

# หนังสือรับรองความเป็นเอกสารลักษณ์

ข้าพเจ้าผู้ลงนามข้างท้ายนี้ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นรายงานที่มีความเป็นเอกสารลักษณ์ โดยมิได้ตัดต่อมาจากที่ได้ที่หนึ่งมา เนื้อหาทั้งหมดถูกตรวจสอบตามขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดทำโครงการ และหากทำการคัดลอกข้อความหรือส่วนใดส่วนหนึ่งมาจากการแหล่งที่มาหรือเอกสารอื่นๆ ข้าพเจ้าก็ได้อ้างอิงเอกสารเหล่านั้นไว้อย่างเหมาะสมแล้วในส่วนของบรรณาธิการและขอรับรองว่า รายงานฉบับนี้เป็นรายงานที่มิได้นำเสนอต่อสถาบันใดมาก่อน

นางสาว ดุสิตา ล่องเชียง

ผู้จัดทำ

5 มีนาคม 2552

# กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการ Plate Detection in Traffic Control Designed for Video Surveillance System นี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นิคม สุวรรณภร ผู้ให้คำแนะนำ  
คำปรึกษา ในการดำเนินงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทุกๆท่านที่ได้ประสิทชีปะสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า รวมไปถึง  
ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ และคำแนะนำในการทำโครงการนี้ให้สำเร็จไปได้  
ด้วยดี

ผู้จัดทำ

น.ส.ศุสิตา ล่องเชิง

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการวิเคราะห์ความปลอดภัยเกี่ยวกับรถยนต์กำลังได้รับความนิยม และมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ในกรณีรถชนตู้สูญเสียก็สามารถที่จะติดตามได้จากข้อมูลที่มือถือ โดยสิ่งหนึ่งที่รถยนต์ทุกคันมีเหมือนกันคือป้ายทะเบียนรถยนต์

โครงการนี้เป็นการนำเสนอการตรวจหาป้ายทะเบียนรถยนต์ภาษาไทย โดยการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิตอลมาจัดการกับป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยเริ่มจากการหาบริเวณที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนของมาก่อน เพื่อให้ได้แผ่นป้ายทะเบียนของมา จากนั้นจึงทำการจำแนกตัวอักษรและตัวเลขออกเป็นตัวอักษรเดียว เพื่อนำไปใช้พัฒนาต่อไป

## Abstract

At present, the vehicle safety technology based on image processing is gaining popularity because it can apply many advantages, for example stolen car verification. The technology concept assumes that all vehicles already have a unique identification. Such as the license plate.

This project presents the Thai license plate detection. This system is based on a new image processing technique. In the first step, it localizes the area of license plate. The region of interest is composed of groups of characters and numbers. Then, the system operates on this image by separating each character and number based on image processing project method.

The project shows. The overall process in detail with results experimented in laboratory and in real situation.

# สารบัญ

หนังสืออวบรองความเป็นเอกลักษณ์ .....	i
กิติกรรมประกาศ .....	ii
บทคัดย่อ .....	iii
Abstract .....	iv
สารบัญ .....	v
สารบัญรูปภาพ .....	vii
สารบัญตาราง .....	ix
สารบัญคำย่อ .....	x
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมา (Motivation) .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.4 แผนการดำเนินงาน .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน .....	5
2.1 ภาพเชิงตัวเลข .....	5
2.2 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข .....	8
2.3 การสร้างภาพใบหน้า .....	11
2.4 การหาข้อบกพร่อง .....	13
2.5 การค้นหาข้อบกพร่องด้วย Canny .....	16
2.6 กระบวนการรู้จักร่างลักษณะ .....	29

2.7	The Freeman chain code.....	22
2.8	The Douglas-Peucker algorithm .....	23
2.9	การหาจุด .....	24
2.10	OpenCV .....	27
2.11	ประเภทของป้ายทะเบียนและรูปแบบอักษร .....	27
<b>บทที่ 3</b>	<b>รายละเอียดการทำงาน .....</b>	<b>28</b>
3.1	การระบุหาตำแหน่งแต่ละป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง .....	30
3.2	การตรวจสอบความเอียงของป้ายทะเบียนรถยนต์ .....	33
3.3	การตัดแยกตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์ .....	35
3.4	การระบุหาตำแหน่งแต่ละป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด.....	42
3.5	การระบุหาตำแหน่งแต่ละป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องแบบ realtime ....	47
<b>บทที่ 4</b>	<b>สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>50</b>
	<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>51</b>
	<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>52</b>

# สารบัญรูปภาพ

---

รูปที่ 2-1 ภาพแบบ 2 สี .....	5
รูปที่ 2-2 รูปแสดงภาพ binary และ pixel value ของภาพ binary.....	6
รูปที่ 2-3 แสดง gray image และ แสดง 8 bit gray scale .....	6
รูปที่ 2-4 รูปแสดงภาพ RGB และ pixel value ของภาพ RGB .....	7
รูปที่ 2-5 รูปแสดง indexed image และpixel value .....	7
รูปที่ 2-6 ภาพแสดงการเปลี่ยนเทียบระหว่าง 1)Binary Image 2)Gray Image 3)Color Image ..	8
รูปที่ 2-7 แสดงการได้มาซึ่งภาพ.....	8
รูปที่ 2-8 แสดงกระบวนการ Sampling และ Quantization.....	9
รูปที่ 2-9 แสดงก่อนและหลังการทำ Sampling และ Quantization.....	9
รูปที่ 2-10 ภาพตั้งต้น .....	15
รูปที่ 2-11 อนุพันธ์อันดับสองของภาพตั้งต้น.....	15
รูปที่ 2-12 ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny.....	16
รูปที่ 2-13 แสดงตัวอย่างการขยายขนาดข้อมูล และการกร่อนข้อมูลภาพ .....	20
รูปที่ 2-14 แสดงตัวอย่างเปลี่ยนเทียบการขยายขนาดข้อมูล การกร่อนข้อมูลภาพ .....	21
รูปที่ 2-15 แสดงกระบวนการหา Chain Code และค่า Chain Code ที่ได้ .....	22
รูปที่ 2-17 แสดงกระบวนการทำงานของ The Douglas-Peucker algorithms .....	22
รูปที่ 2-18 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า .....	27
รูปที่ 2-19 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบใหม่ .....	27
รูปที่ 2-20 แสดงการเปลี่ยนเทียบระหว่างตัวเลขป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่าและแบบใหม่ .....	27
รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการทำงานในการประมาณส่วนกรอบป้ายทะเบียนรถยนต์ และตัดแยก .....	29
รูปที่ 3-2 แสดงการนำภาพนิ่งมาทำการแปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale.....	30

รูปที่ 3-3 แสดงการนำภาพแบบ Gray Scale มาหาขอบด้วยวิธีการของ canny .....	30
รูปที่ 3-4 แสดงการนำภาพขอบที่หาด้วยวิธีการของ canny มาผ่านกระบวนการ Dilate .....	31
รูปที่ 3-5 แสดงการนำภาพจากกระบวนการ Dilate มาผ่านกระบวนการ Erosion .....	31
รูปที่ 3-6 แสดงการรวมข้อมูลที่ได้จากการค้นหา .....	33
รูปที่ 3-7 แสดงการแบ่งตำแหน่งซ้าย ขวา บน ล่าง ของจุดที่ได้ .....	33
รูปที่ 3-8 แสดงตัวอย่างการบิดภาพ .....	34
รูปที่ 3-9 แสดงภาพที่ได้หลังการบิดภาพ .....	34
รูปที่ 3-10 แสดงการแปลงภาพป้ายทะเบียนส่วนที่ตัดมาได้ให้อยู่ในรูปแบบ Binary .....	35
รูปที่ 3-11 แสดงภาพตัวอย่างการโปรเจคชันในแนวอน rak และแนวตั้ง .....	36
รูปที่ 3-12 แสดงขั้นตอนการแบ่งบริเวณที่เป็นหมายเลขทะเบียนและจังหวัด .....	36
รูปที่ 3-13 แสดงภาพที่ได้จากการตัดบริเวณส่วนที่เป็นແບສีดា .....	37
รูปที่ 3-14 แสดงขั้นตอนการแบ่งบริเวณที่เป็นหมายเลขทะเบียน .....	37
รูปที่ 3-15 แสดงภาพที่ได้จากการตัดบริเวณส่วนที่เป็นແບສีดា .....	38
รูปที่ 3-16 แสดงภาพที่ได้จากการตัดแบ่งตัวอักษรในแนวตั้งส่วนของจังหวัด .....	38
รูปที่ 3-17 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีดำหลังพื้นสีขาวบนฉากสีต่างๆ .....	47
รูปที่ 3-18 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีเขียวหลังพื้นสีขาวบนฉากสีต่างๆ .....	47
รูปที่ 3-19 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีดำหลังพื้นสีเหลืองบนฉากสีต่างๆ .....	48
รูปที่ 3-20 แสดงภาพเมื่อนำไปร่วมกับระบบ .....	49

# สารบัญตาราง

---

ตารางที่ 1-1 แสดงแผนการดำเนินงาน .....	3
ตารางที่ 3-1 ผลการทดลองการตรวจสกัดความเสี่ยงของป้ายทะเบียนรถยนต์และการตัดแยก ตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์.....	39
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างผลการทดลองตรวจหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง <sup>วงจรปิด</sup> .....	43

# ສາບປຸງຄໍາຢ່ອ

OpenCV

Open Source Computer Vision Library

---

# บทที่ 1 บทนำ

---

## 1.1 ความเป็นมา

ในภาวะสังคมปัจจุบัน ท่ามกลางโลกแห่งการสื่อสาร ชีวิตระบบที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาภารกิจที่สำคัญที่สุดคือการติดต่อสื่อสารและเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันโดยปฏิเสธไม่ได้ว่าการดำเนินชีวิตของผู้คนในปัจจุบันจะต้องเกี่ยวพันกับการเดินทางอยู่เสมอ ด้วยหากจะดีไม่น้อยถ้าเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าขึ้นนี้จะสามารถเพิ่มความสะดวกสบาย การรักษาความปลอดภัย ประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการเดินทางให้กับผู้คนด้วย

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันสำหรับเมืองใหญ่ๆ หรือแม้แต่ในต่างจังหวัด ทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณพาหนะในแต่ละปีมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งรถยนต์นับเป็นพานะชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ใน การเดินทาง การขนส่ง สังเกตได้จากการเพิ่มปริมาณของจำนวนรถยนต์ในแต่ละปีที่สูงขึ้น เมื่อมีจำนวนรถเพิ่มมากขึ้น ก็ทำให้ยากที่จะควบคุม ตรวจสอบ การจัดการดูแลความความปลอดภัยและระบบจราจร อาทิเช่น ระบบควบคุมการจอดรถภายในอาคาร ระบบเก็บค่าใช้บริการทางด่วน ระบบป้องกันการจอดรถในตัวอาคาร รวมทั้งระบบรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ชุมชน ซึ่งเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อคุณภาพชีวิตของประชากร ทำให้เกิดความต้องการในการตรวจสอบ การจำแนกป้ายทะเบียนรถยนต์ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการตรวจสอบที่เข้าอกในสถานที่ต่างๆ เช่น ลานจอดรถของห้างสรรพสินค้า หรือสถานที่สำคัญต่างๆ ทั้งโดยการใช้กล้องวงจรปิดเพื่อจับภาพเคลื่อนไหว ซึ่งยังทำได้เพียงเก็บภาพจากกล้องวงจรปิดเท่านั้น หรือการใช้คนในการตรวจสอบและทำการเก็บข้อมูล ซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้าและความผิดพลาดบ่อยครั้ง เมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้นหรือต้องการติดตามรถที่มีพฤติกรรมน่าสงสัยจึงทำได้ยากและขาดประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพรพยายามลดโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้สอดคล้องกับความต้องการนั้นเอง ซึ่งเป็นที่มาของโครงการนี้ ในการสร้างโปรแกรมเพื่อตรวจสอบป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ได้จากการกล้องวงจรปิด แสดงผลข้อมูล โดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์งานในด้านต่างๆ เช่น วิธีการประมวลผลภาพ (Image processing) ทั้งยังทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว รวมถึงมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากกว่า เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้งานต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการนี้ คือ การนำเอาภาพวีดีโอจากกล้องวงจรปิดมาทำการวิเคราะห์เพื่อระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ และทำการติดตาม (Tracking) แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์เหล่านั้น เพื่อการนำไปรับประจุคุณภาพของภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ และเพื่อการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพของภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในระหว่างทำการติดตาม เพื่อทำให้สามารถเลือกข้อมูลที่ดีที่สุดจากภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์นั้นๆ จากช่วงเวลาที่ปรากฏได้ โดยในกรณีที่มีคุณภาพของข้อมูลดีพอสมควรนั้น จะทำการตัดภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อนำวิเคราะห์ต่อไป โดยการนำตัวอักษรในภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์มาทำการแยกตัวอักษรหรือตัวเลขเป็นตัวอักษรเดียวๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ทำการค้นหาภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้องวีดีโอในระยะทางโดยประมาณ 10 เมตร

1.3.2 ใช้หลักการประมวลผลภาพดิจิตอลในการประมวลผลภาพป้ายทะเบียนรถยนต์

1.3.3 โปรแกรมสามารถค้นหาแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

1.3.4 มีการปรับปรุงคุณภาพของภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ระหว่างการติดตาม (Track)

1.3.5 เก็บบันทึกภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์เฉพาะตอนที่มีคุณภาพดีที่สุด

1.3.6 ภาพที่ได้ต้องเป็นภาพที่สามารถอ่านได้ด้วยสายตาปกติ ซึ่งอย่างน้อยสามารถเห็นตัวเลขและตัวอักษรในภาพ ได้อย่างชัดเจนและครบถ้วน

1.3.7 ข้อมูลภาพนำเข้าจะต้องเป็นภาพที่มองเห็นป้ายทะเบียนได้อย่างชัดเจน เช่น ป้ายทะเบียนจะต้องไม่เป็นอนุนัตินอกนั้น หรือตัวอักษรบนป้ายทะเบียนต้องชัดเจนไม่มีซีดจาง

1.3.8 ป้ายทะเบียนที่มีรูปภาพหรือลวดลายเป็นพื้นหลังจะไม่นำมาใช้งาน

## 1.4 แผนการดำเนินงาน

เดือน ขั้นตอน	ภาคการศึกษา/ ภาคการศึกษา/	เดือน											
		2/2550				1/2551				2/2551			
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.ศึกษาข้อมูล	Motion Detection , Hough Method ,Candy Method,  Point Tracking												
2.การหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์													
3.การปรับปรุงภาพและการแยกตัวอักษรตามแนวอน/แนวตั้ง													
4.การนำโปรแกรมที่ได้ไปรวมกับโปรแกรมหลักเพื่อทำการทดสอบ													

ตารางที่ 1-1 แสดงแผนการดำเนินงาน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เรียนรู้กระบวนการประมวลผลภาพดิจิตอลวิธีการต่างๆ

1.5.2 ได้ศึกษาโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิตอล

1.5.3 สามารถค้นหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์และสามารถแยกตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ได้

## บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ

### 2.1 ภาพเชิงตัวเลข (Digital Image)

Digital Image เป็นการจับภาพจากสิ่งแวดล้อม หรือ ทำสำเนาภาพจากเอกสารให้อยู่ในรูปแบบของ อิเล็กทรอนิกส์ เช่น รูปถ่าย เอกสารที่เขียนด้วยมือ เอกสารพิมพ์ และพิมพ์เขียว เป็นต้น โดย Digital images จะอยู่ในรูปของแผ่นตารางโดยแต่ละช่องจะเป็นส่วนหนึ่งของภาพหรืออักษร เรียกแต่ละจุดหรือช่องนั้นว่า “pixel” แต่ละ pixel จะถูกกำหนดให้มีระดับของความเข้ม (สีดำ สีขาว สีเทาหรือสีอื่นๆ) ซึ่งแสดงให้อยู่ในรูป ของ รหัส Binary (0 และ 1) แต่ละ pixel ก็จะแทนด้วย Binary digital (“bits”) จะถูกเก็บเป็นลำดับใน computer และโดยทั่วไปจะถูกลดขนาดลงด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (บีบอัดให้เล็กลง) แต่ละ bit จะถูก แปลและอ่านโดย computer ให้เป็นแบบ Analog ซึ่งเป็นรูปภาพ หรือ แผ่นพิมพ์

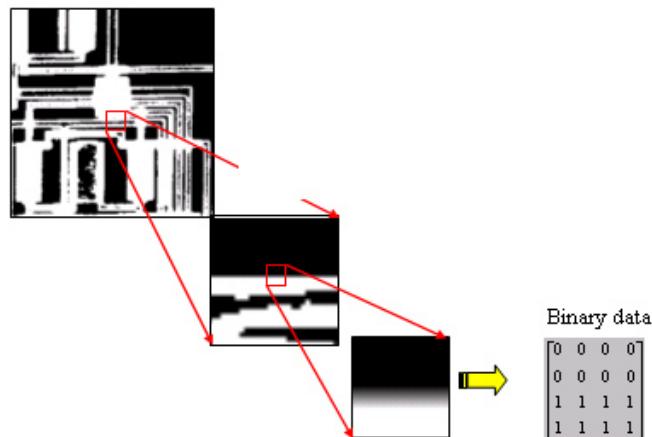
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

รูปที่ 2-1 ภาพแบบ 2 สี แสดงให้เห็นแต่ละ Pixel ถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 แสดงเป็นสีดำ และ 1 แสดงเป็นสีขาว

