) แสดงตำแหน่งป้ายทะเบียน

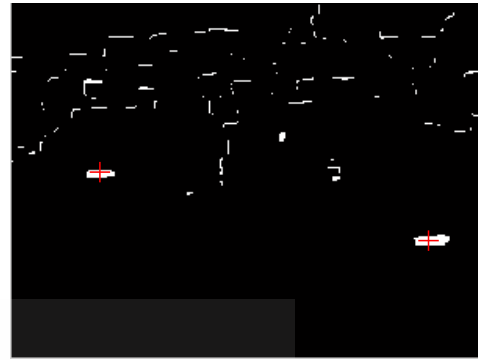
### รูปที่ 3.20 การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย

#### 3.6.2 การแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียนจากการหาแบบหลายป้าย

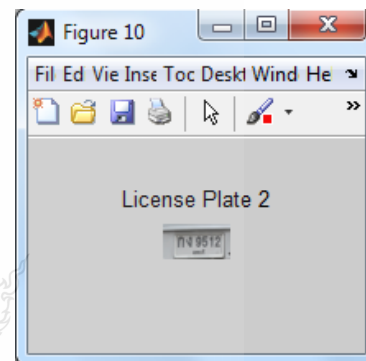
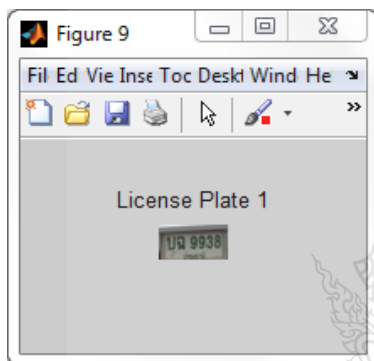
การแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายนั้นมีความแตกต่างจากแบบหนึ่งป้าย เนื่องจากการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย ตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนของรถยนต์ในกลุ่มของพิกเซลที่คัดกรองได้จะมีขนาดเล็ก ถ้าใช้การแสดงตำแหน่งแบบวิธีป้ายเดียวจะส่งผลให้บริเวณที่เป็นตัวอักษรประจำหมวดหรือตัวเลขทะเบียนหรือตัวอักษรแสดงจังหวัดขาดหายไปบางส่วน ทำให้แสดงป้ายทะเบียนได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้คิดวิธีใหม่ในการแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียน โดยภาพที่ผ่านการกำจัดสัญญาณรบกวนมาแล้ว นำมาคัดกรองหาบริเวณที่มีกลุ่มของพิกเซลที่มีพื้นที่มากที่สุดซึ่งในที่นี้คือ บริเวณของป้ายทะเบียนรถยนต์หาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของตำแหน่งป้ายทะเบียน ดังรูปที่ 3.21 (ก) จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้ไปเทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีและกรอบรูปของบริเวณป้ายทะเบียน โดยใช้ขนาดในการกรอบ 40 x 20 พิกเซล ดังรูปที่ 3.21 (ข) สุดท้ายแสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมดที่ได้จากการกรอบ ดังรูปที่ 3.21 (ค)



(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) หาดำแหน่งจุดศูนย์กลาง



(ค) แสดงตำแหน่งป้ายทะเบียน

### รูปที่ 3.21 การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียนแบบหลายป้าย

### 3.7 ทดลองกับภาพที่มีการบดบังป้ายทะเบียน

ทำการทดลองกับภาพที่มีการบดบังป้ายทะเบียน ในการทดลองใช้ภาพถ่ายเดียวกันกับการหาแบบหนึ่งป้ายโดยใช้เทคนิคการหาดำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย โดยจำลองการบดบังของป้ายทะเบียนให้มีแผ่นทอปิดอยู่ ในการจำลองนั้นใช้การสร้างให้เป็นลักษณะสี่เหลี่ยมสีเหลืองเพื่อให้คล้ายกับลักษณะของแผ่นทอทั่วไปที่ใช้ปิดตรงตำแหน่งของป้ายทะเบียนตามความเป็นจริง การทดลองแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ด้วยกัน รูปแบบแรกปิดแบบชิ้นเล็กๆ กระจายทั่วทั้งแผ่นป้ายทะเบียนไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ รูปแบบที่สอง คือ ปิดแบบชิ้นใหญ่ขึ้น เดียวมีขนาดไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ตัวอย่างของภาพที่ใช้ในการทดลองแบบกระจายแสดงดังรูปที่ 3.22 ตัวอย่างของภาพที่ใช้ในการทดลองแบบชิ้นใหญ่ขึ้นเดียวแสดงดังรูปที่ 3.23



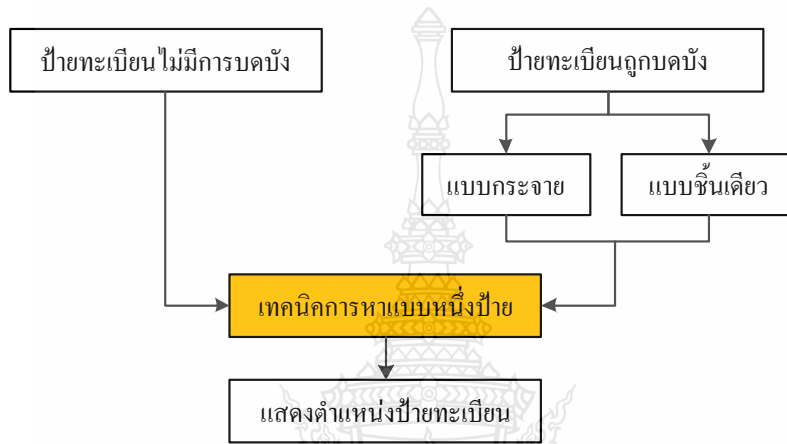
รูปที่ 3.22 ตัวอย่างการปิดแบบกระจาย



รูปที่ 3.23 ตัวอย่างการปิดแบบจีนใหญ่จีนเดียว

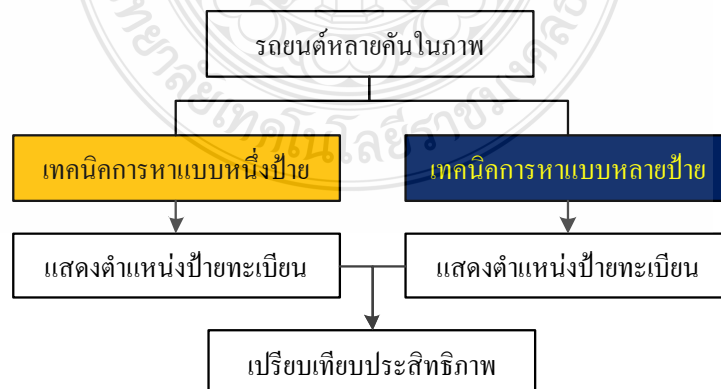
### 3.8 การวัดประสิทธิภาพในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์

ประสิทธิภาพในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งแบบหนึ่งป้ายที่เป็นภาพปกติไม่มีการบดบังป้ายทะเบียนและแบบหนึ่งป้ายที่มีการบดบังป้ายทะเบียน โดยใช้เทคนิคการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย (แบบเดิม) ซึ่งมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การวัดประสิทธิภาพของการหาแบบหนึ่งป้าย

สำหรับเทคนิคการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้าย ภาพที่ใช้ในการทดลองจะมีรถยนต์หลายคันในภาพ โดยเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคการหาป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย โดยใช้ภาพชุดเดียวกันซึ่งมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การวัดประสิทธิภาพของการหาแบบหลายป้าย

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้มอร์โฟโลยีแบบหักล้าง โดยทำการทดลองหาตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพถ่ายที่มีพื้นหลังป้ายทะเบียนเป็นสีขาว ถ่ายตอนกลางวันในสภาวะพื้นหลังภาพที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน เทคนิคที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ รูปแบบแรกการค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย และรูปแบบที่สองเป็นการพัฒนาเทคนิคการค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนสำหรับการหาแบบหลายป้าย

#### 4.1 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย

การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย เป็นการประมวลผลภาพให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนแล้วนำมาแสดง โดยค้นหาตำแหน่งของพิกเซลที่เป็นขอบบน - ล่าง ขอบซ้าย - ขวาของบริเวณที่คัดกรองได้ จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้เทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีและแสดงตำแหน่งซึ่งในที่นี้ คือ ตำแหน่งของป้ายทะเบียน ตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย แสดงดังรูปที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 ผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้าย







ชื่อภาพ	จำนวนภาพ	ตำแหน่งถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
การหาแบบหนึ่งป้าย	100	97	97

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้นี้มีข้อดี คือ ช่วยแก้ปัญหาความไม่สมดุลของแสง ลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังและสามารถหาได้จากสีพื้นหลังของป้ายทะเบียนที่เหมือนกับสีของรถยนต์ได้ มีความสามารถในการคัดกรอง ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัด ออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนได้ ตัวอักษรและตัวเลขที่มีสีดำ ฟ้ำ เขียว ไม่ส่งผลต่อการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน เหตุที่สามารถคัดกรองตัวอักษรและตัวเลขที่มีสีดำ ฟ้ำ เขียว ได้นั้นเนื่องจากในขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทาผลที่ได้สีดำ ฟ้ำ เขียว จะมีค่าระดับสีอยู่ในระดับสีเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.2




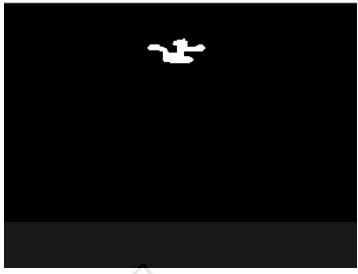
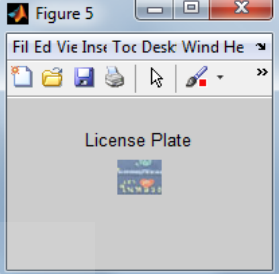

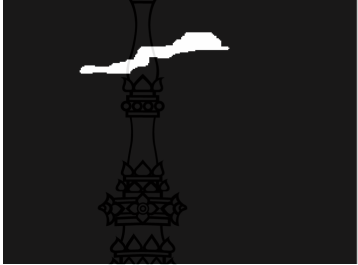
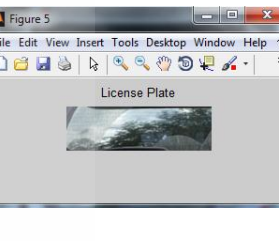
ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย

ภาพ	ภาพต้นฉบับ	ภาพระดับสีเทา
ตัวอักษรและตัวเลขสีดำ		
ตัวอักษรและตัวเลขสีฟ้า		
ตัวอักษรและตัวเลขสีเขียว		

#### รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบตัวอักษรและตัวเลข สีดำ สีฟ้า เขียว

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 มีความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ร้อยละ 97 ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ร้อยละ 3 เหตุผลของความผิดพลาดเกิดจากรถมีการติดสติ๊กเกอร์ขนาดใหญ่และลักษณะงานขนาดใหญ่ มีกลุ่มของพิกเซลที่มีพื้นที่มากกว่าป้ายทะเบียนจึงทำให้ในขั้นตอนการหาพื้นที่ที่มากที่สุดเจอตำแหน่งนั้นแทนที่จะพบกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียน ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างภาพที่ผิดพลาดในการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้าย

## 4.2 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ไม่ปกติ

### 4.2.1 ป้ายทะเบียนรถยนต์มีการบิดบังแบบกระจาย

เป็นการแก้ไขภาพต้นฉบับที่ใช้กับการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้ายก่อนที่จะนำมาประมวลผลด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย โดยเป็นการจำลองสร้างลักษณะสีเหลี่ยมสี่เหลี่ยมเพื่อให้คล้ายกับลักษณะของแผ่นทองตามความเป็นจริง ทำการปิดแบบกระจายตรงตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ในภาพซึ่งไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแสดงในรูปที่ 4.4



ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		


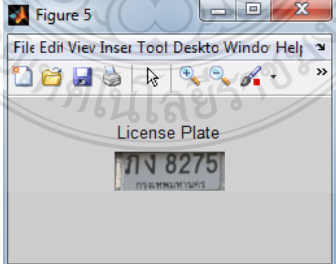
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบดบังแบบกระจาย

ตารางที่ 4.2 ผลการค้นหาคำแทนของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีการบังคับแบบกระจาย

ชื่อภาพ	จำนวนภาพ	ตำแหน่งถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
มีการบังคับ แบบกระจาย	20	20	100

จากตารางผลการทดลองที่ 4.2 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 20 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้มีความสามารถในการค้นหาคำแทนของป้ายทะเบียนที่มีการบังคับได้ โดยมีความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ร้อยละ 100 เพราะการบังคับของสี่เหลี่ยมสีเหลืองที่จำลองให้คล้ายกับลักษณะของแผ่นทอง เมื่อผ่านขั้นตอนการหักล้างทางเมตริกซ์จะทำตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน และตัวอักษรแสดงจังหวัดหายไปบางส่วนเมื่อเทียบกับการหาแบบไม่บังคับ แต่เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนของการรวมพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียนนั้น ได้ใช้การปิดพื้นที่ (Closing) การขยายพื้นที่ (Dilation) และการขยายพื้นที่ (Closing) ตามลำดับ ทำให้เป็นการรวมพื้นที่ของ ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน และตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกันทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาการบังคับได้โดยมีประสิทธิภาพระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบังคับได้ทุกภาพ ผลของการหาคำแทนของป้ายทะเบียนที่ได้ไม่ต่างจากการหาแบบไม่มีสิ่งบังคับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5



กระบวนการประมวลผลภาพ	ไม่มีสิ่งบดบัง	มีสิ่งบดบัง
ภาพต้นฉบับ		
การหักล้างทางเมตริกซ์		
การรวมพื้นที่บริเวณป้ายทะเบียน		
ตำแหน่งที่หาได้		
แสดงตำแหน่ง		

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบภาพที่มีการบดบังแบบกระจายกับภาพที่ไม่มีสิ่งบดบัง

#### 4.2.2 ป้ายทะเบียนรถยนต์มีการบังคับแบบวัตถุชิ้นเดียว

เป็นการแก้ไขภาพต้นฉบับที่ใช้กับการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้ายก่อนที่จะนำมาประมวลผลด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย โดยเป็นการจำลองสร้างลักษณะที่เหลี่ยมชิ้นเดียวขนาดใหญ่ไม่เกินร้อยละ 50 ของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ทำการซูมปิดในตำแหน่งตรงกลาง ทางด้านซ้าย และทางด้านขวา ของตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ในภาพ ตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ถูกต้องแสดงดังรูปที่ 4.6 ตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ผิดพลาดแสดงดังรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.3 ผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีการบังคับแบบวัตถุชิ้นเดียว

ชื่อภาพ	จำนวนภาพ	ตำแหน่งถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
มีการบังคับ แบบวัตถุชิ้นเดียว	20	8	40

จากตารางผลการทดลองที่ 4.3 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 20 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้มีความสามารถในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบังคับได้อย่างถูกต้อง 8 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 40 มีความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนจำนวน 12 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 60 สาเหตุของความผิดพลาดเกิดจากป้ายทะเบียนที่มีการบังคับแบบวัตถุชิ้นเดียวเมื่อผ่านขั้นตอนการหักล้างทางเมตริกซ์ ทำให้ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน และตัวอักษรแสดงจังหวัดของป้ายทะเบียนตรงตำแหน่งที่มีการบังคับหายไป พื้นที่ของป้ายทะเบียนที่พบมีขนาดลดลงเมื่อเทียบกับการหาแบบไม่บังคับ ส่งผลให้ในขั้นตอนการหาพื้นที่ที่มากที่สุดซึ่งเป็นการคัดกรองบริเวณที่มีพื้นที่น้อยออกเหลือไว้เฉพาะบริเวณที่มีพื้นที่มากที่สุดมีความผิดพลาด มีกลุ่มของพิกเซลที่มีพื้นที่มากกว่าป้ายทะเบียนจึงทำเจอดำแหน่งนั้นแทนที่จะพบกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียน ดังรูปที่ 4.8

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวที่ถูกต้อง



ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวที่ผิดพลาด

กระบวนการประมวลผลภาพ	ไม่มีสิ่งบดบัง	มีสิ่งบดบัง
ภาพต้นฉบับ		
การหาค้างทางเมตริกซ์		
ภาพอินพุต การหาพื้นที่ที่มากที่สุด		
ตำแหน่งที่หาได้		
แสดงตำแหน่ง		

รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบภาพที่มีการบดบังแบบวัตถุขึ้นเดียวกับภาพที่ไม่มีสิ่งบดบัง

#### 4.2.3 ป้ายทะเบียนรถยนต์มีลักษณะเอียง


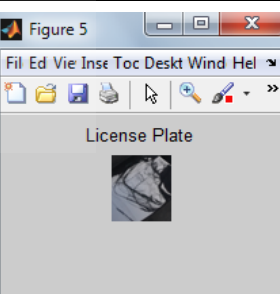
ในการทดลองใช้ภาพต้นฉบับจำนวน 30 ภาพ ที่ทำการถ่ายตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหนึ่งป้ายที่องศาในการถ่ายภาพเปลี่ยนไปในแนวระนาบ จากนั้นนำมาประมวลผลด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลองในการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีลักษณะเอียง

จากการทดลองด้วยการใช้ภาพถ่ายป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เอียง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 18 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 60 แต่ 12 ภาพ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 40 ที่พบตำแหน่งของป้ายทะเบียนนั้นจะมีบริเวณที่เป็นพื้นหลังคิดมาด้วยไม่ใช่มีเฉพาะบริเวณของป้ายทะเบียนซึ่งถือเป็นความผิดพลาดด้วย ดังตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ผิดพลาดแสดงดังรูปที่ 4.10 สาเหตุของความผิดพลาดเนื่องจากมุมของภาพถ่ายป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เอียงส่งผลให้ขนาดของป้ายทะเบียนมีการเปลี่ยนไปจากภาพแบบปกติ พิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีขนาดลดลงจากภาพแบบปกติ ส่งผลให้การกำหนดขนาดขององค์ประกอบโครงสร้างไว้แต่เดิมของการใช้มอร์ฟโพลีแบบ Top-hat และการรวมพื้นที่ของป้ายทะเบียนให้เป็นบริเวณเดียวกันโดยการใช้ Closing Dilation และ Closing นั้น มีความผิดพลาดในการกรองภาพที่ผิดไปตำแหน่งที่ได้ไม่ใช่ตำแหน่งของป้ายทะเบียน แนวทางในการแก้ไขปัญหาต้องกำหนดขนาดขององค์ประกอบโครงสร้างใหม่เพื่อให้เหมาะสมภาพต้นฉบับและขนาดของพิกเซลของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่เปลี่ยนไป




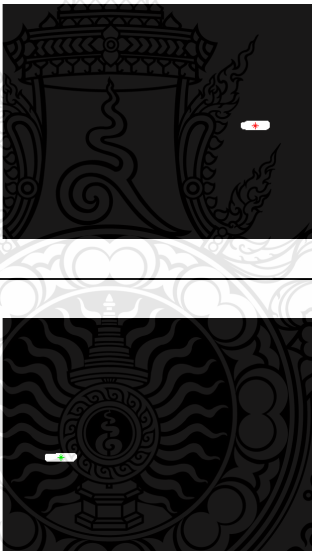
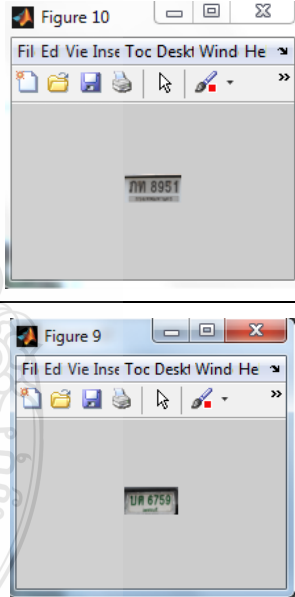
ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างผลการทดลองป้ายทะเบียนรถยนต์มีลักษณะเอียง


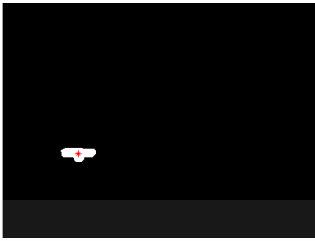
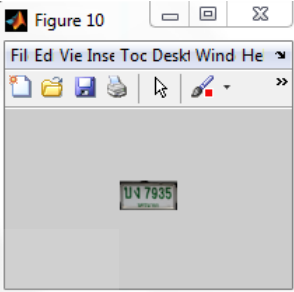

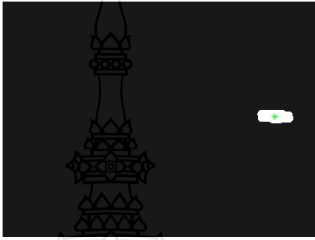
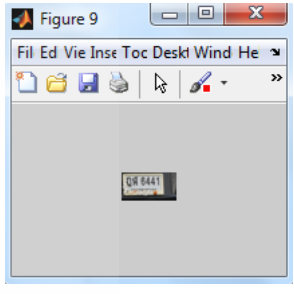


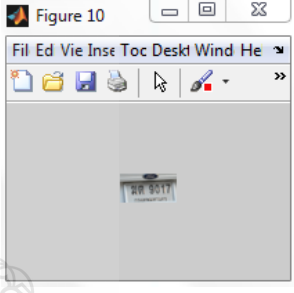


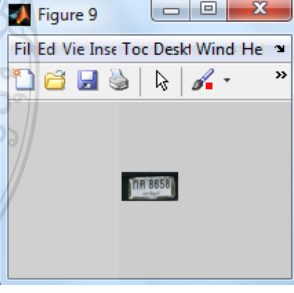
### 4.3 การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้าย