ชนิดของภาพเขิงตัวเลข (Digital Image Type) แบ่งออกเป็นหลายประเภท ได้แก่

### 2.1.1 ภาพไบนารี (Binary Image/Black and White Image)

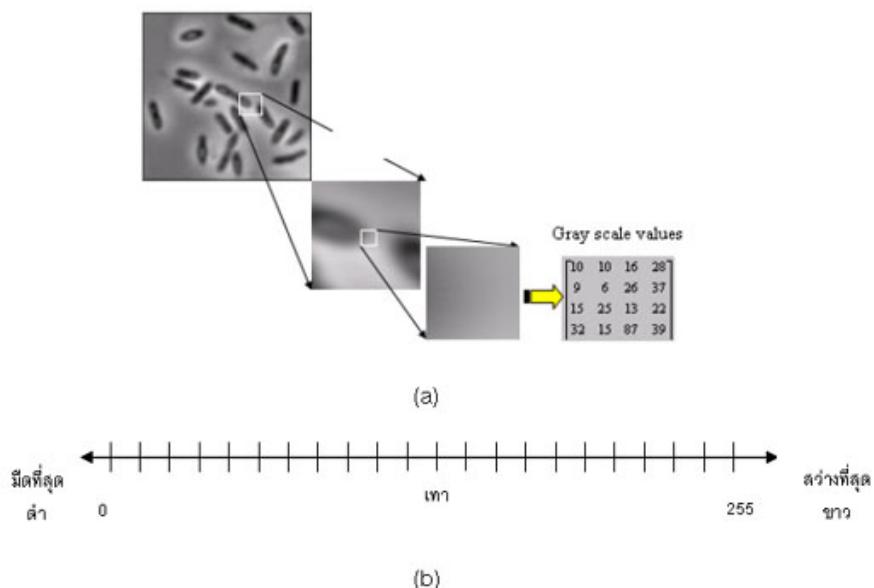
ค่าในแต่ละ pixel ของ binary image จะใช้แค่ 1 บิต ซึ่งจะมีค่าที่เป็นไปได้คือ 0 (สีดำ) และ 1 (สีขาว) เท่านั้น ดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 รูปแสดงภาพ binary และ pixel value ของภาพ binary

### 2.1.2 ภาพสีเทา (Intensity Image /Monochrome Image/Gray Image)

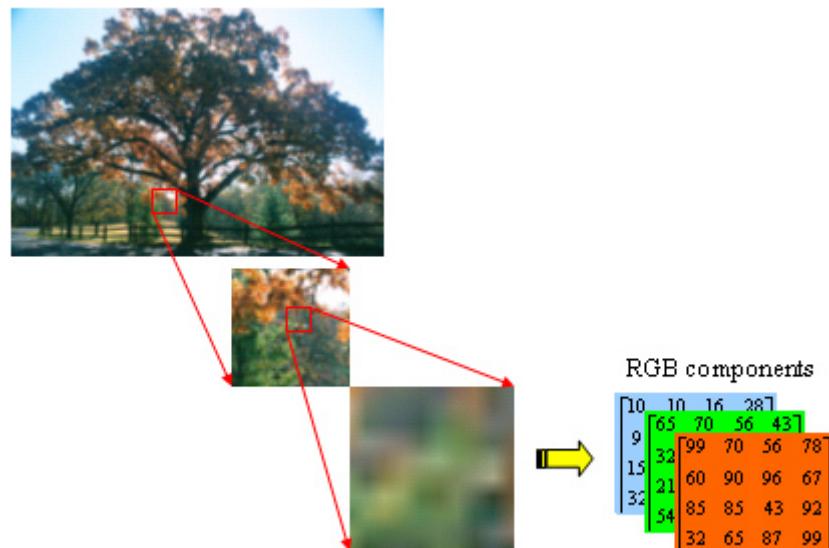
ค่าในแต่ละ pixel ของ gray image คือค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของ pixel ซึ่งจะอยู่ในรูปของ gray scale (gray level) ดังรูปที่ 2-3 (a) ค่าที่เป็นไปได้ของ gray scale จะขึ้นอยู่กับจำนวน bit ที่ใช้ ตัวอย่างเช่น 8-bit monochrome จะมี gray scale ทั้งหมด 256 ระดับ ดังรูปที่ 2-3 (b)



รูปที่ 2-3 (a) แสดง gray image และ pixel value ของ gray image (b) แสดง 8 bit gray scale

### 2.1.3 ภาพสี (Color Image/RGB Image)

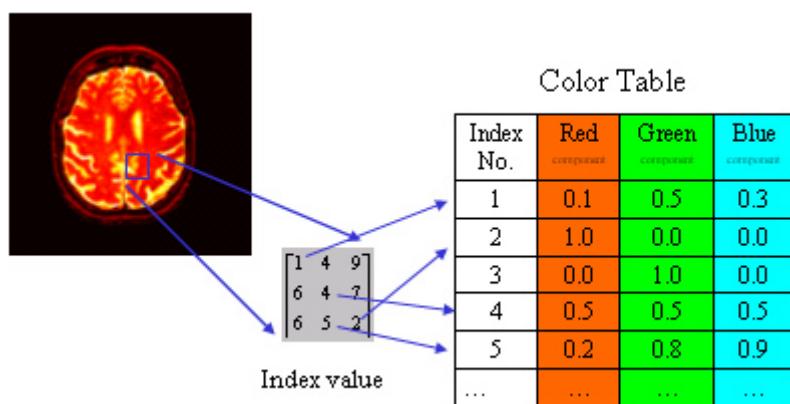
ค่าในแต่ละ pixel ของ color image จะประกอบไปด้วย vector ที่แสดงค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อย่างละ 8 บิต ดังนั้น RGB image 1 pixel จะประกอบไปด้วยจำนวนบิตทั้งหมด 24 บิต ทำให้ RGB image มีจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด  $2^{24}$  สี ประมาณ 16.7 ล้านสี ตัวอย่างดังรูปที่ 2-4



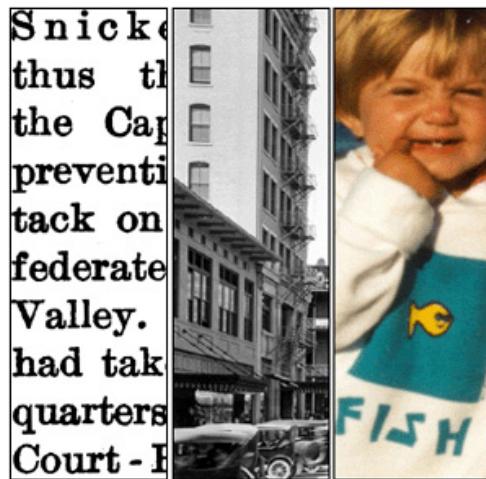
รูปที่ 2-4 รูปแสดงภาพ RGB และ pixel value ของภาพ RGB

### 2.1.4 ดัชนีภาพ (Indexed Image)

ค่าในแต่ละ pixel ของ indexed image จะประกอบไปด้วยค่า index number ขนาด 8 บิต ซึ่งจะซื้อไปยังค่าของสีในตารางสี ดังนั้น ถ้าเราต้องการที่จะทราบค่าสีในแต่ละ pixel เราจะต้องไปดูค่าในตารางสีที่ index ตรงกับค่าใน pixel ดังรูปที่ 2-5



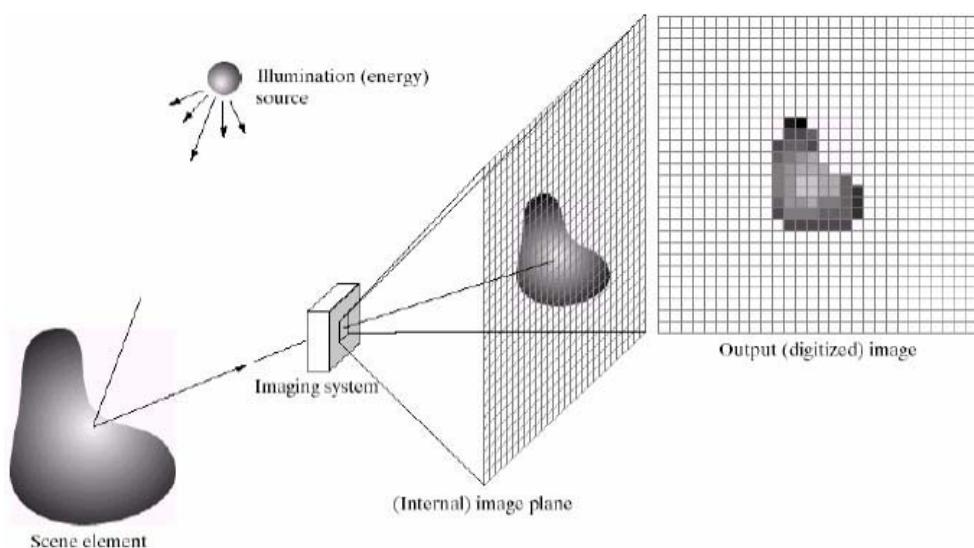
รูปที่ 2-5 รูปแสดง indexed image และpixel value ของ indexed image



รูปที่ 2-6 ภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง 1)Binary Image 2)Gray Image 3)Color Image  
เรียงจากซ้ายไปขวา

## 2.2 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (*Digital Image Processing*)

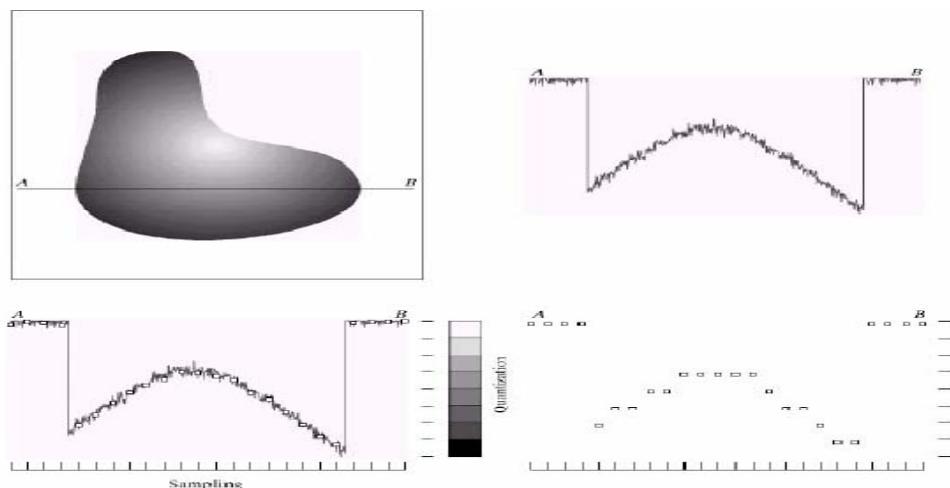
การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการแปลงภาพให้เป็นตัวเลข โดยที่ตัวเลขจะแทนอยู่ในลักษณะของตัวเลขในแมตริกซ์ ซึ่งค่าของแต่ละจุดพิกเซล (pixel) ของภาพจะถูกแทนในรูปของฟังก์ชัน  $f(x,y)$  (gray-level value) ที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ โดยค่าของ  $f(x,y)$  แต่ละจุดนั้นขึ้นอยู่กับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ซึ่งเรียกว่า Gray Level



รูปที่ 2-7 แสดงการได้มาซึ่งภาพ

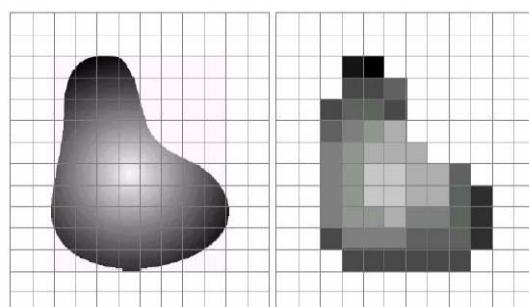
### 2.2.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

การแปลงภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลภาพข้อมูลแบบดิจิตอล(Digital Image) เป็นภาพแปลงมาจากอนาลอก ออยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาลอกจะถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า พิกเซล(pixel) การบอกร่องรอยของแต่ละพิกเซลจะใช้  $(x,y)$  เป็นตัวระบุตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ใน 2 มิติ (2-Dimention) โดยที่  $f(x,y)$  จะเป็นตัวบอกร่องค่าของระดับสีเทาของแต่ละพิกเซล เราสามารถแปลงภาพหรือสัญญาณอนาลอกเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลได้โดยมีวิธีการดังนี้



รูปที่ 2-8 แสดงกระบวนการ Sampling และ Quantization

เมื่อเรานำภาพหรือสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลผลผ่านมาที่ส่วนที่เรียกว่า ดิจิตайเซอร์ (Digitizer) ซึ่งทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการความตัด (Quantizing) เพื่อที่จะประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ พิกเซลชั้นของภาพ  $f(x,y)$  จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระบบของภาพ ซึ่งเราเรียกว่า การสัมภาพ(Image Sampling) ของพิกเซลที่ได้เรียกว่าการความตัดชั้นระดับสีเทา(Gray level quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล สมมุติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง  $f(x,y)$  ถูกดิจิตาลีซ์ในรูปแบบ  $x$  และ  $y$  เป็นช่วงๆ เท่ากัน



รูปที่ 2-9 แสดงก่อนและหลังการทำ Sampling และ Quantization

เราสามารถจัด  $f(x,y)$  ให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ขนาด  $N \times N$  ได้ดังสมการที่ (2-1)

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

ซึ่งทางขวาของสมการ จะเรียกว่า ภาพดิจิตอล และทุกๆ สมาชิกของเมตริกซ์ จะเรียกว่าพิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้น จะเห็นได้ว่า เราสามารถทราบขนาดของความละเอียดของภาพ  $N \times N$  พิกเซล และจำนวนระดับของเกรย์สเกล ในทางปฏิบัติการทำความตื่นเต้นในระบบภาพดิจิตอล จะมีค่าดัง สมการที่ (2-2)

$$B = N \times N \times M \text{ พิต} \quad (2-2)$$

เมื่อ  $B$  = ขนาดของข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล

$G$  = จำนวนของเกรย์สเกล ที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

$M$  = จำนวนบิตที่ใช้ในการแทนข้อมูลภาพ 1 พิกเซล

โดย  $M$  สามารถหาได้จาก

$$G = 2M \quad (2-3)$$

## 2.3 การสร้างภาพใบหน้า

อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ หรือ 2 สี คือ สีขาวกับสีดำยังมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องโทรสาร (Fax) จะแสดงผลแบบโมโนโครม (Monochrome) เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกดังนั้นการแสดงผลหรือการพิมพ์จึงภาพที่มีความเข้มข้นของภาพหลายระดับซึ่งมีมากกว่าความสามารถในการแสดงผลของอุปกรณ์เหล่านั้นที่มีเพียงสองระดับเท่านั้น

จะเห็นได้ว่าการแสดงผลของภาพที่มีความเข้มหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับนั้น จะต้องแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพแบบไบนารี่ (Binary Image) ซึ่งการสร้างภาพแบบไบนารี่ ก็การแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ (Multilevel Image) ให้เป็นภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับ หรือ 1 บิต (bit) นั่นเอง โดย 0 แทน ด้วยจุดที่มีภาพสีขาว และ 1 แทนด้วยจุดที่มีภาพสีดำ เมื่อเสร็จขั้นตอนในการทำไบนารี่ จึงนำภาพที่ได้ไปแสดงผลที่อุปกรณ์เหล่านั้นจะเห็นได้ว่าการแปลงข้อมูลภาพหลายระดับเป็นภาพไบนารี่ จึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์มากในการแสดงผลภาพที่มีระดับความเข้มของภาพหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ 2 ระดับสำหรับประโยชน์อีกประการหนึ่งในการแปลงข้อมูลภาพนั้นเป็นภาพไบนารี่ คือการลดเนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพจะใช้เนื้อที่การเก็บ 8 บิต หรือ 256 ระดับ เมื่อสร้างเป็นภาพไบนารี่ เมื่อสร้างเป็นภาพไบนารี่แล้วสามารถลดลงจากเดิมได้ถึง 8 เท่า นั่นคือ 1 จุดจะใช้เนื้อที่ในการเก็บทั้งหมดคือ 1 บิต อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานได้อีกเพร่หลาย เช่น การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)

ในการสร้างภาพไบนารี่ สามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการทำเทราชไฮล (Thresholding Technique) เป็นการพิจารณาจุดพิเศษในภาพว่าจุดใดควรจะเป็นจุดขาวที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือจุดใดควรจะเป็นจุดที่มีค่าเท่ากับ 1 โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล ( $f(x,y)$ ) กับค่าคงที่ที่เรียกว่าค่า เทราชไฮล (Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับสีขาวของป้ายทะเบียนและสีดำที่เป็นตัวอักษรของป้ายทะเบียน โดยค่าของพิกเซลในภาพ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทราชไฮลจะถูกกำหนดเป็น 1 (จุดดำ) และถ้าค่าของพิกเซลใดๆ ในภาพที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทราชไฮลจะถูกกำหนดให้เป็น 0 (จุดขาว)

$$0; g(x,y) < Thr$$

$$b(x,y) = \begin{cases} 1 & ; g(x,y) \geq Thr \\ 0 & ; g(x,y) < Thr \end{cases} \quad (2-4)$$

- $b(x,y)$  ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพแบบไบนารี่  
 $g(x,y)$  ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง 1 ระดับ  
 $Thr$  ค่าเทราชไฮลเป็นค่าคงที่ที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง  $L$  ระดับ  
0 จุดขาว 1 จุดดำ โดยที่  $L$  เป็นระดับความเข้มของจุดภาพสูงสุด

ในการสร้างภาพใบหน้าโดยใช้เทคนิคเทโรซิโอลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและคมชัด จะต้องเกิดจากการเลือกค่าเทโรซิโอลที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าเลือกค่าเทโรซิโอลไม่เหมาะสม เช่น ค่าเทโรซิโอลที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ภาพที่ได้จะขาดความคมชัด หรืออาจจะทำให้รายละเอียดของภาพขาดหายไป หรือภาพที่ได้อาจจะมีดเกินไป หรือสว่างเกินไป หรืออาจจะเป็นภาพที่มีสิ่งรบกวน(Noise) เกิดขึ้นทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้มีขัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาในการสร้างภาพแบบใบหน้าคือ ทำอย่างไรจึงจะคำนวณค่าเทโรซิโอลที่เหมาะสมกับภาพแต่ละภาพที่จะมาสร้างเป็นภาพแบบใบหน้า ซึ่งค่าเทโรซิโอลสามารถคำนวณได้หลายวิธี แต่ละวิธีจะเหมาะสมการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทโรซิโอลโดยการกำหนดล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าเทโรซิโอลจากค่ากลาง (Midrange Threshold Value) แต่ละวิธีจะอธิบายได้ดังนี้