#### 4.3.1 การหาตำแหน่งโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้าย (เทคนิคแบบเดิม)


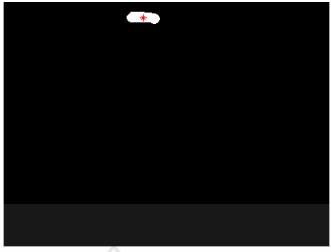
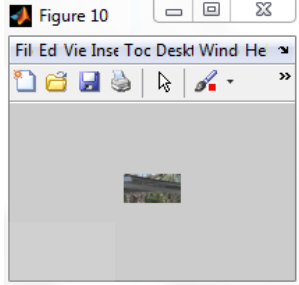

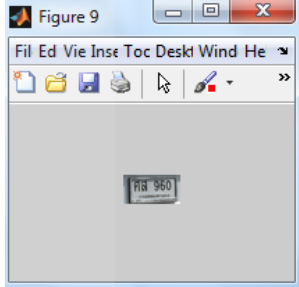


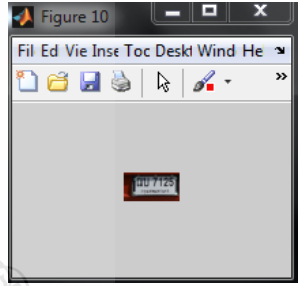

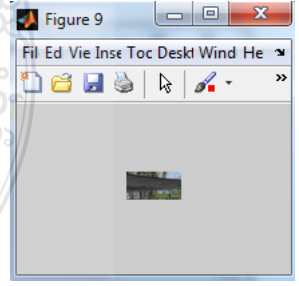
การค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย เป็นการประมวลผลภาพให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมดในภาพ ซึ่งภาพต้นฉบับที่ใช้มีรถยนต์หลายคันในภาพ ประมวลผลให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แล้วนำมาแสดง ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 4.9 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย แสดงดังรูปที่ 4.10 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ไม่เจอเลย แสดงดังรูปที่ 4.11

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		


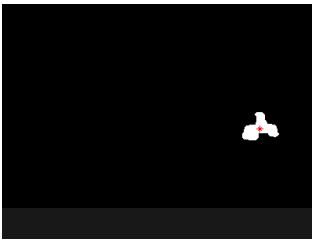
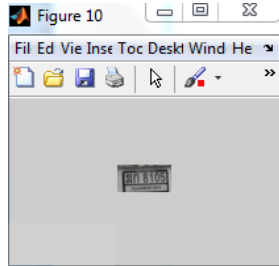
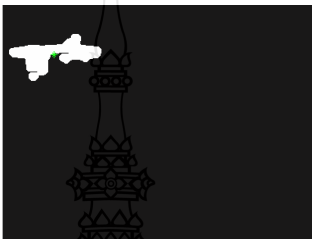
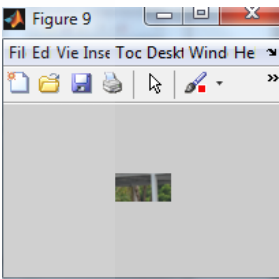
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ถูกต้อง

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		



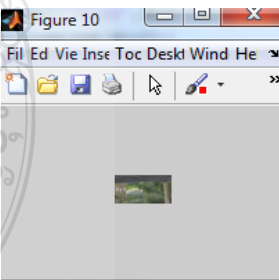

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ถูกต้อง(ต่อ)

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย (ต่อ)

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ไม่เจอเลย



ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายที่ไม่เจอเลย (ต่อ)

**ตารางที่ 4.4 ผลการค้นหาคำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้าย**


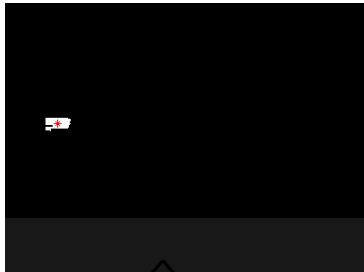
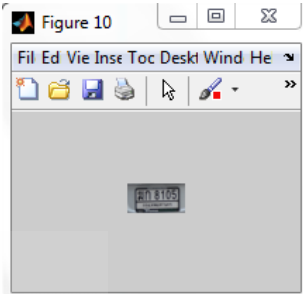


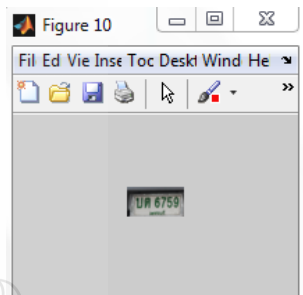

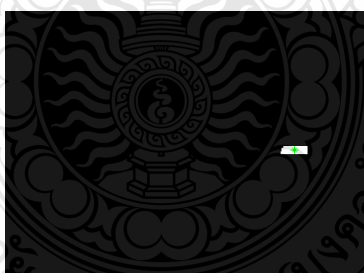
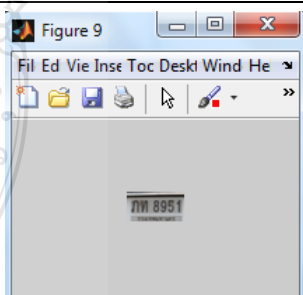
ผลการทดลอง	จำนวนภาพ 100 ภาพ	
	จำนวนภาพที่ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
ตำแหน่งถูกต้องทั้ง 2 ป้าย	14	14
ตำแหน่งถูกต้องเพียง 1 ป้าย	36	36
ตำแหน่งไม่ถูกต้องเลย	50	50

จากตารางผลการทดลองที่ 4.4 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้มีความสามารถในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบดบังได้อย่างถูกต้องทั้ง 2 ป้าย 14 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 14 สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างถูกต้องเพียง 1 ป้าย 36 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 36 มีความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนไม่ได้เลยจำนวน 50 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 50 สาเหตุของความผิดพลาดเนื่องจากในภาพที่มีรถยนต์หลายคันจะมีพื้นหลังที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นหมายถึงสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังเพิ่มมากขึ้นด้วยและตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนจะมีขนาดเล็กลงด้วยเมื่อเทียบกับภาพที่มีรถยนต์หนึ่งคัน และไม่มีมีการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เพิ่มขึ้นมานี้ทำให้การค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนเมื่อใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้ายมีความผิดพลาด



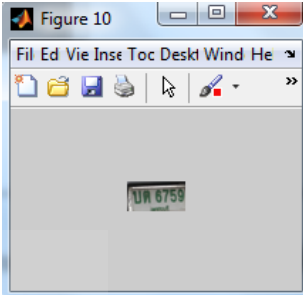

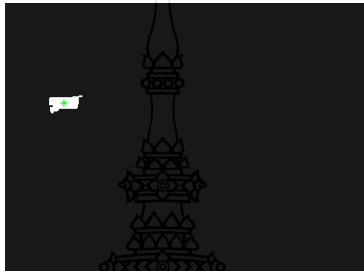
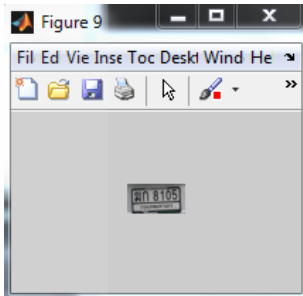
**4.3.2 การหาคำแหน่งโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้าย (เทคนิคแบบใหม่)**

การค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคนิคการหาแบบหลายป้าย เป็นการประมวลผลภาพให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งหมดในภาพ ซึ่งภาพต้นฉบับที่ใช้มีรถยนต์หลายคันในภาพประมวลผลให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แล้วนำมาแสดง โดยภาพที่ผ่านการประมวลผลด้วยเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ในส่วนของการกำจัดสัญญาณรบกวนมาแล้วจะเหลือเฉพาะกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของป้ายทะเบียน จากนั้นหาคำแหน่งจุดศูนย์กลางของกลุ่มพิกเซลเพื่อนำตำแหน่งที่ได้ไปเทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสี และครอบรูปของบริเวณป้ายทะเบียนโดยใช้ขนาดในการครอบ 40 x 20 พิกเซล และแสดงตำแหน่งซึ่งในที่นี้ คือ ตำแหน่งของป้ายทะเบียนทั้งหมดที่อยู่ในภาพ ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 4.14 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย แสดงดังรูปที่ 4.15



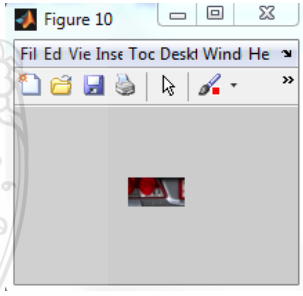

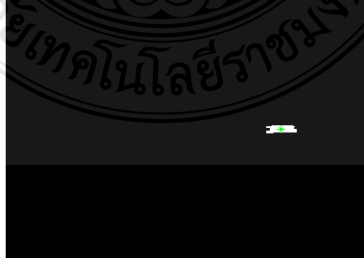
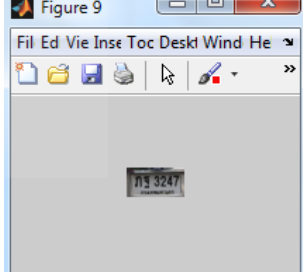


ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		


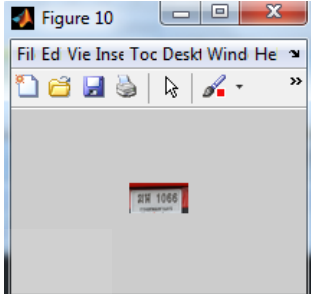

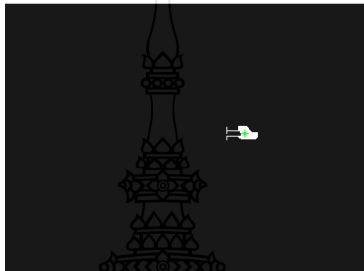
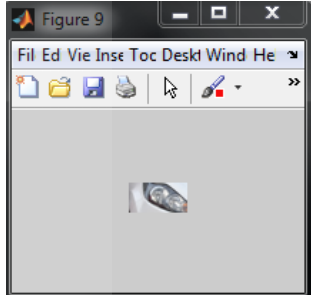


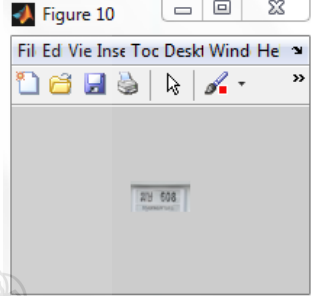
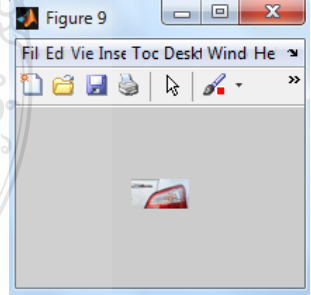
รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ถูกต้อง

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ถูกต้อง (ต่อ)

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้ายที่ค้นเจอเพียง 1 ป้าย (ต่อ)

**ตารางที่ 4.5 ผลการค้นหาตำแหน่งแบบหลายป้ายโดยใช้เทคนิคแบบหลายป้าย**

ผลการทดลอง	จำนวนภาพ 100 ภาพ	
	จำนวนภาพที่ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
ตำแหน่งถูกต้องทั้ง 2 ป้าย	82	82
ตำแหน่งถูกต้องเพียง 1 ป้าย	18	18
ตำแหน่งไม่ถูกต้องเลย	0	0

จากตารางผลการทดลองที่ 4.5 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้มีความสามารถในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่มีการบดบังได้อย่างถูกต้องทั้ง 2 ป้าย 82 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 82 สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างถูกต้องเพียง 1 ป้าย 18 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 18 โดยสามารถระบุป้ายทะเบียนได้ครบทุกภาพเนื่องจากได้เพิ่มการใช้การดำเนินงานลอจิกและเทคนิคการหักล้างกัน ในทางเมตริกซ์เข้าไปในการประมวลผลภาพ เพื่อช่วยในการกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังที่ซับซ้อนมากขึ้นเพิ่มขึ้น

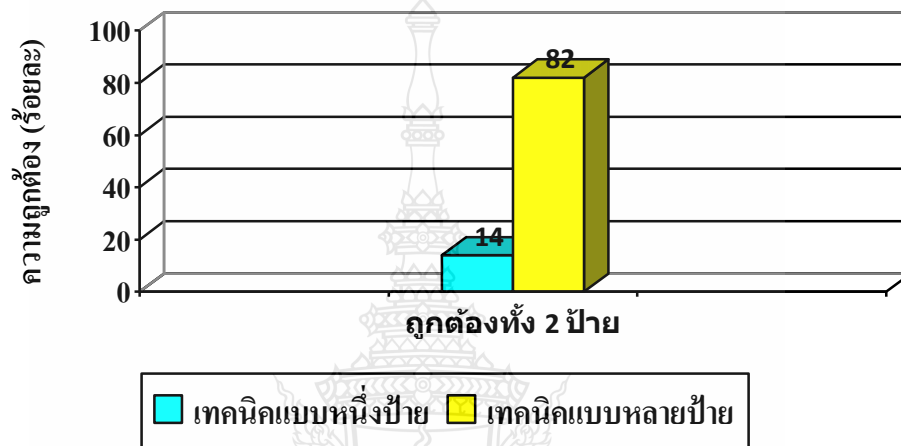
**4.4 เปรียบเทียบผลการทดลอง**

**ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้าย**

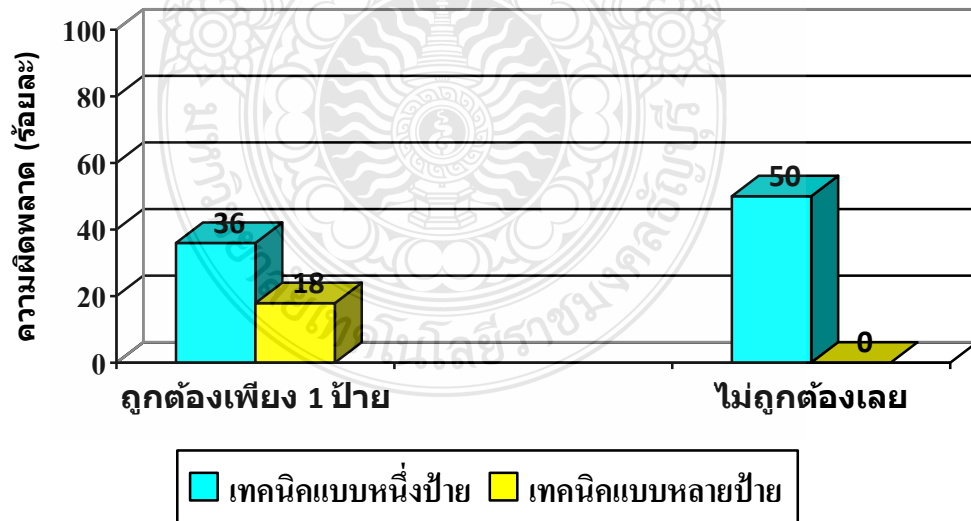
ผลการทดลอง	จำนวนภาพ 100 ภาพ (คิดเป็นร้อยละ)	
	เทคนิคแบบหนึ่งป้าย	เทคนิคแบบหลายป้าย
ตำแหน่งถูกต้องทั้ง 2 ป้าย	14	82
ตำแหน่งถูกต้องเพียง 1 ป้าย	36	18
ตำแหน่งไม่ถูกต้องเลย	50	0

จากตารางผลการเปรียบเทียบที่ 4.6 ได้ทำการทดลองกับภาพที่มีรถยนต์หลายคันในภาพด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้ายและเทคนิคการหาแบบหลายป้าย ใช้ภาพชุดเดียวกันจำนวน 100 ภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยเทคนิคแบบหลายป้ายสามารถหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ครบทุกภาพเมื่อเทียบกับเทคนิคแบบหนึ่งป้าย โดยมี

ประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งถูกต้องทั้ง 2 ป้ายเพิ่มขึ้นไปอีกร้อยละ 68 ดังแสดงในรูปที่ 4.16 มีความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งได้เพียง 1 ป้ายลดลงไปอีกร้อยละ 18 และแก้ปัญหาการระบุตำแหน่งไม่ถูกต้องเลยได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.17 ทั้งนี้เป็นเพราะได้ทำการเพิ่มกระบวนการการกำจัดสัญญาณรบกวนเข้าไปในการประมวลผล



รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบความถูกต้องของการหาตำแหน่งแบบหลายป้าย



รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบความผิดพลาดของการหาตำแหน่งแบบหลายป้าย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การค้นหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง ได้นำเสนอการค้นหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนสองรูปแบบด้วยกัน รูปแบบแรก คือ การหาคำตำแหน่งป้ายทะเบียนด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย ค้นหาโดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทากรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Top-hat ตามด้วย Closing แล้วนำภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Top-hat มาทำการหักล้างกันในทาง เมตริกซ์เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวน จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Canny และเติมพื้นที่ในช่องว่างเพื่อระบุตำแหน่ง จากผลการทดลองสามารถนำเทคนิคนี้ไปช่วยแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังและสีของป้ายทะเบียนที่เหมือนกับรถยนต์ รูปแบบที่สอง คือ การหาคำตำแหน่งป้ายทะเบียนด้วยเทคนิคการหาแบบหลายป้าย ค้นหาโดยใช้เทคนิคเดียวกันในขั้นแรกแต่พัฒนาเพิ่มเทคนิคการลดสัญญาณรบกวนในการประมวลผลภาพขึ้นมาเนื่องจากจะมีพื้นหลังที่ซับซ้อนเพิ่มมากขึ้นและตำแหน่งที่เป็นป้ายทะเบียนจะมีขนาดเล็กลงด้วยสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนที่เพิ่มขึ้น ใช้การดำเนินการลอจิกและเทคนิคการหักล้างกันในทาง เมตริกซ์ในการแก้ปัญหา ข้อดีของเทคนิคที่พัฒนานี้สามารถลดสัญญาณรบกวนได้มากขึ้นไปอีก และเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์

ผลการทดลองด้วยเทคนิคการหาแบบหนึ่งป้าย เทคนิคที่นำมาใช้นี้มีประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้องที่ร้อยละ 97 แม้ประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์จะมีความถูกต้องน้อยกว่างานวิจัยอื่นๆที่ผ่านมา ซึ่งเหตุผลเกิดจากงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ภาพจากสถานะพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ไม่ได้วิเคราะห์ภาพเฉพาะส่วนที่เป็นรถยนต์เหมือนงานวิจัยที่ผ่านมา แต่เมื่อนำเทคนิคดังกล่าวมาหาแบบหลายป้ายจะมีประสิทธิภาพลดลงโดยมีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่ง 2 ป้ายได้ถูกต้องร้อยละ 14 ถูกต้องเพียง 1 ป้าย ที่ร้อยละ 36 และไม่สามารถระบุตำแหน่งได้เลยที่ร้อยละ 50 จากนั้นได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งให้สูงขึ้นโดยการเพิ่มการกำจัดสัญญาณรบกวนขึ้นมา ในการทดลองด้วยเทคนิคการหาแบบหลายป้ายมีประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้องครบทุกภาพ ซึ่งสามารถระบุตำแหน่งถูกต้อง 2 ป้ายที่ร้อยละ 82 และได้ถูกต้องเพียง 1 ป้ายที่ร้อยละ 18

สรุปผลการวิจัยได้ว่าการใช้เทคนิคแบบหนึ่งป้าย [12] สามารถใช้ได้ดีกับการค้นหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหนึ่งป้ายเท่านั้น แต่ในการหาป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลาย

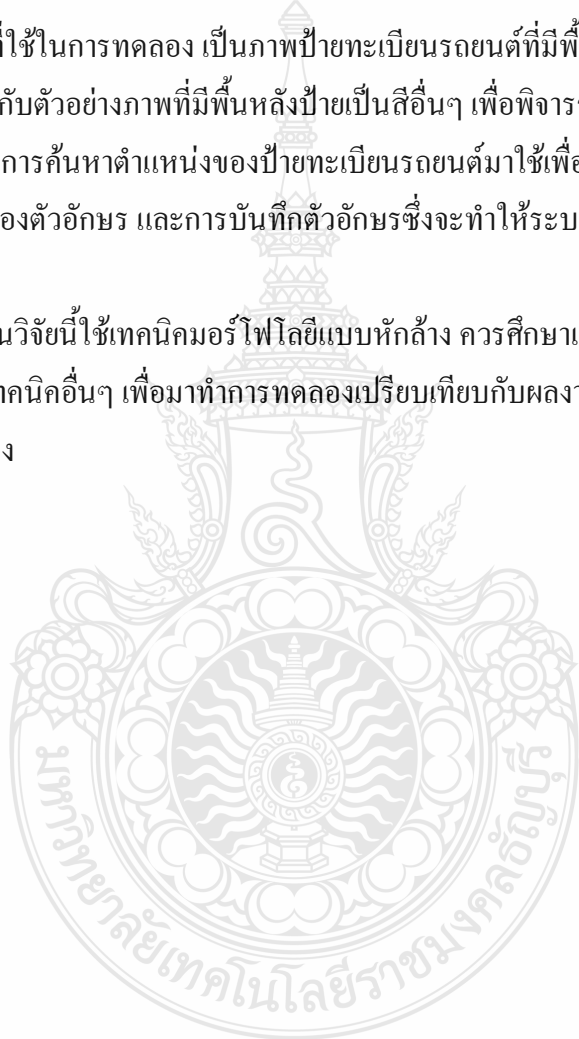
ป้ายจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง จึงได้พัฒนาเทคนิคการลดสัญญาณรบกวนในการประมวลผลภาพทำให้มีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์แบบหลายป้ายได้ครบทุกภาพ โดยมีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งถูกต้องทั้ง 2 ป้าย เพิ่มขึ้นไปอีกร้อยละ 68 มีความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งได้เพียง 1 ป้าย ลดลงไปอีกร้อยละ 18 เมื่อเทียบกับเทคนิคแบบหนึ่งป้าย