### 2.3.1 การหาค่าเทโรซิโอลโดยการกำหนดล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value)

การหาค่าเทโรซิโอลโดยการกำหนดล่วงหน้าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เป็นการคำนวณค่าโดยการกำหนดเองของผู้ใช้ ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ที่เรียกว่าค่าเทโรซิโอลนั้น ค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลอินพุตแต่ละพิกเซลของภาพ เช่น ภาพข้อมูลอินพุตมีเกรย์เลเวล (Gray Level) 256 ระดับจะมีค่าทั้งหมด 0-255 เมื่อเลือกค่าเทโรซิโอลแล้วก็สามารถนำค่าเทโรซิโอลเป็นตัวกำหนดในการสร้างภาพใบหน้าได้

### 2.3.2 การหาค่าเทโรซิโอลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value)

การหาค่าเทโรซิโอลโดยพิจารณาจากค่ากลางเป็นการหาค่าเทโรซิโอลที่แตกต่างจากการหาค่าเทโรซิโอลโดยการกำหนดล่วงหน้า สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทโรซิโอลวิธีนี้อาศัยหลักการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทโรซิโอลที่คำนวนได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าที่มีความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของข้อมูลอินพุต เมื่อทำการคำนวณค่าเทโรซิโอลได้แล้ว ก็จะสามารถนำค่าเทโรซิโอลเป็นตัวกำหนดในการสร้างภาพใบหน้าได้

## 2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพ เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ เราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรูปจำ ชนิดของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตาม การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังกับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ

โดยขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังนั้นถ้าหากความเข้มแสงมีค่าความแตกต่างมากจะทำให้ขอบภาพมีความชัดเจน ในทางตรงข้ามถ้าหากมีค่าความแตกต่างน้อยขอบภาพจะไม่ชัดเจน

ซึ่งการหาขอบภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.4.1 การหาขอบภาพโดยใช้ออนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method)

2.4.2 การหาขอบภาพโดยใช้ออนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

**2.4.1 การค้นหาขอบภาพโดยใช้ออนุพันธ์อันดับหนึ่ง**

วิธีการค้นหาขอบภาพโดยใช้ออนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Operator:  $\nabla$ ) มีหลักการคือ บริเวณขอบของวัตถุในภาพ (เมื่อ  $P(x, y)$  พังก์ชันของภาพ) จะมีค่าเกรเดียนต์ที่สูง การพิจารณาขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude (  $|\nabla P|$  )) เปรียบเทียบกับค่าขั้ง亲 (Threshold ( $T$ )) ที่กำหนดขึ้น เมื่อค่าของ  $|\nabla P|$  มีค่ามากกว่าค่าขั้ง亲 แสดงว่าจุดดังกล่าวคือขอบของวัตถุที่ปรากฏในภาพที่จุด  $P(x, y)$  การค้นหาขอบของวัตถุโดยใช้ออนุพันธ์อันดับหนึ่ง เป็นวิธีแยกส่วนประกอบของภาพและเมื่อความไม่ต่อเนื่องของค่าพิกเซลบริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุกับพื้นหลังและค่าอนุพันธ์อยู่ที่ไม่ต่อเนื่องตามทิศทางของเกรเดียนต์ ของแนวแกน  $x$  และแกน  $y$  กำหนดค่าได้ตามสมการ

$$\nabla_x P(x,y) = P(x,y) - P(x-1,y) \quad (2-5)$$

และ

$$\nabla_y P(x,y) = P(x,y) - P(x,y-1) \quad (2-6)$$

ขนาดของเกรเดียนต์ ของ  $P(x,y)$  กำหนดค่าได้จาก

$$|\nabla P(x,y)| = \sqrt{(\nabla_x P(x,y))^2 + (\nabla_y P(x,y))^2} \quad (2-7)$$

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ประมาณค่าขนาดของเกรเดียนต์ ได้ว่า

$$|\nabla P(x,y)| = |(\nabla_x P(x,y))| + |(\nabla_y P(x,y))| \quad (2-8)$$

การหาขอบภาพโดยใช้เกรเดียนต์ในทางปฏิบัติจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 วิธี คือ

1. การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)
2. การหาขอบภาพโดยวิธีโรเบิร์ต (Robert Edge Detection)
3. การหาขอบภาพโดยวิธีเพอรวิต (Prewitt Edge Detection)
4. การหาขอบภาพโดยวิธีแคนนี (Canny Edge Detection)

#### 2.4.2 การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง

การค้นหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง เปรียบได้กับการหาอนุพันธ์อันดับสองของภาพ เพื่อให้ได้ขอบของภาพ โดยภาพที่ผ่านการหาอนุพันธ์อันดับสอง(Laplacian Operator(  $\nabla^2 P$  )) บริเวณที่เป็นส่วนของจุดเด่นขึ้น การประมาณค่าของ  $\nabla^2 P$  โดยใช้ Mask ดังสมการที่ (2-9) และสมการที่(2-10)

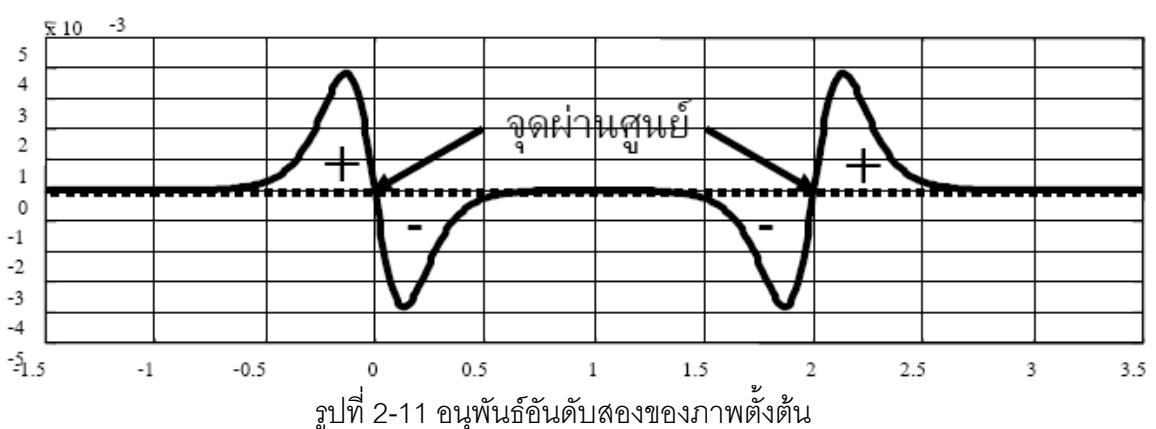
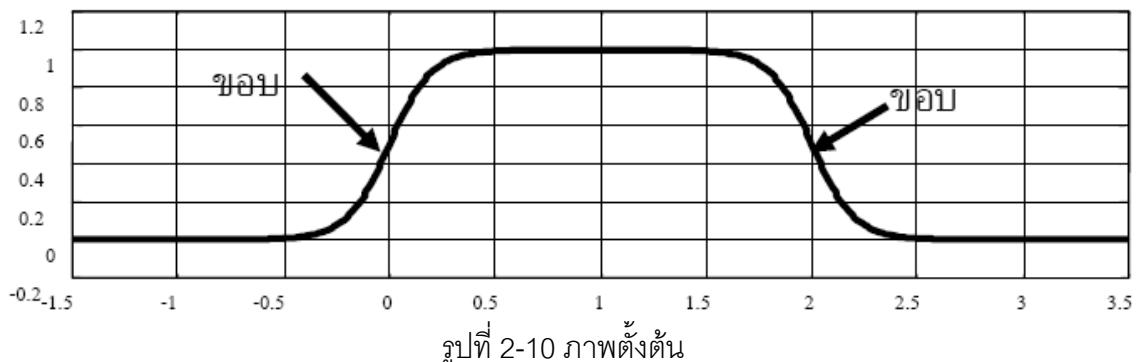
$$Mask(E_x) = \begin{bmatrix} Z_{x1} & Z_{x2} & Z_{x3} \\ Z_{x4} & Z_{x5} & Z_{x6} \\ Z_{x7} & Z_{x8} & Z_{x9} \end{bmatrix} = E_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2-9)$$

$$Mask(E_y) = \begin{bmatrix} Z_{y1} & Z_{y2} & Z_{y3} \\ Z_{y4} & Z_{y5} & Z_{y6} \\ Z_{y7} & Z_{y8} & Z_{y9} \end{bmatrix} = E_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2-10)$$

ทำให้ตำแหน่งของบริเวณขอบของวัตถุในภาพคือค่าจุดผ่านศูนย์ (Zero Crossing) ของ  $\nabla^2 P$  การหาอนุพันธ์อันดับสอง สามารถหาได้จากสมการที่ (2-11)

$$\nabla^2 P = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \quad (2-11)$$

การค้นหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง เมื่อทำ  $\nabla^2 P$  บริเวณขอบจะมีตำแหน่งเดียวกับค่าจุดผ่านศูนย์ของค่าจาก  $\nabla^2 P$  พิจารณาได้จากตำแหน่งที่พิกเซลเปลี่ยนแปลงจากค่าที่เป็นบวกเป็นค่าที่เป็นลบหรือจากค่าที่เป็นลบไปเป็นค่าที่เป็นบวก ดังรูป

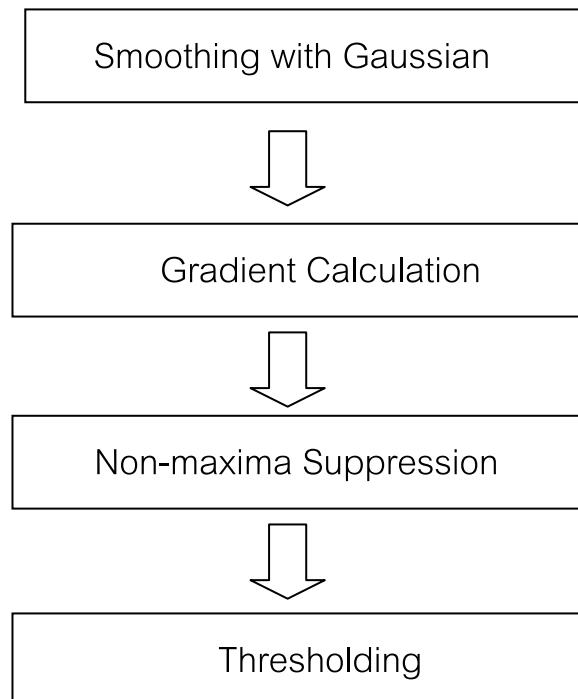


การหาขอบโดยใช้ออนุพันธ์อันดับสอง ไม่สนใจทิศทางของภาพในแนวแกน  $X$  และ แกน  $Y$

กำหนดจุดที่ค่า  $y$  เป็นจุดผ่านศูนย์ วิธีนี้ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการค้นหาขอบโดยใช้ออนุพันธ์อันดับหนึ่ง กล่าวคือเราสามารถตรวจจับความไม่ต่อเนื่องของพิกเซลในโดเมนรูปภาพได้โดยใช้ออนุพันธ์ของภาพนั้นเอง

## 2.5 การค้นหาขอบภาพด้วย Canny

ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน



รูปที่ 2-12 ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny

เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้น คำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของเกรเดียนต์โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าของ Non-maxima Suppression กับค่าขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude) เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลงและในขั้นตอนสุดท้ายใช้การกำหนดจุดอ้างอิงสองระดับ (Double Thresholding Algorithm) เพื่อระบุค่าของพิกเซลที่เป็นขอบและซ้ายเชื่อมต่อขอบ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.5.1 การใช้จัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian Filter)

ขั้นตอนแรกการค้นหาขอบโดยอัลกอริธึมของ Canny จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise)

ออกก่อน ด้วยวิธีการใช้ตัวกรองเกาชีญ์กำหนดกรอบ (Mask) การกำหนดกรอบขนาดของตัวกรองเกาชีญ์ หากมีขนาดกว้างมาก จะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก ถ้าขนาดกรอบกว้างมากเกินไปมีผลทำให้ขอบย่อๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดหายไป หรืออาจจะได้บริเวณขอบที่ไม่ตรงกับปูป่าว ผลของการที่ผ่านการปรับภาพให้เรียบด้วยตัวกรองเกาชีญ์ได้จากสมการที่ (2-12)

$$S_{(i,j)} = G_{(i,j,\sigma)} \cdot I_{(i,j)} \quad (2-12)$$

กำหนดให้

$S_{(i,j)}$	คือ ภาพภายหลังการกรอง
$I_{(i,j)}$	คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ
$G_{(i,j,\sigma)}$	คือ Gaussian Smoothing Filter
$\sigma$	คือ ควบคุมระดับของการ Smoothing

### 2.5.2 การคำนวณค่าของเกรเดียนต์ (Gradient Calculation)

ขั้นแรกปรับภาพ  $I_{(i,j)}$  ให้มีความเรียบผลลัพธ์ที่ได้คือค่าของภาพในฟังก์ชัน  $S_{(i,j)}$  ขั้นตอนที่สอง การหาค่าของเกรเดียนต์ในทิศทางของแกน  $x$  และแกน  $y$  และกำหนดขนาดของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของ  $Px_{(i,j)}$  และ  $Qy_{(i,j)}$  ตามลำดับดังสมการที่ (2-13) และสมการที่ (2-14)

$$Px_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j+1)} - S_{(i,j)} + S_{(i+1,j+1)} - S_{(i+1,j)}}{2} \quad (2-13)$$

$$Qy_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j)} - S_{(i+1,j)} + S_{(i,j+1)} - S_{(i+1,j+1)}}{2} \quad (2-14)$$

นำค่า  $Px_{(i,j)}$  และ  $Qy_{(i,j)}$  ที่ผ่านการหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งเมื่อคำนวณการแปลงรูปแบบจาก  
รูปแบบของระบบพิกัดฉาก (Rectangular Form) ไปเป็นรูปแบบพิกัดเชิงข้อ (Polar Form) เพื่อหาขนาดและ  
ทิศทางของเกรเดียนต์แทนค่าตามสมการที่ (2-13) และ (2-14) ได้ค่าขนาดเกรเดียนต์  
ดังนี้คือ

$$M(i,j) = \sqrt{Px^2(i,j) + Qy^2(i,j)} \quad (2-15)$$

และทิศทางของเกรเดียนต์ (Gradient Orientation) เท่ากับ

$$\theta(i,j) = \tan^{-1}(Px^2(i,j) + Qy^2(i,j)) \quad (2-16)$$

และสามารถหาค่ามุม θ ออกมากได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน

$$\theta = \tan^{-1}(x, y) \quad (2-17)$$

### 2.5.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression)

การค้นหาขอบภาพด้วยวิธีการของ Canny จุดที่ถือเป็นเส้นขอบของภาพได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์ การค้นหาขอบภาพโดยใช้ออนพันธ์อันดับหนึ่งทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำ Non-maxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น local Maxima Point ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

### 2.5.4 การกำหนดค่า-threshold (Thresholding)

แม้ว่าภาพจะผ่านการขจัดสัญญาณรบกวนในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม(Smoothing with Gaussian Filter) ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า Threshold ขึ้นมา 2 ค่าคือ High Threshold (T1) และ Low Threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น '1' (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น '0' ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า Threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า '0' หรือ '1' นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ขอบค่า > T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น'1' และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน ดังนั้นการทำ Threshold จะทำให้ภาพที่มีขอบหนาหรือบางนั้นเอง

## 2.6 กระบวนการรูปร่างลักษณะ (Morphology Processing)

ในที่นี่จะอธิบายเฉพาะการทำกระบวนการรูปร่างลักษณะสำหรับข้อมูลภาพแบบขาวดำ

การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะจะคล้ายกับการทำ Convolution ซึ่งจะต้องใช้ Mask Coefficient และในการทำนี้จะเรียก Mask Coefficient ใหม่ว่า Structure Element การทำการรูปร่างลักษณะ มีได้หลายแบบด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การขยายพิกเซล (Dilation) การลดขนาดพิกเซล (Erosion) การทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดกว้างมากขึ้น (Opening) และการทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) การขยายหรือลดพิกเซล และการทำรูปภาพให้เปิดมากขึ้นหรือปิดมากขึ้น จะขึ้นอยู่กับ Structure Element

### 2.6.1 การขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation)

การขยายขนาดเป็นการขยายขนาดของวัตถุในภาพ การขยายพิกเซลที่ส่วนใหญ่ขึ้น สำหรับรูปภาพแบบขาวดำ หรือ Gray Scale เพื่อจุดประสงค์บางประการ เช่นเพื่อปิดรูเล็กๆในวัตถุ หรือใช้เพื่อช่วยให้วัตถุ 2 วัตถุที่ไม่มีสมาชิกร่วมกันแต่อยู่ใกล้กันสามารถเชื่อมต่อกันได้ เป็นต้น การขยายขนาดทำได้โดยว่างสมาชิกโครงสร้าง (Structure Element) ลงบนภาพแล้วเลื่อนสมาชิกโครงสร้าง มีขั้นตอนดังนี้

1. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกโครงสร้างตรงกับค่า '0' ในภาพไม่ต้องดำเนินการใด และให้เลื่อนสมาชิกโครงสร้างไปยังจุดภาพถัดไป

2. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพให้ดำเนินการด้วยตัวดำเนินการทางตรรกะออร์ (Or) ระหว่างภาพกับสมาชิกโครงสร้าง

### 2.6.2 การกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion)

การกร่อนเป็นการทำดำเนินการเช่นเดียวกับการขยายขนาด แต่ให้ลักษณะตรงกันข้าม คือจะลดขนาดของพิกเซลที่ส่วนลด การทำกร่อนจะลดขนาดของวัตถุให้เล็กลง แสดงดังรูปที่ 2-13(d) ขั้นตอนการประมวลผลทำเช่นเดียวกับการขยายขนาด แต่ดำเนินการต่างกันดังนี้

1. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกโครงสร้างตรงกับค่า '0' ในภาพไม่ต้องดำเนินการใด และให้เลื่อนสมาชิกโครงสร้างไปยังจุดภาพถัดไป

2. ถ้าจุดศูนย์กลางของสมาชิกโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพให้พิจารณาว่าถ้ามีจุดภาพค่า '1' ในสมาชิกโครงสร้างเลยออกมากจากวัตถุซึ่งมีค่า '1' ในภาพให้เปลี่ยนค่า '1' ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางในภาพเป็นค่า '0'