## 5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

5.2.1 ภาพที่ใช้ในการทดลอง เป็นภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีพื้นหลังป้ายเป็นสีขาวเท่านั้น ทำการทดลองเพิ่มเติมกับตัวอย่างภาพที่มีพื้นหลังป้ายเป็นสีอื่นๆ เพื่อพิจารณาผลที่ได้ต่อไป

5.2.2 นำผลการค้นหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์มาใช้เพื่อการศึกษาและพัฒนาต่อในส่วนการแยกส่วนของตัวอักษร และการบันทึกตัวอักษรซึ่งจะทำให้ระบบการรู้จำป้ายทะเบียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.2.3 ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง ควรศึกษาและนำเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคอื่นๆ เพื่อมาทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยนี้ที่ใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง





## รายการอ้างอิง

- [1] เกศินี ตะละ, การตรวจหาป้ายจำกัดความเร็วในเงื่อนไขที่รูปภาพแวดล้อมบดบังด้วยการประมวลผลภาพ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2554
- [2] Gonzalez, Rafael C., Wood Richard E. and Eddins Steven L., **Digital Image Processing using MATLAB.**, Newjersey: Prentice Hall, 2004
- [3] ขวัญจิต ออกเวหา, การศึกษาการตรวจหาวัตถุที่อยู่บนสุดของภาพที่ทับซ้อนโดยใช้เทคนิคมาร์จินอลสเปซและมอร์โฟโลยี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2555
- [4] MATLAB Manual and MATLAB help  
Available : <http://www.mathworks.com/help/images/ref/imerode.html>, 2013
- [5] John Canny, “A Computational Approach to Edge Detection,” IEEE Transactions On Pattern and Machine Intelligence, Vol. PAMI 8 No. 6, Nov. 1986, pp. 679-698
- [6] Huili Han, Rungping Han, “Method of License Plate Location Based on Edge Detection and Color Information,” IEEE International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, Dec. 2011, pp. 1477-1480
- [7] Liang Li, Youngjoon Han, and HERNSOO HAHN, “License Plate Detection Method Using Vertical Boundary Pairs and Geometric Relationships,” IEEE International Conference on Computer Engineering and Technology, Vol.2, Apr. 2010, pp. V2-581-V2-585
- [8] Hu Hongping, Bai Yanping, “A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection,” IEEE International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, Aug. 2011, pp. 2291-2294
- [9] Xiong Chunrong, Huang Wenming, “License Plate Location Based on Compound Mathematical Morphology,” IEEE Third International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, Oct. 2009, pp. 701-704

## รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [10] Lei Xu, “**A new method for license plate detection based on color and edge information of Lab space,**” IEEE International Conference on Multimedia and Signal Processing, May. 2011, pp. 99-102
- [11] Wei Pan, Nafei Yang, “**A new method of vehicle license plate location under complex scenes,**” IEEE International Conference on Advanced Computer Control, Mar. 2010, pp. 134-138
- [12] Teerapon Yodrot, Jakkree Srinonchat, “**License Plate Location Using Subtract Morphology Technique,**” National Conference on Information Technology, Feb. 2013, pp. 65-68
- [13] Chirag N. Paunwala, Sunprava Patnaik, and Manoj Chaudhary, “**Multiple License Plate Extraction Based on Mathematical Morphology and Component Filtering in Indian Traffic Condition,**” International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, Oct. 2010, pp. 240-242
- [14] Ching Tang Hsieh, Yu-Shan Juan, and Kuo-Ming Hung, “**Multiple License Plate Detection for Complex Background,**” Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Vol.2, Mar. 2005, pp. 533–536
- [15] Teerapon Yodrot, Jakkree Srinonchat, “**Adjustment Rectangular Structuring Element in Closing Technique For License Plate Identification,**” The 5th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology, Mar. 2013, pp. 225-228


ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างผลการทดลองและภาพที่ใช้ในการทดลอง



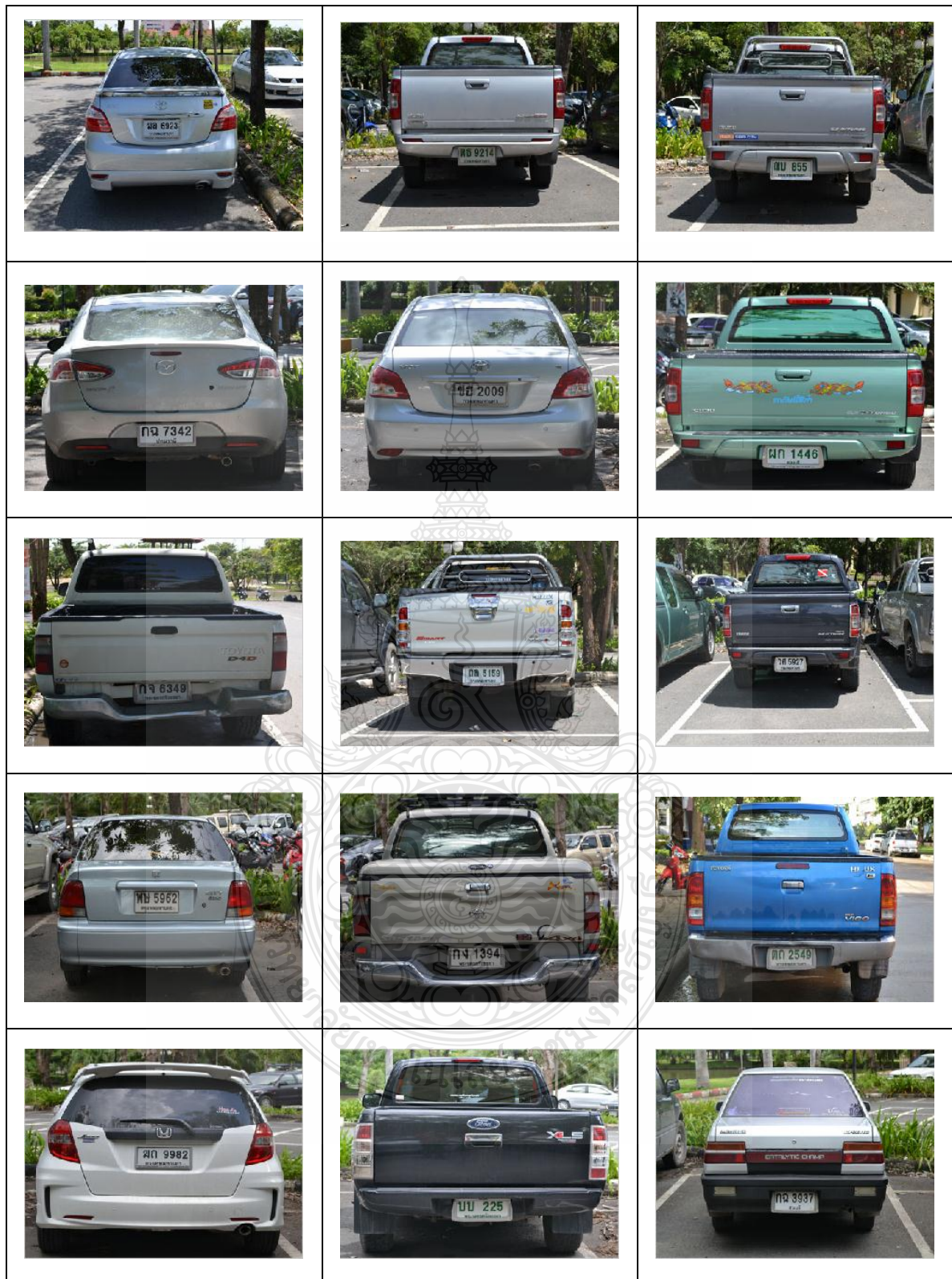
ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ ก.1 ตัวอย่างผลการทดลอง

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

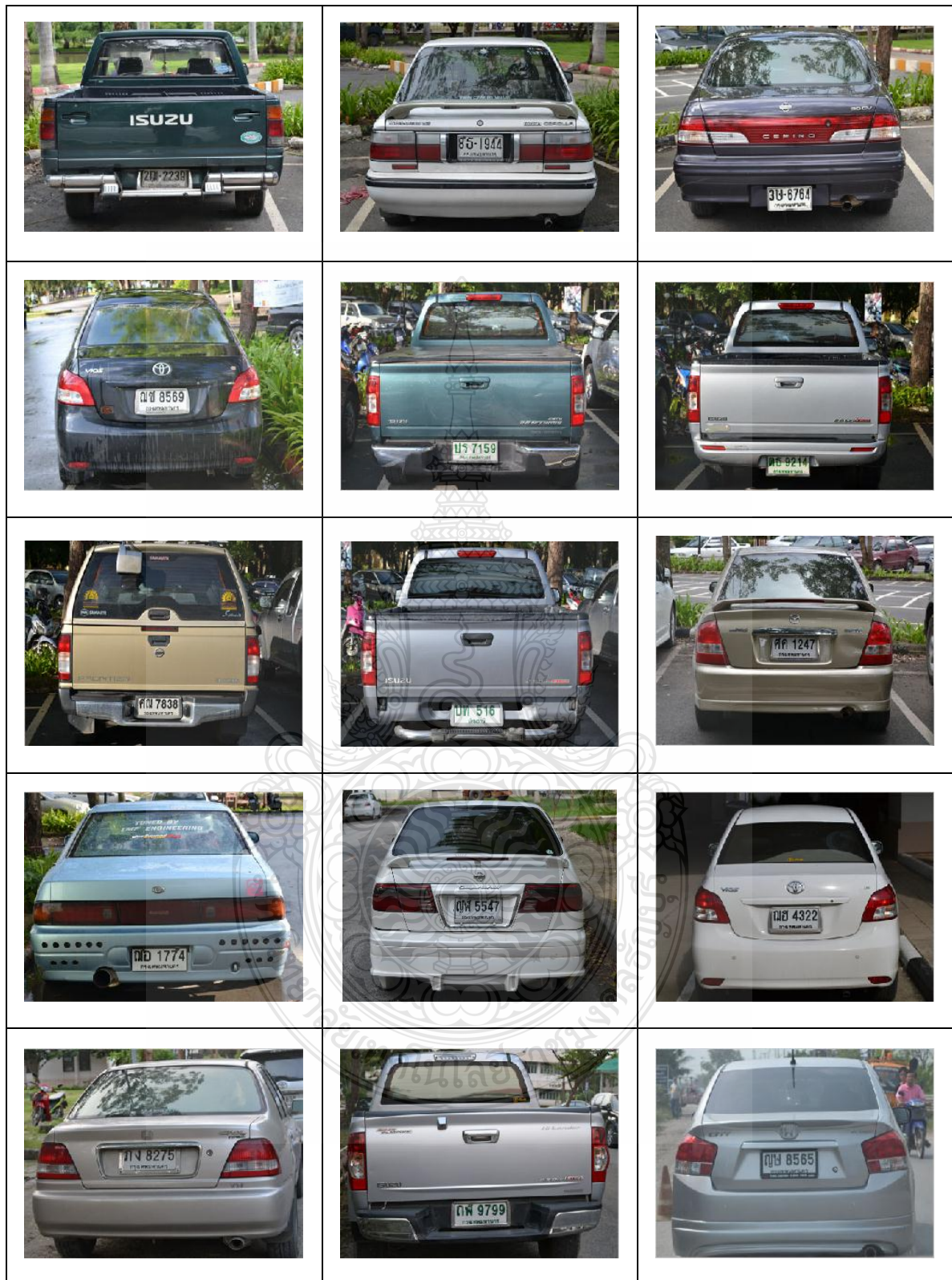
รูปที่ ก.1 ตัวอย่างผลการทดลอง (ต่อ)





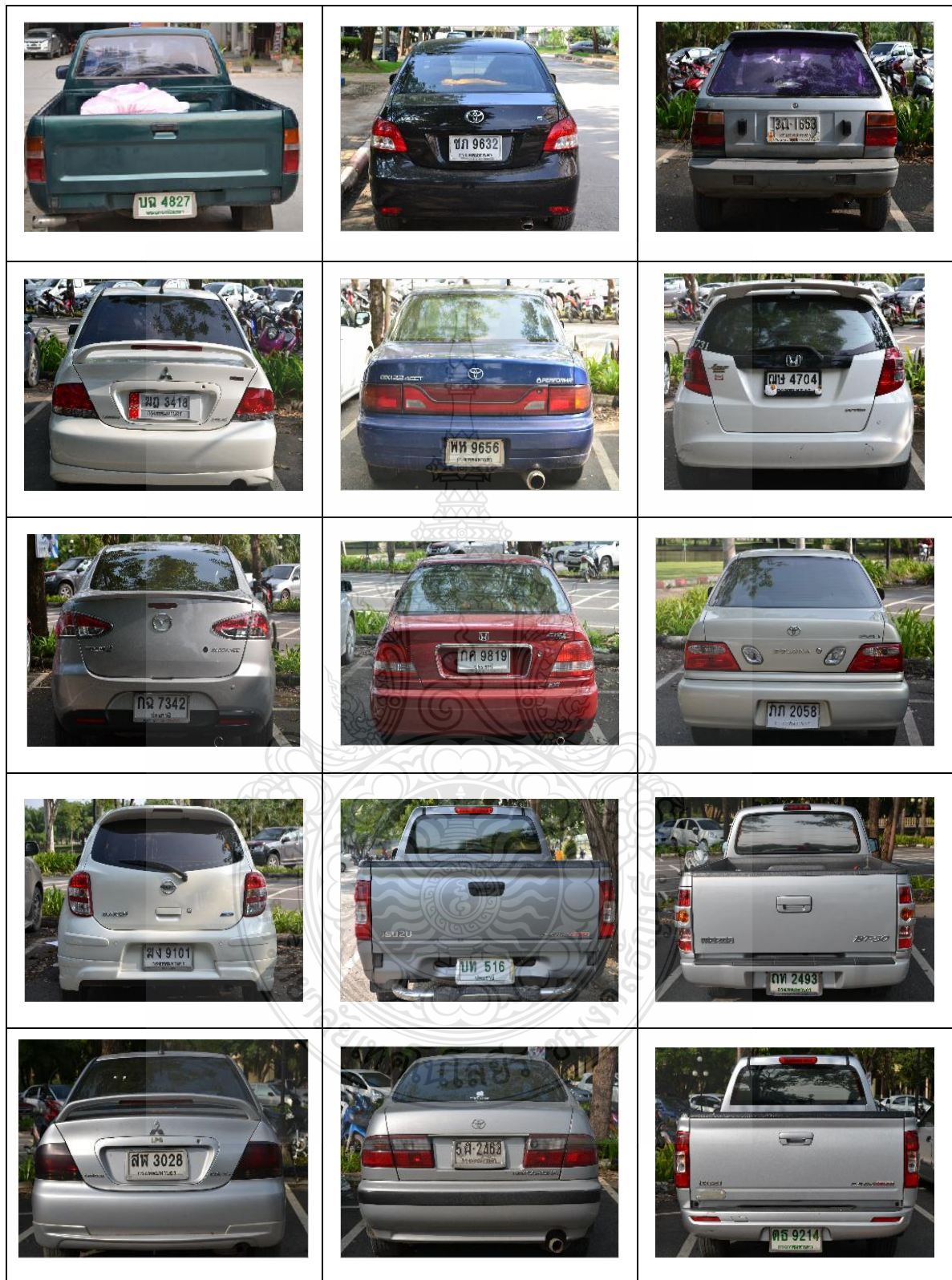
รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง





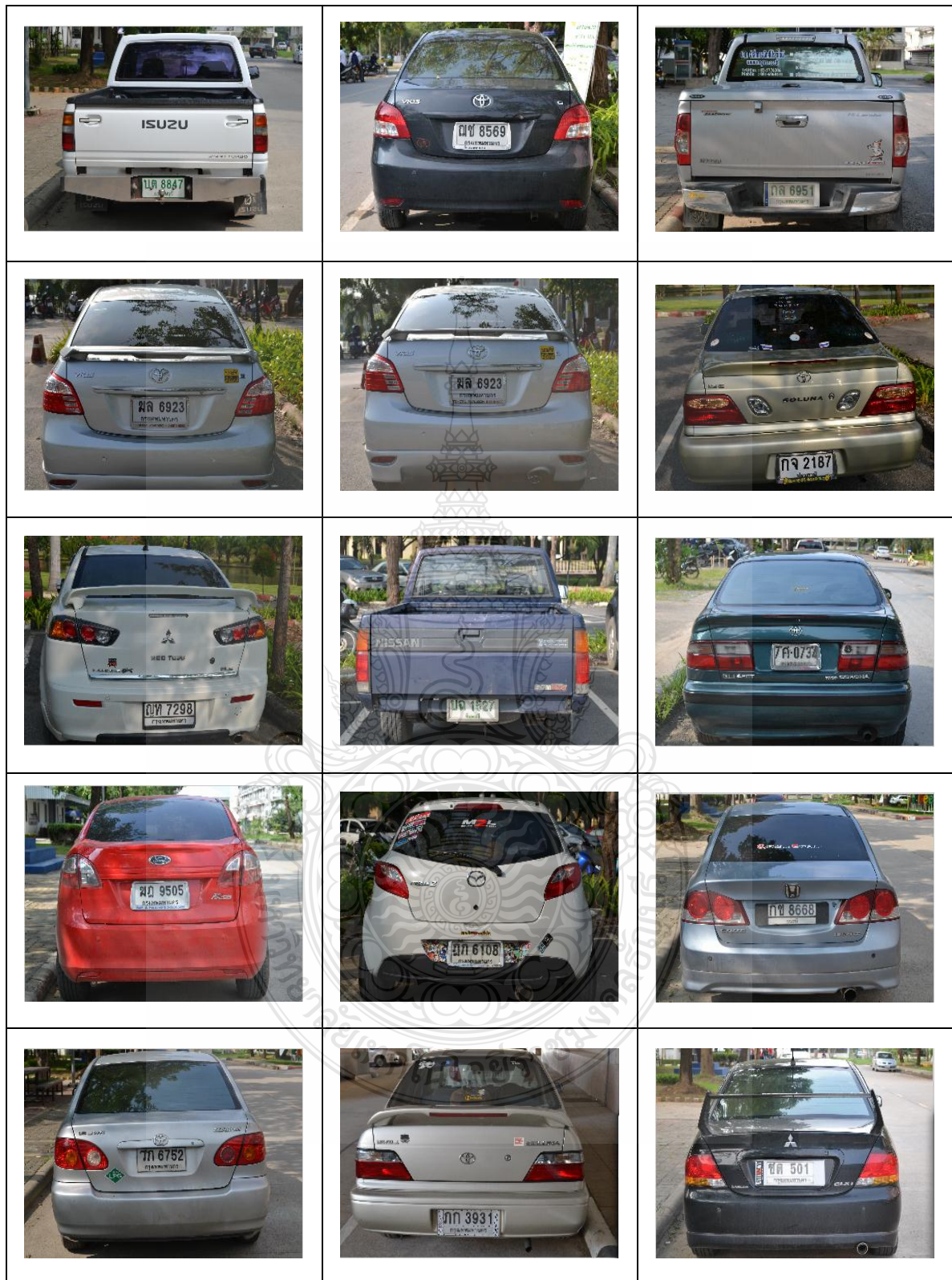
รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)





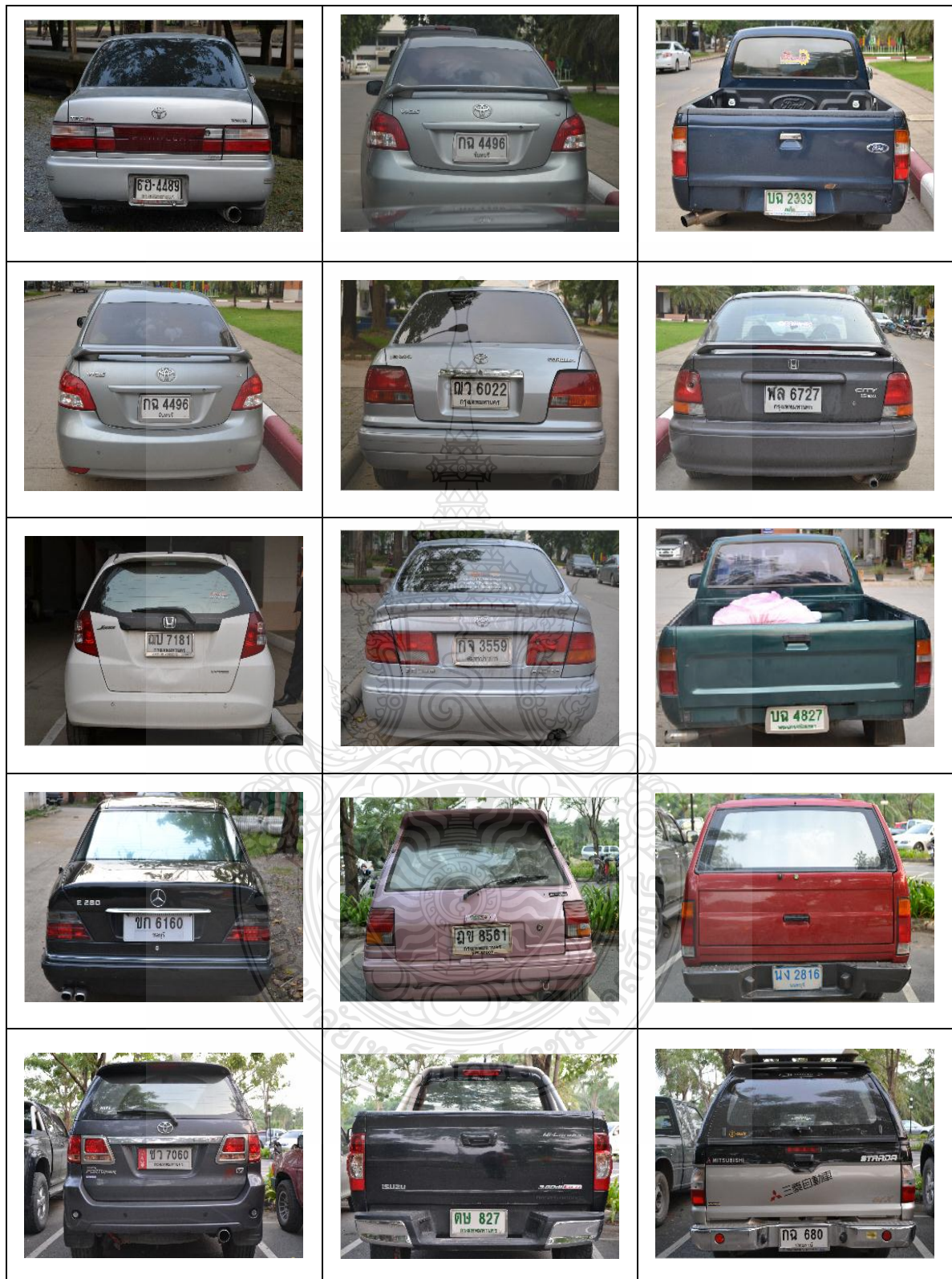
รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)