เมื่อพิจารณากรุ๊ปที่ 2-13(c) แสดงภาพหลังจากการขยายขนาดกรุ๊ปที่ 2-13(a) ด้วยสมาชิกโครงสร้างดังกรุ๊ปที่ 2-13(b) จะเห็นได้ว่าวัตถุในภาพซึ่งมีค่า '1' มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น

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				

(a) ข้อมูลภาพวัตถุต้นแบบ

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(b) สมาชิกโครงสร้าง

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	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

(c) การขยายขนาดข้อมูลภาพ

							1	1
							1	1
							1	1

(d) การกร่อนข้อมูลภาพ

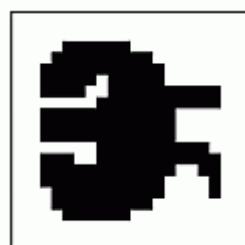
กรุ๊ปที่ 2-13 แสดงตัวอย่างการขยายขนาดข้อมูล และการกร่อนข้อมูลภาพ

### 2.6.3 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น (Opening)

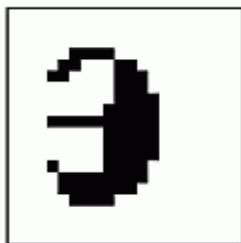
รูปแบบการทำนี้คือ จะทำการกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion) ก่อนจากนั้นจึงทำการขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation) ผลลัพธ์จากการทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น (Opening) จะทำให้พิกเซลของภาพจะถูกเปิดออกมากขึ้น

### 2.6.4 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing)

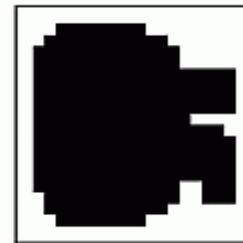
รูปแบบการทำนี้คือจะทำการกร่อนข้อมูลภาพ(Dilation) ก่อนจากนั้นจึงทำการกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion) ผลลัพธ์จากการทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) จะทำให้พิกเซลของภาพจะถูกปิดเข้ามต่อกันมากขึ้น



(a) ข้อมูลภาพวัตถุต้นแบบ



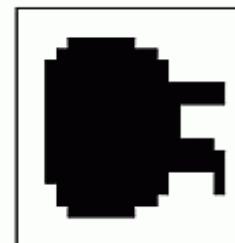
(b) การกร่อนข้อมูลภาพ



(c) การขยายขนาดข้อมูลภาพ



(d) การทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น



(e) การทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น

รูปที่ 2-14 แสดงตัวอย่างเบริยบเทียบการขยายขนาดข้อมูล การกร่อนข้อมูลภาพ การทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิด/ปิด มากขึ้น

## 2.7 The Freeman chain code

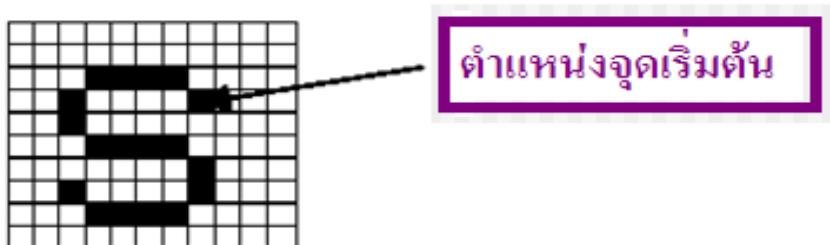
The Freeman chain code คือกระบวนการการแสดงทิศทางที่ต่อเชื่อมถึงกันของเส้นขอบ (จุดที่มาเรียงต่อกันเป็นเส้นขอบ) ที่แสดงถึงรูปร่างของวัตถุในภาพโดยใช้ตัวเลข การหาทิศทางจาก Freeman chain code ให้หาทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ในการหา Freeman chain code จะใช้ Mask 8 neighbors ซึ่งมีค่าดังนี้

3	2	1
4	X	0
5	6	7

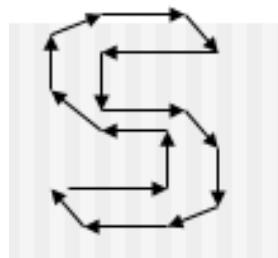
ตำแหน่ง X แสดงตำแหน่งจุดที่อยู่ปัจจุบัน

ซึ่งก่อนที่จะทำ Chain Code ของ Contour ได้ จะต้องทำการหาขอบของภาพก่อน (Edge Detection) ซึ่งจะใช้กราฟิกแบบไดก์ได้ เช่น Robert, Prewitt, Canny หลังจากทำ Edge Detection แล้ว ให้พิจารณาเฉพาะ pixel ที่เป็นขอบเท่านั้นในการทำ Freeman chain code  
ขั้นตอนการทำ Code Chain



ค่า Code Chain ที่ได้: 34445670007654443

รูปที่ 2-15 แสดงกระบวนการหา Chain Code และค่า Chain Code ที่ได้



รูปที่ 2-16 แสดงรูปที่ได้หลังจากการทำ Code Chain

## 2.8 The Douglas-Peucker algorithm

The Douglas-Peucker algorithm เป็นการประมาณลักษณะส่วนของเส้นด้วยจุดอย่างง่ายเพียงไม่กี่จุด แต่ยังคงลักษณะของรูปไว้ร่วงเอาไว้ให้ใกล้เคียงของเดิม

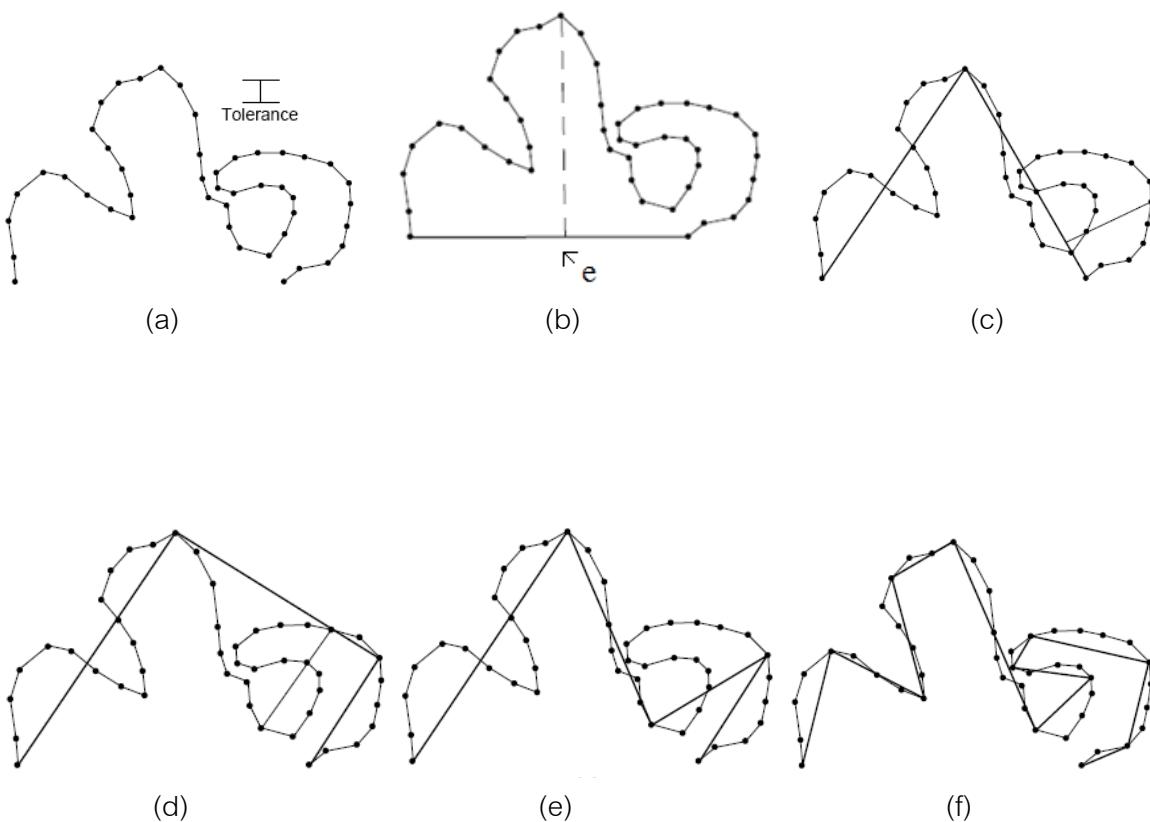
ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

1. ให้คำดับของวงเดือร์มีมาต่อ กันเป็นดังรูปที่ 2-17(a)

2. ประมาณส่วนของขอบคันแรกที่จะใช้เป็นวงเดือร์ในการทดสอบต่อไปอย่างหยาบๆ ด้วยการ

ลากเส้นจากจุดเริ่มต้นของวงเดือร์รูปที่ 2-17(a) ไปยังจุดสุดท้ายของวงเดือร์ดังรูปที่ 2-17(b) กำหนดให้เส้นนี้เป็น  $E$

3. จานวนจะทำการหาส่วนที่มีระยะห่างที่มากตั้งจากกับเส้น  $E$  ที่มีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้มากที่สุด กำหนดให้  $E$  เป็นระดับของค่าระยะห่างที่ยอมรับได้ (Tolerance) เพื่อทำการประมาณเส้น  $E$  ใหม่โดยการลากเส้นเพิ่มไปยังตรงจุดที่มีค่าสูงที่สุดนั้น ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแนวเส้นที่มาตั้งจากมีค่าภายในค่าที่กำหนดไว้ จึงได้ดังรูปที่ 2-17(f)



รูปที่ 2-17 แสดงกระบวนการทำงานของ The Douglas-Peucker algorithms

## 2.9 การหาจุด (point detection)

การหาจุดคือกระบวนการค้นหาจุดที่สนใจ ซึ่งจุดที่เราสนใจคือจุดในรูปภาพสิ่งที่ต้องห้าม จะมีลักษณะพิเศษดังต่อไปนี้

1. จุดที่มีความชัดเจน ความคมชัด
2. จุดที่มีตำแหน่งของระยะห่างที่ชัดเจน ในรูปภาพ
3. จุดที่มีความเสถียร ยกต่อการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดสิ่งรบกวน ทั้งจากสภาพแวดล้อมภายในและภายนอก รวมถึงการเดียรูปของจุดที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนรูปภาพตามเทคนิคต่างๆ (การหมุนรูปภาพ การเปลี่ยนแปลงสเกล) การเปลี่ยนความความเข้มของแสง จุดที่เราสนใจเมื่อนำมาคำนวณความมีความน่าเชื่อถือสูง
4. นอกจากนี้หากมีการเปลี่ยนแปลงสเกลของรูปภาพ ต้องสามารถระบุตำแหน่งของจุดจริงๆ ในรูปภาพได้

แนวคิดเกี่ยวกับจุดที่สนใจมีแนวคิดพื้นฐานมาจาก การค้นหามุม (corner detection) การค้นหามุมถูกนำมาใช้เริ่มแรกกับการติดตามวัตถุ หรือ การจดจำ ในระบบภาพ 2 มิติ 3 มิติ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติในการค้นหามุมอย่างเฉพาะจงนั้นทำได้ยากสำหรับบริเวณภายในรูปภาพที่มีระดับของการเปลี่ยนแปลงของทิศทางสูง แนวคิดเกี่ยวกับจุดที่สนใจจึงเปลี่ยนไปเป็นบริเวณพื้นที่ที่สนใจแทน ซึ่งรู้จักในรูปแบบสัญญาณของวัตถุ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นขั้นตอนของการค้นหากลุ่มของพิกเซล (blob detection)

ในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ การค้นหามุมและการค้นหากลุ่มของพิกเซลยังมีความเหลือลักษันอยู่ ในปัจจุบันโปรแกรมหลักเกี่ยวกับจุดที่สนใจจะเป็นจุดของสัญญาณหรือพื้นที่ของสัญญาณในโดเมนรูปภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำไปตัดสินการจับคู่รูปภาพหรือภาพเหมือน และการจดจำวัตถุแบบพื้นฐานความหลากหลายของชนิดการค้นหามุมและการค้นหากลุ่มของพิกเซล เป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง การเลือกใช้ขั้นอยู่กับจุดประสงค์ในการนำไปใช้งานซึ่งจะเป็นสิ่งพิสูจน์ว่าวิธีการไหนจะเป็นประโยชน์มากกว่า

### 2.9.1 การหามุม (corner detection)

มุมคือจุดตัดของ 2 ขอบ หรืออีกนิยามหนึ่งคือ จุดซึ่งเกิดจากขอบที่มีทิศทางแตกต่างกัน 2 ขอบมาตัดกันภายในบริเวณเดียวกัน จุดที่เราสนใจจะเป็นจุดที่อยู่ในภาพซึ่งสามารถระบุตำแหน่งได้ชัดเจนและสามารถค้นหาได้ง่าย หรืออีกในหนึ่งคือ จุดที่เราสนใจคือมุม แต่ก็สามารถเป็นอย่างอื่นได้ เช่น จุดเดียวๆภายในบริเวณที่มีความเข้มข่องแสงมากหรือน้อย ปลายของเส้นตรง จุดบนเส้นตรงที่ซึ่งความโค้งมากสุด

ในทางปฏิบัติ วิธีการหามุมโดยส่วนมากจะใช้การเพื่อหาจุดที่สนใจมากกว่าการหามุมอย่างเจาะจง เพราะผลที่ได้จากการหามุมทำให้เราสามารถวิเคราะห์เพื่อหาจุดที่สนใจได้ซึ่งเป็นจุดของมุมจริงๆ

แต่ฝ่าเสียดายที่ “มุม” “จุดที่สนใจ” ถูกนำมาใช้สลับกันหรือแทนกันได้จึงทำให้มองไม่เห็นถึงความแตกต่างในการนำมาใช้มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีการหากลุ่มของพิกเซลซึ่งอ้างถึงโอบอร์เรเตอร์ของจุดที่สนใจ บางครั้งมีการเข้าใจผิดว่าเป็นการหามุม

การหามุมโดยทั่วไปไม่สามารถทำได้ยังนักและต้องอาศัยความสามารถเชี่ยวชาญ เพื่อป้องกันผลกระทบของข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ลักษณะของการหามุมบ่อยครั้งต้องอาศัยความสามารถในการตรวจสอบมุมเดียวกันในรูปภาพต่างกันหลายๆ ภาพ ซึ่งคล้ายกันแต่ไม่ใช่มุมเดียวกัน เช่น การหมุนภาพ การปรับแต่งความแตกต่างของแสง การเปลี่ยนรูปร่าง ในการตรวจสอบนั้นจะต้องใช้ความสามารถที่เกิดขึ้นซึ่งคำนวนได้ยากมากและซับซ้อน ซึ่งสามารถใช้วิธีการของ The Harris Corner Detector เข้ามาช่วย

#### 2.9.1.1 การหามุมด้วยวิธี Harris ( The Harris Corner Detector )

การหามุมด้วยวิธี Harris เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้หาจุดที่สนใจ เนื่องมาจากค่าของสเกล, สัญญาณรบกวน, การหมุน, การแปรปรวนของแสง ไม่เปลี่ยน การหามุมด้วยวิธี Harris อาศัยฟังก์ชันความสัมพันธ์อัตโนมัติภายในของสัญญาณซึ่งสามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงภายในของสัญญาณกับการเลื่อนโดยทิศทางที่แตกต่างกันเล็กน้อย วิธี Harris พัฒนาโดย Moravec

ให้การเปลี่ยนแปลง ( $\Delta x, \Delta y$ ) และจุด  $(x, y)$  ฟังก์ชันความสัมพันธ์อัตโนมัติกำหนดค่าได้ตามสมการที่ (2-24)

$$c(x, y) = \sum_w [I(x_i, y_i) - I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y)]^2 \quad (2-18)$$

ที่  $I(.,.)$  แสดงฟังก์ชันของรูปภาพ และ  $(x_i, y_i)$  คือจุดของหน้าต่างเกาเทียน  $W$  มีจุดศูนย์กลางที่  $(x, y)$

## สมการการประมาณการเปลี่ยนแปลงของภาพ

$$I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y) \approx I(x_i, y_i) + [I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \quad (2-19)$$

ที่  $I_x(\dots)$  และ  $I_y(\dots)$  แทนด้วย  $x$  และ  $y$  ตามลำดับ  
แทนสมการที่ (2-25) ลงในสมการที่ (2-24)

$$\begin{aligned} c(x, y) &= \sum_w [I(x_i, y_i) - I(x_i + \Delta x, y_i + \Delta y)]^2 \\ &= \sum_w (I(x_i, y_i) - I(x_i, y_i) - [I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix})^2 \\ &= \sum_w (-[I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix})^2 \\ &= \sum_w ([I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix})^2 \\ &= [\Delta x \Delta y] \begin{bmatrix} \sum_w (I_x(x_i, y_i))^2 & \sum_w I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i) \\ \sum_w I_x(x_i, y_i)I_y(x_i, y_i) & \sum_w (I_y(x_i, y_i))^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \\ &= [\Delta x \Delta y] C(x, y) \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2-20)$$

ที่ เมตริกซ์  $C(x, y)$  วัดความเข้มของบริเวณใกล้เคียง

ให้  $\lambda_1, \lambda_2$  เป็นค่าเจาะจงของเมตริกซ์  $C(x, y)$  ค่าเจาะจงซึ่งจะคงที่ แบ่งเป็น 3 กรณี

1.ถ้าทั้ง  $\lambda_1, \lambda_2$  มีค่าน้อย พังก์ชันความสัมพันธ์อัตโนมัติภายในจะเป็นแบบราบ (เช่น การ

เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของ  $c(x, y)$  ในทิศทางใดๆ) พื้นที่ของหน้าต่างรูปภาพสามารถประมาณได้ด้วยค่าคงที่ของความเข้ม

2.ถ้าค่าเจาะจงหนึ่งมากกว่าค่าเจาะจงอีกค่าหนึ่ง พังก์ชันความสัมพันธ์อัตโนมัติภายในจะเป็นแบบแนวสัน นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางหนึ่ง (ตามแนวสัน) จะเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยใน  $c(x, y)$  และมีความหมายในการเปลี่ยนแปลงทิศทางแบบโอกโภกนอล (orthogonal direction) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการตัดสินขอบ

3.ถ้าค่าเจาะจงมีค่าสูงทั้งคู่ พังก์ชันความสัมพันธ์อัตโนมัติภายในจะเป็นแบบยอดเหล่ม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงในทิศทางใดๆ จะส่งผลในการเพิ่มความสำคัญซึ่งก็คือการซึ่บอกนูม