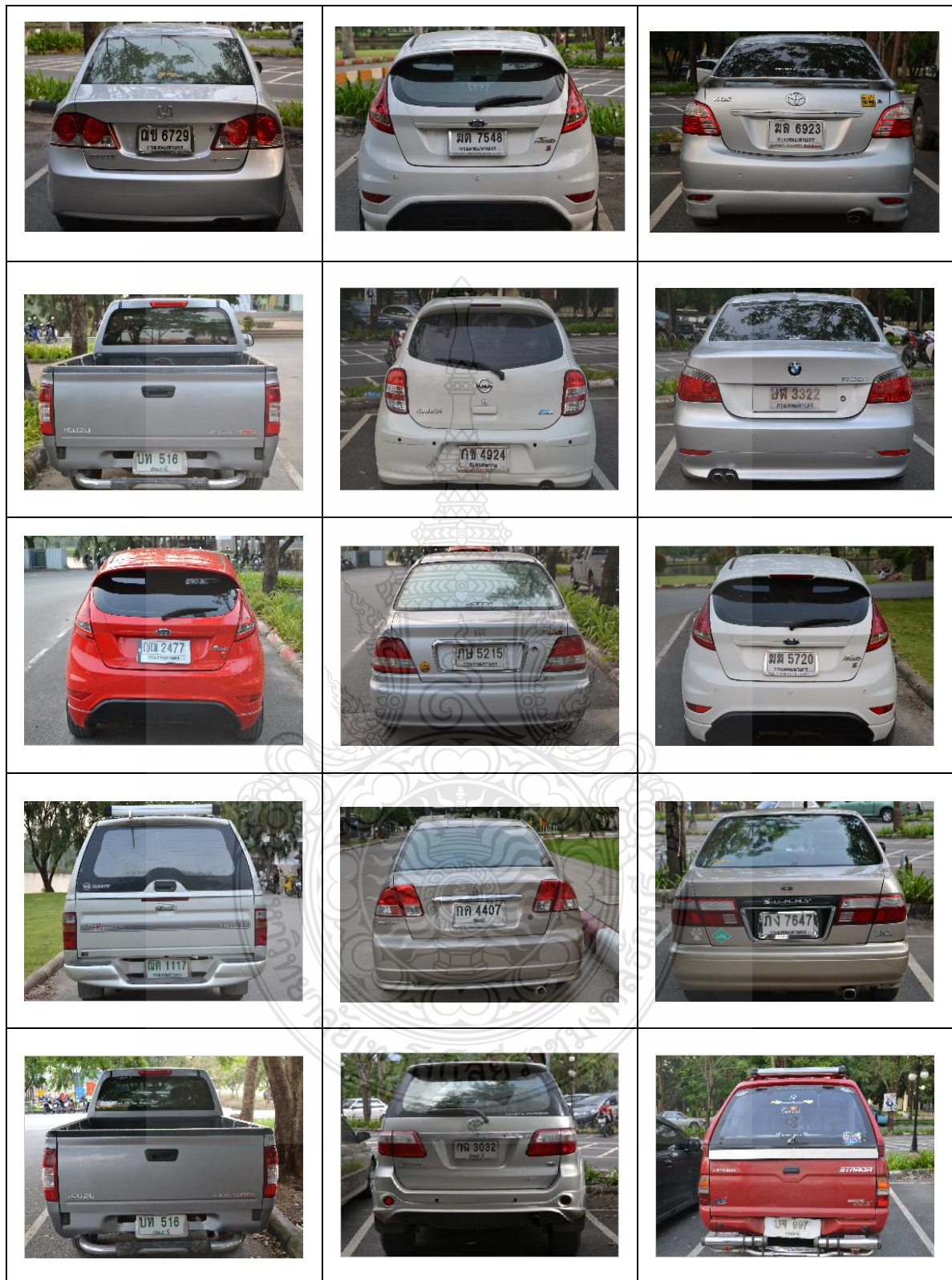
รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)





รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)





รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)



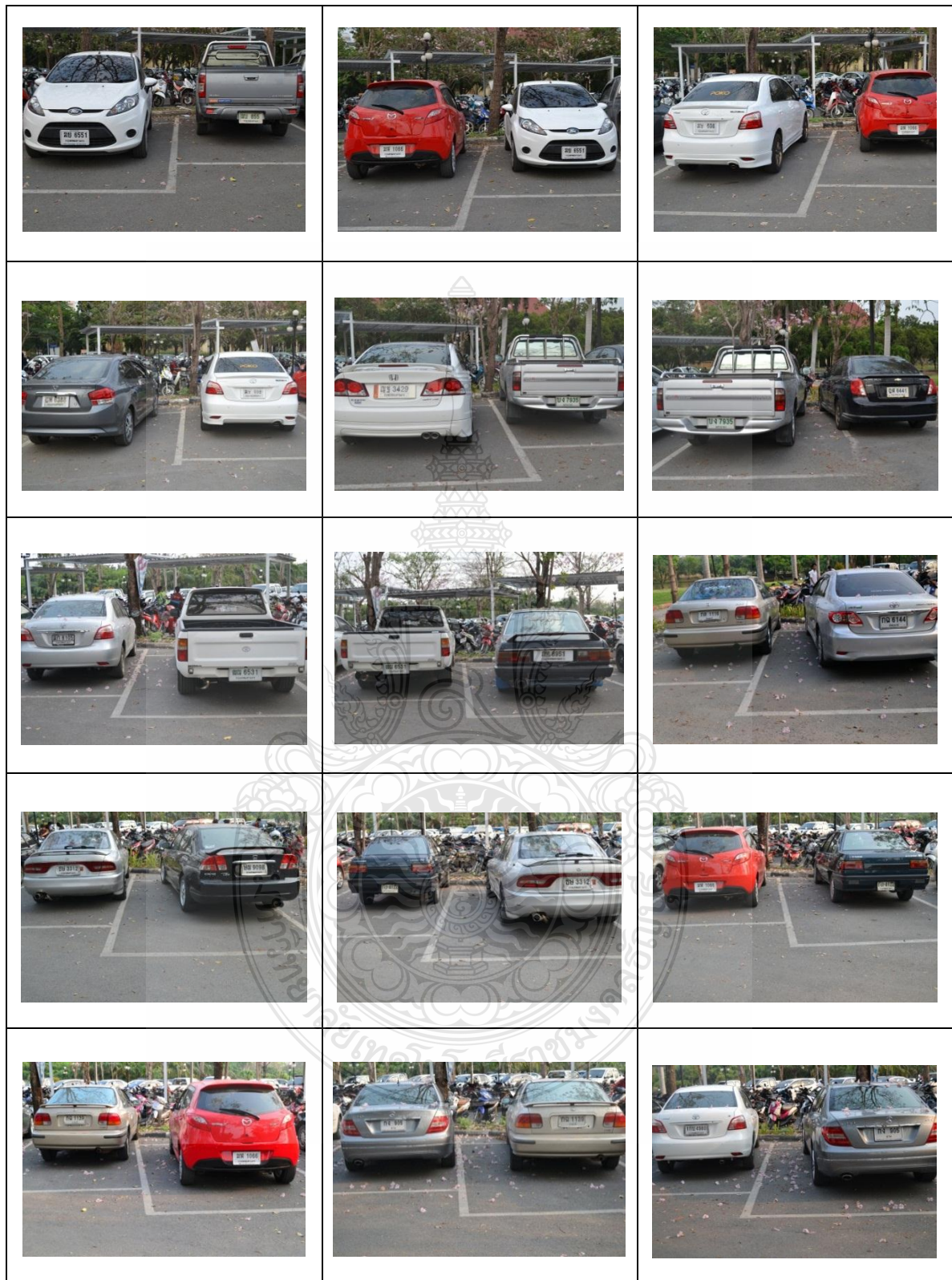


รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

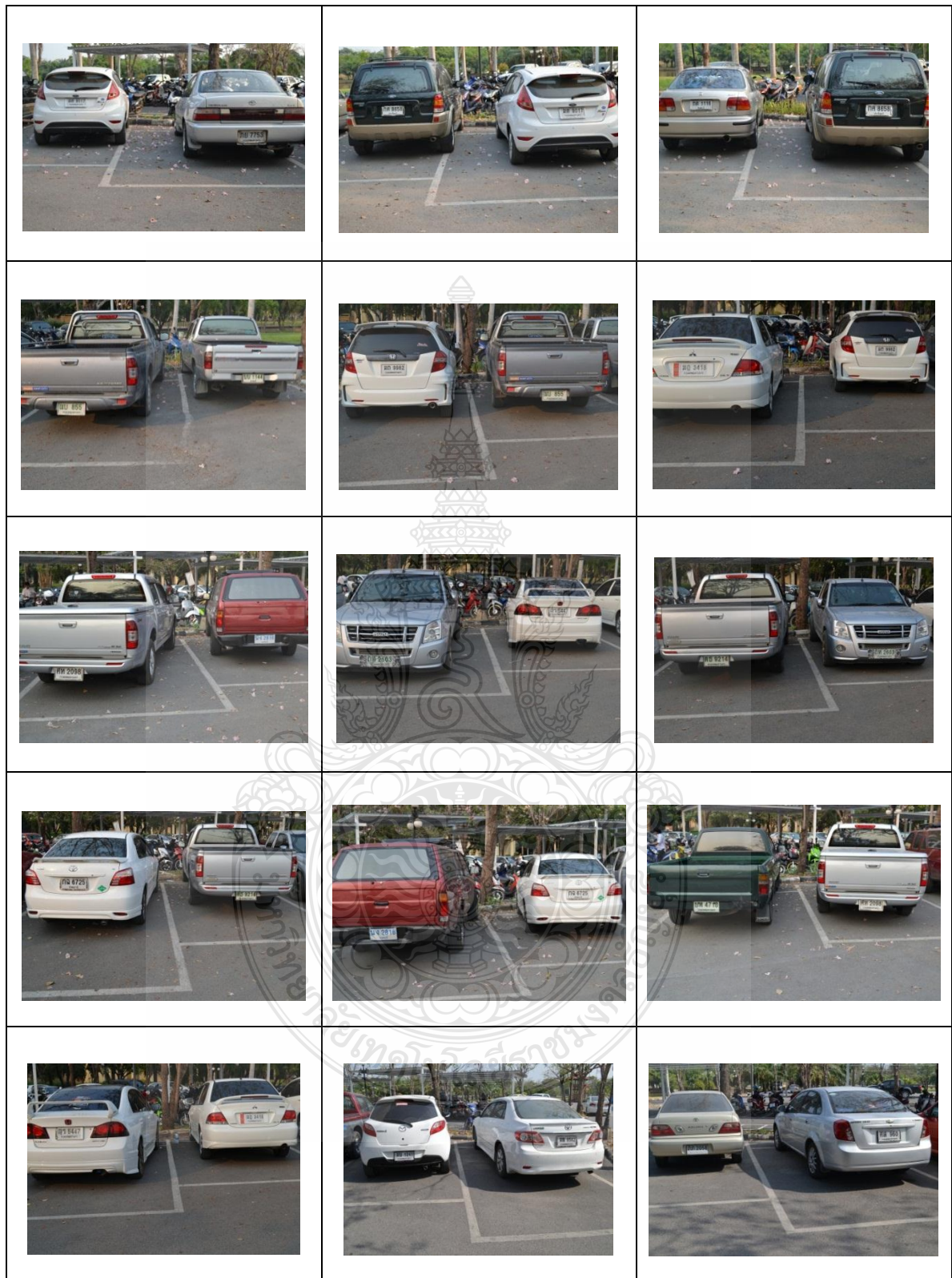






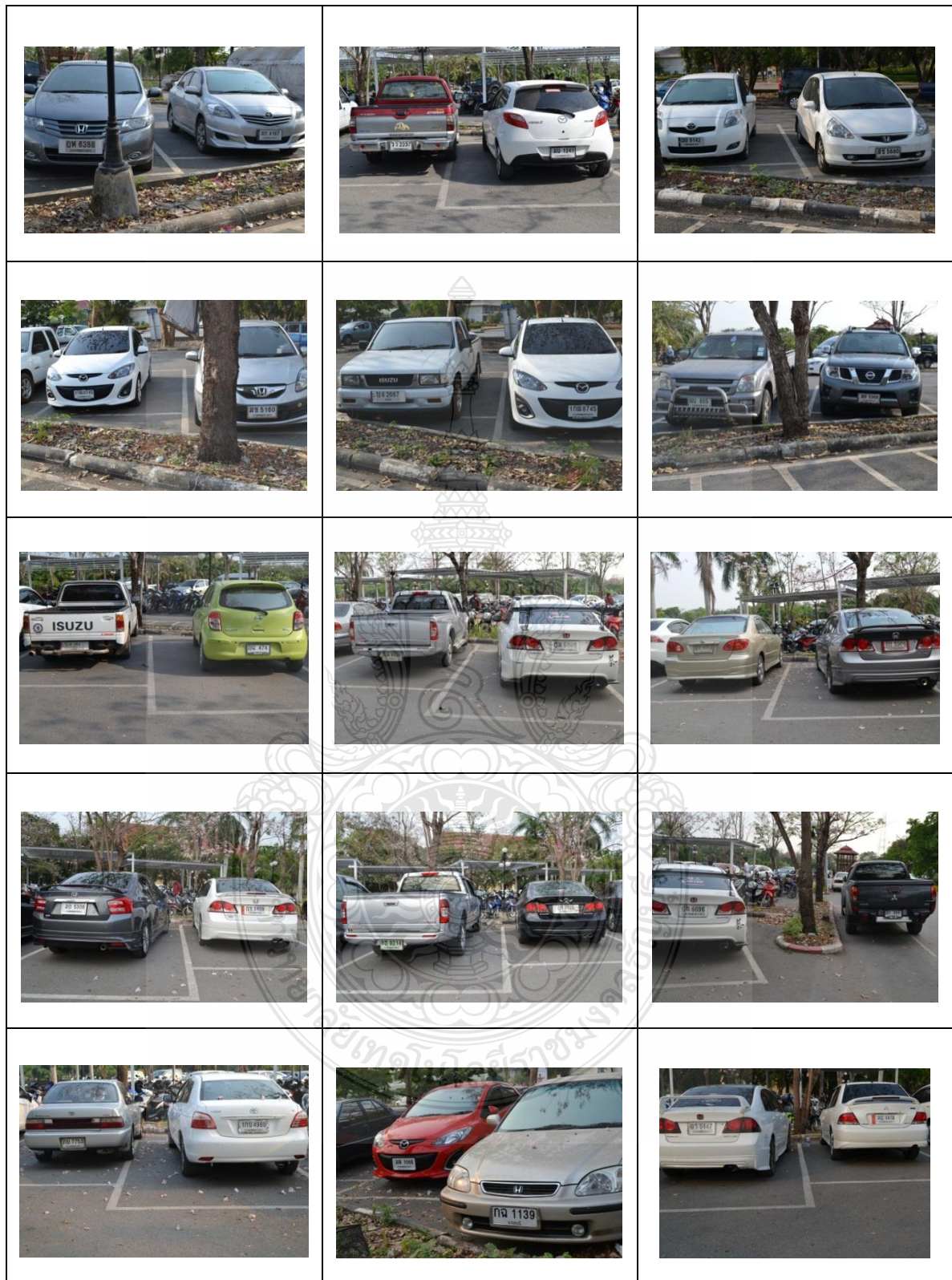


รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)

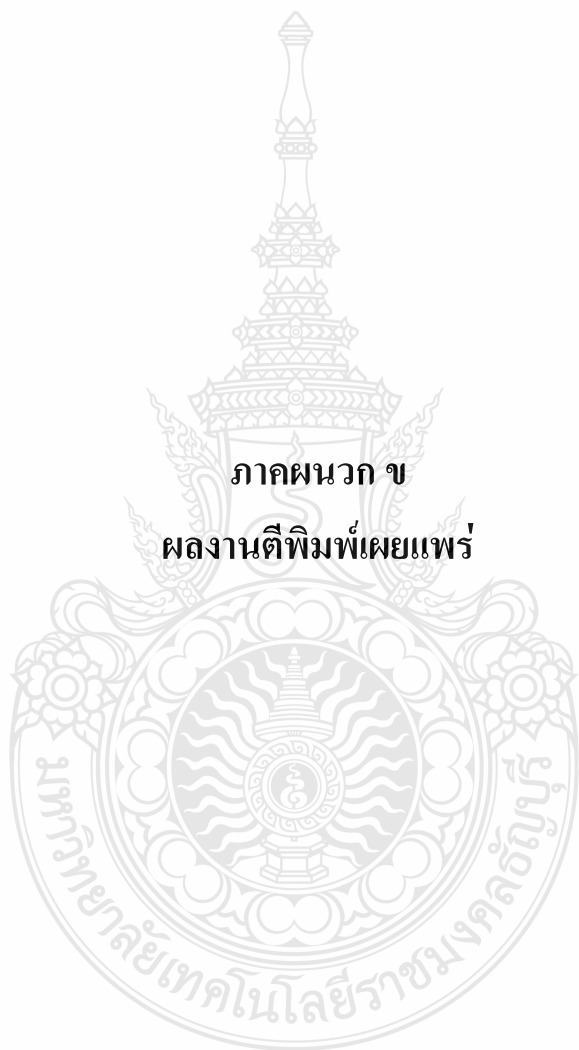


รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)





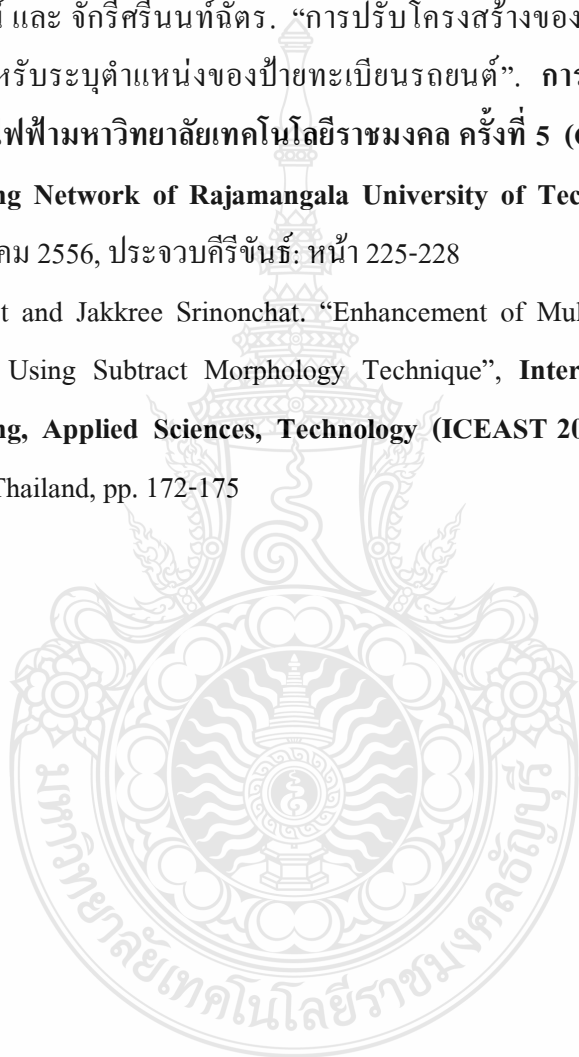
รูปที่ ก.2 ภาพที่ใช้ในการทดลอง (ต่อ)



**ภาคผนวก ข**  
**ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่**

## ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

- [1] ชีรพล ยอดโรจน์ และ จักรีศรีนนท์ฉัตร. “การค้นหาคำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง”. การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5 (National Conference on Information Technology: NCIT 2013). 26-27 กุมภาพันธ์ 2556, เพชรบุรี: หน้า 65-68.
- [2] ชีรพล ยอดโรจน์ และ จักรีศรีนนท์ฉัตร. “การปรับโครงสร้างของเร็คแทนกูลาร์ในโคลสซึ่งเทคนิคสำหรับระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์”. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 (Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology: EENET 2013). 27-29 มีนาคม 2556, ประจวบคีรีขันธ์: หน้า 225-228
- [3] Teerapon Yodrot and Jakkree Srinonchat. “Enhancement of Multi License Plate Location Technique Using Subtract Morphology Technique”, **International Conference on Engineering, Applied Sciences, Technology (ICEAST 2013)**, 21-24 August 2013, Bangkok, Thailand, pp. 172-175



CALL FOR PAPER

# NCIT 2013

The 5<sup>th</sup> National Conference on Information Technology

## 26-27 กุมภาพันธ์ 2556

การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5  
ณ จังหวัดเพชรบุรี

การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology : NCIT ) เกิดขึ้นจากความร่วมมือของสถาบันการศึกษาที่ดำเนินการเรียนการสอนหลักสูตรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 15 สถาบัน ดังนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยศรีปทุม มหาวิทยาลัยรังสิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยนครพนม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ และมหาวิทยาลัยมหิดล โดยการประชุม NCIT ได้ถูกกำหนดให้มีการจัดขึ้นเป็นประจำทุกปี