## 2.10 OpenCV (Open Source Computer Vision Library)

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) เป็นไลบารีสำหรับใช้งานเรื่องการประมวลผลภาพ (image processing) ที่พัฒนาที่ด้วยโปรแกรมภาษา C,C++ และมี Data structure และ Function การทำงานฐานที่ต้องใช้เกี่ยวกับ Image Processing ซึ่งสามารถโหลดมาใช้งานได้พร้อม เพราะทาง Intel ที่เป็นผู้พัฒนาและเปิดให้สามารถนำไปใช้งานตาม License แบบ BSD Lisense โดย OpenCV ไม่ได้เป็นโปรแกรม แต่เป็นชุดของคำสั่งเท่านั้น เวลาใช้งานก็ต้องเขียนโปรแกรมไปเรียกคำสั่งพากนี้อีกที ซึ่งผู้ใช้สามารถนำโปรแกรมไปพัฒนาต่อได้

## 2.11 ประเภทของป้ายทะเบียนและรูปแบบอักษร

ป้ายทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยมีที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมี 2 ประเภท คือ ป้ายทะเบียนแบบเก่า (สังเกตได้จากมีตัวเลขนำหน้าหนึ่งตัว แล้วตามด้วยตัวอักษรภาษาไทย 1 ตัว) และป้ายทะเบียนแบบใหม่ (จะนำหน้าด้วยอักษรภาษาไทย 2 ตัว) โดยทั้ง 2 แบบนี้จะมีความแตกต่างในรูปแบบ (Front) ของตัวอักษร ดังนั้นในครองงานนี้จะใช้ฐานข้อมูลเป็นป้ายทะเบียนแบบใหม่



รูปที่ 2-18 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า



รูปที่ 2-19 ป้ายทะเบียนรถยนต์แบบใหม่



รูปที่ 2-20 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างตัวเลขป้ายทะเบียนรถยนต์แบบเก่า (ด้านซ้าย)  
กับป้ายทะเบียนรถยนต์แบบใหม่(ด้านขวา)

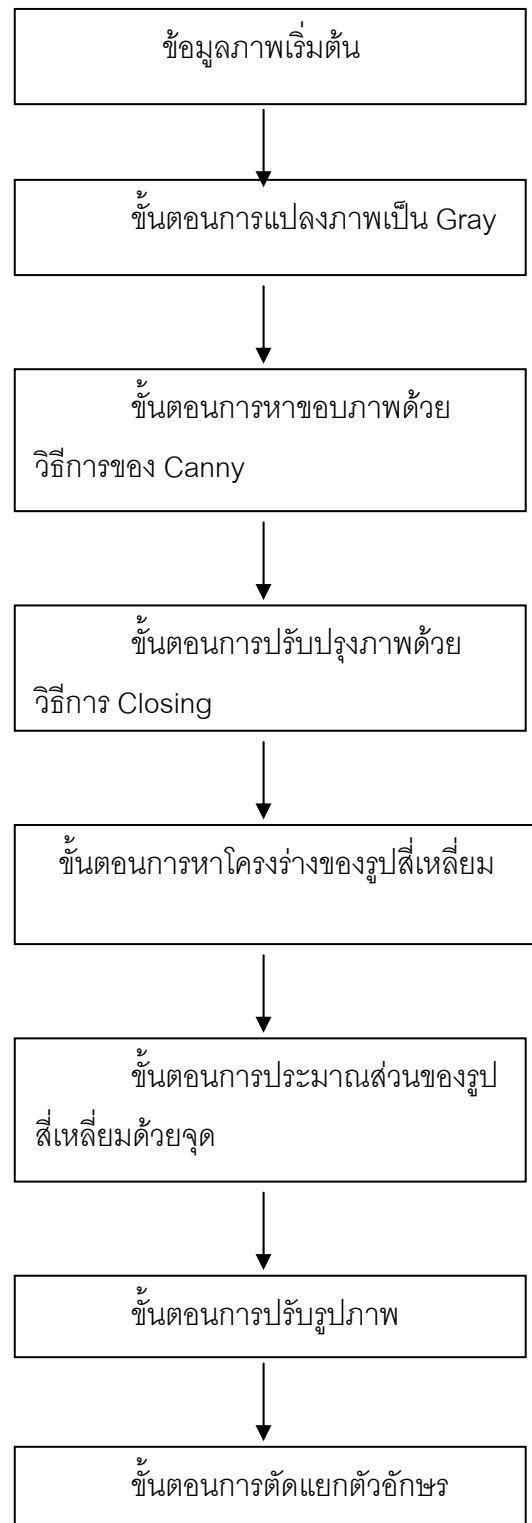
---

## บทที่ 3 รายละเอียดการทำงาน

---

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการทำงานของโครงงานการตรวจหาแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์และทำการติดตาม (Tracking) แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิตอลมาจัดการกับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ โปรแกรมที่ใช้ในการทำงานคือ Microsoft Visual C++ 2005 และ OpenCV Version 1.0 ซึ่งในการดำเนินการจะแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ส่วนด้วยกันคือ

- 3.1 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง
- 3.2 การตรวจสอบความเอียงของป้ายทะเบียนรถยนต์
- 3.3 การตัดแยกตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์
- 3.4 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด
- 3.5 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องแบบ realtime



รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการทำงานในการประมาณส่วนกรอบป้ายทะเบียนรถยนต์และการตัดแยกตัวอักษร

### 3.1 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่อง Digital Image Processing และศึกษาฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของโปรแกรม OpenCV Version 1.0 เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพและปรับปัจจุบันภาพให้สามารถทำงานตามที่ต้องการได้โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.1.1 นำรูปภาพที่มีส่วนประกอบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ได้จากการถ่ายจากกล้องซึ่งเป็นภาพนิ่ง มาทำการแปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาดังรูปที่ 3-2



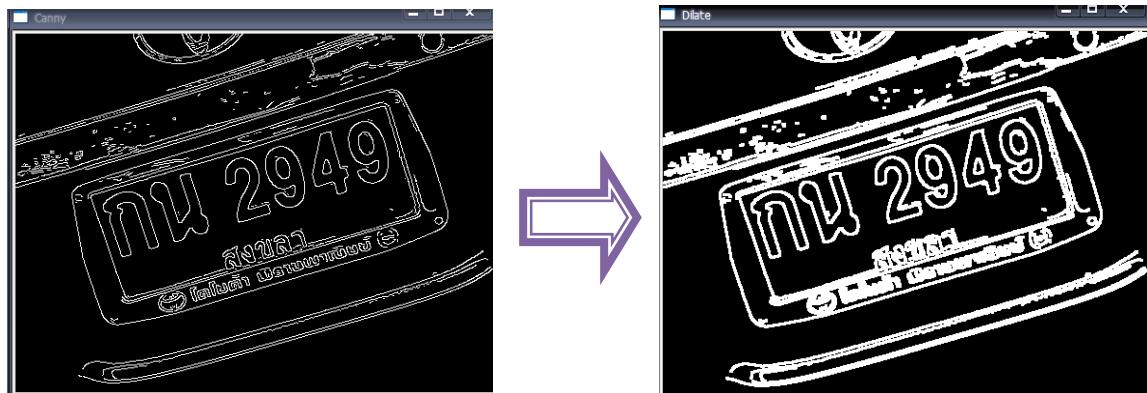
รูปที่ 3-2 แสดงการนำภาพนิ่งมาทำการแปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale

3.1.2 นำรูปภาพแบบ Gray Scale ที่ได้มาทำการหาส่วนของบริเวณที่เป็นขอบด้วยวิธีการของ Canny ซึ่งจากการศึกษาตามรายละเอียดในบทที่ 2 พบว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน เพราะสามารถหาขอบภาพได้ชัดเจน ทำให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดที่ดีในการนำไปใช้งานต่อไป โดยกำหนดให้สามารถปรับระดับของค่า Threshold ได้เพื่อทำให้หาส่วนที่เป็นขอบได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้ดังรูปที่ 3-3



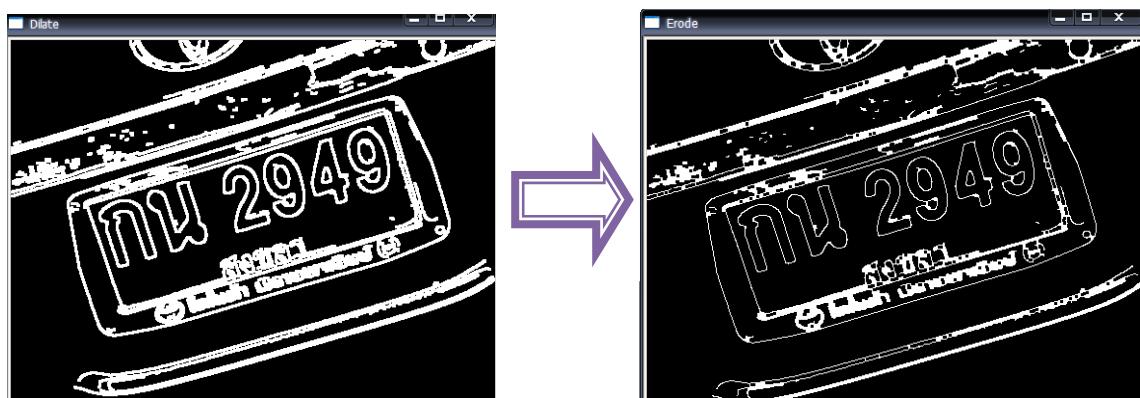
รูปที่ 3-3 แสดงการนำภาพแบบ Gray Scale มาหาขอบด้วยวิธีการของ canny

เนื่องจากภาพของขอบที่ได้จากการวิธีการของ Canny นั้นยังไม่สมบูรณ์มากพอคือ ลักษณะของเส้นของขอบที่ได้ยังไม่มีความต่อเนื่องมากพอ จึงนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการ Dilate ซึ่งเป็นกระบวนการในการขยายขนาดข้อมูลภาพเพื่อวัดถูกประสงค์บางประการ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในที่นี้คือต้องการปิดรูเล็กๆ ในเส้นขอบ และช่วยเชื่อมต่อส่วนของเส้นขอบให้มีความต่อเนื่องกันมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้ลักษณะของขอบที่มีความสมบูรณ์และชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 แสดงการนำภาพขอบที่หาด้วยวิธีการของ canny มาผ่านกระบวนการ Dilate

หลังจากนั้นนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการ Erosion ซึ่งเป็นกระบวนการในการกัดกร่อน เพื่อกำจัดส่วนที่เป็นส่วนเกินของบริเวณขอบทั้ง ซึ่งการกระทำตามลำดับที่ได้กล่าวมานี้ คือการทำกระบวนการ Dilate ก่อนแล้วจึงทำการ Erosion ตามเป็นขั้นตอนหนึ่งของวิธีการทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้พิเศษของภาพจะถูกปิดเชื่อมต่อกันมากขึ้น



รูปที่ 3-5 แสดงการนำภาพจากกระบวนการ Dilate มาผ่านกระบวนการ Erosion

3.1.3 เมื่อปรับปรุงส่วนของขอบได้ตามที่ต้องการแล้วจึงทำการหาครูปร่างลักษณะของขอบโดยจะพิจารณาเฉพาะขอบซึ่งมีลักษณะที่มีความต่อเนื่องกัน (close loop) โดยอาศัยวิธีการของ The Freeman chain code ซึ่งเป็นกระบวนการการแสดงถึงทิศทางที่ต่อเชื่อมถึงกันของเส้นขอบ (จุดที่เรียงต่อเนื่องกันเกิดเป็นขอบ) ที่แสดงถึงรูปร่างของวัตถุในภาพโดยใช้ตัวเลข เพื่อให้ได้โครงร่างทิศทางของขอบของวัตถุที่เราสนใจซึ่งในขั้นตอนนี้ก็จะได้ข้อมูลของมาอยู่ในรูปแบบตัวเลขที่แทนโครงร่างทิศทางของวัตถุนั้น โดยขอบของวัตถุที่เราสนใจคือขอบที่มีลักษณะใกล้เคียงสีเหลี่ยมเพราะ เนื่องจากลักษณะเด่นของป้ายทะเบียนรถยนต์คือมีลักษณะเป็นสีเหลี่ยมผืนผ้า

3.1.4 เมื่อได้ขอบที่มีความต่อเนื่องกันแล้วโดยแทนในรูปแบบทิศทางที่เป็นตัวเลขจึงนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาต่อด้วยกระบวนการ The Douglas-Peucker algorithm ซึ่งเป็นการประมาณลักษณะส่วนของเส้นตรงด้วยจุดอย่างง่ายเพียงไม่กี่จุด แต่ยังคงลักษณะของรูปเป็นไว้ให้ใกล้เคียงของเดิม ในขั้นตอนนี้เราจะได้จำนวนของจุดซึ่งแทนรูปร่างที่เรามีอยู่ ซึ่งเราคัดเลือกเอาเฉพาะรูปร่างที่มีจุด 4 จุด เท่านั้น เพราะจุด 4 จุดจะประกอบกันเป็นสีเหลี่ยม จึงทำให้ได้ส่วนที่เป็นสีเหลี่ยมที่คาดว่าจะเป็นส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์อกรถ ซึ่งค่าของจุดทั้ง 4 จุดที่ได้มานี้เป็นค่าจุดในบริเวณมุมของรูปสีเหลี่ยมด้วยเข่นกัน

3.1.5 ทำการคาดรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการค้นหาเพื่อระบุตำแหน่งที่ค้นหาว่าเป็นส่วนที่ใช้ป้ายทะเบียน รายน์หรือไม่ ดังรูปที่ 3-6



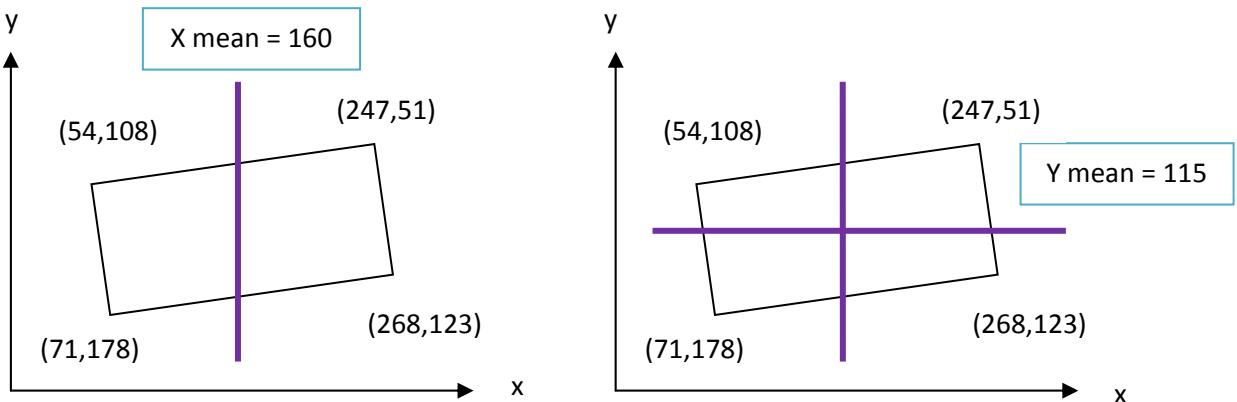
รูปที่ 3-6 แสดงการคาดรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการค้นหา

### 3.2 การตรวจสอบความเอียงของป้ายทะเบียนรถยนต์

3.2.1 ขั้นตอนนี้จะทำการเมื่อได้ค่าจุดที่บอกตำแหน่งส่วนที่เป็นขอบข้างบน ขอบข้างล่าง ขอบขวา และขอบซ้าย โดยประมาณ จากวิธีการดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ทำการหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง  $x$  ของทั้ง 4 จุดเพื่อทำการแบ่งจุดที่อยู่ทางซ้ายและทางขวา ของป้ายทะเบียนออกจากกัน ซึ่งจะได้ 2 จุดที่อยู่ทางซ้าย และ 2 จุดที่อยู่ทางขวา

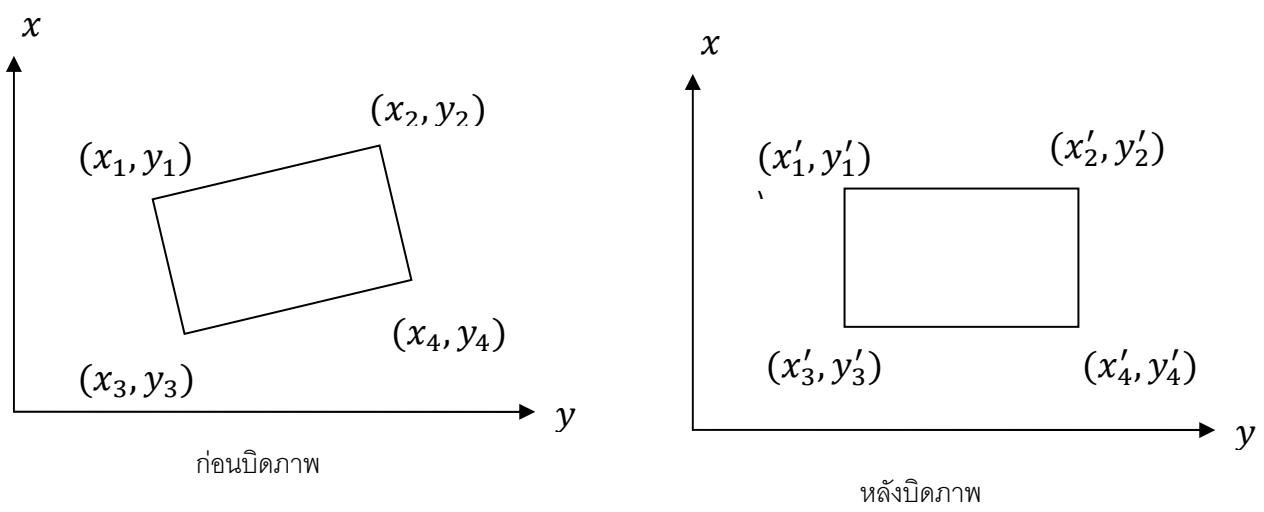
3.2.1.2 ทำการหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง  $y$  ของทั้ง 4 จุดเพื่อทำการแบ่งจุดที่อยู่ด้านบนและด้านล่าง ของป้ายทะเบียนออกจากกัน ซึ่งจากขั้นตอนนี้จะได้ 2 จุดที่อยู่ด้านซ้ายบน 2 จุดที่อยู่ด้านซ้ายล่าง 2 จุดที่อยู่ด้านขวาบน 2 จุดที่อยู่ด้านขวาล่าง ซึ่งเป็นตำแหน่งของขอบข้างบน ขอบข้างล่าง ขอบขวา และขอบซ้าย ของป้ายทะเบียนนั้นเอง



รูปที่ 3-7 แสดงการแบ่งตำแหน่งซ้าย ขวา บน ล่าง ของจุดที่ได้

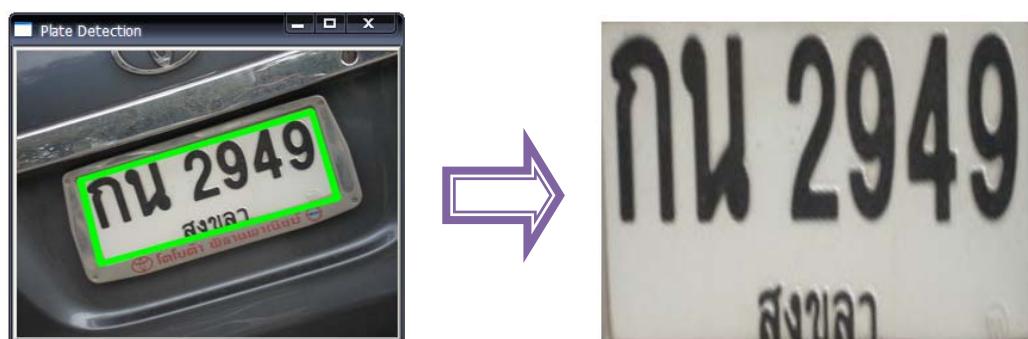
3.2.2 จากนั้นนำจุดที่หามาได้ซึ่งรู้ตำแหน่งแน่นอนแล้วว่าเป็นส่วนใดของป้ายทะเบียนมาทำการผ่านสูตรสมการเส้นตรง ในกรณีที่พบความเอียงในภาพโปรแกรมจะปรับอุปเพื่อให้กลับมาอยู่ในแนวตรง ซึ่งก็คือ การบิดภาพ การบิดภาพจะทำให้บางส่วนของภาพหรือภาพทั้งหมดเกิดการบิดเบือนขึ้น ในที่นี้เราจะพิจารณาเพียง 2 แบบคือ การบิดภาพทางแกน X และการบิดภาพทางแกน Y จะทำให้เกิดการย้ายจุด  $(x,y)$  ไปยังจุด  $(x',y')$  โดยใช้สมการเส้นตรงเข้ามาช่วยในการบิดภาพ

$$\begin{aligned} y' &= a_1 y + b_1 x + c_1 \\ x' &= a_2 y + b_2 x + c_2 \end{aligned} \quad (3-1)$$



รูปที่ 3-8 แสดงตัวอย่างการบิดภาพ

จากนั้นจึงทำการตัดป้ายทะเบียนที่ได้ปรับให้อยู่ในแนวตรงส่วนนั้นของภาพร้อมทั้งปรับขนาดของป้ายทะเบียนให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่อไปโดยปรับขนาดเป็น 320x240



รูปที่ 3-9 แสดงภาพที่ได้หลังการบิดภาพ

### 3.3 การตัดแยกตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์

#### 3.3.1 การตัดแบ่งในแนวนอน

3.3.1.1 ขั้นตอนแรกคือนำภาพที่ได้มาทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบ Binary ทำได้โดยใช้เทคนิค Threshold คือการพิจารณาว่าจุดในพิกเซลจุดใดควรเป็นสีขาว ที่มีค่าเท่ากับ 1 หรือจุดใดควรเป็นสีดำ ที่มีค่าเท่ากับ 0 โดยในที่นี่ส่วนที่เป็นสีขาวคือพื้นหลังของป้ายทะเบียนถูกแทนด้วย 1 และส่วนที่เป็นตัวอักษรหรือตัวเลขจะถูกแทนด้วย 0



รูปที่ 3-10 แสดงการแปลงภาพป้ายทะเบียนส่วนที่ตัดมาได้ให้อยู่ในรูปภาพแบบ Binary

#### 3.3.1.2 นำภาพป้ายทะเบียนแบบ Binary ที่ได้มาทำการໂປຣເຈັກຂັ້ນ

การໂປຣເຈັກຂັ້ນນີ້ແສ່ນຕຽງ สามารถทำได้โดยการแบ่งເສັ້ນຕຽງອອກເປັນຊ່ອງໆ ແລະ หาຈຳນວນຂອງຈຸດພາບທີ່ມີຄ່າເທົ່າກັບ 1 ຊື່ອູ້ໃນແນວຕັ້ງຈາກກັບເສັ້ນຕຽງໃນແຕ່ລະຊ່ອງໆນັ້ນ ປະເທດໂປຣເຈັກຂັ້ນເປັນການແສ່ງຂໍອມູນຂອງພາບທີ່ມີປະໂຍບີນຍິ່ງ ອຍ່າງໄກກໍຕາມໂປຣເຈັກຂັ້ນມີຂໍ້ອັນເສີຍອັນເນື່ອງມາຈາກການເປັນຂໍອມູນທີ່ໄມ່ເປັນເອກລັກຊົນຂອງພາບ ພາມາກກວ່າໜຶ່ງພາບຈາກໄດ້ພລລັພຮີໃນການໂປຣເຈັກຂັ້ນແມ່ນກັນ ການທຳໂປຣເຈັກຂັ້ນໃນແນວຕົວແລະແນວຕັ້ງຫາໄດ້ຍ່າງໝາຍຈາກການນັບຈຳນວນຈຸດພາບທີ່ມີຄ່າເທົ່າກັບ 0 ໃນທີ່ສາມາດແນວຕັ້ງຂອງຊ່ອງແຕ່ລະຊ່ອງໃນເສັ້ນຕຽງທີ່ແປ່ງໄວ້ຕາມລຳດັບດັ່ງແສດງໄວ້ໃນรูปที่ 2-19 ຈຸດພາບສີດຳມີຄ່າເທົ່າກັບ 0 ແລະ ຈຸດພາບສີຂາວມີຄ່າເທົ່າກັບ 1

ແຕວ (i)



ຈຳນວນຈຸດກາພ



ສນລາ

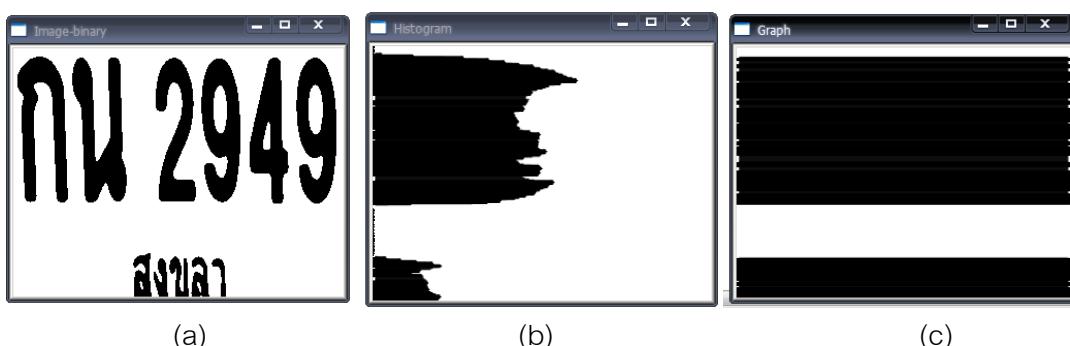
ຄອດມັນ (j)



ຈຳນວນຈຸດກາພ

ຮູບທີ 3-11 ແສດງກາພຕ້ວຍ່າງກາຣໂປຣເຈັດຂັ້ນໃນແນວອນແລະແນວຕັ້ງ

ໂດຍຈະທຳກາຣໂປຣເຈັດຂັ້ນໃນແນວອນກ່ອນ ໂດຍກາຣນັບແນພາະພິກເໜລທີ່ມີຄ່າ 0 ຄືອສື່ດຳ ເນື່ອໄດ້ຄ່າ  
ທັ້ງໝາຍດໍາມາພິຈາລານາຈະພບວ່າມີຄ່າທີ່ຕິດກັນແປ່ງໄດ້ເປັນ 2 ກລຸ່ມ ສຶບ ກລຸ່ມຂອງສ່ວນໝາຍເລຂທະບັນ ແລະກລຸ່ມ  
ຂອງຈັງຫວັດ ຊື່ສາມາດແປ່ງແຍກທັ້ງ 2 ກລຸ່ມອອກຈາກກັນໄດ້ໂດຍກຳນົດຄ່າ Threshold ໃຫ້ແໜາະສມກັບກາພ



ຮູບທີ 3-12 ແສດງຂັ້ນຕອນກາຣແປ່ງບຣິເວນທີ່ເປັນໝາຍເລຂທະບັນແລະຈັງຫວັດ

3.3.1.3 เมื่อใช้ค่า Threshold เพื่อแบ่งบิวตี้นจะทำให้สามารถได้บิวตี้นส่วนของหมายเลขทะเบียน และจังหวัดออกมา ซึ่งในที่นี้คือบิวตี้นส่วนที่เป็นແບสีดำที่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งจากรูปที่ 3-11 (c) จะสังเกตได้ว่ามีอยู่ 2 ส่วน ทำการตัดทั้ง 2 ส่วนนี้ออกมาจะได้ดังรูปที่ 3-12



(a) หมายเลขทะเบียน

(b) จังหวัด

รูปที่ 3-13 แสดงภาพที่ได้จากการตัดบิวตี้นส่วนที่เป็นແບสีดำ

### 3.3.2 การตัดแบ่งในแนวตั้ง

3.3.2.1 ในขั้นตอนนี้ทำเช่นเดียวกันกับการตัดแบ่งตัวในแนวอนค์วิธีการโปรเจ็คชันเหมือนกัน ต่างกันตรงที่จะทำการโปรเจ็คชันในแนวตั้งแทนเพื่อตัดแบ่งตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกัน



(a) ส่วนของหมายเลขทะเบียนที่ได้จากการตัดแบ่งอักษรในแนวอนค์



(b) การโปรเจ็คชันในแนวตั้ง



(c) ใช้ค่า Threshold เพื่อแบ่งบิวตี้น

รูปที่ 3-14 แสดงขั้นตอนการแบ่งบิวตี้นที่เป็นหมายเลขทะเบียน

3.3.2.2 เช่นเดียวกันกับกรณีการตัดแบ่งตัวในแนวอน เมื่อใช้ค่า Threshold เพื่อแบ่งบริเวณจะทำให้สามารถได้บริเวณของตัวอักษรแต่ละตัวออกมาจากແນບສືດຳທີ່ໄດ້ เมื่อทำการตัดแบ่งຈະໄດ້ดังรูปที่ 3-15



รูปที่ 3-15 แสดงภาพที่ได้จากการตัดบริเวณส่วนที่เป็นແນບສືດຳ

3.3.2.3 ส่วนของจังหวัดก็ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน เมื่อทำการตัดแบ่งຈະໄດ້ดังรูปที่ 3-16



(a) ส่วนของจังหวัดที่ได้จากการตัดแบ่งในแนวอน



(b) การໂປຣເຈັດຂຶ້ນໃນແນວຕັ້ງ



(c) ใช้ค่า Threshold เพื่อแบ่งบริเวณ



(d) แสดงภาพที่ได้จากการตัดบริเวณส่วนที่เป็นແນບສືດຳ

รูปที่ 3-16 แสดงภาพที่ได้จากการตัดแบ่งตัวอักษรในแนวตั้งส่วนของจังหวัด

ตารางที่3-1 ผลการทดลองการตรวจสืบความเอียงของป้ายทะเบียนรถยนต์และการตัดแยกตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์

	การประมาณส่วนของป้ายทะเบียนรถยนต์	การตัดภาพและ การปรับความเอียง	การตัดแบ่งในแนวอน	การตัดแบ่งในแนวตั้ง
1			<b>กธ 5885</b> สงขลา	<b>ก ธ 5 8 8 5</b>  <b>สงขลา</b>
2			<b>กน 2949</b> สงขลา	<b>ก น 2 9 4 9</b>  <b>สงขลา</b>

3			<p>ពណ 2949</p> <p>នគរាល់</p> <p>ន ុ ៩ ៤ ៩</p>
4			<p>ពណ 3124</p> <p>នគរាល់</p> <p>ន ុ ៣ ១ ២ ៤</p>

5	 	<b>กน 1541</b> <b>สงขลา</b>	<b>ก</b> <b>น</b> <b>1</b> <b>5</b> <b>4</b> <b>1</b> <b>ก</b> <b>น</b> <b>1</b> <b>5</b> <b>4</b> <b>1</b>
6	 	<b>กน 1498</b> <b>สงขลา</b>	<b>ก</b> <b>น</b> <b>1</b> <b>4</b> <b>9</b> <b>8</b> <b>ก</b> <b>น</b> <b>1</b> <b>4</b> <b>9</b> <b>8</b>

### 3.4 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบกับภาพจากกล้องวงจรปิดเพื่อระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน โดยในกราฟดลองให้นำภาพจากกล้องวงจรปิดประมาณ 40 ภาพมาทำการทดลองโดยในแต่ละภาพจะมีสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ 19 ภาพจาก 40 ภาพ คิดเป็น 47.5% ส่วนภาพที่ไม่สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ 21 ภาพจาก 40 ภาพ คิดเป็น 52.5%

จากการทดลองพบว่าโปรแกรมที่ได้ยังคงมีประสิทธิภาพในการทำงานจริงได้ดีไม่เพียงพอ ยังคงมีภาพที่ไม่สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ ซึ่งจากการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้พบหลายสาเหตุด้วยกัน ซึ่งสามารถสรุปเป็นสาเหตุใหญ่ด้วยกัน 3 ข้อคือ

1. ปัญหาของลักษณะขอบที่หากได้ไม่มีความต่อเนื่องมากเพียงพอ คือ หากมีพบรูดที่ขาดในส่วนบริเวณที่เป็นขอบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ จะทำให้ภาพนั้นไม่สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้
2. ปัญหาในส่วนของความแตกต่างของความเข้มสีระหว่างแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์กับตัวรถยนต์ เองที่แตกต่างกันไม่มากเพียงพอที่จะการแบ่งแยกทั้ง 2 ส่วนออกจากกันได้ จึงทำให้ลักษณะของขอบที่ได้เกิดการรวมกันทั้ง 2 ตำแหน่งจึงทำให้ไม่สามารถตรวจพบตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ได้เช่นเดียวกัน
3. ปัญหาในส่วนของคุณภาพของภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ดีเพียงพอ เช่นกับภาพนี้ที่ถ่ายจากกล้องถ่ายรูปซึ่งให้คุณภาพและความคมชัดของภาพมาก นอกจากรูปนี้ยังคงมีเรื่องของสภาวะแวดล้อมในภาพที่ไม่สามารถควบคุมได้เพื่อ เช่น เรื่องของแสงเงา สิ่งกีดขวาง ลิ้งรับกวนซึ่งเกิดขึ้นในภาพ

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างผลการทดลองตรวจหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากการล็อกของวงจรปิด

	การประมาณส่วนของป้ายทะเบียนรถยนต์	ภาพป้ายทะเบียนที่ได้	ความถูกต้อง (หาแผ่นป้ายได้)
1			<input checked="" type="checkbox"/>
2			<input checked="" type="checkbox"/>
3			<input checked="" type="checkbox"/>

4			<input checked="" type="checkbox"/>
5			<input checked="" type="checkbox"/>
6			<input checked="" type="checkbox"/>
7			<input checked="" type="checkbox"/>

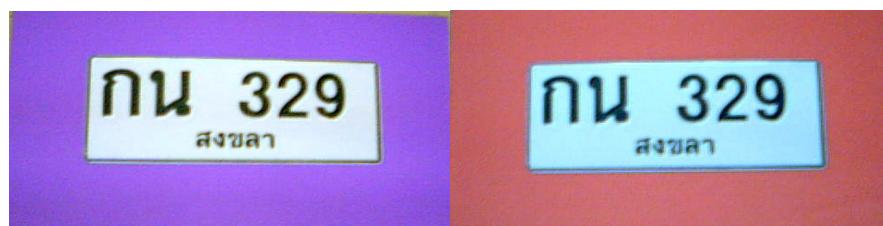
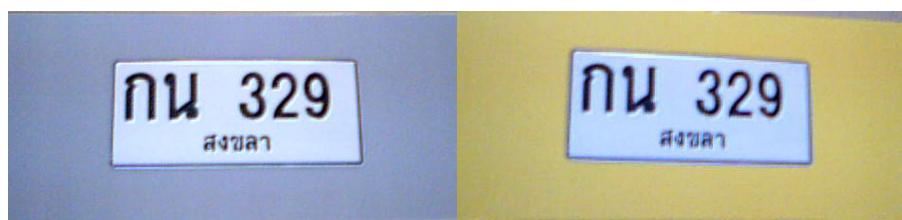
8			
9			
10			
11			

12			
13			
14			
15			

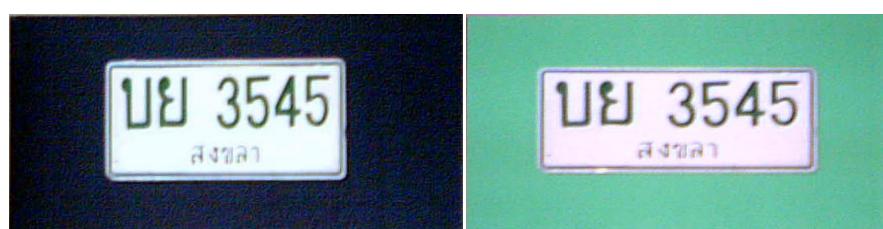
### 3.5 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องแบบ real time

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบกับภาพจากกล้องแบบ real time เพื่อระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน โดยในการทดลองได้รับภาพจากกล้องโดยตรงมาประมาณผลแบบต่อเนื่อง เมื่อเจอส่วนที่เป็นทะเบียนรถยนต์แล้วจะทำการแสดงผลลัพธ์ที่ได้พร้อมทั้งทำการตัดตัวอักษรทั้งในแนวนอนและแนวตั้งได้เป็นตัวอักษรแต่ละตัวแยกออกจากกันมากแล้วเก็บเอาไว้