ในปี 2556 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพการประชุมวิชาการระดับประเทศ NCIT 2013 โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้น และส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศภายในประเทศให้แพร่หลาย และเป็นเวทีสำหรับการนำเสนอผลงานวิชาการของนักศึกษา นักวิชาการและนักวิจัยจากสถาบันอุดมศึกษา และหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในการพัฒนางานวิชาการร่วมกันอันจะทำให้เกิดเครือข่ายวิชาการที่กว้างขวาง และเข้มแข็งมากขึ้น ทั้งนี้ผลงานวิชาการที่นำเสนอในการประชุม NCIT จะมีทั้งผลงานวิจัยเชิงทฤษฎีและผลงานวิจัยเชิงประยุกต์

กำหนดการส่งบทความวิจัย (ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ)

- ส่งบทความวิจัยฉบับเต็ม (Full Paper) : 30 พฤศจิกายน 55
- แจ้งผลการคัดเลือกบทความวิจัย : 14 มกราคม 56
- ส่งบทความพร้อมตีพิมพ์และลงทะเบียนล่วงหน้า : 21 มกราคม 56

ติดต่อสอบถาม

ดร. วิทิตา จงศุภชัยสิทธิ์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถ.ประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม.10140 โทร. 0-2470-9889,โทรสาร 0-2872- 9894

Website: <http://www.ncit2013.kmutt.ac.th> Email : [ncit@sit.kmutt.ac.th](mailto:ncit@sit.kmutt.ac.th)



สนับสนุนโดย  
สภาอภคบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย





CALL FOR PAPER

# NCIT 2013

The 5<sup>th</sup> National Conference on Information Technology

26-27 กุมภาพันธ์ 2556

การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5  
ณ จังหวัดเพชรบุรี

## บทความวิจัย

- Artificial Intelligence
- Communications and Networking
- Computer Game
- Computer Vision, Image Processing
- Data Mining
- Database Technology
- Digital Forensic
- E-Commerce, E-Education, E-government, E-Industry, E-Society
- Information Systems Technology and Applications
- IT Education
- IT Management
- IT Security
- Multimedia and Human Computer Interaction (HCI)
- Platform Technologies
- Social and Professional Issues
- Web and Internet Technologies
- Other Related Topics

## บทความโครงการ (การพัฒนา Application)

- Information Technology in Industry

โดยมีเกณฑ์ในการประเมินบทความแต่ละประเภท ดังนี้  
บทความวิจัย

1. Overall Evaluation
2. Reviewer's Confidence
3. Originality/Novelty
4. Literature Review and References
5. Methodology
6. Results/Discussion
7. Presentation/Language

## บทความโครงการ (การพัฒนา Application)

1. Overall Evaluation
2. Background
3. Methodology
4. Results/Discussion/Benefits
5. Presentation/Language

ติดต่อสอบถาม

ดร. วิทิตา จงศุภชัยสิทธิ์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถ.ประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กทม.10140 โทร. 0-2470-9889, โทรสาร 0-2872-9894

Website: <http://www.ncit2013.kmutt.ac.th> Email : [ncit@sit.kmutt.ac.th](mailto:ncit@sit.kmutt.ac.th)





## คณะกรรมการจัดงานประชุม

### ประธาน:

นิพนธ์ เจริญกิจการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### รองประธาน:

วิเชียร ชุตินาสกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### คณะกรรมการที่ปรึกษา:

กุลธร เกษมสันต์

มหาวิทยาลัยรังสิต

จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เจริญศรี มีตรานนท์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ชัยชาญ ถาวรเวช

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ถิรพล วงศ์สอาดสกุล

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เนียน คำมูลตรี

มหาวิทยาลัยนครพนม

พยุง มีสีจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พูลพงษ์ บุญพราหมณ์

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

รัตนา เวทย์ประสิทธิ์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิรัช เลิศไพฑูรย์พันธ์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

วิรัตน์ พงษ์ศิริ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วีระศักดิ์ คุรุชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สุรพงษ์ อุตมา

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

### คณะกรรมการวิชาการ:

จิม ยืนนาน

มหาวิทยาลัยนครพนม

ชาคริตา นุกุลกิจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช

มหาวิทยาลัยรังสิต

ณิชนันท์ กิตติพัฒน์บวร

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

นนิดา สร้อยดอกสน

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ภูมินทร์ อังมา

มหาวิทยาลัยนครพนม

รังสรรค์ ชัยศรีเจริญ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

รัตนา เวทย์ประสิทธิ์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ฤกษ์ชัย พุประทีปศิริ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

วรภาพร จิระพันธุ์ทอง

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วสุวรรณ์ พงศ์ขจร

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

## คณะกรรมการจัดงานประชุม

### คณะกรรมการวิชาการ (ต่อ):

ศิริปัฐ บัญครอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สมนึก พ่วงพรพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
สมศักดิ์ ขาดิน้ำเพชร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
สุเมธ ประภาวัต	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สุดสงวน งามสุริยโรจน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
สุรศักดิ์ มั่งสิงห์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม

### ฝ่ายจัดงาน:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บวร ปภัสราทร	ที่ปรึกษา
ประเสริฐ คันธมานนท์	ที่ปรึกษา
วชิรศักดิ์ วานิชชา	ประธานฝ่ายจัดงาน
โสมสกา กนิษฐสวัสดิ์	เลขานุการฝ่ายจัดงาน
วรรณิตา สุนทรรัตน์	เลขานุการฝ่ายจัดงาน
ชาญศักดิ์ ศรีสวัสดิ์สกุล	
ชายแดน มิ่งเมือง	
วรัณศตมางค์ บุญซริก	
สยาม แยมแสงสังข์	
สุณิสา สถาพรวงษา	
อัจฉราพร ยกขุน	
เอกพงษ์ จิ่งเจริญสุขยิ่ง	

### เลขานุการ NCIT2013:

วิฑิตา จงศุกชัยสิทธิ์

### กรรมการพิจารณาบทความ:

กึ่งกาญจน์ สุขคณาภิบาล	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
จิตติมา คังขมณี	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
จิม ยืนนาน	มหาวิทยาลัยนครพนม
จิรวัดน์ แทนทอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
จิรารัตน์ สิทธิวรชาติ	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ชาคริตา นกุลกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ชุตินันต์ เกิดวิบูลย์เวช	มหาวิทยาลัยรังสิต

## คณะกรรมการจัดงานประชุม

### คณะกรรมการวิชาการ (ต่อ):

ฐะปะนีย์ ตรีรัตนภรณ์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
จิมาพร เพชรแก้ว	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ณรงค์ฤทธิ วารภรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ณัฐวี อุตกฤษฎ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ณิชนันทน์ กิตติพัฒน์บวร	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ฉิรพล วงศ์สอาดสกุล	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ทิพยา จินต์โกวิท	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นนิดา ศรี้อยดอกสน	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
นพพณ เลิศขวงศา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
นันทิกา ปริญญาพล	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
บวร ปภัสราทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
บัณฑิต วรรณภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พนิดา ทรงรัมย์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พยุง มีสีจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
พรชัย มงคลนาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ภูมินทร์ ฮงมา	มหาวิทยาลัยนครพนม
มนัสวี แก่นอำพรพันธ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มัชฌิภา อ่องแดง	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ยอดรัก สายสิญจน์	มหาวิทยาลัยนครพนม
รังสรรค์ ชัยศรีเจริญ	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
รัตนา เวทย์ประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ฤกษ์ชัย ฟูประทีปศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
วชิรศักดิ์ วานิชชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วรพล สีสากีรติสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
วรภัทร ไพร่เกรง	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
วรวัฒน์ เขียวสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
วราพร จิระพันธุ์ทอง	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
วสุวรรณ์ พงศ์จจร	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
วิเชียร ชุตินาสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วิทยา บุญสุข	มหาวิทยาลัยนครพนม
ศิรปัฐช์ บุญครอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สมชาย เล็กเจริญ	มหาวิทยาลัยรังสิต
สมนึก พ่วงพรพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

## คณะกรรมการจัดงานประชุม

---

### กรรมการพิจารณาบทความ (ต่อ):

สมศักดิ์ ชาดินน้ำเพชร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
สุดสงวน งามสุริยโรจน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
สุชัย วัฒนอินทร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
สุรีย์ พูนิกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
เสาวลักษณ์ วรรณภา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อภิชาติ หัตถาคราม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อรรวรรณ อัมสมบัติ	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
อานนท์ สุขเสถียรวงศ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อุมพร สุภสิทธิเมธี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
โอฬาร โรจนพรพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
Paul Mason	มหาวิทยาลัยชินวัตร

### ผู้สนับสนุน:

บริษัท ซีดีจี ซีสเต็มส์ จำกัด  
CDG Systems Company Limited (CDG)



## สารบัญ

### Table of Contents

การค้นหาคำแห่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง .....	65
<i>ธีรพล ยอดโรจน์ และ จักรี ศรีนนท์ฉัตร</i>	
การค้นหาลำดับด้วยคอร์สเลเยอร์โดยพิจารณาตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่สำหรับเครือข่ายเซลลูลาร์แบบมัลติฮอป .....	69
<i>ศุภกิจ เจริญศิริสุทธิกุล และ ศักดิ์ชัย ทิพย์จักขุรัตน์</i>	
การจัดตารางการผลิตแบบระบบไหลเลื่อนยืดหยุ่นด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม .....	75
<i>บุญช่วย ศรีธรรมศักดิ์ และ วีรพันธ์ แซ่ด่าน</i>	
การจัดทำดัชนีค้นคืนภาพถ่ายดาวเทียมด้วยการจัดกลุ่มและค่าดัชนีพืชพรรณ .....	81
<i>ภาวิดา ยะโสวงษ์ และ ชุติรัตน์ จรัสกุลชัย</i>	
การจำแนกลายเซ็นของบุคคลด้วยพีซีซี ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โครงข่ายประสาทเทียมและเมตาตาต้า .....	87
<i>จิตตภู พูลวัน นฤมล ชูเมือง และ พยง มีสัจ</i>	
การตรวจวัดระดับน้ำด้วยการไหลผลต่างของภาพและใช้ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน .....	93
<i>สกล อุดมศิริ</i>	
การตรวจสอบการโจรกรรมทางวิชาการโดยใช้เทคนิคเชิงความหมายสำหรับเอกสารภาษาไทย .....	99
<i>สรวัตร ประภาณดิเสถียร และ ไกรศักดิ์ เกษร</i>	
วิธีการสนับสนุนการดำเนินการของกระบวนการมาตรฐานในองค์กรพัฒนาซอฟต์แวร์ .....	105
<i>พรเพ็ญ ลิงหนุด อภินันท์ เมธาวิชรานนท์ และ ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์</i>	
การประมาณอัตราการเข้าใช้เว็บไซต์รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศชั้นนำด้านการมีส่วนร่วมในรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ .....	113
<i>นิภาวรรณ รอดสาย และ ชลเมธ อาปนิกานนท์</i>	
การประเมินคุณภาพการให้บริการวีไอพีโอเพนซอร์ซ ซอฟต์แวร์ Asterisk VS. FreeSWITCH VS. Kamailo โดยใช้มีเดียโพรโทคอล RTP และ SRTP ในบริบทเครือข่ายจริง .....	119
<i>ประดิษฐ์ วงศ์สกุล และ สมนึก พ่วงพรพิทักษ์</i>	
การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นสำหรับการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา	125
<i>วีระยุทธ ทิมพารณ และ พยง มีสัจ</i>	

## การค้นหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้าง

### License Plate Location Using Subtract Morphology Technique

ธีรพล ยอดโรจน์ และ จักรี ศรีนนท์ฉัตร

ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

Emails: yodrod@hotmail.com, jakkree.s@en.rmutt.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ได้รับความสนใจจากงานวิจัยต่างๆ เพราะสามารถนำไปใช้ในระบบการรู้จำป้ายทะเบียน เพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการจราจร บทความนี้นำเสนอการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยมุ่งศึกษาภาพถ่ายที่มีสภาวะพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิค มอร์โฟโลยี (Morphology) แบบหักล้างระหว่าง Closing-Top-hat กับ Top-hat ข้อดีของเทคนิคนี้จะช่วยแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง ภาพที่นำมาทดลองได้จากภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียน (สีน้ำตาล) ในสภาวะพื้นหลังและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ขนาด 300 x 400 พิกเซล จำนวน 100 ภาพ ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพในการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ 97 ภาพคิดเป็น 97 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ**—การหาคำตำแหน่งป้ายทะเบียน; มอร์โฟโลยี; การหาคำตำแหน่ง

#### 1. บทนำ

ระบบการรู้จำป้ายทะเบียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภท เช่น ระบบรักษาความปลอดภัยในที่จอดรถ การออกใบสั่งอัตโนมัติให้กับผู้ขับขี่ที่ฝ่าฝืนกฎจราจร การเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียน การแยกส่วนของตัวอักษรและการบันทึกตัวอักษร [1] โดยการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีความสำคัญมากที่สุดเนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกของระบบ ดังนั้นความถูกต้องในการหาคำตำแหน่งจึงส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ จากงานวิจัยต่างๆ ได้มีการนำเสนอวิธีการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียน เช่น ในงานวิจัยของ [1] ได้นำเสนอการตรวจจับขอบภาพและการวิเคราะห์สี โดยใช้วิธีแปลงภาพสี (RGB) เป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale) หาคำขอบทางด้านแนวนิ่งเพื่อหาคำตำแหน่งแบบคร่าวๆ นำภาพสีจากคำตำแหน่งที่ได้มาวิเคราะห์สี แล้วแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary) เพื่อระบุตำแหน่งที่แน่นอน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 92% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นหลังที่มีความซับซ้อน งานวิจัยของ [2] ได้นำเสนอการวิเคราะห์เส้นคู่ทางด้านแนวตั้ง

และความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต โดยใช้วิธี โทโปโลยี (Topology) ในการวิเคราะห์ภาพ และหาขอบเส้นคู่แนวตั้งด้านข้างของป้ายทะเบียนด้วยการหาขอบแบบ Sobel เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 95.8% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นหลังที่มีความซับซ้อน งานวิจัยของ [3] ได้นำเสนอการคำนวณทางมอร์โฟโลยีและตรวจจับขอบภาพ โดยใช้วิธีแปลงเป็นภาพระดับสีเทา กรองภาพด้วย Erosion แล้วนำมาหักล้างกัน หาคำขอบภาพด้วยวิธี Sobel จากนั้นกรองภาพด้วย Erosion ตามด้วย Closing เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 96% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของภาพพื้นหลังที่ซับซ้อน งานวิจัยของ [4] ได้นำเสนอการรวมการคำนวณทางมอร์โฟโลยี โดยใช้วิธีกรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Closing เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน จากนั้นกรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Dilation เพื่อหาขอบภาพ แล้วนำภาพที่ได้จาก Opening และ Dilation นำมาหักล้างกันเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 97.5% งานวิจัยของ [5] ได้นำเสนอการวิเคราะห์สีและขอบภาพของพื้นที่ป้ายทะเบียน โดยใช้วิธีการแปลงสีป้ายทะเบียนที่คือการให้เป็นเชิงลบ(0)หรือเชิงบวก(1) จากนั้นหาคำขอบภาพทางด้านแนวนิ่งเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 98.51% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของสีของป้ายที่เหมือนกับสีรถยนต์ ในงานวิจัยของ [6] ได้นำเสนอการหักล้างกันในภาพระดับสีเทาและการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยี โดยวิธีการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาแล้วกำจัดคำทางด้านแนวนอนออกไป จากนั้นกรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Closing นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 96.34% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของภาพที่ถ่ายตอนกลางวันพื้นหลังที่ซับซ้อน

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการหาคำตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยใช้มอร์โฟโลยีแบบหักล้างกันในทางเมทริกซ์ (Matrix) ในการกรองภาพเพื่อหาคำตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการทดลองในส่วนที่ 3 ของงานวิจัย ผลการทดลองแสดงในส่วนที่ 4 ของงานวิจัย และผลสรุปการทดลองจะอยู่ในส่วนที่ 5 ตามลำดับ

2. การประมวลผลภาพป้ายทะเบียน

2.1. การแปลงภาพระดับสีเทา

ในทุกๆ พิกเซลของภาพสีนั้นจะมีค่าระดับ RGB เป็นส่วนประกอบที่มีค่าแตกต่างกัน แต่ในภาพระดับสีเทานั้นไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องจึงมีเฉพาะค่าของความสว่างเท่านั้น นั่นคือสิ่งที่สำคัญที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา โดยทั่วไปแล้วเราสามารถแบ่งระดับของภาพระดับสีเทาได้ 256 ระดับ (0 ถึง 255) ในงานวิจัยนี้ใช้การคำนวณหาค่าระดับสีเทา ดังสมการที่ (1)

$$G(x, y) = 0.2989 * R(x, y) + 0.5870 * G(x, y) + 0.1140 * B(x, y) \quad (1)$$

$G(x, y)$  คือ ค่าของระดับสีเทาที่ได้จากการแปลงที่พิกเซล  $(x, y)$   
 $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$  คือ ค่าระดับ R, G, B ของภาพที่พิกเซล  $(x, y)$

2.2. การกรองภาพด้วย Top-hat

มอร์ฟोलอจี มีการวิเคราะห์มากมายหลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้ให้ควมสนใจมอร์ฟอลอจีการกรองภาพด้วย Top-hat [7] ที่เป็นการกรองภาพที่พัฒนาต่อมาจากรูปแบบมอร์ฟอลอจี 2 รูปแบบคือ การหาแบบ Opening โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามาคัดกรองภาพ (Erosion) ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง (Structure elements) ดังสมการที่ (2)

$$f_a = (f \ominus b) \oplus b \quad (2)$$

เมื่อ  $f$  คือ ภาพต้นฉบับระดับสีเทา

$b$  คือ องค์ประกอบโครงสร้าง

มอร์ฟอลอจี รูปแบบที่สอง คือ การหาแบบ Closing โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามาขยายภาพ (Dilation) ตามด้วยการคัดกรองภาพ (Erosion) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง (Structure elements) ดังสมการที่ (3)

$$f_b = (f \oplus b) \ominus b \quad (3)$$

จากสมการที่ (2) สามารถพัฒนาต่อในวิเคราะห์หาการกรองภาพ Top-hat แบบ Opened Top-hat ดังสมการที่ (4)

$$f_{on} = f - f_a \quad (4)$$

จากสมการที่ (3) สามารถพัฒนาต่อในวิเคราะห์หาการกรองภาพ Top-hat แบบ Closed Top-hat ดังสมการที่ (5)

$$f_{ch} = f_b - f \quad (5)$$

ในงานวิจัยนี้ได้นำ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาประยุกต์ใช้ต่อ โดย การนำ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาทำการ Closing ดังสมการที่ (6) เมื่อได้ค่าการวิเคราะห์ในสมการที่ (6) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาลักษณะเด่นด้วยการหากล้างทางเมตริกซ์แบบจุดต่อจุด ระหว่าง Top-hat แบบ Opened Top-hat ที่ดำเนินการ Closing กับ Top-hat แบบ Opened Top-hat ดังสมการที่ (7)

$$CTH = (f_{on} \oplus b) \ominus b \quad (6)$$

$$SCT = CTH(x, y) - f_{on}(x, y) \quad (7)$$

3. การออกแบบและขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ตัวอย่างจากภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียน (ด้านท้าย) ซึ่งเป็นภาพที่ขนาด 300x400 พิกเซล โดยป้ายทะเบียนรถยนต์มีพื้นหลังป้ายเป็นสีขาว มีกระบวนการวิเคราะห์ตามบล็อกโดยแถม ดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. ขั้นตอนการทดลอง

3.1. การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

จากรูปที่ 1. บล็อกโดยแถม(a-b) นำภาพต้นฉบับทำการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาโดยใช้การคำนวณหาค่าระดับสีเทาด้วยสมการที่ (1) เพื่อดำเนินการในขั้นตอนการคำนวณทางมอร์ฟอลอจีต่อไป ดังรูปที่ 2.