ซึ่งในการทดสอบได้ทำการทดลองโดยจำลองแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ของจริงเปลี่ยบที่ยกับพื้นหลังของแผ่นป้ายในแต่ละสี เพื่อทดสอบหากความแตกต่างที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3-17 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีดำหลังพื้นสีขาวบนจากสีต่างๆ



รูปที่ 3-18 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีขาวหลังพื้นสีขาวบนจากสีต่างๆ



รูปที่ 3-19 แสดงภาพป้ายทะเบียนตัวอักษรสีดำหลังพื้นสีเหลืองบนฉากสีต่างๆ

ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ดีพอสมควรในระยะใกล้ ส่วนในเรื่องของการตัดแบ่งตัวอักษรพบว่าสามารถตัดแบ่งตัวอักษรได้ตามที่ต้องการ แต่ในบางกรณีในส่วนของจังหวัดไม่สามารถตัดแบ่งตัวอักษรได้เนื่องจากภาพมีขนาดเล็กและไม่ชัดมากเพียงพอที่จะทำการตัดแบ่งได้

### 3.5.1 การนำโปรแกรมระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากกล้องแบบ real time มาประยุกต์กับระบบ

เป็นการนำเอาส่วนของโปรแกรมมาทำการรวมกับระบบ(VsScanner) เพื่อนำไปทดสอบใช้งาน โดยมีการสร้าง user interface เพื่อให้ใช้งานได้งานยิ่งขึ้น



รูปที่ 3-20 แสดงภาพเมื่อนำโปรแกรมมาทำการรวมกับระบบ

---

## บทที่ 4 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

---

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทำโครงการในระยะเวลาที่ผ่านมาในการการตรวจหาแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการต่อไปในอนาคต

### 4.1 สรุปผล

จากการดำเนินการการตรวจหาแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในระยะเวลาที่ผ่านมาพบว่าสามารถทำการตรวจหาส่วนที่เป็นแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ แต่ผลที่ได้ยังไม่ดีมากเพียงพอ เพราะจากผลการทดลองกับรูปภาพหลายรูปทำให้พบว่าบัตรถูกบล็อกไม่สามารถตรวจหาส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุงและทำการพัฒนาต่อไป เนื่องจากบัตรถูกบล็อกไม่สมบูรณ์ ซึ่งในขั้นนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ เช่น สิ่งแวดล้อมโดยรวมของภาพ ความมืด ความสว่างของภาพ เพื่อหาจุดบกพร่องในการทำงานเพื่อนำไปแก้ไขต่อไป รวมถึงในส่วนของการตัดแบ่งตัวอักษรที่ยังไม่สามารถตัดแบ่งตัวอักษรในส่วนของตัวจังหวัดได้ดีพอก ซึ่งในทางปฏิบัติถือเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบให้สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งต้องออกแบบให้ครอบคลุมถึงข้อจำกัดปัญหาและสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกิดขึ้นกับภาพ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จึงจะทำให้การปรับปรุงโปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางที่จะต้องพัฒนาต่อไปในอนาคต

### 4.2 ข้อเสนอแนะ

สิ่งที่จะต้องดำเนินการหลังจากนี้คือการพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น พัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงกับภาพต่อเนื่องจากกล้องวงจรปิดอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเดิม

## បរចនានៃកម្ម

---

- [1] K. Derpanis. "The Harris Corner Detector".
- [2] Harris and M.J. Stephens. A combined corner and edge detector. In Alvey Vision Conference, pages 147–152, 1988.
- [3] Digital image processing, Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods
- [4] Image processing: principles and applications, Tinku Acharya, Ajoy K. Ray  
<http://www.cs.indiana.edu/cgi-pub/oleykin/website/OpenCVHelp/>  
<http://en.wikipedia.org>  
<http://campus.en.kku.ac.th/project/2004/COE2004-20/image.html>  
<http://www.dcomputer.com/proinfo/support/TipTrick/Vol07.asp>  
<http://www.mut.ac.th/~sanun/>  
<http://visl.technion.ac.il/projects/2003w24/>

### ขั้นตอนการติดตั้ง Visual Studio 2005

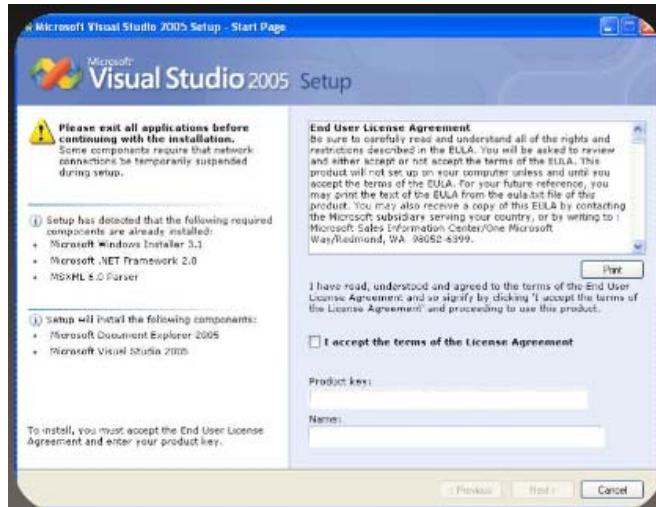
1. ใส่แผ่น CD/DVD ชุดติดตั้งจะแสดงได้อย่างอัตโนมัติ ให้คลิกที่ Install Visual Studio 2005



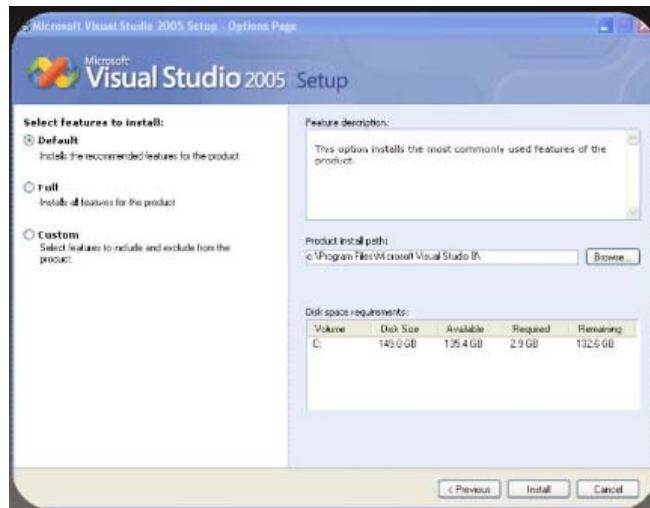
2. รอสักครู่ ชุดติดตั้งจะโหลดไฟล์ที่จำเป็นเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อโหลดเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม Next



3. คลิกที่เครื่องหมายเพื่อยอมรับการติดตั้ง จากนั้นกรอก Product Key กรอกชื่อ กดปุ่ม Next



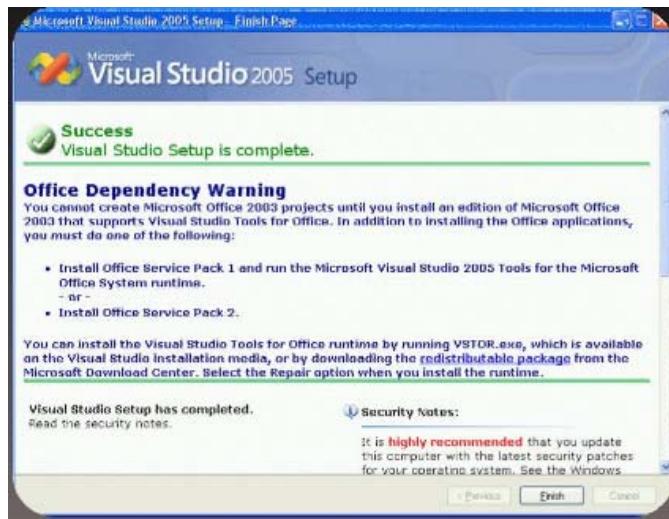
4. จากนั้นชุดติดตั้งจะให้เลือกรูปแบบการติดตั้ง ในที่นี้ให้เลือกแบบ Default คลิกปุ่ม Next



5. รอสักครู่ชุดติดตั้งจะติดตั้งไฟล์ต่างๆลงในเครื่องพร้อมทำการปรับแต่งการทำงานให้เข้ากับ Visual Studio 2005 เมื่อติดตั้งเรียบร้อยให้คลิก Next



6. จากนั้นชุดการติดตั้งจะบังคับให้ Restart เครื่อง โดยคลิก Restart



7. เมื่อปุ๊ตเครื่องขึ้นมาให้เราได้ແຜນติดตั้งเข้าไปอีกครั้งเพื่อติดตั้งเอกสารสำคัญรวมทั้ง Help โดยให้เราเลือกที่ Install Product Document

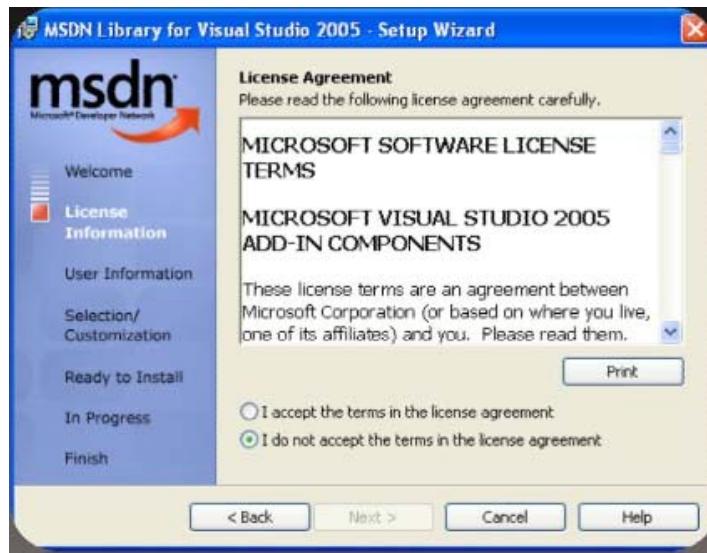


8. จะปรากฏได้อะลົກ MSDN Library for Visual Studio 2005 – Setup Wizard ขึ้นมาให้คลิก

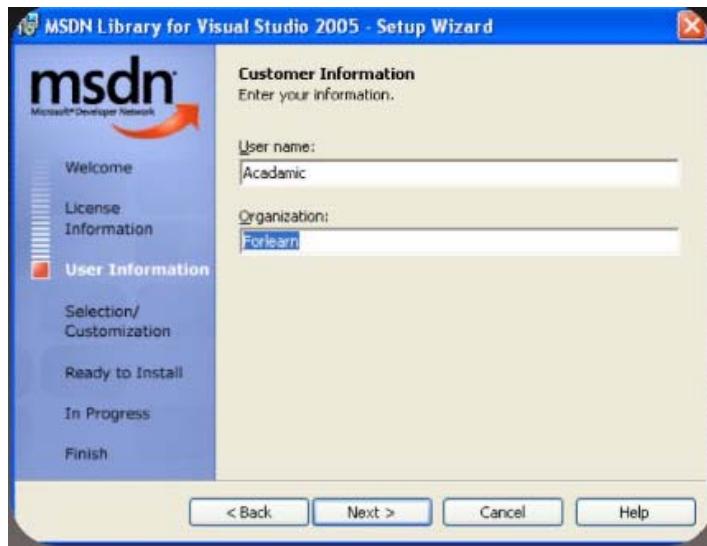
Next



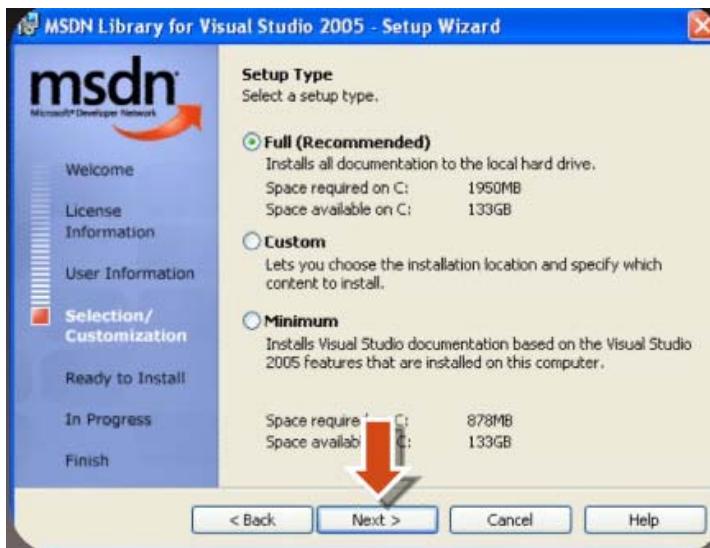
9.คลิกตัวเลือกเพื่อยอมรับการติดตั้ง คลิกปุ่ม Next



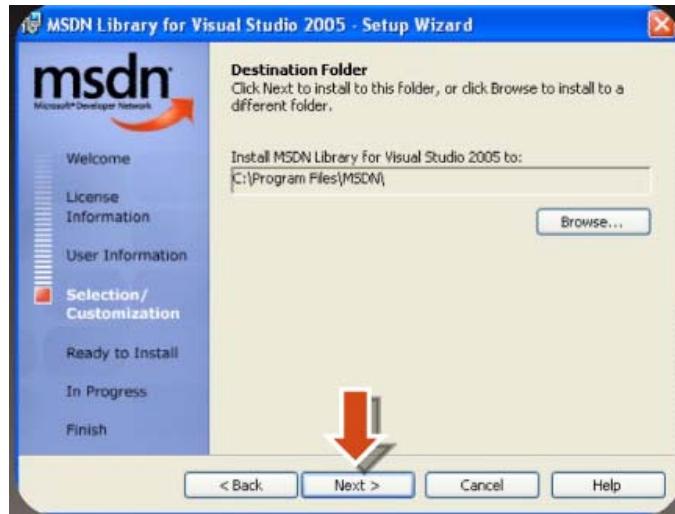
10.กรอกชื่อของเราและชื่อบริษัท คลิกปุ่ม Next



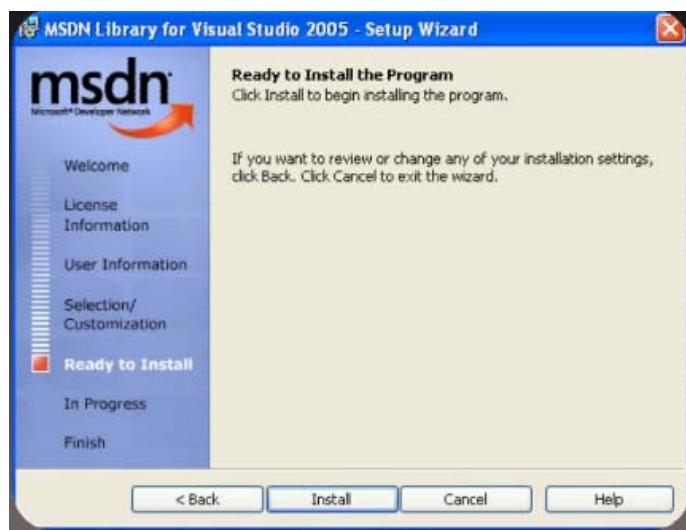
11.จากนั้นกดติดตั้งจะให้เลือกชุดแบบการติดตั้ง ในที่นี้ให้เลือก Full คลิกปุ่ม Next



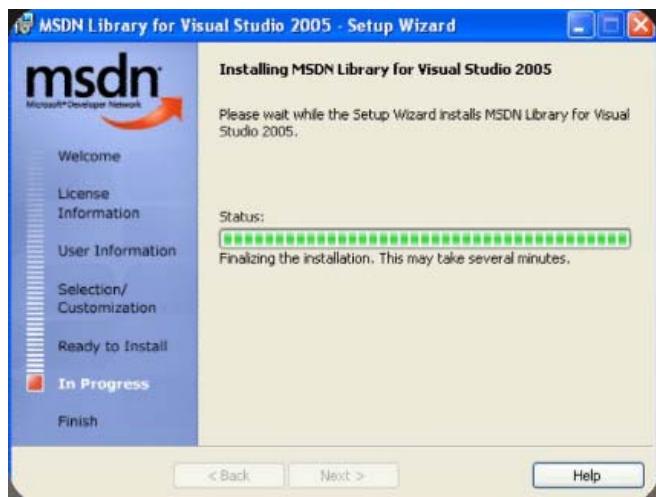
12. ระบุโฟลเดอร์ที่เราจะติดตั้งเอกสารต่างๆ เหล่านั้นลงไปโดยเราสามารถเลือกติดตั้งที่ได้ กดปุ่ม Next



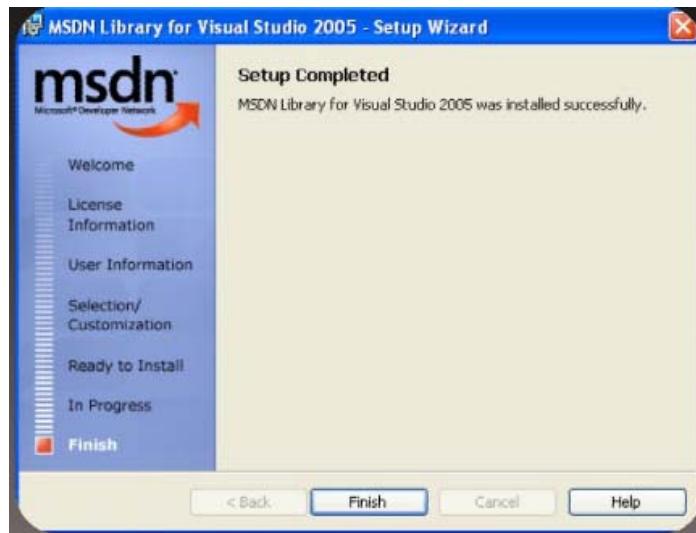
13. คลิกปุ่ม Next เพื่อเริ่มการติดตั้ง



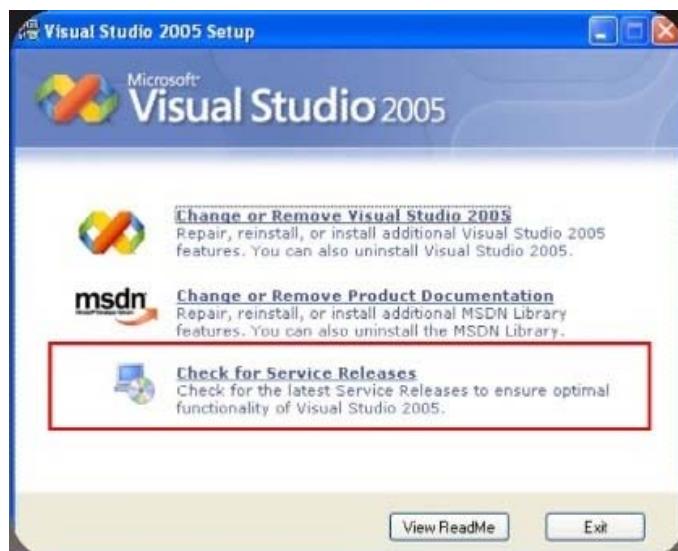
14. รอสักครู่โปรแกรมจะติดตั้งไฟล์ต่างๆ ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์



15. เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วให้คลิกปุ่ม Finish



16. หากต้องการรุ่นล่าสุด หรือ Service Pack ให้เลือกที่ Check For Service Releases

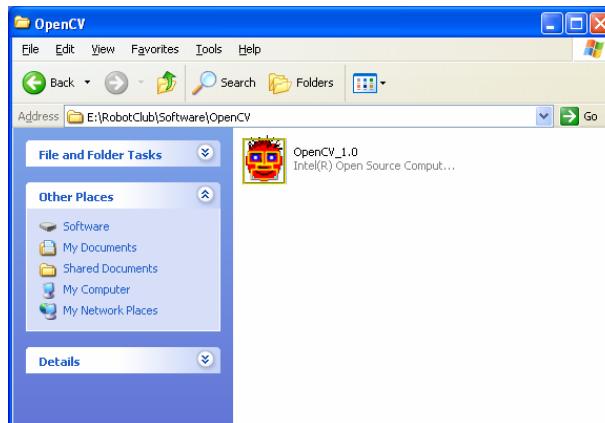


17. เสร็จสิ้นกระบวนการติดตั้ง

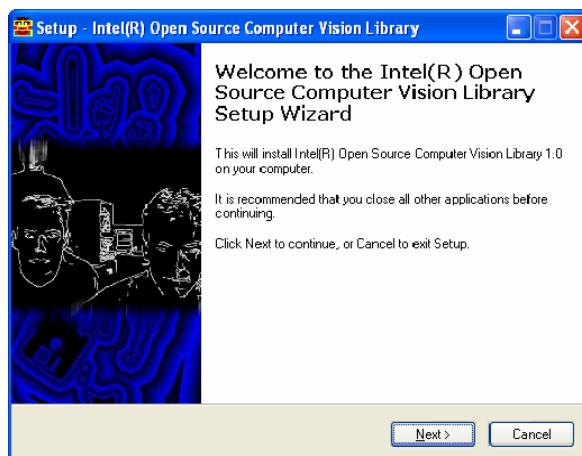


## วิธี Install OpenCV ให้ใช้งานกับ Visual C++ 2005

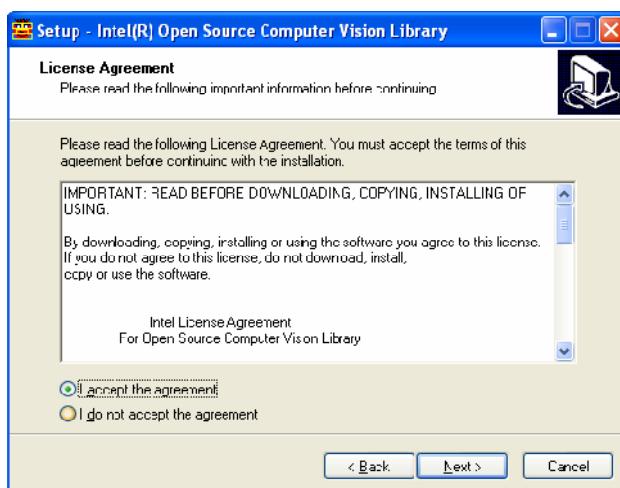
1. เปิดไฟล์ OpenCV\_1.0 เพื่อ setup



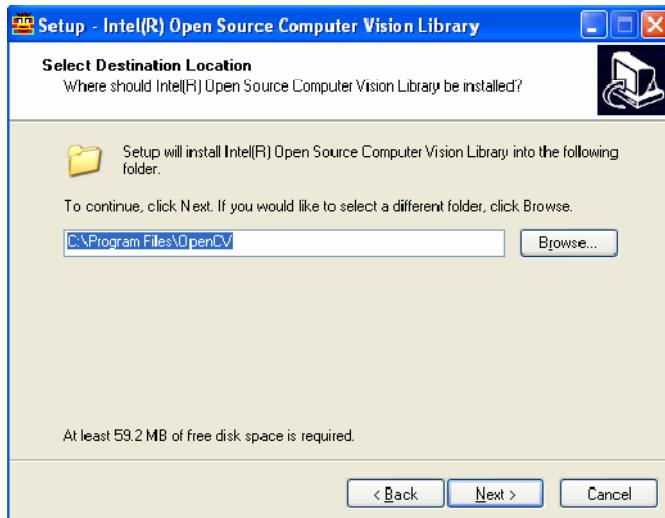
2. คลิก Next



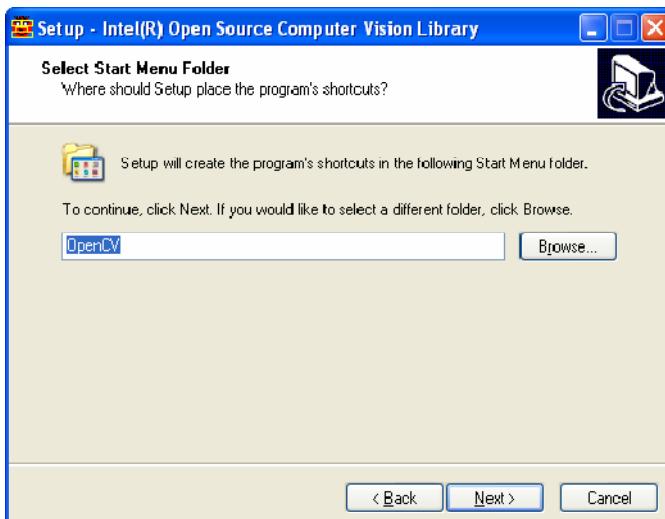
3. เลือก I accept the agreement และ Next



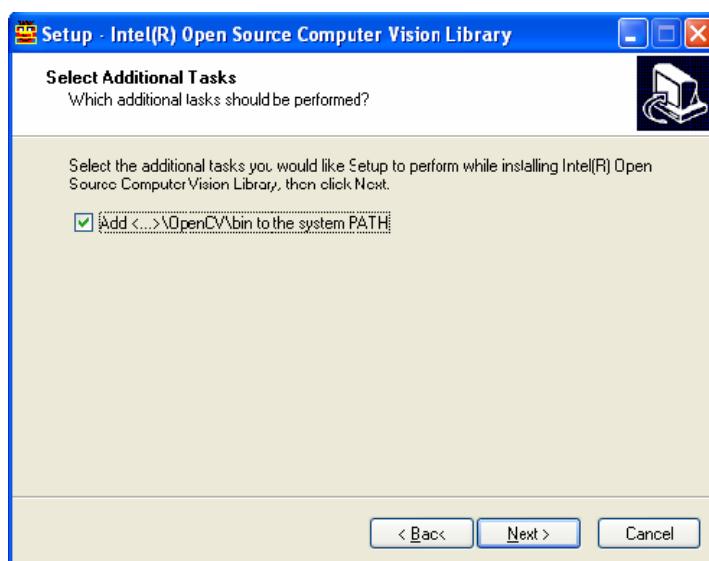
4. กด Next



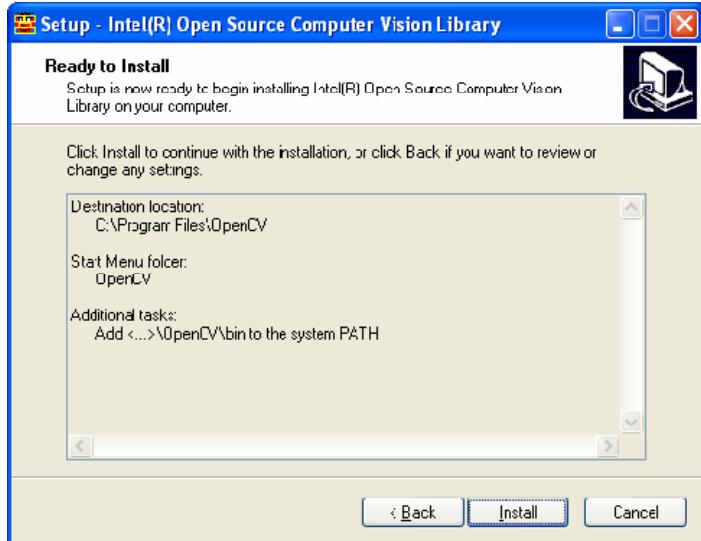
5. กด Next



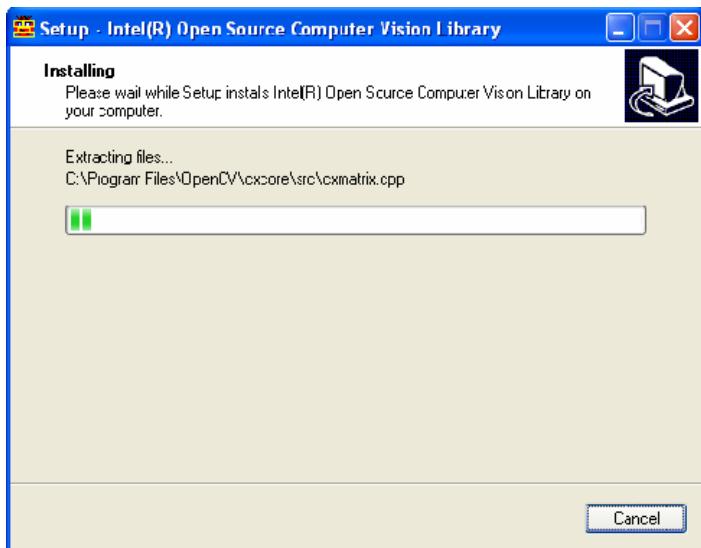
6. คลิกถูกแล้วกด Next



## 7. คลิก install



## 8. รอการติดตั้ง

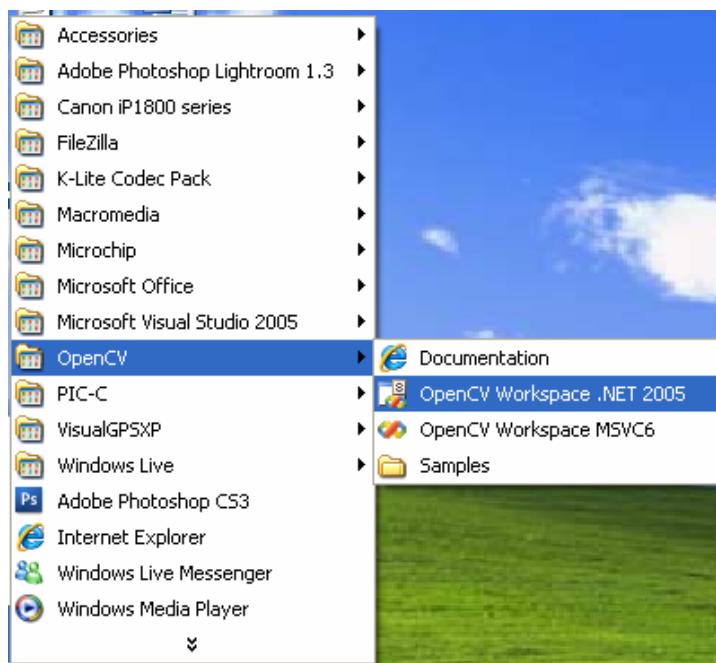


## 9. กด Finish

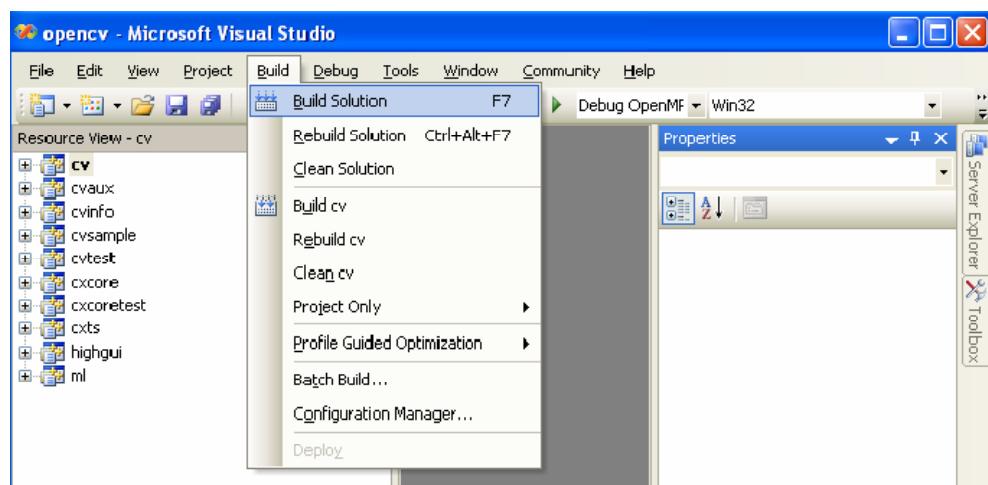


ตอนนี้ Open CV ได้ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ built

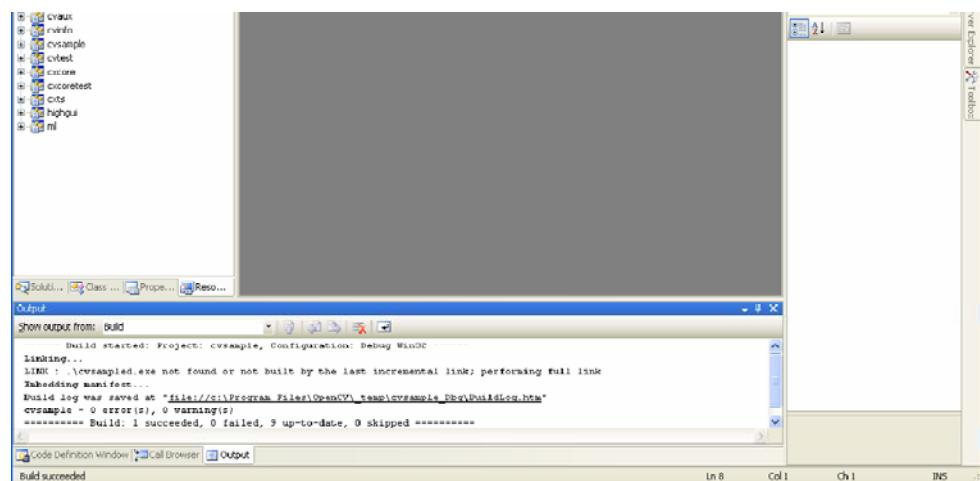
1. เปิด Workspace ของ OpenCV ขึ้นมา เลือกใช้สำหรับ .NET 2005



2. กด Build Solution หรือ F7

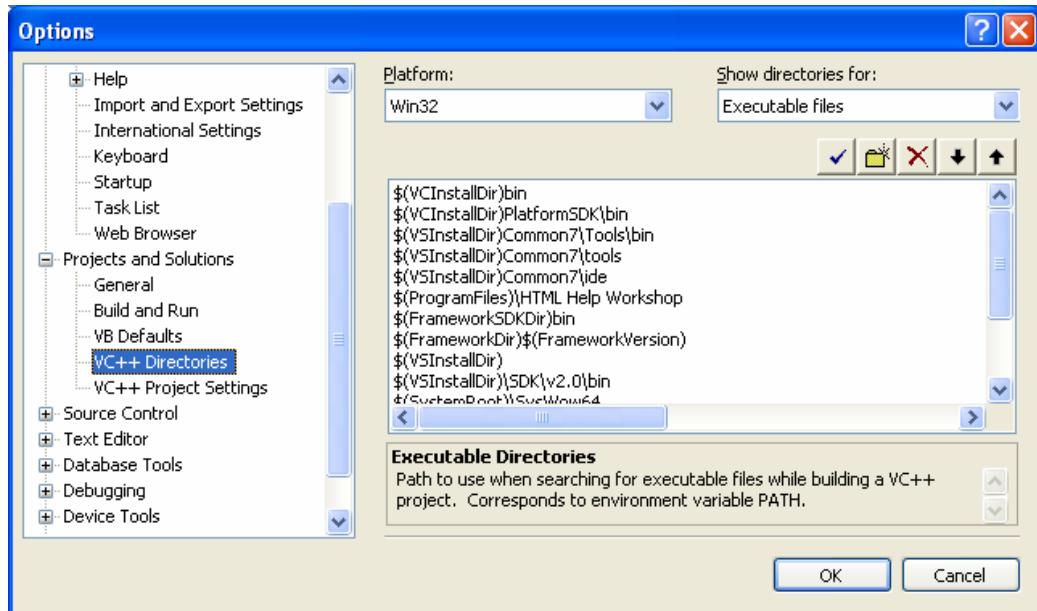


3. รอน project จะ build เสร็จ



#### 4. กำหนนค่าให้ VC++ Directories

โดยเข้าไปที่ Tool->Option->Project and Solutions -> VC++ Directories



แล้ว add directories ตามนี้

Executable files

C:\Program Files\OpenCV\bin

Include files

C:\Program Files\OpenCV\cv\include

C:\Program Files\OpenCV\cvaux\include

C:\Program Files\OpenCV\otherlibs\cvcam\include

C:\Program Files\OpenCV\otherlibs\highgui

C:\Program Files\OpenCV\cxcore\include

Libraly file

C:\Program Files\OpenCV\lib

C:\Program Files\OpenCV\otherlibs

C:\Program Files\OpenCV\otherlibs\cvcam

C:\Program Files\OpenCV\otherlibs\highgui

C:\Program Files\OpenCV\cxcore\includ

จบการ install Open CV