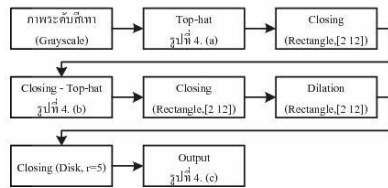


รูปที่ 2. การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา, (a) ภาพสีต้นฉบับ, (b) ภาพระดับสีเทา



### 3.2. การคำนวณทางมอร์โฟโลยี

จากรูปที่ 1. บล็อกไดอะแกรม(b-c) มอร์โฟโลยีและการหักล้างกันในทางเมทริกซ์ถูกนำมาใช้เพื่อแยกบริเวณของป้ายทะเบียนออกจากพื้นหลังที่ซับซ้อนและลดสัญญาณรบกวนทำให้ตำแหน่งของป้ายทะเบียนเด่นชัดขึ้นมา โดยมีกระบวนการตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. ขั้นตอนการดำเนินงานของมอร์โฟโลยี

จากขั้นตอนการดำเนินงานมอร์โฟโลยี ขั้นตอนแรกกรองภาพโดยใช้วิธี Top-hat เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงบนพื้นหลังที่ซับซ้อน จากนั้นนำภาพที่ได้มากระจายค่าของระดับสีเทาให้เต็มช่วง (0 ถึง 255) เพื่อเพิ่มค่าความเข้มระดับสีเทาให้มากขึ้น ผลที่ได้จากการกรองภาพ ดังรูปที่ 4. (a) จากนั้นทำการกรองภาพที่ได้จาก Top-hat ด้วย Closing เพื่อให้บริเวณของป้ายทะเบียนมีสีขาว แล้วนำภาพมาหักล้างกันในทางเมทริกซ์แบบจุดต่อจุดระหว่าง ภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing กับภาพที่ได้จาก Top-hat เพื่อให้ได้ตัวอักษรประจําหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดมีสีขาวเด่นชัดขึ้นมาและลดสัญญาณรบกวนบนพื้นหลังที่ซับซ้อน ดังรูปที่ 4. (b) ขั้นตอนสุดท้ายทำการรวมพื้นที่ที่ตัวอักษรประจําหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกันโดยการกรองภาพด้วย Closing ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) และกรองภาพด้วย Closing ตามลำดับ ผลที่ได้จากการรวมพื้นที่ ดังรูปที่ 4. (c)

### 3.3. การหาขอบภาพ

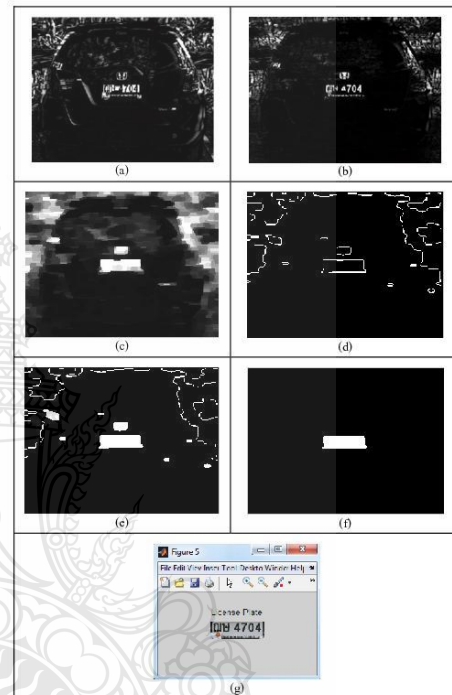
จากรูปที่ 1. บล็อกไดอะแกรม(c-d) แปลงภาพที่ผ่านการคำนวณทางมอร์โฟโลยีให้เป็นภาพขาวดำและหาขอบภาพ ในบทความนี้เลือกเทคนิคการหาขอบภาพโดยใช้วิธี Canny เพราะสามารถแสดงขอบภาพได้อย่างชัดเจน มีกลุ่มของพิกเซลที่เป็นเส้นขอบของป้ายทะเบียนต่อเนื่องกัน ผลจากการหาขอบภาพ ดังรูปที่ 4. (d)

### 3.4. การหาพื้นที่ที่มากที่สุด

จากรูปที่ 1. บล็อกไดอะแกรม(d-e) ภาพที่ผ่านการหาขอบมาแล้วนำมาสร้างพื้นที่ในช่องว่างเพื่อให้ได้พื้นที่ของบริเวณป้ายทะเบียน และลดสัญญาณรบกวนของพื้นหลังที่เกิดจากการแปลงเป็นภาพขาวดำ ดังรูปที่ 4. (e) จากนั้นเมื่อสร้างพื้นที่ในช่องว่างแล้ว โปรแกรมจะทำการคัดกรองบริเวณที่มีพื้นที่น้อยออกเหลือไว้เฉพาะบริเวณที่มีพื้นที่มากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือบริเวณของป้ายทะเบียนรถยนต์ ดังรูปที่ 4. (f)

### 3.5. การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียน

จากรูปที่ 1. บล็อกไดอะแกรม(e-f) เมื่อได้ภาพบริเวณของป้ายทะเบียนทำการหาตำแหน่งของ ขอบบน-ล่าง ขอบซ้าย-ขวา โดยการรวมค่าพิกเซลทางด้านแถวและหลักเพื่อระบุตำแหน่ง จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้ไปเทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีแล้วแสดงตำแหน่งดังกล่าว ดังรูปที่ 4. (g)



รูปที่ 4. ภาพที่ได้จากการทดลองแต่ละขั้นตอน, (a) การกรองด้วย Top-hat, (b) การหักล้างกันของ Closing-Top-hat และ Top-hat, (c) การรวมตัวอักษรและตัวเลขให้เป็นบริเวณเดียวกัน, (d) การหาขอบภาพโดยใช้วิธี canny, (e) การเติมพื้นที่ในช่องว่าง, (f) การคัดกรองให้เหลือบริเวณที่มากที่สุด, (g) แสดงตำแหน่งของป้ายทะเบียน

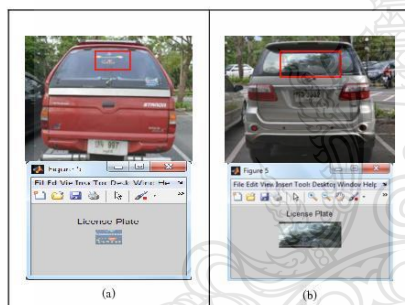
## 4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองนำเสนอการหาตำแหน่งป้ายทะเบียน จากภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียน (ด้านหัว) จำนวน 100 ภาพ ที่มีพื้นหลังป้ายทะเบียนเป็นสีขาว ถ่ายตอนกลางวันในสภาวะพื้นหลังภาพที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน

ตาราง 1. ผลการทดลองและเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

ผลการทดลอง	งานวิจัย [5]	งานวิจัย [6]
จำนวนภาพ	100	202
ตำแหน่งถูกต้อง	97	199
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	97%	98.51%
		96.34%

จากผลการทดลองตารางที่ 1. พบว่าเทคนิคที่ใช้มีความสามารถในการคัดกรอง ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัด ที่มีสีคล้าย (ฟ้า เขียว) ออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนและป้ายทะเบียนที่มีสีเดียวกับรถยนต์ได้ โดยมีความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 97% และมีความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 3% ซึ่งเหตุผลของความผิดพลาดเกิดจากรถมีการติดสติ๊กเกอร์ขนาดใหญ่และลักษณะเงาขนาดใหญ่ที่ใกล้เคียงกับป้ายทะเบียน ดังรูปที่ (5) ซึ่งผู้วิจัยจะพิจารณาปรับปรุงนี้มาพัฒนากระบวนการต่อไป



รูปที่ 5. ตัวอย่างภาพที่ผิดพลาด. (a) มีการติดสติ๊กเกอร์. (b) มีเงาขนาดใหญ่

### 5. สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ได้มีเสนอการค้นหตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้เทคนิคมอร์ฟโอโลยีแบบหักล้าง โดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาของภาพด้วย มอร์ฟโอโลยีแบบ Top-hat ตามด้วย Closing แล้วนำภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Top-hat มาทำการหักล้างกัน ในทางเมทริกซ์เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวน จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Canny และเติมพื้นที่ในช่องว่างเพื่อระบุตำแหน่ง โดยเทคนิคที่นำมาใช้นี้มีประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้องที่ 97% แม้ประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์จะมีความถูกต้องน้อยกว่างานวิจัยอื่นๆ [5] ที่นำมา ซึ่งเหตุผลเกิดจากงานวิจัยนี้ ได้วิเคราะห์ภาพจากสภาวะพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 6. (a) ไม่ได้วิเคราะห์ภาพเฉพาะส่วนที่เป็นรถยนต์เหมือนงานวิจัยที่นำมา ดังรูปที่ 6. (b-c)



(a)



รูปที่ 6. ภาพตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์. (a) ในกรทดลองนี้. (b) [5]. (c) [6]

จากผลการทดลองสามารถนำเทคนิคนี้ไปช่วยแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังและสีของป้ายทะเบียนที่เหมือนกับรถยนต์

### เอกสารอ้างอิง

[1] Huili Han, Runping Han "Method of License Plate Location Based on Edge Detection and Color Information," *IEEE-International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering*, pp. 1477-1480, Dec. 2011.

[2] Liang Li, Youngjoon Han, and Hemssoo Hahn "License Plate Detection Method Using Vertical Boundary Pairs and Geometric Relationships," *IEEE-International Conference on Computer Engineering and Technology*, vol. 2, pp. V2-581-V2-585, April. 2010.

[3] Hu Hongping, Bai Yanping "A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection," *IEEE-International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology*, pp. 2291-2294, Aug. 2011.

[4] Xiong Chunrong, Huang Wenming "License Plate Location Based on Compound Mathematical Morphology," *IEEE-Third International Conference on Genetic and Evolutionary Computing*, pp. 701-704, Oct. 2009.

[5] Lei Xu, "A new method for license plate detection based on color and edge information of Lab space," *IEEE-International Conference on Multimedia and Signal Processing*, pp. 99-102, May. 2011.

[6] Wei Pan, Nafei Yang "A new method of vehicle license plate location under complex scenes," *IEEE-International Conference on Advanced Computer Control*, pp. 134-138, March. 2010.

[7] Fan Li-nan, Li Dao-jing, Sun Shen-shen, and Chang Chao-hai "Applied research on the automatic detection of lung nodules ROI based on Top-hat and Gabor filter," *IEEE-Third International Symposium on Information Processing*, pp. 533-536, Oct. 2010.



## การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

The 5<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013)

27-29 มีนาคม 2556 โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

# CALL FOR PAPER

### คณะกรรมการวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า

1. ศศ.ดร. โยทนต์ ไชยสารไพโรจน์ (นगर.ฉันทนา) ประธานกรรมการ
  2. ศศ.ดร.ธวัช ภัคชื่น (นगर.อิสาน) กรรมการ
  3. ศศ.ดร.ประทีปศักดิ์ เอกบุญและวัฒน์ (นगर.รัตนโกสินทร์) กรรมการ
  4. ศศ.ดร.วิฑูรย์ พงศ์กฤตมาตย์ (นगर.ศรีวิชัย) กรรมการ
  5. ศศ.ดร.ศักดิ์ศรี ธีระกุล (นगर.อิสาน) กรรมการ
  6. ศศ.ดร.คุณณรงค์ชัย คูณิกคิตติชัย (นगर.มัญญบุรี) กรรมการ
  7. ดร.สุวิทย์ เมธีอานนา (นगर.อิสาน) กรรมการ
  8. ดร.คุณานันท์ คำมั่น (นगर.ฉันทนา) กรรมการ
  9. ดร.สุวัฒน์ คงรัมย์ประเสริฐ (นगर.อุบลราชธานี) กรรมการ
  10. ดร.มนู ไรต์ วิกิไทยเจริญชัย (นगर.พระนครศรีอยุธยา) กรรมการ
  11. อ.ประวิทย์ กอสุข (นगर.ระยอง) กรรมการ
  12. ศศ.ดร.ประจักษ์ ฤกษ์เกษม (นगर.สุวรรณภูมิ) กรรมการ
- และสาขาวิชาการ

### คณะกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการประจำเครือข่าย

1. ศศ.ดร. วิมล ฤศา (นगर.พระนครศรีอยุธยา) ประธานกรรมการ
  2. ดร.ณัฐพรศักดิ์ ทัพพะ (นगर.พระนครศรีอยุธยา) กรรมการ
  3. ศศ.ดร. วราวุฒิ ศรีธรรม (นगर.สุวรรณภูมิ) กรรมการ
  4. อ.พิทักษ์ บุญญา (นगर.ศรีวิชัย) กรรมการ
  5. ดร.นิโรจน์ พรสวรรค์เจริญชัย (นगर.อิสาน) กรรมการ
  6. ดร.สาธิต ชูเดชอิน (นगर.อุบลราชธานี) กรรมการ
  7. ดร.ณัฐพร ทัพพะ (นगर.มัญญบุรี) กรรมการ
  8. ดร.ประสพชาติ ไททองคำ (นगर.รัตนโกสินทร์) กรรมการ
  9. อ.ณรงค์ งามนาค (นगर.ฉันทนา) กรรมการ
  10. ดร.วิวัฒน์ ทิพย์ (นगर.ฉันทนา) กรรมการ
  11. อ.ณรงค์ฤทธิ์ ทัพพะ (นगर.ฉันทนา) กรรมการ
  12. อ.ธีระยุทธ เมธีอานนา (นगर.อิสาน) กรรมการ
  13. อ.นิเชียร ทัพพะอินทร์ (นगर.อุบลราชธานี) กรรมการ
  14. อ.พิทักษ์ ทัพพะ (นगर.ระยอง) กรรมการ
  15. อ.ปฏิวัติ บุญญา (นगर.สุวรรณภูมิ) กรรมการ
  16. ดร.มนู ไรต์ วิกิไทยเจริญชัย (นगर.พระนครศรีอยุธยา) กรรมการ
- และสาขาวิชาการ

EENET เป็นเครือข่ายความร่วมมือด้านวิศวกรรมไฟฟ้าของกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล โดยสมาชิกในเครือข่ายประกอบด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนางานวิจัยด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจัดประชุมครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2551 และได้ดำเนินการจัดประชุมวิชาการอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดประชุมวิชาการครั้งนี้เป็นครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพในการจัดงาน ซึ่งการประชุมวิชาการทั้ง 4 ครั้งที่ผ่านมาได้รับความนิยมจากนักวิชาการทั้งในและนอกเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเป็นอย่างดี จึงขอเชิญนักวิชาการและนักวิจัยส่งบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้าในครั้งนี้อย่างกว้างขวางและครอบคลุมจากผู้ที่ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านต่อบทความ ซึ่งจะสามารถนำเสนอผลงานในการประชุม และตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือรวมเล่มceedings) EENET2013

### สาขาของบทความ

- ไฟฟ้ากำลัง
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
- อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
- ระบบควบคุมและกลไกวิศวกรรม
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
- วิศวกรรมและสิ่งประดิษฐ์
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า

### การส่งบทความ

ประเภทบทความ มี 2 รูปแบบ คือ บทความวิจัย และบทความวิชาการ  
จัดทำเป็นภาษาไทย ความยาวไม่เกิน 4 กระดาษ A4 ตามรูปแบบของ EENET  
รูปแบบการเขียนบทความและขั้นตอนการส่งบทความ สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์  
<http://www.eenet2013.org>

### กำหนดวันสำคัญ

หมดเขตรับบทความ	11 มกราคม 2556
ประกาศผลการพิจารณาบทความ	11 กุมภาพันธ์ 2556
หมดเขตรับบทความฉบับสมบูรณ์	18 กุมภาพันธ์ 2556
การลงทะเบียนส่งงาน	1-28 กุมภาพันธ์ 2556
จัดงานประชุมวิชาการ EENET	27-29 มีนาคม 2556

### ติดต่อข้อมูลในการส่งบทความ

- 1) ดร.มนู ไรต์ วิกิไทยเจริญชัย โทรศัพท์ 089-607-1641
- 2) อ.สาคร ฐิติพัฒน์พันธ์ โทรศัพท์ 081-868-7224

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
1361 ถนนประชาชื่นที่ 1 แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10800  
โทรศัพท์ 02-913-2424 ต่อ 150 โทรสาร 02-913-2424 ต่อ 151

E-mail: [enenet2013@gmail.com](mailto:enenet2013@gmail.com)



[www.eng.rmudp.ac.th](http://www.eng.rmudp.ac.th)





**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ**  
**การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5**

ผู้ทรงคุณวุฒิ	หน่วยงาน
ศาสตราจารย์ ดร. วัลลภ	สุระกำพลธร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. นรินทร์	วัฒนกุล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร. พิชัย	อารีย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร. อนุวัฒน์	จางวนิชเลิศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. พุทธิศักดิ์	ชีวิสุทธิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร	กิมเรศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ	ฐิติรุ่งเรือง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร	สิริสำราญนุกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุขสันต์	หวังสถิตย์วงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์	ชื่นแขก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. บัลลังก์	เนียมมณี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. ชนัคชัย	กุลวรวานิชพงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร. เวทิน	ปิยรัตน์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แนบบุญ	หุนเจริญ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวิชัย	เดชสอนันต์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์	สุวรรณกวิน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์	คำฝอย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธนา	ข้าสุวรรณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์	นาคทรัพย์ มหาวิทยาลัยสยาม
อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์	บาลมงคล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร. นาดยา	คล้ายเรือง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
อาจารย์ ดร. ยงยุทธ	นารายณ์ มหาวิทยาลัยสยาม
อาจารย์ ดร. นิมิตร	บุญภิรมย์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อาจารย์ ดร. สมมาตร	แสงเงิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ**  
**การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5**

ผู้ทรงคุณวุฒิ		หน่วยงาน
ดร.อภิรดา	นามแสง	สถาบันการบินพลเรือน
ดร.สุวิทย์	อัคริยะเมต	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ดร.ชวงค์	วัฒนศักดิ์ภูบาล	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ดร.อรรถ	พยอมหอม	การไฟฟ้านครหลวง
ดร.ปายาน	กุลวานิช	กรมวิทยาศาสตร์บริการ





**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ**  
**การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5**

ผู้ทรงคุณวุฒิ	หน่วยงาน
อาจารย์ ดร. วุฒิวัดนันท์	กองรัตนประเสริฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร. สายชล	ชุดเจ็จจีน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ชัยณรงค์	วิเศษศักดิ์วิชัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์	เพชรพันธุ์ศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกัญญา	พลสิงห์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทินี	ทางทอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ประหยัด	กองสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์ภัทรพงศ์	อัญชันภาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์สมพล	โคศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์สมยศ	สันติมาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์ทัศนพันธุ์	สุวรรณพิงค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณ์ งาม	ภูมิภคพิชญ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย	ทรัพย์สิทธิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักริ	ศรีนนท์ฉัตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. จักรชัย	ศุภพิทักษ์สกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. กิตติวัฒน์	นันทเกิดผล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. บุญยัง	ปลั่งกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. สุรินทร์	แห่งงาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชัย	หิรัญวโรดม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. อำนวย	เรืองวารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. ณัฐภัทร	พันธ์คง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริชัย	แดงเอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐวุฒิ	โสมเกษกรินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์พินิจ	จิตจริง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์สมชาย	เบียนสูงเนิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี





**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการพิจารณาบทความ**  
**การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5**

ผู้ทรงคุณวุฒิ	หน่วยงาน
อาจารย์พร้อมศักดิ์ อภริติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์นิตติพงศ์ ปานกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ธีระพล เหมือนขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราชญ์ คาบบัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. ไพฑูรย์ รักเหลือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์วิโรจน์ พิวาเนนชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร. ณัฐ โชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์พูนศรี วรรณการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ทอง ลานธารทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์เวทรินทร์ ธิญ์สิประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์สาคร วุฒิพัฒน์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์สมเกียรติ ทองแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์อรุณ ชลิ่งสุทธิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์มนัส บุญเกียรติทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกศล นิธิโสภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ จุลวานิช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมลทิพย์ วัฒนีก่ำขร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัจจา ลักษณ์อำนวยการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ชณะกิจ วัฒนีก่ำขร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์นิลमित นิลาศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร. ชลกาญจน์ วงศ์ก่อเกียรติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร. ณพพร จินดาประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับการพิจารณาบทความ  
 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

ผู้ทรงคุณวุฒิ	หน่วยงาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.ประสพ โชค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.มนตรี สมดุลยกนก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์อดิศักดิ์ แข็งสาริกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พงษ์ ศรีสถิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร. ไกรฤกษ์ เซษชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร. พิชิต กิตติสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์กาญจน์บัญชา พานิชเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ศิวพล จำเริญกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์โสภา แซ่เฮ้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์สิทธิ์ชัย บุญปัยทัศน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
รองศาสตราจารย์สมพันธ์ อำพวัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ พงศ์เทพกษชาตุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
รองศาสตราจารย์ ดร. ชวัช เกิษฐ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์ ดร. พินิจ ศรีธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์ ดร. วรณรัชย์ วงศ์ไตรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันธ์พงศ์ อภิชาติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วุฒิชัย สง่างาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์รุ่งเพชร ก่องนอก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธินันท์ ต้นโพธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤตวิทย์ บัวใหญ่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ เตื่อนหมื่นไวย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์กิตติวุฒิ จินนะบุตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์ ดร. มงคล คูพิมาย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)
อาจารย์ ดร. ประจวบ อินระวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอิสาน (นครราชสีมา)



สาขาบทความไฟฟ้าสื่อสารและโทรคมนาคม

รหัสบทความ	ชื่อเรื่อง	หน้า
TE20	การปรับโครงสร้างของเร็คแทนกูลาร์ใน โคลสซิงเทคนิคสำหรับระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ จักรี ศรีนนท์ฉัตร และธีรพล ยอดโรจน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	225
TE21	เทคนิคการชดเชยค่าความไวของซอลล์เซนเซอร์เพื่อการวัดมุมด้วยซอลล์เซนเซอร์ที่ตั้งฉากกัน สิทธิ สิทธิดำรงการ อธิโรจน์ มะโน นรินทร์ อติวงศ์แสงทอง และวิศุทธิ์ ฐิติรุ่งเรือง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	229
TE22	การพัฒนาการค้นหาค่าและนับจำนวนวัตถุในภาพแผ่นเพาะเชื้อ ฤทธิชัย การวิจิตร และจักรี ศรีนนท์ฉัตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	233
TE23	โปรแกรมคำนวณสายนำสัญญาณไมโครสตริปสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ ดิเรก มณีวรรณ <sup>1</sup> พินิจ เนื่องภิรมย์ <sup>2</sup> ธีรพล จินะวงศ์ <sup>3</sup> และสมศักดิ์ อรรถทิมากุล <sup>2</sup> <sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา <sup>2</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	237
TE24	สายอากาศแบบเปิดช่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีปรับจูนการเขาระงับรูปตัวเอชบนตัวดัด สำหรับประยุกต์ใช้งานย่านความถี่แถบกว้าง พิพัฒน์ พันฟู <sup>1</sup> วัชรพล นาคทอง <sup>2</sup> และอำนาจ เรืองวาริ <sup>3</sup> <sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี <sup>2</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	241
TE25	ตัวแปลงอิมพีแดนซ์ขนาดหนึ่งในสี่ส่วนความยาวคลื่น โครงสร้างรูปตัววีแบบสมมาตร บทความชมเชย กันต์พงษ์ ศรีสถิตย์ สุภานันท์ ภพตระกูล เกียรติศักดิ์ ทองน้อยงาม และเจตวรา ต่างจิตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์	245
TE26	วงจรกรองผ่านแถบความถี่กว้างโหมคูลูโคยใช้รีโซเนเตอร์วงแหวนแปดเหลี่ยมที่มีการปรับสลับ เอกชัย พิ้อตันเทียะ สุรินทร์ อ่อนน้อม และสมสิน วงขุนทด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	249
TE27	สายอากาศแถบความถี่กว้างซึ่งมีแถบหยุด 5.5 GHz ธนกิจ วัฒนีกำธร มณฑิ ดำน้อย กมลทิพย์ วัฒนีกำธร และปรเมศ ฉัตรทอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	253
TE28	สายอากาศระนาบไมโครสตริปแบบรอบตัว 17 E สำหรับเครือข่ายไร้สาย ย่านความถี่ 5.5 GHz กมลทิพย์ วัฒนีกำธร โกศล นิธิโสภา ธนกิจ วัฒนีกำธร และฉัตรวัฒน์ ตันติธนกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	257

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Proceedings of The 5<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013)

# การปรับโครงสร้างของเร็กเทงกูลาร์ในโคลสซิงเทคนิคสำหรับระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ Adjustment Rectangular Structuring Element in Closing Technique For License Plate Identification

จักรี ศรีนันทน์<sup>1</sup> และธีรพล ยอดโรจน์<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ห้องปฏิบัติการวิจัยทางการประมวลผลสัญญาณ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: 02-549-3588 Emails: jakkree.s@en.rmutt.ac.th, yodrod@hotmail.com

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ได้รับความสนใจจากงานวิจัยต่างๆ เพราะสามารถนำไปใช้ในระบบการรู้จำป้ายทะเบียนเพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการจราจร บทความนี้นำเสนอการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยการปรับองค์ประกอบโครงสร้าง (Structuring Element) ของ Rectangular ใน Closing technique เพื่อนำมาใช้ในเทคนิค มอร์โฟโลยี (Morphology) แบบหักล้างระหว่าง Closing-Top-hat กับ Top-hat ในการกรองภาพทั้งนี้การปรับองค์ประกอบโครงสร้างดังกล่าวจะมีผลต่อประสิทธิภาพของการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ อีกทั้งข้อดีของเทคนิคมอร์โฟโลยี จะช่วยแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังภาพที่นำมาทดลองได้จากภาพถ่ายรถยนต์หรือป้ายทะเบียน(ด้านท้าย) ในสภาวะ พื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ขนาด 300 x 400 พิกเซล จำนวน 100 ภาพ ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าการปรับองค์ประกอบโครงสร้างดังกล่าวที่ 2 x 12 พิกเซล ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 97 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การหาตำแหน่งป้ายทะเบียน; มอร์โฟโลยี; การหาขอบภาพ

## Abstract

The license plate identification is recently interested in many research works in order to it can apply to the license plate recognition system for traffic management applications. This article presents an adjustment rectangular structuring element in closing technique for license plate identification. It is exploited in Morphology technique which used the subtraction between Closing-Top-hat and Top-hat for image filter. An adjustment rectangular structuring element directly affects to for license plate identification efficiency accuracy. Moreover, the advantage of Morphology technique is that it makes a balance contrast and reduces gamma noise from background. The 100 image of real license plates which took photo within obstruction environment and different car

color, are used in this experiment. Each image pixel is 300x400 pixels. The experiment results show that an adjustment rectangular structuring element with 2x12 pixel provides the maximum efficiency accuracy as 97 % for license plate identification.

Keywords: License Plate Location, Morphology, Edge detection

## 1. บทนำ

ระบบการรู้จำป้ายทะเบียน ส่วนใหญ่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน การแยกส่วนของตัวอักษรและการบันทึกตัวอักษร [1] โดยการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนมีความสำคัญมากที่สุดเนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกของระบบ ดังนั้นความถูกต้องในการหาตำแหน่งจึงส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ จากงานวิจัยต่างๆ ได้มีการนำเสนอวิธีการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน เช่น ในงานวิจัยของ [2] ได้นำเสนอการวิเคราะห์เส้นทึงทางด้านแนวตั้งและแนวตั้งความสัมพัทธ์ทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีโทโปโลยี (Topology) และหาขอบเส้นทึงแนวตั้งด้านข้างด้วยการหาขอบแบบ Sobel เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 95.8% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของพื้นหลังที่มีความซับซ้อน งานวิจัยของ [3] ได้นำเสนอการคำนวณทางมอร์โฟโลยี และตรวจจับขอบภาพ โดยใช้วิธีแปลงเป็นภาพระดับสีเทา กรองภาพด้วย Erosion แล้วนำมาหักล้างกัน หาขอบภาพด้วยวิธี Sobel กรองภาพด้วย Erosion ตามด้วย Closing เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 96% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของการพื้นหลังที่ซับซ้อน งานวิจัยของ [4] ได้นำเสนอการรวมการคำนวณทางมอร์โฟโลยี โดยใช้วิธีกรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Closing เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน กรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Dilation เพื่อหาขอบภาพ แล้วนำภาพที่ได้จาก Opening (และ Dilation นำมาหักล้างกันเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 97.5% งานวิจัยของ [5] ได้นำเสนอการวิเคราะห์สีและขอบภาพของพื้นที่ป้ายทะเบียน โดยใช้วิธีการแปลงสีป้ายทะเบียนให้เป็นเชิงลบ(0)หรือเชิงบวก(1) จากนั้นหาขอบภาพทางด้านแนวตั้งเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 98.51%



**บทความวิจัย**

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Proceedings of The 5<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013)

ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของสีของป้ายที่เหมือนกับสีรถยนต์ในงานวิจัยของ [6] ได้นำเสนอการกรองภาพด้วยมอร์ฟโอโลยี โดยวิธีการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาแล้วกำจัดค่าทางด้านแนวอนออกไป กรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Closing นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 96.34% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของภาพที่ถ่ายตอนกลางวันในพื้นที่ซึ่งมีข้อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการปรับองค์ประกอบโครงสร้างของ Rectangular ใน Closing ซึ่งใช้ในการกรองภาพด้วยมอร์ฟโอโลยีแบบหักล้างกัน ในทางมทวิซซ์ เพื่อระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการทดลองในส่วนที่ 3 ของงานวิจัย ผลการทดลองแสดงในส่วนที่ 4 ของงานวิจัย และผลสรุปการทดลองจะอยู่ในส่วนที่ 5 ตามลำดับ

**2. การประมวลผลภาพป้ายทะเบียน**

**2.1. การแปลงภาพระดับสีเทา**

ในทุกๆ พิกเซลของภาพสีนั้นจะมีค่าระดับ RGB เป็นส่วนประกอบที่มีค่าแตกต่างกัน แต่ในภาพระดับสีเทาจะไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องมีเฉพาะค่าของความสว่างเท่านั้น นั่นคือสิ่งสำคัญที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งระดับของภาพระดับสีเทาได้ 256 ระดับ (0 ถึง 255) ในงานวิจัยนี้ใช้การคำนวณหาค่าระดับสีเทา ดังสมการที่ (1)

$$G(x,y) = 0.2989 * R(x,y) + 0.5870 * G(x,y) + 0.1140 * B(x,y) \quad (1)$$

เมื่อ  $G(x,y)$  คือ ค่าของระดับสีเทาที่ได้จากการแปลงที่พิกเซล  $(x,y)$

$R(x,y), G(x,y), B(x,y)$  คือ ค่าระดับ R,G,B ของภาพสีที่พิกเซล  $(x,y)$

**2.2 การกรองภาพด้วยมอร์ฟโอโลยี**

มอร์ฟโอโลยีการกรองภาพวิซซ์ Top-hat [7] ที่เป็นกรกรองภาพที่พัฒนาต่อมาจากรูปแบบมอร์ฟโอโลยี 2 รูปแบบด้วยกัน รูปแบบแรกคือการหาแบบ Opening โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามาคัดกรองภาพ (Erosion) ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้างรูปแบบที่สอง คือ การหาแบบ Closing โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทามายขยายภาพ (Dilation) ตามด้วยการคัดกรองภาพ (Erosion) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง ดังสมการที่ (2), (3) ตามลำดับ

$$f_a = (f \ominus b) \oplus b \quad (2)$$

$$f_b = (f \oplus b) \ominus b \quad (3)$$

เมื่อ  $f$  คือ ภาพต้นฉบับระดับสีเทา

$b$  คือ องค์ประกอบโครงสร้าง

จากสมการที่ (2) สามารถพัฒนาต่อในวิเคราะห์หากรกรองภาพ Top-hat แบบ Opened Top-hat ดังสมการที่ (4) และ จากสมการที่ (3) สามารถพัฒนาต่อในวิเคราะห์หากรกรองภาพ Top-hat แบบ Closed Top-hat ดังสมการที่ (5)

$$f_{oth} = f - f_a \quad (4)$$

$$f_{cth} = f_b - f \quad (5)$$

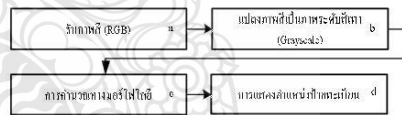
ในงานวิจัยนี้ได้นำ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาประยุกต์ใช้ต่อ โดยการนำ Top-hat แบบ Opened Top-hat มาทำการ Closing ดังสมการที่ (6) เมื่อได้ค่าการวิเคราะห์ในสมการที่ (6) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาลักษณะเด่นด้วยการหักล้างทางมทวิซซ์แบบจุดต่อจุดระหว่าง Top-hat แบบ Opened Top-hat ที่ผ่าน Closing กับ Top-hat แบบ Opened Top-hat ดังสมการที่ (7)

$$CTH = (f_{oth} \oplus b) \ominus b \quad (6)$$

$$SCT = CTH(x,y) - f_{oth}(x,y) \quad (7)$$

**3. การออกแบบและขั้นตอนการทดลอง**

การทดลองนี้ใช้ตัวอย่างจากภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียน (ด้านท้าย) ซึ่งเป็นภาพสีขนาด 300x400 พิกเซล โดยป้ายทะเบียนรถยนต์มีพื้นหลังป้ายเป็นสีขาว มีกระบวนการวิเคราะห์ตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. ขั้นตอนการทดลอง

**3.1. การแปลงภาพระดับสีเทา**

จากรูปที่ 1. บล็อกไดอะแกรม(a-b) นำภาพสีต้นฉบับทำการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาโดยใช้การคำนวณหาค่าระดับสีเทาด้วยสมการที่ (1) เพื่อดำเนินการในขั้นตอนการคำนวณทางมอร์ฟโอโลยี ดังรูปที่ 2.



รูปที่ 2. การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา



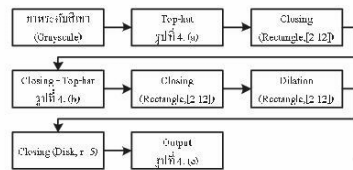
**บทความวิจัย**

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Proceedings of The 5<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013)

**3.2. การคำนวณทางมอร์โฟโลยี**

จากรูปที่ 1. บล็อกโอะแกรม(b-c) มีขั้นตอนการดำเนินงานของมอร์โฟโลยีตามบล็อกโอะแกรม ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. ขั้นตอนการดำเนินงานของมอร์โฟโลยี

ในการทดลองนี้เลือกใช้อ็องคี่ประกอบ โครงสร้างแบบ Rectangle เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของป้ายทะเบียนที่เป็นสี่เหลี่ยม และออกแบบขนาดของอ็องคี่ประกอบ โครงสร้างตามการทดลองปรับขนาด ที่มีความกว้างตั้งแต่ 1 ถึง 3 พิกเซล และความยาวตั้งแต่ 2 ถึง 12 พิกเซล จะเห็นได้ว่าขนาด 2 x 12 พิกเซล ที่นำมาใช้ในการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุดที่ 97% ตามตารางที่ 1

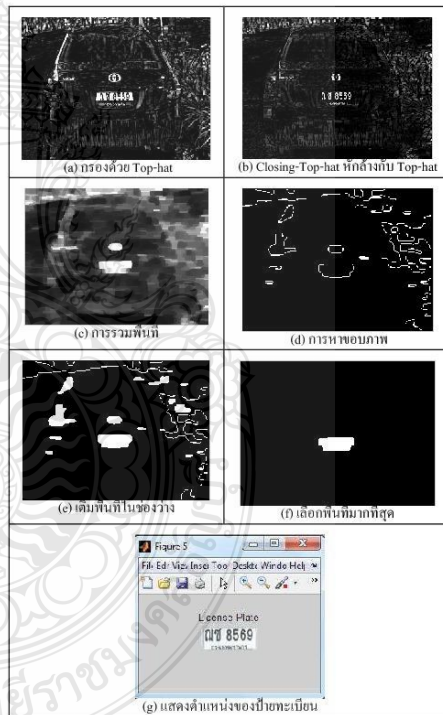
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบขนาดของอ็องคี่ประกอบโครงสร้าง

กว้าง \ ยาว	2 พิกเซล	4 พิกเซล	6 พิกเซล	8 พิกเซล	10 พิกเซล	12 พิกเซล	14 พิกเซล
1 พิกเซล	2 %	21 %	42 %	66 %	80 %	85 %	85 %
2 พิกเซล	7 %	25 %	60 %	85 %	93 %	97 %	93 %
3 พิกเซล	11 %	20 %	63 %	82 %	92 %	95 %	90 %

ขั้นตอนการดำเนินงานมอร์โฟโลยี ขั้นแรกกรองภาพโดยใช้วิธี Top-hat เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงบนพื้นหลังที่ซับซ้อน จากนั้นนำภาพที่ได้มากระจายค่าของระดับสีเทาให้เต็มช่วง (0 ถึง 255) เพื่อเพิ่มค่าความเข้มระดับสีเทาให้มากขึ้น ดังรูปที่ 4. (a) จากนั้นทำการกรองภาพที่ได้จาก Top-hat ด้วย Closing เพื่อให้บริเวณของป้ายทะเบียนมีสีขาว แล้วนำภาพมาหักล้างกันในทางเมทริกซ์แบบจุดต่อจุดระหว่างภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing กับภาพที่ได้จาก Top-hat เพื่อทำให้ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดมีสีขาวเด่นชัดขึ้นและลดสัญญาณรบกวนบนพื้นหลังที่ซับซ้อน ดังรูปที่ 4. (b) ขั้นตอนสุดท้ายทำการรวมพื้นที่ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัดให้เป็นบริเวณเดียวกันโดยการกรองภาพด้วย Closing ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) และกรองภาพด้วย Closing ตามลำดับ ผลที่ได้จากการรวมพื้นที่ ดังรูปที่ 4. (c)

**3.3. การแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียน**

จากรูปที่ 1. บล็อกโอะแกรม(c-d) แปลงภาพที่ผ่านการคำนวณทางมอร์โฟโลยีให้เป็นภาพขาวดำและหาขอบภาพโดยใช้วิธี Canny เพราะสามารถแสดงขอบภาพได้อย่างชัดเจน มีกลุ่มของพิกเซลที่เป็นเส้นขอบของป้ายทะเบียนต่อเนื่องกัน ดังรูปที่ 4. (d) จากนั้นสร้างพื้นที่ในช่องว่างเพื่อให้ได้พื้นที่ของบริเวณป้ายทะเบียน และลดสัญญาณรบกวนของพื้นหลังที่เกิดจากการแปลงเป็นภาพขาวดำ ดังรูปที่ 4. (e) จากนั้น โปรแกรมจะทำการคัดกรองบริเวณที่มีพื้นที่น้อยออกเหลือไว้เฉพาะบริเวณที่มีพื้นที่มากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือบริเวณของป้ายทะเบียนรอยคัน ดังรูปที่ 4. (f) เมื่อได้ภาพบริเวณของป้ายทะเบียนทำการหาค่าแห่งของ ขอบบน-ล่าง ขอบซ้าย-ขวา โดยการรวมค่าพิกเซลทางด้านแฉงและหลักเพื่อระบุตำแหน่ง จากนั้นนำค่าแห่งที่ได้ไปเทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีแล้วแสดงตำแหน่งดังกล่าว ดังรูปที่ 4. (g)



รูปที่ 4. การดำเนินงานมอร์โฟโลยีและการแสดงตำแหน่งป้ายทะเบียน

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

Proceedings of The 5<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET 2013)

### 4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองนำเสนอการหาตำแหน่งป้ายทะเบียน จากภาพถ่ายรถยนต์พร้อมป้ายทะเบียน (ด้านท้าย) จำนวน 100 ภาพ ที่มีพื้นหลังป้ายทะเบียนเป็นสีขาว ถ่ายตอนกลางวันในสภาวะพื้นหลังภาพที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ผลการทดลองและเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

ผลการทดลอง		งานวิจัย [5]	งานวิจัย [6]
จำนวนภาพ	100	202	191
ตำแหน่ง ถูกต้อง	97	199	184
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	97%	98.51%	96.34%

จากผลการทดลองตารางที่ 2. พบว่าการปรับองค์ประกอบโครงสร้างของ Rectangular ให้มีขนาด 2 x 12 พิกเซลมีความสามารถในการตัดกรอง ตัวอักษรประจำหมวด ตัวเลขทะเบียน ตัวอักษรแสดงจังหวัด ที่มีสีดำ (ฟ้า เขียว) ออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนและป้ายทะเบียนที่มีสีเดียวกับรถยนต์ได้ โดยมีความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 97% และมีความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนที่ 3% ซึ่งเหตุผลของความผิดพลาดเกิดจากรณีการติดสติ๊กเกอร์ขนาดใหญ่และลักษณะเงาขนาดใหญ่ที่ใกล้เคียงกับป้ายทะเบียน ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาปัจจัยนี้มาพัฒนากระบวนการต่อไป

### 3. สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการปรับ โครงสร้างของ Rectangular ใน Closing สำหรับระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาของภาพด้วยมอร์ฟอโลยีแบบ Top-hat ตามด้วย Closing ซึ่งใช้องค์ประกอบโครงสร้างแบบ Rectangular ที่ได้ปรับขนาดองค์ประกอบ โครงสร้างให้เหมาะสมแล้วตามการทดลอง จากนั้นนำภาพที่ได้จาก Top-hat ที่ผ่านการ Closing และ Top-hat มาทำการหักล้างกันในทางลบเพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวน ทำให้ตำแหน่งของป้ายทะเบียนเด่นชัดขึ้นมา จากนั้นหาขอบภาพด้วยวิธี Canny และเติมพื้นที่ในช่องว่างเพื่อระบุตำแหน่ง โดยเทคนิคมีประสิทธิภาพในระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์ได้อย่างถูกต้องที่ 97%

### เอกสารอ้างอิง

[1] Huihui Han, Runping Han, "Method of License Plate Location Based on Edge Detection and Color Information," IEEE-

International Conference on Transportation, Mechanical, and Electrical Engineering, pp. 1477-1480, Dec 2011.

- [2] Liang Li, Youngjoon Han, and Hernsoo Hahn "License Plate Detection Method Using Vertical Boundary Pairs and Geometric Relationships," IEEE-International Conference on Computer Engineering and Technology, vol. 2, pp. V2-581-V2-585, April 2010.
- [3] Hu Hongping, Bai Yanping "A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection," IEEE-International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, pp. 2291-2294, Aug 2011.
- [4] Xiong Chunrong, Huang Wenming "License Plate Location Based on Compound Mathematical Morphology," IEEE-Third International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, pp. 701-704, Oct 2009.
- [5] Lei Xu, "A new method for license plate detection based on color and edge information of Lab space," IEEE-International Conference on Multimedia and Signal Processing, pp. 99-102, May 2011.
- [6] Wei Pan, Nafei Yang "A new method of vehicle license plate location under complex scenes," IEEE-International Conference on Advanced Computer Control, pp. 134-138, March 2010.
- [7] Fan Li-nan, Li Dao-jing, Sun Shen-shen, and Chang Chao-hai "Applied research on the automatic detection of lung nodules ROI based on Top-hat and Gabor filter," IEEE-Third International Symposium on Information Processing, pp. 533-536, Oct 2010.

### ประวัติผู้เขียนบทความ



จักรี ศรีนนท์ดร. อาจารย์การศึกษาระดับปริญญาเอก จาก Northumbria University, UK. ในปี พ.ศ. 2548 ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาคอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ผู้สอนที่ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



จิรพล ยอดโรจน์ อาจารย์การศึกษาระดับปริญญาตรี ด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ในปี พ.ศ. 2553 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาโท

ด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม



## 2013 International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2013)



August 21 - 24, 2013  
The Sukosol, Bangkok, Thailand

### Organizing Committee

#### General Chairs

Tawil Paungma, KMITL  
Jiro Takano, Tokai Univ.  
Teruo Shimomura, FIT

#### General Co-Chairs

Monai Krairiksh, KMITL  
Somsak Choomchuwat, KMITL

#### Technical Program Co-Chairs

Chamroon Leosinwattana, KMITL  
Issarachai Ngamroo, KMITL  
Jiti Nukeaw, KMITL  
Vanchai Riewruja, KMITL  
Katsumi Hiraoka, Tokai Univ.  
Baorong Ni, FIT

#### General Secretaries

Taworn Benjanarasuth, KMITL  
Jiti Thawai, KMITL  
Jongkol Ngamwiwit, KMITL

#### Publication Chairs

Don Isarakorn, KMITL  
Sopol Jantarachot, KMITL

#### Publicity Chairs

Ochakorn Pharksuwan, KMITL  
Opal Suwunnamek, KMITL

#### Information Chairs

Pitak Thumwarin, KMITL  
Narin Tammarugwattana, KMITL  
Pikulkaew Tangtisanon, KMITL

#### Special Session Chairs

Kanchana Boonphak, KMITL  
Sumet Prabhavat, KMITL

#### Local Arrangement Chairs

Maradee Phongpipatpong, KMITL  
Wija Tintamora, KMITL  
Pranorn Yipisirimetee, KMITL

#### Finance Chairs

Amnach Khawne, KMITL  
Amporn Noisamrit, KMITL  
Jaroensook Suksasilapa, KMITL

#### Secretariats

Wiboon Prompanich, KMITL  
Tharinee Lumyong, KMITL  
Arunee Suwanthan, KMITL

#### Organized by:

King Mongkut's Institute of Technology  
Ladkrabang (KMITL), Thailand

#### Co-organized by:

- Tokai University, Japan
- Fukuoka Institute of Technology, Japan

#### Technical Sponsors:

- IEEE Thailand Section
- ECTI Association, Thailand
- Japan Society for Simulation Technology (JSST), Japan
- Institute of Control, Robotics and Systems (ICROS), Korea
- Trans Tech Publications Inc.
- Electrical Engineering Academic Association (EEAAT), Thailand

In conjunction with



### Integrated Solutions for Innovative Community

The International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST) was inaugurated in 2007. That first ICEAST was successful with more than 350 papers submission world-wide, of which 240 papers were included in the final program. To continuously provide a general forum for enhancing interdisciplinary interactions, dialogue, and collaborations among all engineers, scientists, technologists and related educators in various topics of current interest, the conference was organized again in Bangkok during November 21- 24, 2012.

The ICEAST-2013 will be again held in Bangkok during 21-24 August 2013. The philosophy of the conference is still preserved as its previous event. The conference topic relates 4 major fields; Food, Energy, Material, and Communications Information technology and electrical & Electronic engineering. The ICEAST will be held jointly with Regional Conference on Computer and Information Engineering (RCCIE-2013). Participants can attend the session at wish with no restriction. Papers submitted to ICEAST should describe original contribution in the following technical areas. However relevant topics are also welcomed.

#### Agricultural and Food Science Technology:

- Animal Production and Meat Science
- Aquaculture Technology and Aquatic Environment
- Biotechnology
- Food Science and Technology
- Biological and Food Engineering
- Plant Production
- Sustainable Management in Agriculture and Food Business

#### Computer and Information Engineering:

- Computer System and Applications
- Data Storage and Technology
- Wireless/Mobile/Wideband Communication
- Intelligent Communication System
- Circuit and System
- Signal Processing and Multimedia
- Power Electronics/Power Grids

#### Energy:

- Applied Energy
- Energy Conservation
- Energy Policy
- Energy Technology
- Renewable Energy
- Smart Grid

#### Material Science and Technology:

- Environmental Friendly Materials/ Biomaterials
- Materials Engineering
- Materials for Energy Conversion
- Materials Processing / Design/ Modeling and Simulation
- Micro/Nano Materials
- New Functional Materials

Authors are invited to submit a full paper (up to 6 pages) according to the posted guideline. Only electronic submissions will be accepted via the ICEAST 2013 website.

#### Important Dates:

- Deadline for Paper Submission: **Extended May 31, 2013** June 15, 2013
- Notification of Acceptance: June 30, 2013
- Deadline for Submission of Camera Ready Paper: July 15, 2013
- Deadline for Early Registration: July 15, 2013
- Conference Dates: August 21-24, 2013

Best Paper Award will be granted to the outstanding paper. The proceedings will be published by KMITL as a special issue of KMITL Science and Technology Journal. Top range papers will be selected to publish as Journal papers. For more information, please visit the ICEAST 2013 web-site. Further enquiries can be sent to a general secretary at: [iceast2013@kmitl.ac.th](mailto:iceast2013@kmitl.ac.th).

Conference website: <http://www.iceast.kmitl.ac.th/2013/>



Rev. 11.0



## **Organizing Committee**

### **General Chairs**

Tawil Paungma, KMITL, Thailand  
Jiro Takano, Tokai Univ., Japan  
Teruo Shimomura, FIT, Japan

### **General Co-Chair**

Monai Krairiksh, KMITL, Thailand  
Somsak Choomchuay, KMITL, Thailand

### **General Secretaries**

Taworn Benjanarasuth, KMITL, Thailand  
Jitti Thawai, KMITL, Thailand  
Jongkol Ngamwiwit, KMITL, Thailand

### **Technical Program Co-Chairs**

Chamroon Leosinwattana, KMITL, Thailand  
Issarachai Ngamroo, KMITL, Thailand  
Jiti Nukeaw, KMITL, Thailand  
Vanchai Riewruja, KMITL, Thailand  
Katsumi Hiraoka, Tokai Univ., Japan  
Baorong Ni, FIT, Japan

### **Publication Chairs**

Don Isarakorn, KMITL, Thailand  
Sopol Jantarachot, KMITL, Thailand

### **Publicity Chairs**

Opal Suwunnamek, KMITL, Thailand  
Ochakorn Pharksuwan, KMITL, Thailand

### **Information Chairs**

Pitak Thumwarin, KMITL, Thailand

Narin Tammarugwattana, KMITL, Thailand  
Pikulkaew Tangtisanon, KMITL, Thailand

**Special Session Chairs**

Sumet Prabhavat, KMITL, Thailand  
Kanchana Boonphak, KMITL, Thailand

**Local Arrangement Chairs**

Maradee Phongpipatpong, KMITL, Thailand  
Wija Tintamora, KMITL, Thailand  
Pranorm Yipisirimetee, KMITL, Thailand

**Finance Chairs**

Amnach Khawne, KMITL, Thailand  
Jaroensook Suksasilapa, KMITL, Thailand  
Amporn Noisamrit, KMITL, Thailand

**Secretariats**

Wiboon Prompanich, KMITL, Thailand  
Tharinee Lumyong, KMITL, Thailand  
Arunee Suwanthan, KMITL, Thailand





## List of Reviewers

Amporn	Poyai	Panuthat	Boonpramuk
Anurak	Prasatkhetragarn	Pichanan	Teesetsopon
Apiluck	Ueapiyateeranan	Punnama	Siriphannon
Aravinda	Kar	Ratchapak	Chitaree
Atsushi	Nakamura	Sanchai	Dechanupaprittha
Badin	Damrongsak	Sanya	Mitaim
Buppachat	Toboosung	Sarawan	Wongsa
Chanin	Bunlaksananusorn	Sarun	Sumriddetchkajorn
Chonlada	Ritvirulh	Shinsuke	Yamanaka
Darinee	Phromyothin	Sirapat	Pratontep
Dheerawan	Boonyawan	Sitthidet	Vachirasricirikul
Diew	Koolpiruck	Sompob	Polmai
Fuji	Masayoshi	Sorapong	Pavasupree
Hao	Chen	Supab	Choopun
Jaran	Sritharathikhun	Supanit	Porntheeraphat
Jer-Lai	Kuo	Suthee	Phoojaruenchanachai
Jonglak	Pahasa	Theerachai	Bongkarn
Keiichi	N. Ishihara	Tosawat	Sectawan
Komsan	Hongesombut	Vuttiapon	Tarateeraseth
Lee	Chow	Wandee	Onreabroy
Masayuki	Watanabe	Warakorn	Charoensuk
Mudtorlep	Nisoa	Winadda	Wongwiryapan
Narathip	Vittayakorn	Wiyong	Kangwansupamongkon
Nawin	Viriya-empikul	Worawat	Nakawiro
Ong	Lye Hock	Yang	Qian
Paiboon	Nakmahachalasint	Zhang	Chaohai

# Enhancement of Multi License Plate Location Technique Using Subtract Morphology Technique

Teerapon Yodrot

Department of Electronic and Telecommunication  
Engineering Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi  
Pathuthani Thailand 12110  
yodrod@hotmail.com

Jakkree Srinonchat

Department of Electronic and Telecommunication  
Engineering Rajamangala University of Technology  
Thanyaburi  
Pathuthani Thailand 12110  
Jakkree.s@en.rmutt.ac.th

**Abstract**— License plate recognition system (LPR) is wildly interested in image processing research area. This paper proposes the enhancement of multi license plate location technique using subtract morphology technique. The Top-hat operation and closing operation are used to reduce the background noise. The edge detection process is then operated using canny operator. The logical AND operation and subtraction technique are then used to reduce further noise. The results show that the propose technique provide 0% failed to detect the license plates and also it can detect one and multi license plates as 18 % and 82 % respectively. It can increase the performance 68% when compared to [2].

**Keywords**- Multi license plate location; Mathematical morphology; Edge detection

## I. INTRODUCTION

License plate recognition system (LPR) is wildly interested in image processing research area. It has many practical applications, such as non-stop automatic payment of tolls on highways, security in the parking, and traffic law enforcement.

A LPR system is mainly composed of three processing modules [1]: license plate location, character segmentation and character recognition. The license plate location is considered as the most crucial stage in LPR and it will directly affect to the qualities of character segmentation and character recognition. Therefore, if the vehicle license plate location detection technique performs very well, it will be the key to achieve of license plate recognition system.

Various approaches have been proposed to single license plate research area, such as in [2]. It used the Subtract Morphology. The filter produced the grayscale image by using the Top-hat operation and closing operation. This is followed by subtracting the Top-hat image. Then it converted the image into binary images to detect the edge by using canny operator and fill in the holes of the edge detected image. The result shows that it can successfully detect 97%. In [3] used the Mathematical morphology and edge detection. It changed the color image into the grayscale image by using the filter as erosion operation. Also it used the subtraction operation in order to obtain the prominent license plate region. Then it detected the edge by using the sobel operator. Using the

erosion operation and the close operation are provides the better performance in the condition of the license plate candidate region is obtained. The result is able to detect successfully is 96%. In [4] used the Compound Mathematical Morphology. The filter produced the grayscale image by using the opening and closing operation. Then the edge is detected by using the opening and dilation operator. Then, the filter technique is introduced to detect license plate by subtraction between the opening operator and dilation operator in order to obtain the prominent license plate region. The result shows that it can successfully detect 97.5%. In [5] used the color and edge information. It changed the color image into the negative values indicate blue and the positive values indicate yellow. It detected the vertical edge by using image horizontal differences algorithm for detect license plate The result shows that it can successfully detect The result shows that it can successfully detect 98.51%.

Moreover there are many research have been proposed in multi license plate, such as [6]. It used the Mathematical morphology and component filtering. It detected the vertical edge by using roughly locate the horizontal position for the candidate of license plate from the gradient value. The filter is produced the vertical edge image by using the closing and opening operation. Also the subtraction operation is the used in order to obtain the prominent license plate region. The result shows that it can successfully detect 98%. In [7] used the vertical edges of image between a license plate and its backgrounds. It used the Haar scaling function in wavelet transform to find the reference line of horizontal variation. The result shows that it can successfully detect 92.4 %.

According to the related research work above, there is many of an advantage and disadvantage. Therefore this paper proposed the development of the license plate location detection using subtract morphology technique for multi plate. This paper focuses to development in [2] which the license plate has a complex background and different colors of the car. Details of design and experiment based for license plate location are described in Section III. Then, the experiment and analysis of result are presents in Section IV. Finally, a conclusion will be summarized in Section V.

## II. LICENSE PLATE IMAGE ALGORITHM

### A. Grayscale conversion [3]

Every pixel of the color image has three different color components RGB but the grayscale image contains only brightness information. There is no color information in the relatively fast speed. Therefore, it is essential for the color image to be turned into the grayscale image. In general, the gray level of the gray image is 256. (0 – 255) Let  $G$  denote the gray value. In this paper, the calculation formula of the gray value  $G$  is:

$$G_{x,y} = 0.2989 * R_{x,y} + 0.5870 * G_{x,y} + 0.1140 * B_{x,y} \quad (1)$$

$G_{x,y}$  is Grayscale value at point (x,y)

$R, G, B$  are the color component of color image

### B. Morphology operations

Top-hat [8] transformation is a kind of morphological transform based on opening and closing operations. If  $f$  is gray scale original image,  $b$  is structure elements, then the opening operation ( $f_a$ ) is defined as the following: first eroding  $f$  by  $b$ , then using  $b$  to expand results as shown in (2).

$$f_a = (f \ominus b) \oplus b \quad (2)$$

Where  $f$  is Grayscale image

$b$  is Structure elements

Also, the closing operation ( $f_b$ ) is defined as the following: first expand  $f$  by  $b$ , then using  $b$  to erode results as shown in (3).

$$f_b = (f \oplus b) \ominus b \quad (3)$$

Top-hat operator bases on (2) and (3). It can be divided into opening Top-Hat operator as shown in (4) and closing Top-Hat operator as shown in (5) which are adjusted from (2) and (3) respectively.

$$f_{oth} = f - f_a \quad (4)$$

$$f_{csh} = f_b - f \quad (5)$$

This paper adjusts an opening Top-hat operator (4) by apply a closing Top-hat function to the (4) as shown in (6).

$$CTH = (f_{oth} \oplus b) \ominus b \quad (6)$$

Then (6) is subtracted with (4) as shown in (7).

$$SCT = CTH(x,y) - f_{oth}(x,y) \quad (7)$$

### C. Logic operator (AND)

The pixel of the output image in the noise removal as show in Fig. 1 is set to "1", if all input pixel contain a nonzero pixel. Otherwise, the pixel is set to "0"

$$Y_{x,y} = f(A_{x,y}, B_{x,y}) = A_{x,y} \bullet B_{x,y} \quad (8)$$

Where  $Y_{x,y}$  is logical AND result at point (x,y)

$A_{x,y}, B_{x,y}$  are original image at point (x,y)

## III. DESIGN AND EXPERIMENT

In this experiment, there are 100 digital images with size 300x400 pixels which contain of the multi license plate with the different background. However, in the area of license plate is used only the white background. Figure.1 shows the license plate detection diagram.

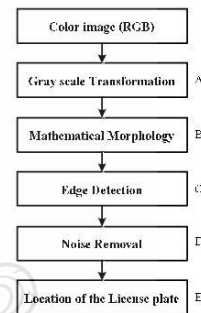


Figure 1. The license plate detection diagram

### A. Gray scale Transformation

The original color image is converted into grayscale images which usually contains only brightness information. Figure.2 shows color and gray scale image.



Figure 2. Color image (a) and gray scale image (b)



### B. Mathematical Morphology

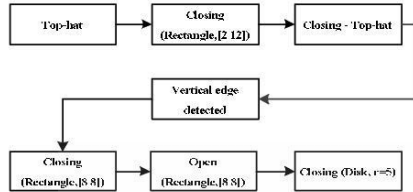


Figure 3. Mathematical Morphology diagram

Firstly, the grayscale image is filtered by using the Top-hat operation. The result shows that this stage can eliminate the luminosity of the background light which does not balance as shown in Figure 4(a). The result is then passes through the closing operation and then takes it to subtract technique between the output of this process and Figure 4 (a). The result shows that it can reduce the noise as shown in Figure 4. (b). The license plate region mainly consists of vertical edges. Therefore the vertical edge detection technique is applied to Figure 4(b) to eliminate horizontal edge. The result shows in Figure 4(c). Finally, at this stage, Figure 4 (c) is pass through the closing operation, opening operation and closing operation respectively to is notice and determine the license plates area. The result shows in Figure 4(d).

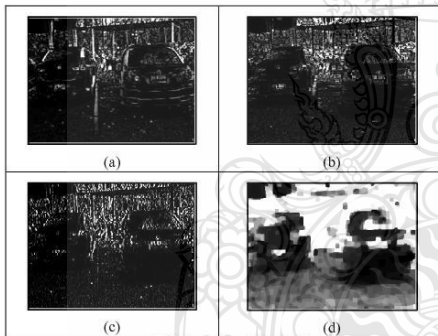


Figure 4. Mathematical Morphology image

### C. Edge detection

The result of the mathematical morphology image as shown in Figure 4 (d) is then converted into binary image as shown in Figure 5 (a). The next step is edge detection which normally consists of many techniques such as the Roberts operator, Sobel operator, Prewitt operator and Canny operator etc. In this experiment, the canny edge detection is used because it provides the good efficiency to show the continuously edge line as shown in Figure. 5 (b).

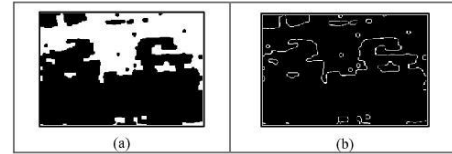


Figure 5. Edge detection

### D. Noise removal

- logical AND operation

To At the stage, Figure 5(b) is then filled the hole in the close loop of edge detected image. The result shows in Figure. 6(a). The next step is to eliminate the noise by using logical AND operation between Figure. 6(a) and 5(a). The result shows in Figure 6.(b).

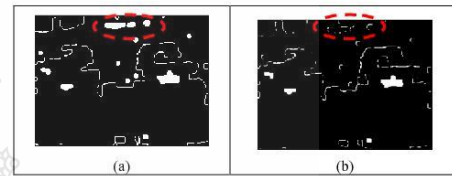


Figure 6. Fill holes AND Binary

- Subtraction operation

To reduce further noise, the Figure 4(a) is reversed the components using the complement technique. The complement technique will reverse a binary image as zeros become ones and ones become zeros. Then the reverse image is subtracted with Figure 6(b). The result is shown in Figure 7 (a). Finally the closing operation technique (3) is applied to the Figure 7(a) for fulfillment the internal gap of license plate image as shown in Figure 7 (b).

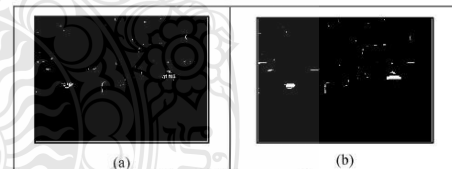


Figure 7. Noise removal image

### E. License plate location

From Figure 7(b) is then located the two maximum of white area which noticed to be the license plates location. Finally, the two maximum of white area are located, the centroid of each area is determined and then expand the centroid point to be rectangle area as size 20 x 40 pixels. The result is shown in Figure 8.

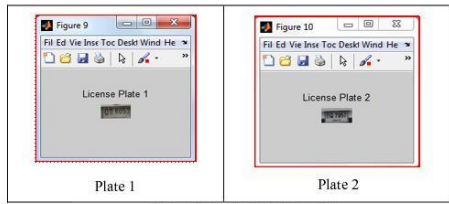


Figure 8. License plate images

#### IV. EXPERIMENT AND ANALYSIS OF RESULT

The method proposed in this paper is able to detect multi license plates. The 100 data image size 300x400 pixels, which are captured by digital camera within sunny and different colors of the car, are used as input data set. The license plate location results are shown in Table I.

TABLE I. COMPARISON OF PROPOSED METHOD

Result	Proposed Method	Method proposed in [2]
2 Plate Success	82 %	14 %
1 Plate Success	18 %	36 %
Fail	0 %	50 %

The Table 1 shows the comparison of the proposed technique with the method in [2]. The algorithm in [2] 50% failed to detect the multi license plates and also it can detect one and multi license plates as 36 % and 14 % respectively. Compare to the propose technique, it shows 0% failed to detect the license plates and also it can detect one and multi license plates as 18 % and 82 % respectively. Moreover, the license plate character regions, which are black/blue/green color, can also detect.

However, some failures are occurred in some areas that have the similar features with the license plate such as a shadow of sticker. Also the blur license plate is one of the fail reasons as well.

#### V. CONCLUSIONS

This paper proposes the Enhancement of multi license Plate location technique using subtract morphology technique license plate. The original color image has converted into grayscale images. The grayscale image is then filtered using Top-hat operation and closing operation to reduce the background noise. Then the edge detection process is operated using canny operator and also the fill holes technique is used to fulfillment the close loop area. The logical AND operation and subtraction technique are then used to reduce further noise. The result of this experiment shows that it can be improve the performance of license plate location specially multi plate license when compare to the [2]. The result is able to detect multi plates successfully that it is more increasing 68%.

#### REFERENCES

- [1] Wei Pan, Nafei Yang, "A new method of vehicle license plate location under complex scenes," International Conference on Advanced Computer Control, pp. 134-138, Mar 2010.
- [2] T. Yodrot, J. Srinonchat, "License Plate Location Using Subtract Morphology Technique," National Conference on Information Technology, pp. 65-58, Feb 2013.
- [3] Hu Hongping, Bai Yanping, "A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection," International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, pp. 2291-2294, Aug 2011.
- [4] Xiong Chunrong, Huang Wenming, "License Plate Location Based on Compound Mathematical Morphology," International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, pp. 701-704, Oct 2009.
- [5] Lei Xu, "A new method for license plate detection based on color and edge information of Lab space," International Conference on Multimedia and Signal Processing, pp. 99-102, May 2011.
- [6] Chirag N. Paunwala, Sunprava Patnaik, and Manoj Chaudhary, "Multiple License Plate Extraction Based on Mathematical Morphology and Component Filtering in Indian Traffic Condition," International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, pp. 240-242, Oct 2010.
- [7] Ching-Tang Hsieh, Yu-Shan Juan, and Kuo-Ming Hung, "Multiple License Plate Detection for Complex Background," Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, vol. 2, pp. 389-392, Mar 2005.
- [8] Fan Li-nan, Li Dao-jing, Sun Shen-shen, and Chang Chao-hai, "Applied research on the automatic detection of lung nodules ROI based on Top-hat and Gabor filter," Third International Symposium on Information Processing, pp. 533-536, Oct 2010.



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายธีรพล ยอดโรจน์
วัน เดือน ปีเกิด	5 สิงหาคม 2529
ที่อยู่	102 หมู่ 3 ตำบลท่าดี อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80230
การศึกษา	
2553	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2550	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
2548	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประสบการณ์การทำงาน	
2553 – 2555	ตำแหน่ง วิศวกร บริษัท นิเค็คโคปาล (ประเทศไทย) จำกัด
เบอร์โทรศัพท์	08-5785-9332
อีเมล	yodrod@hotmail.com

